



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA
GESTIÓN DE RIESGOS DURANTE EL PROCESO
DE CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE
INFRAESTRUCTURA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A:

MARIO CHÁVEZ QUINTANA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. LUIS FERNANDO ZÁRATE ROCHA

MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2011





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.

CONTENIDO

OBJETIVO	_____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
INTRODUCCIÓN	_____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<u>CAPITULO 1</u> DEFINICIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	_____	4
1.1	Definiciones básicas _____	5
1.2	Tipos de Riesgos _____	9
1.3	La importancia de la Gestión de Riesgos y su relación con el Plan Nacional de Infraestructura _____	16
CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA PARA REALIZAR LA GESTIÓN DE RIESGOS	_____	52
2.1	Planificación de la Gestión de Riesgos _____	53
2.2	Identificación de Riesgos _____	58
2.3	Análisis Cualitativo de Riesgos _____	62
2.4	Análisis Cuantitativo de Riesgos _____	68
2.5	Planificación de la Respuesta a los Riesgos _____	74
2.6	Seguimiento y Control de Riesgos _____	80
CAPÍTULO 3 CASO DE ESTUDIO: PROYECTO DE ICA	_____	86
3.1	Planificación de la Gestión de Riesgos _____	90
3.2	Identificación de Riesgos _____	92
3.3	Análisis Cualitativo de Riesgos _____	97
3.4	Análisis Cuantitativo de Riesgos _____	99
3.5	Planificación de la Respuesta a los Riesgos _____	100
3.6	Seguimiento y Control de Riesgos _____	105
CONCLUSIONES	_____	108
BIBLIOGRAFÍA	_____	110

OBJETIVO

Presentar una metodología para realizar la Gestión de Riesgos identificados en la ejecución de proyectos de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

El Riesgo es algo que está presente en todas nuestras actividades y en todo momento, no existe actividad alguna que se encuentre exenta de él, desde que despertamos cada mañana somos administradores del Riesgo y la amenaza siempre está presente. Algunos Riesgos a los que todos estamos expuestos son los naturales, que siempre han acompañado a la humanidad, estos pueden ser: temblores, inundaciones o huracanes.

Ahora bien, cuando se trata de proyectos y negocios, todos, sin excepción alguna, tienen algún tipo de Riesgo, que por más que se trate de evitar, siempre estará presente. En teoría es posible tener cero Riesgos, más no en la práctica. Esto es válido tanto para los pequeños como para los grandes proyectos. En esta tesis, primeramente se definirán los conceptos básicos que se emplearán para el buen desarrollo del escrito, posteriormente se mostrará una clasificación de Riesgos enfocada al proceso de construcción de infraestructura. Se explicará brevemente la relación que hay entre la Gestión de Riesgos y el Plan Nacional de Infraestructura, en el cual están involucrados más de 300 proyectos.

Es muy importante mencionar que cuando se visualizan los Riesgos que podrían intervenir en un proyecto de infraestructura, también se pueden ubicar eventos que no afecten al proyecto, si no todo lo contrario, que en vez de afectar puedan aportar, estos eventos serán oportunidades que podrían beneficiar al proyecto y también se deben Gestionar para su aprovechamiento.

La importancia que se le está dando a la Gestión de Riesgos es muy grande, tanto así que en 2005 el Foro Económico Mundial creó el Engineering Construction Risk Institute (ECRI), un foro de consultoría internacional sobre Gestión del Riesgo enfocado exclusivamente a la industria de la ingeniería y la construcción, y en uno de sus primeros informes estimó que una mala Gestión del Riesgo tan sólo en los proyectos estaba costando a la industria entre tres y cuatro mil millones de dólares anuales en ganancias.

En cuanto a la metodología de la Gestión de los Riesgos incluye los procesos relacionados con la planificación de la misma Gestión, la identificación, análisis de riesgos, las respuestas a las amenazas, el seguimiento y control de los Riesgos y Oportunidades de un proyecto; la mayoría de estos procesos se actualizan durante la vida del proyecto.

Finalmente la metodología desarrollada se aplicó a un proyecto de ICA, con el fin de ejemplificarla en un proyecto real, ubicando claramente cada etapa de la Gestión de Riesgos en dicho caso de estudio.

CAPÍTULO 1

DEFINICIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS



1.1 Definiciones básicas

Riesgo

Un Riesgo es un evento o condición incierta que, si se presenta tiene un efecto negativo (amenaza) en la vida de un proyecto. En la figura 1.1 (y en las siguientes de este subtema) si bien no se ilustra un Riesgo de proyecto, sí ilustra claramente un Riesgo de manera más general.

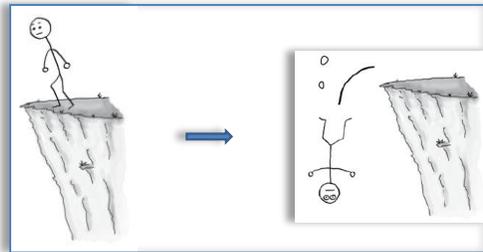


Figura 1.1 Riesgo

Oportunidad

Una oportunidad es un evento o condición que si se produce causa un efecto positivo en alguna fase del proyecto, proporcionando las posibilidades de éxito al gestionarse oportunamente. Un ejemplo es la figura 1.2.

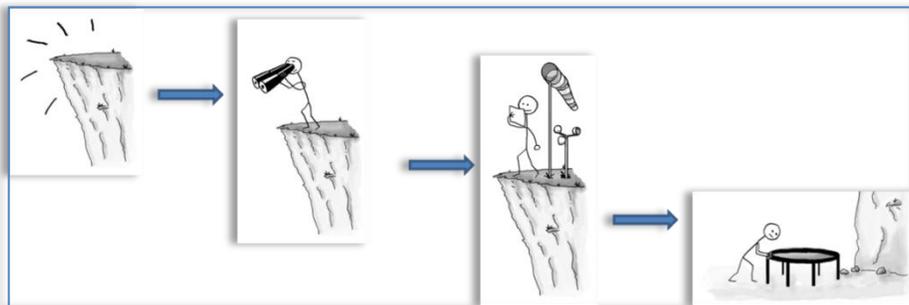


Figura 1.2 Oportunidad

Riesgo de un Proyecto

Un Riesgo de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad (es decir, cuando el objetivo de tiempo de un proyecto es cumplir con el cronograma acordado; cuando el objetivo de costo del proyecto es cumplir con el costo acordado; etc.).

Un Riesgo puede tener una o más causas y, si se produce, uno o más impactos.

Las respuestas a los Riesgos reflejan el equilibrio percibido de una organización entre tomar y evitar los riesgos.

Un Riesgo en determinado proyecto tiene su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos. Los Riesgos conocidos son aquellos que han sido identificados y analizados, y es posible planificar dichos Riesgos usando los procesos descritos en esta tesis.

Las organizaciones perciben los Riesgos por su relación con las amenazas al éxito del proyecto o por las oportunidades de mejorar las posibilidades de éxito del mismo. Los Riesgos que son amenazas para el proyecto pueden ser aceptados si el Riesgo está en equilibrio con el beneficio que puede ser obtenido al tomarlo. Por ejemplo, la adopción de un cronograma de ejecución rápida que puede ser excedido es un Riesgo que se corre para lograr una fecha de conclusión anterior. Los Riesgos que constituyen oportunidades, como la aceleración del trabajo que puede lograrse asignando personal adicional, pueden ser seguidos para beneficiar los objetivos del proyecto.

Las personas y, por extensión, las organizaciones, tienen actitudes hacia los Riesgos que afectan tanto a la exactitud de la percepción de los Riesgos como a la forma en que se responderá a ellos, por lo que dichas actitudes deberían hacerse explícitas siempre que sea posible. Para cada proyecto, se debe desarrollar un enfoque consistente hacia los Riesgos que cumpla con los requisitos de la organización, y la comunicación acerca de los Riesgos y sus acciones de respuesta deben ser abiertas y claras.

Acciones de Respuesta y estrategias

Las acciones de respuesta son aquellas opciones específicas para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto, por ejemplo la figura 1.3.

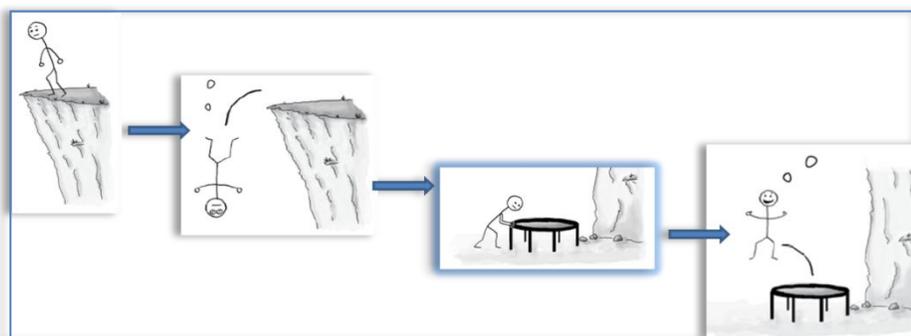


Figura 1.3 Acción de Respuesta

Las acciones de respuesta se aplicarán dependiendo de la estrategia a seguir para determinado Riesgo. A continuación se presentan cinco estrategias, para el caso de Riesgos Negativos o Amenazas.

Evitar

Evitar el Riesgo implica cambiar el plan de gestión del proyecto para eliminar la amenaza que representa un Riesgo adverso, aislar los objetivos del proyecto del impacto del Riesgo o relajar el objetivo que está en peligro (figura 1.4). Algunos Riesgos que surgen en etapas tempranas del proyecto pueden ser evitados aclarando los requisitos, obteniendo información, mejorando la comunicación o adquiriendo experiencia.

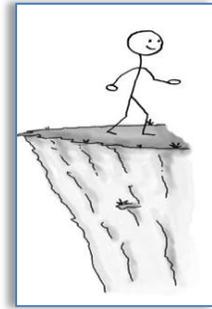


Figura 1.4 Evitar el Riesgo



Transferir

Transferir el Riesgo requiere trasladar el impacto negativo de una amenaza junto con la propiedad de la respuesta, a un tercero (figura 1.5).

Figura 1.5 Transferir Riesgo

Mitigar

Mitigar un Riesgo implica reducir la probabilidad y/o el impacto del Riesgo adverso a un umbral aceptable, adoptando acciones tempranas para reducir la probabilidad de la ocurrencia de un Riesgo y / o su impacto sobre el proyecto (figura 1.6), esta medida, a menudo es más efectiva que tratar de reparar el daño después de que ha ocurrido el Riesgo.

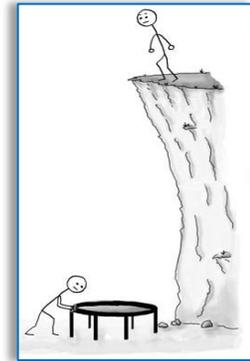


Figura 1.6 Mitigar un Riesgo

Compartir

Compartir un Riesgo negativo implica asignar la propiedad a un tercero que esté mejor capacitado para capturar la amenaza al proyecto, esto para beneficio del proyecto (figura 1.7).

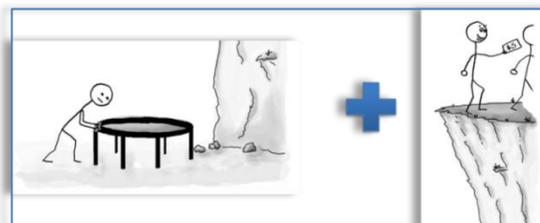


Figura 1.7 Compartir un Riesgo

Aceptar

Aceptar un Riesgo es la estrategia que se adopta debido a que rara vez es imposible eliminar todo el Riesgo de un proyecto (figura 1.8). Esta estrategia indica que se ha decidido no cambiar el plan de gestión del proyecto para hacer frente al Riesgo, o no ha sido posible identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada.



Figura 1.8 Aceptar el Riesgo

Ahora se presentarán las estrategias para Riesgos positivos u oportunidades, las cuales, son casi las mismas que para las amenazas, sólo no se considera la mitigación debido a que al tener una oportunidad que puede beneficiar sería un desperdicio no aprovecharla.

Explotar

Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con una oportunidad haciendo que esta definitivamente se concrete (figura 1.9).



Figura 1.9 Explotar la oportunidad

Compartir

Asignar la propiedad a un tercero que esta mejor capacitado para capturar la oportunidad para beneficio del proyecto.

Mejorar

Esta estrategia modifica el “tamaño” de una oportunidad, aumentando la probabilidad y/o los impactos positivos, e identificando y maximizando las fuerzas impulsoras claves de estas oportunidades (figura 1.10).

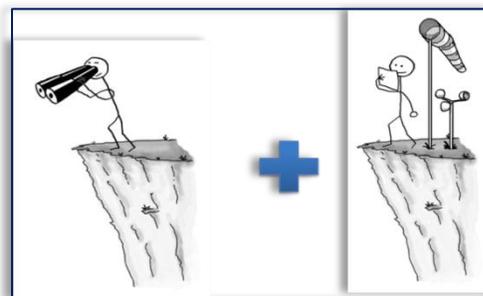


Figura 1.10 Mejorar la oportunidad

Aceptar

Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan de gestión del proyecto para hacer frente a una oportunidad, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. En este caso se tiene un impacto positivo.

2.1 Tipos de Riesgos

Los Riesgos se pueden presentar en cualquier etapa de un proyecto de infraestructura y en cualquier área que esté relacionada con el mismo, por lo que los tipos de Riesgos se encuentran en igual número que las disciplinas que convergen al proyecto.

Al hablar de Riesgos en los proyectos de infraestructura tal vez los primeros en los que se piensa son aquellos relacionados con la parte técnica del proyecto, entendiendo por riesgos técnicos, aquellas amenazas que surgen de no aplicar correctamente las Ciencias de la Ingeniería, por ejemplo diseñar incorrectamente elementos estructurales, no tener bien identificado el tipo de suelo en que se va a trabajar, incorrecta cuantificación de volúmenes de obra, etc., sin embargo, aquellos Riesgos que no son de tipo técnico, como fenómenos naturales, problemas sociales en la comunidad del proyecto, cambios políticos o económicos importantes en el país, etc. también juegan un papel igual de importante en el correcto desarrollo del proyecto.

El cuadro sinóptico de la figura 1.11 da una clasificación muy general de los tipos de Riesgos, dividiéndolos primeramente en técnicos y no técnicos y estos a su vez en otras posibles subdivisiones.

Para cada una de las áreas mencionadas en la figura 1.11 existen gran cantidad de Riesgos que indudablemente podrían repercutir en los objetivos de algún proyecto, sin embargo, para el caso de esta tesis se enfocará en los Riesgos en el proceso constructivo.



Figura 1.11 Clasificación general de Riesgos

Es importante aclarar que en procesos constructivos existen Riesgos que tienen que ver con aspectos técnicos y también no técnicos, debido a que la construcción es la etapa en la que se conjunta gran cantidad de información, estudios, diseños, etc. con el fin de llevar a cabo físicamente el proyecto. Una vez comentado este último punto se puede hacer una clasificación más específica, con la idea de tratar solamente con Riesgos para procesos constructivos, estos pueden clasificarse en externos, técnicos, comerciales, operacionales y administrativos.

Posterior a la explicación de los tipos de Riesgos antes mencionados, que se presenta a continuación, se presentará una breve lista de cada uno de ellos, con el fin de ejemplificarlos de mejor manera y resaltando que dicha lista se puede extender hasta donde se considere.

1.2.1 Riesgos Externos

Los Riesgos Externos son aquellos en los que menos se puede influir de manera directa, ya que son eventos muy ajenos a quien va a construir, algunos dependerían del tipo de cliente con el que se esté trabajando, tal vez su confiabilidad, si ya tiene bien definido lo que necesita, su solvencia económica, etc.; dentro de este tipo de Riesgos también se encuentran aquellos de tipo social (figura 1.12), que por su propia naturaleza puede repercutir en la ejecución del proyecto, estos pueden ser, mala relación con los vecinos, bloqueos, también pueden incluirse cambios políticos que puedan afectar el seguimiento de la obra.



Figura 1.12 Ejemplo de Riesgo Externo: Reclamo de afectados

Algunos ejemplos de Riesgos Externos pueden ser los siguientes:

- La confiabilidad de un cliente nuevo respecto a sus negocios
- Si el cliente tiene la solvencia económica suficiente
- Indecisiones del cliente en cuanto a no estar muy seguro de lo que quiere
- Que no exista suficiente comunicación e intercambio de información con el cliente
- Diferencias de tipo cultural con el cliente
- Perder confidencialidad gracias al cliente
- Tener mala relación con la comunidad o reclamos por terceros
- Presencia de manifestaciones que retrasen el acceso al sitio de la obra
- Bloqueos que impidan el acceso a la obra
- Actos terroristas o grupos de choque al gobierno
- Un mal ambiente laboral entre los obreros y los líderes del proyecto
- Cambios políticos importantes durante la ejecución del proyecto
- Considerar el proyecto como una alternativa para el manejo de intereses de grupos políticos

1.2.2 Riesgos Técnicos

Los Riesgos Técnicos son aquellos que se refieren a la parte de diseño del proyecto, si los planos, dimensiones, las especificaciones de elementos estructurales o espacios no se encuentran

aprobados, no sería posible iniciar la construcción del proyecto, o si se hacen modificaciones del diseño una vez empezada la obra puede generar problemas en la correcta ejecución.

Algunos ejemplos de Riesgos Técnicos pueden ser los siguientes:

- Indefinición por parte del cliente en cuanto a las bases técnicas
 - Cambio de especificaciones del proyecto de manera repentina
 - Tardía entrega de planos aprobados para construcción
 - Liberar a tiempo o en programa el diseño ejecutivo
 - Incorrecta interpretación de las bases de diseño
 - Fallas técnicas relacionadas con la mala selección de un equipo por parte de quien construye
 - Tecnología nueva que no se ha aplicado en la construcción de proyectos similares
 - Incorrecta planeación para la integración de las herramientas de control y seguimiento para el logro de los objetivos del proyecto
-

1.2.3 Riesgos Comerciales

Los Riesgos Comerciales son aquellos eventos o condiciones que surgen de las actividades de compra de materiales, compra de insumos, renta o adquisición de maquinaria, es decir, de lo que implique flujo de capital para obtener los bienes y/o servicios necesarios que permitan construir el proyecto (figura 1.13). Por lo anterior la situación financiera y económica de la empresa, del cliente, de la región en que se construirá y la del país son determinantes para los Riesgos comerciales.

Algunos ejemplos de Riesgo Comerciales pueden ser los siguientes:

- Índices inflacionarios que pueden afectar los costos de materiales y otros servicios
 - Tasas de interés bancaria nacional o internacional que pudieran afectar las operaciones en el mercado e impactar en el estado financiero del proyecto
 - El tipo de cambio de moneda (dólar, euros, etc.) puede afectar los costos de la línea base del proyecto o la oferta
 - Analizar y conocer a los posibles oponentes en el proceso de licitación para considerar las estrategias adecuadas
 - Situación financiera del cliente, sus referencias bancarias, sus créditos, etc.
-

- Planeación financiera de la constructora
- Falta de flujo de efectivo o liquidez durante la ejecución del proyecto



Figura 1.13 Riesgos Comerciales

1.2.2 Riesgos Operacionales

Los Riesgos Operacionales son los eventos relacionados directamente con la ejecución de procesos constructivos, al intentar cumplir correctamente dichos procesos surgirán problemas de calidad, seguridad, aquí podemos ubicar también los fenómenos naturales y lo relacionado al medio ambiente. Debido a que esta tesis se enfoca en Riesgos constructivos en proyectos de infraestructura, los Riesgos Operacionales son los que se mencionarán en mayor cantidad, pero no quiere decir que sean los más importantes.

Algunos ejemplos de Riesgos Operacionales pueden ser los siguientes:

- Cumplir con las especificaciones del proyecto; hacer correctamente el trabajo
- Obtención, manejo y entrega de materiales obtenidos en el país
- Movimiento de materiales importados, desde las instalaciones del vendedor hasta el sitio del proyecto
- Herramientas que por su especialidad no son comunes en el mercado y requieren que su manejo sea con antelación
- Cuantificación de materiales errónea
- Contar con mano de obra calificada, personal obrero especialista, oficiales, paileros, soldadores, etc. (figura 1.14)
- Ausencia de mano de obra de la localidad
- Integrar la maquinaria y equipo de acuerdo a las necesidades del proyecto y en relación al programa de construcción
- Existencia de caminos de acceso o al habilitado de los mismos

- Limitación de horario en la zona de trabajo (área urbana)



Figura 1.14 No contar con mano de obra calificada impactaría en la calidad del proyecto

- Robo de material por extensión propia del terreno o áreas
- Ausencia de capacidad de los carros fleteros del área o comunidad
- Retrasos en la ejecución de la obra que originen la aplicación de fianzas
- Producción baja de acuerdo a los rendimientos de trabajo
- Realizar retrabajos, incrementa los costos y afecta al programa de construcción
- Maniobras especiales que por su peso y altura requieren análisis de un especialista; incluye el estudio de grúas y elementos de apoyo para dichas actividades (figura 1.15)
- Días disponibles de trabajo o los días no laborales, por usos y costumbres locales
- La falta de capacitación y conocimiento del proyecto que afecte la realización del mismo
- Fenómenos naturales como lluvia, ligera o torrencial; vientos, moderados o fuertes; nieve, sismos, neblina, etc.
- Fallas geológicas: inestabilidad de taludes, grietas en el suelo, oquedades en el subsuelo, niveles freáticos excesivos, etc.
- Zonas o áreas que contengan restos de culturas prehispánicas o ancestrales
- Programa de seguridad con sus procedimientos de control
- Factores de salud y seguridad en el proceso constructivo, incluye la práctica de verificación de la salud de los trabajadores (aplicación de prevención de enfermedades y detección de consumo de enervantes)
- Fauna o flora que requiere ser reubicada con la participación de las autoridades de medio ambiente
- Control de los índices de ruidos permitidos durante el proceso constructivo
- Manifiestos ambientales, reporte de las actividades relacionadas con el cumplimiento de las normas de medio ambiente
- Permisos para extracción y acarreo de materiales
- Permisos para depósito de desechos (aceites y / o solventes)

-
- Manejo de explosivos, restricción del uso de explosivos
-



Figura 1.15 Las maniobras especiales tienen un Riesgo considerable en procesos constructivos

1.2.2 Riesgos Administrativos

Los Riesgos Administrativos son eventos o condiciones que de presentarse causarán pérdidas económicas o daños que impedirán el cumplimiento de objetivos del proyecto, en este tipo de Riesgos también se pueden considerar los de tipo legal, estos pueden ser en cuanto a legislaciones ambientales, permisos para construir, usos de suelo, licencias, etc.

Algunos ejemplos de Riesgos Administrativos pueden ser los siguientes:

- Insuficiencia presupuestal, es decir, partida de presupuesto baja
- Cuotas por permisos, aranceles e impuestos por negociación de materiales u otros
- Documento financiero que asegura el cumplimiento de una tarea o actividad
- Formalización de contratos, documento debidamente formalizado o firmado
- Análisis inadecuado del flujo de efectivo
- Bonos por terminación a tiempo, incentivo para terminar la construcción del proyecto en el menor tiempo establecido en el contrato
- Actividades deshonestas de los empleados
- Aplicación de una sanción económica por el incumplimiento de contrato
- Tramitar los permisos de trabajo o liberación de áreas para iniciar los trabajos del proyecto que son alcance del cliente
- Tramitar ante las autoridades competentes las licencias de trabajo del proyecto
- Tramitar los permisos de construcción, usos de suelo, etc. para iniciar la construcción
- Revisiones periódicas a las leyes o reglamentos que regulan el medio ambiente tanto locales como federales

1.3 La importancia de la Gestión de Riesgos y su relación con el Plan Nacional de Infraestructura

El Plan Nacional de Infraestructura 2007-2012, plantea las estrategias para que México logre en el 2030, estar entre el 20% de los países mejor evaluados de acuerdo con el índice de competitividad de la infraestructura que elabora el Foro Económico Mundial, por lo anterior y en base a la gran cantidad de proyectos que deben construirse, es importante tener una identificación de los Riesgos asociados a cada uno de estos proyectos. De manera muy resumida se presentarán en los siguientes párrafos el estado de la infraestructura en México hasta el año 2007, dicha información fue dada en Julio de ese año por el presidente de la república, finalmente se muestran los requerimientos de inversión en cada uno de los sectores, tales como: Infraestructura Carretera, Ferroviaria y Multimodal, Portuaria, Aeroportuaria, de Telecomunicaciones, de Agua Potable y Saneamiento, Hidroagrícola y de Control de Inundaciones, Eléctrica, de Producción de Hidrocarburos, de Refinación, Gas y Petroquímica.

1.3.1 Situación Actual

De acuerdo con el Foro Económico Mundial, por la competitividad de su infraestructura México se ubica en el lugar 64 de 125 países, la figura 1.16 muestra lo antes mencionado y la calificación otorgada a México que fue de 3.4, la cual está por debajo de la media de 3.7. La puntuación de 1 significa una Infraestructura poco desarrollada e ineficiente, mientras que la de 7 se refiere a que se está entre las mejores del mundo.

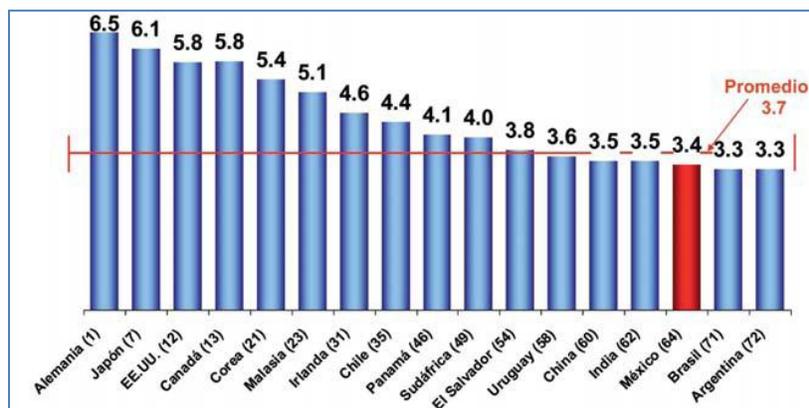


Figura 1.16 Competitividad de la Infraestructura (Foro Económico Mundial)

A nivel sectorial, México ocupa el lugar 65 en ferrocarriles, 64 en puertos, 55 en aeropuertos, 73 en electricidad, 51 en telecomunicaciones y 49 en carreteras.

En la figura 1.17 se observa la Competitividad de la Infraestructura en América Latina, México se ubica en 7° lugar, atrás de Barbados (28), Chile (35), Panamá (46), Jamaica (53), El Salvador (54) y Uruguay (58). A nivel sectorial, México es 3° en ferrocarriles, 11° en puertos, 8° en aeropuertos, 14° en electricidad, 9° en telecomunicaciones y 6° en carreteras.

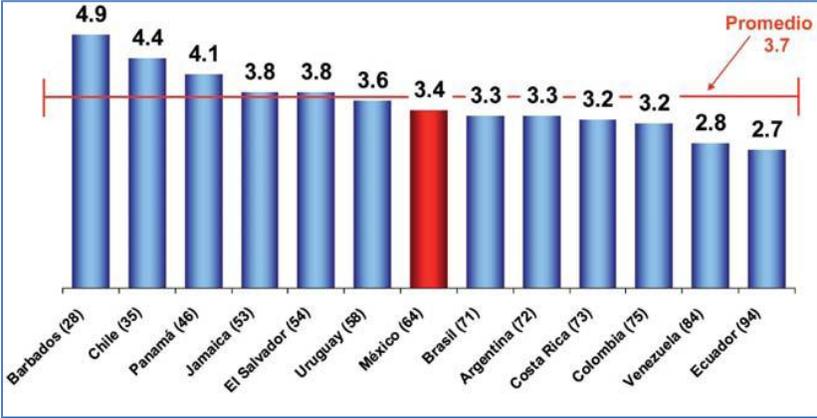


Figura 1.17 Competitividad de la Infraestructura en América Latina (Foro Económico Mundial)

La figura 1.18 muestra que en el periodo 2001-2006 el promedio de inversión en Infraestructura de México fue de 3.2% del PIB, de lo cual el 1.4% se destinó a el sector de Hidrocarburos y el 1.8 % a otros sectores. Por otro lado Chile tuvo una inversión del 5.8% de su PIB que es casi del doble que la de México lo que lo ubicó como el segundo lugar en América latina, a su vez, China invirtió 7.3% de su de su Producto Interno Bruto.

