

**TESIS DOCTORAL**

**ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES EN  
GRANDES PROYECTOS INDUSTRIALES**

Autor: Felipe Morales Camprubí

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

UNED

Año 2015

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y  
FABRICACIÓN**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES**

Autor: Felipe Morales Camprubí  
Ingeniero Industrial, ETSII de la UPM, 1996

Directora: Cristina González Gaya

## **Agradecimientos:**

Al Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación de la Escuela de Ingenieros Industriales de la UNED y a todos sus Catedráticos, profesores y personal no docente por su ayuda y cariño.

A D<sup>a</sup> Cristina González Gaya, por sus consejos, apoyo, ayuda y ánimo durante estos años.

A D. Juan José Benito, D. Mariano Rodríguez-Avial Llardent y S. Carlos Morales Palomino por sus consejos y amable ayuda.

A D. Víctor Francisco Rosales Prieto, D<sup>a</sup> Prado Díaz de Mera, D. José Luis Turrión y D. Agustín Alcázar, por sus recomendaciones y ánimos en el empeño

## **INDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. LA GESTIÓN DE RIESGOS Y EL ENTORNO ACTUAL
  - 2.1. EL SIGNIFICADO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS
  - 2.2. PROYECTOS INTERNACIONALES
  - 2.3. COMPAÑÍAS PARTICIPANTES
  - 2.4. RESULTADOS ACTUALES
  - 2.5. SISTEMAS DE CONTROL DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO. LA DIRECCIÓN DE PROYECTO
    - 2.5.1. DEFINICIÓN DE PRESUPUESTO Y CONTROL DE COSTES
    - 2.5.2. DESARROLLO DE PLANIFICACIÓN Y SISTEMAS DE SEGUIMIENTO
    - 2.5.3. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
    - 2.5.4. LA SEGURIDAD EN EL DISEÑO Y EN LA CONSTRUCCIÓN
  - 2.6. EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA
    - 2.6.1. LAS PRIMERAS GRANDES CONSTRUCCIONES, OBRAS PÚBLICAS
    - 2.6.2. APARICIÓN DE SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN
    - 2.6.3. PRIMEROS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RIESGOS. SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN
    - 2.6.4. EVOLUCIÓN DESDE EL AÑO 2000 MEGA CONTRATOS INTERNACIONALES Y PROYECTOS LLAVE EN MANO (2000)
  - 2.7. LOS PROYECTOS Y LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN EL ENTORNO ACTUAL
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS GRANDES PROYECTOS ACTUALES
  - 3.1. EL TAMAÑO
  - 3.2. LA COMPLEJIDAD
  - 3.3. INTERNACIONALIZACIÓN
  - 3.4. LOS PROMOTORES
  - 3.5. LOS SISTEMAS DE FINANCIACIÓN
  - 3.6. LAS FORMAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- 3.7. LOS CONTRATISTAS GENERALES
- 3.8. ASOCIACIONES ENTRE CONTRATISTAS
- 3.9. EL ROL Y LOS INTERESES DE LOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO
- 3.10. LOS TIPOS DE CONTRATO. RESPONSABILIDADES Y RIESGOS
- 3.11. EL REPARTO DE RESPONSABILIDADES Y RIESGOS EN LA LINEA DE CONTRATO
- 4. PRINCIPALES MODELOS DE GESTIÓN DE RIESGOS ACTUALES
  - 4.1. EL MODELO DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE
  - 4.2. LOS MODELOS DE LA ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT
  - 4.3. LOS MODELOS DE CHAPMAN Y WARD – SHAMPU
  - 4.4. ISO 31000:2009
  - 4.5. EL TRATAMIENTO DEL RIESGO POR LOS PROMOTORES
  - 4.6. EL TRATAMIENTO DEL RIESGO POR LOS ESTADOS Y EMPRESAS PÚBLICAS
  - 4.7. SISTEMAS EMPLEADOR POR CONTRATISTAS INTERNACIONALES
  - 4.8. SISTEMAS DE CONTRATACIÓN. ASIGNACIÓN DE RIESGOS
- 5. DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA GRANDES PROYECTOS LLAVE EN MANO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OPERACIONES
  - 5.1. ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS
    - 5.1.1. INTRODUCCIÓN
    - 5.1.2. IDENTIFICACIÓN
    - 5.1.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA
    - 5.1.4. CATEGORIZACIÓN
    - 5.1.5. EVALUACIÓN CUANTITATIVA
    - 5.1.6. ESTABLECIMIENTO DE PLAN DE ATUACIÓN
    - 5.1.7. PLAN DE SEGUIMIENTO
    - 5.1.8. CIERRE Y CONCLUSIONES
    - 5.1.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN
  - 5.2. DEFINICIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES
    - 5.2.1. EL RESPONSABLE DE RIESGOS
    - 5.2.2. INGENIEROS Y TÉCNICOS
    - 5.2.3. EL RESPOSANBLE DE COSTES DEL PROYECTO

- 5.2.4. EL RESPONSABLE DE PLANIFICACION DEL PROYECTO
- 5.2.5. EL RESPONSABLE DE CALIDAD
- 5.2.6. EL RESPONSABLE DE SEGURIDAD
- 5.2.7. EL RESPONSABLE DE CONTRATO
- 5.2.8. LA DIRECCIÓN DE PROYECTO
- 5.2.9. LA DIRECCIÓN DE LA COMPAÑÍA
- 5.2.10. DEFINICIÓN DE MATRICES DE RESPONSABILIDADES
- 5.3. INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE DIRECCIÓN
  - 5.3.1. LA TOMA DE DECISIONES
  - 5.3.2. EL CONTROL DE PROYECTO
    - 5.3.2.1. PLANIFICACIÓN
    - 5.3.2.2. CONTROL DE COSTES
  - 5.3.3. CALIDAD
  - 5.3.4. SEGURIDAD
  - 5.3.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN
- 5.4. INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN EN PROYECTOS LLAVE EN MANO
  - 5.4.1. LA GESTIÓN DE LA PROPUESTA Y LA GESTIÓN DEL CONTRATO
  - 5.4.2. DIRECCIÓN DE PROYECTO. HERRAMIENTAS
  - 5.4.3. EVALUACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS
  - 5.4.4. EL VALOR DEL PLAN DE ACTUACIÓN
  - 5.4.5. EL SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y LA DIRECCIÓN
  - 5.4.6. EL SISTEMA DE CIERRE
- 6. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS
- 7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXO 1. Listas de chequeo de riesgos en función de la disciplina

ANEXO 2. Listas de chequeo en función del participante

ANEXO 3. Listas de chequeo en función de la influencia del entorno

ANEXO 4. Formato de lista de chequeo en fase de propuesta

## **Índice de Tablas**

Tabla 3.1. Resumen de tipos de promotores de proyectos

Tabla 3.2. Responsabilidades y riesgos en la ejecución tradicional

Tabla 3.3. Responsabilidades y riesgos en la ejecución llave en mano

Tabla 3.4. Responsabilidades y riesgos en la ejecución FEED+OBE+EPC

Tabla 3.5. Capacidades de los contratistas en función de su negocio original

Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto

Tabla 3.7. Asignación de riesgos y compensaciones relacionados con el performance

Tabla 3.8. Asignación de responsabilidades y riesgos al contratista en contratos llave en mano para limitar las modificaciones al valor de contrato

Tabla 3.9. Asignación de responsabilidades y riesgos al contratista en contratos llave en mano relacionadas con el cumplimiento del plazo

Tabla 3.10. Resumen de las responsabilidades y compensaciones para un proyecto con ejecución tradicional

Tabla 3.11. Resumen de las responsabilidades y compensaciones para un proyecto con ejecución llave en mano

Tabla 4.1. Fuentes de incertidumbre para la APM

Tabla 4.2. Tratamiento del riesgo por promotores

Tabla 4.3. Resumen de las responsabilidades en un proyecto con ejecución llave en mano, según propuesta de FIDIC®

Tabla 4.4. Resumen de las responsabilidades en un proyecto con ejecución llave en mano, según propuesta de ENAA

Tabla 5.1. Registro de Riesgos en fase de identificación

Tabla 5.2. Matriz de probabilidad/consecuencia en fase de evaluación cualitativa

Tabla 5.3. Matriz de probabilidad/consecuencia resumida en fase de evaluación cualitativa

Tabla 5.4. Matriz de probabilidad/consecuencia resumida en fase de evaluación categorización

Tabla 5.5. Definición de acciones frente a los riesgos en función de categoría y capacidad de intervención

Tabla 5.6. Registro de Riesgos en fase de categorización

Tabla 5.7. Registro de Riesgos en fase de evaluación cuantitativa

Tabla 5.8. Registro de Riesgos durante el plan de actuación

Tabla 5.9. Índice tipo del Informe de Cierre y Conclusiones

Tabla 5.10. Elaboración y distribución de documentación de riesgos

Tabla 5.11. Listas de chequeo de riesgos en fase de propuesta

Tabla 5.12. Registro de Riesgos en fase de propuesta

Tabla 5.13. Documentación para planificar y monitorizar los sistemas de gestión de los objetivos del proyecto

Tabla 5.14. Documentación para planificar y monitorizar los sistemas de gestión de los objetivos del proyecto, incluyendo la gestión de riesgos

## **Índice de Figuras**

Figura 2.1. Sistema de objetivos del Proyecto

Figura 3.1. Resumen de las actividades del promotor en el desarrollo de proyectos

Figura 3.2. Asignación de actividades y responsabilidades en las fases de desarrollo



Figura 3.3. Esquema de las partes interesadas

Figura 3.4. Responsabilidades en el cumplimiento del performance

Figura 3.5. Responsabilidades en el cumplimiento de la fiabilidad

Figura 4.1. Esquema de gestión de riesgo propuesto por el PMI

Figura 4.2. Esquema de gestión de riesgo propuesto por la APM

Figura 4.3. Esquema propuesto para la gestión de riesgos por Chapman y Ward (SHAMPU)

Figura 4.4. Proceso iterativo propuesto en el sistema SHAMPU

Figura 5.1. Esquema propuesto para el proceso de gestión de riesgos

Figura 5.2. Análisis global de riesgos. Identificación de riesgos con causa común

Figura 5.3. Análisis global de riesgos. Riesgos concatenados

Figura 5.4. Análisis global de riesgos. Riesgos realimentados

Figura 5.5. Organigrama propuesto para el equipo de proyecto

Figura 5.6. Organigrama propuesto para en la dirección

Figura 5.7. Efecto de un riesgo sobre el progreso del proyecto

Figura 5.8. Efecto de un riesgo y el plan de actuación sobre el progreso en el proyecto

Figura 5.9. Integración de varios casos de riesgos en las curvas de progreso

Figura 5.10. Riesgos relacionados con el incumplimiento de calidad

Figura 5.11. Riesgos y planes de actuación relacionados con el incumplimiento de calidad

Figura 5.12. Uso de la contingencia de riesgo a los largo del ciclo de vida del proyecto

## **1. INTRODUCCIÓN**

El entorno económico actual ha modificado la manera en la que se desarrollan y ejecutan los grandes proyectos de ingeniería. La globalización del mercado, el desplazamiento de los grandes proyectos hacia nuevas áreas geográficas, la aparición de nuevas empresas de desarrollo de proyectos, el incremento de la competencia internacional, la creciente tendencia hacia proyectos ejecutados con mayores responsabilidades por parte de los contratistas y el mayor peso de la financiación en los proyectos industriales han creado nuevos retos en la ejecución de proyectos industriales.

Estos nuevos retos no solo tienen que ver con nuevos desarrollos tecnológicos, como son equipos de mayor tamaño o más eficientes, están sobre todo relacionados con la gestión y dirección de los proyectos.

Se trata de competir en licitaciones internacionales contra contratistas norteamericanos, chinos o coreanos; de ejecutar proyectos en países sin apenas medios industriales, de ejecutar proyectos liderados por promotores privados con mínima atención a la técnica, de ejecutar proyectos llave en mano, o con alcances relacionados con la operación y mantenimiento, de desarrollar proyectos financiados atendiendo a los requisitos de bancos y consultores.

Estos retos requieren de sistemas de dirección que integren el trabajo de ingenieros, economistas, expertos en impuestos, abogados; en muchas ocasiones situados en varios países del mundo. Este sistema de dirección debe saber analizar la complejidad de las relaciones con un gran número de partes interesadas; además del cliente, entidades financieras, administraciones, grupos sociales o contratistas locales.

Los sistemas de dirección actuales utilizan herramientas sofisticadas para analizar la evolución en la capacidad de cumplimiento del presupuesto del proyecto, herramientas que permiten planificar actividades y secuencias sumamente complejas, sistemas de gestión de la calidad probados y métodos y procedimientos de seguridad cada vez más fiables.

Sin embargo y a pesar de que existen sistemas sumamente complejos para el análisis de riesgos, la gestión de riesgos no es todavía parte formal de los procesos de dirección y toma de decisiones en los grandes proyectos.

La gestión de riesgos en proyectos industriales es una disciplina que se ha desarrollado exponencialmente en los últimos 25 años. Existen sistemas de análisis y gestión recomendados por las principales asociaciones internacionales de ingeniería y dirección de proyectos. El término riesgo ha pasado de relacionarse con las inversiones u operaciones financieras a utilizarse de manera más habitual en el entorno de proyectos industriales.

Sin embargo, esos sistemas de gestión de riesgos permanecen aislados de los mecanismos de dirección y toma de decisiones de los proyectos y de las direcciones de operaciones. Tal como ocurría hace pocas décadas con el aseguramiento de la calidad, con la seguridad en las obras, o con los sistemas de planificación; la gestión de riesgos podría disponer herramientas valiosas a la dirección de proyectos y operaciones, pero estas apenas se demandan.

La dirección de proyectos considera a la gestión de riesgos como una tarea propia de su trabajo, desarrollada mediante mecanismos no formales, en algunos casos de manera intuitiva. Asocian su valor al conocimiento propio y a la experiencia de directivos y gestores.

Teniendo en cuenta la creciente complejidad de los grandes proyectos industriales mencionada anteriormente, es una necesidad para la pervivencia a largo plazo de compañías sólidas que ejecutan grandes proyectos el que sean capaces de establecer

sistemas para identificar, evaluar y gestionar los riesgos asociados al desarrollo y ejecución. Es en los proyectos llave en mano en los que esta necesidad es más acuciante, debido al perfil que adoptan los contratos hoy en día, con creciente responsabilidad para los contratistas, y con perfiles de riesgo cada vez más acusados.

La presente tesis desarrolla un análisis de la situación actual de la ejecución de grandes proyectos industriales, con especial atención en los proyectos llave en mano, de los sistemas de contratación de proyectos y de los sistemas recomendados por las organizaciones de gestión de riesgos. La tesis propuesta desarrolla unas recomendaciones y sistema orientado al objetivo de hacerlo parte de las herramientas de la dirección de proyectos y de la dirección de operaciones, de un sistema que sea valioso en la toma de decisiones y quede integrado en el mismo.

En el segundo tema se desarrollan los conceptos básicos relacionados con la incertidumbre y el riesgo, así como los objetivos generales de la gestión de riesgos. Además de una breve descripción de la evolución de la gestión de riesgos y de la dirección en los últimos años, se describe el estado actual de los sistemas de dirección de proyectos y cómo estos se nutren de los sistemas de gestión de calidad y seguridad y de los sistemas de planificación y control de costes.

En el tercer tema se analiza el funcionamiento del mercado de ejecución de los grandes proyectos industriales. Se pone especial atención en la evolución hacia promotores privados y proyectos con financiación proyecto (o Project Finance), así como a los sistemas de ejecución mediante contratos llave en mano. Asimismo, se analizan los repartos de las responsabilidades en la ejecución del proyecto y de los riesgos asociados a la ejecución del mismo, especialmente para los proyectos llave en mano.

El cuarto tema analiza los principales sistemas de gestión de riesgos recomendados por asociaciones internacionales de ingeniería y dirección de proyectos. También analiza las

estrategias utilizadas en la actualidad por promotores, estados y grandes contratistas para evaluar y gestionar los riesgos asociados a la ejecución de proyectos.

El quinto punto desarrolla la tesis de la que es objeto este trabajo, las recomendaciones y sistemas encaminados a integrar la gestión de riesgos como herramienta clave en la toma de decisiones y en la dirección de los proyectos y de las operaciones de las compañías que ejecutan proyectos llave en mano.

Comienza con una propuesta de sistema de análisis, evaluación y seguimiento basado en métodos cuantitativos sencillos, comprensibles y gráficos para equipos directivos. Propone también un reparto de roles y responsabilidades dentro del equipo de dirección de proyecto, además de realizar la propuesta de incluir al responsable de riesgos como figura clave en el proceso de gestión y dirección del proyecto. Esta figura interna al proyecto proviene de una figura corporativa que evalúa los riesgos de la compañía y participa en el denominado comité de riesgos de la compañía.

Posteriormente, se analizan los sistemas de toma de decisiones dentro de los proyectos y las compañías, para proponer herramientas y sistemas que permitan integrar los resultados y evolución de la gestión de riesgos junto a los trabajos que se realizan para conseguir los objetivos del proyecto: calidad, coste, plazo y seguridad.

Finalmente se desarrolla el funcionamiento integrado de la gestión de riesgos dentro de la dirección de operaciones y de la dirección de proyectos, mediante el uso de herramientas en las fases de evaluación, actuación, seguimiento y cierre; así como su alimentación para futuros proyectos. En este apartado se hace una referencia a la fase previa al comienzo de la ejecución de proyecto, a la fase de preparación de la propuesta dentro de la fase de licitación, con herramientas que permitan identificar el perfil de riesgos del proyecto y de los contratos de ejecución.

Se concluye que en la actualidad existen sistemas de gestión de riesgos en proyectos, existe un consenso por parte de las partes interesadas de la ejecución de los proyectos;

promotores, contratistas generales, contratistas o ingenierías sobre la necesidad de trabajar en esquemas de ejecución que tengan una distribución de los riesgos entre los participantes adecuada y justa. También de la necesidad de establecer en las compañías sistemas que permitan un desarrollo de los proyectos en los cuales la toma de decisiones tenga en cuenta los riesgos que se afrontan en la ejecución; para permitir el desarrollo de estrategias que se anticipen a los problemas habituales a los que se enfrentan.

Esta tesis defiende pues desarrollar el protagonismo de la gestión de riesgos de tal manera que su gestión quede integrada en la dirección de proyectos y de operaciones, y que deje de ser un instrumento aislado de la misma para, al igual que ha ocurrido en las últimas décadas con los sistemas de planificación, calidad y seguridad, pase a ser parte de la dirección de proyectos y operaciones.

## **2. LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ENTORNO ACTUAL**

### **2.1. EL SIGNIFICADO DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS**

Todos los ingenieros involucrados en mayor o menor medida en la ejecución de proyectos de ingeniería, conocen casos de proyectos donde algún grave problema, o la combinación de varios problemas han hecho que el proyecto “fracase”.

Dentro de la palabra “fracaso”, se incluyen proyectos que han sufridos retrasos de años, proyectos que han tenido desviaciones presupuestarios enormes o proyectos que simplemente “no funcionan”, es decir, que la planta diseñada no cumple con los parámetros previstos en el proyecto. En resumen, no se ha cumplido alguno de los objetivos tradicionales del proyecto: plazo, coste y calidad; aunque es habitual que el incumplimiento de alguno de ellos, lleve o arrastre a los otros dos, en mayor o menor medida.

Al encontrarse con un proyecto de estas características, es lógico analizar cómo se ha podido llegar a una situación tan crítica, cómo no se han tomado medidas para evitarlo, o al menos, para mitigar el desastre. Cuando se entra a analizar a fondo los casos, se comprueba que en general, sí se tomaron medidas, pero éstas, o bien fueron insuficientes o bien no cumplieron con las expectativas.

También se comprueba que las medidas fueron en la mayoría de los casos reactivas; es decir, se tomaron una vez el problema o combinación de problemas era de un tamaño considerable.

En resumen, estos proyectos tenían una fuente de incertidumbre que no fue valorada en su justa medida en el momento de lanzar el proyecto, y una vez desarrollado, no se tomaron las medidas apropiadas para controlar sus efectos.

Todo esto se puede resumir en un solo concepto, un análisis incompleto de los riesgos del proyecto.

En primer lugar, se debe definir el concepto de riesgos del proyecto.

La RAE define riesgo como “contingencia o proximidad de un daño”. Casi todas las acepciones tienen que ver con la economía, aunque incluye la de riesgo operativo como “riesgo que sufre una empresa derivado de la posibilidad de fallos en su propio funcionamiento”.

En la norma ISO 31000:2009, se define riesgo como “Efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos”.

Otras organizaciones propias de la gestión de proyectos industriales, como el PMI, definen riesgo como “un suceso o condición incierta que, en caso de ocurrir, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos del proyecto”<sup>1</sup>. En el caso del APM se define como “un suceso o conjunto de circunstancias inciertas que, en caso de ocurrir, tendrán un efecto sobre el logro de los objetivos del proyecto”<sup>2</sup>.

De estas definiciones del mundo de la ingeniería, se extraen dos conclusiones:

No todos los riesgos tienen un efecto negativo, existen riesgos que pueden generar efectos positivos, por lo que aparece el concepto de oportunidades.

El riesgo es incierto, es decir, existe cierta probabilidad de que ocurra, no es algo seguro.

El concepto de riesgos se puede utilizar indistintamente para situaciones que pueden aportar mejoras para el desarrollo del proyecto, para los cuales se puede utilizar también el concepto de oportunidades, como para situaciones que pueden generar problemas para el desarrollo del proyecto, para los cuales se utiliza también el concepto de amenazas. Estos términos no son universales en todos los estudios realizados sobre

---

<sup>1</sup> PMI Practice Standard for Project Risk Management, define riesgo como “Project risk is an uncertain event that, if it occurs, has a positive or negative effect on project’s objectives”

<sup>2</sup> APM 1997 “an uncertain event or set of circumstances that, should it occur, will have an effect on the achievement of the project’s objectives”



la materia, ya que en muchos de ellos se utilizan los conceptos de riesgos exclusivamente para situaciones negativas, y oportunidades para situaciones positivas.

La dirección de proyectos se define como “el proceso de conducción del esfuerzo organizativo, en el sentido de liderazgo para lograr los objetivos del proyecto” [23], o siguiendo la definición de PMBOK, “el arte de dirigir y coordinar los recursos humanos y materiales a lo largo del ciclo de vida del proyecto, mediante el uso de las actuales técnicas de management, para conseguir los objetivos prefijados de alcance, coste, plazo, calidad y satisfacción de los participantes o partes interesadas en el proyecto”.

Dentro de este esfuerzo por conseguir el éxito, es imprescindible conocer qué puede ir mal, cuáles son los retos del proyecto y a qué riesgos se puede enfrentar.

De aquí nace la gestión de riesgos como una disciplina dentro de la dirección de proyectos. La ISO 31000:2009 define la gestión de riesgos como “actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo al riesgo” [2]. El PMI es más preciso en su definición al indicar que “la gestión de riesgos de un proyecto incluye los procesos relacionados con la planificación, identificación, análisis, respuestas y control de los riesgos en un proyecto. El objetivo de la gestión de riesgos en un proyecto es incrementar las probabilidades e impacto de los sucesos positivos y disminuir la probabilidad e impacto de los sucesos negativos para los objetivos del proyecto” [44].

Dentro del proceso de gestión de riesgos, una de las principales tareas, es definir cómo actuar frente a un determinado riesgo, qué tipo de respuesta se debe dar. Las respuestas se pueden clasificar en:

- Evitar el riesgo
- Aceptar el riesgo
- Actuar para mitigar el riesgo o amplificar la oportunidad
- Transferir el riesgo a otro participante del proyecto

- Compartir el riesgo con otro participante

En algunas ocasiones, se pueden aportar soluciones como combinación de las anteriores, o planes que incluyen varios tipos de soluciones en función de la evolución del riesgo. También se debe tener en cuenta que el riesgo nulo es casi imposible, es decir, no se puede pretender evitar a anular todos los riesgos de un proyecto.

Para concluir este resumen de los conceptos más básicos sobre la gestión de riesgos, es interesante aportar la definición de Hubbard [25], que resume el propósito de todo el proceso de análisis y gestión de riesgos como “saber cómo correr riesgos”<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Hubbard utiliza la expresión “Being smart about taking chances”

## **2.2. LOS PROYECTOS INTERNACIONALES**

Durante los últimos años, se ha producido un proceso de internalización o globalización de la economía de la que no ha escapado el diseño y ejecución de proyectos industriales.

Los entornos habituales de ejecución de proyectos para las compañías europeas se han reducido o simplemente han desaparecido. El mercado europeo lleva más de 7 años en una paralización casi completa.

Las grandes empresas desarrollan los proyectos en nuevos países con entornos más complejos, con socios internacionales, con clientes nuevos, con proveedores y subcontratistas con los que no se tiene experiencia previa. Todo esto obliga a realizar actividades nuevas, en las que las experiencias anteriores no son siempre válidas.

Estos entornos requieren de una aproximación más sistematizada hacia la gestión de riesgos. Las experiencias de los directivos en trabajos previos no son siempre aplicables a estos nuevos entornos. Confiar únicamente en la experiencia de los gestores en proyectos previos, no es garantía de éxito.

### **2.3. COMPAÑÍAS PARTICIPANTES**

En los proyectos internacionales, las empresas se encuentran con grandes diferencias respecto a los trabajos que habían desempeñado en el pasado.

Una gran diferencia proviene de las partes interesadas, es decir de las “personas u organizaciones que pueden afectar, ser afectadas, o percibir que pueden ser afectadas por una decisión o actividad” [2]. Dentro de las partes interesadas, se encuentran las compañías que participan en el desarrollo del proyecto, los participantes en dicho proceso.

#### **Los promotores**

Los promotores o clientes suelen ser nuevos para las empresas, con la incertidumbre que esto genera en cuanto a su manera de gestionar un proyecto, hacer cumplir las especificaciones del mismo, aplicar penalizaciones, pagar lo estipulado en el tiempo adecuado, etc. A esto se une que aparecen diferentes tipos de clientes, tales como:

- Empresas nacionales, estatales en su totalidad, o en la mayoría. Se trata de empresas altamente burocratizadas, con sistemas de toma de decisiones muy variadas, pero en general lentos y complejos. En países con problemas relacionados con la corrupción, la toma de decisiones puede demorarse debido a la incapacidad de los interlocutores de aceptar cualquier modificación, por mínima o intrascendente que pueda parecer, por el temor de estar favoreciendo a la empresa de ingeniería, al contratista, o a cualquier otra parte involucrada en el proyecto.
- Multinacionales internacionales, que deciden invertir en un tercer país. Abordan su desembarco con tantas o más incertidumbres que una ingeniería o contratista. Temen las influencias políticas que afecten a la normativa. Su perfil puede cambiar mucho, pero es habitual encontrar un perfil muy agresivo, basado en el corto plazo originado por directivos expatriados que desempeñan sus funciones con una fecha de caducidad preestablecida. El enfoque tradicional de buscar una relación de largo

plazo, un producto de calidad para tener una vida de operación de la planta fiable, se diluyen en un objetivo diferente: obtener un beneficio a corto plazo.

- Inversores privados no familiarizados con los negocios de ingeniería y construcción. Las posibles rentabilidades hacen aparecer nuevos inversores que tratan de establecerse en el país a través de nuevos negocios industriales. Las incertidumbres y agresividad del caso anterior se multiplican. Sus objetivos son claramente cortoplacistas: en muchos casos, no vislumbran su inversión más allá del desarrollo de la planta, algún año de operación y venta a una gran empresa local o internacional.

### **Proyectos financiados**

En el pasado, las grandes empresas, estatales o privadas, abordaban sus proyectos con una mezcla de recursos propios y financiados. Los desarrollos correspondían con políticas de inversión a largo plazo, muchas veces sustentadas por entornos político-económicos estables que favorecían la fiabilidad de la inversión.

Actualmente, especialmente en el caso de promotores privados, éstos requieren abordar el proyecto con un alto porcentaje de financiación externa. Aparece por lo tanto una nueva figura en el complejo entorno de ejecución de proyectos: los bancos que financian el proyecto. Estos bancos han prestado un alto porcentaje de la inversión inicial al promotor (la cifra del 80% es habitual) y como es lógico elaboran sistemas de control sobre los participantes con el objetivo de que el proyecto se realiza en tiempo y calidad adecuados. Este nuevo participante suele ir acompañado de consultores externos (normalmente empresas de ingeniería) que participan en las fases de concepción y ejecución de proyecto de una manera activa.

Los bancos y sus consultores no son un elemento negativo para un proyecto en sí mismos, pero producen unos cambios en la manera de concebir los contratos y la gestión de los mismos, que en ocasiones producen importantes consecuencias en el desarrollo de los mismos.

### **Los socios**

Es frecuente abordar la entrada en un país tratando de encontrar la asociación con una empresa local o con una empresa internacional con experiencia en ese mercado; es decir, tener un socio.

La asociación con otra empresa genera una fuente de incertidumbres alta relacionada con temas como:

- Objetivos finales de las dos compañías
- Sistemas de trabajo, no siempre comunes entre las dos empresas.
- Selección de empresas colaboradoras, ya sea vendedores o contratistas.
- Gestión del riesgo. La valoración del riesgo asociado a determinadas decisiones puede ser diferente, lo que puede generar conflictos importantes.

Todas estas diferencias son fuentes de incertidumbre de riesgos para la realización prevista del proyecto.

### **Los proveedores y subcontratistas**

Los colaboradores, ya sea vendedores o subcontratistas, son diferentes en los nuevos mercados. Su fiabilidad en la manera de ofrecer un producto o un servicio adecuado, su capacidad de presión en momentos difíciles, su acceso al cliente final, requieren de una estrategia diferente a la habitual, es decir de una gestión de la incertidumbre.

### **Autoridades**

Las autoridades y organismos locales del país son otro protagonista. En todos los países existen normativas que se deben cumplir y estas son muy diferentes de un país a otro. El conocimiento de estas normativas y la manera en la que se deben aplicar es otra fuente de incertidumbre importante.

La gestión de los permisos se ha convertido en un protagonista de los proyectos en sí mismo. El tipo y cantidad de permisos varía mucho de un país a otro: los permisos medioambientales se centran en parámetros completamente diferentes; los permisos constructivos requieren de medidas de lo más variado, etc.

La complejidad asociada a la preparación de la documentación requerida, la identificación de los plazos legales de tramitación y la interlocución con las administraciones competentes; se han convertido en una de las claves para el éxito de un proyecto internacional.

## **2.4. RESULTADOS ACTUALES**

En estos entornos cada día más complicados, aparecen de manera continuada noticias de empresas que pierden cantidades ingentes de dinero en proyectos, desviaciones en los plazos de ejecución de años, ejecuciones de avales, conflictos que terminan en arbitrajes o en juicios y en el último extremo empresas que quiebran.

El mayor contratista general de Europa, Saipem, en la primera mitad del año 2013, informó a los mercados de valores en los que cotiza, de posibles pérdidas en el entorno de los 300 a 350 millones de euros, motivadas por los problemas en la ejecución en varios proyectos en México, Canadá y Argelia. En los anuncios se mencionan problemas de ejecución en los dos contratos americanos y la imposibilidad de acordar los cambios con el cliente y de recuperar el retraso en el proyecto de Argelia.<sup>4</sup>

Samsung Engineering and Construction, filial del gigante empresarial surcoreano, se dedicaba a la construcción de plantas llave en mano, especialmente en los negocios de energía y petroquímica. Informó a los mercados de inversión de pérdidas millonarias en el año 2013 (1,03 billones de won, cerca de mil millones de euros), debido a los problemas de ejecución en regiones en las que contaba con menor experiencia de ejecución; como Estados Unidos y áreas del Golfo Pérsico. En otoño de 2014 fue absorbida por otra filial del gigante, Samsung Heavy, que se encontraba en una mejor situación financiera<sup>5</sup>.

Las dos compañías mencionadas como ejemplos son gigantes contratistas generales con capacidad técnica y de ejecución suficiente para conseguir ejecutar con éxito

---

<sup>4</sup> Información publicada en [www.ft.com](http://www.ft.com) y [www.forbes.com](http://www.forbes.com)

<sup>5</sup> Información publicada en [www.ibtimes.com](http://www.ibtimes.com)



proyectos de gran tamaño y de gran complejidad técnica. Además están respaldados por grandes compañías (Eni y Samsung), lo que les permite tener una capacidad y salud financiera extraordinaria. Sin embargo, fracasaron. La pregunta que se plantea es qué se puede hacer para evitar llegar a estas situaciones extremas. La respuesta está en aplicar mejoras en los sistemas de gestión y de control; especialmente en lo que se refiere a la gestión de riesgos.

## **2.5. SISTEMAS DE CONTROL DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO. LA DIRECCIÓN DE PROYECTO**

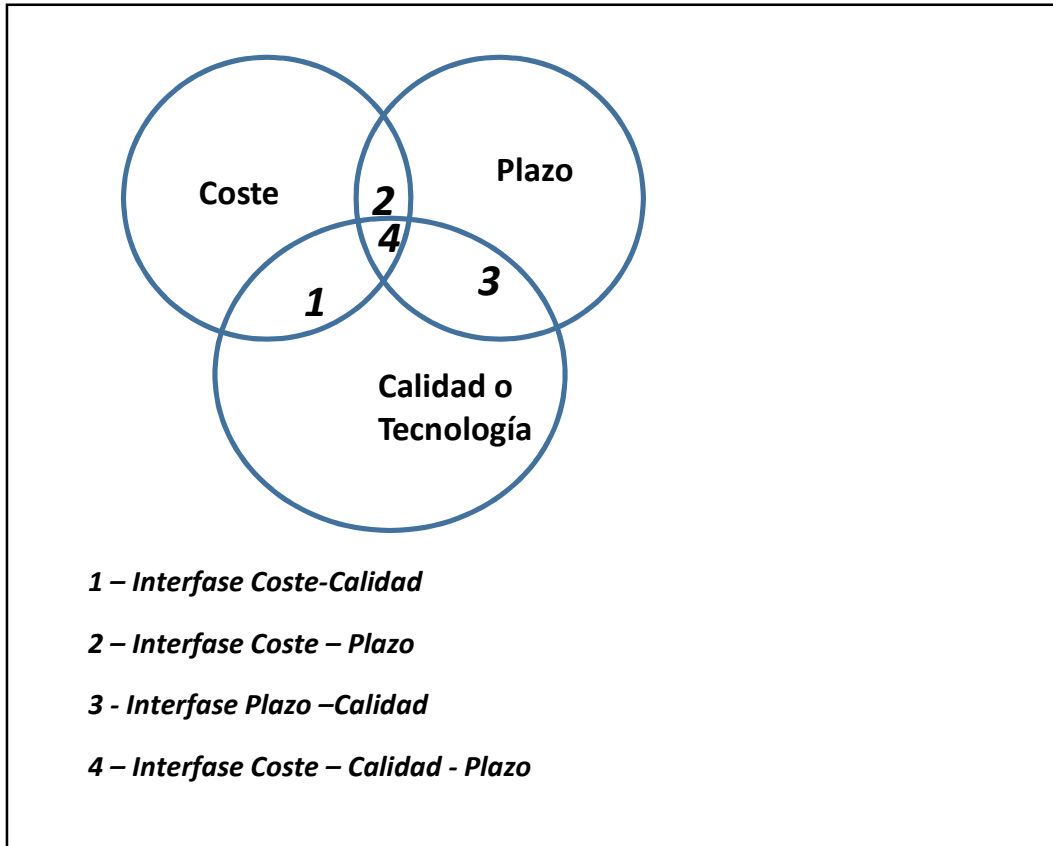
En primer lugar es importante definir qué se entiende por dirección de proyectos.

La dirección de proyectos se define como “el proceso de conducción del esfuerzo organizativo, en el sentido de liderazgo para lograr los objetivos del proyecto” [23], o siguiendo la definición de PMBOK, “el arte de dirigir y coordinar los recursos humanos y materiales a lo largo del ciclo de vida del proyecto, mediante el uso de las actuales técnicas de management, para conseguir los objetivos prefijados de alcance, coste, plazo, calidad y satisfacción de los participantes o partes interesadas en el proyecto”.

Las dos definiciones de dirección de proyectos incluyen dos conceptos comunes: el concepto de liderazgo, el concepto de conducción de una serie de recursos. Se define una ruta y se lidera a un equipo a lo largo de esa ruta. El segundo concepto es hacia donde lleva esa ruta, cuál es el camino al que conduce: ese camino queda definido por los objetivos del proyecto.

Es decir, en la dirección de proyectos, se define un camino, un plan al que se dota de recursos para conseguir unos objetivos, los objetivos del proyecto.

La definición de los objetivos de un proyecto se resume tradicionalmente a partir de tres variables: calidad o tecnología, coste y plazo.



*Figura 2.1. Sistema de objetivos del Proyecto (Fuente: Dirección Integrada de Proyecto, Rafael de Heredia)*

Los tres objetivos del proyecto forman un sistema interrelacionado, en el cual cualquier modificación en algunos de ellos, produce un impacto en los otros dos objetivos.

En los últimos años, la seguridad se ha incorporado como un cuarto objetivo del proyecto.

Estos tres objetivos, y el objetivo de la seguridad, siempre han sido las variables que un directivo o un gestor han perseguido en el desarrollo de un proyecto. Siempre ha buscado cumplir con los requisitos de alcance, de tecnología; siempre ha buscado cumplir con los presupuestos económicos, de hecho ha sido la principal variable de evaluación de su gestión; siempre ha buscado cumplir con el plazo. Además, la seguridad siempre ha estado presente, afortunadamente con mucho más importancia desde hace apenas unos años.

Lo que ha variado a lo largo de la historia es los sistemas de gestión relacionados con cada uno de estos objetivos, y su capacidad de integración en el proceso de dirección de un proyecto o una compañía.

### **2.5.1. DEFINICIÓN DE PRESUPUESTO Y CONTROL DE COSTES**

El cumplimiento con el presupuesto económico siempre ha sido el principal objetivo de un gestor o de un directivo de la mayoría de las organizaciones.

La gestión y dirección de proyectos también mantienen ese objetivo de conseguir que el proyecto se desarrolle dentro de un presupuesto previsto o asignado. Cualquier organización privada, pública, no gubernamental debe elaborar un presupuesto económico para el desarrollo de un proyecto. Al finalizar el proyecto, cualquier organización compara los gastos que ha tenido con su previsión inicial, con su presupuesto inicial. Dependiendo del tipo de organización, el grado de atención que da al cumplimiento con este objetivo será mayor o menor, pero siempre existe.

Los sistemas para realizar este análisis, seguimiento y control de los gastos del proyecto pueden ir desde modelos sencillos a modelos sumamente sofisticados. Los más sencillos se reducirán a un análisis contable de los gastos incurridos y una comparación con el presupuesto inicial; a lo que añadirán un análisis de las desviaciones más significativas.

Los más complejos utilizan modelos en los que se desagregan todas las actividades de un proyecto a través de una estructura de desagregación de actividades (WBS – work breakdown structure), al que luego se asignan costes (CBS - cost breakdown structure). Las previsiones y seguimiento de los costes de cada una de esas n partidas que provienen de n actividades puede ser sencilla o extremadamente compleja; incluyendo modelos probabilísticos.

Al combinar la estructura de desagregación de actividades y de costes se consigue tener un grado de detalle sobre la evolución de las actividades y costes, así como las previsiones de costes hasta la terminación de los trabajos.

Para establecer el presupuesto del proyecto, se dispone de información limitada, por lo que los valores asignados a cada ítem podrán obtenerse de la combinación de dos esfuerzos.

El primero es el esfuerzo por la definición completa del alcance total de los trabajos, es decir, por disponer de una estructura de costes que incluya todos los costes que es posible incurrir en la ejecución de los trabajos. Esto se lleva a cabo a través de la preparación de una estructura de desagregación de costes (CBS) en la que, con mayor o menor grado de detalle, deben aparecer todas las actividades, equipos y trabajos de construcción necesarios para llevar a cabo el proyecto.

La exactitud de dicha estructura dependerá del grado de conocimiento y definición del proyecto. Al inicio de un proyecto el grado de desarrollo del mismo es muy limitado. Por lo tanto, esta estructura de costes se desarrollará a partir de: definición de equipos y materiales ya desarrollados por la ingeniería previa, estimación de los equipos o materiales restantes a partir de casos de plantas similares o de estimaciones, definición de las cantidades necesarias para realizar la construcción a través de métodos pre acordados o de estimación de cantidades. También es necesario aportar la estimación relacionada con el desarrollo de los servicios en todas las fases del proyecto; ingeniería, aprovisionamiento, construcción, puesta en marcha, operación, etc.

Es decir, se debe definir el alcance del proyecto en función de una cantidad de información limitada. Existe una incertidumbre que será tanto mayor como sea el grado de desconocimiento del proyecto.

Además de realizar un esfuerzo por definir el alcance global de todas las actividades, se debe realizar un esfuerzo por definir cuánto cuestan estas actividades. En este caso, el grado de conocimiento también es limitado con lo que los costes previstos de cada ítem se podrán deducir a partir de: acuerdos previos con empresas que proveen servicios o materiales (acuerdos previos al contrato o acuerdos marco), ofertas de proveedores para determinados suministros o trabajos de construcción, ofertas para realizar trabajos basados en precios unitarios, estimaciones basadas en experiencias anteriores, etc.

Es decir, en la preparación de un presupuesto es inherente la existencia de una incertidumbre técnica ya que el presupuesto se desarrolla en la mayoría de los casos sin disponer toda la información requerida.

Además, existen riesgos asociados directamente a la composición de los costes que escapan a la pura definición técnica. Aspectos como los incrementos de materias primas, los incrementos de precios en un determinado mercado, los riesgos asociados al cambio de divisas, los costes de financiación, etc. son variables que escapan al puro contenido técnico del proyecto pero que generan costes en el desarrollo.

Así es habitual definir el grado de exactitud de un presupuesto en función el momento en el que se desarrolla como de diferentes clase [28]

- Clase 5, por factor capacidad de planta, realizado en función de la capacidad de la Planta, estimado frente a plantas similares, exactitud de -30%/+50%
- Clase 4, por factor tamaño de equipos, realizado en función de los anteriores, exactitud de -20%/+40%.
- Clase 3, estimación para presupuesto, semidetallada, exactitud de -15%/+30%
- Clase 2, estimación para control, en fase desarrollo, exactitud de -10%/+15%
- Clase 1, con el desarrollo de la ingeniería de detalle y trabajos de construcción, exactitud de -5%/+10%

En el campo de las estimaciones y el control de costes, esta incertidumbre se desarrolla a partir de dos conceptos, los allowances y las contingencias.

Se entiende por allowance las previsiones que tienen que realizar los técnicos en cuanto a información de la que no disponen pero que saben que puede ocasionar cantidades adicionales de materiales o requisitos técnicos adicionales. Los técnicos pueden medir lo que ven, pero saben que hay otros requisitos que tienen que evaluar [28]. Tiene que incluir coeficientes de mayoración en base a su experiencia previa.

Los orígenes de estos allowances más habituales son:

- En los equipos de proceso, valores relacionados con requisitos adicionales u opcionales que pueden ser requeridos (si se dispone de ofertas de ese equipo).
- En las cantidades de obra civil, se deben aplicar factores de mayoración para tener en cuenta estructuras secundarias, para cubrir sobranes de ejecución, para cubrir sobranes de almacén, etc.
- En las cantidades de estructuras, se deben aplicar factores de mayoración para tener en cuenta estructuras secundarias, cartelas y elementos para la realización de los nudos, sobranes de almacén, etc.
- En el campo del diseño de tuberías, es quizá donde se encuentran mayor cantidad de razones: se debe tener en cuenta tubería pequeña no estimada, soportes de tubería, sobranes de material, etc.
- En el campo de la construcción, se deben tener en cuenta los criterios de mayoración empleados en la estimación de las cantidades de los puntos anteriores.

El otro concepto es la contingencia, es decir aquello que no ha podido ser evaluado. Para los servicios, deben cubrir los retrasos estadísticos que se producen en el desarrollo de las actividades. En los suministros, depende del conocimiento de cada tipo de equipo y las experiencias previas. Finalmente la contingencia de construcción es la más elevada; debe cubrir posibles acostes asociados a reclamaciones de subcontratistas (por retrasos, por interferencia, por falta de material, etc.), trabajos adicionales por cambios de diseño

o por modificaciones en campo y planes de aceleración que sean necesarios para cubrir con los plazos previstos.

Las herramientas de control de costes siempre han sido parte fundamental en el proceso de gestión y de dirección de un proyecto. El conseguir ejecutar el proyecto por debajo del presupuesto establecido ha sido siempre una de las prioridades de cualquier gestor o directivo de empresa privada.

### **2.5.2. DESARROLLO DE PLANIFICACIÓN Y SISTEMAS DE SEGUIMIENTO**

El cumplimiento con el plazo del proyecto también ha sido un objetivo importante para los gestores y directivos de las empresas. Su importancia sin embargo no ha sido siempre la misma. En tiempos, la duración de los proyectos no solo estaba vinculada al tiempo necesario para su ejecución, sino a la disponibilidad de fondos para llevarlo a cabo.

Desde el momento en que se aplican criterios económicos financieros en la evaluación de una inversión, momento en el cual aparece el concepto de coste del dinero, el concepto de plazo de ejecución se convierte en primordial. La duración de la ejecución de un proyecto, el tiempo requerido entre disposición de capital inicial y operación comercial es una variable crítica en la evaluación de una inversión. La rentabilidad de dicha inversión es sumamente sensible a variaciones en dicho plazo.

Por lo tanto, gestores y directivos mantienen un punto de atención extraordinario sobre el cumplimiento del plazo de un proyecto.

Las herramientas han ayudado mucho en este aspecto. La aparición del PERT en los años 50 del siglo pasado, en el marco del proyecto de desarrollo de misiles Polaris supone un hito dentro de la planificación. El PERT desagrega las actividades de un proyecto en una red de actividades con relaciones, en el cual las duraciones de las mismas se pueden establecer mediante estimaciones probabilísticas. A partir de estas redes de actividades, se puede establecer la duración prevista del proyecto e identificar su camino crítico.



El desarrollo del PERT junto a otros sistemas tales como el CPM (Critical Path Method) y el GERT (Graphic Evaluation and Review Technique), en el que se incluye el análisis mediante árboles de decisión, fueron ampliando las capacidades de los sistemas de planificación.

En la planificación se trabaja con “actividades” [31], tanto reales, como ficticias y de espera. La duración de estas actividades se estima en función de la duración que se ha conseguido en proyectos anteriores. También se definen relaciones de dependencia, que definen qué actividades deben ser completadas total o parcialmente antes de poder acometer una determinada actividad. Se definen [31] restricciones físicas, de seguridad, de recursos de equipo, de mano de obra, administrativas. La existencia y el funcionamiento de estas relaciones de dependencia se calculan en función de la secuencia lógica de un proyecto y en función de la experiencia en obras anteriores.

La red se concibe pues como un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí que dan lugar a una red, a varios caminos de actividades necesarios para llevar a cabo un proyecto.

Tanto para las actividades como para las relaciones de dependencia, se trabaja con supuestos, con estimaciones. Entonces, al tratarse de estimaciones, está sujeto a una subjetividad evidente. [21] ya definía hasta qué punto podían afectar esas subjetividades y los márgenes que toman los ingenieros en la planificación de un proyecto.

Hoy en día, los sistemas de planificación se han convertido en una herramienta sistemática para evaluar la duración del proyecto y medir y controlar el progreso para identificar cualquier cambio en el desarrollo del mismo. Además, se han convertido en una herramienta integrada en los procesos de dirección de los proyectos y en los procesos de dirección de las compañías. Al analizar cualquier problema, cualquier incertidumbre relacionada con el proyecto, se tiene en cuenta los resultados de los análisis de los efectos que este tiene en la planificación del proyecto.

### **2.5.3. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

Un proyecto industrial se realiza siempre con un objetivo técnico definido, la planta industrial se debe diseñar para conseguir que produzca una serie de productos con una calidad determinada y mediante el uso de una serie de materias primas y consumibles determinados.

El cumplimiento del objetivo de calidad, de alcance es una condición necesaria para que el proyecto sea exitoso. En la fase de definición conceptual del proyecto, se han realizado los análisis de mercado, los análisis de viabilidad técnica y sobre todo la viabilidad económica y financiera del proyecto, basado en la capacidad de la planta produce una cantidad determinada de productos con una calidad y con unos consumos de materias primas, auxiliares y consumibles definidos. El análisis de la rentabilidad de la planta industrial está basada en el cumplimiento de dichos parámetros. Cualquier modificación en los mismos, produce cambios en el modelo de negocio considerado para la planta industrial.

Además del cumplimiento básico de las condiciones de diseño de la planta industrial, el promotor ha considerado que la planta debe tener unos requisitos de calidad tales que le han permitido definir los aspectos relacionados con la operación de la misma durante su vida útil. El primer aspecto es la fiabilidad de la instalación; la planta ha de ser diseñada para operar un determinado número de horas, en un régimen establecido (continuo, paradas regulares, paradas diarias, etc.) y con un número de paradas no planificadas. El desarrollo de proyecto debe permitir que se alcancen estos objetivos, algo que solo es posible utilizando criterios de diseño básicos de proceso que permitan obtener esa fiabilidad; tales como el uso de equipos redundantes, sistemas de by-pass operativos, sistemas de control redundantes, etc. También se deben utilizar sistemas que aseguren que los equipos y materiales están diseñados y contruidos para cumplir con las previsiones de uso; tanto en horas anuales, como en el funcionamiento; sea éste continuo o discontinuo. Se debe asegurar la calidad de los equipos y componentes.

El proceso de operación requiere también un sistema de mantenimiento adecuado. Este depende de las características de los equipos y componentes, pero también del diseño básico de la instalación, que debe dotar a la planta de los espacios adecuados para realizar el mantenimiento, de los elementos auxiliares para su desarrollo (grúas, polipastos, etc.) y permitir que los operarios accedan es seguridad a desarrollar dicho trabajo.

En conclusión, la calidad de la planta depende del cumplimiento con los parámetros de diseño considerados en la definición del proyecto, pero también dependen del grado de calidad de la ingeniería de detalle y de los materiales y componentes utilizados en el mismo.

El aseguramiento de la calidad, desde el punto de vista planteado en los puntos anteriores, siempre ha sido uno de los objetivos de los gestores y directivos de los proyectos y empresas. Los sistemas para su desarrollo estuvieron centrados en el control de calidad. Es decir, se trataba de sistemas de verificación de la calidad, de comprobación del cumplimiento con unas variables determinadas y predefinidas.

No es hasta los años 70 del siglo pasado, cuando se empiezan a desarrollar sistemas para asegurar los procesos de trabajo, cuando se empieza a enfocar el aseguramiento de la calidad como un sistema de gestión en sí mismo.

En los años 80, la edición de la primera versión de la norma ISO 9001:1987 supone el paso definitivo para la adopción de sistemas de gestión de calidad en las empresas y en el desarrollo de los proyectos.

Desde entonces, el uso de sistemas de gestión basados en el ISO 9001, en sus diversas versiones hasta la actual ISO 9001:2015; han permitido disponer de herramientas de gestión para asegurar la calidad en el desarrollo de los proyectos de ingeniería.

En los últimos años se ha trabajado en la definición de indicadores de calidad, PQI (Performance Quality Indicators) para evaluar la evolución de los parámetros de calidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Todas estas herramientas son una de las bases de los sistemas de la gestión y la dirección de proyectos y en la dirección de las compañías.

#### **2.5.4. LA SEGURIDAD EN EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN**

Hace apenas treinta años, cuando se hablaba de seguridad, se pensaba únicamente en la seguridad durante la construcción, y esta disciplina era una disciplina aislada dentro de las disciplinas de dirección y gestión de proyectos, incluyendo la dirección de la construcción. Sobre la seguridad en el diseño, apenas se mencionaba, se daba como algo que formaba parte del proceso de la ingeniería de procesos y de las buenas prácticas de la ingeniería de detalle.

La seguridad en la construcción es desde hace veinte años la primera prioridad cuando se abordan los resultados de una compañía de ingeniería o un contratista general. El disponer de registros sólidos y bajos de siniestralidad en las obras es una condición necesaria para poder acceder a cualquier proyecto de prestigio en el campo industrial.

Esto se consigue mediante el uso de procedimientos con la aplicación de sistemas para a gestión de la seguridad, como el OHSAS 18001, el más empleado en la actualidad, pero sobre todo con una estrategia de las compañías, en las que desde la dirección de las mismas, se transmite que la seguridad es una obligación de todos y cada una de las personas que trabaja en un proyecto. La seguridad ha dejado de ser algo de lo que solo se ocupan los Responsables de seguridad de una organización, para pasar a ser una prioridad de todos los participantes.

Dentro de esta gestión, la seguridad en las obras ha pasado a ser el eje sobre el que se organizan los trabajos. Los métodos de trabajo, los procedimientos de trabajo, la organización de la obra y de las tareas de la obra a través de la gestión de permisos llevan a la seguridad al eje de la producción y la planificación de las obras.

Esto permite que la gestión de la seguridad en obra sea una herramienta más en la gestión y dirección de proyectos, y en la dirección de las compañías de ingeniería, contratistas y constructores.

La seguridad en la construcción dispone de elementos de métrica aceptados internacionalmente. Los más comunes son los siguientes:

Índice de Frecuencia (IF): número de accidentes con baja por cada millón de horas hombre trabajadas.

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja} \times 1.000.000}{\text{Horas trabajadas}}$$

Índice de gravedad (IG); número de días de baja por cada mil horas trabajadas.

$$IG = \frac{N^{\circ} \text{ de días de baja} \times 1.000}{\text{Horas trabajadas}}$$

Lost Time Incident Rate (LTIR): Número de accidentes con baja por cada 200.000 horas trabajadas.

$$LTIR = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja} \times 200.000}{\text{Horas trabajadas}}$$

Total Recordable Incident Rate (TRIR): número de casos registrados por cada 200.000 horas trabajadas. Los casos registrados incluyen accidentes con fallecidos, accidentes con bajas médicas, accidentes que producen casos de restricciones de trabajo, accidentes que produce casos de tratamiento médico.

$$TRIR = \frac{N^{\circ} \text{ de casos registrados} \times 200.000}{\text{Horas trabajadas}}$$

Todas las compañías tienen valores objetivo de seguridad en su resultado sobre seguridad en la construcción, y la mejora año a año en estos valores es la primera prioridad.

La seguridad en el diseño también ha evolucionado en los últimos veinte años. Esta disciplina se ocupa de asegurar que las instalaciones diseñadas son seguras durante la operación y el mantenimiento. El análisis se realiza desde el punto de vista de la operación, es decir, asegurando que la instalación dispone de sistemas de control y de seguridad que permiten que la instalación opere de manera segura, y que sobre todo, ante eventuales fallos de equipos y componentes, se dispone de suficientes elementos de control y seguridad que permiten que ésta bien se mantenga operando de manera segura, bien pase a una parada controlada, manteniendo los parámetros de operación dentro de los rasgos de seguridad requeridos. Los estudios Hazop analizan el comportamiento de los elementos que conforman el proceso, válvulas, by-passes, válvulas de seguridad, revisado cada elemento de control y seguridad para verificar que ante cualquier fallo, la instalación no va a correr riesgos. El análisis SIL de los lazos de control permite analizar los lazos de control para verificar que se dispone de las redundancias necesarias para evitar que posibles errores en los elementos de medida, control o en el propio sistema de control, puedan llevar a la planta a una operación no segura, o a un disparo no controlado.

Estos sistemas de aseguramiento de la seguridad en el diseño están hoy integrados en el propio proceso de diseño de las plantas industriales. Es decir, estos sistemas y procedimientos están integrados con aquellos en los cuales se persigue el asegurar el cumplimiento del objetivo calidad (o alcance) en un proyecto industrial.

El desarrollo actual tiene hoy dos retos en materia de seguridad que requiere de una atención que los actuales sistemas no otorgan en la medida que deberían.

El primero es conseguir que el diseño tenga en cuenta que las instalaciones se pueden construir y montar de manera segura. Se trata de realizar verificaciones durante la fase

de diseño que permitan comprobar que las instalaciones diseñadas se pueden construir y esa construcción se puede hacer de manera segura.

En los últimos años, se ha evolucionado en las técnicas para verificar la constructabilidad de la planta; es decir, la verificación de que las instalaciones diseñadas permiten desarrollar secuencias de construcciones posibles, sencillas y por tanto, seguras. Falta dar un paso más, analizar los riesgos asociados a esas secuencias de construcción, análisis de los riesgos que permitan establecer que es seguro construir lo diseñado.

El segundo tiene que ver con el diseño y los cálculos de las instalaciones auxiliares requeridas para realizar la construcción (una cimbra para soportar el encofrado de una losa de un edificio, o un andamio para acceder a un rack de tuberías durante el montaje de las mismas). Si bien los trabajos de comprobación de seguridad han permitido que sea necesario realizarlos cálculos justificativos adecuados, utilizar materiales y equipos certificados; es un campo en el que el análisis de riesgos tiene posibilidades de mejora.

## **2.6. EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA**

### **2.6.1. LAS PRIMERAS GRANDES CONSTRUCCIONES Y OBRAS PÚBLICAS**

Desde el principio de las sociedades civilizadas, ha habido grandes obras públicas y siempre han estado sometidas a incertidumbres, a sucesos que podían modificar su posible éxito.

Los gestores y los responsables de estas obras buscaban el éxito del proyecto, que se pudiera ejecutar en el plazo previsto, y dentro del presupuesto; y que tuviera el resultado técnico previsto. Dentro de sus tareas directivas, tenían en cuenta los riesgos del proyecto, dentro de sus análisis, eran conscientes de los sucesos que podían trastocar los planes del proyecto, y trabajaban para evitarlos.

Durante muchos años, esta gestión de riesgos no fue una disciplina como tal, se trabajaba para mitigar los riesgos, pero sin considerar la gestión de riesgos como un área de trabajo independiente.

A partir del siglo XVIII, se desarrolla la estadística. Esto permite desarrollar cálculos de probabilidades y evaluar los efectos ante determinadas hipótesis. El desarrollo de la estadística y de los riesgos se comienza a asociar a la industria, pero desde dos puntos de vista: el bancario o financiero; y el de los seguros. El análisis de los riesgos puramente operativos no existe.

### **2.6.2. APARICIÓN DE SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN**

A partir de los años 50 del siglo pasado, comienza una nueva etapa, entre otras razones por el desarrollo de los primeros computadores, que permiten desarrollar modelos de probabilidad, con cientos o miles casos posibles.

El desarrollo del PERT (Program Evaluation and Review Technique) durante el proyecto del misil Polaris a finales de los años 50 del siglo pasado, se considera el primer caso en el que se elabora un sistema para evaluar la incertidumbre en la ejecución de un proyecto [7]. Estas técnicas junto con las CPM (Critical Path Method) comienzan a



elaborar planes descomponiendo actividades, asignando duraciones probabilísticas a su duración y creando relaciones lógicas entre ellas.

En los años 60 y 70 del siglo pasado se mejoran todos estos modelos y aparecen otros como el GERT (Graphic Evaluation and Review Technique) en el que se utilizan árboles de decisión.

Estos sistemas de planificación se convierten en la primera herramientas sistematizada para evaluar, medir y controlar las incertidumbres de un proyecto, al menos en una de sus variables clave; el plazo.

Los proyectos de las plataformas petrolíferas del mar del Norte se convierten en un campo extraordinario de desarrollo de herramientas para evaluar los riesgos de un proyecto. Se trata de proyectos complejos técnicamente, con riesgos tecnológicos de consecuencias catastróficas y que además se ejecutan en un entorno natural con unas condiciones extremas.