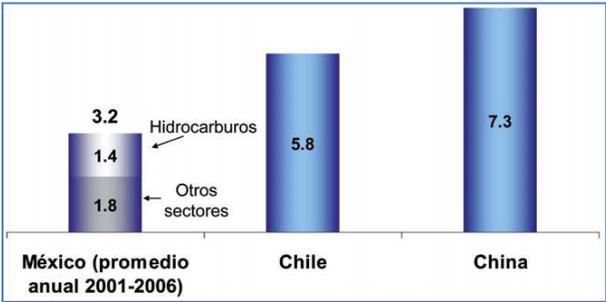


Figura 1.18 Inversión en Infraestructura (Porcentaje del PIB)

Por último en la figura 1.19 se indica la distribución sectorial por año en el periodo 2001-2006 del total invertido en infraestructura (3.2% del PIB). Al agua fue a lo que menos se le invirtió durante esos 6 años, en el 2001 la inversión fue sólo del 3% mientras que en el 2005 se invirtió 9%. En el sector eléctrico hubo una inversión mínima del 14% en los años 2004, 2005 y 2006, y un máximo del 21% en el año 2002. En comunicaciones y transportes en el año 2003 tuvo su menor inversión que fue del 24 %, en 2001 y 2006 tuvo su máxima inversión que fue del 40%. Finalmente la mayor

inversión fue para hidrocarburos con un mínimo del 39% en el 2000 y un máximo de 51% en el 2003.

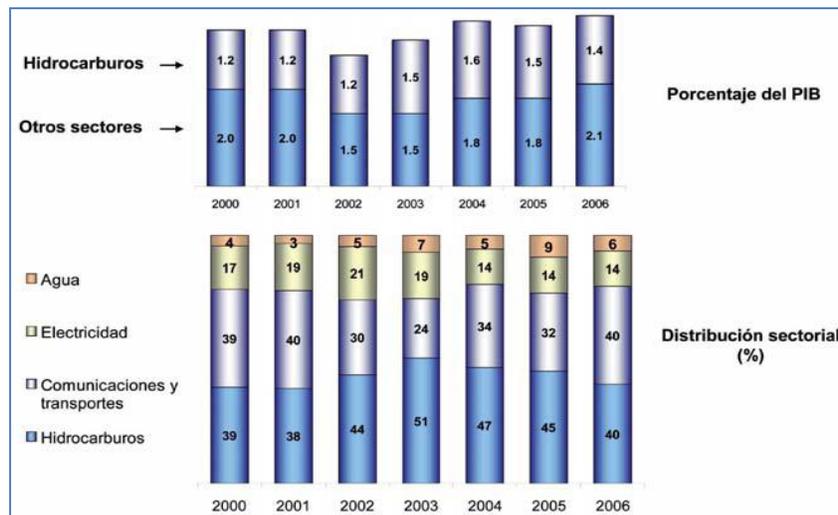


Figura 1.19 Inversión en Infraestructura en México

1.3.2 Visión de Largo Plazo

En cuanto a la visión de largo plazo se establecieron las siguientes metas:

- Elevar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura.
- Convertir a México en una de las principales plataformas logísticas del mundo, aprovechando su posición geográfica y la red de tratados internacionales.
- Incrementar el acceso de la población a los servicios públicos, sobre todo en las zonas de mayores carencias.
- Promover un desarrollo regional equilibrado, dando atención especial al centro, sur y sureste del país.
- Elevar la generación de empleos permanentes.
- Impulsar el desarrollo sustentable.
- Desarrollar la infraestructura necesaria para el impulso de la actividad turística.

Meta Global

- La meta para 2030 es que México se ubique en el 20 por ciento de los países mejor evaluados de acuerdo con el índice de competitividad de la infraestructura que elabora el Foro Económico Mundial.

- Para alcanzar esta meta, en 2012 México debe convertirse en uno de los líderes de América Latina por la cobertura y calidad de su infraestructura (Figura 1.20).

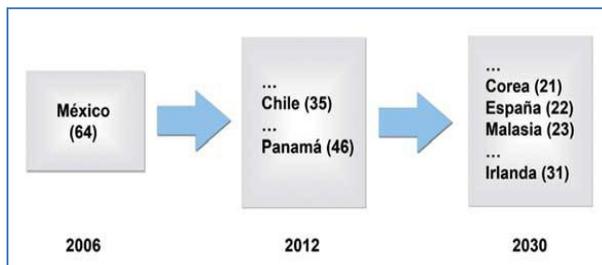


Figura 1.20 Meta Global 2006-2030

Para lograr las metas anteriores se planteó:

- I. Establecer una visión de largo plazo, que defina de manera integral las prioridades y los proyectos estratégicos que impulsará la presente Administración.
- II. Incrementar de manera sustancial los recursos públicos y privados para el desarrollo de infraestructura.
- III. Promover la autorización de erogaciones plurianuales para proyectos de inversión en infraestructura.
- IV. Dar un seguimiento eficaz al más alto nivel al desarrollo de los proyectos estratégicos, para identificar y controlar de manera oportuna los factores que puedan poner en Riesgo su ejecución.
- V. Mejorar la planeación, preparación, administración y ejecución de los proyectos, incorporando las mejores prácticas y estándares en la materia.
- VI. Impulsar los proyectos de mayor rentabilidad social, con base en su factibilidad técnica, económica y ambiental.
- VII. Resolver la problemática en materia de adquisición de derechos de vía y simplificar los trámites para la obtención de autorizaciones en materia ambiental.
- VIII. Dar suficiente certeza jurídica y promover activamente los esquemas de participación pública y privada en el desarrollo de infraestructura.
- IX. Eliminar la regulación innecesaria y los inhibidores a la inversión, incluyendo, entre otras acciones, la revisión y simplificación de los procedimientos de contratación.
- X. Promover una mejor coordinación entre los gobiernos federal, estatal y municipal, y con el sector privado, para el desarrollo de la infraestructura.

Qué se necesita:

- I. Para alcanzar los objetivos y metas propuestos, es necesario llevar a cabo un conjunto de reformas estructurales que permitan elevar la rentabilidad social y económica de la

inversión y, con ello, incrementar de manera significativa los recursos, tanto públicos como privados, destinados al desarrollo de infraestructura.

// En función de lo anterior, se previeron 3 escenarios:

Inercial: si no se llevan a cabo las reformas estructurales que requiere el país.

Base: si sólo se lleva a cabo la Reforma Hacendaria (**escenario previsto en el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012**).

Sobresaliente: si se logra la realización de todas las reformas que se requieren.

La tabla 1.1 señala los escenarios de inversión antes mencionados, así como también ideas supuestas en cuanto a recursos y la posible inversión promedio anual para cada uno de los casos.

Escenario	Supuestos	Inversión promedio anual ^{1/} (% del PIB)
Inercial	Recursos decrecientes respecto a los observados en años recientes como resultado de la disminución de ingresos petroleros y las presiones de gasto en otros rubros	2.0 – 3.0
Base	Supone que alrededor de la mitad de los recursos provenientes de la Reforma Hacendaria propuesta al Congreso se destinan a infraestructura	3.0 – 4.5
Sobresaliente	Aumento significativo en los recursos públicos y privados para inversión en infraestructura como resultado de las reformas estructurales	4.5 – 6.0

Tabla 1.1 Escenarios de Inversión en Infraestructura 2007-2012. 1/ Considera inversión pública y privada.

En la tabla 1.2 se indica que en el escenario inercial habría un nulo crecimiento en el PIB por lo que no se generarían empleos adicionales. El Plan Nacional de Infraestructura 2007-2012 se contempla en el escenario inercial y este generaría un crecimiento adicional del PIB del 0.6%, lo que daría 720 mil empleos adicionales. Finalmente en un escenario sobresaliente el crecimiento adicional del PIB sería del 1.2% y generaría 1 millón 440 mil empleos más.

Escenario	Inversión en infraestructura 2007-2012 (% del PIB)	Crecimiento adicional del PIB anual ^{1/}	Empleos adicionales generados por la infraestructura 2007-2012 ^{1/}	Inversión en infraestructura 2007-2012 (miles de millones de pesos)
Inercial	2.5%	0%	0	1,682
Base	4.0%	0.6%	720 mil	2,532
Sobresaliente	5.5%	1.2%	1 millón 440 mil	3,372

Tabla 1.2 Escenarios 2007-2012

1/ Se refiere al impacto directo de una mayor inversión en infraestructura sobre el crecimiento del PIB y el empleo respecto al escenario inercial. No considera el impacto de la mayor eficiencia en la economía que resultaría de las reformas estructurales.

Escenario Previsto

Las metas y los requerimientos de inversión previstos en el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 corresponden al escenario base, como se muestra en la figura 1.21.

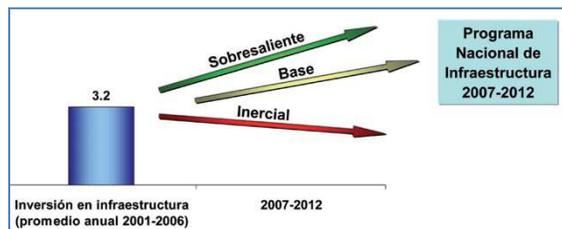


Figura 1.21 Escenario previsto

En cuanto a Inversión Pública y Privada se contempló:

- I. Un incremento sustancial en la cobertura y calidad de la infraestructura no se logrará si solamente se consideran los recursos públicos.
- II. Es indispensable impulsar un mayor financiamiento de la inversión en infraestructura con recursos provenientes del sector privado, con base en el marco jurídico establecido, las reformas a promover y la selección de las mejores alternativas para la realización de cada proyecto.
- III. Solamente así México podrá superar el rezago en la competitividad de su infraestructura con relación a otras economías emergentes.

1.3.3 Visión Sectorial

Infraestructura Carretera

Indicadores

La red carretera en el año 2006 contaba con 355.9 mil kilómetros, de los cuales el 14% eran carreteras federales, el 20% alimentadoras, otro 20% brechas y finalmente el 46% caminos rurales (figura 1.22). En la figura 1.23 se observa el avance que han tenido las carreteras pavimentadas del año 1980 al 2006, en el primer año se contaba con mil kilómetros de carretera de 4 ó más carriles y con un total de 65.9 mil kilómetros de carreteras pavimentadas de menos de 4 carriles, para el año 2006 se contaba con casi 15 veces más que en el 1980 respecto a las de 4 ó más carriles y para ese mismo año se tenían 107.5 mil kilómetros de menos de 4 carriles.

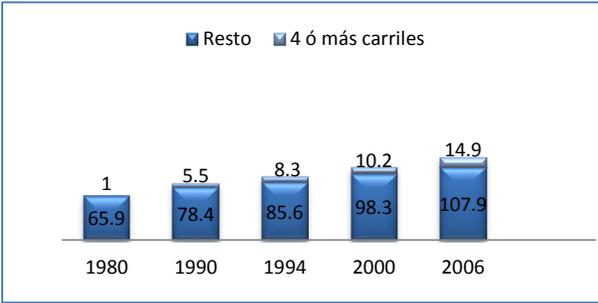
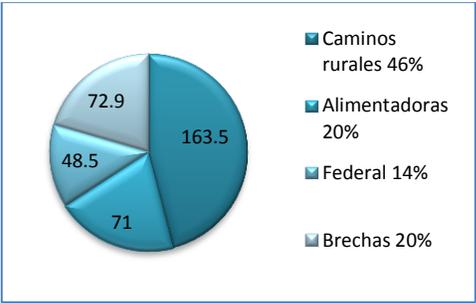


Figura 1.22 Red Carretera 2006 (miles de kilómetros)

Figura 1.23 Carreteras Pavimentadas (miles de kilómetros)

La infraestructura carretera juega un papel muy importante en cuanto a la cantidad de carga que es transportada, en el año 2006 se transportaron 445 millones de toneladas, en el año 2000 fueron 413 millones y en 1980 253 millones de toneladas.

Comparación Internacional

De acuerdo con el Foro Económico Mundial México se encontraba en la posición 49 a nivel mundial con respecto a la calidad de su Infraestructura Carretera, apenas una decima por encima de de la media. En el continente americano ocupa el tercer sitio, sólo está debajo de Estados Unidos y de Chile (figura 1.24).

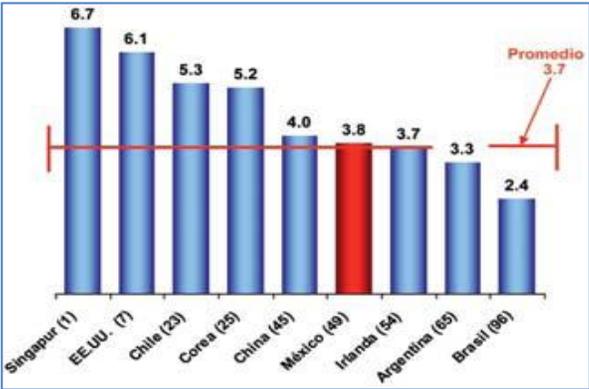


Figura 1.24 Calidad de la Infraestructura Carretera en 2006 (Foro Económico Mundial)

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Completar la modernización de los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.
- II. Desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.
- III. Dar atención especial a la construcción de libramientos y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular.
- IV. Mejorar el estado físico de la infraestructura carretera y reducir el índice de accidentes.

Metas para el año 2012

1. Construir o modernizar 17 598 kilómetros de carreteras y caminos rurales, incluyendo 12 260 kilómetros que corresponden a la terminación de 100 proyectos carreteros completos.

	Kilometros
Corredores troncales	5472
Fuera de corredores	6788
Obras complementarias	1338
Caminos rurales y carreteras alimentadoras	4000

2. Incrementar de 72 a 90 por ciento la red carretera federal que opera en buenas condiciones conforme a estándares internacionales.
3. Reducir el índice de accidentes de 0.47 a 0.25 por cada millón vehículos-kilómetro.

Contemplando el escenario de inversión inercial se tendrían 6.7 mil kilómetros de construcción y modernización de carreteras, con el Plan Nacional de Infraestructura (escenario base) se harían 12.3 mil kilómetros también de construcción y modernización y tomando el escenario sobresaliente se podría llegar a los 17.6 mil kilómetros (figura 1.25).

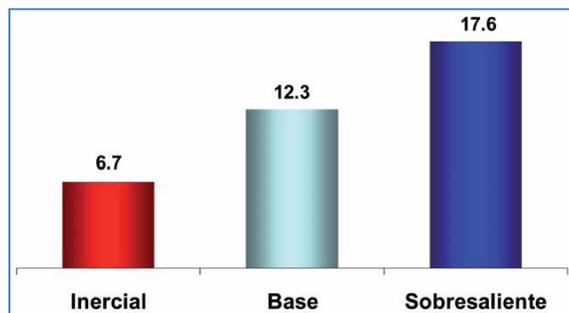


Figura 1.25 Construcción y Modernización de Carreteras Federales 2007-2012 (miles de kilómetros)

Requerimientos de Inversión

La inversión estimada para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 287 mil millones de pesos, de los cuales 159 mil millones equivalentes al 55% serían de recursos públicos y el restante 128 mil millones equivalentes al 45% de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la Tabla 1.3.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Corredores troncales	18	86	104
Fuera de corredores	56	22	78
Obras complementarias	15	0	15
Caminos rurales y alimentadores	20	0	20
Conservación	40	ND	40
Estudios, proyectos y derecho de vía	10	20	30
Total	159	128	287

Tabla 1.3 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura Ferroviaria y Multimodal

Indicadores

En la figura 1.26 se muestra el crecimiento que tuvo la Infraestructura Ferroviaria del año 1990 al 2006, en el año 1990 se contaba con 26.4 mil kilómetros de longitud en la red, en el año 2006 se tenían contemplados 26.7 mil, lo que indica que el crecimiento en este sector fue casi nulo. La carga transportada en el año 1990 fue de 46.4 millones de toneladas y para el año 2006 se transportó más del doble, 94.7 millones de toneladas (figura 1.27).

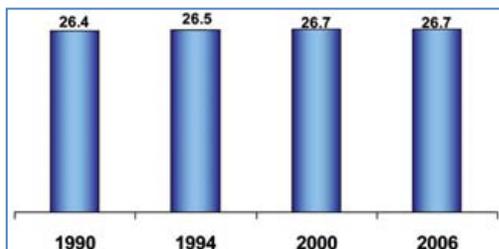


Figura 1.26 Longitud de la Red (miles de kilómetros)

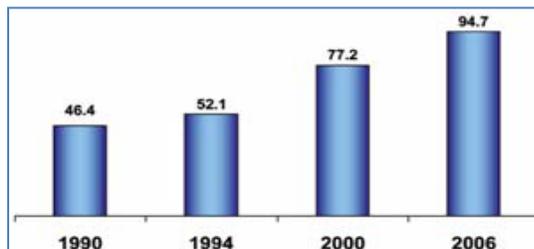


Figura 1.27 Carga Transportada (millones de toneladas)

Comparación Internacional

El Foro Económico Mundial ubicó a México en el lugar número 65 respecto a la calidad de su Infraestructura Ferroviaria, la calificación otorgada en este sector fue de 2.4, la cual está por debajo de la media, que fue de 2.9. Nuestro país se encontró por encima de Argentina y Brasil, pero nuevamente debajo de Estados Unidos y Chile. Lo anterior se muestra en la figura 1.28, junto con la calificación obtenida por algunos otros países.

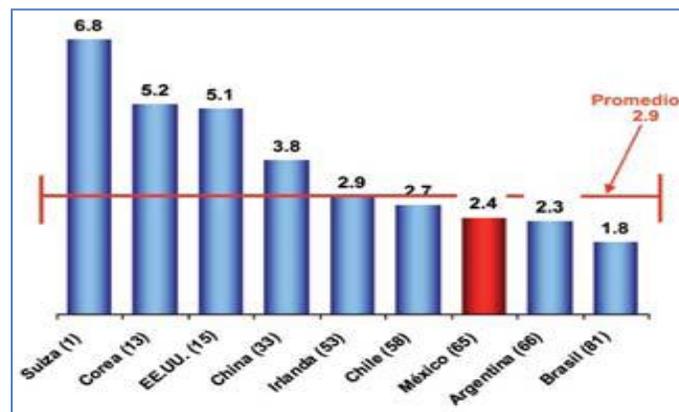


Figura 1.28 Calidad de la Infraestructura Ferroviaria (2006) (Foro Económico Mundial)

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Ampliar el sistema ferroviario promoviendo la sustitución de la estructura radial por una estructura de red que mejore su conectividad.
- II. Desarrollar corredores multimodales para hacer más eficiente el transporte de mercancías, dando especial atención a los corredores que unen a los puertos del Pacífico con los del Atlántico y con las fronteras.
- III. Impulsar el desarrollo de trenes suburbanos de pasajeros que reduzcan de manera significativa el tiempo de traslado de las personas entre sus hogares y sus centros de trabajo y estudio.
- IV. Atender los problemas de interconexión ferroviaria en puertos, fronteras y zonas metropolitanas.
- V. Mejorar la convivencia del ferrocarril en las zonas urbanas.

Metas para el año 2012

1. Construir 1418 kilómetros de vías férreas.

	Kilómetros
Construcción de vía	877
Libramientos ferroviarios	187
Acortamientos ferroviarios	195
Transporte de pasajeros	159

2. Incrementar la velocidad promedio del sistema ferroviario de 24 a 40 kilómetros por hora.
3. Poner en operación la primera etapa de los Sistemas 1, 2 y 3 del Tren Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México.
4. Construir 64 pasos a desnivel, señalar 240 pasos a nivel y 256 cruces, desarrollar 3 libramientos, y construir 4 cruces ferroviarios fronterizos con sus libramientos.
5. Desarrollar 10 nuevos corredores multimodales, incluyendo la construcción de 12 terminales intermodales de carga y el inicio de operación del proyecto Punta Colonet.

Tomando en cuenta los escenarios de inversión, mostrados en la figura 1.29 y suponiendo que se lleva a cabo el proyecto Punta Colonet-Mexicali, el cual se financiaría con recursos privados, se consideró que en el inercial el aumento de dicho sector llegaría a 27.4 mil kilómetros, con el escenario base del PNI subiría a 28.1 mil y finalmente en el sobresaliente podría ser de 29.4 mil kilómetros.

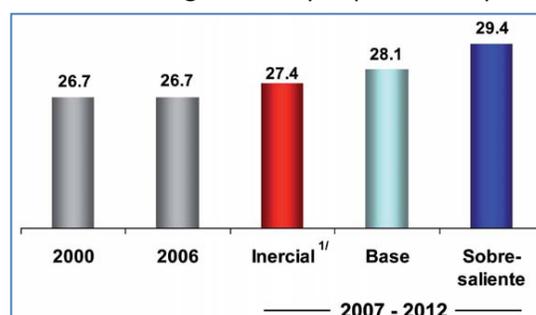


Figura 1.29 Longitud de la Red Ferroviaria (miles de kilómetros)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se tenía estimada para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 49 mil millones de pesos, de los cuales 27 mil equivalentes al 55% serían de recursos públicos y el restante 22 mil millones equivalentes al 45% vendrían de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 18.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Construcción	23	15	38
Modernización	0	2	2
Conservación	0	3	3
Programa de convivencia urbano ferroviaria	2	1	3
Programa de seguridad ferroviaria	2	0	2
Terminales intermodales de carga	0	1	1
Total	27	22	49

Tabla 1.4 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura Portuaria

Indicadores

La figura 1.30 muestra el crecimiento que tuvo la Infraestructura Portuaria del año 1990 al 2006, en 1990 México contaba con 109 kilómetros de longitud de muelles y con 112 kilómetros de obras de contención, la que ha tenido mayor crecimiento a lo largo de 26 años fue la primera ya que en el de 2006 alcanzó los 198 kilómetros, mientras que la segunda sólo llegó a 149 kilómetros.

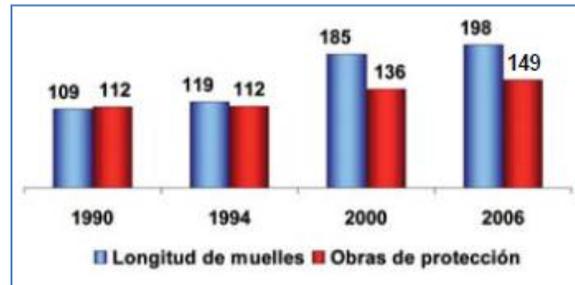


Figura 1.30 Longitud de Muelles y Obras de Protección (kilómetros)

Por otro lado en cuanto a la carga transportada por este sector, en 1990 se transportarán 169 millones de toneladas y en el 2006 aumento a 287 millones. Por este medio se mueven muchos

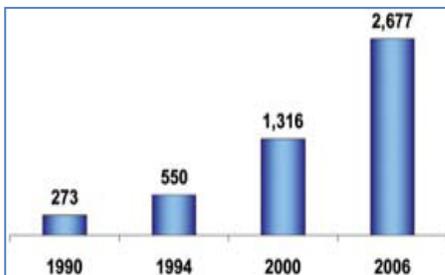


Figura 1.31 Manejo de Carga Contenerizada (miles de TEUS)

más millones de toneladas que por el medio ferroviario, pero menos que por carretera. También por el medio Portuario se tiene el manejo de carga contenerizada, esta se mide en en miles de TEUS (siglas en inglés de un contenedor de 20 pies), en el año de 1990 se manejaron 273 mil y en el año 2006 aumento casi diez veces, llegando a transportarse 2677 mil TEUS (figura1.31).

Comparación Internacional

El Foro Económico Mundial ubicó a México en el lugar número 64 respecto a la calidad de su Infraestructura Portuaria, la calificación otorgada en este sector fue de 3.4, la cual está por debajo de la media, que fue de 3.7. Nuestro país se encuentra por encima de Brasil, comparte la misma calificación con Argentina, pero debajo de Estados Unidos y Chile. Lo anterior se muestra en la figura 1.32, junto con la calificación obtenida por algunos otros países.

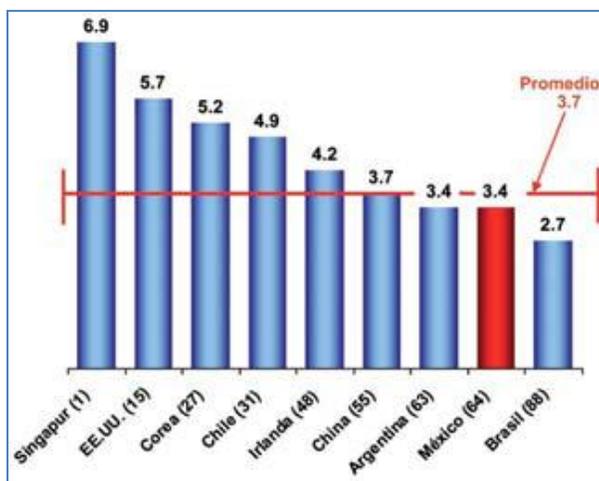


Figura 1.32 Calidad de la Infraestructura Portuaria (2006)

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Incrementar la infraestructura portuaria, especialmente, la capacidad de manejo de contenedores.
- II. Desarrollar los puertos como parte de un sistema integrado de transporte multimodal que reduzca los costos logísticos para las empresas.
- III. Fomentar la competitividad del sistema portuario, para ofrecer un mejor servicio acorde con estándares internacionales.
- IV. Impulsar el desarrollo de los puertos con vocación turística.

Metas para el año 2012

1. Construir 5 puertos nuevos y ampliar o modernizar otros 22.
2. Aumentar la capacidad instalada para el manejo de contenedores de 4 a más de 7 millones de TEUS.
3. Incrementar el rendimiento de las operaciones en terminales especializadas de contenedores de 68 a 75 contenedores hora-buque en operación.
4. Construir 13 muelles para cruceros.

Tomando en cuenta los escenarios de inversión mostrados en la figura 1.33 y suponiendo que se lleva a cabo el proyecto Punta Colonet-Mexicali, el cual se financiaría con recursos privados, se consideró que en el inercial el aumento en dicho sector llegaría a 6 millones de TEUS, con el escenario base del PNI subiría a 7.2 millones y finalmente en el sobresaliente podría ser de 8.7 millones de TEUS.

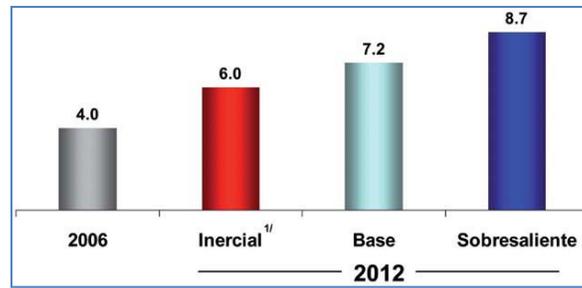


Figura 1.33 Capacidad de Manejo de Carga Contenerizada (millones de TEUS)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se tenía estimada para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 71 mil millones de pesos, de los cuales 16 mil millones equivalentes al 23% serían de recursos públicos y el restante 55 mil millones equivalentes al 77% vendrían de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 1.5.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Nuevos puertos	4	23	27
Ampliaciones	9	32	41
Conservación	3	0	3
Total	16	55	71

Tabla 1.5 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura Aeroportuaria

Indicadores

La figura 1.34 muestra el crecimiento que presentó la Infraestructura Aeroportuaria del año 1990 al 2006, en 1990 México contaba con un total de 12.8 millones de metros cuadrados, incluyendo pistas, plataformas y rodajes; para el año 2006 se tenía un total de 14.2 millones de metros cuadrados, por lo que se ve claramente como en los últimos 26 años la infraestructura en este sector ha crecido muy poco.