Es en este entorno en el que se comienzan a desarrollar sistemas similares al PERT y al GERT, pero enfocados al cálculo de las contingencias económicas de un proyecto. El SCERT (Synergistic Contingency Planning and Review Technique) [7] elaborado por Ward y la petrolera BP buscaba definir las causas de las que provenía la incertidumbre y el riesgo de un proyecto. Permitía elaborar y evaluar respuestas a riesgos aislados o a la combinación de varios riesgos.

Estos sistemas de gestión de riesgos se fueron mejorando durante los años 80 y 90 del siglo pasado, elaborando modelos específicos para determinados tipos de proyecto, especialmente los relacionados con la exploración de petróleo.

### **2.6.3. PRIMEROS SISTEMAS DE GESTIÓN DE RIESGOS. SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN**

A finales de los años 90 del siglo pasado [7], la asociación de Directores de Proyecto (APM) elabora una guía para la gestión de riesgos, PRAM Guide (Project Risk Analysis and Management).

La guía PRAM, elaborada por un equipo de prestigiosos ingenieros fundamentalmente del Reino Unido, utiliza un sistema de gestión de riesgos en 9 etapas.

En el año 2000, un equipo del PMI desarrolla dentro del PMBOK (Project Management Book of Knowledge) una descripción del proceso de gestión de riesgos.

Por lo tanto, a finales de los años 90, se desarrollan los primeros sistemas de gestión de riesgos por parte de las primeras asociaciones de ingenieros.

En paralelo, desde finales de los años 80, se han desarrollado los sistemas de dirección y gestión integrada de proyecto, en los que a la gestión de disciplinas puramente técnicas en la dirección se añaden otras disciplinas relacionadas con el liderazgo, además de integrar los modelos relacionados con la calidad, costes y planificación.

Se puede resumir que desde hace apenas veinte años existen sistemas de gestión de riesgos desarrollados por las principales asociaciones de ingeniería y construcción.

#### **2.6.4. EVOLUCIÓN DESDE EL AÑO 2000**

Desde finales de los años 90, se han ido desarrollando y sofisticando los estudios realizados por las asociaciones de ingenieros y constructores internacionales.

El Project Management Institute (PMI) ha desarrollado su procedimiento estándar para llevar a cabo la gestión de riesgos. También la Association for Project Management (APM) elaboró la segunda edición de la guía PRAM para el análisis y gestión de riesgos.

Se emite la normativa ISO 31000:2009, Gestión del riesgo. Principios y directrices, cuyo objeto es elaborar una serie de principios de aplicación en la gobernanza de las empresas.

También dentro de la gestión de calidad, con la emisión de la ISO 9001:2015, para el aseguramiento de la calidad, se incluyen procesos relacionados con la gestión de riesgos.

En paralelo, desde finales de los años 80, se han desarrollado los sistemas de dirección y gestión integrada de proyecto, en los que a la gestión de disciplinas puramente técnicas en la dirección se añaden otras disciplinas relacionadas con el liderazgo, además de integrar los modelos relacionados con la calidad, costes y planificación.

El PMBOK incluye referencias a la gestión de riesgos, y desde el año 2013, con la emisión de la ISO 21500:2012, “Directrices para la dirección y gestión de proyectos”, se incluyen procesos de trabajo para incluir la gestión de riesgos.

Sin embargo y a pesar de disponer de sistemas para la gestión de riesgos, y de disponer de sistemas integrados de gestión de proyectos; en la gran mayoría de los casos, la gestión del riesgo no está integrada en los procesos de dirección de los proyectos, ni tampoco en los procesos de dirección de las organizaciones.

## **2.7. LOS PROYECTOS Y LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS EN EL ENTORNO ACTUAL**

El entorno actual ha evolucionado hacia proyectos de mayor complejidad técnica, organizativa y de ejecución.

La dirección de proyectos ha dejado de ser una disciplina de gestión puramente técnica, orientada a asegurar que el desarrollo de los trabajos se realiza de acuerdo con las expectativas tecnológicas acordadas en los contratos. La dirección de proyecto debe tratar aspectos organizativos, de recursos humanos, financieros, legales, fiscales, de relaciones en el entorno cultural, de contratos, relaciones con socios, económicos, cumplimientos de plazo; todo ello en entornos diferentes a aquellos en los que se desenvolvía en el pasado.

Para tratar estos aspectos multidisciplinarios, debe ser capaz de entender la complejidad de las interrelaciones entre ellos.

En la actualidad las direcciones de los grandes proyectos disponen de múltiples herramientas para llevar a cabo su trabajo, la faceta más intuitiva va desapareciendo de las decisiones relacionadas con el coste, el plazo, la calidad o la seguridad. Sin embargo, en cuanto a los riesgos, y a pesar de que existen cada vez más sistemas para identificar y evaluar los riesgos; la dirección de proyectos y la dirección de operaciones mantienen en muchos casos un enfoque basado en la experiencia y en la intuición, ya que todas las herramientas disponibles no terminan de integrarse en los procesos de decisiones.

Es un reto para la ejecución de los grandes proyectos el conseguir que la gestión de riesgos forme parte del análisis diario de acciones de la dirección de proyecto, que forme parte de su estrategia de toma de decisiones, que se utilice la ingente capacidad de generar información, de interrelacionarse con la calidad, seguridad, el coste o el programa, para dotar a la dirección de proyectos y de operaciones de una herramienta clave para buscar el éxito.

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LOS GRANDES PROYECTOS ACTUALES**

En los últimos años, aparecen noticias sobre las adjudicaciones a grandes empresas, en muchas ocasiones españolas, de un gran proyecto industrial: un nueva autopista, una nueva refinería, una terminal de un aeropuerto, una línea de tren de alta velocidad, un edificio singular, un nuevo sistema de metro, una gran central de energía solar.

Hay varias características comunes en todos estos proyectos industriales de diferentes campos y ámbitos de actuación:

- El tamaño: son grandes inversiones, en muchas ocasiones de más de 1000 millones de euros.
- La complejidad, en muchos casos fruto de la anterior. Se trata de instalaciones completas que incluyen muchas disciplinas y especialidades diferentes. Se pueden encontrar autopistas con sofisticados sistemas de control de tráfico o grandes unidades de desalinización de agua que incluyen una planta de producción de energía eléctrica para alimentar dicha planta.
- Internalización. Tradicionalmente, las empresas de ingeniería han trabajado en su país o en los países cercanos a su entorno o en los que tienen influencia tradicionalmente; en el caso de España, en Sudamérica. Hoy en día, no existen límites y se encuentran empresas de cualquier país en cualquier rincón del mundo.
- Los promotores. El concepto de promotor ha cambiado radicalmente. Hasta hace apenas unas décadas, los principales promotores eran los ministerios o las grandes empresas (muchas de ellas públicas), como las petroleras. Hoy en día, la liberalización de muchos sectores ha propiciado que los promotores de estos

grandes proyectos sean muy variados: empresas privadas, consorcios de empresas, pequeños inversores, etc. Esto ha cambiado las reglas del juego.

- La financiación de proyecto. Es cada vez más habitual la ejecución de proyectos bajo el esquema de Project Finance, es decir, en los cuales se basa la obtención de capital tomando como garantía principal el propio proyecto. Esto supone un cambio de esquema importante y la entrada de nuevos participantes
- Los sistemas de ejecución. Se ha pasado de esquemas relativamente sencillos como el desarrollo de la ingeniería por parte de la propiedad con un consultor y la ejecución de la construcción por subcontratas de la propiedad; a esquemas más sofisticados; empezando por el llave en mano, y pasando por contratos de servicios muy variadas. También los promotores han dado el paso de solicitar a los contratistas generales que participen en la financiación del proyecto, o en la operación.
- La complejidad de los sistemas de ejecución y de promotores y del propio proyecto ha hecho que en la ejecución participen empresas asociadas de muy diversas maneras: joint ventures, UTEs, Consorcios, etc. Estas organizaciones donde empresas de varios países ejecutan un proyecto conjuntamente suponen un reto adicional para la ejecución.

Todos estos aspectos de los grandes proyectos industriales, producen que las reglas del juego durante el desarrollo del proyecto industrial hayan cambiado sustancialmente. Además aparecen nuevos participantes, nuevas partes interesadas que se convierten en elementos claves en el éxito del proyecto.

Estas nuevas reglas deben estar acompañadas de cambios en los sistemas de dirección y gestión básicos, incluyendo la manera en que se gestionan los riesgos de un proyecto industrial.

### **3.1. EL TAMAÑO DE LOS GRANDES PROYECTOS ACTUALES**

Los grandes proyectos de ingeniería siempre han existido a lo largo del tiempo. Siempre se ha acometido la ejecución de refinerías, plantas de generación, infraestructuras (aeropuertos, autopistas, etc.), etc.

En el pasado estos proyectos eran casi “proyectos de país”, en el sentido en que dichos proyectos formaban parte de los programas de desarrollo industrial del país. Eran proyectos en los que se asumía que el plazo de desarrollo era muy elevado y la organización compleja.

En los últimos años, estos proyectos han incrementado de tamaño considerablemente. Primero por la entrada de nuevos países con una necesidad de actualizar sus instalaciones y servicios en un periodo muy breve.

En otros casos, determinados países compiten por ser los primeros en disponer de una determinada tecnología, o los que construyen la planta de mayor.

Cuando se combina este tamaño desmesurado con nuevos sistemas de contratación, se observa que la ejecución de estos proyectos solo es accesible para empresas que:

- Dispongan de un tamaño que permita disponer de los recursos propios para abordar proyectos enormes; recursos variados y complejos.
- Dispongan de una solvencia económica-financiera que permita afrontar el proyecto sin el riesgo de quebrar la compañía si este tiene problemas.
- Dispongan de equipos multidisciplinares capaces de llevar a cabo tareas relacionadas con la ingeniería, pero también con las finanzas, impuestos y recursos humanos.
- Dispongan de directivos y gestores capaces de integrar el trabajo y el esfuerzo de equipos y organizaciones diferentes.
- Dispongan de sistemas de control del proyecto que permita analizar en cada momento el estado del proyecto en cuanto al cumplimiento de los objetivos básicos: coste, plazo, calidad y seguridad.

Los gestores y directivos deben tener capacidades técnicas, pero deben disponer también de capacidades para gestionar grandes equipos así como de formación para entender la complejidad e interrelación que existe entre temas relacionados con la aplicación de leyes, la financiación, las técnicas de recursos humanos, los contratos, etc.

Además, deben disponer de sistemas de control y dirección entre los que se encuentren sistemas fiables que permitan identificar y evaluar las amenazas y oportunidades a los que se enfrenta el proyecto.



### **3.2. LA COMPLEJIDAD**

La complejidad se debe entender desde varios aspectos: técnico, financiero, organizativo y de localización de los recursos.

El primero es la complejidad originada por la concurrencia de muchas disciplinas y especialidades técnicas.

Si se toma el ejemplo de un proyecto en el cual la ingeniería civil es la de mayor peso en el proyecto, como por ejemplo, una autopista. Se debe disponer de un equipo que permita diseñar y construir la obra civil asociada a la autopista. A priori, parece sencillo y lineal. Pero la autopista tiene muchos otros sistemas: tiene un sistema de control, tiene un sistema de seguridad, un sistema eléctrico para alimentar los diferentes elementos, un sistema de alumbrado, un sistema de comunicaciones (telefonía, peajes), etc. En esta lista no exhaustiva aparecen especialistas de ingeniería electrónica, ingeniería eléctrica, informática, ingeniería mecánica.

Todas estas especialidades deben desarrollar sus actividades en paralelo, intercambiando información entre ellas. Esto genera unos requisitos de gestión y de control, que en caso de fallar, llevarán al proyecto al más profundo fracaso.

Pero además de todas estas especialidades, en el proyecto también conviven otros especialistas de disciplinas no ingenieriles, como economistas, financieros, abogados, informáticos, etc. Estos especialistas deben desarrollar sus actividades en colaboración e interacción con los diferentes ingenieros mencionados anteriormente.

Esta interrelación y colaboración se debe desarrollar a lo largo de todo el proyecto; no sólo en la etapa de diseño, también durante las etapas previas al comienzo del proyecto (propuesta), en la etapa de adquisición de los equipos y componentes, y lo más importante y complejo; en la etapa de construcción y puesta en marcha del proyecto.

Al final, se trata de un entorno multidisciplinar con un gran contenido tecnológico y especializado en el que se debe asegurar la interrelación entre todos los participantes.

A la complejidad de las especialidades, se debe añadir la del número. Dado que los proyectos son grandes, se trata de cientos de personas. Cientos de personas que deben conducir sus esfuerzos a un fin común, trabajar con bases comunes y comunicarse de una manera muy ágil.

Finalmente se debe añadir una complejidad adicional: se encuentra que estos especialistas pueden encontrarse trabajando en oficinas diferentes, incluso en lugares muy diversos del mundo y utilizar lenguajes diferentes.

En el análisis de las causas de riesgos en proyectos de construcción en España realizado por Rebollar-Rubio en 2014 [46], se identificaron varias causas relacionadas con la complejidad dentro de las principales fuentes de riesgo para la ejecución. Dentro de las relacionadas con el diseño y la técnica, la “complejidad técnica y de singularidad del proyecto”, la “coordinación entre proyectistas que intervienen en el proyecto”. Entre las causas relacionadas con la organización o la gestión, la “existencia de una estructura definida de interlocutores en los agentes del proyecto” y la “coordinación entre los agentes que intervienen en la construcción”.

Asimismo, en el análisis realizado por Zou en proyectos de construcción en Australia en 2005 [55], identifica dentro de las fuentes de riesgos más significativas la falta de coordinación entre participantes en el proyecto y la falta de profesionales y gestores cualificados.

Surge por lo tanto la necesidad de disponer de unos equipos de dirección y de gestión que sean capaces de liderar el esfuerzo de todo el equipo. Para ello requieren de unas herramientas de control adecuadas que les permitan disponer de información fiable y en tiempo.

Esta información es básica para realizar una adecuada dirección y gestión de un proyecto. Además, este equipo de dirección necesita de un sistema de análisis y gestión de las amenazas y oportunidades asociadas a la ejecución del proyecto.

### **3.3. INTERNALIZACIÓN**

Es un tópico decir que el mundo ha sufrido un proceso de globalización, pero es una realidad para los proyectos industriales.

En cualquier proyecto industrial internacional, se encuentran empresas interesadas en participar de muchos países. Las empresas ya no centran sus mercados y operaciones en su propio país o en los países de influencia tradicional, sino que tratan de abarcar cualquier mercado en el plantea, basado en otros principios: especialización, tecnología y conocimiento para ejecutar un proyecto.

Hoy en día, las empresas han sustituido sus objetivos de mercado basados en áreas de influencia por objetivos definidos por áreas de conocimiento.

Esta internalización es un reto para todos los participantes en un proyecto. Cualquier ingeniero que haya desarrollado su trabajo fuera de su país habrá encontrado que debe adaptarse a diferencias técnicas, pero también a otras muchas diferencias sociales.

El reto técnico asociado a la internalización es considerable. Es cierto que los principios físicos, mecánicos o termodinámicos son comunes a cualquier país, pero la manera de desarrollarlos es muy diferente de un país a otro.

En primer lugar, se deben tener en cuenta los códigos y normas de cada país. Dentro de la Unión Europea se ha hecho un gran esfuerzo para la estandarización de normas y códigos a través del desarrollo de Directivas que se han traspuesto a los miembros a lo largo de los años, pero aun así hay varios campos como, por ejemplo el de la ingeniería civil donde es habitual encontrarse con trabas relacionadas con diferentes matices en la aplicación de los códigos. Pero la unión Europea es un área amplia pero limitada; fuera de la Unión Europea, el problema es mayor, ya que los códigos y normas pueden ser muy diferentes.

Ante nuevas normas, algunas de obligado cumplimiento, los ingenieros deben adaptarse para desarrollar su trabajo dentro de unas reglas similares, pero con unos sistemas de comprobación diferentes.

Además, dentro de la complejidad técnica, existe otro reto quizá con más matices: las soluciones constructivas empleadas en cada país. Dentro de este capítulo hay aspectos tan diversos como los tipos de edificaciones industriales, los materiales empleados, los detalles de finalización de edificios industriales: cubiertas, pluviales, aislamientos, etc. Muchas de estas soluciones no son más complejas que las desarrolladas habitualmente, pero son diferentes y cambios significativos pueden provocar problemas tan diversos como la falta de materiales, la ejecución incorrecta de los subcontratistas o el rechazo de los clientes o usuarios finales.

Además de los retos técnicos, existen retos culturales, relacionados con las diferencias en la manera de conducir las relaciones empresariales en diferentes países. En cualquier proyecto industrial, es necesario el diálogo, la discusión (constructiva), la interacción entre los participantes para analizar cualquier diferencia de criterio. Esta comunicación se puede convertir en el mayor problema debido a cuestiones relacionadas con el lenguaje (mal uso o mal entendimiento), las formas o el tono empleado en la discusión.

Además, los sistemas jerárquicos son muy diferentes de un país a otro. Existen países en los cuales cualquier decisión debe ir a la alta dirección frente a otros en los que cualquier persona puede tomar una decisión dentro de su ámbito de responsabilidad. Esta jerarquía también afecta a la interlocución, por lo que encontrar al interlocutor adecuada (de la jerarquía correcta) puede ser más que un problema.

Se puede concluir que el hecho de tratar en entornos diferentes exige disponer de sistemas de trabajo capaces de evaluar los riesgos y establecer sistemas de seguimiento y mitigación adecuados.

### **3.4. LOS PROMOTORES**

En primer lugar, se debe definir el término de promotor. El promotor es la empresa o conjunto de empresas que lideran el proyecto de desarrollo y construcción de la planta industrial.

Su trabajo comienza con el desarrollo de los documentos requeridos para obtener los permisos (estudios de mercado, estudios de viabilidad, estudio medioambiental), continúa con la selección del emplazamiento de la planta, se desarrolla con la contratación de las empresas encargadas de llevar a cabo el diseño y construcción de las diferentes áreas de la planta industrial y alcanza el punto de obtener la operación comercial de la planta. A partir de dicho momento continúa con las tareas de operación y mantenimiento de la planta industrial. Aunque como explicado anteriormente, esta tesis concluye el análisis una vez obtenida la operación comercial y desarrollada el periodo de garantía.

En el desarrollo de los grandes proyectos internacionales se encuentran una gran variedad de organizaciones encargadas de promover y desarrollar este tipo de proyectos. Cada una de ellas tiene unas características diferentes que hace que la organización del proyecto y la gestión sea muy diferente de un caso a otro.

Uno de los grandes retos de la gestión de proyectos es ser capaces de establecer sistemas de trabajo suficientemente sólidos para poder afrontar proyectos en diferentes ámbitos y suficientemente flexibles para adaptarse a las diferentes circunstancias

#### **Compañías estatales.**

Este tipo de promotores era el más habitual hasta hace unos años. Hoy es habitual en países en vías de desarrollo y en países con regímenes políticos no democráticos. También existen en países occidentales, incluido Europa, donde hasta hace apenas veinte años, eran habituales en sectores como el petróleo y petroquímica, la electricidad o el agua.

Ejemplos de compañías estatales son: EDF (Francia), Pemex (México), Aramco Oil Company (Reino de Arabia Saudita),

Las compañías estatales son grandes compañías propiedad de un estado (totalmente en su mayoría). En su cúpula están dirigidas por personas relacionadas con la política o afines a ella. Los mandos intermedios son profesionales generalmente de la nacionalidad del país de la compañía.

Las empresas estatales son empresas con procedimientos de trabajo rígidos. Disponen generalmente de un conocimiento técnico elevado, obtenido de su experiencia en la construcción y operación de plantas industriales. Disponen de sus propias especificaciones de trabajo y de sus propios sistemas de gestión de los proyectos industriales. A pesar de ello, utilizan habitualmente empresas para realizar servicios de ingeniería y consultoría de apoyo (ingeniería de cliente).

El hecho de disponer de procedimiento de trabajo rígidos conlleva en muchas ocasiones el que sus sistemas de toma de decisiones son lentos y burocráticos. Esto ralentiza el desarrollo de proyectos en los momentos en los que se llevan a cabo cambios o se afrontan dificultades motivadas por problemas internos o externos.

En el análisis realizado por Zou en proyectos de construcción en Australia en 2005 [55], se menciona como una de las principales causas de riesgo para el proyecto los “procedimientos complejos para la aprobación por parte de la administración” y las variaciones del cliente.

El alto conocimiento técnico es siempre un gran valor para el desarrollo del proyecto, ya que se buscarán las soluciones técnicas probadas.

### **Grandes multinacionales internacionales.**

Este tipo de promotores también lleva muchos años en el mercado de promoción de proyectos. Sigue siendo habitual en países occidentales, incluido Europa, donde

manejan muchos de los proyectos de los principales sectores productivos como es el petróleo y petroquímica, la electricidad o el agua.

Ejemplos de grandes multinacionales: Suez (Francia), Repsol o Iberdrola (España)

Las grandes multinacionales son grandes compañías propiedad de grupos de empresas y en general cotizan en las bolsas de mercado. Esto último les obliga a desarrollar unos sistemas de trabajo, comunicaciones sumamente transparentes. En su cúpula están dirigidas por ejecutivos de gran experiencia. Los mandos intermedios son profesionales de reputación de diversas nacionalidades, ya que otra de sus características es que operan en muchos países.

Las grandes multinacionales también son empresas con procedimientos de trabajo rígidos. Disponen generalmente de un conocimiento técnico elevado en su sector, obtenido de su experiencia en la construcción y operación de plantas industriales; aunque al expandirse en otros sectores pueden tener ciertas lagunas o carencias. Disponen de sus propias especificaciones de trabajo y de sus propios sistemas de gestión de los proyectos industriales. También utilizan servicios ingeniería y consultoría de apoyo (ingeniería de cliente).

Aunque sus procedimientos de trabajo sean rígidos, tienen en general sistemas de toma de decisiones ágiles y sumamente objetivos.

El alto conocimiento técnico es siempre un gran valor para el desarrollo del proyecto, ya que se buscarán las soluciones técnicas probadas.

### **Promotores privados**

En los últimos años, coincidiendo con la liberalización de muchos sectores, especialmente los mercados de electricidad y agua, han surgido promotores pequeños privados que desarrollan proyectos desde su concepción hasta su entrega.

Se trata de empresarios con capacidad para invertir una moderada cantidad de dinero en el desarrollo de ingeniería básica, en la preparación de la documentación para los



permisos y en desarrollar acuerdos con los principales participantes de un proyecto: compra o lease de un terreno, servicios requeridos y construcción de la planta.

Estas empresas, en muchas ocasiones microempresas de menos de una decena de empleados, tiene personas de una gran experiencia en el mercado y sector que desarrollan; disponen de profesionales con gran capacidad de gestión frente a las diversas administraciones competentes y cuentan con dos elementos que los diferencian de los dos anteriores casos: un gran conocimiento y fortaleza en cuestiones financieras y una gran orientación legal/jurídica.

En cuanto a la capacidad técnica, esta es limitada por una cuestión puramente de cantidad. Aunque dispongan de profesionales con experiencia, apenas pasarán de unos pocos, con lo que su capacidad será reducida. Este hecho motivará que presten menos atención a las cuestiones técnicas, especialmente a las de detalle. Es habitual que manejen el concepto de especificaciones funcionales; es decir, especificaciones que definan que debe producir la planta industrial sin entrar en detalles técnicos de cómo se consigue, o con qué niveles de calidad.

Al ser organizaciones pequeñas y normalmente con un dueño que las dirige, la toma de decisiones es más que ágil, es casi inmediata. Esto hace que no siempre se utilicen variables puramente objetivas para tomar estas decisiones.

El fuerte componente financiero y legal de estas organizaciones hace que estos dos factores tengan un gran peso a la hora de orientar las estrategias de desarrollo de la planta, dejando a veces de lado, temas técnicos habituales entre ingenieros.

El enfoque financiero está motivado porque este tipo de promotores solo puede desarrollar el proyecto si consigue obtener financiación externa para el mismo. Esta cualidad condiciona de manera clara todas sus actuaciones. Los proyectos que requieren financiación externa (ver punto 3.5) tienen una serie de características en cuanto al reparto de riesgos y responsabilidades muy particular, en el que las responsabilidades de los promotores quedan reducidas de manera significativa.

Hasta este punto, se han resumido las características de tres tipos de empresas, con sus características y objetivos estratégicos. Se resumen en la tabla inferior

	Empresa estatal	Gran multinacional	Promotor Privado
Conocimiento técnico	Alto	Alto	Bajo
Toma de decisiones	Burocrática	Ágil	Inmediata
Flexibilidad	Muy baja	Media-Baja	Alta
Enfoque financiero	Mínimo	Medio	Muy alto
Enfoque legal	Medio-bajo	Medio	Muy alto
Financiación externa	Poco habitual	Ocasional	Muy frecuente

Tabla 3.1. Resumen de tipos de promotores de proyectos

Lo que ocurre es que en muchas ocasiones, el promotor no es una de estas empresas, es una asociación entre empresas que decide acometer la promoción de un proyecto de manera conjunta.

### **Asociaciones de empresas.**

Las razones por las que varias empresas deciden acometer proyectos industriales conjuntamente son variadas, pero se pueden resumir en dos principalmente.

La primera es para aprovechar el conocimiento del sector de las dos (o más) empresas. Esto es habitual cuando se acometen proyectos en los que se combinan sectores industriales. Ejemplos habituales son proyectos de plantas desalinizadoras en las que se desarrolla también una planta de generación eléctrica para cubrir la demanda de electricidad de la desalinizadora. En este caso, un promotor con experiencia en la

gestión del mercado del agua se une con un promotor con experiencia en el mercado eléctrico para desarrollar conjuntamente el proyecto y aprovechar los conocimientos de las dos compañías.

La segunda razón es por conocimiento (o control) del mercado en el que se desarrolla el proyecto. En este caso, una empresa multinacional se alía con una empresa del mismo sector del país donde se desarrolla el proyecto para realizar conjuntamente una nueva planta industrial. En general, la empresa local aporta su conocimiento de su país, y los contactos para desarrollar el proyecto; la empresa internacional aporta su conocimiento de la tecnología de la planta o su experiencia operando plantas similares en otros países del mundo. Ejemplo son el proyecto de plantas petroquímicas en el Golfo Pérsico, en el que multinacionales europeas o norteamericanas se alían con empresas locales para desarrollar el proyecto conjuntamente.

Estas asociaciones de empresas pueden tomar formas muy diversas contractualmente, pueden variar los porcentajes de participación de cada una de ellas, pero tienen como elemento común que suelen tener responsabilidad compartida durante la fase de desarrollo, ejecución del proyecto y operación. Esto quiere decir que forman un equipo con los responsables de las dos compañías para realizar las gestiones conjuntamente, y lo que es más importante, la toma de decisiones entre las dos compañías es común y requiere el acuerdo previo.

El hecho de que se requiera el acuerdo previo en la toma de decisiones provoca una de los principales riesgos asociados a este tipo de desarrollos: las diferencias de criterio entre los socios que desarrollan el proyecto pueden provocar retrasos en la toma de decisiones, conflictos e incluso la paralización del proyecto en cuestión.

En el análisis de las causas de riesgos en proyectos de construcción en España realizado por Rebullar-Rubio en 2014 [46], se identificaron como dos de las principales causas de riesgos relacionadas con los promotores, la existencia de una estructura interna en el cliente o Sociedad Gestora solvente para la gestión del proyecto, y sobre todo el entendimiento o implicación entre los responsables del cliente o de la sociedad gestora.

La propia naturaleza de la asociación entre empresas conlleva el que se busquen empresas con un gran conocimiento técnico, con lo que sus capacidades técnicas están fuera de toda duda.

### **3.5. LOS SISTEMAS DE FINANCIACIÓN**

En el punto anterior se ha desarrollado los tipos de promotores que se pueden encontrar en la ejecución de proyectos. Se ha comprobado que el gran promotor tradicional, empresa estatal o gran empresa de refino, petroquímica, eléctrica; ha dejado de ser el gran protagonista en la promoción de proyectos. Los sustitutos son asociaciones de promotores o promotores privados con características muy diferentes.

Una de las consecuencias de este cambio es la obtención del dinero para ejecutar el proyecto. Un gran proyecto es una gran inversión donde se puede estar tratando de cantidades de varios cientos de miles, si no miles de millones de euros. En el pasado los grandes promotores ejecutaban estos proyectos recurriendo a una combinación de fondos propios, deuda de la propia compañía y deuda del proyecto.

Cuando se da el salto a asociaciones de empresas o a los pequeños promotores, aparece la figura de la financiación específica para el proyecto; conocido como el Project Finance.

Se puede resumir que el Project Finance consiste en el sistema de obtención del capital para la ejecución de un proyecto en el cual la garantía principal, en algunos casos la única garantía, es el propio proyecto; los beneficios que este va a producir en el futuro, cuando la planta opere y produzca beneficios. Es decir, se financia un alto porcentaje del coste de la inversión poniendo como garantía el propio proyecto y el beneficio que este va a producir en su etapa de operación comercial. Habitualmente, el Project Finance permite obtener un alto porcentaje el total de la inversión, la cifra habitual es el 80%-85%; el 15-20% restante se obtiene a través del capital aportado por un socio inversor principal; que a su vez puede obtener el capital a través de otros mecanismos de financiación[4].

Al incorporar el Project Finance en la ejecución de un proyecto, se incorporan varias partes que no eran los protagonistas habituales en la ejecución del proyecto.

- La primera y más importante es el conjunto de entidades que prestan el dinero, en resumidas cuentas, los bancos. Entra en el proceso de desarrollo del proyecto una nueva parte interesada con unas características muy diferentes a todos los

demás, con perfil técnico casi nulo y con una aversión al riesgo elevada. Para asesorarse y verificar que el dinero que va a aportar va a ser recuperado con la operación de la planta, estas entidades requieren la colaboración de dos nuevas partes: agencias que analicen el modelo de negocio y consultores técnicos independientes.

- Las agencias de análisis de la inversión son empresas que mediante el análisis técnico económico deben verificar que los datos del modelo de negocio son los adecuados, que efectivamente la planta industrial va a costar lo que está previsto que cuente y por encima de esto; que la planta industrial va a generar unos beneficios de acuerdo con el modelo de negocio previsto.
- Los consultores técnicos independientes deben verificar el proyecto desde el punto de vista tecnológico. Esta verificación debe producirse en su origen o concepción, antes de que los bancos den el visto bueno a la financiación; y durante la ejecución de los trabajos de desarrollo del proyecto, para verificar que este se realiza de acuerdo con lo previsto.

Aparecen por tanto tres figuras nuevas de características muy especiales como jugadores como participantes del proyecto, con ciertas capacidades para ejercer sus derechos, con las consecuencias que esto tiene en los tipos de contrato a emplear y en la propia ejecución del proyecto (puntos 3.6 y 3.11).

Pero las complicaciones asociadas a estos nuevos participantes pueden incrementarse en función de cómo o quién organice esta financiación del proyecto.

Se puede pensar, y es un caso habitual, que sea el promotor la entidad encargada de realizar la organización y negociación de las condiciones para que esta financiación se lleve a cabo en unas condiciones adecuadas. Este es un caso habitual que produce que el promotor tenga unas obligaciones adicionales con estos tres nuevos jugadores. Como es lógico, estas obligaciones se traspasarán a través de la cadena de contratos y requisitos legales, comerciales y técnicos que influyen en la ejecución del proyecto. Estos nuevos participantes requieren disponer de herramientas objetivas para analizar

cuáles son los riesgos asociados a la inversión y cómo varían estos riesgos a lo largo de la vida del proyecto.

Pero en la organización de los proyectos actuales, esta financiación de proyecto puede ser transmitida al contratista general a través de diversas modalidades.

- Puede ser contratada directamente por el promotor sin exigir ninguna garantía al contratista más allá del cumplimiento de ciertas obligaciones de manera directa hacia las entidades financieras. Son los denominados acuerdos directos entre contratistas y entidades financieras con los que estas últimas aseguran ciertas obligaciones de los primeros en casos de problemas serios con el promotor.
- El promotor puede pedir al contratista general que obtenga la financiación para el proyecto, que se encarguen de su obtención y gestión. El contratista asume pues nuevas responsabilidades y riesgos no propios de la ejecución de proyectos.
- El promotor y el contratista acuerdan que la garantía de pago de la ejecución del proyecto es directa entre la empresa que financia y el propio contratista, trasladándose las obligaciones de pago desde el promotor hacia la propia entidad financiera.

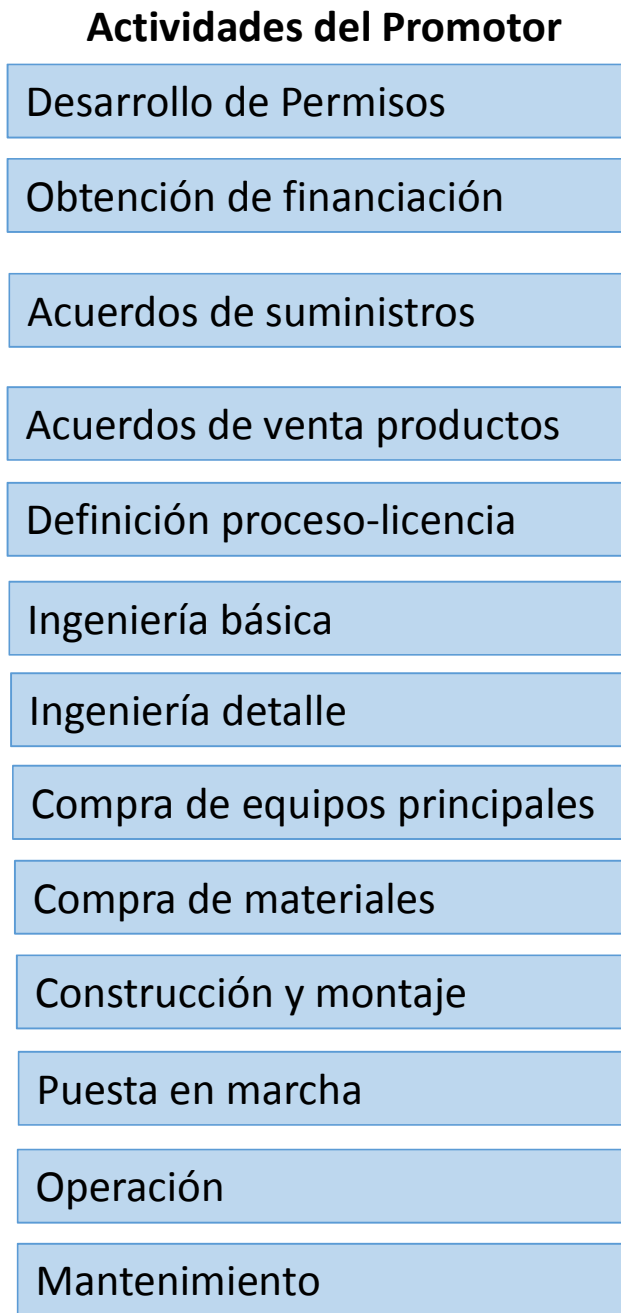
### **3.6. LAS FORMAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

La forma de ejecución del proyecto de diseño, construcción y puesta en servicios también se puede desarrollar de maneras muy diferentes, haciendo que el reparto de responsabilidades y riesgos sea completamente diferentes entre unos casos y otros.

Por forma de ejecución se entiende el conjunto de contratos que van a incluir las actividades de ingeniería básica y de detalle, aprovisionamiento, construcción y puesta en operación hasta alcanzar la operación comercial. Este conjunto de contratos entre promotor y diversas empresas permitirá disponer de todas las actividades que permitan tener la planta operando una vez se concluyan sus actividades.

En la siguiente figura se resumen las actividades que debe realizar el promotor





*Figura 3.1. Resumen de las actividades del promotor en el desarrollo de proyectos*

En función del reparto de riesgos y responsabilidades en cada una de las fases, se pueden resumir los siguientes tipos de ejecución de los contratos.

### **Desarrollo tradicional**

Se ha utilizado el nombre de desarrollo tradicional porque era el más habitual hasta hace unos 25 años en muchos sectores. En los últimos años se ha pasado a otros esquemas de ejecución muy diferentes.

En el desarrollo tradicional dispone de una gran capacidad técnica para desarrollar el proyecto, una gran capacidad para gestionar todos los temas relacionados con permisos y contactos con la administración. También tiene un concepto muy claro del tipo de planta industrial que desea, en cuanto a características técnicas, ejecución, calidad de los acabados, etc.

Partiendo de esta situación, el promotor quiere mantener el control absoluto en cada una de las fases indicada en la figura anterior.

Durante la fase de permisos y autorizaciones, el promotor utiliza sus propios medios, su propio equipo de ingeniería y consultoría para desarrollar las principales actividades. Puede apoyarse en consultores o ingenierías puntualmente para alguna de las actividades, como puede ser la preparación del estudio de impacto ambiental, pero aun así mantiene una actividad y control elevado sobre cada paso y cada documento generado.

Una vez, desarrollados los permisos, el proyecto requiere de determinados acuerdos con terceros; por ejemplo, compra o acuerdo de uso del terreno, acuerdo de suministro de algún servicio específico (agua, electricidad, combustible, etc.). El promotor dispondrá de capacidad para definir técnicamente y negociar las condiciones de cada uno de estos acuerdos, y se ocupará de llevarlos a cabo con sus propios medios.

En la fase de desarrollo de la ingeniería básica, dependiendo de la complejidad del proyecto o bien lo desarrolla con su equipo de ingenieros de procesos y especialistas, o

bien contrata a una ingeniería externa con la que trabaja de manera muy cercana. En el caso de plantas industriales en las que el proceso es propiedad de un licenciante) por ejemplo, unidades de proceso de refinerías o proceso de la industria petroquímica), el promotor desarrollará un contrato de compra de dicha licencia, pero mantendrá un control férreo sobre su contenido y características.

Para el desarrollo de la ingeniería de detalle, es posible que el promotor no disponga de la cantidad suficiente de ingenieros especialistas para desarrollar un trabajo que requiere la inversión de varios cientos de miles de horas hombre de ingeniería. Para esta actividad, el promotor no dudará en contratar a una empresa de ingeniería para que desarrolle ese trabajo. Para controlar sus actividades, empleará un equipo de ingenieros de su equipo para que supervise el cumplimiento de los plazos acordados y que la preparación de la documentación de ingeniería se adapte a las condiciones y especificaciones acordadas.

En la fase de compras de equipos principales de proceso (o también para los equipos conocidos como Long Lead Items), la propiedad puede acometer esta actividad de dos maneras:

- Si dispone de experiencia con este tipo de equipos o conoce los suministradores que le aportan mayor seguridad sobre su capacidad, el promotor tiene la capacidad para realizar el proceso completo de adquisición de estos equipos con sus propios medios técnicos y comerciales. De esta manera, aplica los conocimientos y experiencias previas y asegura que estos equipos, clave para el funcionamiento de la planta, se ajustan a sus requisitos.
- En casos en los que o bien no tiene experiencia, o bien no conoce en suficiente grado de detalle el mercado, puede decidir incluir dentro del proceso de compra de materiales y equipos que se desarrollan a continuación.

La fase de compras de equipos y materiales es una fase que está íntimamente ligada al desarrollo de la ingeniería de detalle. Su interacción trabaja en los dos sentidos; por una parte, es el equipo de ingeniería quien desarrolla las especificaciones y hojas de datos de estos equipos y materiales, para que cumplan con los requisitos globales de funcionamiento de la planta. Por otra parte, los datos de operación y las características

físicas de estos equipos son datos necesarios para el desarrollo de la ingeniería de detalle. Por lo tanto, ingeniería de detalle y adquisición de equipos y materiales son actividades que requieren de una gran interacción entre ellos.

Debido a esto, es habitual que el promotor decida incluir dentro de las actividades de la empresa que realiza la ingeniería de detalle, actividades relacionadas con la compra de materiales y equipos. Actividades casi imprescindibles de este contrato son la realización de las hojas de datos y especificaciones de equipos, preparación de listas de materiales a granel (listas de válvulas, mediciones de tuberías y accesorios, listas de cables, etc.), revisión técnica de las ofertas recibidas, emisión de tabulaciones técnicas, revisión de planos de vendedores y participación en la emisión de los manuales de operación y mantenimiento. Es difícil asegurar una coordinación adecuada entre la compra de equipos y la ingeniería de detalle.

En algunos casos, el promotor puede decidir incluir dentro de las actividades de la ingeniería determinadas actividades comerciales relacionadas con el punto anterior; como son la emisión de tabulaciones comerciales, la preparación de órdenes de compra o las negociaciones asociadas.

Al llegar la fase de construcción, el promotor quiere disponer del máximo control sobre el desarrollo de los trabajos de construcción y montaje; tanto desde el punto de vista de plazos, como el de cumplimiento de las calidades acordadas, como desde el de seguridad en la ejecución de los trabajos.

Por ello, el promotor se ocupará de realizar el contrato o contratos de construcción y montaje de la planta industrial. Los contratos de construcción y montaje son sumamente complejos, darían para desarrollar varias tesis, pero se puede resumir que deben cumplir los siguientes objetivos:

- Deben tener una definición correcta del alcance. Esto que parece una perogrullada, no siempre es posible en un proyecto industrial. Debido a la reducción de plazos de ejecución se produce un solape entre las actividades de ingeniería, fabricación de equipos y construcción. Por ello, al iniciar las actividades de construcción, la ingeniería de detalle no ha finalizado y existen incertidumbres sobre la cantidad y especificaciones competas del montaje. Es un

reto para el promotor ser capaz de emitir el o los contratos de montaje en el plazo requerido, sin disponer de toda la información de ingeniería y equipos. Para ello, es habitual que se apoye en la ingeniería, para la estimación de las cantidades necesarias o especificaciones aplicables.

- Debe dar respuesta a las necesidades de calidad y seguridad en la obra requeridas. Para ello, el promotor debe asegurar que sus requisitos en estas materias quedan perfectamente recogidos a través de las especificaciones generales y particulares.
- Debe permitir que el proyecto se desarrolle conforme a los programas de montaje necesarios para terminar el proyecto en el plazo requerido. Eso obliga a un esfuerzo de planificación global del proyecto entre promotor, apoyado por la ingeniería.
- Debe cumplir con los requisitos contractuales para asegurar que el promotor dispone de las palancas adecuadas para hacer cumplir sus obligaciones técnicas, de calidad, seguridad y plazo al contratista, en caso de que este incumpla o se retrase en sus actividades.

Como se puede apreciar, debido a la complejidad del trabajo de contratación de la construcción y el montaje, el promotor se apoyará en determinados aspectos en la empresa de ingeniería que desarrolla sus trabajos.

Además de contratar, el promotor debe asegurar que las actividades en campo se realizan de acuerdo con lo acordado. Para ello, aportará un equipo de dirección y supervisión de la construcción. Durante la fase de construcción, aparecen muchas dudas, cuestiones, errores, interpretaciones asociadas a la información de partida usada en la misma: la ingeniería de detalle. Por ello, es necesario que el promotor se apoye en un equipo de ingeniería que sea capaz de resolver dichas dudas. El tamaño y formación del mismo varía con la complejidad del proyecto, y debido a la mejora de las comunicaciones, hoy en día, muchas dudas se pueden resolver de manera remota desde la oficina de la empresa de ingeniería sin tener que recurrir a un traslado masivo de especialistas a la obra.

Una vez finalizada la construcción, comienzan las pruebas y puesta en marcha. El promotor experimentado dispone habitualmente de plantas similares, por lo que tendrá especial interés en mantener el control sobre estas operaciones. Se apoyará en los especialistas de los suministradores de los equipos más complejos y, en función de la complejidad de la planta, en personal de la empresa de ingeniería.

Terminada la puesta en marcha, la planta comenzará su operación comercial, es decir, comenzará a producir los productos para los que ha sido concebida: agua desalinizada en una planta desalinizadora, derivados del petróleo en una refinería, electricidad en una planta de energía, etc.

El promotor desarrollará las actividades de operación y mantenimiento con su propio personal, si bien puede llegar a subcontratar determinados servicios no críticos a terceros.

El promotor también desarrollará las actividades de seguimiento de garantía con su personal, apoyándose en las garantías mecánicas de equipos y componentes.

En este esquema de trabajo, se puede resumir que el promotor mantiene un control sobre el desarrollo del proyecto casi completo. Esto se traduce en que el promotor asume gestionar los riesgos y responsabilidades asociados al desarrollo del proyecto de una manera casi única. La transferencia de los riesgos hacia otros participantes es mínima, tan solo los asociados a la propia esencia de su trabajo; el riesgo técnico que asume la empresa de ingeniería en el desarrollo de sus servicios, o el asociado a los suministradores en el desarrollo, fabricación y transporte de sus equipos y componentes.

La siguiente tabla resume las condiciones de ejecución en este esquema.

Orientación técnica del promotor	Prioridad en todas las fases del desarrollo del proyecto
Nivel de Control del promotor	Alto, repartido a través de una cadena de proveedores y subcontratistas
Responsabilidad	Global – del promotor
Reparto de responsabilidades	Muy disgregado a través de la cadena de contratos de servicios, bienes de equipo y montajes
Reparto de riesgos	Riesgo global – del promotor Riesgos repartidos en la cadena de contratos

*Tabla 3.2. Responsabilidades y riesgos en la ejecución tradicional*

### **Desarrollo mediante llaves en mano**

En los últimos 25 años se ha producido un cambio significativo en la manera en la que se organiza la ejecución de proyectos y en la manera en que los promotores gestionan los riesgos asociados con la misma

En el desarrollo tradicional, se ha explicado cómo el promotor contrata diversos paquetes de trabajo, pero con dos objetivos fundamentales. El primero es mantener un gran nivel de control sobre el trabajo que haga la empresa contratada, ya sea ingeniería, subcontratista o proveedor de equipos. La segunda y más importante, dirigir los pasos del proyecto en todo momento. Esto último es lo que conlleva que el promotor es quien gestiona la mayoría de los riesgos del proyecto.

En el caso de los desarrollos mediante “llaves en mano”, o bien el promotor no dispone de la capacidad técnica para desarrollar, dirigir y gestionar el proyecto; o bien, simplemente renuncia a realizar ese trabajo de una manera activa; confirmando esas actividades a una o varias empresas y realizando una labor de supervisión, en lugar de una labor de dirección.

La fase de permisos y autorizaciones puede ser la gran excepción dentro del desarrollo del proyecto. Además de apoyarse en consultores o ingenierías para algunas de las actividades, el promotor si suele mantener la dirección el control elevado sobre cada paso y cada documento generado. La razón es evidente, en esta fase el proyecto está concibiéndose, gestándose; y un paso en falso puede provocar que no sea viable y que simplemente desaparezca. Por lo tanto, el promotor, por pequeño que sea, tiene la necesidad de controlar directamente todo lo que ocurre en esta fase.

Una vez desarrollados los permisos, llega el momento de desarrollar los acuerdos con terceros; Para estas actividades, el promotor puede llegar a plantearse dos alternativas a gestionar y dirigir estas actividades:

- La primera es incluir estas actividades como parte de alguno de los paquetes llave en mano de la planta industrial. Es decir, trasladar la gestión de este asunto a alguno de los contratistas generales.
- La segunda es una solución intermedia. Consiste en realizar la gestión con las terceras partes implicadas, pero trasladar la responsabilidad de su concreción y gestión a alguno de los contratistas, trasladándole los riesgos y responsabilidades asociados a dichos acuerdos. Esta figura se realiza a través de los llamados “Acuerdos con Terceras Partes”, figuras habituales en proyectos financiados, como se analizará en el punto 3.11.

Como se puede observar, el promotor está trasladando los riesgos asociados a los acuerdos con terceros a los contratistas generales, en lugar de gestionarlo ellos directamente.

En la fase de desarrollo de la ingeniería básica, especialmente si el tipo de proyecto no requiere de licencias, el promotor puede incluir esta responsabilidad dentro del paquete de responsabilidades de alguno de los contratistas principales. Estos podrán desarrollar



la ingeniería básica con sus medios o subcontratando a una empresa de ingeniería o consultoría. El promotor adquiere un papel de supervisor del trabajo.

De nuevo, el riesgo, en este caso el tecnológico, es transferido hacia algunos de los contratistas principales.

En la fase de preparación de la ingeniería de detalle, máxime cuando se ha transferido el riesgo y responsabilidad también se traslada al contratista principal. Al igual que con la ingeniería básica, este lo realizará con sus medios o a través de una empresa de ingeniería o consultoría.

El promotor puede realizar labores de supervisión del trabajo a través del equipo de ingenieros para que supervise el cumplimiento de los plazos acordados y que la preparación de la documentación de ingeniería se adapte a las condiciones y especificaciones acordadas. Pero, evidentemente, se trata de otra transferencia de riesgos, esta vez técnicos desde la propiedad hacia alguno de los contratistas principales.

En la fase de compras de equipos principales de proceso suele formar parte directa del alcance de responsabilidades de alguno de los contratistas principales, por lo que el promotor tan solo puede ejercer su deseos sobre la selección de los equipos más adecuados de dos maneras: a través de unas especificaciones técnicas completas y a través de la definición de una lista de vendedores limitante para evitar el uso de proveedores no conocidos o con los que se ha tenido malas experiencias.

Existen promotores que, a pesar de buscar ejecuciones con llaves en mano, dan un paso más de control. Si disponen de experiencia con estos equipos o desean seleccionar los suministradores que le aportan mayor seguridad sobre su capacidad, el promotor decide realizar las órdenes de compra con sus propios medios. Así asegura elegir al proveedor adecuado en su opinión. El problema en el esquema del llave en mano es que estos produce un agujero en el esquema de responsabilidad global del contratista general. Para ello, el promotor tiene dos alternativas. La primera es la de ceder dicho contrato al contratista general con las mismas condiciones negociadas. Esto es lo que se conoce

como una novación del contrato. Con la novación del contrato, el contratista general adquiere las obligaciones y derechos que el promotor había acordado con el proveedor del equipo. Es una situación en la que se produce una transferencia de riesgos desde el promotor hacia el contratista, pero con una diferencia, que las reglas de esa transferencia han sido definidas por el promotor. La segunda es la de poner a disposición del contratista el material comprado, transfiriendo la mayoría de las responsabilidades técnicas asociadas al mismo, es lo que se conoce como un “free issue material”, según la definición aportada en el FIDIC® Silver<sup>1</sup>. Se produce una transferencia de riesgos parcial desde el promotor al contratista, mientras aquél ha sido capaz de mantener el control sobre ese equipo crítico.

La fase de compras de equipos y materiales es una fase que está íntimamente ligada al desarrollo de la ingeniería de detalle, por lo que sin duda formará parte del contratista principal encargado de desarrollar los trabajos de ingeniería de detalle. De esta manera el promotor da la capacidad al contratista principal de seleccionar los equipos y materiales para la planta industrial, limitado por dos conceptos: el cumplimiento con los requisitos indicados por el Promotor y el cumplimiento con la lista de vendedores previamente acordada.

Es importante recordar, que en esta fase también se transfiere el riesgo de los problemas asociados a la fase de fabricación de los equipos y componentes. Quedará en manos de contratista (y del promotor en la medida que lo permita el contrato entre ellos), el definir el nivel de control y aseguramiento de calidad que quiere mantener en esta fase.

Al llegar la fase de construcción, es el contratista principal quien desarrolla los trabajos de construcción y montaje. De ellos depende, si lo realiza con sus medios (empresas de montaje de su entorno) o con subcontratistas especializados en cada área.

---

<sup>1</sup> Según propone el modelo de contrato FIDIC®, el promotor entrega al Contratista unos materiales, free-issue materials, y da la oportunidad al contratista de inspeccionarlos. Una vez inspeccionados y subsanadas las deficiencias, si las hubiera, pasan a ser responsabilidad del contratista.

El promotor puede disponer de cierto control sobre el desarrollo de los trabajos de construcción y montaje; en tanto lo haya acordado así con el contratista principal. Esto incluye todas las áreas de preocupación, tanto desde el punto de vista de plazos, como el de cumplimiento de las calidades acordadas, como desde el de seguridad en la ejecución de los trabajos.

Queda en manos del contratista principal la decisión del nivel de apoyo que requiere de los equipos de ingeniería que tenga subcontractados o asignados al proyecto.

La finalización de la fase de construcción y el inicio de las pruebas y puesta en marcha puede ser un punto de cambios de roles y responsabilidades en un contrato llave en mano.

En algunos sectores, como es la petroquímica o refino, el promotor, como dispone habitualmente de plantas similares, desea mantener el control sobre estas operaciones; por lo que realiza estas tareas con sus medios, apoyándose en los especialistas de los suministradores de los equipos más complejos y, en función de la complejidad de la planta, en personal del contratista general. En estos casos, la terminación mecánica es el punto de cambio de responsabilidades entre promotor y contratistas principales.

En otros sectores, con menor complejidad en la fase de puesta en marcha, los promotores mantienen estas actividades como parte de las responsabilidades de los contratistas generales. Son estos los que con sus medios, con el apoyo de especialistas de proveedores y de sus ingenieros (propios de contratados a la empresa de ingeniería), los que llevan a cabo todas estas complicadas labores durante la puesta en operación de la planta.

En estos casos, sí se produce un importante cambio en la transferencia de riesgos en el desarrollo de la planta industrial. La fase de puesta en marcha no solo es una de las fases donde mayores riesgos de accidentes o incidentes existen, sino que es la fase en la que es posible identificar, evaluar y comprobar si cada equipo y sistema se adapta a lo previsto y la planta va a ser capaz de cumplir con la producción prevista.

El promotor requiere pues de mecanismos de comprobación. Para ello, es necesario que incluya como parte de los trabajos del contratista general las pruebas de garantía y las pruebas de fiabilidad. En las primeras, el contratista debe comprobar, en presencia del promotor, que la planta industrial produce la cantidad y calidad prevista en el proyecto. En la segunda, el contratista y el promotor comprueban que la planta cumple con los requisitos de fiabilidad previstos.

La terminación exitosa de estas dos pruebas suele ser el punto más habitual de la finalización de la transferencia de riesgos entre promotor y contratista. Aunque, como se desarrolla más adelante, esto puede no ser así.

Terminada la puesta en marcha, la planta comenzará su operación comercial, es decir, comenzará a producir los productos para los que ha sido concebida. Incluso con proyectos llave en mano, es habitual que el promotor sea quien desarrolle las actividades de operación y mantenimiento con su propio personal.

Sin embargo, el promotor puede optar por contratar al contratista principal la operación y mantenimiento durante un determinado periodo; por ejemplo durante el periodo de garantía o durante los 5 primeros años.

Finalmente la fase de garantía en un proyecto llave en mano es mucho más compleja para el contratista, ya que éste, como comprador de equipos y materiales, y como constructor, debe responder ante cualquier incidencia ante el promotor; dentro de los términos acordados en el contrato.

En el esquema de trabajo mediante llaves en mano, se puede resumir que el promotor realiza una transferencia masiva de la gestión de los riesgos y responsabilidades asociados al desarrollo del proyecto al contratista principal. Esta transferencia simplifica su labor, pero genera otras complicaciones que se analizarán más adelante.

En la tabla siguiente, se resume el enfoque del promotor en cada una de las fases.

Orientación técnica del promotor	La prioridad es la funcionalidad y la fiabilidad, los detalles son secundarios
Nivel de Control del promotor	Bajo, el control está en manos del contratista
Responsabilidad	Global – del promotor transferida en gran medida al contratista principal
Reparto de responsabilidades	En el contratista principal, que los reparte a través de la cadena de contratos de servicios, bienes de equipo y montajes
Reparto de riesgos	Riesgo global – del promotor transferido en gran medida al contratista principal Riesgos repartidos en la cadena de contratos del contratista principal

Tabla 3.3. Responsabilidades y riesgos en la ejecución llave en mano

En las figuras siguientes se resume como se afronta el desarrollo de las diferentes fases del proyecto en proyectos de desarrollo tradicional y en proyectos mediante llaves en mano.

Actividades	Desarrollo tradicional	Desarrollo llaves en mano
Desarrollo de Permisos	Por el promotor Asistencia de ingenierías o consultorías especializadas	Por el promotor Asistencia de ingenierías o consultorías especializadas En casos aislados se transfieren responsabilidades al contratista general
Acuerdos con terceros	Por el promotor	Por el promotor Alt: por el Contratista General Alt: obligaciones con terceros trasladadas al Contratista General
Ingeniería básica	El promotor contrata licencia o contrata empresa de ingeniería	Por el Contratista General que contrata empresa de ingeniería Excepción; tecnologías con licencia

Figura 3.2. Asignación de actividades y responsabilidades en las fases de desarrollo de proyectos (Fuente: Elaboración propia)

<b>Actividades</b>	<b>Desarrollo tradicional</b>	<b>Desarrollo llaves en mano</b>
Ingeniería detalle	El promotor contrata empresa de ingeniería	Por el Contratista General que contrata empresa de ingeniería o con sus medios
Compra de equipos principales	Por el promotor Puede disponer de asistencia de empresa de ingeniería	Por el Contratista General Alt.: Por el promotor y novación de contrato al contratista general
Compra de materiales	Por el promotor Puede disponer de asistencia de empresa de ingeniería	Por el Contratista General
Construcción	Por el promotor Puede disponer de asistencia de empresa de ingeniería	Por el Contratista General

Figura 3.2. Asignación de actividades y responsabilidades en las fases de desarrollo de proyectos (Fuente: Elaboración propia)

Actividades	Desarrollo tradicional	Desarrollo llaves en mano
Puesta en operación	Por el promotor Asistencia de empresa de ingeniería y supervisores de equipos	Por el Contratista General Asistencia de empresa de ingeniería y supervisores de equipos Pruebas de garantía y fiabilidad marcan cambio de responsabilidades
Operación y mantenimiento	Por el promotor	Por el Promotor. Alt.: Por el Contratista General durante un periodo de tiempo
Periodo de garantía	Por el promotor	Por el Contratista General

Figura 3.2. Asignación de actividades y responsabilidades en las fases de desarrollo de proyectos (Fuente: Elaboración propia)



Si se analizan los repartos de roles y responsabilidades en los dos casos analizados; desarrollo tradicional y desarrollo mediante llaves en mano; se puede llegar a la conclusión de que la manera de gestionar los riesgos y oportunidades asociados al proyecto es completamente diferente en los dos casos.

En el primer caso, el promotor mantiene el timón de todas las operaciones y aunque necesita el apoyo de otras empresas especializadas, es quien conduce el desarrollo en todo momento. Eso hace que conozca los riesgos en todo momento y que tenga la capacidad para gestionarlos en todo momento, tomando las acciones que consideren oportunas.

En el segundo caso, el promotor cede el timón de las operaciones al contratista general. A través de un contrato adecuado, el promotor podrá mantener cierto control sobre los trabajos del contratista general, o sobre los trabajos realizados por subcontratistas de este, pero tendrá menor capacidad de identificar y gestionar riesgos. La razón es sencilla: a través del contrato llave en mano, ha decidido transferir la mayoría de los riesgos asociados a la ejecución del contrato al contratista general. Esta transferencia de riesgos reduce sus obligaciones diarias de gestión de riesgos, pero ante un problema su capacidad de actuación quedará limitada a lo que indique el contrato llave en mano; difícilmente podrá tomar el mando de las operaciones.

Entre estos dos extremos existen otras figuras intermedias de forma de ejecución de proyectos, la más habitual es la forma de desarrollo de ingeniería básica en común más desarrollo de un EPC; se denominará por sus siglas en inglés FEED + OBE + EPC (Front End Engineering Design + Open Book Estimate + Engineering Procurement and Construction Lump Sum)

## **Desarrollos FEED + OBE + EPC**

Los desarrollo de proyecto mediante fórmulas FEED + OBE + EPC suponen una forma de ejecución de proyectos bajo un esquema colaborativo entre el promotor y el contratista general.