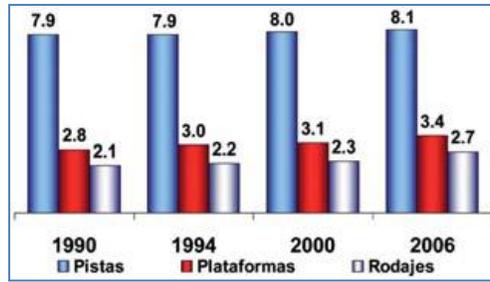


Figura 1.34 Infraestructura (millones de metros cuadrados)

Referente a la cantidad de pasajeros transportados anualmente por cada metro cuadrado de pista (figura 1.35), en 1990 se transportaron 2.6 pasajeros y para el año 2006 casi se duplicó, llegando a 5.4 pasajeros. Otro indicador que se tiene es con respecto a la cantidad de operaciones anuales por cada metro cuadrado de pista, en el año 1990 fue de 0.14 operaciones, en 1994 de 0.19, en el 2000 de 0.18 y en 2006 fue de 0.21 operaciones, como se puede ver el crecimiento en este sentido ha sido bajo.

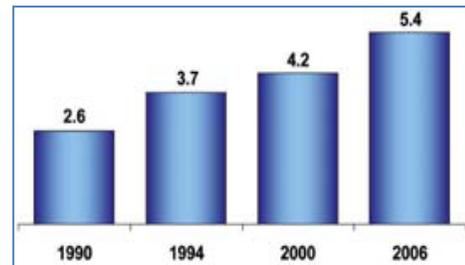


Figura 1.35 Pasajeros Transportados al Año por Metro Cuadrado de Pista

En el año 2005 por medio de este sector se transportaron 0.4 millones de toneladas, este es el medio por el que se transporta la menor cantidad de mercancía, ya que como se mencionó anteriormente, la mayor cantidad se mueve por tierra, en barcos y en trenes.

Comparación Internacional

El Foro Económico Mundial ubicó a México en el lugar número 55 respecto a la calidad de su Infraestructura Aeroportuario, la calificación otorgada en este sector fue de 4.7, la cual está por encima de la media, que fue de 4.5. Nuestro país se encuentra por encima de Brasil, Argentina y China. Lo anterior se muestra en la figura 1.36, junto con la calificación obtenida por algunos otros países.

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Ampliar y modernizar la infraestructura y los servicios aeroportuarios, con una visión de largo plazo.
- II. Desarrollar los aeropuertos regionales y mejorar su interconexión.

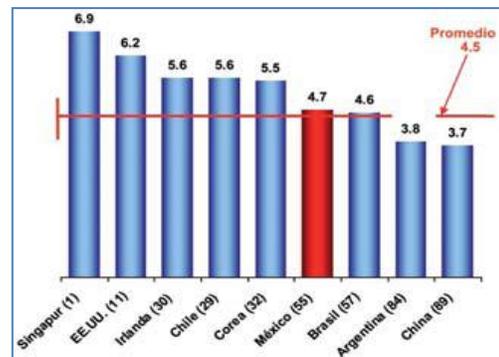


Figura 1.36 Calidad de la Infraestructura Aeroportuaria (2006) (Foro Económico Mundial)

- III. Impulsar proyectos aeroportuarios para potenciar el desarrollo de los corredores turísticos.
- IV. Promover el desarrollo de aeropuertos especializados en carga aérea.

Metas para el año 2012

1. Construir al menos 3 nuevos aeropuertos y ampliar otros 31.
2. Dar solución definitiva al crecimiento de largo plazo de la demanda de servicios aeroportuarios en el Valle de México y centro del país.
3. Incrementar la capacidad de transporte aéreo de carga en 50 por ciento.
4. Alcanzar la certificación del 50 por ciento de los aeropuertos con base en estándares internacionales.

Tomando en cuenta los escenarios de inversión mostrados en la figura 1.37, se consideró que en el inercial el aumento en dicho sector llegaría a 17 mil millones de pesos, con el escenario base del PNI subiría a 59 mil y finalmente en el sobresaliente podría ser hasta de 78 mil millones.

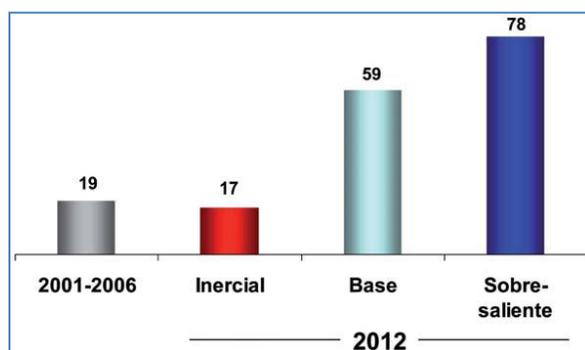


Figura 1.37 Inversión en Infraestructura Aeroportuaria 2007-2012 (miles de millones de pesos)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 59 mil millones de pesos, de los cuales 32 mil equivalentes al 54% serían de recursos públicos y el restante 27 mil millones equivalentes al 46% vendrían de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 1.6.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Nuevos aeropuertos	15	20	35
Ampliaciones	9	3	12
Conservación	2	0	2
Otros (equipamiento)	6	4	10
Total	32	27	59

Tabla 1.6 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura de Telecomunicaciones

Indicadores

Los tres indicadores siguientes muestran el grandísimo aumento que se ha dado en las telecomunicaciones en los últimos años. La figura 1.38 indica que del año 1990 al 2006 la líneas telefónicas fijas han aumentado casi un 400%, en el primero eran 5.3 millones y en el segundo fue de 19.9 millones; el otro indicador, mostrado en la figura 1.39, se refiere a las líneas móviles, las cuales son las que más aumentaron en este sector, logrando crecer casi en un 1000%, en el año 1994 se contaban con 0.6 millones, en el 2000 con 24 millones y finalmente en el 2006 con 57 millones; el último indicador, figura 1.40, se refiere a los usuarios de internet, los cuales aumentaron entre el 2000 y el 2006 casi en un 400%, en el primero eran 5.1 millones de usuarios y en el segundo 20 millones.

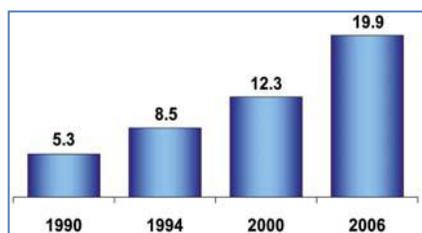


Figura 1.38 Líneas Telefónicas Fijas en Servicio (millones)

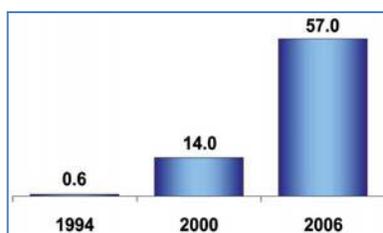


Figura 1.39 Líneas Móviles en Servicio (millones)

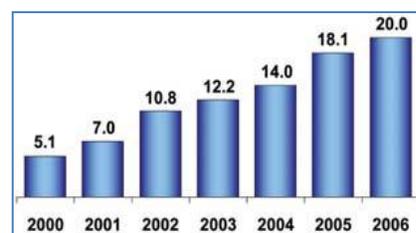


Figura 1.40 Usuarios de Internet (millones)

Comparación Internacional

En este sector se tienen cuatro comparaciones a nivel Internacional respecto a la Infraestructura de Telecomunicaciones, la primera se refiere a la cobertura de líneas telefónicas fijas del año 2005, en donde México contaba con 19 líneas por cada 100 habitantes; la segunda es en respecto a la cobertura de líneas móviles, figura 1.41 con datos del 2005, donde nuestro país contaba con 45 líneas por cada 100 habitantes; la tercera es respecto a la cobertura del servicio de internet, con datos del mismo año, en donde México tenía 17 usuarios por cada 100 habitantes; la última se refiere al acceso a banda ancha, aquí es donde se encontraba la menor cobertura ya que sólo se tenían 3.5 usuarios por cada 100 habitantes.

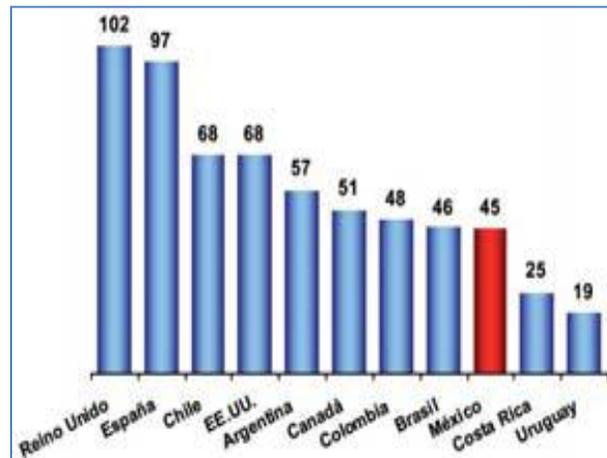


Figura 1.41 Cobertura de Líneas Móviles, Países Seleccionados (2005) (líneas por cada 100 habitantes)

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Incrementar la inversión en infraestructura de telecomunicaciones para alcanzar una mayor cobertura de líneas fijas y móviles.
- II. Aumentar la cobertura de banda ancha en todo el país, especialmente en las zonas de escasos recursos.
- III. Incrementar el número de usuarios de Internet y de los demás servicios de comunicaciones.

Metas para el año 2012

1. Promover la inversión privada en el sector para alcanzar un monto acumulado equivalente a 25 mil millones de dólares entre 2007 y 2012.
2. Alcanzar una cobertura de teléfonos fijos y móviles de 24 y 78 líneas por cada 100 habitantes, respectivamente.
3. Aumentar la cobertura de banda ancha hasta contar con 22 usuarios por cada 100 habitantes.
4. Aumentar el uso de Internet a 70 millones de usuarios.
5. Llegar a 5 millones de usuarios de servicios de radiocomunicación y 10 millones de usuarios de televisión restringida.

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 283 mil millones de pesos, de los cuales 19 mil equivalentes al 7% serían de recursos públicos y el restante 264 mil millones equivalentes al 93% vendrían de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 1.7.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Telefonía local y larga distancia	0	118	118
Telefonía móvil	0	106	106
Televisión restringida	0	24	24
Radiocomunicación	0	17	17
Otros (telefonía pública y servicios satelitales)	19	0	19
Total	19	264	283

Tabla 1.7 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura de Agua Potable y Saneamiento

Indicadores

Los tres indicadores siguientes muestran el aumento que se ha dado en los servicios de Agua Potable y Saneamiento. La figura 1.42 nos indica que en el año 2000 se tenía una cobertura de Agua Potable del 68% en zonas rurales y del 95% en zonas urbanas, para el año 2006 el porcentaje en las primeras aumento al 72%, mientras que en las segundas se mantuvo constante; el otro indicador se refiere a la Cobertura del Alcantarillado, mostrado en la figura 1.43, la cual nos muestra que la cobertura de este, en el año 2000 fue de 37% en zonas rurales y del 90% en zonas urbanas, para el año 2006 el porcentaje en las primeras fue de 59% y de 94% para la segunda; el último indicador es respecto a la Cobertura de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual se da en porcentajes del año 2000 al 2006, para el año 2000 se tenía una cobertura del 23% y seis años más tarde sólo aumentó al 36%.

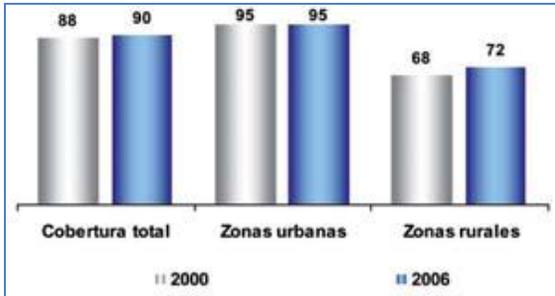


Figura 1.42 Cobertura de Agua Potable (porcentaje)

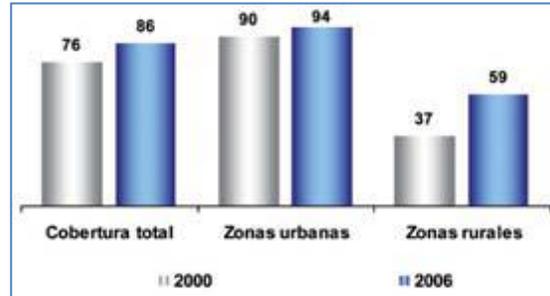


Figura 1.43 Cobertura de Alcantarillado (porcentaje)

Comparación Internacional

México se encontraba en el lugar número 17 de América Latina respecto a su competitividad en Infraestructura de Agua y Saneamiento, la calificación otorgada en este sector fue de 4.8, la cual está por debajo de la media, que fue de 5.8. Nuestro país está por debajo de países importantes como Brasil, Argentina, Chile, Colombia, etc. Lo anterior se muestra en la figura 1.44, junto con la calificación obtenida por algunos otros países.

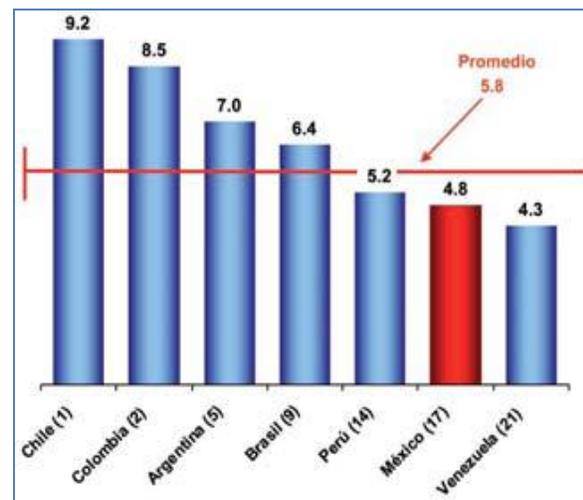


Figura 1.44 Competitividad de la Infraestructura de Agua y Saneamiento (2006)

Se plantearon las siguientes estrategias

- i. Incrementar la cobertura de agua potable y alcantarillado, sobretodo en comunidades rurales.
- ii. Aumentar la eficiencia global de los sistemas de distribución de agua potable.
- iii. Elevar de manera significativa la cobertura de tratamiento de aguas residuales y fomentar su uso e intercambio.

Metas para el año 2012

1. Aumentar la cobertura de agua potable a 92 por ciento (97 por ciento en zonas urbanas y 76 por ciento en zonas rurales).
2. Incrementar la cobertura de alcantarillado a 88 por ciento (96 por ciento en zonas urbanas y 63 por ciento en zonas rurales).

3. Aumentar en 8 puntos porcentuales el nivel de eficiencia global de 80 organismos operadores en localidades de más de 20 mil habitantes.
4. Incrementar la cobertura de tratamiento de aguas residuales a por lo menos 60 por ciento de las aguas colectadas.

En los escenarios de inversión mostrados en la figura 1.45 para la cobertura de Agua Potable, se considera que en el inercial el aumento sería nulo, con el escenario base del PNI subiría al 92% y finalmente en el sobresaliente podría subir al 95%. En cuanto a la cobertura del Alcantarillado, figura 1.46, se considera que en el inercial sólo aumentaría al 87%, con el escenario base del PNI subiría al 88% y en el sobresaliente sería del 90%.

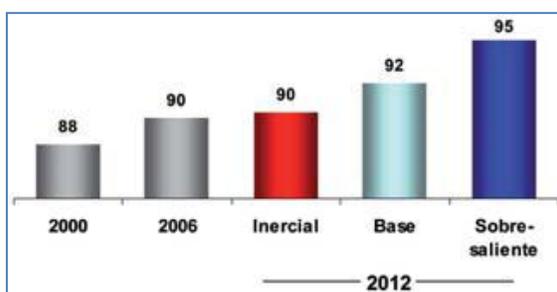


Figura 1.45 Cobertura de Agua Potable (porcentaje)

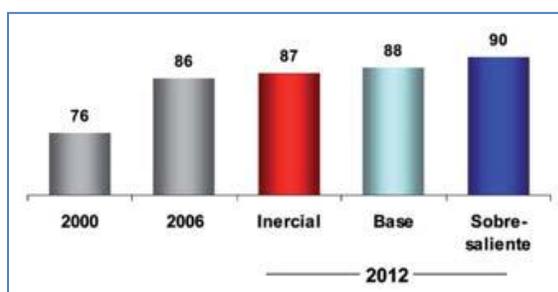


Figura 1.46 Cobertura de Alcantarillado (porcentaje)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 154 mil millones de pesos, de los cuales 108 mil equivalentes al 70% serían de recursos públicos y el restante 46 mil millones equivalentes al 30% vendrían de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 1.8.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Abastecimiento de agua potable	59	25	84
Alcantarillado	26	11	37
Saneamiento	23	10	33
Total	108	46	154

Tabla 1.8 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura Hidroagrícola y de Control de Inundaciones

Indicadores

Los cuatro indicadores siguientes nos muestran el aumento que se ha dado en los últimos años con respecto a este sector. La figura 1.47 se refiere a la Superficie con Riego que ha existido del año 1980 al 2006, en el primero se contaban con 5 millones de hectáreas y en los próximos 26 años únicamente aumento a 6.5 millones; el siguiente indicador se refiere a la Superficie Rehabilitada, Modernizada y/o Tecnificada, en el año 1991 se contaba con 164 mil hectáreas, en 1994 con 556 mil, en 2000 con 1219 mil y en 2006 con 2073 mil hectáreas (casi 13 veces más que en el año 1991); otro indicador es el de Protección de Áreas Productivas, el cual se tiene registrado del 2001 al 2006, en el primero se contaba con 18 mil hectáreas y en el segundo 93 mil (poco más de 5 veces); el último indicador es el de Protección a Centros de Población, figura 1.48, en el año 2001 se contaba con Protección a 0.5 millones de habitantes mientras que en el 2006 se le daba protección a 4.7 millones, que son casi 10 veces más que en un inicio.

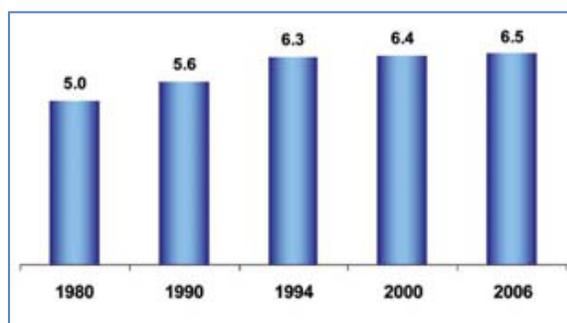


Figura 1.47 Superficie con Riego (millones de hectáreas)

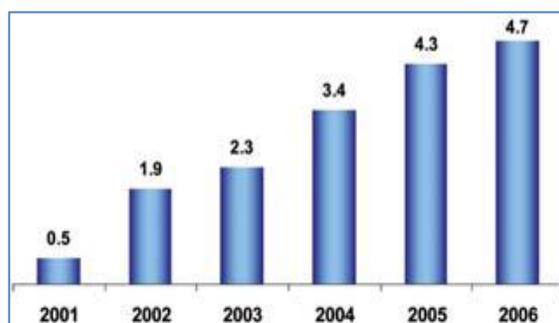


Figura 1.48 Protección a Centros de Población (millones de habitantes)

Comparación Internacional

En la figura 1.49 se puede observar la Superficie de Riego con la que cuentan algunos países, esta se contabilizada en hectáreas por cada mil habitantes, México cuenta con 62 hectáreas por cada mil habitantes, Chile cuenta con casi el doble que nosotros al tener 120.6 hectáreas y Brasil solamente tiene 16.3 hectáreas. Es importante señalar que para la construcción de esta grafica se tomaron datos del año 2006 únicamente para nuestro país, y para los demás del año 2003.

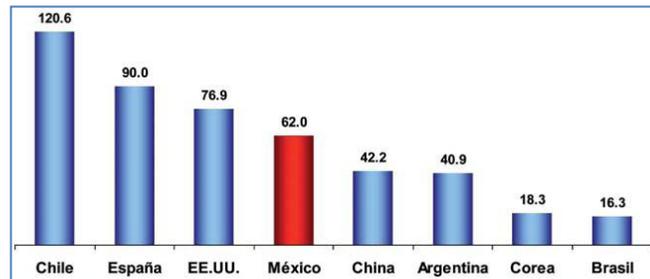


Figura 1.49 Superficie de Riego (hectáreas por cada mil habitantes)

Se plantearon las siguientes estrategias

- i. Modernizar la infraestructura Hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, en coordinación con usuarios y autoridades locales.
- ii. Ampliar la frontera agrícola de riego y temporal tecnificado en zonas con disponibilidad de agua previo ordenamiento territorial.
- iii. Mantener, conservar y ampliar la infraestructura hidráulica para la protección de centros de población y áreas productivas.

Metas para el año 2012

1. Modernizar y/o tecnificar 1.2 millones de hectáreas de superficie agrícola de riego.
2. Incorporar una superficie de 160 mil hectáreas nuevas de riego y de temporal tecnificado.
3. Incrementar a 6 millones de habitantes (figura 1.50) y a 150 mil hectáreas (figura 1.51) agrícolas la población y las áreas productivas, respectivamente, que se apoyan con obras de protección contra el Riesgo de inundaciones.

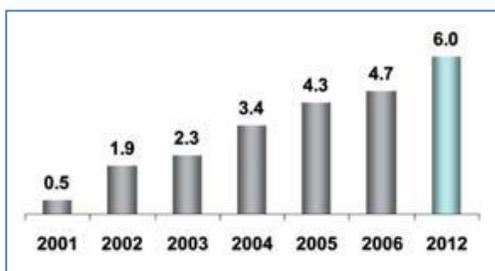


Figura 1.50 Protección a Centros de Población

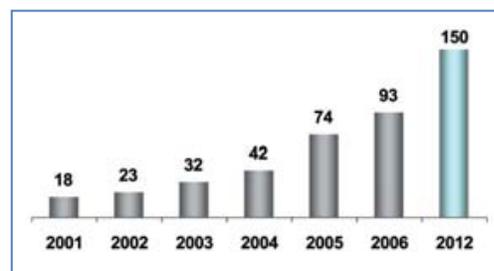


Figura 1.51 Protección de Áreas Productivas (miles de hectáreas)

Tomando en cuenta los escenarios de inversión mostrados en la figura 1.52 para la Ampliación de la Superficie con Riego, con el inercial se tendría un crecimiento de 104 mil hectáreas, con el escenario base del PNI subiría a 163 mil y finalmente con el sobresaliente podría ser de 320 mil; en cuanto al Incremento en la Superficie Rehabilitada, Modernizada y/o Tecnificada (figura 1.53), con el escenario inercial se tendrían 1 millón de hectáreas, con el base del PNI sería de 1.2 millones y con el sobresaliente podría subir a 1.5 millones de hectáreas.

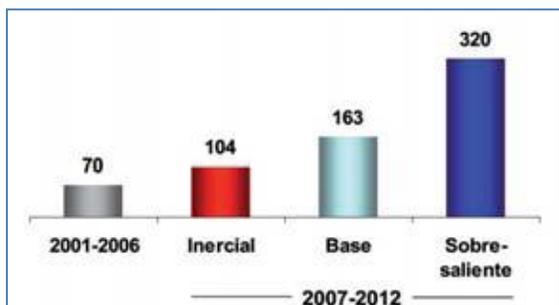


Figura 1.52 Ampliación de la Superficie con Riego (miles de hectáreas)

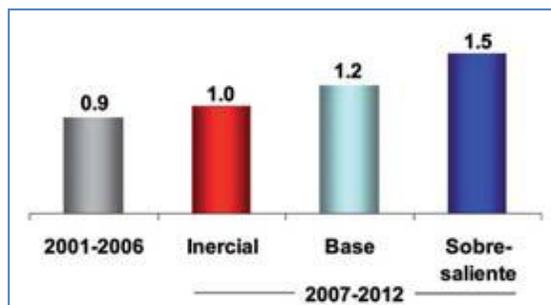


Figura 1.53 Incremento en la Superficie Rehabilitada, Modernizada y/o Tecnificada (millones de hectáreas)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 48 mil millones de pesos, de los cuales 36 mil millones equivalentes al 75% serían de recursos públicos y el restante 12 mil equivalentes al 25% vendrían de recursos privados. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 1.9.

Concepto	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Hidroagrícola	27	12	39
Rehabilitación y modernización	18	10	28
Ampliación de la superficie agrícola de riego y temporal tecnificado	7	2	9
Otros	2	0	2
Control de inundaciones	9	0	9
Total	36	12	48

Tabla 1.9 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Infraestructura Eléctrica

Indicadores

La figura 1.54 muestra la Capacidad Instalada en el Sector Eléctrico del año 1980 al 2006, en el primero se contaba con un total de 16.8 mil megawatts, de los cuales 13.8 mil corresponden a CFE, 2.2 mil a LFC y 0.8 mil a otros Permisionarios, para el año 2006 hubo un total 56.4 mil megawatts, lo que indica un aumento de aproximadamente 325% en esos 26 años; el siguiente indicador es respecto a la Red Eléctrica entre el año 1990 y 2006, figura 1.55, en el primer año se contaba con 489.9 mil kilómetros de red, de los cuales 467.8 mil pertenecen a CFE y 22 mil a LFC, para el año 2006 se contó con un total de 734.4 mil kilómetros, lo que indica un aumento de aproximadamente 150% en dicho periodo; un último indicador es el Tiempo de Interrupción, durante 1990 se tuvieron 536 minutos por cada usuario por parte de CFE (sin dato de este año para LFC), para 1994 disminuyó a 251 minutos por parte de la misma y hubo 352 minutos por parte de LFC, para el año 2000 ambas compañías disminuyeron este tiempo, CFE a 138 minutos y LFC a 216 minutos, por último en el año 2006 bajó aun más, CFE a 100 minutos y LFC a 112 minutos.

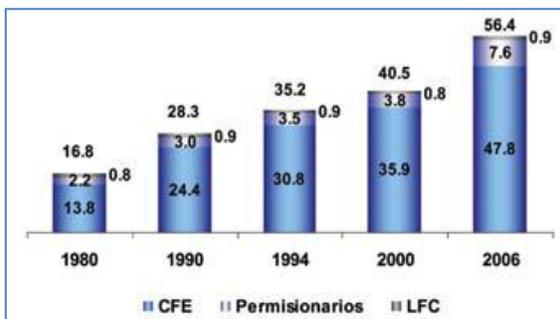


Figura 1.54 Capacidad Instalada Sector Eléctrico (miles de megawatts)



Figura 1.55 Red Eléctrica (miles de kilómetros)

Comparación Internacional

El Foro Económico Mundial colocó a México en el lugar número 73 respecto a la Calidad del Suministro Eléctrico, la calificación otorgada en este sector fue de 4.1, la cual está por debajo de la media, que fue de 4.5. La calidad se refiere a la carencia de interrupciones y de fluctuaciones de voltaje. Nuestro país se encuentra por encima de Argentina y China, pero debajo de Estados Unidos, Brasil y Chile. Lo anterior se muestra en la figura 1.56, junto con la calificación obtenida por algunos otros países.