En la primera fase, FEED, Front End Engineering and Design, el contratista general desarrolla la ingeniería básica de la planta industrial en colaboración con el equipo de ingenieros asignados por el promotor. Estos tienen la capacidad de definir los aspectos técnicos que consideren más importantes, especialmente desde el punto de vista técnico del proyecto. Esta fase que puede durar entre 9 y 15 meses, termina con una ingeniería básica acordada entre las partes que puede incluir la definición del proveedor de algunos de los paquetes o equipos más importantes.

En la fase de desarrollo del OBE, Open Book Estimate, el contratista desarrolla una estimación del coste de la planta industrial basado en la ingeniería básica desarrollada y acordada entre las partes. La particularidad que tiene esta estimación es que se realiza con los libros abiertos, es decir, de manera conjunta con el promotor. Es decir, se puede decir que contratista y promotor elaboran conjuntamente el presupuesto de ejecución del proyecto.

En la conversión a la fase EPCLS, Engineering Procurement and Construction Lump Sum, el contratista y el promotor acuerdan los valores de imprevistos, contingencias y márgenes que se deben sumar al coste estimado en el apartado anterior, para convertir dicho coste en un valor de contrato, en el valor de la partida alzada con la que el contratista ejecutará el contrato bajo la modalidad llave en mano.

También acordarán como tratar los cambios, es decir, en caso de que se produzcan modificaciones técnicas o comerciales significativas, cómo se compartirán los ahorros o incrementos de costes que se produzcan. El hecho de compartir las mejoras fomenta la colaboración entre promotor y contratista.

Este esquema de ejecución supone un paso importante en la estrategia de asignación de responsabilidades y riesgos por parte del promotor. Éste necesita disponer de un contrato llave en mano, pero admite y reconoce, que el contratista será capaz de evaluarlo si dispone de una ingeniería básica completa; y que ellos solo podrán intervenir para definir la planta de acuerdo con sus intereses si participan durante la fase de ingeniería básica, y si la capacidad de actuación en la fase de ingeniería de detalle conlleva beneficios para las dos partes.

Orientación técnica del promotor	Prioridad en todas las fases del desarrollo del proyecto.
Nivel de Control del promotor	Alto, concentrado en su relación con el contratista general, especialmente durante la fase de ingeniería básica.
Responsabilidad	Global – del promotor transferida en gran medida al contratista principal
Reparto de responsabilidades	En el contratista principal, que los reparte a través de la cadena de contratos de servicios, bienes de equipo y montajes
Reparto de riesgos	Riesgo global – del promotor transferido en gran medida al contratista principal Riesgos repartidos en la cadena de contratos del contratista principal. Posible reparto de riesgos con el promotor dependiendo de las condiciones de contrato

Tabla 3.4. Responsabilidades y riesgos en la ejecución FEED+OBE+EPC

El contratista general conserva la mayor parte de las responsabilidades y riesgos de ejecución, pero ha tenido que identificarlos, evaluarlos y discutir con el promotor como asignarlos o compartirlos.

### **3.7. LOS CONTRATISTAS GENERALES**

En este entorno descrito en el punto anterior, en el cual la tendencia es desarrollar proyectos industriales transfiriendo gran parte de las responsabilidades y riesgos a los contratistas generales, estos acometen estos proyectos como un gran reto en el cual tiene que gestionar un conjunto de actividades muy diversas. Deben desarrollar trabajos de ingeniería, debe realizar la compra de equipos y materiales, dirigir los trabajos de construcción y montaje y disponer de capacidades para liderar unos trabajos de puesta en marcha. Este conjunto puede ampliarse cuando participan en las fases originales de desarrollo del proyecto o cuando también acometen los trabajos de operación y mantenimiento.

La primera cuestión que se debe abordar para entender el funcionamiento de los grandes proyectos es quiénes son los grandes contratistas internacionales.

Los contratistas principales se pueden clasificar en tres tipos atendiendo a su origen, o a lo que era su especialidad hace unos veinte años, antes de la generalización de los proyectos llave en mano.

Por un lado, con antiguas empresas de ingeniería que han dado el paso de avanzar hacia los proyectos en mano desarrollando sobre todos las capacidades de dirección de construcción y puesta en marcha. Estas empresas disponían del conocimiento para desarrollar proyectos de ingeniería ya que era históricamente su trabajo. Sus capacidades de compra también eran importantes porque realizaban ese trabajo en algunos proyectos en su nombre o en otros asistiendo a promotores. Donde tenían mayores problemas o falta de experiencia era en la gestión de la construcción y del montaje, áreas en las que su especialidad era supervisar trabajos realizados por otros o para promotores, pero sin asumir la responsabilidad del cumplimiento de un plazo o de realizar los trabajos dentro de un presupuesto. En el caso de otras actividades como la puesta en marcha, la operación o el mantenimiento, su experiencia era casi nula.

Dentro de este tipo de empresas, en Europa hay tres grandes compañías en el área de refino y petroquímica como son Technip (Francia), Saipem (Italia) y Técnicas Reunidas (España). En España, además de Técnicas Reunidas, otras empresas como Initec, Intecsa o Sener han dado ese paso aunque en menor medida.

En general este tipo de contratistas generales dispone de una gran capacidad técnica para gestionar todos los riesgos tecnológicos y técnicos propios del desarrollo de la ingeniería y para realizar las compras de equipos y materiales de una manera eficiente y fiable. Sin embargo, se encuentran con mayores problemas a la hora de dirigir y supervisar las obras. Por una parte por la menor experiencia en el campo, por otra parte, porque no disponen de personal propio empresas asociadas que dispongan de mano de obra para ejecutar trabajos en obra; por lo que deben acometerlos subcontratando los trabajos a subcontratistas especializados.

Por otros lado, existen empresas especializadas en la construcción, muchas antiguas constructoras que han dado el paso hacia el llave en mano. Estas empresas disponen de un gran conocimiento de las obras, disponen de mano de obra para realizar las obras y en muchas ocasiones de empresas dentro del grupo con capacidad para realizar obra civil o montajes.

Dentro de este tipo de empresas en Europa, hay que referirse a las grandes constructoras que han dado el paso en muchos sectores industriales, aunque en menor medida en el campo del refino y la petroquímica: Bouygues y Vinci (Francia), ACS, Sacyr u OHL (España), Kraft&Lagen (Alemania). En España también existen empresas como Duro Felguera, procedente de los sectores de montaje y construcción que da el salto especialmente en las áreas de energía y minería.

En general este tipo de contratistas generales dispone de una gran capacidad para gestionar todos los riesgos durante la construcción y el montaje, por su experiencia y por el hecho de disponer personal propio y empresas asociadas que dispongan de mano de obra para ejecutar trabajos en obra, lo cual favorece el obtener recursos con experiencia, una de los grandes retos de cualquier construcción y montaje. Sin embargo, tienen dificultades para gestionar los riesgos tecnológicos y técnicos propios del

desarrollo de la ingeniería, ya que no suelen disponer de empresas con personal de esas características. Esto les obliga a subcontratar estos servicios, con las dificultades que esto origina.

Finalmente, aparece un tercer grupo, con cierta tradición en el desarrollo de proyectos llave en mano; los grandes fabricantes de equipos tecnológicos. Se entiende por grandes fabricantes, empresas que disponen de la tecnología para diseñar y fabricar los equipos principales de una planta industrial, su corazón<sup>2</sup>. Hay dos sectores donde su presencia es muy notable; el sector del tratamiento del agua y el sector de la generación.

En estos dos sectores, la tecnología depende en gran medida de los equipos principales, de su proceso y de sus capacidades de producción. En el sector del tratamiento de agua, los equipos que desarrollan los procesos de desalinización o desmineralización son la base del funcionamiento de la planta; se puede ver claramente con fabricantes como Vivendi (Francia). En el sector de generación de energía eléctrica, ocurre algo parecido. Ya sea generación convencional con plantas con calderas y turbinas de vapor, en las cuales un fabricante como Alstom (Francia) puede aportar los equipos principales; los ciclos combinados con fabricantes como Alstom (Francia) o Siemens (Alemania); o inclusive nuclear con fabricantes como Areva que puede aportar desde el reactor a la turbina de vapor principal, así como una gran cantidad de equipos eléctricos. Con gran presencia en muchos sectores, Hyundai (Corea del Sur), que debido a su extensa gama de productos han decidido asumir ese papel.

En cualquiera de los tres casos, las empresas deben adaptar sus sistemas de gestión, incluyendo la gestión de los riesgos al nuevo entorno de trabajo, con proyectos con mayor variedad de alcance y responsabilidades y con la necesidad de organizar la subcontratación de trabajos que no formaban parte de su negocio original.

---

<sup>2</sup> Para definir a estas empresas, se utiliza también el término OEM, Original Equipment Manufacturer

Las empresas de ingeniería pueden aportar su gran conocimiento tecnológico y técnico para desarrollar toda la fase de permisos, ingeniería básica e ingeniería de detalle, pero se encuentran ante los siguientes retos cuando pasan a hacer proyectos llave en mano:

- Gestionar contratos con los riesgos asociados de importes mucho más elevados de lo que estaban acostumbrados. Se estima, como norma básica, que los servicios pueden suponer entre un 8% y un 12% del total de un proyecto de construcción de una planta industrial. Pues bien, la empresa de ingeniería debe adaptarse para gestionar contratos llave en mano de 8 a 12 veces mayor importe del que acostumbraban. Desde el punto de vista de riesgos de ejecución no es necesario dar muchas explicaciones sobre lo que esto significa, pero hay muchos otros temas asociados: financieros, fiscales, de personal, emisión de avales, etc.
- Deben gestionar la compra de equipos de alta tecnología, como pueden ser las membranas de ósmosis en una planta de desmineralización de agua, las turbinas de gas en una planta de generación o los grandes reactores en una unidad de coque de una refinería. Esta gestión supone un reto desde el punto de vista técnico, debido a la complejidad de estos equipos. Esto debe tenerse en cuenta en la fase de definición de alcances e interfaces, pero también en la fase de inspección en taller o en la de transporte. También se acomete un gran reto desde el punto de vista contractual, ya que se deben trasladar riesgos del contrato principal. En algunos sectores, como el del agua o el de generación, el funcionamiento global de la planta industrial depende en más de un 90% del funcionamiento de estos equipos principales; es decir, un fallo de estos llevará consigo el fallo de la planta completa; con las consecuencias que esto conlleva.
- Pero el mayor reto es la dirección y gestión de los riesgos asociados a la construcción cuando se encuentra en un proyecto llave en mano. En primer lugar, como se comentó anteriormente, estas empresas no disponen de personal de construcción, de mano de obra, ni disponen habitualmente de empresas constructoras o montadoras dentro de su grupo empresarial. Esto origina que deban depositar en los subcontratistas de construcción y montaje toda la responsabilidad de realizarlos trabajos en campo bajo su supervisión. Desde el punto de vista técnico y contractual, la elaboración de un subcontrato completo



y que traslade los riesgos del contrato principal se convierte en una necesidad difícil de cumplir.

- Finalmente, la puesta en marcha, operación y mantenimiento de la planta son negocios que se rigen por variables muy diferentes. Encontrar las empresas y el personal adecuado para realizar los trabajos (en muchas ocasiones escaso) se convierte en un reto importante.

Algo similar, aunque con otras variables, es ocurre a las constructoras/montadoras. Disponen de una gran capacidad para realizar la construcción, pero se encuentran ante los siguientes retos cuando pasan a hacer proyectos llave en mano:

- Gestionar contratos con los riesgos asociados de importes más elevados de lo que estaban acostumbrados. Se estima, como norma básica, que la fase de construcción y montaje puede suponer entre un 25 y un 40% del total de un proyecto de construcción de una planta industrial (estas cifras varían mucho en función del tipo de planta y del coste de mano de obra en el lugar en el que se ejecuta el proyecto). Pues bien, la empresa constructora debe adaptarse para gestionar contratos llave en mano de 3 ó 4 veces mayor importe del que acostumbraban.
- Deben realizar la fase de permisos, ingeniería básica e ingeniería de detalle subcontratando estos trabajos a un tercero. Esto es posible, pero en un proyecto llave en mano de precio fijo, la ingeniería no solo debe estar correctamente desarrollada (ser fiable), estar en plazo para dar cobertura al programa general del proyecto, sino que debe aportar soluciones constructivas económicas que permitan construir dentro de presupuesto. Además, debe reducir a la mínima expresión los errores. Todas estas variables en manos de un tercero, que, como indicado anteriormente, apenas se juega un 8% del importe total del contrato, supone una gran reto.
- Deben gestionar la compra de equipos de alta tecnología, con problemas similares a los indicados en el punto anterior y uno adicional sumamente importante: La definición técnica debe ser desarrollada por la empresa de

ingeniería contratada, tanto en cuanto a alcances, interfaces, niveles de calidad e inspección, etc.

- Finalmente, la puesta en marcha, operación y mantenimiento de la planta son negocios que se rigen por variables muy diferentes. Encontrar a las empresas y el personal adecuado para realizar los trabajos (en muchas ocasiones escaso) se convierte en un reto importante.

Finalmente, los grandes fabricantes reconvertidos en contratistas para ejecución de llaves en mano, controlarán el desarrollo y fabricación de los equipos principales, pero se encuentran ante los siguientes retos cuando pasan a hacer proyectos llave en mano:

- Gestionar contratos con los riesgos asociados de importes más elevados de lo que estaban acostumbrados. Se estima, que el importe de estos equipos principales puede suponer entre un 35 y un 50% del total de un proyecto de construcción de una planta industrial. En este caso, el salto en importe es elevado, pero no tanto como en los casos anteriores.
- Deben realizar la fase de permisos, ingeniería básica e ingeniería de detalle subcontratando estos trabajos a un tercero. Los retos en cuanto a la gestión y control de los riesgos son similares a los de las empresas constructoras/montadoras, aunque suelen disponer de mayor capacidad técnica para desarrollarlo.
- Deben gestionar la compra del resto de los equipos de la planta, confiando en una definición técnica desarrollada por la empresa de ingeniería contratada, tanto en cuanto a alcances, interfaces, niveles de calidad e inspección, etc.
- Al llegar la construcción, llega el gran reto. Estas empresas tampoco disponen de personal de construcción, de mano de obra, ni disponen habitualmente de empresas constructoras o montadoras dentro de su grupo empresarial. Los problemas son tan importantes como los que experimentan las empresas de ingeniería, si no mayores.
- Finalmente, en la puesta en marcha, operación y mantenimiento; cuentan con la ventaja de tener experiencia en estos trabajos para sus equipos, lo que les facilitará la organización y gestión.

En la siguiente tabla se resumen las características de cada uno de los tipos de empresas que ejecutan proyectos llave en mano en relación con su capacidad de gestión en cada una de las etapas del proyecto

	Ingeniería	Gran Fabricante	Constructora
Financiación	Medio	Alto	Alto
Permisos	Alto	Bajo	Bajo
Ingeniería Básica	Medio	Bajo	Bajo
Ingeniería de detalle	Alto	Bajo	Bajo
Fabricación	Medio	Alto	Bajo
Construcción	Bajo	Bajo	Alto
Puesta en marcha	Medio	Alto	Bajo
Operación y Mantenimiento	Bajo	Medio-Alto	Bajo

Tabla 3.5. Capacidades de los contratistas en función de su negocio original

Estos problemas de conocimiento y gestión han producido que en los últimos años, los contratistas generales hayan decidido unirse para hacer proyectos juntos. Se trata de buscar combinaciones entre empresas de ingeniería, fabricantes de equipos tecnológicos y constructoras/montadores para buscar la experiencia común a la hora de acometer un proyecto determinado.

Analizando los retos de los apartados anteriores, mediante la unión de dos empresas se reducirán las áreas de menor experiencia y se ampliarán las áreas en las cuales cada empresa tiene un gran conocimiento. El mercado ha llevado a estas empresas a realizar este tipo de asociaciones para un proyecto como una herramienta para compartir los riesgos de ejecución de un proyecto complejo.

### **3.8. ASOCIACIONES ENTRE CONTRATISTAS**

El mercado de contratistas generales ha reaccionado pues aumentando el número de proyectos que se ejecutan mediante las asociaciones entre empresas. Como antes mencionado, esta solución permite:

- Disponer del conocimiento y la especialización de dos compañías con diferente perfil
- Compartir los riesgos hasta llegar a cantidades más manejables
- Acceder a mercados en países con dificultades de acceso, bien por normativa, bien por el propio funcionamiento del mercado, especialmente el mercado de construcción.

Estas uniones de empresas se pueden dividir en dos grupos en función de cómo reparte alcances, responsabilidades y riesgos.

La primera opción es realizar el proyecto definiendo un reparto de alcances y responsabilidades claramente delimitadas, de tal manera que cada una de las compañías realice aquellos trabajos que conoce y domina mejor. Las dos empresas responderán de manera solidaria por el total del proyecto antes el promotor, pero cada una de ellas realizará con sus medios los trabajos y alcance delimitados en el acuerdo.

Esta opción se denomina habitualmente consorcio y tiene un documento clave que define los trabajos y responsabilidades de cada uno. Este documento se denomina habitualmente DOR (Division of Responsibilities). El DOR incluye una lista detallada de todas y cada una de las actividades que debe desarrollarse para llevar a cabo el proyecto; desde los permisos hasta la operación, y establece cuál de las compañías es la responsables de llevarla a cabo.

A pesar de tener responsabilidades delimitadas para cada empresa, las dos acuerdan colaborar en conjunto por el éxito global del proyecto, estableciendo los mecanismos de colaboración adecuados; incluyendo también mecanismos de control mutuos, en los que debe prevalecer la transparencia entre las compañías que los forman.

Otra opción es realizar el proyecto compartiendo la gestión de todo el alcance y todas las responsabilidades y riesgos del proyecto, formando un equipo conjunto con profesionales de las compañías que forman la alianza. Esta forma de ejecución toma en España la forma de Unión Temporal de Empresas (UTE), que en nuestro país tiene una reglamentación y leyes sobre sus obligaciones. Internacionalmente, se conoce habitualmente como Joint Venture (JV) o Partnership.

Formalmente esta asociación, se regula mediante unos estatutos que regulan las obligaciones y derechos de cada uno de los socios así como las principales herramientas para su dirección, para la toma de decisiones y para la gestión diaria. El principio básico es que todo el alcance de los trabajos y todas las responsabilidades se realizan conjuntamente entre las empresas que forman esta JV. Se crea un organismo de dirección de la JV así como un organismo que dirige la ejecución del proyecto.

Estas dos opciones, los Consorcio y las JV, permite a las dos o más empresas afrontar un proyecto completo toando el conocimiento de las dos compañías. Las asociaciones son de lo más variado, empresa de ingeniería con fabricante, ingeniería con constructora, fabricante con constructora, etc. También se pueden formar asociaciones de tres o más empresas.

En muchas ocasiones, no solo se busca el conocimiento en campos diversos, hay veces que se busca el conocimiento de mercados diversos. Al afrontar un proyecto en un país nuevo, las compañías tienen que afrontar los retos asociados al desconocimiento de las leyes del país, de las normas y de los mercados de suministro y especialmente de construcción. Es habitual encontrar la asociación de multinacionales con empresas locales que permiten obtener ese conocimiento y mitigar una de los riesgos más habituales cuando se afronta un proyecto.

Sin embargo, estos consorcios o joint ventures, generan una nueva categoría de problemas; los relacionados con su gestión, y las nuevas dificultades que aparecen en la toma de decisiones.

La toma de decisiones dentro de una compañía tiene sus propias reglas; existen compañías con mecanismos de autorización más formales, y otras en las cuales el sistema de autoridad diferentes de los jerárquicos que facilitan (o complican) la toma de decisiones. En cualquiera de los casos, es un hecho que la capacidad de los responsables de un proyecto debe incluir su autoridad para ser capaz de tomar decisiones en tiempo y forma.

Al pasar a tener un proyecto en el cual dos empresas han unido sus fuerzas para ejecutarlo, aparece un nuevo problema: quién toma las decisiones y cómo se consiguen las aprobaciones pertinentes.

Se ha comentado anteriormente que estas asociaciones requieren de un documento de acuerdo entre las compañías que las forman que defina la manera en la que funciona la asociación. En estos estatutos o en este acuerdo, debe haber una definición clara de dos aspectos básicos:

- Los comités en los que se toman las decisiones de compañía, es decir, aquellas relacionadas con la gestión general: decisiones estratégicas, financieras, fiscales, etc.
- El comité en el que se toman las decisiones propias de la ejecución durante el proyecto.

El gran problema que tienen estos comités y la propia gestión del proyecto es que estas asociaciones suelen tener una relación equilibrada de participación, alrededor del 50% cada compañía. Además, en muchas ocasiones y aunque los porcentajes de participación sean diferentes al 50%, es habitual el disponer que la toma de decisiones sea por unanimidad.

Llegar a alcanzar acuerdos de unanimidad en la gestión de cualquier asunto es siempre complicado, y la gestión de un consorcio o una joint Venture, o más aún, la gestión de un proyecto, no es una excepción.

Estas asociaciones de empresas se enfrentan a un gran reto, ser capaces de trabajar juntos. Ser capaces de establecer métodos comunes de trabajo, sistemas de gestión de proyecto comunes y finalmente, establecer una estrategia común frente a los riesgos y oportunidades del proyecto.

### **3.9. EL ROL Y LOS INTERESES DE LAS PARTES INTERESADAS DEL PROYECTO**

Resumiendo las conclusiones de los puntos anteriores, uno de los puntos más destacados es el hecho de que en la actualidad hay muchos participantes, muchas partes interesadas que tienen influencia en el desarrollo del proyecto.

Por parte interesada, la ISO 21500:2012 define el concepto como “Persona, grupo u organización que tiene interés o puede afectar o ser afectado, o que percibe que puede ser afectado por cualquier aspecto del proyecto”.

Retomando cada uno de los puntos anteriores, se han identificado los siguientes participantes en un proyecto industrial complejo:

- El promotor, cada uno de los socios que forma el promotor
- El tecnólogo
- La ingeniería del promotor, ingeniería de la propiedad
- El consultor para desarrollo de permisos
- El asesor legal del promotor
- Las entidades financieras
- Los asesores financieros de promotor o entidad financiera
- El consultor técnico de la entidad financiera
- El contratista general o cada uno de los socios que forma la JV o Consorcio que ejerce como contratista general
- La ingeniería del contratista general
- Los proveedores principales del contratista general
- Los subcontratistas del contratista general
- Los responsables de operación
- Los responsables de mantenimiento
- Las autoridades locales/regionales/estatales
- Las asociaciones sociales situadas en el entorno del proyecto
- Los organismos de certificación

En la figura siguiente se describe a las partes interesadas en el proyecto.





Figura 3.3. Esquema de las partes interesadas (Fuente ISO 21500:2012)

Cada una de estas organizaciones tiene un rol dentro del desarrollo del proyecto, pero cada uno tiene también unos intereses dentro del proyecto.

La relación de dependencia contractual dependerá de cómo se organice el proyecto (ver figuras), pero esa dependencia contractual no siempre cambia sustancialmente ni el rol, ni los intereses de cada uno de los participantes.

	<b>Rol</b>	<b>Interés técnico</b>	<b>Relación jerárquica</b>	<b>no</b>	<b>Otros</b>
Promotor	Liderar el esfuerzo para construir y operar una planta industrial rentable	Búsqueda excelencia Facilitar la operación y mantenimiento	Autoridades Subcontratistas locales		
Tecnólogo	Diseñar un proceso tecnológico que permita obtener la capacidad prevista de manera fiable	Búsqueda de la excelencia	Ingenierías y consultores		
Ingeniería del promotor	Supervisar el trabajo técnico de desarrollo de la ingeniería básica y de detalle realizada por otros	Búsqueda de la excelencia	Ingenierías y consultoras Contratistas generales Tecnólogo		La aparición de problemas da más trabajo a su empresa

Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto

	<b>Rol</b>	<b>Interés técnico</b>	<b>Relación jerárquica</b>	<b>no</b>	<b>Otros</b>
Consultor permisos	Desarrollar la documentación para la obtención de permisos y liderar los trámites con las autoridades correspondientes	Búsqueda de las soluciones válidas para las administraciones	Autoridades Ingenierías consultoras	y	Las soluciones técnicas preferibles serán las solicitadas por la administración, no necesariamente las adecuadas para el proyecto
Asesor legal del promotor	Conseguir que el promotor disponga de contratos que limiten sus riesgos e incluyan compensaciones por incumplimientos	No	No posible, ante duda alegarán conflicto de intereses		
Entidades financieras	Prestar el dinero al promotor para la ejecución del proyecto, con las garantías suficientes para asegurar su devolución	La planta debe funcionar; ser segura y fiable			

Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto

	<b>Rol</b>	<b>Interés técnico</b>	<b>Relación jerárquica</b>	<b>no</b>	<b>Otros</b>
Consultor técnico de la entidad financiera	Asesorar a las entidades financieras sobre los aspectos técnicos del proyecto. Seguimiento al programa de trabajo	Alto en cuanto a fiabilidad Clave: cumplimiento de los plazos de ejecución	Ingenierías, contratistas, consultores		
Contratista general A (Socio de contratista B)	Completar su alcance en el proyecto en plazo y dentro de presupuesto	El suficiente para el cumplimiento del contrato	Promotor, ingenierías, consultorías, subcontratista, Contratista B		Debe defender sus intereses conjuntamente con el contratista B, pero también frente a este último
Contratista general B (Socio de contratista A)	Completar su alcance en el proyecto en plazo y dentro de presupuesto	El suficiente para el cumplimiento del contrato	Promotor, ingenierías, consultorías, subcontratista, Contratista A		Debe defender sus intereses conjuntamente con el contratista A, pero también frente a este último

Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto

	<b>Rol</b>	<b>Interés técnico</b>	<b>Relación no jerárquica</b>	<b>Otros</b>
Ingeniería	Desarrollar los documentos de ingeniería para la ejecución del proyecto	Aversión a problemas técnicos, soluciones probadas y seguras	Promotor, subcontratistas, consultores, ingeniería promotor	Búsqueda de soluciones seguras, no de soluciones baratas
Proveedores equipos principales	Suministrar y poner en servicio los equipos de su responsabilidad	Alto contenido tecnológico, propensión a soluciones estándar de sus productos	Promotor, ingenierías, consultores	Relación informal con el promotor Posible relación contractual para operación, mantenimiento y suministro de repuestos.
Subcontratistas	Construir y montar los trabajos de su responsabilidad bajo la dirección del contratista general	No cuestiona soluciones técnicas aportadas	Promotor, ingenierías	Relación informal con el promotor, para subcontratistas locales

Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto

	<b>Rol</b>	<b>Interés técnico</b>	<b>Relación no jerárquica</b>	<b>Otros</b>
Empresas de operación	Realizar la operación de la planta industrial de acuerdo con las recomendaciones e instrucciones de la ingeniería y los fabricantes de equipos	Búsqueda de la fiabilidad y de la operatividad	Promotor, ingenierías	
Empresas de mantenimiento	Realizar el mantenimiento de la planta industrial de acuerdo con las recomendaciones e instrucciones de la ingeniería y los fabricantes de equipos	Búsqueda de soluciones técnicas que favorezcan el mantenimiento, equipos especiales	Promotor, ingenierías	
Autoridades	Asegurar que la planta industrial se diseña, construye y opera cumpliendo las leyes aplicables	Soluciones técnicas seguras y de acuerdo con los estándares regulados	Promotor, ingenierías, entorno social	Interés en satisfacer las necesidades del entorno social, especialmente en la generación de puestos de trabajo locales

Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto

	<b>Rol</b>	<b>Interés técnico</b>	<b>Relación no jerárquica</b>	<b>Otros</b>
Entorno Social	Promover iniciativas para minimizar los impactos negativos de la planta sobre el entorno y maximizar los positivos	Alto, en el sentido de protección del entorno social	Autoridades, promotor	Interés en generar trabajo localmente
Organismos de certificación	Inspeccionar y certificar las instalaciones y sistemas para asegurar el cumplimiento con las leyes	Muy alto, en el sentido de cumplimiento con los códigos y reglamentos	Autoridades, promotor, ingenierías	

*Tabla 3.6. Los roles e intereses de los participantes en el proyecto*

De la tabla anterior, se puede concluir que existen tres tipos de relaciones entre los participantes en el proyecto:

- Las relaciones contractuales, aquellas que son fruto de acuerdos pactados entre dos o más participantes para la realización del proyecto.
- Las relaciones entre compañías, fruto de la colaboración o competición en asuntos similares al proyecto en cuestión.
- Las relaciones informales, aquellas construidas a lo largo del tiempo debido a la presencia en el sector o en el entorno de trabajo.

Las relaciones contractuales rigen los derechos y obligaciones de cada una de las partes en el desarrollo del proyecto. Las relaciones contractuales entre cualquiera de los participantes surgen de la relación contractual primaria entre el contratista general y el promotor. El promotor negociará con el contratista general cada una de los derechos y obligaciones del contratista general para el desarrollo del proyecto. El contratista general debe asegurar que las obligaciones que él tiene frente al promotor se cumplen en el desarrollo de sus funciones básicas, pero también en el desarrollo de las obligaciones de cada una de las empresas que realizan funciones para él en el contrato; ingenierías, fabricantes, subcontratistas, etc.

Desde el punto de vista técnico, si el promotor especifica al contratista general el cumplimiento de determinados requisitos técnicos, éste tendrá que hacerlos llegar a la empresa de ingeniería y a los fabricantes.

Desde el punto de vista contractual, si el contrato principal prevé el pago de determinadas penalizaciones en caso de producirse algún incumplimiento, si este incumplimiento depende de la operación de determinado equipo, el contratista general deberá asegurarse de que dicha obligación se traslada al fabricante.