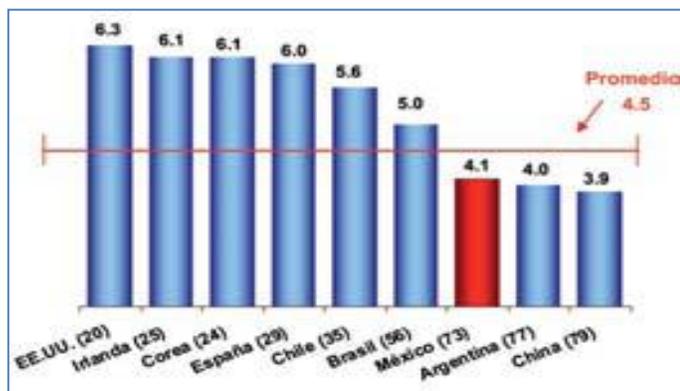


Figura 1.56 Calidad del Suministro Eléctrico (2006) (Foro Económico Mundial)

En el año 2006, según la CFE, México tenía un consumo de energía Eléctrica de 1 804 kilowatts-hora por habitante al año. En cuanto a las pérdidas en la distribución Eléctrica nuestro país contaba en 2004 con aproximadamente 16% de pérdidas, lo cual sobrepasa el estándar mundial que es entre 10 y 12%, países latinoamericanos como Argentina y Chile tenían menor número de pérdidas, el primero 15.4% y el segundo sólo el 8%.

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Desarrollar la infraestructura de generación, transmisión y distribución necesaria para satisfacer la demanda de servicio público de energía eléctrica al menor costo posible.
- II. Diversificar las fuentes para la generación de energía eléctrica, impulsando especialmente el uso de fuentes renovables.
- III. Incrementar la cobertura de suministro de electricidad, particularmente en las zonas rurales.
- IV. Mejorar la calidad del servicio público de energía eléctrica.

Metas para el año 2012

1. Mantener la confiabilidad del suministro de energía eléctrica, utilizando en la planificación márgenes de reserva de entre 23 y 25 por ciento.
2. Incrementar la capacidad efectiva de generación en 9 mil megawatts.
3. Lograr que las fuentes renovables representen el 25 por ciento de la capacidad efectiva de generación.
4. Poner en operación más de 14 mil kilómetros-circuito de líneas en los diferentes niveles de tensión.
5. Incrementar la cobertura nacional del servicio de electricidad para alcanzar al 97.5 por ciento de la población.
6. Ubicar a México en el 40 por ciento de los países mejor evaluados de acuerdo con el índice de calidad del suministro eléctrico que elabora el Foro Económico Mundial.

Tomando en cuenta los escenarios de inversión en cuanto a la Capacidad Instalada del Sector Eléctrico se consideró que en el inercial el aumento sería a 61 mil megawatts, con el escenario base del PNI subiría al 65 mil y finalmente en el sobresaliente podría crecer a 68 mil megawatts. En cuanto al Incremento de Líneas de Transmisión, figura 1.57, se planteó que en el inercial aumentaría en 7 mil kilómetros, con el escenario base del PNI subiría en 14 mil y en el sobresaliente subiría 17 mil kilómetros.

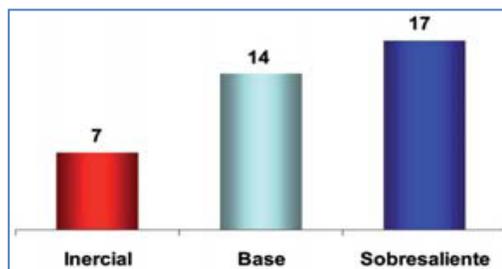


Figura 1.57 Incremento de Líneas de Transmisión 2007-2012 (miles de kilómetro-circuito)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 380 mil millones de pesos. La distribución más precisa de estos recursos se muestra en la tabla 1.10.

Concepto	Total
Generación	161
Transmisión	94
Distribución	81
Mantenimiento	41
Otros	3
Total	380

Tabla 1.10 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

Nota: El escenario base que se presenta en el Programa Nacional de Infraestructura es distinto al escenario base considerado en otras publicaciones oficiales del sector energético elaboradas tanto por la Secretaría de Energía, como por las entidades correspondientes, debido a las diferencias en la previsión de recursos contemplada en cada uno de dichos documentos.

Infraestructura de Producción de Hidrocarburos

Indicadores

La figura 1.58 muestra la Producción de Petróleo Crudo por Región del año 1980 al 2006, en el primero se generaba un total de 1936 mil barriles de petróleo diarios, de los cuales 613 mil provenían de regiones marinas, 1 139 mil de la región sur y 183 mil barriles de la región norte, para el año 2006 la producción en las regiones marinas aumento hasta 2680 mil barriles abarcando más del 80% del total de la producción de ese año, en la región sur se generaron 491 mil y en la norte solamente 84 mil barriles;

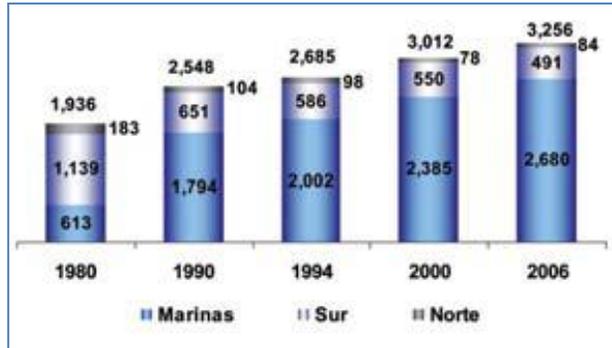


Figura 1.58 Producción de Petróleo Crudo por Región (miles de barriles diarios)

el siguiente indicador es respecto a la Extracción de Gas Natural por Región, del año 1990 al 2006, figura 1.59, en el primer año se extrajeron 3548 millones de pies cúbicos diarios, de los cuales 258 millones se sacaban de regiones marinas, 2482 millones de la región sur y 808 millones de la región norte , para el año 2006 las tres regiones ya extraían de manera más o menos proporcional, la norte aportó 2228 millones, la sur 1 352 millones y las regiones marinas 1776 millones de pies cúbicos; un último indicador son las Reservas Probadas de Petróleo Crudo, figura 1.60, que del año 2000 al 2007 han venido a la baja, en el 2000 se tenían contabilizados 25 mil millones de barriles, un año después 24 mil millones, luego 22 mil millones, para finalmente llegar a que en el 2007 solamente se tenían reservas por 11 mil millones de barriles.

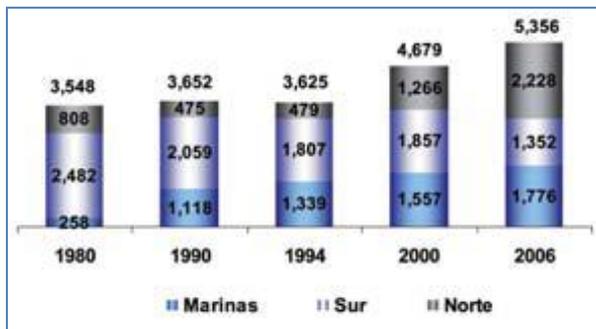


Figura 1.59 Extracción de Gas Natural por Región (millones de pies cúbicos diarios)

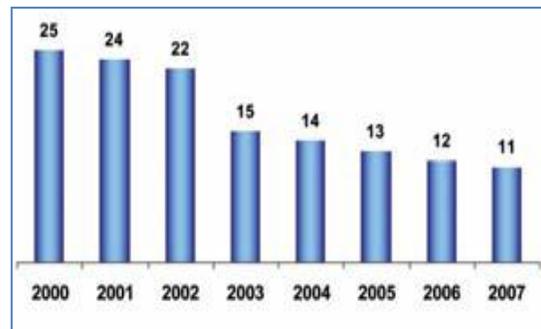


Figura 1.60 Reservas Probadas de Petróleo Crudo (miles de millones de barriles)

Comparación Internacional

En cuanto a la Producción de Petróleo Crudo y Líquidos del Gas, como se puede observar en la figura 1.61 México es un país muy competitivo, ya que en el año 2006 se colocó en el sexto lugar en ese rubro, estando por encima de los demás países de Latinoamérica con una producción diaria de 3.7 millones de barriles; con datos del mismo año y en cuanto a la Producción de Gas Natural se refiere, nuestro país ocupó el lugar 19, con 4.2 millones de pies cúbicos diarios, supera a Brasil (37) y Venezuela (24), pero es superado por Argentina (17), Qatar (15), China (14), Canadá (3), Estados Unidos (2) y Rusia (1); respecto a las Reservas Probadas de Petróleo Crudo (incluye líquidos) también se tiene un buen nivel de competitividad, ocupó en dicho año el lugar número 16 con 12 mil millones de barriles, en la figura 1.62 se muestra esto último y datos de algunos países más; por último, respecto a las Reservas Probadas de Gas Natural se tenía el lugar 35 con 15 billones de pies cúbicos.

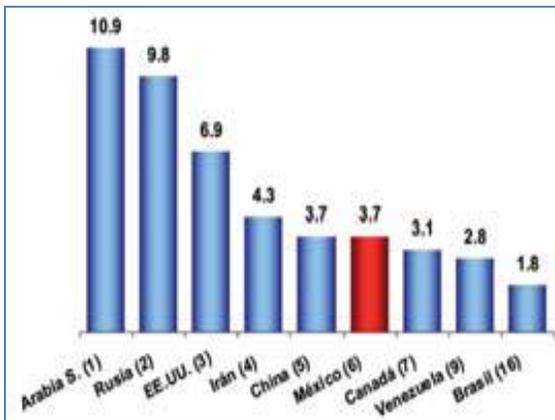


Figura 1.61 Producción de Petróleo Crudo y Líquidos del Gas (2006) (millones de barriles diarios)

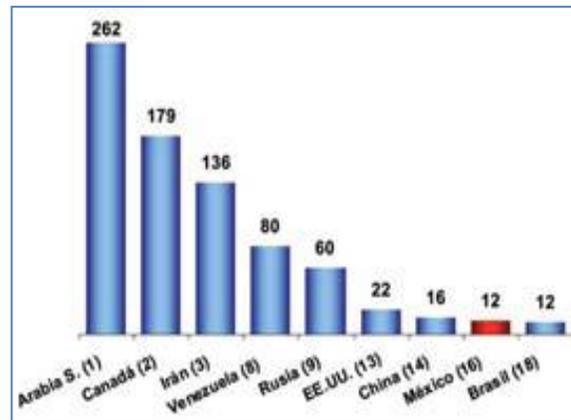


Figura 1.62 Reservas Probadas de Petróleo Crudo (2006) (miles de millones de barriles)

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Reducir el desequilibrio entre la extracción de hidrocarburos y la incorporación de reservas.
- II. Impulsar la exploración y producción de crudo y gas, estableciendo las bases para iniciar, una vez que se cuente con los recursos necesarios, la exploración y explotación en aguas profundas.

Metas para el año 2012

1. Alcanzar una producción superior a los 2.5 millones de barriles diarios de petróleo.
2. Mantener la producción de gas natural en alrededor de 5 mil millones de pies cúbicos diarios.
3. Elevar la tasa de restitución de reservas de hidrocarburos a 50 por ciento.

Tomando en cuenta los escenarios de inversión en cuanto a la Producción de Petróleo Crudo, figura 1.63, se consideró que en el inercial disminuiría de los 3.3 millones de barriles diarios en 2006 a 2.4 millones, con el escenario base del PNI bajaría a 2.5 millones y finalmente en el sobresaliente podría disminuir a sólo 3.2 millones de barriles. En cuanto a la Producción de Gas Natural, figura 1.64, se planteó que en el inercial disminuiría de los 5.4 mil millones de pies cúbicos diarios en 2006 a 4.7 mil millones, con el escenario base del PNI disminuiría a 5 mil millones y en el sobresaliente crecería a 7 mil millones de pies cúbicos diarios.

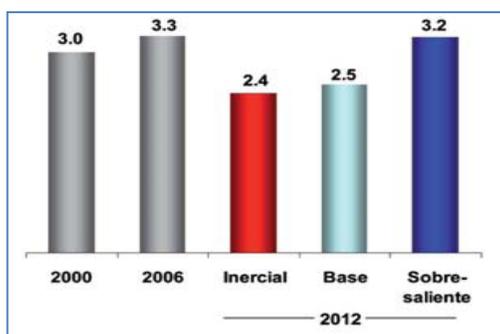


Figura 1.63 Producción de Petróleo Crudo (millones de barriles diarios)

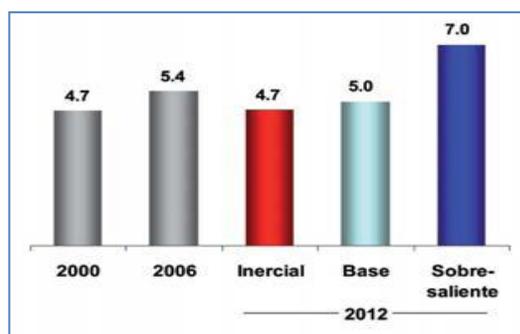


Figura 1.64 Producción de Gas Natural (miles de millones de pies cúbicos diarios)

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 822 mil millones de pesos, los cuales se utilizarán para exploración y producción de Hidrocarburos.

Nota: El escenario base que se presenta en el Programa Nacional de Infraestructura es distinto al escenario base considerado en otras publicaciones oficiales del sector energético elaboradas tanto por la Secretaría de Energía, como por las entidades correspondientes, debido a las diferencias en la previsión de recursos contemplada en cada uno de dichos documentos.

Infraestructura de Refinación, Gas y Petroquímica

Indicadores

La figura 1.65 muestra la Oferta de Petrolíferos entre 1990 y 2006, en el primero se ofertaba un total de 1283 mil barriles diarios, de los cuales 1195 mil eran para producción nacional y 88 mil para importación, para el año 2006 la oferta aumentó a 1556 mil barriles, de estos 1273 mil fueron para producción nacional y 293 mil para importación; en cuanto a la demanda de este mismo producto, figura 1.66, en 1990 había una demanda de 1196 mil barriles diarios, 1142 mil para

ventas internas y 54 mil para exportaciones, para el año 2006 la demanda era de 1561 mil barriles, 1 457 mil para ventas internas y 104 mil para exportaciones.

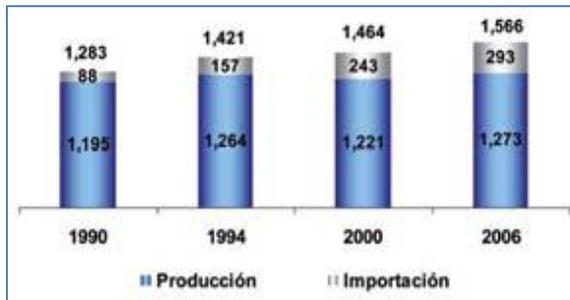


Figura 1.65 Oferta de Petrolíferos (miles de barriles diarios)



Figura 1.66 Demanda de Petrolíferos (miles de barriles diarios)

En los cuatro periodos anteriores con la oferta dada se logró satisfacer la demanda para las exportaciones, pero para la producción nacional la oferta sólo fue suficiente para el año 1990.

La figura 1.67 muestra la Oferta de Gas Natural entre 1994 y 2006, en el primero se ofertaba un total de 3256 millones de pies cúbicos diarios, de los cuales 3131 millones eran para producción nacional y 125 millones para importación, para el año 2006 la oferta aumentó a 6 630 millones, casi el doble, de estos 5682 millones fueron para producción nacional y 948 millones para importación; en cuanto a la demanda de este mismo producto, figura 1.68, en 1994 había una demanda total de 3241 millones de pies cúbicos diarios, 1853 millones para consumo de PEMEX, 1 369 millones para ventas internas y solamente 19 millones para exportaciones, para el año 2006 la demanda era de 6630 millones, 3145 millones para consumo de PEMEX, 3404 millones para ventas internas y 81 millones para exportaciones.

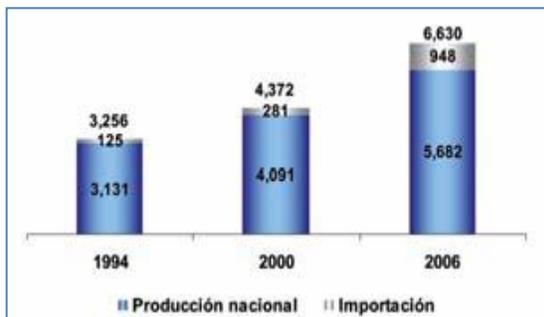


Figura 1.67 Oferta de Gas Natural (millones de pies cúbicos diarios)

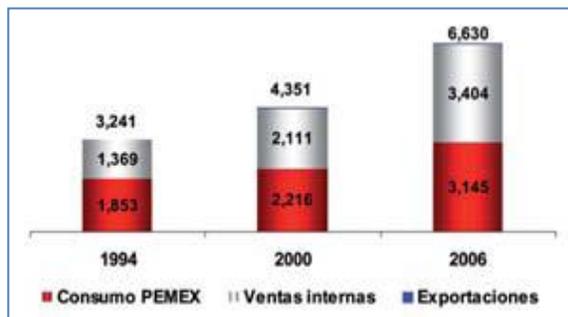


Figura 1.68 Demanda de Gas Natural (millones de pies cúbicos diarios)

Nota: La oferta se refiere a la disponibilidad nacional de gas natural de PEMEX Exploración y Producción a PEMEX Gas y Petroquímica Básica más importaciones.

Un siguiente indicador es el Gas Licuado, figuras 1.69 y 1.70, del cual se muestran registros entre el año 1980 y 2006, para el primero existía una demanda total de 104 mil barriles diarios, los cuales eran bien cubiertos por la oferta que se tuvo en dicho año, esta fue de 128 mil barriles, 120 mil para producto nacional y 8 mil para importación, para los siguientes años hubo diferentes variaciones ya que no en todos se cumplía con la demanda que existía, en algunos casos satisfacía a la demanda para ventas internas, pero no para exportaciones y en otros casos sucedía lo contrario. Para el último registro la oferta únicamente fue suficiente para la demanda de exportaciones y para las ventas nacionales faltaron 68 mil barriles diarios.

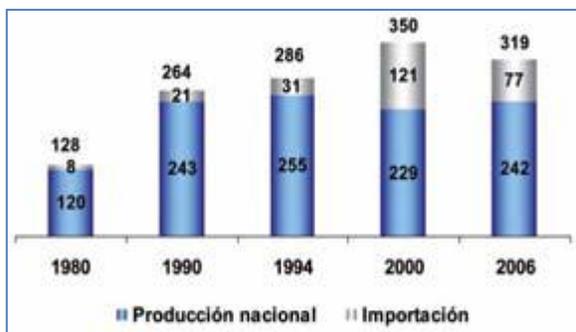


Figura 1.69 Oferta de Gas Licuado (miles de barriles diarios)



Figura 1.70 Demanda de Gas Licuado (miles de barriles diarios)

El cuarto y último indicador es respecto a la Oferta y Demanda de Petroquímicos, cuyos datos se muestran en las figuras 1.71 y 1.72 y son del periodo 2000-2005. La oferta de dichos productos se divide en tres: Petroquímicos para PEMEX, para el sector privado y para la importación, la oferta para los primeros en el año 2000 fue de 9.2 millones de toneladas, para los segundos de 9.5 millones y para los terceros de 9.6 millones, la demanda en ese mismo año para el consumo interno fue de 25 millones de toneladas (menor a los 18.7 millones ofertados) y de 3.3 millones de toneladas para exportaciones. Para los años restantes el comportamiento es muy similar, en cuanto a que no se logró satisfacer la demanda del mercado nacional, pero sí con mucha holgura lo que respecta a las importaciones, mismo patrón que en el indicador de Petrolíferos.

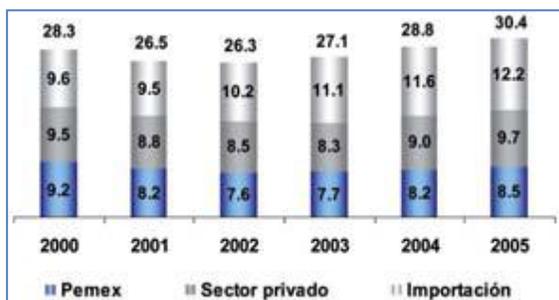


Figura 1.71 Oferta de Petroquímicos (millones de toneladas)

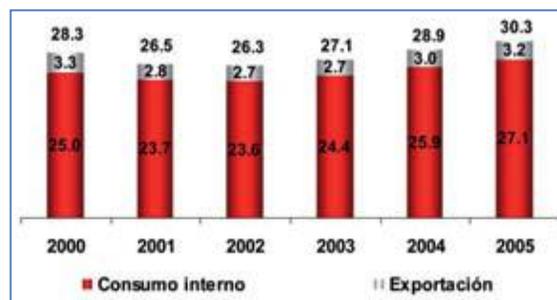


Figura 1.72 Demanda de Petroquímicos (millones de toneladas)

Comparación Internacional

Respecto a su Capacidad de Refinación, México se ubicó en el lugar 14 con 1.5 millones de barriles diarios, el único país Latinoamericano que lo superó fue Brasil (12) con una Capacidad de Refinación de 1.9 millones, fue superado por algunos otros países que como ya se vio anteriormente son muy fuertes en el tema de Hidrocarburos. En la figura 1.73 se muestra lo dicho anteriormente, con datos del 2006 y con algunos otros países evaluados en ese mismo campo.

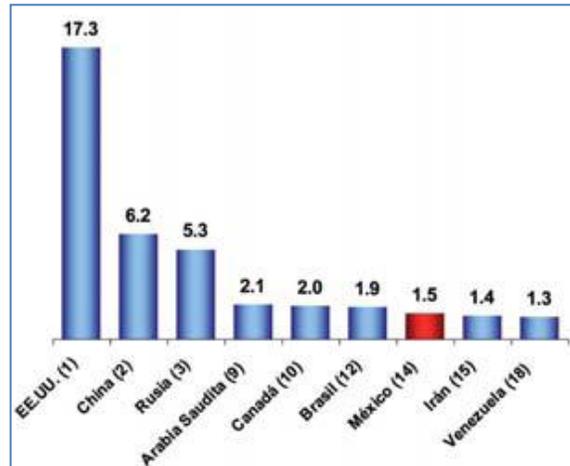


Figura 1.73 Capacidad de Refinación (2006) (millones de barriles diarios)

Nuestro país era el que más Gas Licuado consumía por cada uno de sus habitantes, figura 1.74, en el año 2005 cada habitante de México consumía 73.9 kilogramos de dicho producto, lo que indica junto con otros datos antes mencionados la enorme cantidad de Gas Licuado que utiliza.

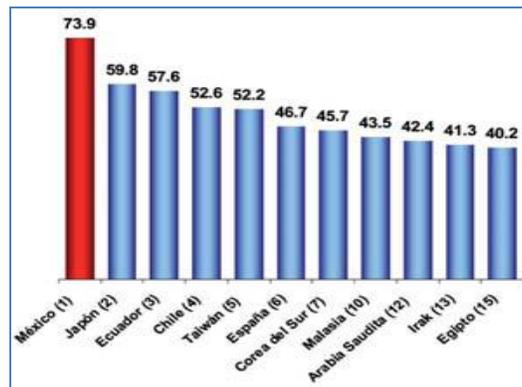


Figura 1.74 Consumo per Cápita de Gas Licuado (2005) (Kilogramos por habitante)

Se plantearon las siguientes estrategias

- I. Ampliar y modernizar la capacidad de refinación.
- II. Incrementar la capacidad de almacenamiento, suministro y transporte de petrolíferos.
- III. Fortalecer las tareas de mantenimiento, así como las medidas de mitigación del impacto ambiental.
- IV. Aumentar la capacidad de procesamiento y transporte de gas natural.
- V. Con base en el marco jurídico y los análisis de rentabilidad de los proyectos, promover inversiones complementarias en petroquímica.

Metas para el año 2012

1. Realizar las acciones necesarias para incrementar la capacidad de proceso de crudo a por lo menos 1.4 millones de barriles diarios en 2012.
2. Mantener una relación de importación a ventas de gasolina no mayor a 40 por ciento.
3. Reducir el contenido de azufre en los combustibles para cumplir con la normatividad ambiental.
4. Construir, con recursos privados, al menos 800 kilómetros de gasoductos.

Tomando en cuenta los escenarios de inversión en cuanto al Proceso de Crudo, en el 2006 se registraron 1.3 millones de barriles diarios, para el 2012 con cualquiera de los tres escenarios el valor se mantendría igual, el aumento se vería reflejado entre el 2015 y 2017, en este último periodo con un escenario inercial aún no cambiaría, con el escenario base del PNI sólo aumentaría a 1.5 millones y en el sobresaliente estaría en un rango entre 1.8 y 2.1 millones de barriles diarios. El escenario sobresaliente supone iniciar la construcción de dos refinerías que comenzarían a operar en 2015 y 2017.

Requerimientos de Inversión

La inversión que se estimó para este sector (periodo 2007-2012) fue de un total de 379 mil millones de pesos, los conceptos en los que se distribuiría dicho monto se muestra en la tabla 1.11.

Concepto	Total
Refinación	305
Gas y petroquímica básica	46
Petroquímica secundaria ^{1/}	28
Total	379

Tabla 1.11 Inversión Estimada 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

1.3.4 Requerimientos de Inversión

La inversión que se contempló para el periodo 2007-2012 fue de un total de 2532 mil millones de pesos, los cuales se van a distribuir en los diez sectores desarrollados anteriormente. En el sector de Producción de Hidrocarburos es donde más se va a invertir, dicha inversión es de poco más del 32% del total, le sigue el sector Eléctrico y el de Refinación, Gas y Petroquímica con el 15% cada

uno, a los que se les destina menor cantidad es a Ferrocarriles e Hidroagrícola y Control de Inundaciones con aproximadamente el 2% cada una. En la tabla 1.12 se muestra de forma más detallada lo explicado anteriormente así como también la inversión estimada como promedio anual en cada sector.

Sector	Total	Promedio anual
Carreteras	287	48
Ferrocarriles	49	8
Puertos	71	12
Aeropuertos	59	10
Telecomunicaciones	283	47
Agua potable y saneamiento	154	26
Hidroagrícola y control de inundaciones	48	8
Electricidad	380	63
Producción de hidrocarburos	822	137
Refinación, gas y petroquímica	379	63
Total	2,532	422

Tabla 1.12 Inversión Estimada por Sector 2007-2012 (miles de millones de pesos de 2007)

La Inversión Estimada también se puede encontrar dividida en solamente tres sectores que englobarían los diez mencionados atrás, estos son: Comunicaciones y Transportes (Carreteras, Ferrocarriles, Puertos, Aeropuertos y Telecomunicaciones) con 749 mil millones de pesos equivalente al 30% del total, Agua (Agua Potable y Saneamiento e Hidroagrícola y Control de Inundaciones) con 202 mil millones equivalente al 8% y Energía (Electricidad, Producción de Hidrocarburos y Refinación, Gas y Petroquímica) con 1581 mil millones equivalente al 62%.

Para la Inversión Estimada por Fuente de Financiamiento sólo se contemplan los sectores Comunicaciones y Transportes y Agua, ambos representan el 38% del total de la Inversión, equivalente a 951 mil millones de pesos, de estos, 397 mil millones serían de recursos públicos equivalentes al 42% para los dos sectores y los restantes 554 mil millones provendrían de recursos privados representando el otro 58%. La distribución más detallada de los últimos dos sectores se muestran en la tabla 1.13 y en la figura 1.75 en porcentajes.