El traspaso de estas obligaciones tiene los límites que impone el mercado, ya que ninguna empresa tiene la obligación de llegar a un acuerdo al que no desea llegar. Corresponderá a cada una de las empresas el realizar el análisis de riesgos técnico,



comercial y contractual para determinar si quiere asumir los riesgos que demanda el proyecto.

Las relaciones entre empresas surgen por la participación en proyectos previos de dos o más compañías. Estas hacen que surjan relaciones a niveles directivos que hacen que, o bien se fomente la colaboración entre compañías, o bien se impulse todo lo contrario, el evitar la cooperación.

Estas relaciones son relaciones no escritas y sin leyes fijas e inamovibles. Corresponde a los gestores y directivos de las compañías evaluar los límites que imponen y ajustarse a estos límites evitando la entrada de la dirección en las discusiones que generan.

Las relaciones informales son las menos definidas y las que pueden generar más conflictos. Las relaciones informales provienen de la aparición o existencia de intereses comunes para dos o más participantes en el proyecto que produce que estos decidan “aliarse” para conseguir determinado objetivo. Los gestores y directivos de los diferentes participantes tiene entre su tarea la de crear relaciones informales positivas que permitan conseguir que no se generen intereses negativos que puedan afectar al desarrollo del proyecto.

### **3.10. LOS TIPOS DE CONTRATO. RESPONSABILIDADES Y RIESGOS**

En los anteriores párrafos se ha definido las relaciones básicas entre los diferentes participantes del contrato. Estas relaciones deben materializarse a través de un contrato que determine las obligaciones y derechos de cada una de las partes.

Sin entrar en conceptos legales o jurídicos, se pueden resumir los tipos de contrato en cuatro formas, de acuerdo con el contenido del servicio provisto al cliente.

#### **Contratos de servicios**

El alcance de los mismos es proveer servicios, generalmente de ingeniería, aunque también se pueden utilizar para servicios de asistencia a trabajos en campo, ya sea en la construcción o en la puesta en marcha. También pueden aplicar a trabajos de operación y mantenimiento.

El precio puede definirse bien por administración, bien por precio cerrado, partida alzada por el total del alcance. Los precios por administración están basados en unas tarifas a aplicar por cada tipo de servicio o para cada tipo de personal asignado (ingeniero especialista, supervisor, planificador, etc.). En el caso de partidas alzadas, se define el precio para un conjunto de trabajos establecidos en el alcance de los trabajos del contrato.

Las responsabilidades habituales están limitadas a rehacer el trabajo realizado en caso de incumplimiento o error, sin asumir responsabilidades por daños ocasionados en otros trabajos consecuencia del desarrollo de los servicios. Se suele limitar la responsabilidad a un importe porcentaje del importe del contrato; variando este valor desde el 10% hasta el 100% del importe de los mismos.

Los riesgos son limitados para la empresa que ofrece los servicios, cuya obligación es rehacer los servicios de su alcance sin responsabilidad sobre trabajos relacionados. Es decir, en caso de que los errores de los servicios, errores de ingeniería, produzcan costes

adicionales de fabricación y construcción, la responsabilidad de los primeros se limita a rehacer cálculos y planos, y no a cubrir los daños producidos.

### **Contratos de suministro de bienes de equipo**

El alcance de los mismos es proveer bienes de equipo en base a una especificación técnica elaborada por el cliente o por terceros. Aplican al suministro de equipos o materiales.

El precio se define habitualmente por pieza de equipo y por tipo de material. No se suele trabajar con partidas alzadas.

Las responsabilidades habituales son las proveer un equipo o material que cumpla las condiciones técnicas establecidas. Para equipos complejos, se definen las garantías de funcionamiento. En caso de incumplimiento, existen dos alternativas. La primera es que solucionen los problemas en todo lo necesario para cumplir con dichas garantías, con las limitaciones establecidas en el contrato, obligación de "make good". La alternativa es definir unas penalizaciones técnicas en función del incumplimiento de las garantías acordadas. Se suele limitar la responsabilidad al total del importe del contrato, el 100% del mismo. La responsabilidad y el riesgo de la empresa termina en el momento en que entrega el material (ya sea en taller o en obra) a su cliente.

Los riesgos son limitados para la empresa que suministra los materiales o equipos, cuya obligación es reparar el material hasta obtener la garantía de funcionamiento acordada, sin responsabilidad sobre trabajos relacionados.

### **Subcontratos de construcción**

El alcance de los mismos es realizar la construcción o el montaje de una parte de la obra, a partir del diseño y los planos suministrados por el cliente o por terceros.

El precio puede definirse bien por administración, bien por precio cerrado, partida alzada por el total del alcance. Los precios por administración están basados en unas tarifas a aplicar para cada tipo de montaje o construcción (m<sup>3</sup> de hormigón, tonelada

de tubería, m de cable tendido, etc.). En el caso de partidas alzadas, se define el precio para un conjunto de trabajos establecidos en el alcance de los trabajos del contrato.

Las responsabilidades habituales están limitadas a rehacer el trabajo realizado en caso de realizar un montaje incorrecto, o no de acuerdo con los documentos y planos aportados por el cliente. No asumen ninguna responsabilidad sobre el diseño. Se suele limitar la responsabilidad a un importe porcentaje del importe del contrato; generalmente el 100% del importe de los mismos. La responsabilidad y el riesgo de la empresa terminan en el momento en que entrega el trabajo de construcción y/o montaje a su cliente, una vez finalizado e inspeccionado por este.

Los riesgos son limitados para la empresa que realiza los montajes, cuya obligación es rehacer el trabajo de construcción en caso de errores en el desarrollo de los mismos. No asumen responsabilidad sobre el diseño, las especificaciones de montaje o los materiales aportados por el cliente. No asumen responsabilidad sobre trabajos relacionados.

### **Contratos llave en mano**

El alcance de los mismos es dar un servicio integral, que incluye el diseño, el suministro, transporte, montaje y en ocasiones, puesta en marcha y hasta operación de una determinada unidad funcional. Esta unidad funcional puede ser una planta paquete (caldera, compresor, planta de agua) o una unidad de proceso o un proyecto en su conjunto. Incluye pues todos los tipos de servicios indicados en los puntos anteriores. Deben cumplir con unas especificaciones técnicas aplicables, bien detalladas o bien puramente funcionales, basadas en el cumplimiento de unos parámetros técnicos definidos.

El precio suele definirse por partida alzada, con un precio cerrado. Es posible la adopción de llaves en mano con otra modalidad de pago, incluido por administración, si bien no es habitual.

Como en el resto de los contratos, las responsabilidades habituales están limitadas a rehacer el trabajo realizado en caso de incumplimiento o error. Dado que el alcance

incluye todos los aspectos del desarrollo (ingeniería, suministro, montaje, etc.), asumen de hecho una responsabilidad global funcional sobre la unidad entregada. La responsabilidad funcional se define a través de las garantías de funcionamiento. En caso de incumplimiento, existen dos alternativas. La primera es que se solucionen los problemas en todo lo necesario para cumplir con dichas garantías, con las limitaciones establecidas en el contrato, obligación de “make good”. La alternativa es definir unas penalizaciones técnicas en función del incumplimiento de las garantías acordadas. Se suele limitar la responsabilidad al total del importe del contrato, el 100% del mismo. La responsabilidad y el riesgo de la empresa terminan en el momento en que se produce la recepción provisional. Este ocurre en la terminación mecánica (si se realiza solo montaje), en la operación comercial (si se realiza puesta en marcha) o en la finalización del servicio de operación (si el contrato incluye servicios de operación).

Los riesgos son mucho más amplios para la empresa que da este tipo de servicios, ya que incluyen todos los conceptos como parte de su alcance.

Se puede concluir que bajo la modalidad de contrato llave en mano, el contratista da una responsabilidad global que cubre todas las fases y asume las responsabilidad cruzada entre servicios, fabricación y construcción, en la cual, apenas tiene margen para transferir dichos riesgos cruzados.

### **3.11. EL REPARTO DE RESPONSABILIDADES Y RIESGOS EN LA LÍNEA DE CONTRATOS**

Como se ha indicado anteriormente, las responsabilidades primarias provienen de la relación contractual entre el promotor y el contratista general.

Sin embargo, antes de esto, el promotor debe analizar su modelo de negocio y decidir cómo quiere asegurar que sus obligaciones frente a otros están protegidas en su contrato con el contratista general.

El principio básico que se debe seguir es que el riesgo y responsabilidad sobre una determinada actuación se debe asignar a aquel participante que mejor pueda gestionarlo.[8, 25, 26]. Este principio que es tan evidente, no siempre se adapta a la realidad, ya que las organizaciones buscan salvaguardar sus intereses y a veces lo hacen con la falsa creencia de haber transferido el riesgo a otro participante

Realmente, todo esto proviene de algo más sencillo: el promotor tiene un modelo de negocio en el que se plantea invertir una determinada cantidad de dinero  $x$ , para construir y operar una planta industrial que a partir de determinadas materias primas,  $m$ , sea capaz de producir una cantidad  $p$  de productos; a partir de una determinada fecha  $t$  y durante  $n$  años.

Lo que el promotor busca por encima de todos es que las variables  $x$ ,  $m$ ,  $p$ ,  $t$  y  $n$  tengan el valor previsto en su modelo de negocio, o en caso de que estas cambien sea para mejorar las condiciones de la inversión. El promotor habrá realizado análisis de sensibilidad para determinar cómo afectan la variación de cada una de esas variables a la rentabilidad de negocio y habrá obtenido el valor umbral por encima o por debajo del cual, el negocio deja de ser rentable.

La variable  $x$ , valor de la inversión inicial depende del precio final del contrato llave en mano y del precio de los otros contratos con terceros requeridos.

La variable  $m$  tiene dos componentes; número de unidades de materia prima requeridas y precio de la unidad de materia prima. El número de unidades de materia prima requeridas depende de la calidad de la planta industrial, es decir de su capacidad para

cumplir con los rendimientos previstos. La segunda depende de muchas variables fuera del control del promotor.

Pasa algo parecido con la variable, P, producto. Su primera componente, la capacidad de producción de la planta industrial depende de la calidad de la planta; la segunda el precio al que puede venderla depende de otros muchos factores externos.

La variable t es sumamente importante en las plantas industriales, determina la fecha en la cual la planta puede producir comercialmente contada desde el inicio del proyecto. Depende de la capacidad del promotor para hacer cumplir sus obligaciones al contratista general y al resto de empresas involucradas. Es sumamente importante porque la rentabilidad de la inversión es muy sensible a cambios en esta fecha [34, 47].

La variable n es la vida de la planta industrial. Las plantas industriales se diseñan habitualmente para una vida de 25 o 30 años (la excepción son algunas industrias como la nuclear en la cual se diseña para 50 años de vida media). Aunque los modelos de negocio se evalúen para un plazo menor, 12 a 15 años, la expectativa de vida media es básica por su efecto en el precio residual una vez concluida el periodo de evaluación económica. Esta variable es controlable por el promotor a través de los requisitos de calidad a equipos y componentes.

El paso siguiente es cómo se trasladan estos requisitos a los contratos entre promotor y contratistas y demás partes interesadas, y cómo se reparten las responsabilidades y los riesgos asociados.

### **La producción de la Planta industrial**

Si se comienza con la variable de la producción de la planta industrial, P. Esta variable tiene dos componentes, el primer asociado a la capacidad y el segundo asociado al precio de venta.

Simplificando la ecuación, el valor de P es:

$$P = \sum p_i v_i$$

En la cual;

P es el ingreso obtenido anualmente por la venta de productos,

$p_i$ ,  $v_i$  son cada uno de los productos vendidos y el precio unitario obtenido

El precio de venta de los productos depende de muchos factores externos al promotor.

Sin embargo, el promotor sí puede y debe asegurar que la producción prevista se adapta a la realidad; es decir, que es capaz de producir todos y cada uno de los productos previstos y en la cantidad prevista y a lo largo de los periodos previstos.

Este control de la capacidad incluye dos parámetros con diferentes responsabilidades:

- La capacidad de producción y los tipos de productos realizados es algo que depende de que la planta industrial cumpla con los requisitos para los que ha sido diseñada. Es un parámetro controlable al final de la producción y son parámetros sobre los cuáles se pueden pedir responsabilidades a las empresas que afectan a este valor. Se puede denominar a este valor performance, por utilizar un término que engloba ambas capacidades.
- El parámetro referido a la capacidad de producir en los tiempos previstos está relacionado con la fiabilidad. La fiabilidad depende de cómo se ha diseñado la planta industrial y de cómo se opera y mantiene la planta industrial.

El performance de la planta depende de una cadena de trabajos adecuadamente realizados, que se resume en la siguiente figura.



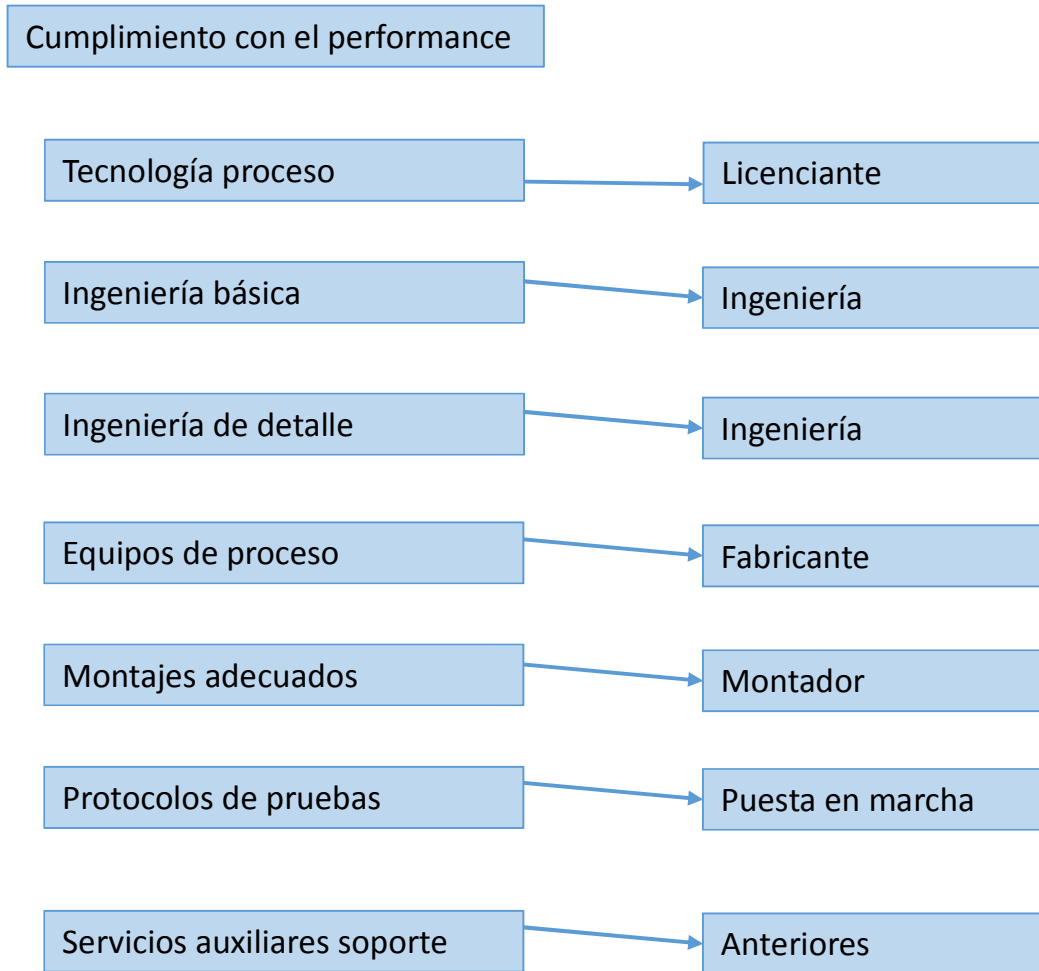


Figura 3.4. Responsabilidades en el cumplimiento del performance

Como se puede observar, el cumplimiento del performance nace de una tecnología bien concebida por el licenciantes que es desarrollada adecuadamente en las fases de ingeniería básica y de detalle. Sus requisitos deben ser cumplidos por los equipos de proceso, que deben ser adecuadamente montados y probados. Todo ello, requiere de la adecuada colaboración de los servicios auxiliares de la planta.

Los responsables primarios de la realización correcta de cada una de estas actividades son muchos, por lo que el incumplimiento de alguno de ellos en su fase de responsabilidad puede derivar en el incumplimiento del performance previsto.

Su verificación es relativamente sencilla. Al finalizar la puesta en marcha de la planta industrial, se establece un protocolo de pruebas de performance que debe establecer objetivamente si la producción se adapta a lo previsto. Sin embargo, esto dará un valor puntual, en unas condiciones determinadas. Se debe disponer también de sistemas que permitan evaluar el funcionamiento de la planta ante la degradación de sus componentes y ante cambios en las condiciones ambientales. Son las denominadas curvas de corrección.

Por lo tanto el performance es un parámetro objetivo, controlable, pero que depende de muchas variables y participantes en el proyecto. ¿Quién asume la responsabilidad de su cumplimiento?, ¿Y los riesgos asociados a su incumplimiento?

En un proyecto tradicional, es el promotor casi el único que mantiene el control sobre tan importante valor. El promotor es quien contrata directamente a muchas de las empresas que participan de este valor, y por tanto, el único que puede responder globalmente sobre el mismo.

En un proyecto llave en mano, el contratista general asume las responsabilidades sobre casi todos ellos: ingeniería, fabricantes, montadores y en muchos casos, licenciante y puesta en marcha. Por lo tanto, el contratista general es quien asume globalmente la responsabilidad sobre su incumplimiento.

Esta responsabilidad global no elimina las responsabilidades parciales de cada una de las partes que participan en su consecución, de hecho el contratista general (o en el caso del proyecto tradicional el promotor) podrán exigir responsabilidades a cada uno de los participantes en la medida de su participación en el proceso. Lo que sí genera el formato llave en mano, es una obligación global de cumplimiento para uno de los participantes.

El segundo componente de la producción es la fiabilidad, entendida como la capacidad de producir de una manera estable y adecuada durante los periodos de tiempo previstos. Es decir, su capacidad de tener pocas averías o de que el diseño de la planta contemple sistemas que permitan, bien anular o minimizar las consecuencias de las

averías (a través de disponer de equipos de reserva por ejemplo), o bien disponer de sistemas que permitan reducir los tiempos necesarios para realizar las reparaciones (a través de disponer de un stock adecuado de repuestos, por ejemplo.)

En la figura siguiente se resume de qué depende la capacidad para conseguir que una planta sea fiable.

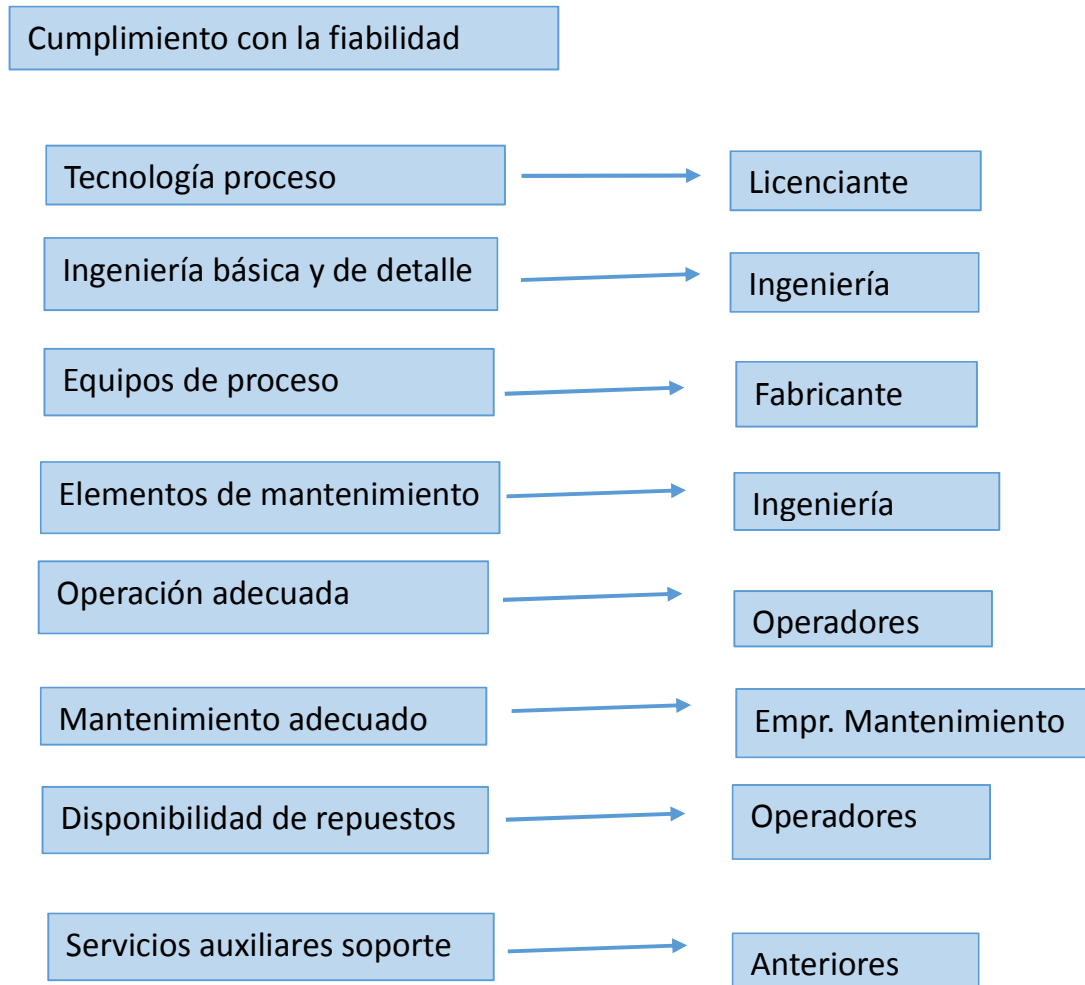


Figura 3.5. Responsabilidades en el cumplimiento de la fiabilidad

El cumplimiento de la fiabilidad es más complejo e incluye a más participantes en el proyecto. Parte de una tecnología bien concebida por el licenciante que es desarrollada adecuadamente en las fases de ingeniería básica y de detalle. Depende en gran medida

de la fiabilidad de los equipos de proceso. Pero una vez alcanzada la etapa de operación comercial, pasa a depender de una adecuada operación (sin errores), de seguir el programa de mantenimiento previsto, y de las previsiones hechas por las empresas operadoras en cuestión de cantidad y tipo de repuestos. Todo ello, requiere de la adecuada colaboración de los servicios auxiliares de la planta, que se rigen por los principios indicados para el proceso propiamente dicho.

Los responsables primarios de la realización correcta de cada una de estas actividades son muchos, por lo que el incumplimiento de alguno de ellos en su fase de responsabilidad puede derivar en el incumplimiento de la fiabilidad prevista.

Su verificación solo es posible con el paso del tiempo y los resultados pueden variar sobremanera, en función de los acontecimientos que ocurran en la vida real de la planta. Existen hoy en día sistemas para estimar mediante métodos probabilísticos la fiabilidad de una instalación a través de los denominados estudios RAM (Reliability, Availability and Maintainability). En estos estudios se procede a estudiar cada una de las operaciones unitarias que contiene el proceso, identificando cómo reacciona la planta ante fallos de equipos o componentes (sin efectos, reduciendo capacidad o parando), se estima la capacidad de fallo de cada componente utilizando variables como el MTBF (Mean Time Between Failure), se analizan los tiempos requeridos para realizar reparaciones, definiendo los repuestos que afectan a la disponibilidad de la planta (denominados Capital Spares). Finalmente se analizan los sistemas de manutención, para verificar que no se producen tiempos muertos por la falta de accesibilidad o de elementos de mantenimiento a piezas clave. Estos estudios dan como resultado un valor de disponibilidad estimado; 95% por ejemplo, que determina el porcentaje de tiempo que la planta industrial será capaz de operar de acuerdo con lo previsto. Pero estos valores obtenidos son una estimación de la fiabilidad a lo largo de un periodo, no son una garantía de su cumplimiento.

Por lo tanto, la fiabilidad se puede estimar mediante cálculos probabilísticos, pero solo se podrá conocer su verdadero cumplimiento con la operación real de la planta y con el paso del tiempo. Ante esta dificultad adicional, y teniendo en cuenta la criticidad de un

parámetro como este, se plantean estas preguntas, ¿es posible asumir la responsabilidad del cumplimiento?, si es así, ¿Quién puede asumirla?, y si llega a ser así, ¿cuáles pueden ser los riesgos asociados a su incumplimiento?

En un proyecto tradicional, el promotor es el único que mantiene el control sobre la fiabilidad. El promotor es quien contrata directamente a muchas de las empresas que participan de este valor, y sobre todo, el promotor es quien opera y mantiene la planta; tomando decisiones sobre mantenimientos, repuestos, etc.

En un proyecto llave en mano, el contratista general asume las responsabilidades sobre algunos de los participantes: ingeniería, fabricantes y en muchos casos, licenciante. Sin embargo, no es práctica habitual que tenga la responsabilidad sobre la operación o el mantenimiento o decida sobre temas tan críticos como los repuestos.

En el caso de no participar en operación y mantenimiento, los promotores pueden optar por una responsabilidad “teórica” del contratista a través de la garantía de un valor determinado de disponibilidad a través de un estudio RAM. Esto obligará a duplicar equipos, mejorar calidad de suministros e incluir medidas adicionales que faciliten la operación de la planta en caso de no se alcance el valor previsto.

Sólo en caso de asumir responsabilidades sobre operación y mantenimiento, el contratista podrá tomar las responsabilidades y ciertos riesgos asociados a la fiabilidad de la planta industrial.

Queda pendiente, dar respuesta a la tercera pregunta, ¿cuáles son los riesgos asociados a esta responsabilidad? Es máxima en la industria que las responsabilidades sobre lucro cesante no sean traspasados por el promotor a los participantes en el proyecto. Es decir, el dinero no ingresado por el hecho de que la planta no pare las horas anuales previstas no sea traspasado al contratista general.

Al igual que con el performance, esta responsabilidad global, si se diera, no elimina las responsabilidades parciales de cada una de las partes que participan en su consecución, de hecho el contratista general (o en el caso del proyecto tradicional el promotor) podrán exigir responsabilidades a cada uno de los participantes en la medida de su participación en el proceso.

La excepción a estos casos, son los contratos en los cuales, el promotor contrata el diseño, la construcción y la operación de la planta durante un determinado número de años. En estos casos, el promotor transfiere la mayor parte de los riesgos asociados a la fiabilidad de la producción a la empresa a la cual encarga dichos servicios.

Se deben trasladar estos conceptos a la asignación de responsabilidades y riesgos del contrato.

El performance se define con las garantías técnicas: capacidad, consumos de auxiliares, rendimiento, consumos de insumos, etc.

El promotor obtiene una compensación en caso de incumplimiento a través de las penalizaciones por incumplimiento de las garantías. En caso de desarrollo tradicional, esa responsabilidad puede estar repartida entre varios de los participantes.

En el caso de desarrollo llave en mano, la responsabilidad permanece únicamente en el contratista general.

Se realiza la transferencia de riesgos al contratista general a través de las garantías técnicas.

En caso de incumplimiento con dichas garantías, el promotor puede tener el derecho a:

- Aplicar una penalización técnica, hasta un % del importe del contrato
- Exigir un mínimo técnico admisible; un valor generalmente del 95% del valor garantizado
- Exigir cumplir con dicha garantía
- En caso de no cumplir rechazar la instalación, siendo esta la opción más grave para ambos, ya que supone la devolución de los importes pagados y restauración de condiciones originales

Promotor	Transferencia riesgos a Contratista General	Compensación para promotor	Límite de responsabilidad para contratista
Performance	Garantías Técnicas: Producción Rendimiento Consumos auxiliares	Penalizaciones técnicas	% del contrato
		Definición del mínimo técnico aceptable	Obligación de cumplir limitada al importe contrato
		Obligación de make good	Obligación de cumplir limitada al importe contrato
		Rechazo	Obligación de devolver el importe y restaurar la condición original

Tabla 3.7. Asignación de riesgos y compensaciones relacionados con el performance

La fiabilidad se puede definir también a través de garantías por horas de parada no planificada máximas por año, o por el número y duración de los fallos en la instalación máximos.

El promotor obtiene una compensación a través de las penalizaciones por incumplimiento de dicha garantía. Esta penalización podrá ser transmitida bien al responsable de la operación, bien al contratista general.

### Los consumos de la Planta industrial

Los consumos de la planta industrial tienen dos componentes, el primero asociado a la cantidad de gastos de insumos necesarios para su producción y el segundo asociado al precio de compra de cada uno de los insumos y materiales.

Simplificando la ecuación, el valor de M es:

$$M = \sum mi ci$$

En la cual;

M es el gasto realizado anualmente por la compra de materiales e insumos,  $m_i$ ,  $c_i$  son cada uno de los productos adquiridos y el precio unitario de compra de cada uno de ellos.

El precio de compra de los productos depende de muchos factores externos al promotor, por lo que no entraremos en su análisis.

Sin embargo, el promotor sí puede y debe asegurar que los consumos de materiales e insumos se aproximan a los establecidos en su modelo de negocio.

Este control de la cantidad de materiales e insumos depende únicamente del performance; de la capacidad de la planta industrial de producir la cantidad demandada consumiendo los materiales e insumos previstos en sus parámetros de diseño.

Como indicado anteriormente, el performance de la planta depende de una cadena de trabajos adecuadamente realizados, resumida en la figura 3.4.

Por lo tanto, todas las conclusiones sobre asignación de responsabilidades y riesgos sobre el performance aplican a las responsabilidades y riesgos relacionados con los consumos de materiales e insumos, con varios matices.

Antes se ha comentado, la importancia de aclarar y conocer las curvas de degradación y las curvas de operación en función de las condiciones ambientales. Esto aplica también, y en mayor medida, a los consumos de materiales e insumos. Pero hay otro parámetro que influye en ellos, las características de la operación y mantenimiento de los diferentes componentes que puede producir deterioros, mermas y pérdidas y aumentar los consumos específicos de determinados materiales e insumos.

Al igual que con el performance, en un proyecto tradicional, es el promotor casi el único que mantiene el control sobre estos consumos. El promotor es quien contrata directamente a muchas de las empresas que participan de este valor, además de ser



quien opera la planta industrial, por lo que sólo él puede responder globalmente sobre el mismo.

En un proyecto llave en mano, el contratista general asume las responsabilidades sobre casi todos ellos: ingeniería, fabricantes, montadores y en muchos casos, licenciante y puesta en marcha. Por lo tanto, el contratista general es quien asume globalmente la responsabilidad sobre su incumplimiento.

Esta responsabilidad global no elimina las responsabilidades parciales de cada una de las partes que participan en su consecución, de hecho el contratista general (o en el caso del proyecto tradicional el promotor) podrán exigir responsabilidades a cada uno de los participantes en la medida de su participación en el proceso. Lo que sí genera el formato llave en mano, es una obligación global de cumplimiento para uno de los participantes.

Este concepto se traslada al contrato de una manera similar al indicado en el punto anterior para el caso de performance.

### **La inversión inicial**

El valor de la inversión inicial, antes referido como  $x$ , depende en gran medida de los acuerdos que tenga el promotor como el contratista general, así como con los responsables de otros contratos, como son la compra o leasing del terreno, la contratación de las conexiones para determinados servicios auxiliares (agua, electricidad, etc.), etc.

El objetivo del promotor es la reducción del riesgo a que se produzcan desviaciones significativas respecto al valor inicial previsto de los contratos. Este es un objetivo de todo promotor, aunque en la mayoría de los negocios, la sensibilidad de la inversión a variaciones en el valor de la inversión inicial es baja, mucho más baja que la sensibilidad por variación de ingresos o costes.

En cualquier caso, el promotor siempre pondrá el foco en mantener lo más invariado posible el valor de la inversión inicial. Esto se consigue habitualmente a través de

contratos con precio fijo y no revisable; pero por encima de esto, surge la gran cuestión sobre qué significa precio fijo y no revisable, y sobre todo qué incluye.

Dentro del qué incluye, es fundamental que antes un contrato de tipo precio fijo, haya una definición adecuada del alcance de los trabajos a través del contenido de las especificaciones técnicas. Estas deben cumplir el objetivo de definir todo aquello que está incluido y de definir las características técnicas de lo que está incluido.

Aun a pesar de tener una definición clara del contenido del alcance, aparecen varios riesgos típicos asociados a cualquier desarrollo industrial que deben ser asignados o repartidos:

- Las condiciones del emplazamiento, especialmente las condiciones del suelo.
- Los datos de partida aportados por el promotor y relacionados con las características de materias primas, servicios, accesos a servicios durante la construcción, etc.
- Las condiciones de suministro de determinados servicios por el promotor o por terceros a su cargo; agua, electricidad, gas, combustibles, etc.
- Cambios en leyes o códigos aplicables a lo largo de la vida del proyecto
- Los casos de Fuerza Mayor

Las condiciones del emplazamiento es uno de los temas que genera más debate, más sobrecostes y más retrasos en la ejecución de proyectos industriales.

En el capítulo de condiciones del emplazamiento, se puede comenzar con el tema suelo, uno de los más importantes. Dentro de las condiciones del suelo, se pueden identificar: condiciones topográficas, geotécnicas, posibilidad de contaminación, posibilidad de existencia de elementos arqueológicos y posibilidad de existencia de armamento no explotado.

Cualquier modificación en las condiciones anteriores supone un cambio significativo en el precio relacionado con la preparación de las cimentaciones y movimientos de tierra.

Estas actividades son realizadas por subcontratistas civiles, pero no es práctica habitual que estos asuman el riesgo ante modificaciones en las condiciones de partida.

La ventaja respecto al riesgo de las condiciones del emplazamiento es que suele ser mitigable realizando ensayos sobre el terreno que permitan identificar sus condiciones topográficas (un simple levantamiento topográfico), sus condiciones geotécnicas (estudio geotécnico completo), o la probabilidad de la existencia de sustancias contaminantes, restos arqueológicos o explosivos a través de sondeos, estudios teóricos de uso del suelo en el pasado.

Con unos estudios del emplazamiento adecuados, estas condiciones del suelo quedan identificadas, quedando reducido el riesgo a que aparezcan resultados no previstos en dichos ensayos.

En los proyectos tradicionales, el riesgo asociado con el emplazamiento era asumido por el promotor, que realizaba estos estudios del emplazamiento y definía los tipos de cimentaciones con su ingeniería y la estrategia para tratar con la aparición de cualquier otra sustancia o producto poco habitual.

En los proyectos llave en mano, la cadena incluye al contratista general, que en muchas ocasiones se ve en la situación de contratar su trabajo sin disponer de toda la información sobre las condiciones del emplazamiento. Es habitual que este riesgo permanezca en manos del promotor, aunque hay casos en los que los subcontratistas asumen esta responsabilidad. Y el riesgo.

El promotor define con los datos de partida las características básicas del proyecto: datos técnicos de suministro de materias primas, datos técnicos de suministro de auxiliares, formas y acceso a determinados servicios durante la construcción, etc. Son los datos con los que el contratista y la ingeniería elaboran todo el proyecto.

En los esquemas de ejecución tradicional, estos datos se aportaban por el promotor que se hacía responsable sobre los mismos, en el sentido de que en caso de cambiar,

asumían la responsabilidad sobre dichos cambios. Es lo que se denomina información fiable (rely-upon information).

En los esquemas de contratación llave en mano, muchos promotores evitan asumir cualquier responsabilidad sobre dichos datos, haciendo que el contratista sea responsable de su comprobación. Así evitan reclamaciones o variaciones por cambios originados en dichos datos de partida.

El traslado de estos conceptos al contrato incluye un mayor número de conceptos y cláusulas aplicables.

El promotor desea limitar la posibilidad de que sus proveedores o el contratista general tengan derecho a variaciones u órdenes de cambio en el contrato. Esto se regula a través de las cláusulas de variaciones, en las que se definen los casos en los que la empresa tiene derecho a una modificación del precio y el plazo del proyecto. Lógicamente, el promotor tratará delimitar estos casos; y sobre todo someter dichos cambios a un proceso de aprobación formal.

Las condiciones y riesgos asociados al emplazamiento siempre se deben definir en el contrato. El contratista tratará de que estas queden definidas de acuerdo con los datos aportados por el promotor, de tal manera de que ante cambios en las mismas, tendrá derecho a compensaciones en precio y plazo. El promotor tratará de trasladar al contratista general la responsabilidad global de las condiciones del emplazamiento, limitando o anulando su posibilidad de ajuste de precio o plazo ante eventuales descubrimientos imprevistos.

En lo que se refiere a los servicios provistos por terceros, se plantea una situación similar; en la cual el promotor trataría de trasladar la responsabilidad y el riesgo de dicha gestión al contratista general; y este de no aceptarla.

Las leyes y códigos aplicables suelen definirse en el contrato y congelarse en el momento de la firma, de tal manera que posibles cambios o actualizaciones sean responsabilidad del promotor. Este puede intentar fijar la fecha de congelación en la fecha de finalización de los servicios.

Finalmente, los casos de fuerza mayor suelen dar derecho a una compensación de plazo, pero no de coste.

Promotor	Transferencia riesgos a Contratista General
Alcance completo	Definición completa en la Especificación técnica Formas de especificaciones funcionales
Datos de Partida	Reducción de la cantidad de datos de partida Obligación de comprobación por contratista
Condiciones de emplazamiento - suelo	Especificación Técnica y estudios preliminares emplazamiento Responsabilidad global sobre el suelo
Limitación a capacidad de variaciones	Condiciones comerciales para definir y aprobar variaciones
Servicios por terceros	Hacerlas parte de las obligaciones del contratista
Cambios de leyes	Ampliar el plazo de aplicación de los cambios de leyes
Fuerza Mayor	Ampliar la definición de los casos de Fuerza Mayor

*Tabla 3.8. Asignación de responsabilidades y riesgos al contratista en contratos llave en mano para limitar las modificaciones al valor de contrato*

### La fecha de inicio de la operación comercial

Si se hace una análisis de sensibilidad sobre la rentabilidad de la inversión de una planta industrial se podrá comprobar que la rentabilidad es muy sensible a la duración del periodo entre el comienzo de la aportación de capital y el comienzo de la operación

comercial [34, 47]; es decir la duración del proyecto de diseño y construcción de la planta industrial. Esta sensibilidad se incrementa en el caso de proyectos financiados.

Por lo tanto, para el promotor y para cualquier inversor, es la principal prioridad el conseguir que la planta industrial sea capaz de producir en la fecha prevista; es decir, que no se produzcan retrasos en la ejecución de los trabajos.

Es también conocido el hecho de que las obras tienen una gran tendencia a retrasarse, hay ejemplos en todos los sectores y en todos los países. Las razones son de lo más variadas, y comienzan con los retrasos de los subcontratistas, y siguen con cambios en diseño (por peticiones del promotor, por ejemplo), siniestros que dañen un equipo crítico (durante el transporte, durante el montaje o al ponerlo en funcionamiento, etc.), casos de fuerza mayor, como graves tormentas, inundaciones, etc., faltas de autorizaciones otorgadas por la administración, etc.

Los casos que se pueden dar son muy variados y el responsable primario no siempre está claro. En cualquier caso, es algo que afecta a los participantes en la cadena completa de definición del proyecto, desde su concepción hasta su operación comercial.

El promotor trata de minimizar las posibilidades de que se produzcan retrasos a través de la adopción de mecanismos de control y dirección que identifiquen cualquier suceso que ponga en peligro el cumplimiento del plazo, a través de la gestión del proyecto, incluidos los riesgos del mismo.

En el caso de proyectos ejecutados mediante el sistema tradicional, esta dirección y gestión encaminada a evitar retrasos es sumamente complicada; principalmente, porque el promotor es prácticamente la única parte interesada en que no se produzcan. Si bien todos los participantes dispondrán de elementos en su contrato que favorezcan el cumplimiento de su programa de trabajo, la coordinación entre sus actividades será responsabilidad únicamente del promotor. Fallos de coordinación, de intercambio adecuado de información entre ingenierías, proveedores, subcontratistas, etc., dará lugar a cambios en las actividades; a nuevos alcances de trabajo y a retrasos. El promotor tendrá la responsabilidad de realizar una coordinación extraordinaria que junto a un sistema de coordinación y un sistema de planificación y control de proyecto muy

completo, le permita evitar problemas de descoordinación entre los participantes. En este caso, disponer de sistemas adecuados para identificar, monitorizar y realizar planes de actuación concretos contra riesgos se convierte en una necesidad imprescindible para la terminación a tiempo del proyecto.

En el caso de proyectos llave en mano, el contratista principal tiene como una de sus obligaciones principales responder como responsable único por muchas de las actividades: ingeniería, fabricación de equipos, construcción, etc. Para llevar a cabo este rol, debe disponer de sistemas que le permitan dirigir y coordinar adecuadamente los trabajos de todos ellos, asegurando que todos van en la misma dirección, siguiendo el mismo camino para cumplir el programa de proyecto.

El promotor a través del contrato llave en mano, se habrá cuidado de imponer unas condiciones comerciales duras al contratista general para que cumpla el plazo de entrega previsto. Es práctica habitual la imposición de penalizaciones por retraso, que depende del sector pueden alcanzar hasta un importe del 20% del contrato. Estas penalizaciones no le resarcirán de las pérdidas producidas por la falta de producción, lucro cesante por ejemplo, pero le permitirán paliar los daños que un retraso producen en su negocio.

Es evidente, que una de las obligaciones del contratista general será la de disponer de unos sistemas de dirección y gestión de riesgos que permitan identificar, monitorizar y realizar planes de actuación concretos contra los riesgos que puedan surgir en la vida del proyecto.

En los contratos, el promotor siempre define la fecha en la que se deben dar los servicios, bienes acordados. También se acuerdan las compensaciones económicas en caso de retraso en el cumplimiento de los mismos. Cuanto más concentrada esté la responsabilidad en el esquema de contratos, más control y mayor compensación obtendrá el promotor en caso de retrasos.

Promotor	Transferencia riesgos a Contratista General	Compensación para promotor	Límite de responsabilidad para contratista
Plazo de ejecución	Fecha garantizada	Penalizaciones por retraso	% del importe del contrato
		Rechazo en caso de exceder un retraso determinado	Obligación de devolver el importe y restaurar la condición original
Plazos intermedios	Definición de hitos de entrega de auxiliares	-	-

Tabla 3.9. Asignación de responsabilidades y riesgos al contratista en contratos llave en mano relacionadas con el cumplimiento del plazo

### La producción de la Planta en el tiempo

El promotor ha realizado los cálculos de rentabilidad basado en operar y producir con la planta durante un número  $n$  de años, habitualmente entre 12 y 18 años. Durante estos años, el promotor ha considerado que la planta opera un determinado número de horas anuales y que las paradas no planificadas (motivadas por falta de disponibilidad) son un bajo porcentaje de las horas totales.

También ha calculado una degradación en el funcionamiento de equipos y componentes que le llevan a sufrir una pérdida de performance a lo largo de la vida del proyecto.

Esto dos puntos se han tratado al abordar el concepto de fiabilidad de la planta, en el cual se ha identificado de cuántos factores y participantes diferentes dependía la fiabilidad de la misma.

En este caso, y para el análisis de la capacidad de la planta de operar en el tiempo, se deben añadir varios conceptos:

- El primero es el concepto de vida útil de la planta industrial y de vida útil de sus máquinas y componentes. La cifra habitual es de 25-30 años de vida útil tanto para la planta industrial como para sus componentes. Esto queda bajo el control



de los fabricantes de equipos y componentes, a los que se deberá imponer la obligación de cumplir con este requisito.

- Otro problema relacionado con los equipos es la vida útil de las empresas; a nadie le sorprende ver caer y quebrar grandes empresas fabricantes de bienes de equipo. El promotor y los responsables de operación y mantenimiento deben asegurar que se dispone tanto de los componentes necesarios como de la supervisión cualificada para poder intervenir en unos equipos el que su fabricante haya desaparecido.
- El problema más complejo es la obsolescencia de la tecnología. Se puede dar el caso que la tecnología, el proceso productivo se vuelva no operativo o no competitivo. Puede ser no operativo porque su funcionamiento produzca niveles de emisiones no permitidas. Puede no ser competitivo, porque el avance tecnológico permita identificar procesos alternativos más eficientes y que saquen del mercado al utilizado en el proyecto.

En cualquiera de los tres casos, el promotor dispone de palancas para controlar y mitigar que pueda llegar a ocurrir cualquiera de los puntos anteriores, especialmente el tercero, el de consecuencias más dañinas.

Tienen en sus manos la capacidad para seleccionar la tecnología que va a emplear. Si bien no va a conseguir que ninguna empresa le asegure su competitividad a los largo del tiempo, un conocimiento básico del sector, le hará evitar otras alternativas.

Desde el punto de vista de los contratos, los conceptos de producción de la planta en el tiempo se abordan con cláusulas que definen la vida útil de diseño de componentes y equipos, de las obligaciones relacionadas con el suministro de repuestos y por las obligaciones en el periodo de garantía.

Se puede concluir que el reparto de responsabilidades y riesgos es muy diferente en un proyecto ejecutado con una subcontratación tradicional o con una estructura de llave

en mano. En el primer caso, el reparto de riesgos y responsabilidades está desagregado a lo largo de la cadena de diferentes contratos; significando de hecho que el promotor es la única parte que mantiene el riesgo global sobre la ejecución del proyecto (aunque también lo controla). En el caso del llave en mano, se produce una transferencia de responsabilidades y riesgos masivos desde el promotor al contratista general, que comparte con éste el riesgo global en muchos aspectos del proyecto.

En cuanto a los sistemas para recibir una compensación, estos son mínimos en el esquema tradicional, debido al reparto de responsabilidades tan extendido. En cambio, el enfoque llave en mano permite al promotor disponer de compensaciones significativas en caso de incumplimientos del contratista general.

La tabla siguiente resume estos conceptos para cada uno de los puntos discutidos anteriormente.

Objetivo	Concepto en contrato	Responsabilidad	Posibilidad de Compensación
Producción de la Planta	Performance	Ver figura 3.4	Limitada
	Fiabilidad	Ver figura 3.5	Limitada
	Garantías de Operación	Operador	Posible
Consumos de la planta	Performance	Ver figura 3.4	Limitada
Inversión inicial	Cambios en contrato	Repartida	Casi nula
	Datos de Partida	Promotor	Casi nula
	Condiciones emplazamiento	Repartida	Casi nula
	Servicios y terceros	Repartida	Casi nula
	Leyes y Fuerza Mayor	Repartida	Casi nula
Inicio de operación comercial	Fechas entrega garantizadas	Repartida	Limitada
Producción en el tiempo	Vida de diseño	Repartida	Limitada
	Repuestos y garantías	Repartida	Limitada

Tabla 3.10. Resumen de las responsabilidades y compensaciones para un proyecto con ejecución tradicional

Objetivo	Concepto en contrato	Responsabilidad	Posibilidad de Compensación
Producción de la Planta	Performance	Contratista General	Muy alta
	Fiabilidad	Contratista general - Operador	Media
	Garantías de Operación	Contratista general - Operador	Media
Consumos de la planta	Performance	Contratista General	Muy alta
Inversión inicial	Cambios en contrato	Contratista General	Alta
	Datos de Partida	Contratista General	Muy alta
	Condiciones emplazamiento	Contratista General	Media
	Servicios y terceros	Repartida	Limitada
	Leyes y Fuerza Mayor	Repartida	Limitada
Inicio de operación comercial	Fechas entrega garantizadas	Contratista General	Muy alta
Producción en el tiempo	Vida de diseño	Contratista General	Muy alta
	Repuestos y garantías	Contratista General	Media

Tabla 3.11. Resumen de las responsabilidades y compensaciones para un proyecto con ejecución llave en mano

## **4. PRINCIPALES MODELOS DE GESTIÓN DE RIESGOS ACTUALES**

### **4.1. EL MODELO DEL PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE**

El Project Management Institute (PMI) es una asociación americana que busca la mejora en los procesos de dirección y gestión de proyectos. El documento base que aborda los procesos de dirección es el conocido como PMBOK – Project Management Body of Knowledge (Cuerpo de conocimientos para la dirección de proyectos).

El PMBOK desarrolla en su capítulo 11 la gestión de riesgos dentro de la gestión de proyectos. Esta metodología se desarrolla en el documento Practice Standard for Project Risk Management, en el cual se desarrollan los objetivos y la metodología para llevar a cabo la gestión de riesgos en un proyecto industrial.

El PMI considera que la gestión de riesgos no es una actividad opcional al desarrollar un proyecto, debería aplicarse en todos los proyectos. Considera que es una actividad que debe interrelacionarse con otras actividades del proyecto, especialmente con las actividades de planificación y de control de costes. La gestión de riesgos aporta en estos dos campos la posibilidad de evaluar la incertidumbre asociada a estas dos variables.

Se propone la utilización de las técnicas de gestión de riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde su concepción hasta su terminación, concluyendo con la adopción de lecciones aprendidas.

Se define seis procesos fundamentales en la gestión del riesgo:

- Planificación de la gestión de Riesgos: Definición del sistema de gestión que se va a emplear en el proyecto.
- Identificación de Riesgos: Identificación de los riesgos que podrían afectar al proyecto y documentación de las características de los mismos.

- Evaluación cualitativa de los Riesgos: Se ha de realizar un análisis cualitativo con objeto de establecer el grado de prioridad de cada uno de ellos.
- Cuantificación de Riesgos: Evaluación cuantificada de cada uno de los riesgos, para determinar las posibles consecuencias.
- Definición de Respuestas ante Riesgos: Definición de las respuestas posibles a las oportunidades y a las amenazas identificadas.
- Seguimiento y Control de Riesgos. Gestión de todos los cambios en los riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Estas seis fases se deben realizar de manera iterativa a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta iteración es especialmente importante en la fase de definición de respuestas ante riesgos, ya que se debe verificar el resultado de las respuestas y el efecto que pueda tener frente a otros riesgos.

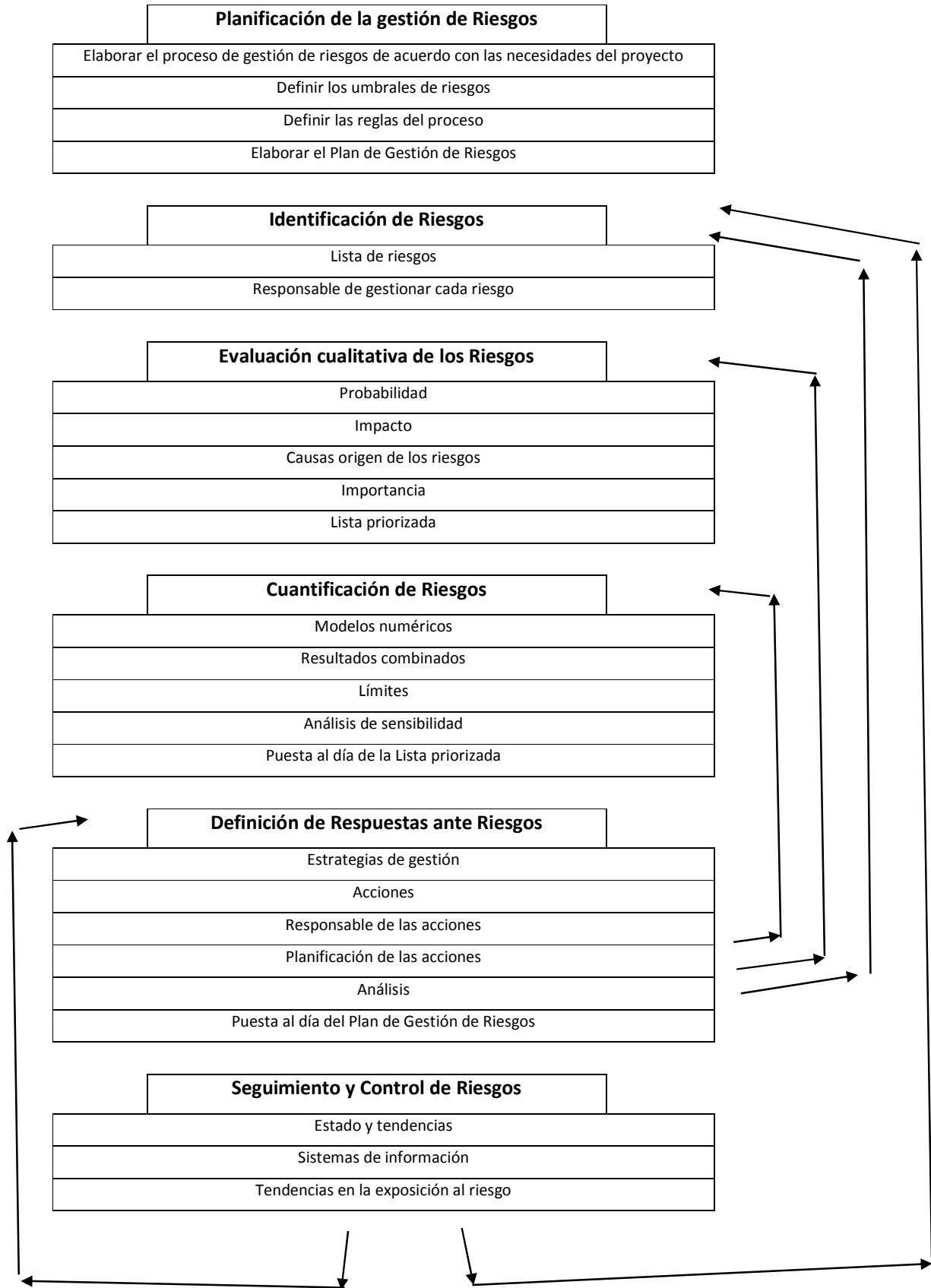


Figura 4.1. Esquema de gestión de riesgo propuesto por el PMI

Considera que las claves del éxito de la gestión de riesgos están relacionadas con su capacidad de influir en las decisiones del proyecto y en las decisiones de la propia compañía. Estas son los seis factores fundamentales para el éxito de la gestión de riesgos:

- Reconocer el valor de la gestión de riesgos
- Responsabilidad y compromiso por parte de los participantes y partes interesadas en el proceso
- Establecer líneas de comunicación abiertas y honestas
- Obtener el compromiso de la organización con el sistema
- Adaptar el plan de riesgos al tamaño, condiciones y tipo de proyecto
- Integrar el proceso de gestión de riesgos dentro de la gestión del proyecto, no aislarlo



#### 4.2. LOS MODELOS DE LA ASSOCIATION FOR PROJECT MANAGEMENT

La británica Association for Project Management (APM) dispone de la guía para el análisis y gestión de riesgos PRAM (Project Risk Analysis and Management).

El sistema parte de los trabajos de desarrollo del SCERT (Synergistic Contingency Planning and Review Technique) elaborados por Chapman y Ward, fundamentalmente por su trabajo en el análisis de los riesgos en las plataformas petrolíferas del Mar del Norte.

El modelo PRAM se centra en primer lugar en el análisis de las seis fuentes de incertidumbre de un proyecto, que desarrollan por las seis uves dobles:

- Who?, ¿quién?, para identificar las partes interesadas en el proyecto
- Why?, ¿por qué?, para identificar cuáles son los intereses de las partes interesadas.
- What?, ¿qué?, para identificar el objeto del proyecto para cada una de las partes interesadas
- Whichway?, ¿cómo?, para identificar cómo se debe desarrollar el proyecto
- Wherewithal?, ¿con qué?, para identificar los recursos que se van a emplear
- When?, ¿cuándo?, para identificar cuándo se desarrollan las actividades

Who?, ¿quién?,	Partes interesadas
Why?, ¿por qué?,	Motivos
What?, ¿qué?,	Diseño
Whichway?, ¿cómo?	Actividades
Wherewithal?, ¿con qué?	Recursos
When?, ¿cuándo?,	Programa

Tabla 4.1. Fuentes de incertidumbre para la APM

Se consideran las siguientes fases en el sistema de gestión de riesgos

- Definición del proyecto, consolidar la información del proyecto, estableciendo los objetivos del proyecto, las partes interesadas, los sistemas de gestión y la planificación del mismo.
- Definición del sistema de gestión de riesgos. Elaborar un plan que defina el alcance del proceso y planificar el proceso como si fuera un proyecto en sí mismo
- Identificación de los riesgos, estudiando cuáles son sus causas últimas, que soluciones se pueden dar frente a estos riesgos y cuáles pueden ser los problemas de dichas respuestas
- Valoración de riesgos, que incluye cuatro fases:
  - Estructuración, ordenación de los riesgos identificados en la fase anterior
  - Asignación, en los que se realiza una primera clasificación de los riesgos entre aquellos que se van a transferir a otras organizaciones y aquellos que se pueden aceptar. Estos últimos se deben asignar a una persona o equipo para su gestión
  - Estimación, en el cual se estima la incertidumbre, la probabilidad de ocurrencia de un determinado suceso
  - Evaluación de un riesgo o un conjunto de riesgos
- Planificación. Se termina el plan de gestión de los riesgos hasta un nivel de detalle adecuado
- Gestión. Se desarrollan los planes concretos de respuesta y se elaboran sistemas de control y monitorización

<b>Etapas en la gestión de riesgos PRAM</b>	<b>Objetivo</b>
Definición el proyecto	Planificar el proyecto
Definición del sistema PRAM	Decidir cómo organizar la gestión de riesgos en el proyecto
Identificación de riesgos	Identificar los riesgos del proyecto
Valoración de riesgos	Valoración de las causas y efectos de los riesgos
Estructura	
Asignación	
Estimación	
Evaluación	
Planificación	Planificar las respuestas
Gestión	Gestión de las soluciones propuestas

*Figura 4.2. Esquema de gestión de riesgo propuesto por la APM*

### **4.3. LOS MODELOS DE CHAPMAN Y WARD - SHAMPU**

Los trabajos de Chapman y Ward son una referencia en el análisis y gestión de riesgos en proyectos. Participaron en el desarrollo de los sistemas SCERT y son fundamentales en el desarrollo de los sistemas PRAM.

Fruto de sus estudios y de los análisis de las guías PRAM y de las recomendaciones del PMBOK elaboran el entorno de trabajo SHAMPU, como una evolución, fundamentalmente del primero de ellos.

El sistema propuesto por Chapman y Ward también proponen utilizar como identificación de las fuentes de incertidumbre las seis preguntas clave: ¿quién?, ¿por qué?, ¿qué?, ¿cómo?, ¿con qué?, ¿cuándo?

SHAMPU consta simplificada de tres fases de desarrollo:

- Dar forma a la estrategia del proyecto. Elaborar la estrategia general para dar respuesta a las incertidumbres del proyecto
- Desarrollar los planes. Se trata de desarrollar planes concretos y eficientes para dar respuesta a las estrategias de gestión de riesgos definidas en el punto anterior desde un punto de vista estratégico
- Dirigir el desarrollo de los planes

La primera fase, dar forma a la estrategia de gestión de riesgos requiere de un trabajo que se divide en otras seis fases en las que se debe identificar y evaluar los riesgos. Así, el desarrollo puede dividirse en estas nueve fases:

- Definición del proyecto, consolidar la información relevante del mismo, ordenándola de tal manera que facilite la gestión de riesgos
- Enfoque del proceso. Crear el Plan de gestión de riesgos
- Identificación. Identificar las fuentes de incertidumbre, tanto amenazas como oportunidades.