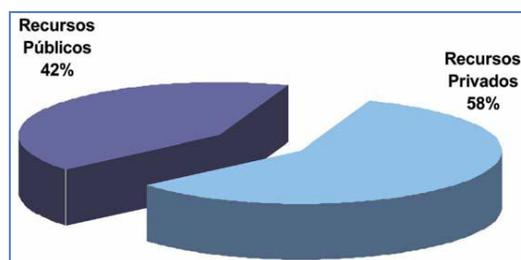


Figura 1.75 Fuentes de Financiamiento para la Inversión en Infraestructura en los Sectores de Comunicaciones, Transporte y Agua (2007-2012)

Sector	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Carreteras	159	128	287
Ferrocarriles	27	22	49
Puertos	16	55	71
Aeropuertos	32	27	59
Telecomunicaciones	19	264	283
Agua potable y saneamiento	108	46	154
Hidroagrícola y control de inundaciones	36	12	48
Total	397	554	951

Tabla 1.13 Inversión Estimada por Fuente de Financiamiento 2007-2012 (Sin el sector energía) (miles de millones de pesos de 2007)

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA PARA REALIZAR LA GESTIÓN DE RIESGOS



2.1 Planificación de la Gestión de Riesgos

Una planificación cuidadosa y explícita mejora la posibilidad de éxito en las diferentes fases del proceso de Gestión de Riesgos. La Planificación de la Gestión de Riesgos es la fase de decidir cómo abordar y llevar a cabo las actividades de Gestión de Riesgos de un proyecto. La planificación de los procesos de Gestión de Riesgos es importante para garantizar que el nivel, el tipo y la visibilidad de la Gestión de Riesgos sean acordes con el Riesgo y la importancia del proyecto para la organización, a fin de proporcionar recursos y tiempo suficientes para las actividades de Gestión de Riesgos, y para establecer una base acordada para evaluarlos.

El proceso Planificación de la Gestión de Riesgos debe completarse en las fases tempranas de la planificación del proyecto, dado que es crucial para realizar con éxito los demás procesos descritos en este capítulo.

Cada fase de la Gestión de Riesgos se dividirá en tres partes: la primera es en cuanto a entradas, es decir, que elementos se necesitan para comenzar a realizar dicho proceso; la segunda es respecto a las herramientas y técnicas a utilizar; y en la tercera son las salidas, es decir, la conclusión de dicho proceso. La figura 2.1 muestra dichas divisiones para la fase de Planeación.



Figura 2.1 Planificación de la Gestión de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas

2.1.1 Planificación de la Gestión de Riesgos: Entradas

- Factores ambientales de la empresa

Las actitudes y la tolerancia al Riesgo de las organizaciones y las personas involucradas en el proyecto influirán en el plan de Gestión del proyecto. Las actitudes y tolerancias respecto al Riesgo pueden expresarse en enunciados de política o revelarse en acciones.

2. Activos de los procesos de la organización

Las organizaciones pueden tener enfoques predefinidos para la Gestión de Riesgos, tales como categorías de Riesgo, definiciones comunes de conceptos y términos, plantillas estándar, roles y responsabilidades, y niveles de autoridad para la toma de decisiones.

3. Enunciado del alcance del proyecto

El enunciado del alcance del proyecto describe, en detalle, los productos entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear tales productos entregables. El enunciado del alcance del proyecto también proporciona un entendimiento común del alcance del proyecto entre los interesados del proyecto, y describe los principales objetivos del proyecto. También permite al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, guía el trabajo del equipo del proyecto durante la ejecución y proporciona la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio o trabajo adicional están comprendidas dentro o fuera de los límites del proyecto.

El grado y nivel de detalle con el que el enunciado del alcance del proyecto defina qué trabajo se realizará y qué trabajo quedará excluido puede determinar el nivel de éxito con que el equipo de dirección del proyecto podrá controlar el alcance del proyecto en general. Al tener bien definido el alcance del proyecto ayudará a formar el plan de Gestión de Riesgos.

4. Plan de gestión del proyecto

El plan de gestión del proyecto es aquel que define cómo se ejecuta, se supervisa y controla y se cierra el proyecto, este debe incluir las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios. El contenido del plan variará de acuerdo con el área de aplicación y la complejidad del proyecto.

2.1.2 Planificación de la Gestión de Riesgos: Herramientas y Técnicas

1. Reuniones de planificación y análisis

Los equipos del proyecto celebran reuniones de planificación para desarrollar el plan de Gestión de Riesgos. A estas reuniones pueden asistir, entre otros, el director del proyecto, miembros del equipo del proyecto e interesados en el proyecto seleccionados, cualquiera de la organización con responsabilidad de gestionar las actividades de planificación y ejecución de Riesgos, y otras personas según sea necesario.

En estas reuniones se definen los planes básicos para llevar a cabo las actividades de Gestión de Riesgos. Se desarrollarán los elementos de costo del Riesgo y las actividades del cronograma para incluirlos en el presupuesto y el cronograma del proyecto, respectivamente. Se asignarán las

responsabilidades respecto al Riesgo. Las plantillas generales de la organización para las categorías de Riesgo y las definiciones de términos como los niveles de Riesgo, la probabilidad por tipo de Riesgo, el impacto por tipo de objetivo, y la matriz de probabilidad e impacto se adaptarán para el proyecto específico.

2.2.3 Planificación de la Gestión de Riesgos: Salidas

1. Plan de Gestión de Riesgos

El plan de Gestión de Riesgos describe cómo se estructurará y realizará la Gestión de Riesgos en el proyecto. Pasa a ser un subconjunto del plan de gestión del proyecto. El plan de Gestión de Riesgos incluye lo siguiente:

- **Metodología.** Define los métodos, las herramientas y las fuentes de información que pueden utilizarse para realizar la Gestión de Riesgos en el proyecto.
- **Roles y responsabilidades.** Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de Gestión de Riesgos para cada tipo de actividad del plan de Gestión de Riesgos, asigna personas a estos roles y explica sus responsabilidades.
- **Preparación del presupuesto.** Asigna recursos y estima los costos necesarios para la Gestión de Riesgos a fin de incluirlos en la línea base de costo del proyecto.
- **Periodicidad.** Define cuándo y con qué frecuencia se realizará el proceso de Gestión de Riesgos durante el ciclo de vida del proyecto, y establece las actividades de Gestión de Riesgos que se incluirán en el cronograma.
- **Tipos de Riesgos.** Proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación de los Riesgos con un nivel de detalle uniforme, y contribuye a la efectividad y calidad de la identificación de Riesgos. Los tipos de Riesgos pueden revisarse durante el proceso identificación de Riesgos. Una buena práctica es revisar las categorías de Riesgo durante el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos antes de usarlas en el proceso identificación de Riesgos. Es posible que sea necesario adaptar, ajustar o extender los tipos de Riesgos basados en proyectos anteriores a las nuevas situaciones, antes de que dichas categorías puedan utilizarse en el proyecto actual.
- **Definiciones de probabilidad e impacto de los Riesgos.** La calidad y credibilidad del proceso análisis cualitativo de Riesgos requiere que se definan distintos niveles de probabilidades e impactos de los Riesgos. Las definiciones generales de los niveles de probabilidad e impacto se adaptan a cada proyecto individual durante el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos para usarlas en el proceso análisis cualitativo de Riesgos.

Se puede usar una escala relativa que represente los valores de probabilidad desde “muy improbable” hasta “casi certeza”. Como alternativa, se pueden usar probabilidades numéricas en base a una escala general (por ejemplo, 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9). Otro método para calibrar la probabilidad implica el desarrollo de descripciones del estado del proyecto relacionadas con el Riesgo en cuestión (por ejemplo, el grado de madurez del diseño del proyecto).

La escala de impacto refleja su importancia, ya sea negativo por las amenazas que implica o positivo por las oportunidades que genera, sobre cada objetivo del proyecto si se produce un Riesgo. Las escalas de impacto son específicas del objetivo que puede verse impactado, el tipo y tamaño del proyecto, las estrategias y el estado financiero de la organización, y la sensibilidad de la organización a impactos específicos. Las escalas relativas de impacto son simplemente descriptores ordenados por rango tales como “muy bajo”, “bajo”, “moderado”, “alto” y “muy alto”, que reflejan impactos cada vez más extremos según lo definido por la organización.

Como alternativa, las escalas numéricas asignan valores a dichos impactos. Estos valores pueden ser lineales (por ejemplo, 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9) o no lineales (por ejemplo, 0.05; 0.1; 0.2; 0.4; 0.8). Las escalas no lineales pueden representar el deseo de la organización de evitar las amenazas de alto impacto o de explotar las oportunidades de alto impacto, incluso si tienen una probabilidad relativamente baja. Al usar escalas no lineales, es importante comprender lo que significan los números y la relación entre ellos, cómo se obtuvieron y el efecto que pueden tener sobre los diferentes objetivos del proyecto.

La tabla 2.1 es un ejemplo de los impactos negativos en relación con cuatro objetivos del proyecto. Dicha tabla ilustra tanto el enfoque relativo como el numérico (en este caso, no lineal). El objetivo de la figura no es dar a entender que los términos relativo y numérico son equivalentes, sino mostrar las dos alternativas en una figura en lugar de dos.

- **Matriz de probabilidad e impacto.** Los Riesgos se priorizan según sus posibles implicaciones para lograr los objetivos del proyecto. El método típico para priorizar los Riesgos es utilizar una tabla de búsqueda o una Matriz de Probabilidad e Impacto. La organización suele establecer las combinaciones específicas de probabilidad e impacto que llevan a que un Riesgo sea calificado como de importancia “alta”, “moderada” o “baja”, con la correspondiente importancia para planificar respuestas al Riesgo.

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto					
(Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
Objetivo del Proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo/0.05	Bajo/0.10	Moderado/0.20	Alto/0.40	Muy alto/0.80
Costo	Aumento de costo insignificante	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo 10-20%	Aumento del costo del 20-40%	Aumento del costo > 40%
Tiempo	Aumento de tiempo insignificante	Aumento del tiempo < 5%	Aumento del tiempo 5-10%	Aumento del tiempo del 10-20%	Aumento del tiempo > 20%
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas de alcance secundarias afectadas	Áreas de alcance principales afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento terminado del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Disminución de la calidad apenas perceptible	Sólo las aplicaciones muy existentes se ven afectadas	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable del patrocinador	El elemento terminado del proyecto es efectivamente inservible

Esta tabla presenta ejemplos de definiciones del impacto de los Riesgos para cuatro objetivos diferentes del proyecto. Estos deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de Riesgo de la organización en el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos. Las definiciones del impacto pueden ser para las oportunidades de forma similar.

Tabla 2.1 Definición de Escalas de Impacto para Cuatro Objetivos de Proyecto

- **Formatos de informe.** Describe el contenido y el formato del registro de Riesgos, así como de cualquier otro informe de Riesgos que se requiera. Define cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados de los procesos de Gestión de Riesgos.
- **Seguimiento.** Documenta cómo todas las facetas de las actividades de Riesgo serán registradas para beneficio del proyecto actual, para futuras necesidades y para las lecciones aprendidas. Documenta si serán auditados los procesos de Gestión de Riesgos y cómo se realizaría dicha auditoría.

2.2 Identificación de Riesgos

La Identificación de Riesgos determina qué Riesgos pueden afectar al proyecto y documenta sus características. Entre las personas que participan en actividades de identificación de Riesgos se pueden incluir, según corresponda, las siguientes: el director del proyecto, los miembros del equipo del proyecto, el equipo de Gestión de Riesgos (si se asigna uno), expertos en la materia ajenos al equipo del proyecto, clientes, usuarios finales, otros directores de proyectos, interesados y expertos en Gestión de Riesgos. Si bien estos miembros del personal son a menudo participantes clave de la identificación de Riesgos, se debería fomentar la Identificación de Riesgos por parte de todo el personal del proyecto. Figura 2.2, partes que componen la fase Identificación de Riesgos.

La Identificación de Riesgos es un proceso iterativo porque se pueden descubrir nuevos Riesgos a medida que el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. La frecuencia de la iteración y quién participará en cada ciclo variará de un caso a otro. El equipo del proyecto debe participar en el proceso para poder desarrollar y mantener un sentido de pertenencia y responsabilidad por los Riesgos y las acciones asociadas con la respuesta a los Riesgos. Los interesados ajenos al equipo del proyecto pueden proporcionar información adicional sobre los objetivos. El proceso Identificación de Riesgos suele llevar al proceso Análisis Cualitativo de Riesgos. Como alternativa, puede llevar directamente al proceso Análisis Cuantitativo de Riesgos cuando lo dirige un director de Riesgos experimentado. En algunas ocasiones, simplemente la identificación de un Riesgo puede sugerir su respuesta, y esto debe registrarse para realizar otros análisis y para su implementación en el proceso Planificación de la Respuesta a los Riesgos.



Figura 2.2 Identificación de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas

2.2.1 Identificación de Riesgos: Entradas

1. Factores ambientales de la empresa

La información publicada, incluidas las bases de datos comerciales, los estudios académicos, los estudios comparativos u otros estudios de la industria también pueden ser útiles para la identificación de Riesgos.

2. Activos de los procesos de la organización

Es posible que haya información sobre proyectos anteriores disponible en archivos de dichos proyectos, incluidos datos reales y lecciones aprendidas.

3. Enunciado del alcance del proyecto

Las asunciones del proyecto, que son los factores documentados relacionados con el cronograma que, a los fines del desarrollo del cronograma, se consideran verdaderos, reales o ciertos, se encuentran en el enunciado del alcance del proyecto. La incertidumbre de las asunciones del proyecto debe evaluarse como una posible causa de Riesgo del proyecto.

4. Plan de Gestión de Riesgos

Las entradas clave del plan de Gestión de Riesgos al proceso Identificación de Riesgos son las asignaciones de roles y responsabilidades, la contemplación de actividades de Gestión de Riesgos en el presupuesto y el cronograma, y los tipos de Riesgos, que se pueden expresar como un listado, pero clasificados según su tipo.

5. Plan de gestión del proyecto

El proceso Identificación de Riesgos también requiere la comprensión del cronograma, el costo y los planes de gestión de calidad del plan de gestión del proyecto. Las salidas de los procesos de otras áreas de conocimiento deberían ser revisadas para identificar posibles Riesgos en todo el proyecto.

2.2.3 Identificación de Riesgos: Herramientas y Técnicas

1. Revisiones de documentación

Se puede realizar una revisión estructurada de la documentación del proyecto, incluidos planes, asunciones, archivos de proyectos anteriores y otra información. La calidad de los planes, así como

la consistencia entre esos planes y con los requisitos y asunciones del proyecto, pueden ser indicadores de Riesgos en el proyecto.

2. Técnicas de recopilación de información

Algunos ejemplos de técnicas de recopilación de información utilizadas para identificar los Riesgos son:

- **Tormenta de ideas.** La meta de la tormenta de ideas es obtener una lista completa de los Riesgos del proyecto, figura 2.3. El equipo del proyecto puede realizar tormentas de ideas a menudo, con un grupo multidisciplinario de expertos que no pertenecen al equipo. Se generan ideas acerca de los Riesgos del proyecto bajo el liderazgo de un facilitador. Los Riesgos luego son identificados y categorizados por tipo de Riesgo y sus definiciones son refinadas.
- **Técnica Delphi.** La técnica Delphi es una forma de llegar a un consenso de expertos. Los expertos en Riesgos de proyectos participan en esta técnica de forma anónima. Un facilitador emplea un cuestionario para solicitar ideas acerca de los Riesgos importantes del proyecto. Las respuestas son resumidas y luego enviadas nuevamente a los expertos para que realicen comentarios adicionales. En pocas rondas de este proceso se puede lograr el consenso. La técnica Delphi ayuda a reducir sesgos en los datos y evita que cualquier persona ejerza influencias impropias en el resultado, figura 2.3.
- **Entrevistas.** Entrevistar a participantes experimentados del proyecto, interesados y expertos en la materia puede servir para identificar Riesgos. Las entrevistas son una de las principales fuentes de recopilación de datos para la identificación de Riesgos.
- **Identificación de la causa.** Es una investigación de las causas esenciales de los Riesgos de un proyecto. Refina la definición del Riesgo y permite agrupar los Riesgos por causa. Se pueden desarrollar respuestas efectivas a los Riesgos si se aborda la causa del Riesgo.
- **Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO).** Esta técnica asegura el examen del proyecto desde cada una de las perspectivas del análisis DAFO, para aumentar el espectro de los Riesgos considerados.



Figura 2.3 La técnica Delphi y tormenta de ideas son muy utilizadas para la identificación de Riesgos

3. Análisis mediante lista de control

Las listas de control para Identificación de Riesgos pueden ser desarrolladas basándose en información histórica y en el conocimiento que ha sido acumulado de proyectos anteriores similares y de otras fuentes de información. El nivel más bajo de un listado de Riesgos también puede utilizarse como lista de control de Riesgos. Si bien una lista de control puede ser rápida y sencilla, es imposible elaborar una que sea exhaustiva. Debe tenerse cuidado de explorar elementos que no aparecen en la lista de control. La lista de control debe revisarse durante el cierre del proyecto, a fin de mejorarla para su uso en futuros proyectos.

4. Análisis de asunciones

Todos los proyectos se conciben y desarrollan sobre la base de un grupo de hipótesis, escenarios o asunciones. El análisis de asunciones es una herramienta que explora la validez de las asunciones según su aplicación en el proyecto. Identifica los Riesgos del proyecto debidos al carácter inexacto, inconsistente o incompleto de las asunciones.

5. Técnicas de Diagramación

Las técnicas de diagramación de Riesgos pueden incluir:

- Diagramas de causa y efecto. Estos diagramas también se conocen como diagramas de Ishikawa o de espina de pescado, y son útiles para identificar las causas de los Riesgos.
- Diagramas de flujo o de sistemas. Estos diagramas muestran cómo se relacionan los diferentes elementos de un sistema, y el mecanismo de causalidad.

- Diagramas de influencias. Estos diagramas son representaciones gráficas de situaciones que muestran las influencias causales, la cronología de eventos y otras relaciones entre variables y resultados.

2.2.3 Identificación de Riesgos: Salidas

Por lo general, las salidas de una Identificación de Riesgos se encuentran en un documento que puede denominarse registro de Riesgos.

1. Registro de Riesgos

Las principales salidas de la Identificación de Riesgos son las entradas iniciales en el registro de Riesgos, que se convierte en un componente del plan de gestión del proyecto. El registro de Riesgos al final contiene los resultados de los demás procesos de Gestión de Riesgos a medida que se llevan a cabo. La preparación del registro de Riesgos comienza en el proceso Identificación de Riesgos con la siguiente información, y luego está disponible para la gestión de otros proyectos y otros procesos de Gestión de Riesgos del Proyecto.

- **Lista de Riesgos identificados.** Se describen los Riesgos identificados, incluidas las causas y las asunciones inciertas del proyecto.
- **Lista de posibles respuestas.** Se pueden identificar posibles respuestas a un Riesgo durante el proceso Identificación de Riesgos. Estas respuestas, si son identificadas, pueden ser útiles como entradas al proceso Planificación de la Respuesta a los Riesgos.
- **Causas de los Riesgos.** Son las condiciones o eventos fundamentales que pueden dar lugar al Riesgo identificado.
- **Tipos de Riesgos actualizados.** El proceso de identificar Riesgos puede llevar a que se añadan nuevos tipos de Riesgos a los listados existentes. Es posible que el listado de Riesgos desarrollado en el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos tenga que ser mejorado o modificado, basándose en los resultados del proceso Identificación de Riesgos.

2.3 Análisis Cualitativo de Riesgos

El Análisis Cualitativo de Riesgos es la fase que permite priorizar los Riesgos identificados para realizar otras acciones, como análisis cuantitativo de Riesgos o planificación de la respuesta a los Riesgos. Las organizaciones pueden mejorar el rendimiento del proyecto de manera efectiva centrándose en los Riesgos de alta prioridad. El Análisis Cualitativo de Riesgos evalúa la prioridad

de los Riesgos identificados usando la probabilidad de ocurrencia y el impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto.

Las definiciones de los niveles de probabilidad e impacto, así como las entrevistas a expertos, pueden ayudar a corregir los sesgos que a menudo están presentes en los datos usados en este proceso. Una evaluación de la calidad de la información disponible sobre los Riesgos del proyecto también ayuda a comprender la evaluación de la importancia del Riesgo para el proyecto. Figura 2.4, partes que componen la fase Análisis Cualitativo de Riesgos.

El Análisis Cualitativo de Riesgos es normalmente una forma rápida y rentable de establecer prioridades para la planificación de la respuesta a los Riesgos, y sienta las bases para el análisis cuantitativo de Riesgos, si fuera necesario. El Análisis Cualitativo de Riesgos deberá ser revisado continuamente durante el ciclo de vida del proyecto para que esté actualizado con los cambios en los Riesgos del proyecto. El Análisis Cualitativo requiere salidas de los procesos planificación de la Gestión e identificación de Riesgos. Este proceso puede conducir a un análisis cuantitativo de Riesgos o directamente a la planificación de la respuesta a los Riesgos.



Figura 2.4 Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas

2.3.1 Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas

1. Activos de los procesos de la organización

Los datos acerca de los Riesgos de proyectos anteriores y la base de conocimientos de lecciones aprendidas pueden usarse en el proceso Análisis Cualitativo de Riesgos.

2. Enunciado del alcance del proyecto

Los proyectos de tipo común o recurrente tienden a tener más Riesgos bien comprendidos. Los proyectos que usan tecnología de punta o primera en su clase, así como los proyectos altamente complejos, tienden a tener mayor incertidumbre. Esto puede ser evaluado examinando el enunciado del alcance del proyecto.

3. Plan de Gestión de Riesgos

Algunos elementos clave del plan de Gestión de Riesgos para el Análisis Cualitativo de Riesgos incluyen los roles y responsabilidades para la Gestión de Riesgos, presupuestos, y actividades de Gestión de Riesgos del cronograma, tipos de Riesgos, definición de probabilidad e impacto, la matriz de probabilidad e impacto, y las tolerancias al Riesgo revisadas de los interesados (además de los factores ambientales de la empresa. Estas entradas normalmente se adaptan al proyecto durante el proceso planificación de la Gestión de Riesgos. Si no están disponibles, pueden desarrollarse durante el proceso Análisis Cualitativo de Riesgos.

4. Registro de Riesgos

Un elemento clave del registro de Riesgos para el Análisis Cualitativo de Riesgos es la lista de Riesgos identificados.

2.3.2 Análisis Cualitativo de Riesgos: Herramientas y Técnicas

1. Evaluación de probabilidad e impacto de los Riesgos

La evaluación de probabilidad de los Riesgos investiga la probabilidad de ocurrencia de cada Riesgo específico. La evaluación del impacto de los Riesgos investiga el posible efecto sobre un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad, incluidos tanto los efectos negativos por las amenazas que implican, como los efectos positivos por las oportunidades que generan.

Para cada Riesgo identificado se evalúan la probabilidad y el impacto. Los Riesgos pueden ser evaluados en entrevistas o reuniones con participantes seleccionados por su familiaridad con los tipos de Riesgos. Entre ellos se incluyen los miembros del equipo del proyecto y, quizás, expertos ajenos al proyecto. Es necesario el juicio de expertos, ya que es posible que haya poca información sobre los Riesgos en la base de datos de la organización de proyectos anteriores. Un facilitador experimentado puede dirigir la discusión, ya que los participantes pueden tener poca experiencia en la evaluación de Riesgos.

El nivel de probabilidad de cada Riesgo y su impacto sobre cada objetivo se evalúa durante la entrevista o reunión. Los detalles explicativos, incluidas las asunciones que justifican los niveles asignados, también se registran. Las probabilidades y los impactos de los Riesgos se califican de acuerdo con las definiciones dadas en el plan de Gestión de Riesgos. A veces, los Riesgos con

calificaciones evidentemente bajas en cuanto a probabilidad e impacto no se califican, pero se incluyen en una lista de supervisión para su seguimiento futuro.

2. Matriz de probabilidad e impacto

Los Riesgos pueden ser priorizados para un análisis cuantitativo posterior y para las respuestas posteriores, basándose en su calificación. Las calificaciones son asignadas a los Riesgos basándose en la probabilidad y el impacto evaluados.

Calificación=Probabilidad x Impacto

La evaluación de la importancia de cada Riesgo y, por consiguiente, de su prioridad, generalmente se realiza usando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto. Dicha matriz especifica combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a la calificación de los Riesgos como de prioridad baja, moderada o alta. Pueden usarse términos descriptivos o valores numéricos, dependiendo de la preferencia de la organización.

La organización debe determinar qué combinaciones de probabilidad e impacto resultan en una clasificación de Riesgo alto, moderado o bajo. Normalmente, estas reglas para calificar los Riesgos deben ser especificadas por la organización de antemano, antes de comenzar el proyecto, e incluirse en los activos de los procesos de la organización. Las reglas para calificar los Riesgos pueden adaptarse al proyecto específico en el proceso planificación de la Gestión de Riesgos.

Las tabla 2.2 ejemplifica una posible combinación en cuanto a la calificación y los colores que se pueden utilizar, tal ilustración es en cuanto a Riesgos y la tabla 2.3 respecto a las oportunidades.

CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DE LA SEÑAL
ALTO	ROJO
MODERADO	AMARILLO
BAJO	VERDE

Tabla 2.2 Clasificación de Riesgos

CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DE LA SEÑAL
ALTO	AZUL
MODERADO	AMARILLO
BAJO	VERDE

Tabla 2.3 Clasificación de oportunidades

Una organización puede calificar un Riesgo por separado para cada objetivo, además, puede desarrollar maneras de determinar una calificación general para cada Riesgo. Finalmente, las oportunidades y las amenazas pueden manejarse en la misma matriz, tabla 2.4.

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO												
	AMENAZAS						OPORTUNIDADES					
PROBABILIDAD	0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05	0.90
	0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04	0.70
	0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03	0.50
	0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02	0.30
	0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.10
		0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05	
	IMPACTO											

Tabla 2.4 Matriz de probabilidad e impacto

La calificación ayuda a guiar las respuestas a los Riesgos. Por ejemplo, los Riesgos que, de ocurrir, tienen un impacto negativo sobre los objetivos (amenazas), y que se encuentran en la zona de Riesgo alto (rojo) de la matriz, pueden requerir prioridad de acción y estrategias de respuesta agresivas. Las amenazas de la zona de Riesgo bajo (verde) pueden no requerir una acción de Gestión proactiva, más que ser incluidas en una lista de supervisión.

Lo mismo ocurre con las oportunidades: aquellas que se encuentran en la zona alta (azul), que pueden obtenerse con más facilidad y que ofrecen los mayores beneficios deberían, por lo tanto, tener prioridad. Las oportunidades de la zona de Riesgo bajo (verde) deberían ser supervisadas.

3. Evaluación de la calidad de los datos sobre Riesgos

Un análisis cualitativo de Riesgos requiere datos exactos y sin sesgos para que sea creíble. El análisis de la calidad de los datos sobre Riesgos es una técnica para evaluar el grado de utilidad de los datos sobre los Riesgos para la Gestión de Riesgos. Implica examinar el grado de entendimiento del Riesgo, y la exactitud, calidad, fiabilidad e integridad de los datos sobre el Riesgo.

El uso de datos sobre Riesgos de baja calidad puede llevar a un análisis cualitativo de Riesgos de poca utilidad para el proyecto. Si la calidad de los datos es inaceptable, puede ser necesario recopilar datos mejores. A menudo, la recogida de información acerca de los Riesgos es difícil, y consume tiempo y recursos que exceden lo planificado originalmente.

4. Tipos de Riesgos

Una forma alternativa de colocar los Riesgos identificados del proyecto pueden categorizarse por fuentes de Riesgo, área del proyecto afectada u otra categoría útil (por ejemplo, fase del proyecto) para determinar las áreas del proyecto que están más expuestas a los efectos de la incertidumbre. Agrupar los Riesgos por causas comunes puede contribuir a desarrollar respuestas efectivas a los Riesgos.

5. Evaluación de la urgencia de los Riesgos

Los Riesgos que requieren respuestas a corto plazo pueden ser considerados como más urgentes. Entre los indicadores de prioridad pueden incluirse el tiempo para dar una respuesta a los Riesgos, los síntomas y señales de advertencia, y la calificación del Riesgo.

2.3.3 Análisis Cualitativo de Riesgos: Salidas

1. Registro de Riesgos (actualizaciones)

El registro de Riesgos se inicia durante el proceso identificación de Riesgos. El registro de Riesgos se actualiza con información del Análisis Cualitativo de Riesgos y el registro de Riesgos actualizado se incluye en el plan de gestión del proyecto. Las actualizaciones del registro de Riesgos provenientes del Análisis Cualitativo de Riesgos incluyen:

- **Lista de prioridades o clasificaciones relativas de los Riesgos del proyecto.** La matriz de probabilidad e impacto puede usarse para clasificar los Riesgos según su importancia individual. Luego, el director del proyecto podrá usar la lista de prioridades para centrar su atención en aquellos elementos de mayor importancia para el proyecto, en los cuales las respuestas pueden llevar a mejores resultados para el proyecto. La prioridad de los Riesgos puede establecerse para el costo, el tiempo, el alcance y la calidad por separado, ya que es posible que las organizaciones valoren un objetivo más que otro. Se debe incluir una descripción de los fundamentos con los que se evaluaron la probabilidad y el impacto respecto de los Riesgos considerados como importantes para el proyecto.
- **Riesgos agrupados por tipos.** La categorización de Riesgos puede revelar causas comunes de Riesgos o áreas del proyecto que requieren particular atención. Descubrir las concentraciones de Riesgos puede mejorar la efectividad de las respuestas a los Riesgos.
- **Lista de Riesgos que requieren respuesta a corto plazo.** Los Riesgos que requieren una respuesta urgente y los que pueden ser tratados posteriormente pueden incluirse en grupos diferentes.

- **Lista de Riesgos que requieren análisis y respuesta adicionales.** Algunos Riesgos posiblemente justifiquen un mayor análisis, incluido el análisis cuantitativo de Riesgos, así como acciones de respuesta.
- **Listas de supervisión de Riesgos de baja prioridad.** Los Riesgos que no son evaluados como importantes en el proceso Análisis Cualitativo de Riesgos pueden ser incluidos en una lista de supervisión para su seguimiento continuo.
- **Tendencias en los resultados del análisis cualitativo de Riesgos.** A medida que se repite el análisis, puede hacerse evidente una tendencia para determinados Riesgos, que puede hacer más o menos urgente/importante la respuesta a los Riesgos o un análisis más a fondo.

2.4 Análisis Cuantitativo de Riesgos

El Análisis Cuantitativo de Riesgos se realiza respecto a los Riesgos priorizados en el proceso análisis cualitativo por tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso Análisis Cuantitativo analiza el efecto de esos Riesgos y les asigna una calificación numérica, puede ser una posible cantidad económica (costo) o duración reflejada en días, figura 2.5. También presenta un método cuantitativo para tomar decisiones en caso de incertidumbre.

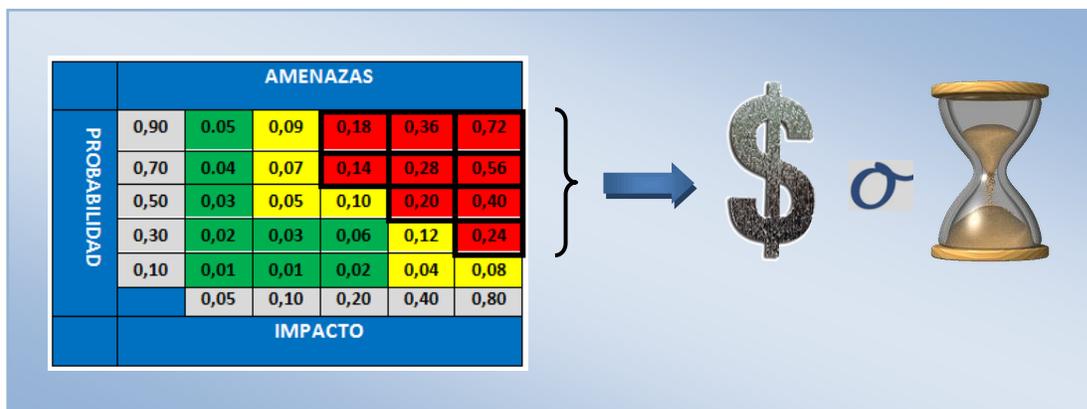


Figura 2.5 En el análisis cuantitativo se toman los Riesgos de mayor calificación y se deben traducir en costos o duración.

Este proceso usa técnicas tales como la simulación Monte Carlo y el análisis mediante árbol de decisiones para:

- Cuantificar los posibles resultados del proyecto y sus probabilidades
- Evaluar la probabilidad de lograr los objetivos específicos del proyecto

- Identificar los Riesgos que requieren una mayor atención mediante la cuantificación de su contribución relativa al Riesgo general del proyecto
- Determinar la mejor decisión de dirección de proyectos cuando algunas condiciones o resultados son inciertos.

El Análisis Cuantitativo de Riesgos generalmente sigue al proceso análisis cualitativo de Riesgos, si bien algunos directores de Riesgos experimentados a veces lo realizan directamente después de la identificación de Riesgos. En algunos casos, es posible que no sea necesario el Análisis Cuantitativo de Riesgos para desarrollar respuestas efectivas. La disponibilidad de tiempo, presupuesto, y la necesidad de enunciados cualitativos o cuantitativos acerca de los Riesgos y sus impactos, determinarán qué métodos usar en cualquier proyecto en particular. El Análisis Cuantitativo de Riesgos debe repetirse después de la planificación de la respuesta a los Riesgos, también como parte del seguimiento y control de Riesgos, para determinar si el Riesgo general del proyecto ha sido reducido satisfactoriamente. Las tendencias pueden indicar la necesidad de más o menos acciones de Gestión de Riesgos. Es una entrada al proceso planificación de la respuesta a los Riesgos. Figura 2.6, partes que componen la fase Análisis Cuantitativo de Riesgos.

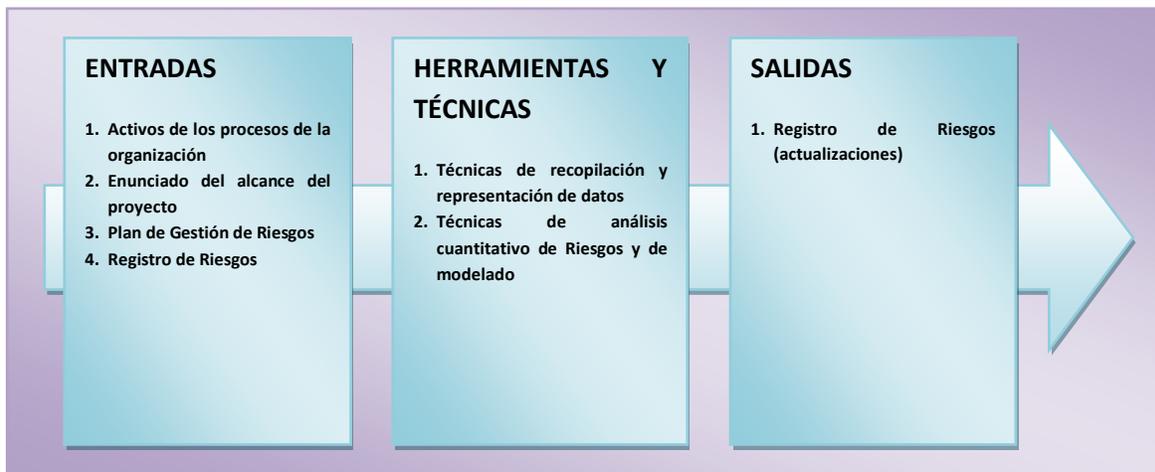


Figura 2.6 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas

2.4.1 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas

1. Activos de los procesos de la organización

Información de proyectos anteriores similares ya completados, estudios de proyectos similares por especialistas en Riesgo y bases de datos de Riesgos que pueden estar disponibles de fuentes de la industria o de propiedad exclusiva.

2. Enunciado del alcance del proyecto

El enunciado del alcance del proyecto describe, en detalle, los productos entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear tales productos entregables. También permite al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, guía el trabajo del equipo del proyecto durante la ejecución y proporciona la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio o trabajo adicional están comprendidas dentro o fuera de los límites del proyecto.

El grado y nivel de detalle con el que el enunciado del alcance del proyecto defina qué trabajo se realizará y qué trabajo quedará excluido puede determinar el nivel de éxito con que el equipo de dirección del proyecto podrá controlar el alcance del proyecto en general. Al tener bien definido el alcance del proyecto ayudará a formar el análisis cuantitativo de Riesgos.

3. Plan de Gestión de Riesgos

Algunos elementos clave del plan de Gestión de Riesgos para el Análisis Cuantitativo de Riesgos incluyen los roles y responsabilidades para la Gestión de Riesgos, presupuestos, y actividades de Gestión de Riesgos del cronograma, tipos de Riesgos, listado de Riesgos y las tolerancias al Riesgo revisadas de los interesados.

4. Registro de Riesgos

Algunos elementos clave del registro de Riesgos para el Análisis Cuantitativo incluyen la lista de Riesgos identificados, la lista de prioridades o clasificaciones relativas de los Riesgos del proyecto y los Riesgos agrupados por tipos (sección 1.2).

2.4.2 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Herramientas y Técnicas

1. Técnicas de recopilación y representación de datos

- Entrevistas. Las técnicas de entrevista se usan para cuantificar la probabilidad y el impacto de los Riesgos sobre los objetivos del proyecto. Tanto la probabilidad como el impacto puede ser dado por personas que tengan experiencia en casos similares con la finalidad de contar con buenos datos.
- Distribuciones de probabilidad. Las distribuciones continuas de probabilidad representan la incertidumbre de los valores, como las duraciones de las actividades del cronograma y los costos de los componentes del proyecto. Las

distribuciones discretas pueden usarse para representar eventos inciertos, como el resultado de una prueba o un posible escenario en un árbol de decisiones. Las distribuciones beta y triangular se usan frecuentemente en este análisis, otras distribuciones comúnmente usadas son la uniforme, la normal y la lognormal. Estas distribuciones asimétricas representan formas que son compatibles con los datos generalmente desarrollados durante el análisis de los Riesgos del proyecto. Las distribuciones uniformes pueden usarse si no hay ningún valor obvio que sea más probable que cualquier otro entre límites altos y bajos especificados, como en la etapa inicial de concepto de diseño.

- Juicio de expertos. Expertos en la materia internos o externos a la organización, como expertos en ingeniería o en estadística, validan los datos y las técnicas.

2. Técnicas de análisis cuantitativo de Riesgos y de modelado

Las técnicas comúnmente usadas en el Análisis Cuantitativo de Riesgos incluyen:

- Análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué Riesgos tienen el mayor impacto posible sobre el proyecto. Este método examina la medida en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo que está siendo examinado, cuando todos los demás elementos inciertos se mantienen en sus valores de línea base. Una representación típica del análisis de sensibilidad es el diagrama con forma de tornado, que es útil para comparar la importancia relativa de las variables que tienen un alto grado de incertidumbre con aquellas que son más estables.
- Análisis del valor monetario esperado. El análisis del valor monetario esperado es un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden ocurrir o no (es decir, análisis con incertidumbre). El valor monetario esperado de las oportunidades generalmente se expresará con valores positivos, mientras que el de los Riesgos será negativo. El valor monetario esperado se calcula multiplicando el valor de cada posible resultado por su probabilidad de ocurrencia, y sumando los resultados. Este tipo de análisis se usa comúnmente en el análisis mediante árbol de decisiones. Se recomienda el uso del modelado y la simulación para el análisis de los Riesgos de costos y del cronograma, porque son más efectivos y están menos sujetos a errores de aplicación que el análisis del valor monetario esperado.
- Análisis mediante árbol de decisiones. El análisis mediante árbol de decisiones normalmente se estructura usando un diagrama de árbol de decisiones (Tabla

2.5) que describe una situación que se está considerando, y las implicaciones de cada una de las opciones disponibles y los posibles escenarios. Incorpora el costo de cada opción disponible, las probabilidades de cada escenario posible y las recompensas de cada camino lógico alternativo. Al resolver el árbol de decisiones se obtiene el valor monetario esperado (u otra medida de interés para la organización) correspondiente a cada alternativa, cuando todas las recompensas y las decisiones subsiguientes son cuantificadas.

- Modelado y simulación. Una simulación de proyecto usa un modelo que traduce las incertidumbres especificadas a un nivel detallado del proyecto en su impacto posible sobre los objetivos del proyecto. Las simulaciones normalmente se realizan usando la técnica Monte Carlo. En una simulación, el modelo del proyecto se calcula muchas veces (iteradas), utilizando valores de entrada seleccionados al azar de una función de distribución de probabilidad que se elige para cada iteración de las distribuciones de probabilidad de cada variable. Se calcula una distribución de probabilidad (por ejemplo, costo total o fecha de conclusión).

2.4.3 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Salidas

1. Registro de Riesgos (Actualizaciones)

El registro de Riesgos se inicia en el proceso identificación de Riesgos y se actualiza en el análisis cualitativo de Riesgos. Posteriormente se actualiza en el análisis cuantitativo de Riesgos. El registro de Riesgos es un componente del plan de gestión del proyecto. Las actualizaciones incluyen los siguientes componentes principales:

- Análisis probabilístico del proyecto. Se realizan estimaciones de los posibles resultados del cronograma y los costes del proyecto, listando las fechas de conclusión y costos posibles con sus niveles de confianza asociados. Esta salida, normalmente expresada como una distribución acumulativa, se usa con las tolerancias al Riesgo de los interesados para permitir la cuantificación de las reservas para contingencias de costo y tiempo. Dichas reservas para contingencias son necesarias para reducir el Riesgo de desviación de los objetivos del proyecto establecidos a un nivel aceptable para la organización.
- Probabilidad de lograr los objetivos de coste y tiempo. Con los Riesgos que afronta el proyecto, la probabilidad de lograr los objetivos del proyecto bajo el plan en curso puede estimarse usando los resultados del análisis cuantitativo de Riesgos.
- Lista priorizada de Riesgos cuantificados. Esta lista de Riesgos incluye aquellos Riesgos que representan la mayor amenaza o presentan la mayor oportunidad

para el proyecto. Se incluyen los Riesgos que requieren la mayor contingencia de costos y aquellos que tienen más probabilidad de influir sobre el camino crítico.

- Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de Riesgos. A medida que se repite el análisis, puede hacerse evidente una tendencia que lleve a conclusiones que afecten a las respuestas a los Riesgos.

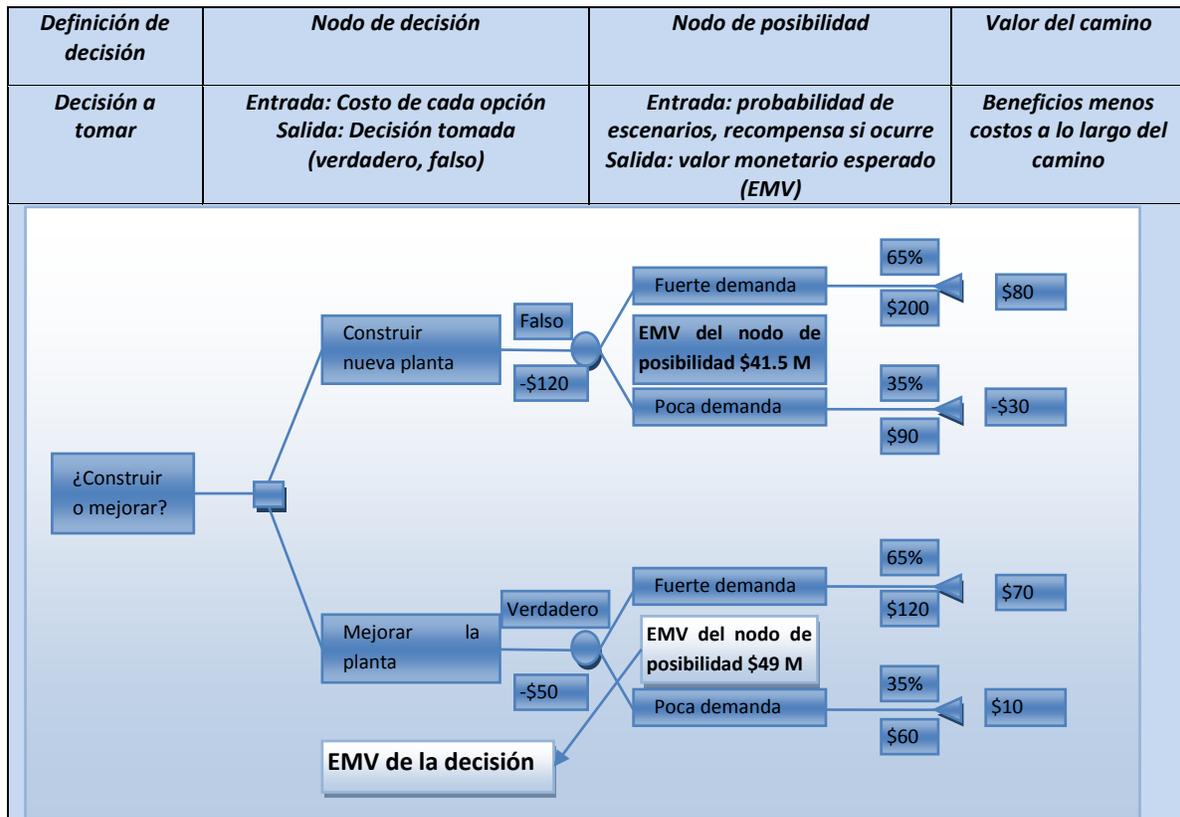


Tabla 2.5 El árbol de decisión muestra como tomar una decisión entre diferentes alternativas (“nodo de decisión”) cuando el entorno (estado de la demanda del producto en los “nodos de posibilidad”) no se conoce con certeza. En este ejemplo se decide mejorar la planta existente porque esa alternativa tiene un Valor Monetario Esperado (EMV) de \$49 millones en comparación con el EMV de la opción construir planta nueva, que es de \$41.5 millones.

2.5 Planificación de la Respuesta a los Riesgos

La Planificación de la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones y determinar acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Se realiza después de los procesos análisis cualitativo de Riesgos y análisis cuantitativo de Riesgos. Incluye la identificación y asignación de una o más personas (el “propietario de la respuesta a los Riesgos”) para que asuma la responsabilidad de cada respuesta a los Riesgos acordada y financiada. La Planificación de la Respuesta a los Riesgos aborda los Riesgos en función de su

prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, cronograma y plan de gestión del proyecto, según sea necesario. Figura 2.7, partes que componen la fase Planificación de la Respuesta a los Riesgos.

Las respuestas a los Riesgos planificadas deben ser congruentes con la importancia del Riesgo, tener un costo efectivo en relación al desafío, ser aplicadas a su debido tiempo, ser realistas dentro del contexto del proyecto, estar acordadas por todas las partes implicadas, y a cargo de una persona responsable. A menudo, es necesario seleccionar la mejor respuesta a los Riesgos entre varias opciones.

La sección Planificación de la Respuesta a los Riesgos incluye las amenazas y las oportunidades que pueden afectar al éxito del proyecto, y se discuten las respuestas para cada una de ellas.



Figura 2.7 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas

2.5.1 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Entradas

1. Plan de Gestión de Riesgos

Entre los componentes importantes del plan de Gestión de Riesgos se incluyen los roles y responsabilidades, las definiciones del análisis de Riesgos, los umbrales de Riesgo para los Riesgos bajo, moderado y alto, y el tiempo y el presupuesto necesarios para la Gestión de los Riesgos del Proyecto.

Algunos componentes del Plan de Gestión de Riesgos que son entradas importantes a la Planificación de la Respuesta a los Riesgos pueden incluir umbrales de Riesgo para los Riesgos bajo, moderado y alto para ayudar a entender los Riesgos para los cuales se necesitan respuestas, la asignación de personal y la preparación del cronograma y el presupuesto para la planificación de la respuesta a los Riesgos.

2. Registro de Riesgos

El registro de Riesgos se desarrolla por primera vez en el proceso identificación de Riesgos, y se actualiza durante los procesos análisis cualitativo de Riesgos y análisis cuantitativo de Riesgos. Es posible que el proceso Planificación de la Respuesta a los Riesgos tenga que remitirse a los Riesgos identificados, las causas de los Riesgos, las listas de posibles respuestas, los propietarios de los Riesgos, los síntomas y las señales de advertencia para desarrollar las respuestas a los Riesgos.

Entre las entradas importantes a la Planificación de la Respuesta a los Riesgos se incluyen la lista de prioridades o clasificaciones relativas de los Riesgos del proyecto, una lista de Riesgos que requieren respuesta a corto plazo, una lista de Riesgos que requieren análisis y respuesta adicionales, las tendencias de los resultados del análisis cualitativo de Riesgos, las causas, los Riesgos agrupados por categorías y una lista de supervisión de los Riesgos de baja prioridad. Posteriormente, el registro de Riesgos se actualiza durante el proceso análisis cuantitativo de Riesgos.

2.5.2 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Herramientas y Técnicas

Hay disponibles varias estrategias de respuesta a los Riesgos. Para cada Riesgo, se debe seleccionar la estrategia o la combinación de estrategias con mayor probabilidad de ser efectiva. Se pueden usar las herramientas de análisis de Riesgos, como el análisis mediante árbol de decisiones, para elegir las respuestas más apropiadas. Luego se desarrollan acciones específicas para implementar esa estrategia. Se pueden seleccionar estrategias principales y de refuerzo. También puede desarrollarse un plan de reserva, que será implementado si la estrategia seleccionada no resulta ser totalmente efectiva o si se produce un Riesgo aceptado. A menudo, se asigna una reserva para contingencias de tiempo o costo. Finalmente, pueden desarrollarse planes para contingencias, junto con la identificación de las condiciones que disparan su ejecución.

1. Estrategias para Riesgos negativos o amenazas

Existen cuatro estrategias que normalmente se ocupan de las amenazas o los Riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de ocurrir. Estas estrategias son evitar, transferir, mitigar o compartir:

- **Evitar.** Evitar el Riesgo implica cambiar el plan de gestión del proyecto para eliminar la amenaza que representa un Riesgo adverso, aislar los objetivos del proyecto del impacto del Riesgo o relajar el objetivo que está en peligro, por ejemplo, ampliando el cronograma o reduciendo el alcance. Algunos Riesgos que surgen en las etapas tempranas del proyecto pueden ser evitados aclarando los requisitos, obteniendo información, mejorando la comunicación o adquiriendo experiencia.

- **Transferir.** Transferir el Riesgo requiere trasladar el impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta, a un tercero. Transferir el Riesgo simplemente da a otra parte la responsabilidad de su Gestión; no lo elimina. Transferir la responsabilidad del Riesgo es más efectivo cuando se trata de exposición a Riesgos financieros. Transferir el Riesgo casi siempre supone el pago de una prima de Riesgo a la parte que toma el Riesgo. Las herramientas de transferencia pueden ser bastante diversas e incluyen, entre otras, el uso de seguros, garantías de cumplimiento, cauciones, certificados de garantía, etc. Pueden usarse contratos para transferir a un tercero la responsabilidad por Riesgos especificados. En muchos casos, se puede usar un tipo de contrato de costos para transferir el Riesgo al comprador, mientras que un contrato de precio fijo puede transferir el Riesgo al vendedor, si el diseño del proyecto es estable.
- **Mitigar.** Mitigar el Riesgo implica reducir la probabilidad y / o el impacto de un evento de Riesgo adverso a un umbral aceptable, figura 2.8. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un Riesgo y / o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de que ha ocurrido el Riesgo.

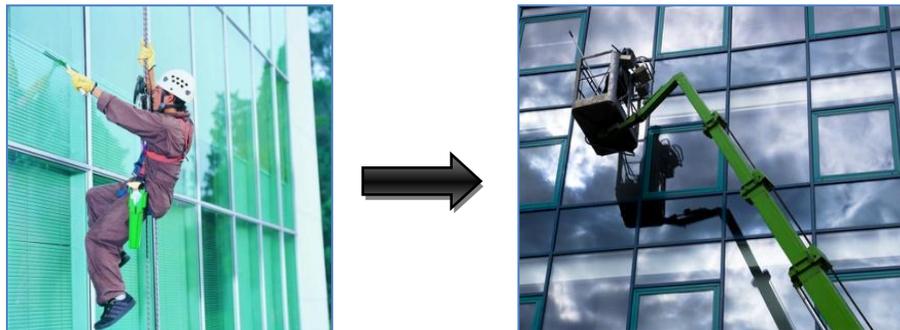


Figura 2.8 Aquí se ilustra una mitigación de Riesgo debido a que al usar una grúa mecánica en vez de una cuerda existe menor probabilidad de sufrir una caída

Adoptar procesos menos complejos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable son ejemplos de acciones de mitigación. La mitigación puede requerir el desarrollo de un prototipo para reducir el Riesgo de pasar de un modelo a escala de un proceso o producto a uno de tamaño real. Donde no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede tratar el impacto del Riesgo, dirigiéndose específicamente a los elementos que determinan su severidad. Por ejemplo, diseñando redundancia en un subsistema se puede reducir el impacto que resulta de un fallo del componente original.

- **Compartir.** Compartir un Riesgo negativo implica asignar la propiedad a un tercero que esté mejor capacitado para capturar la amenaza al proyecto, pero la propiedad de respuesta recaerá en ambas partes. Compartir el Riesgo hace que la responsabilidad de su Gestión sea dividida; no la elimina.

2. Estrategias para Riesgos Positivos u oportunidades

Se sugieren tres respuestas para tratar los Riesgos que tienen posibles impactos positivos sobre los objetivos del proyecto. Estas estrategias son explotar, compartir o mejorar.

- **Explotar.** Se puede seleccionar esta estrategia para los Riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un Riesgo del lado positivo en particular haciendo que la oportunidad definitivamente se concrete. Explotar las respuestas directamente incluye asignar recursos más talentosos al proyecto para reducir el tiempo hasta la conclusión, o para ofrecer una mejor calidad que la planificada originalmente.
- **Compartir.** Compartir un Riesgo positivo implica asignar la propiedad a un tercero que está mejor capacitado para capturar la oportunidad para beneficio del proyecto, figura 2.9. Entre los ejemplos de acciones para compartir se incluyen: formar asociaciones de Riesgo conjunto, equipos, empresas con finalidades especiales o uniones temporales de empresas, que se pueden establecer con la finalidad expresa de gestionar oportunidades.



Figura 2.9 Compartir los Riesgos para beneficio del proyecto

- **Mejorar.** Esta estrategia modifica el “tamaño” de una oportunidad, aumentando la probabilidad y / o los impactos positivos, e identificando y maximizando las fuerzas impulsoras clave de estos Riesgos de impacto positivo. Buscar facilitar o fortalecer la causa de la oportunidad, y dirigirse de forma proactiva a las condiciones que la disparan y reforzarlas, puede aumentar la probabilidad. También puede centrarse en las fuerzas impulsoras del impacto, buscando aumentar la susceptibilidad del proyecto a la oportunidad.

3. Estrategia común ante amenazas y oportunidades

Aceptar: Estrategia que se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todo el Riesgo de un proyecto. Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan de gestión del proyecto para hacer frente a un Riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. Puede ser adoptada tanto para las amenazas como para las oportunidades, figura 2.10. Esta estrategia puede ser pasiva o activa. La aceptación pasiva no requiere acción alguna, dejando en manos del equipo del proyecto la Gestión de las amenazas o las oportunidades a medida que se producen. La estrategia de aceptación activa más común es establecer una reserva para contingencias, que incluya la cantidad de tiempo, dinero o recursos necesarios para manejar las amenazas (análisis cuantitativo) o las oportunidades conocidas, o incluso también las posibles y desconocidas.



Figura 2.10 Siempre habrá Riesgos que no se puedan evitar, por lo que se les tiene que hacer frente.

2.5.3 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Salidas

1. Registro de Riesgos (Actualizaciones)

El registro de Riesgos se desarrolla en la identificación de Riesgos, y se actualiza durante el análisis cualitativo y el análisis cuantitativo de Riesgos. En el proceso Planificación de la Respuesta a los Riesgos, se eligen y acuerdan las respuestas apropiadas, y se incluyen en el registro de Riesgos. El registro de Riesgos debe ser escrito con un nivel de detalle que se corresponda con la clasificación de prioridades y la respuesta planificada. A menudo, los Riesgos altos y moderados se tratan en detalle. Los Riesgos juzgados como de baja prioridad se incluyen en una “lista de supervisión” para su seguimiento periódico. En este punto, los componentes del registro de Riesgos pueden incluir:

- Riesgos identificados, sus descripciones, las áreas del proyecto afectadas y cómo pueden afectar a los objetivos del proyecto
- Propietarios de los Riesgos y sus responsabilidades asignadas
- Salidas de los procesos Análisis Cualitativo de Riesgos y Análisis Cuantitativo de Riesgos, incluidas las listas priorizadas de Riesgos del proyecto
- Estrategias de respuesta acordadas
- Acciones específicas para implementar la estrategia de respuesta elegida
- Síntomas y señales de advertencia de ocurrencia de Riesgos
- Presupuesto y actividades del cronograma necesarios para implementar las respuestas elegidas
- Reservas para contingencias de tiempo y costo diseñadas para contemplar las tolerancias al Riesgo de los interesados
- Planes para contingencias y disparadores que provocan su ejecución
- Planes de reserva para usarlos como reacción a un Riesgo que ha ocurrido, y cuya respuesta primaria demostró ser inadecuada
- Riesgos secundarios que surgen como resultado directo de la implementación de una respuesta a los Riesgos
- Reservas para contingencias que se calculan basándose en el análisis cuantitativo del proyecto y los umbrales de Riesgo de la organización.

2. Plan de gestión del proyecto (Actualizaciones)

El plan de gestión del proyecto se actualiza a medida que se añaden actividades de respuesta después de la revisión y disposición. Las estrategias de respuesta a los Riesgos, una vez acordadas, deben retroalimentarse a los procesos apropiados de otras Áreas de Conocimiento, incluidos el presupuesto y el cronograma del proyecto.

3. Acuerdos contractuales relacionados con el Riesgo

Se pueden preparar acuerdos contractuales, como acuerdos por seguros, servicios y otros temas, según corresponda, para especificar la responsabilidad de cada parte en cuanto a los Riesgos específicos, en caso de que ocurran.

2.6 Seguimiento y Control de Riesgos

Las respuestas planificadas para los Riesgos que están incluidas en el plan de gestión del proyecto se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto, pero el trabajo del proyecto debe ser supervisado continuamente para detectar Riesgos nuevos o que cambien.

El Seguimiento y Control de Riesgos es el proceso de identificar, analizar y planificar nuevos Riesgos, realizar el seguimiento de los ya identificados y los que se encuentran en la lista de supervisión, volver a analizar los Riesgos existentes, realizar el seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencias, realizar el seguimiento de los Riesgos residuales (Riesgos que se espera que queden después de haber implementado las respuestas planificadas, así como los que han sido aceptados) y revisar la ejecución de las respuestas a los Riesgos mientras se evalúa su efectividad. El proceso Seguimiento y Control de Riesgos aplica técnicas, como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de datos de rendimiento generados durante la ejecución del proyecto. Figura 2.11, partes que componen la fase Planificación de la Respuesta a los Riesgos. El proceso Seguimiento y Control de Riesgos, así como los demás procesos de Gestión de Riesgos, es un proceso continuo que se realiza durante la vida del proyecto, figura 2.12. Otras finalidades del proceso Seguimiento y Control de Riesgos son determinar si:

- Las asunciones del proyecto aún son válidas
- El Riesgo, según fue evaluado, ha cambiado de su estado anterior, a través del análisis de tendencias
- Se están siguiendo políticas y procedimientos de Gestión de Riesgos correctos
- Las reservas para contingencias de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con los Riesgos del proyecto.

El proceso Seguimiento y Control de Riesgos puede implicar tener que elegir estrategias alternativas, ejecutar un plan para contingencias o de reserva, adoptar acciones correctivas y modificar el plan de gestión del proyecto. El propietario de la respuesta a los Riesgos informa periódicamente al director del proyecto acerca de la efectividad del plan, de cualquier efecto no anticipado y cualquier corrección sobre la marcha que sea necesaria para gestionar el Riesgo correctamente. El proceso Seguimiento y Control de Riesgos también incluye la actualización de los activos de los procesos de la organización incluidas las bases de datos de las lecciones aprendidas del proyecto y las plantillas de Gestión de Riesgos para beneficio de proyectos futuros.



Figura 2.11 Seguimiento y Control de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas

2.6.1 Seguimiento y Control de Riesgos: Entradas

1. Plan de Gestión de Riesgos

Este plan tiene entradas clave que incluye la asignación de personas, incluidos los propietarios de los Riesgos, de tiempo y otros recursos para la Gestión de los Riesgos del proyecto.

2. Registro de Riesgos

El registro de Riesgos tiene entradas clave que incluyen los Riesgos identificados y los propietarios de los Riesgos, las respuestas a los Riesgos acordadas, las acciones de implementación específicas, los síntomas y las señales de advertencia de Riesgos, los Riesgos residuales y secundarios, una lista de supervisión de los Riesgos de baja prioridad, y las reservas para contingencias de tiempo y coste.

3. Solicitudes de cambio aprobadas

Las solicitudes de cambio aprobadas son los cambios documentados y autorizados para ampliar o reducir el alcance del proyecto, también pueden modificar políticas, planes de gestión del proyecto, procedimientos, presupuestos, o revisar cronogramas, pueden incluir modificaciones, por ejemplo, a los métodos de trabajo, los términos del contrato, el alcance y el cronograma. Los cambios aprobados pueden generar Riesgos o cambios en los Riesgos identificados, y esos cambios deben ser analizados para detectar los efectos que pueden tener sobre el registro de Riesgos, el plan de respuesta a los Riesgos o el plan de Gestión de Riesgos. Todos los cambios deberían documentarse formalmente. Todo cambio discutido oralmente, pero no documentado, no debería procesarse o implementarse.

4. Información sobre el rendimiento del trabajo

Habitualmente, se recopila información sobre el estado de las actividades del proyecto que se están llevando a cabo para cumplir con el trabajo del proyecto, esta información incluye, entre otros: avance del cronograma, productos entregables que han sido completados, aquellos que no han sido completados y detalle de la utilización de recursos.

La información sobre el rendimiento del trabajo, incluidos el estado de los productos entregables del proyecto, las acciones correctivas y los informes de rendimiento, son entradas importantes al Seguimiento y Control de Riesgos.

The screenshot displays a risk management tool interface with the following sections:

- IDENTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN:** Project: Autista Río de los Remedios - Escabec (PRM 23). Category: Construcción. Sub-Categoría: Constructiva. Tipo: Amenaza. Fecha Inicio: 05/05/2008. Riesgo/Evento: Cambio de acceso. Responsables: Gerencia de Construcción. Fecha Fin: 30/09/2009. Descripción del Evento: Bajo rendimiento en la obra por falta de liberaciones de los distintos frentes de trabajo.
- COMENTARIOS DEL RIESGO:** Debido a que las liberaciones del derecho de vía por parte del cliente no han sido oportunas, afecta directamente en los procedimientos constructivos.
- EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN Original:** Valor del Riesgo: \$107,991,067.00. Severidad: 0.02E. Prioridad: Baja. Impacto Cuantitativo: \$107,991,067.00. Probabilidad: Media (0.50).
- EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN Residual:** Valor del Riesgo: \$2,000,000.00. Severidad: 0.05E. Prioridad: Baja. Impacto Cuantitativo: \$4,000,000.00. Probabilidad: Media (0.50).
- MONITOREO Y CONTROL DEL RIESGO:** Costo Invertido en la Oportunidad: \$6,500,000.00. Estado: Cumbre. Observaciones: AL 31-40-003 SE CONTINUA SIN PROYECTO DE CABLES DE COBRO, PUNTES PEATONALES Y CARGAMOS DE BOMBEO.
- ESTRATEGIA Y ACCIONES DE RESPUESTA:**

ID.R	ID.A	Estrategia	Acción	Costo	Invertido	Responsable	Fecha
267	466	Transferir	Enviar con anticipación las ordenes de liberación del derecho de vía al cliente.	\$0.00	\$0.00	Gerencia de Construcción	05/05/2008 Estado: En proceso
267	470	Mitigar	Realizar propuestas de solución a los salientes de diseño.	\$350,000.00	\$50,000.00	Gerencia de Construcción	05/05/2008 Estado: En proceso
267	471	Transferir	Dejar antecedentes vía bitácora y/o oficios de las interrupciones de trabajos.	\$0.00	\$0.00	Gerencia de Construcción	05/05/2008 Estado: En proceso

Figura 2.12 Aun después de aplicar la acción de respuesta a un Riesgo u oportunidad se debe de seguir un monitoreo para continuar retroalimentando la Gestión de los Riesgos.

5. Informes de rendimiento

Los informes de rendimiento organizan y resumen la información recogida, y presentan los resultados de cualquier análisis en comparación con la línea base para la medición del rendimiento. Los informes deben proporcionar la información sobre el estado de la situación y el progreso, y el nivel de detalle requerido por los diversos interesados.

Los informes de rendimiento proporcionan información sobre el rendimiento del trabajo del proyecto, tal como un análisis que puede influir en los procesos de Gestión de Riesgos.

2.6.2 Seguimiento y Control de Riesgos: Herramientas y Técnicas

1. Reevaluación de los Riesgos

El proceso Seguimiento y Control de Riesgos a menudo requiere la identificación de nuevos Riesgos y la reevaluación de los mismos, mediante la utilización de los procesos descritos en este capítulo según corresponda. Las reevaluaciones de los Riesgos del proyecto deben ser programadas con regularidad. La Gestión de Riesgos del Proyecto debe ser un punto del orden del día en las reuniones sobre el estado del equipo del proyecto. La cantidad y el nivel de detalle de las repeticiones que corresponda hacer dependerán de cómo avance el proyecto en relación con sus objetivos. Por ejemplo, si surge un Riesgo que no había sido anticipado en el registro de Riesgos ni incluido en la lista de supervisión, o si su impacto sobre los objetivos difiere de lo

esperado, la respuesta planificada puede no ser la adecuada. En estos casos será necesario realizar una planificación de respuesta adicional para controlar el Riesgo.

2. Auditorías de los Riesgos

Las auditorías de los Riesgos examinan y documentan la efectividad de las respuestas a los Riesgos para tratar los Riesgos identificados y sus causas, así como la efectividad del proceso de Gestión de Riesgos.

3. Análisis de variación y de tendencias

Las tendencias en la ejecución del proyecto deben ser revisadas usando los datos de rendimiento. El análisis del valor ganado es comparar el rendimiento planificado con el rendimiento real, este y otros métodos de análisis de variación y de tendencias del proyecto pueden usarse para realizar el seguimiento del rendimiento general del proyecto. Los resultados de estos análisis pueden predecir la desviación posible del proyecto a su conclusión con respecto a las metas del cronograma y de coste. La desviación del plan de línea base puede indicar el impacto posible de las amenazas o las oportunidades.

4. Medición del Rendimiento Técnico

La medición del rendimiento técnico compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el cronograma de logros técnicos del plan de gestión del proyecto. La desviación, que puede observarse por la mayor o menor funcionalidad de la planificada en un hito, puede ayudar a predecir el grado de éxito en lograr el alcance del proyecto.

5. Análisis de reserva

A lo largo de la ejecución del proyecto, es posible que tengan lugar algunos Riesgos, con impactos positivos o negativos sobre las reservas para contingencias del presupuesto o del cronograma. El análisis de reserva compara la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de Riesgo restante en cualquier momento del proyecto, a efectos de determinar si la reserva restante es suficiente.

6. Reuniones sobre el estado de la situación

La Gestión de Riesgos del proyecto puede ser un punto del orden del día en las reuniones periódicas sobre el estado de la situación, figura 2.13. Ese punto puede llevar poco tiempo o puede llevar mucho tiempo, dependiendo de los Riesgos que hayan sido identificados, su prioridad y dificultad de respuesta. Cuanto más se practica la Gestión de Riesgos, más fácil resulta llevarla a cabo, y las discusiones frecuentes sobre los Riesgos hacen que sea más fácil hablar de los Riesgos, en particular de las amenazas, y que se haga con mayor exactitud.



Figura 2.13 La Gestión de Riesgos se debe analizar y seguirse en las reuniones entre los líderes del proyecto

2.6.3 Seguimiento y Control de Riesgos: Salidas

1. Registro de Riesgos (Actualizaciones)

Un registro de Riesgos actualizado contiene:

- Resultados de las reevaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los Riesgos. Estos resultados pueden incluir actualizaciones de la probabilidad, impacto, prioridad, planes de respuesta, propiedad y otros elementos del registro de Riesgos. Los resultados también pueden incluir cerrar los Riesgos que ya no sean aplicables.
- Los resultados reales de los Riesgos del proyecto, y de las respuestas a los Riesgos que pueden ayudar a los directores de proyecto en la planificación de Riesgos para toda la organización, así como en proyectos futuros. Esto completa el registro de la Gestión de Riesgos del proyecto.

2. Acciones correctivas recomendadas

Las acciones correctivas recomendadas incluyen los planes para contingencias y los planes de soluciones alternativas. Estos últimos son respuestas no planificadas inicialmente, pero que son necesarias para tratar los Riesgos emergentes no identificados previamente o aceptados de forma pasiva.

3. Activos de los procesos de la organización (Actualizaciones)

Los seis procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto producen información que puede ser usada para proyectos futuros, y debe reflejarse en los activos de los procesos de la organización. Las plantillas correspondientes al plan de Gestión de Riesgos, incluida la matriz de probabilidad e impacto y el registro de Riesgos, pueden actualizarse al cierre del proyecto. Se pueden documentar los Riesgos y actualizar la lista de Riesgos identificados. Las lecciones aprendidas de las actividades de Gestión de Riesgos del proyecto pueden contribuir a la base de datos de conocimientos de lecciones aprendidas de la organización. Se pueden añadir los datos sobre los costos reales y las duraciones de las actividades del proyecto a las bases de datos de la organización. Se incluyen las versiones finales del registro de Riesgos y las plantillas, listas de control y listado de Riesgos del plan de Gestión de Riesgos.

4. Plan de gestión del proyecto (Actualizaciones)

Si las solicitudes de cambio aprobadas tienen efecto sobre los procesos de Gestión de Riesgos, los correspondientes documentos de componentes del plan de gestión del proyecto se revisan y emiten nuevamente para reflejar los cambios aprobados.

CAPÍTULO 3

CASO DE ESTUDIO: PROYECTO DE ICA



PROYECTO DE ICA: ACUEDUCTO INDEPENDENCIA

El objetivo de este último capítulo es poder ejemplificar de buena manera la metodología desarrollada en el capítulo anterior, por lo que se tomó el proyecto de una licitación en el que ICA participó, dicho proyecto tiene el nombre de ACUEDUCTO INDEPENDENCIA a desarrollarse en el estado de Sonora, se comenzará dando una descripción general del proyecto para después comenzar a ejemplificar la metodología de Gestión de Riesgos que ICA realizó.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Proyecto integral para el diseño y construcción del "Acueducto Independencia", incluye obra de toma y acueducto de la presa "Plutarco Elías Calles" a la Ciudad de Hermosillo, Sonora.

El Proyecto "ACUEDUCTO INDEPENDENCIA" tiene por objetivo el suministro de agua a la Ciudad de Hermosillo, transportándola por tubería desde la Presa Gral. Plutarco Elías Calles, figura 3.1. El área está comprendida por la zona que cruza el acueducto entre la obra de captación en la presa Plutarco Elías Calles y la Cd. de Hermosillo.

El volumen a transportar será de 75 Millones de Metros cúbicos (Mm3) anuales, lo que da un gasto de 2 500 litros por segundo (lps).

No habrá anticipo.

El plazo de ejecución de los trabajos será de máximo 521 días naturales, con fecha de inicio 28 de octubre de 2 010 y el valor del contrato es \$2 060 000 000.

El licitante será responsable de la elaboración del proyecto ejecutivo completo del sistema (de la planta de bombeo y rebombeo) la cual incluye obra de toma, edificación, equipamiento, sistema de filtración de sólidos, sistema de control.

MOTIVACIONES DE ICA PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO:

- 1.-** Actualmente la empresa está ejecutando dos acueductos (Acueducto II y Chicbul) y está por comenzar otro (El Realito) de condiciones similares por lo que tiene experiencia reciente, y ventaja con proveedores de tubería.
- 2.-** En experiencia podrían lograr una gran cantidad de puntos para la Oferta Técnica.

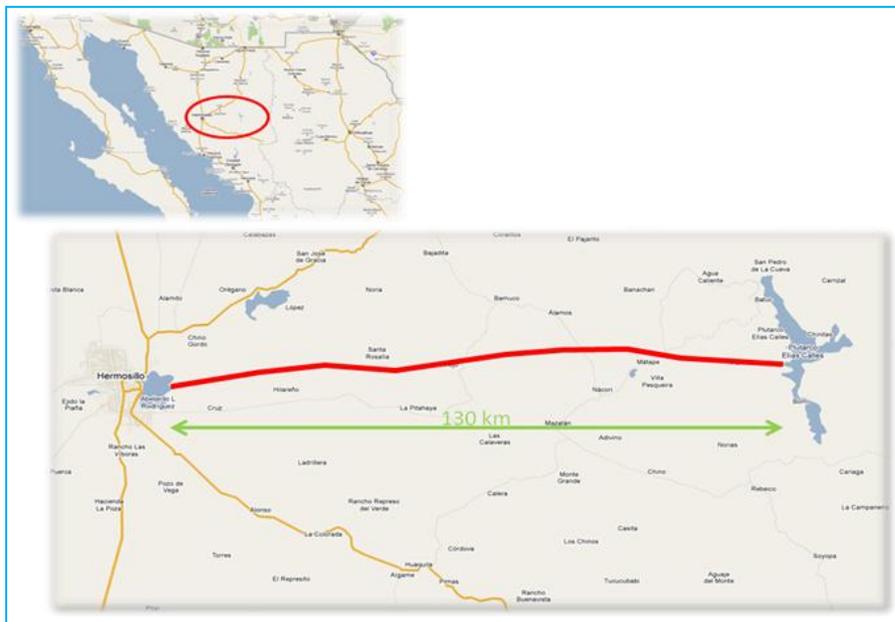


Figura 3.1 Ubicación del proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA

El cuadro siguiente muestra la contratación que se manejaría en el proyecto:

Concepto	Alcance	Referencia según bases de licitación
Tipo de contrato:	Mixto. Precios Unitarios y Precio Alzado	Bases de Licitación (página 5 de 162)
Fuente de financiamiento:	Aportación de recursos multianuales autorizados según oficio No.SH-NC-10-134 de fecha 26 de Julio de 2010 emitido por la Secretaria de Hacienda.	Numeral 3.2 de las Bases
Periodos de estimación y plazo para revisión y autorización:	Precios Unitarios: <ul style="list-style-type: none"> - Mensuales - 6 días naturales para la emisión de la estimación - 15 días naturales revisión y autorización. - 20 días naturales para su pago. 	Numeral 7.2.8 de las Bases

	<p>Precio Alzado</p> <ul style="list-style-type: none"> - El pago será por actividades y sub-actividades terminadas cuantificadas mensualmente. - 6 días naturales para la emisión de la estimación - 15 días naturales revisión y autorización. - 20 días naturales para su pago. 	
Plazo de pago:	Mensuales a 41 días.	
Ajuste de costos:	De acuerdo a la LOPySR	Numeral 7.2.6 de las Bases
Penalizaciones:	<p>Por atraso en los avances y en la terminación de obra habrá retenciones que no podrán ser superiores al monto de la garantía de ejecución.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2% entre lo programado y lo ejecutado por cada día de atraso. - 3% por la obra faltante por ejecutar por día de atraso entre 30 hasta la terminación de la obra. 	<p>Cláusula Vigésima del Modelo de Contrato.</p> <p>Numeral 9.6 de las Bases</p>
Retenciones:	<p>A los Precios Unitarios se les hará la retención en cada estimación del 5/1000 del monto de la misma por Cargos Adicionales para supervisión, vigilancia y control.</p> <p>Opcional el 0.2% para la CMIC.</p>	Numeral 7.2.10 de las Bases
Garantías:	<ul style="list-style-type: none"> - Anticipo: No aplica - Cumplimiento del contrato: 10% del monto del contrato. 	Numeral 9.3 de las Bases
Seguros:	Seguro de Responsabilidad Civil por Daños a Terceros.	Otras especificaciones. Inciso b), subinciso k)
Normatividad que rige al proyecto:	Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados	
Procedimiento para el pago de trabajos extraordinarios:	<ul style="list-style-type: none"> - PU. Se tomará como referencia los PU presentados, si los hay, en caso contrario se presentará un nuevo análisis. - PA. Artículo 197 B del Reglamento 	Numeral 10 de las Bases

	de la LOPySR.	
--	---------------	--

3.1 Planificación de la Gestión de Riesgos

3.1.1 Planificación de la Gestión de Riesgos: Entradas

Recordando, la Planificación de la Gestión de Riesgos es la fase de decidir cómo abordar y llevar a cabo las actividades de Gestión de Riesgos de un proyecto. ICA, como actor de la industria de la construcción en México y América Latina, ha incorporado a sus prácticas el Análisis, Control y Seguimiento de Riesgos para mantener su liderazgo en el mercado y maximizar el valor para los accionistas.

En ICA se cuenta con mecanismos de análisis y Gestión de Riesgos, que se traducen en acciones para obtener ventajas competitivas y llevarla a la excelencia en planeación, ejecución de proyectos, operación y mantenimiento de infraestructura para así poder obtener una mayor rentabilidad en los proyectos ejecutados y continuar con el liderazgo en la industria de la construcción.

El Plan de Trabajo de Gestión de Riesgos integra los procesos y actividades para desarrollar la cultura de Riesgos en ICA. Su ejecución es responsabilidad del Comité y la Gerencia de Riesgos, sin embargo los coordinadores de Riesgos de cada Unidad de Negocios tienen la responsabilidad de dar seguimiento puntual a los análisis de Riesgos en todas las etapas establecidas en el procedimiento de análisis de Riesgos

La Gerencia de Riesgos podrá apoyarse en instituciones nacionales e internacionales, además de consultoría externa para fortalecer la Gestión de Riesgos.

El Plan de Trabajo será objeto de un seguimiento continuo por parte de la Gerencia de Riesgos y los coordinadores de Riesgos de cada Unidad de Negocios.

Se tiene que elaborar un análisis de Riesgos para cada una de las propuestas, el cual se realiza con la participación del Gerente de Riesgos, el Gerente de la Propuesta, Ingeniero de Proyecto, líderes de Disciplina y los diferentes líderes de áreas de apoyo (Control de Proyectos, Contabilidad y Finanzas, etc.), así como un representante del área legal para identificar los Riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto y su contrato.

3.1.2 Planificación de la Gestión de Riesgos: Herramientas y Técnicas

El plan de Gestión de Riesgos en ICA tiene el nombre de Estructura para la Administración de Riesgos de Negocio, tiene como objetivo servir como guía fundamental para la toma de decisiones que permitan evitar, mitigar, prevenir, manejar y transferir los Riesgos en el proyecto o en la propuesta. Incluye también el análisis de oportunidades para beneficio de la Empresa.

Aplica en cualquier fase del proyecto y/o propuesta de ICA (Promoción, Oferta y Proyecto).

Estructura operacional:

En la Comunidad de Riesgos se establecen los lineamientos y procesos para la Gestión de Riesgos en ICA y sus empresas, así como los criterios para definir los Proyectos de Riesgo y contar con un órgano de revisión de las principales ofertas.

La Comunidad de Riesgos tiene como principales funciones:

- Difundir el conocimiento de la Gestión de Riesgos y las mejores prácticas.
- Elaboración, Actualización, Monitoreo y Control de los Análisis de Riesgos de los proyectos.

3.2.3 Planificación de la Gestión de Riesgos: Salidas

Es responsabilidad del Gerente de Riesgos la implantación del procedimiento Gestión de Riesgos.

Es responsabilidad del Gerente de Proyecto la implantación y aplicación del presente procedimiento en las actividades de análisis de Riesgos.

Se tiene que elaborar un análisis de Riesgos para cada una de las propuestas, el cual se realiza con la participación del Gerente de Riesgos, el Gerente de la Propuesta, Ingeniero de Proyecto, líderes de Disciplina y los diferentes líderes de áreas de apoyo (Control de Proyectos, Contabilidad y Finanzas, etc.), así como un representante del área legal para identificar los Riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto y su contrato.

En cuanto a las escalas de probabilidad e impacto, para la primera se utilizarán los valores lineales numéricos: 0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9, para la segunda dichos valores numéricos no lineales serán: 0.05; 0.1; 0.2; 0.4; 0.8.

Por esto último la matriz de probabilidad e impacto que se utilizará, será la mostrada en la figura 3.5, hay que recordar que dichas escalas también se pueden definir de manera relativa, por

ejemplo: “muy improbable” hasta “casi certeza” (para probabilidad) y “muy bajo” hasta “muy alto” (para impactos). En ICA se decidió tomar valores numéricos.

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO												
	AMENAZAS						OPORTUNIDADES					
PROBABILIDAD	0.90	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.045	0.90
	0.70	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.035	0.70
	0.50	0.025	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.025	0.50
	0.30	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.015	0.30
	0.10	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	0.10
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05		
IMPACTO												

Figura 3.2 Matriz de probabilidad e impacto a utilizar en el proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA

3.2 Identificación de Riesgos

3.2.1 Identificación de Riesgos: Entradas

Como ya se explicó anteriormente en ICA se realiza el proceso de Gestión de Riesgos en las etapas de promoción, oferta y proyecto, de aquellos proyectos que sean de interés para la empresa, para el caso del proyecto ACUEDUNCTO INDEPENDENCIA se realizó dicha Gestión sólo para los dos primeros ya que no se ganó la licitación y se presentará la Gestión para la etapa de promoción.

Las principales ventajas con que se contaba para el proyecto eran:

- Reciente experiencia en proyecto de acueductos, tanto como empresa como con personal técnico y administrativo.
- Buenas relaciones comerciales con los proveedores de tubería por los proyectos en ejecución.
- El despacho de ingeniería tiene la capacidad de respuesta para poder integrar la información a tiempo para la presentación.
- La experiencia reciente dará una mejor puntuación en la evaluación de ofertas.
- Fortaleza financiera de la empresa para la procuración de materiales (tubería principalmente) sin un anticipo otorgado por la CEA.

El hecho de tener experiencia en acueductos permitió tener el siguiente listado de Riesgos principales:

- Topografía accidentada. En aproximadamente 15 km el tendido de tubería se hará en una zona altamente accidentada por lo que los accesos serán complicados y los rendimientos bajos.
- Atraso en la entrega de tubería.
- Falta de capacidad de los subcontratistas estratégicos.
- Deficiencia en el desarrollo de la ingeniería de licitación con respecto a la definitiva.
- Atraso en la entrega del proyecto ejecutivo.
- Ingeniería conservadora.

También se identificaron las siguientes desventajas:

- Fuerte competencia de empresas regionales mejor posicionadas.
- CARSO cuenta con su propia empresa fabricante de tubería.
- La empresa FCC Construcción S.A. está trabajando con ICA en el proyecto Acueducto II y Realito, por lo que podría tener las mismas ventajas comerciales con el proveedor de tubería.

3.2.3 Identificación de Riesgos: Herramientas y Técnicas

Las herramientas y técnicas que se usaron en la Identificación de Riesgos para la oferta fueron: revisión de documentación de proyectos similares, reuniones entre los involucrados y expertos en la materia, donde se realizaron tormentas de ideas, se priorizaron eventos identificados y acciones de respuesta.

La información de una de las reuniones hechas con los fines antes descritos se muestra a continuación:

1er Taller de Identificación de Riesgos y Oportunidades

Torre Esmeralda II, Piso 6, 11:00 horas

Martes 17 de Agosto del 2010

Asistentes:

Gerente de Riesgos

ICA Construcción Pesada

Director de Ofertas

Gerente de Ofertas

Gerente de T.I.

Gerente de Control de Proyectos

Gerente de Construcción
Gerente de Construcción
Superintendente de Control de Proyectos
Superintendente de ACSMA-ICACP

INGENIERÍA

Coordinador de Ingeniería

ICA Infraestructura

Gerente de Control de Proyectos
Coordinador de Riesgos
Coordinador de Control de Proyectos

VIVEICA

ICA Construcción Especializada

Director de Operaciones
Coordinador de Riesgos

COTRISA

Gerente Técnico

ICA

Coordinador de Riesgos

ICA Construcción Urbana

Coordinador de Riesgos

ORDEN DEL DÍA

1. Objetivo e Información General
2. Tormenta de Ideas
3. Identificación de Riesgos y oportunidades por área de especialidad
4. Planeación de Estrategias

Objetivo:

Realizar el primer taller de identificación de Riesgos y Oportunidades de proyectos considerados de alto Riesgo o prioritarios por su valor contractual.

Alcance:

Identificar, priorizar, y calificar cualitativamente (probabilidad de ocurrencia) los Riesgos/oportunidades de la licitación de Construcción Pesada “Acueducto Independencia”, así como, planificar las mejores estrategias y acciones de respuesta.

Metodología:

La metodología empleada para la ejecución del taller está basada en los procedimientos y mejores prácticas propuestas por el ECRI (Engineering & Construction Risk Institute)

- Presentación de Información General del Proyecto
- Tormenta de Ideas con los especialistas y coordinadores
- Identificación de Riesgos y oportunidades por área de especialidad
- Planeación de Estrategias

3.2.3 Identificación de Riesgos: Salidas

En el cuadro siguiente se presentan los Riesgos y oportunidades que se identificaron en la etapa de oferta para el proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA, así también una breve descripción de cada uno de ellos.

REGISTRO DE RIESGOS				
Riesgo/Evento	Tipo	Amenaza/ Oportunidad	Objetivo	Descripción del Riesgo
Competencia, existen demasiadas empresas inscritas en la licitación	Comercial	Amenaza	Costo	Se tienen compartidos datos reales de proyectos similares ejecutados y de licitación con otras compañías, por lo que podrían tener las mismas ventajas comerciales
Mano de obra no calificada	Operacional	Amenaza	Costo	Por experiencia en proyectos anteriores en la zona norte del país existe mucha rotación de mano de obra no calificada, por lo que podía verse afectado el desarrollo y avance del proyecto

Precio alzado	Operacional	Amenaza	Costo	Detalle de ingeniería insuficiente para obtener un precio lo más cercano a la realidad
Clima	Operacional	Amenaza	Costo	Las altas temperaturas en la región pueden afectar la productividad y desarrollo del proyecto
Penalizaciones por retrasos	Administrativo	Amenaza	Costo	Penalización de 10% en los retrasos de los trabajos y se terminan 90 días después del plazo.
Incrementos en las tasas de interés	Comercial	Amenaza	Costo	Posibles incrementos en las tasa de interés por ser obra financiada.
Compra de material	Operacional	Oportunidad	Costo	Obtener un mejor precio en la compra de tubería de acero con el proveedor que les vende en proyectos en ejecución (El Realito, Acueducto II, Chicbul, etc.)
Manifiesto de impacto ambiental	Operacional	Amenaza	Tiempo	No se conoce el manifiesto de impacto ambiental, por lo que se desconocen los compromisos que se adquirirán.
Información disponible	Externo	Amenaza	Costo	La información existente para el desarrollo de la oferta no es suficiente, sobre todo en la parte de precio alzado.
Financiamiento	Administrativo	Oportunidad	Costo	Es una ventaja que tiene ICA sobre sus competidores
Suministro de tubería	Externo	Amenaza	Tiempo	Retraso en el suministro de la tubería
Agrupaciones sociales	Externo	Amenaza	Tiempo	Se han llevado a cabo bloqueos de carreteras por parte de grupos sociales, aún así, no es un Riesgo directo para ICA, pues es responsabilidad del cliente conciliar este tipo de eventos. El Riesgo indirecto se presenta como posibles atrasos al programa de obra, en caso de

				presentarse este tipo de eventos.
Derechos de vía	Externo	Oportunidad	Tiempo	Al contar con todos los permisos se puede tener una mayor productividad

3.3 Análisis Cualitativo de Riesgos

3.3.1 Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas

Para continuar con la Gestión de Riesgos en el proyecto “ACUEDUCTO INDEPENDENCIA” fue necesario partir del proceso Identificación de Riesgos, con el fin de que a los Riesgos identificados se les proporcionara una calificación. A la asignación de dicha calificación se le conoce como Análisis Cualitativo, para poder evaluar los Riesgos en esta etapa es necesario, como ya se explico con más detalle en el capítulo anterior, asignarle una probabilidad de ocurrencia al Riesgo u Oportunidad y un posible impacto. Con el producto de estas dos características se obtiene su calificación, se ubica en la matriz de probabilidad e impacto y se van priorizando.

3.3.2 Análisis Cualitativo de Riesgos: Herramientas y Técnicas

Las herramientas y técnicas utilizadas para el análisis cuantitativo de Riesgos fueron:

1. La Probabilidad de ocurrencia de cada Riesgo específico
2. El Impacto que puede tener cada Riesgo específico
3. La matriz de probabilidad e impacto

Cada Riesgo u Oportunidad se evaluó de la siguiente manera:

$$\text{Calificación} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

Al tener ambos datos para la calificación se ubicaron los eventos en la matriz de probabilidad e impacto de la figura 3.3.

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO												
	AMENAZAS						OPORTUNIDADES					
PROBABILIDAD	0.90	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.045	0.90
	0.70	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.035	0.70
	0.50	0.025	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.025	0.50
	0.30	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.015	0.30
	0.10	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	0.10
		0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05	
	IMPACTO											

Figura 3.3 Matriz de probabilidad e impacto utilizada en ICA

3.3.3 Análisis Cualitativo de Riesgos: Salidas

La asignación de probabilidad e impacto a cada Riesgo no es una tarea fácil, por lo que estas deben ser asignadas por personas que tengan mucho conocimiento y experiencia en el tipo de proyecto que se trabaje. Finalmente en la siguiente tabla se encuentran los Riesgos registrados para el proyecto “ACUEDUCTO INDEPENDENCIA” con sus valores de probabilidad, impacto, calificación y prioridad.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS				
RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD
Competencia	0.90	0.2	0.18	Alta
Mano de obra no calificada	0.70	0.4	0.28	Alta
Precio alzado	0.70	0.4	0.28	Alta
Clima	0.90	0.1	0.09	Media
Penalizaciones por retrasos	0.90	0.40	0.36	Alta
Incrementos en las tasas de interés	0.90	0.80	0.72	Alta
Agrupaciones sociales	0.50	0.40	0.20	Alta
Manifiesto de impacto ambiental	0.70	0.40	0.28	Alta

Información disponible	0.70	0.40	0.28	Alta
Suministro de tubería	0.50	0.80	0.40	Alta
OPORTUNIDAD	PROBABILIDAD	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD
Compra de material	0.70	0.40	0.28	Alta
Financiamiento	0.70	0.40	0.28	Alta
Derechos de vía	0.70	0.40	0.28	Alta

De los diez Riesgos que se consideran amenazas nueve tuvieron una calificación alta, por lo que se les considera de gran prioridad, y el restante tiene una prioridad media. Las tres oportunidades que se identificaron pueden traer beneficios por la alta calificación obtenida.

3.4 Análisis Cuantitativo de Riesgos

3.4.1 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas

Para llevar a cabo el proceso Análisis Cuantitativo, se apoyó de los procesos anteriores, Identificación de Riesgos y Análisis Cualitativo, debido a que en esta etapa es cuando se le asigna una calificación numérica a los Riesgos, puede ser una cantidad económica (costo) o duración (días).

Haciendo una breve recopilación, en la etapa de Identificación de Riesgos se ubicaron los Riesgos que podrían afectar en el proyecto, en el Análisis Cualitativo se obtuvo una calificación para cada uno de los Riesgos con el fin de priorizar los más importantes (los que pueden repercutir de mayor manera al proyecto), ahora en la etapa de Análisis Cuantitativo se le asignó una calificación a los Riesgos en días o en costo.

3.4.2 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Herramientas y Técnicas

Como se explicó en el capítulo anterior existen diferentes herramientas y técnicas para llevar a cabo el Análisis Cuantitativo, para el proyecto en estudio (ACUEDUCTO INDEPENDENCIA) se utilizó el análisis del Valor Monetario Esperado. Este consiste básicamente en traducir el Riesgo a tiempo o costo y dicha cantidad será multiplicada por la probabilidad de ocurrencia.

Uno de los Riesgos identificados y que se priorizó por su calificación fue Suministro de Tubería. Aquí existe la posibilidad de que la tubería no esté en el tiempo que se tiene estimado lo que indudablemente repercutiría en el proyecto, para prevenir esto se prevé un retraso de 60 días (impacto cuantitativo) y al multiplicarlo por la probabilidad de ocurrencia de 0.50 se obtiene el Valor Monetario Esperado que es de 30 días, este último dato es el resultado del análisis cuantitativo y recibe el nombre también de Valor del Riesgo.

3.4.3 Análisis Cuantitativo de Riesgos: Salidas

En cuanto al Análisis Cuantitativo, solamente se realizó para cinco de los diez Riesgos identificados, debido a que fueron los que obtuvieron una mayor calificación (Penalizaciones por retraso, incrementos en las tasas de interés y suministro de tubería) o debido a que impactarían de manera más directa al proyecto.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS			
RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO CUANTITATIVO	VALOR DEL RIESGO
SUMINISTRO DE TUBERIA	0.50	60 DÍAS	30 DÍAS
AGRUPACIONES SOCIALES	0.50	10 DÍAS	5 DÍAS
PRECIO ALZADO	0.70	19 600 000 PESOS	13 720 000 PESOS
PENALIZACIONES	0.90	11 007 541 PESOS	9 906 787 PESOS
INCREMENTOS EN LAS TASAS DE INTERES	0.90	18 000 000 PESOS	16 200 000 PESOS
TOTAL DEL VALOR DE RIESGO			39 826 787 PESOS
			35 DÍAS

3.5 Planificación de la Respuesta a los Riesgos

3.5.1 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Entradas

La Planificación de la Respuesta a los Riesgos es la etapa de la Gestión en la que se desarrollan acciones de respuesta hacia los Riesgos, buscando reducir las amenazas y mejorar las oportunidades. Este proceso debe realizarse una vez que se han priorizado y cuantificado los Riesgos por que las respuestas a ellos deben estar acorde con la importancia y el impacto que tengan hacia el proyecto.

La principal entrada a la planificación de la respuesta a los Riesgos del proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA es el registro de Riesgos que se ha venido manejando, para cada una de las amenazas u oportunidades se desarrollaron respuestas acorde a su importancia para el proyecto.

3.5.2 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Herramientas y Técnicas

Recordando lo presentado en el capítulo anterior, las estrategias que se pueden tomar para los Riesgos o amenazas son:

- EVITAR
- TRANSFERIR
- MITIGAR
- COMPARTIR
- ACEPTAR

Para las oportunidades las estrategias que se pueden tomar son:

- EXPLOTAR
- COMPARTIR
- MEJORAR
- ACEPTAR

A continuación se mostrarán las estrategias y acciones de respuesta que se contemplaron para los Riesgos y oportunidades del proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA.

COMPETENCIA. Para este Riesgo la estrategia fue **MITIGAR** debido a que era imposible evitarla, transferirla o compartirla. La acción a seguir bajo dicha estrategia fue forzar los mejores precios aplicando la gran capacidad de compra con la que cuenta ICA.

MANO DE OBRA NO CALIFICADA. Para este Riesgo se tomaron dos estrategias, la primera fue **MITIGAR**, para esto se implementarían estrategias de reclutamiento de personal con el fin de contratar a personal más responsable y comprometido, también promover en ellos incentivos para mejor desempeño en su trabajo; la segunda consistiría en **EVITAR**, la acción a seguir sería incluir en el catalogo de precios unitarios un sobre costo por la rotación de personal.

PRECIO ALZADO. Aquí se tomó la estrategia de **MEJORAR**, la acción contemplada fue optimizar la ingeniería utilizando toda la capacidad del contratista con la supervisión de ICA.

CLIMA. Para este Riesgo se consideró la estrategia de **MITIGAR**, la acción a seguir sería incluir centros de hidratación en el sitio para tratar de no disminuir el rendimiento de todo el personal laboral, también se consideró implementar trabajos nocturnos para evitar las altas temperaturas.

PENALIZACIONES POR RETRASOS. Debido a su alta probabilidad de ocurrencia se decidió **ACEPTAR** el Riesgo.

INCREMENTOS EN LAS TASAS DE INTERES. Debido a su alta probabilidad de ocurrencia se decidió **ACEPTAR** el Riesgo.

AGRUPACIONES SOCIALES. Para este Riesgo se consideraron dos estrategias, la primera fue **EVITAR** para lo cual la acción de respuesta sería establecer un estrecho convenio con la comisión estatal del agua del estado para que se haga responsable del evento en caso de que se llegara a presentar; la segunda estrategia sería **MITIGAR**, la acción sería comunicar a las comunidades vecinas los beneficios que tendrían con el proyecto.

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL. En cuanto a la MIA la estrategia propuesta fue **MITIGAR** y la acción a seguir sería definir claramente en el contrato la no responsabilidad de ICA en este aspecto.

INFORMACIÓN DISPONIBLE. La estrategia a seguir para este Riesgo consistiría en **MITIGAR**, para lo cual la acción sería llevar acabo visitas de obra para obtener más información técnica de ingeniería y ambiental, lo que permitiría explotar el área de ingeniería para obtener la mejor respuesta posible.

SUMINISTRO DE TUBERÍA. Para este Riesgo se propuso la estrategia de **MITIGAR**, bajo las acciones de respuesta siguientes: Asegurar vario proveedores/fabricantes de tubería de acero confiable, dividir el proyecto en más de un proveedor al mismo precio y forzar la competencia entre proveedores para obtener el mejor precio posible.

COMPRA DE MATERIAL. Esta es una oportunidad que se puede aprovechar, por lo que se plantearon dos estrategias: **EXPLOTAR** y **MEJORAR**, para la primera, la acción de respuesta sería utilizar la capacidad de compra de materiales de la empresa y la segunda, consistiría en adelantar negociaciones con proveedores nacionales (60%) y con proveedores internacionales (40%).

FINANCIAMIENTO. Para esta oportunidad se propuso la estrategia de **MEJORAR**, la acción de respuesta a seguir consistiría en analizar y encontrar el mejor modelo de financiamiento posible.

DERECHO DE VÍA. Para esta oportunidad se consideró la estrategia de **EXPLOTAR**, la acción de respuesta sería solicitar que se liberen los derechos de vía suficientes en tiempo.

3.5.3 Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Salidas

La siguiente tabla resume los Riesgos identificados para el proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA, la prioridad de estos respecto a dicho proyecto, las estrategias a seguir para cada Riesgo y las acciones de respuesta para cada uno de ellos.

RESPUESTA A LOS RIESGOS			
RIESGO	PRIORIDAD	ESTRATEGIA	ACCIÓN
Competencia	Alta	Mitigar	Forzar los mejores precios al aplicar la capacidad global de compra de ICA
Mano de obra no calificada	Alta	Mitigar	Estrategias de reclutamiento de personal Incentivos al personal
		Evitar	Incluir en el catálogo de precios unitarios un sobrecosto por la rotación de personal
Precio alzado	Alta	Mejorar	Optimizar la ingeniería utilizando toda la capacidad del contratista con la supervisión de ICA
Clima	Media	Mejorar	Considerar incluir centros de hidratación en el sitio Considerar implementar trabajos nocturnos
Penalizaciones por retrasos	Alta	Aceptar	Contar con una contingencia de costo
Incrementos en las tasas de interés	Alta	Aceptar	Contar con una contingencia de costo
Agrupaciones sociales	Alta	Evitar	Establecer un estrecho convenio con la comisión estatal del agua del estado para que se haga responsable del evento en caso de que se presente
		Mitigar	Comunicar a las comunidades vecinas los beneficios del proyecto
Manifiesto de impacto ambiental	Alta	Mitigar	Definir claramente en el contrato la no responsabilidad de ICA en este aspecto
Información disponible	Alta	Mitigar	Llevar a cabo visitas de obra para obtener más información técnica de ingeniería y ambiental Explotar el área de ingeniería para obtener la mejor propuesta posible
Suministro de tubería	Alta	Mitigar	Asegurar varios proveedores/fabricantes de tubería de acero confiable

			Dividir el proyecto en más de un proveedor al mismo precio
OPORTUNIDAD	PRIORIDAD	ESTRATEGIA	ACCIÓN
Compra de material	Alta	Explotar	Utilizar la capacidad de compra de materiales de la empresa
		Mejorar	Adelantar negociaciones con proveedores nacionales (60%) y con proveedores internacionales (40%)
Financiamiento	Alta	Mejorar	Analizar y encontrar el mejor modelo de financiamiento posible
Derechos de vía	Alta	Explotar	Solicitar que se liberen los derechos de vía suficientes en tiempo

Una vez determinados los valores del Riesgo, las estrategias y acciones de respuesta se puede hablar de contingencia en cuanto a tiempo y costo. En un escenario pesimista se contempla que suceden todos los Riesgos identificados y se tendría que tener una contingencia de 39 826 787 pesos y contemplar también 35 días de posible retraso. Tomando en cuenta el valor del contrato en un escenario pesimista (ocurran todos los Riesgos) el porcentaje del monto del contrato que se debe considerar es del 1.93%.

Las siguientes tablas muestran los diferentes escenarios de contingencia (100%, 85%, 70%, 50%, 40%, 30%) y es responsabilidad del director del proyecto la toma de decisión del porcentaje de contingencia que se utilizará en el proyecto.

Contingencia de Costo (Amenaza)		
Contingencia	Cobertura	% Monto del Contrato
\$39 826 787	100%	1.93%
\$33 852 769	85%	1.64%
\$27 878 751	70%	1.35%
\$19 913 394	50%	0.97%
\$15 930 715	40%	0.77%
\$11 948 036	30%	0.58%

Contingencia de Tiempo (Amenaza)		
Contingencia	Cobertura	% Monto del Contrato
35	100%	6.71%
29.75	85%	5.71%
24.5	70%	4.7%
17.5	50%	3.36%

14	40%	2.69%
10.5	30%	2.01%

3.6 Seguimiento y Control de Riesgos

3.6.1 Seguimiento y Control de Riesgos: Entradas

Recordando, el Seguimiento y Control de Riesgos es el proceso de identificar, analizar y planificar nuevos Riesgos, realizar el seguimiento de los ya existentes y revisar la ejecución de las respuestas a los Riesgos mientras se evalúa su efectividad. Con la misma importancia y seriedad con que se realizaron los 5 procesos anteriores para el proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA se debe tener seguimiento de los Riesgos durante cualquiera de las etapas (promoción, oferta y proyecto), ya que conforme el proyecto se vaya desarrollando surgirán nuevos Riesgos u Oportunidades y será necesario realizar el proceso nuevamente.

Es vital para la correcta Gestión de Riesgos saber que este es un proceso que se debe realizar de manera continua y que el seguimiento debe ser fundamental para poder tener más probabilidad de éxito en el proyecto.

La información recopilada en los cinco procesos anteriores debe actualizarse en el momento que un nuevo evento u oportunidad surja o si se presenta cambio en él, por lo que las entradas para esta etapa de la Gestión de Riesgos son las salidas de cada uno de los procesos desarrollados anteriormente.

3.6.2 Seguimiento y Control de Riesgos: Herramientas y Técnicas

En ICA el Seguimiento de Riesgos es permanente, por lo que se debe verificar que los proyectos estén actualizando sus registros y trimestralmente hacer Reevaluación de los Riesgos, realizando un informe con los cambios de alto impacto así como las lecciones aprendidas del proyecto (por áreas), con la finalidad de contar con el mayor control del proyecto y expandiendo la cultura de Riesgos desde los niveles más altos de la empresa.

Los Directores de proyecto serán los responsables de verificar el cumplimiento de los procedimientos de Riesgos, en particular de la actualización de los registros.

Los Directores de la Unidades de Negocios verificarán que sus proyectos estén dando cumplimiento a la política de Riesgos.

Las Reuniones sobre el estado de la situación también son parte de las herramientas empleadas para el Seguimiento, estas se realizan entre la Gerencia de Riesgos y los coordinadores de Riesgos de cada Unidad de Negocios, revisan de forma esporádica y puntual la calidad de información con que se realiza el Seguimiento y Control de Riesgos.

3.6.3 Seguimiento y Control de Riesgos: Salidas

Para tener un buen Seguimiento y Control de los Riesgos, se debe reflejar la información de cada uno de ellos por escrito, en formatos que permitan observar claramente dichos datos, esto permitirá hacer la revalidación de mejor manera y se podrá actualizar alguna información en caso que se requiera.

En la siguiente tabla se presenta una manera de registrarlos, mostrando la información que ICA incluyó en el registro de cada Riesgo identificado para el proyecto ACUEDUCTO INDEPENDENCIA.

RESUMEN DE RIESGOS Y ACCIONES DE RESPUESTA							
Evento	Amenaza u Oportunidad	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Calificación (Análisis Cualitativo)	Valor Esperado (Análisis Cuantitativo)	Estrategias	Acciones de respuesta
Competencia	Amenaza	0.90	0.20	0.18	0	Mitigar	Forzar los mejores precios al aplicar la capacidad global de compra de ICA
Mano de obra no calificada	Amenaza	0.70	0.40	0.28	0	Mitigar	Estrategias de reclutamiento de personal Incentivos al personal
						Evitar	Incluir en el catálogo de precios unitarios un sobrecosto por la rotación de personal
Precio alzado	Amenaza	0.70	0.40	0.28	13 720 000 pesos	Mejorar	Optimizar la ingeniería utilizando toda la capacidad del contratista con la supervisión de ICA
Clima	Amenaza	0.90	0.10	0.09	0	Mejorar	Considerar incluir centros de hidratación en el sitio Considerar implementar trabajos nocturnos
Penalizaciones por retrasos	Amenaza	0.90	0.40	0.36	9 906 787 Pesos	Aceptar	Contar con una contingencia de costo
Incrementos en las tasas de interés	Amenaza	0.90	0.80	0.72	16 200 000 pesos	Aceptar	Contar con una contingencia de costo
Agrupaciones sociales	Amenaza	0.50	0.40	0.20	5 días	Evitar	Establecer un estrecho convenio con la comisión estatal del agua del estado para que se haga responsable del evento en caso de que se presente

						Mitigar	Comunicar a las comunidades vecinas los beneficios del proyecto
Manifiesto de impacto ambiental	Amenaza	0.70	0.40	0.28	0	Mitigar	Definir claramente en el contrato la no responsabilidad de ICA en este aspecto
Información disponible	Amenaza	0.70	0.40	0.28	0	Mitigar	Llevar a cabo visitas de obra para obtener más información técnica de ingeniería y ambiental Explotar el área de ingeniería para obtener la mejor propuesta posible
Suministro de tubería	Amenaza	0.50	0.80	0.40	30 días	Mitigar	Asegurar varios proveedores/fabricantes de tubería de acero confiable Dividir el proyecto en más de un proveedor al mismo precio
Compra de material	Oportunidad	0.70	0.40	0.28	0	Explotar	Utilizar la capacidad de compra de materiales de la empresa
						Mejorar	Adelantar negociaciones con proveedores nacionales (60%) y con proveedores internacionales (40%)
Financiamiento	Oportunidad	0.70	0.40	0.28	0	Mejorar	Analizar y encontrar el mejor modelo de financiamiento posible
Derechos de vía	Oportunidad	0.70	0.40	0.28	0	Explotar	Solicitar que se liberen los derechos de vía suficientes en tiempo

CONCLUSIONES

El hablar de proyectos de infraestructura es hablar de progreso y el progreso siempre involucra Riesgo, por lo que la correcta ejecución de los proyectos es una gran responsabilidad, estos involucran gran cantidad de trabajo humano, tiempo y en general de muchos recursos, también es un hecho que el Riesgo es mayor conforme los proyectos crecen en complejidad. Por lo tanto, si no se toman en cuenta los Riesgos a los cuales estará sujeto el proyecto, estos impactarán directamente en sus objetivos o alcances, en el peor de los casos podría llevar a que el proyecto no se lleve a cabo o que si está en marcha se tenga que posponer o abandonar.

De manera un poco más específica, las razones por las que se deben gestionar los Riesgos y Oportunidades son:

- Maximizar las oportunidades
- Minimizar las amenazas
- Proporcionar alertas tempranas
- Analizar su impacto en tiempo y costo
- Buscar las mejores estrategias y acciones de respuesta
- Generar integración de los equipos de trabajo

Una correcta Gestión de Riesgos en proyectos de infraestructura indudablemente aumenta la probabilidad de lograr las metas propuestas. Los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto incluyen lo siguiente:

- **Planificación de la Gestión de Riesgos:** decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de Gestión de Riesgos para un proyecto.
- **Identificación de Riesgos:** determinar qué Riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
- **Análisis Cualitativo de Riesgos:** priorizar los Riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto.
- **Análisis Cuantitativo de Riesgos:** analizar numéricamente el efecto de los Riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.
- **Planificación de la Respuesta a los Riesgos:** desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- **Seguimiento y Control de Riesgos:** realizar el seguimiento de los Riesgos identificados, supervisar los Riesgos residuales, identificar nuevos Riesgos, ejecutar planes de respuesta a los Riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Estos procesos interactúan entre sí y también con los procesos de las demás áreas del conocimiento. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una o más personas o grupos de

personas, dependiendo de las necesidades del proyecto. Cada proceso tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se realiza en una o más fases del proyecto, si el proyecto se encuentra dividido en fases.

Finalmente una vez realizada la Gestión de los Riesgos se puede hablar de un monto o contingencia destinada a Riesgos, que tal vez se ocupe o no, pero de cualquier forma ya se tiene contemplado de una manera muy aproximada lo que podría costar en tiempo y/o costo el hecho que se presentarán dichos eventos.

BIBLIOGRAFÍA

PMI. *Guía de los Fundamentos de Dirección de proyectos*. EE. UU. Project Management Institute, Inc. Tercera Edición, 2004.

MULCAHY, Rita. *PMP Exam Prep*. EE. UU. RMC Publications, Inc. Cuarta Edición, 2009.

GUGLIELMETTI, Vittorio y otros. *Mechanized Tunneling in Urban Areas: design methodology and construction control*. London. Taylor & Francis. 2008.

Foro Económico Mundial, *The Global Competitiveness Report, 2006-2007*.

Estimación propia con información del Sexto Informe de Gobierno, 2006.

Anexo Estadístico del Sexto Informe de Gobierno 2006 y Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Para calidad de la infraestructura carretera, Foro Económico Mundial, *The Global Competitiveness Report, 2006-2007*. Para kilómetros de carreteras por kilómetros cuadrados de territorio, *International Institute for Management Development (IMD), World Competitiveness Yearbook 2006*.

Sistema de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.

Procedimientos y Políticas de ICA.