- Estructuración. Completar las estructuras de los riesgos identificados
- Asignación. Asignación de responsabilidades tanto económicas como de gestión para cada uno de los riesgos, o grupos de riesgos
- Estimación. Medir la probabilidad de los riesgos, esta fase requiere de iteraciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto
- Evaluación. Evaluar los impactos de los riesgos, tomar decisiones sobre las respuestas posibles, reactivas o proactivas. Alimentar información a las fases anteriores para mejorar a través de un proceso iterativo
- Desarrollo de los planes. Una vez obtenido la aprobación de los planes estratégicos, preparar planes de respuesta y planes de contingencia.
- Dirección de los planes. Dirigir, controlar y monitorizar el desarrollo de los planes de manera continua. Preparar respuestas para posibles crisis ante la aparición de nuevos riesgos

El proceso propuesto por Chapan y Ward es un proceso iterativo, especialmente en las 7 primeras fase, o realmente en la fase de dar forma al plan.

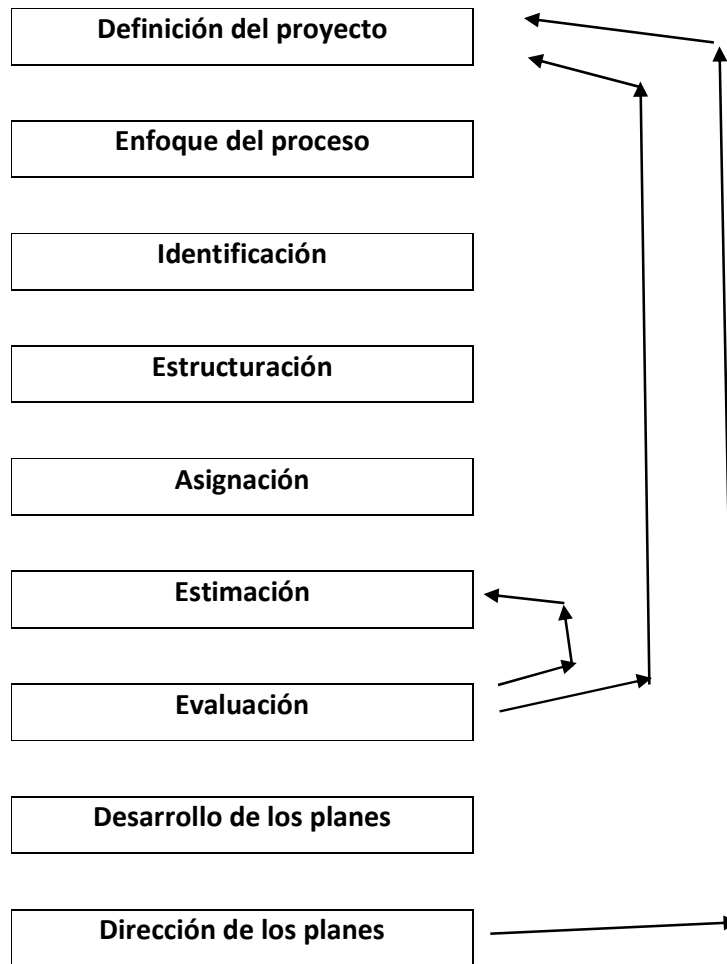


Figura 4.3. Esquema propuesto para la gestión de riesgos por Chapman y Ward (SHAMPU)

Este proceso iterativo se aprecia en la figura adjunta en la que se muestra cómo se desarrollan varias iteraciones antes de comenzar con la dirección de los planes de actuación frente a los riesgos.

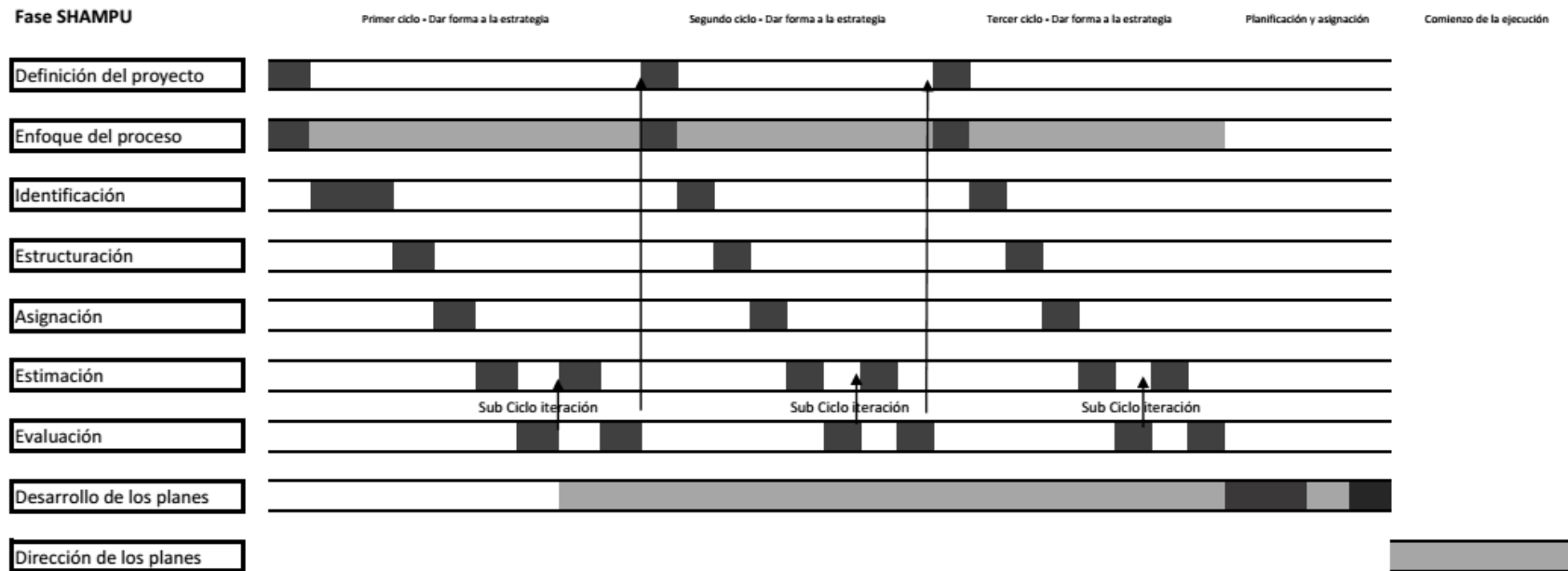


Figura 4.4. Proceso iterativo propuesto en el sistema SHAMPU

#### **4.4. ISO 31000:2009**

La norma internacional ISO 31000:2009 se emite con el objeto de armonizar los procesos de gestión del riesgo en las normas existentes y futuras. Trata de establecer un enfoque común. No es una norma editada para obtener una certificación.

Es una norma planteada para ser utilizada dentro de las organizaciones en general, no se plantea como una norma propia de la ejecución de proyectos.

En primer lugar establece los principios básicos que deben tener las organizaciones para conseguir que la gestión del riesgo sea eficaz:

- Considerar que la gestión del riesgo crea y protege el valor de la compañía en todos sus aspectos: seguridad, calidad, mejora de las operaciones, prestigio.
- Establecer la gestión del riesgo como parte integral de los procesos de la organización, evitando que sea una actividad independiente
- Establecer la gestión del riesgo como parte de la toma de decisiones, ayudando a tomar decisiones informadas
- La gestión del riesgo trata de la incertidumbre, de cómo identificarlas y de cómo tratarla.
- La gestión del riesgo es estructurada, oportuna y sistemática
- La gestión del riesgo se basa en la mejor información disponible; datos históricos, estudios, experticias de expertos, etc., siendo conscientes de las limitaciones de los modelos empleados.
- La gestión del riesgo se adapta a la organización y su contexto
- Integra los factores humanos y culturales
- La gestión del riesgo es transparente y participativa, con la implicación apropiada de las personas que toman las decisiones
- La gestión del riesgo es dinámica e iterativa y capaz de adaptarse a los cambios
- La gestión del riesgo facilita la mejora continua.



El proceso planteado para realizar la gestión del riesgo es similar al plantado por el PMI.

Establece cinco fases:

- **Comunicación y Consulta.** Se analizan los aspectos relacionados con el riesgo, se evalúan sus consecuencias y las posibles medidas para tratarlo. Se deben realizar comunicaciones internas y externas apropiadas para asegurar que las personas adecuadas disponen de la información adecuada.
- **Establecimiento del contexto.** Se analiza el contexto externo incluyendo el entorno social, legal, financiero, reglamentario, tecnológico, etc. Se analiza el contexto interno para conseguir que la gestión del riesgo se alinee con la cultura, los objetivos, los procesos, la estructura y la estrategia de la organización. Se desarrolla el contexto de los procesos de gestión del riesgo y se preparan los criterios para el análisis del riesgo, tanto tipos de riesgo, modelos, sistemas de trabajo como umbrales de riesgos aceptables o tolerables por la organización.
- **Apreciación del riesgo.**
  - Identificación del riesgo
  - Análisis del riesgo
  - Evaluación del riesgo
- **Tratamiento del riesgo,** como procesos cíclicos en el cual se evalúa un posible tratamiento del riesgo, se decide si los niveles de riesgo residual son tolerables, si no los son, se buscan alternativas, y finalmente se evalúa la eficacia del tratamiento adoptado. En esta fase se preparan e implementan los planes de tratamiento del riesgo.
- **Seguimiento y revisión.**
- **Registro del proceso de gestión del riesgo**

Esta norma internacional se complementa con la ISO 31010:2010, que desarrolla con más detalle el proceso de gestión del riesgo y propone diversas técnicas de apreciación del riesgo. Además, realiza una comparación muy detallada de las ventajas e inconvenientes así como de los campos de aplicación más apropiados para cada una de ellas.

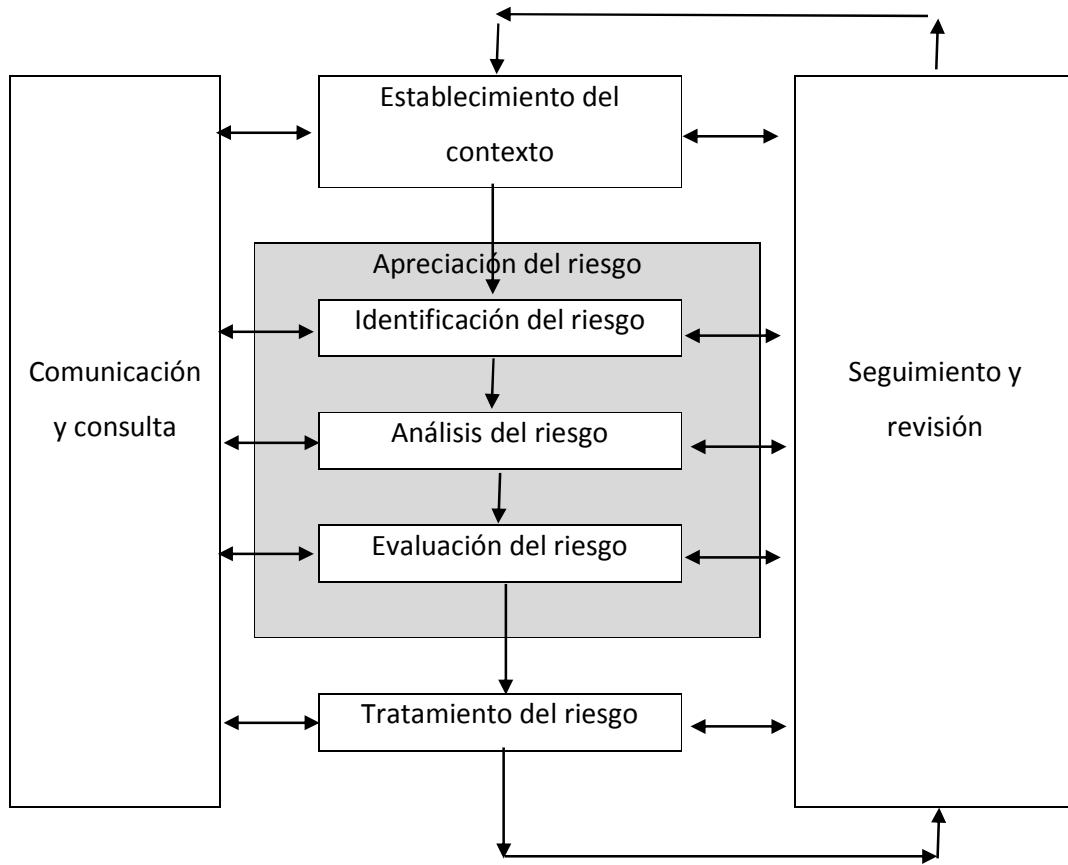


Figura 4.5. Proceso iterativo propuesto en la ISO 31000: 2009

#### **4.5. EL TRATAMIENTO DEL RIESGO POR LOS PROMOTORES**

Los promotores tienen la difícil misión de desarrollar un proyecto industrial desde su concepción hasta su operación comercial. Es una tarea de muchos años de duración, en la que deben conseguir conducir el proceso teniendo en cuenta información de autoridades, entorno social, entorno medioambiental, tecnólogos, licenciantes, políticos, ingenierías, consultores, contratistas, operadores, etc.

Los promotores necesitan realizar un análisis de riesgos continuo a lo largo del ciclo de vida del proyecto, si bien, las respuestas que generalmente se proponen son diferentes en función de la etapa del proyecto en la que se encuentren.

En la fase de definición conceptual, se definen las características generales del proyecto: estudios de mercado, productos que se van a producir, estudios de viabilidad técnicos y económicos y definición de la tecnología a utilizar.

En esta fase, desde el punto de vista de identificación de riesgos, el promotor debe definir la tecnología adecuada, verificar si esa tecnología es viable para la capacidad de la planta. También debe iniciar las consultas con las diferentes administraciones en términos de definición de los permisos requeridos para su construcción. Los tipos de permisos varían en función de los países en los que se ejecutan los proyectos, pero se pueden definir como mínimo común: los permisos de construcción, los permisos medioambientales y los permisos relacionados con la construcción de edificaciones.

La gestión de los permisos supone un reto en el cual el promotor mantiene el control y la responsabilidad sobre el riesgo, tanto en la gestión de los mismos, como en la definición técnica. En esta fase, muchos de los parámetros de operación no están definidos y el promotor debe definir los valores para la gestión de dichos permisos: valores de emisiones contaminantes, tipos de efluentes, caudales y características de dichos efluentes, ruido. Todos estos parámetros deben quedar definidos tanto para la fase de construcción como para la fase de operación comercial. El promotor decide

habitualmente definir estos valores considerando valores envolvente de las diferentes tecnologías existentes, dentro del cumplimiento de los valores requeridos por las administraciones. Es decir, mantiene el control sobre el riesgo tecnológico, asesorado por consultores, proveedores o empresas de ingeniería que le ayudan a identificar el estado del arte de la tecnología.

En cuanto al desarrollo de los modelos de evaluación económica y financiera, el promotor debe definir el modelo de financiación: fondos propios, deuda de las compañías promotoras o project finance. Esta decisión es una hipótesis fundamental en el cálculo de la rentabilidad de la operación, ya que la rentabilidad de la inversión es muy sensible al tipo de modelo seleccionado, y a las condiciones obtenidas para la financiación del proyecto: tipos de interés, periodos de devolución, condiciones especiales. El promotor no puede transferir estos riesgos en esta etapa, con lo que lo mantiene bajo su gestión y control.

Una vez comienza la fase de planificación del proyecto, el promotor debe realizar una definición del plan de ejecución del proyecto; es decir, de cómo va a ejecutar las siguientes fases del proyecto, especialmente la ejecución de la obra. También debe mejorar las estimaciones utilizadas para establecer el precio y el plazo en la evaluación económica de la fase anterior.

La definición del plan de ejecución supone la primera ocasión para realizar un plan de gestión de riesgos: además de decidir cómo va a llevar a cabo el proyecto, debe decidir qué riesgos transfiere a cada una de los participantes en el proyecto, y realizar una estrategia general para llevarlo a cabo. Se pueden identificar los siguientes temas clave:

- Selección del tipo de ejecución de la construcción y puesta en marcha. Si se consideran los dos casos extremos desarrollados en el capítulo anterior; ejecución tradicional y ejecución bajo llave en mano; el esquema de asignación de riesgos es diametralmente opuesto:
  - o En la ejecución tradicional, el promotor gestiona los riesgos de manera directa y realiza una transferencia muy limitada de los mismos. Mantiene el control sobre los riesgos.

- En la ejecución bajo llave en mano, la transferencia de los riesgos es muy superior. Dependiendo de las características del contrato utilizado, el promotor puede transferir al contratista general los riesgos asociados a la tecnología y los riesgos asociados al plazo de ejecución. También puede plantear la transferencia de los riesgos relacionadas con la realización y obtención de los permisos iniciados en la fase de definición conceptual.
- Selección de la estrategia para la fase de operación comercial, la fase más sensible desde el punto de vista económico a problemas que alteren las bases de partida supuestas en el análisis económico.
  - En la ejecución tradicional, el promotor gestiona los riesgos de manera directa y realiza una transferencia muy limitada de los mismos, el seleccionar un operador externo por contrato de servicios, le libera de manera muy limitada de los riesgos asociados al incumplimiento de las condiciones de operación previstas
  - En la ejecución en la cual decida ampliar las responsabilidades del contratista llave en mano a la operación comercial, en un esquema de contrato tipo Design-Build-Operate; la transferencia de los riesgos es muy superior. Dependiendo de las características del contrato utilizado, el promotor puede transferir al contratista general los riesgos asociados a las condiciones de operación, a los fallos operativos, a la gestión de la producción con el cliente del promotor. En resumen, puede transferir al contratista general el grueso del riesgo de operación.
- Selección del tipo de financiación de proyecto. Este proceso iniciado en la fase de concepción debe quedar definido en esta fase. Esta decisión afecta a la estructura de los puntos anteriores.
  - Puede tomar la estrategia de gestionar la obtención de la financiación, mediante el servicio de las agencias y bancos adecuados.
  - Puede tomar la decisión de hacer parte de las obligaciones del contratista ciertas responsabilidades en la obtención de la financiación del proyecto.

El resultado de las decisiones de la fase de planificación en términos de gestión de riesgos es la consecución de una estrategia de cómo repartir, transferir o gestionar los principales riesgos asociados a la ejecución del proyecto.

Riesgos asociados a:	Estrategia	Tipo de respuesta frente al riesgo	Acción
Tecnología	Ejecución tradicional	Compartir con participantes	Ajustes en Contratos de licencia, ingeniería, operación
	Ejecución Llave en mano	Transferir a contratista	Preparación contrato llave en mano. Desarrollo de garantías técnicas
Plazo de ejecución	Ejecución tradicional	Compartir con participantes	Control del programa integrado Negociación ejecución de todos los participantes
	Ejecución Llave en mano	Transferir a contratista	Preparación contrato llave en mano. Desarrollo de garantías y penalizaciones por plazo
Permisos	Ejecución tradicional	Compartir con participantes	Control del plan de permisos Asignación de responsabilidades a todos los participantes
	Ejecución Llave en mano	Compartir con participantes ó Transferir a contratista	Compartir: Control del plan de permisos y asignación de responsabilidades a todos los participantes Transferir: Desarrollo de garantías asociadas a permisos
Operación comercial	Ejecución tradicional o llave en mano limitado	Gestionar con servicios adecuados	Formación de operadores o contratación del servicio
	Contratos con operación	Transferir	Desarrollo de contratos de servicios y garantías asociadas a la operación
Financiación	Ejecución tradicional	Gestionar con servicios adecuados	Desarrollo de estrategia de financiación.

			Desarrollo del resto de condiciones de ejecución adecuadas
	Ejecución con financiación	Transferir	Desarrollo de las condiciones en la contratación

Tabla 4.2. Tratamiento del riesgo por promotores

En la tabla anterior se muestra que en aquellas estrategias frente al riesgo en la que se decide transferir más riesgos a los contratistas principales, se debe desarrollar un conjunto de condiciones de contratación con una estructura que permita dar soporte a esta estructura. Este punto se aborda en los puntos siguientes.

Dentro del ciclo de vida del proyecto, la fase de ejecución consiste en la culminación de los planes realizados en la fase anterior.

La estrategia de los promotores frente al riesgo será tanto más activa, cuanto menor sea el grado de transferencia que haya desarrollado en el punto anterior. En caso de haber optado por un esquema de gestión de los riesgos por sus propios medios, los procesos de gestión de riesgos deben ser similares a los empleados por un contratista general.

En caso de haber desarrollado un esquema de gestión de riesgos en el que haya transferido dichos riesgos a una misma parte, el contratista, el trabajo de gestión de riesgos tiene una capacidad casi limitada a la de monitorización y control.

#### **4.6. EL TRATAMIENTO DEL RIESGO POR LOS ESTADOS Y EMPRESAS PÚBLICAS**

El enfoque de la asignación de riesgos por parte de estados y empresas públicas es similar al planteado en el punto anterior para los promotores.

Tradicionalmente, las empresas públicas han utilizado bien los fondos propios o la deuda de las propias compañías, o de los estados, para desarrollar los proyectos industriales.

En los últimos años, debido entre otras razones a la presión sobre los valores de deuda pública en muchos países, se ha cambiado la estrategia para llevar a cabo los proyectos. Se puede simplificar el análisis centrándose en dos modelos. El primero es el modelo de concesión, el segundo es el modelo de proyecto financiado.

En el modelo de concesión, se produce una transferencia de la mayoría de los riesgos asociados al desarrollo a la empresa concesionaria: el desarrollo del proyecto, aspectos legales relacionados con expropiaciones y derechos de uso, la financiación, la ejecución material del proyecto (con todos los riesgos que esto conlleva) y la explotación durante un número determinado de años.

Este esquema es el caso extremo de la estrategia de transferir los riesgos desde el promotor al contratista. La viabilidad del negocio se pone en un porcentaje muy alto en manos de la capacidad de ejecución del contratista. Dependiendo del tipo de contrato, los riesgos relacionados con el mercado o con las condiciones del emplazamiento permanecerán en mayor o menor medida en manos del promotor.

En los proyectos financiados, el esquema de riesgos también está basado en una transferencia de los mismos desde el promotor al contratista general. La obtención de la financiación, las relaciones con las empresas que financian el proyecto, incluyendo sus agencias de riesgos y consultores, pasan a formar parte de las obligaciones del contratista. Además todos los riesgos asociados a la ejecución del proyecto quedan en



manos del contratista; con lo cual tanto el plazo como las características técnicas de la planta son transferidas desde el promotor al contratista general.

#### **4.7. SISTEMAS EMPLEADOS POR CONTRATISTAS**

Los contratistas han evolucionado para adaptarse a esta situación cambiante y cada vez más exigente en cuanto a las responsabilidades que deben asumir en la ejecución de proyectos.

Las respuestas que han dado provienen de una posición estratégica de los contratistas frente el riesgo.

Existen empresas que han renunciado a trabajar en proyectos con un perfil de responsabilidades alto en la ejecución, incluyendo proyectos llave en mano, especialmente en mercados en los que la construcción presenta múltiples incertidumbres. Este es el caso de las empresas norteamericanas y los mercados del Golfo Pérsico, a los cuales han renunciado, permaneciendo tan solo como empresas de provisión de servicios.

Empresas que han renunciado a trabajar en proyectos financiados en determinados mercados, en los cuales los riesgos tecnológicos o regulatorios son elevados; como por ejemplo, el de las energías renovables.

Empresas que han renunciado a trabajar en proyectos con servicios de operación y mantenimiento, manteniendo su foco en aquel trabajo que son capaces de realizar, el de construir plantas industriales.

Empresas que han tomado la decisión de continuar en mercados y tipos de ejecución de proyectos bajo casi cualquier alternativa de ejecución, incluyendo la de ejecución de proyectos de diseño, construcción y operación.

Estas decisiones estratégicas son fruto de análisis de riesgos y de una planificación estratégica de las compañías; muchas veces fuente de la necesidad de mantenerse en el mercado en un entorno de crisis y competencia extrema.

Tomadas estas decisiones estratégicas, las compañías deben acometer la ejecución del tipo de proyectos que hayan decidido. Para ello, además de adaptar todos sus sistemas de operación y producción, deberían establecer una política de gestión del riesgo. Esto ha ocurrido de manera bastante limitada.

El ejemplo más significativo es la formación del ECRI, Engineering and Construction Risk Institute, entidad privada formada por algunos de los más importantes contratistas internacionales del mundo: Aecom, Air Liquide, Amec Foster Wheeler, BR, CCC, Chiyoda, CH2M, Fluor, Godrej, Group Five, Hatch, HCC, ICA, Jacobs, KBR, Larsen & Toubro, Leighton Holdings, Len Lease, Linde, McDermott, NPCC, Parsons, SBM Offshore, Skanska, SNC Lavalin, Techint, Technip, TR, Tecnimont, Wood Group, Worley Parsons.

Estas empresas trabajan en los negocios de petróleo y refino; energía, infraestructuras, inmobiliario. Entran en esta organización empresas de Estados Unidos, India, Italia, Francia, México, Sudáfrica, Japón, Suecia, Canadá y España (sólo con una compañía en el grupo).

El objetivo de esta asociación es establecer sistemas sólidos de Gestión de Riesgos en la industria de la ingeniería y construcción para mejorar el resultado y predictibilidad de los grandes proyectos industriales, facilitando el buen estado del negocio de ingeniería y construcción y el valor que da a sus clientes.

Para ello, desarrolla las siguientes acciones:

- Desarrollo de técnicas y procesos de gestión de riesgos
- A través del foro económico mundial, propone la introducción en la agenda de las discusiones internacionales de los aspectos relacionados con la gestión de riesgos
- Organiza foros de gestión de riesgos
- Elabora estrategias para la gestión de riesgos
- Mantiene lazos de colaboración con el PMI, el APM y el IRM
- Colabora con las instituciones de control del riesgo financiero

- Participa en los equipos que preparan los modelos de contrato de uso internacional (FIDIC, AIA, etc.)

En un futuro se plantean:

- A través de ISO u organizaciones similares, conseguir que exista certificaciones sobre la gestión del riesgo
- Fomentar la formación en gestión de riesgos
- Elaborar criterios de gestión de riesgos
- Criterios para la gestión de riesgos en proyectos de construcción y operación, operación y mantenimiento, etc.

Esta asociación es pionera en enfocar los esfuerzos de las grandes corporaciones en establecer un marco de trabajo en los que la gestión de riesgos sea protagonista de los elementos de gestión y toma de decisiones.

Desgraciadamente, sus participantes son una élite dentro del mercado de la ingeniería y la construcción. Es de esperar que en los próximos años su influencia llegue a la cadena del mercado de contratistas internacionales.

#### **4.8. SISTEMAS DE CONTRATACIÓN. ASIGNACIÓN DE RIESGOS**

En la actualidad, la contratación de grandes proyectos industriales predominan los esquemas de contratación bajo la modalidad de llave en mano. Es en este tipo de contratos en los que se va a centrar el análisis del reparto y asignación de los riesgos relacionados con la ejecución a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Este análisis se realiza desde el punto de vista global de asignación de responsabilidades y riesgos, pero sin entrar en aspectos puramente jurídicos o legales.

Se toman como referencia dos de los modelos de contratos más utilizados, el basado en el FIDIC® y el basado en el ENAA.

La Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils (FIDIC®) fue fundada en 1913 para promover los intereses profesionales de los ingenieros consultores y para producir y distribuir información de interés para este sector. En la actualidad agrupa a organizaciones de cerca de 100 países. Su estrategia se basa en:

- Representar a muchas de las empresas que dan servicios relacionados con la construcción y el medio ambiente.
- Dar soporte a sus miembros en temas relacionados con prácticas habituales en la industria.
- Definir y promover el cumplimiento con códigos éticos.
- Promover la imagen de los ingenieros consultores dentro de la sociedad dando valor a su trabajo.
- Promotor la sostenibilidad medioambiental.
- Apoyar y promover a jóvenes profesionales como futuros líderes.

FIDIC® publica libros, documentos, artículos, etc. y da formación relacionada con los sistemas de funcionamiento de los negocios.

El modelo FIDIC® Silver está preparado para ser utilizado en proyectos llave en mano, otorgando al contratista riesgos y responsabilidades superiores a las definidas en los

modelos de contrato para contratos de ingeniería y construcción civil (FIDIC® Red Book) y trabajos de montajes electromecánicos (FIDIC® Yellow Book).

Su objetivo es dar respuesta a contratos en los cuales el promotor requiere disponer de un alto nivel de certidumbre sobre la fecha de finalización de los trabajos y el precio final del contrato. Dan respuesta a las necesidades de proyectos financiados, en los cuales, la certidumbre sobre estos dos conceptos es básica para tejer la red de contratos necesarios entre promotor, contratista, entidades financieras. En la propuesta de este modelo de contrato asignan mayores riesgos y responsabilidades al contratista (como la relacionada con el suelo), pero limitan las capacidades del promotor para controlar e interferir en el desarrollo de los trabajos del contratista.

Al definir los riesgos y responsabilidades del promotor, este modelo los limita a los siguientes aspectos:

- Riesgos relacionados con las condiciones socio-políticas del entorno; tales como guerra, terrorismo, insurrecciones, etc.
- Riesgos relacionados con las condiciones del emplazamiento y entorno limitados a la existencia de material explosivo, contaminación, radiaciones
- Riesgos relacionados con las ondas producidas por aviones supersónicos.

Si bien, la mayoría de ellos entran dentro de la categoría de fuerza mayor.

Asimismo, al definir las obligaciones del promotor, las reduce a:

- Dar acceso al emplazamiento en las condiciones acordadas.
- Apoyar al contratista a obtener los permisos y aprobaciones legales requeridas.
- Dar apoyo al contratista en la obra para asegurar la colaboración con otros contratistas y el desarrollo de los trabajos de manera segura.
- Informar al contratista de la situación y estado de la financiación del proyecto (si la hubiera).

Por su parte, el contratista, además de asumir el riesgo y responsabilidad asociado al diseño, construcción y puesta en marcha de la planta, tiene dentro de sus obligaciones:

- Cumplir con las condiciones de performance de acuerdo con los parámetros acordados. La comprobación se regula de manera precisa.
- Todos los datos del emplazamiento, incluyendo el suelo, para lo cual tiene la posibilidad de realizar una serie de comprobaciones.
- Comprobar la situación y posiciones de la planta.
- Derechos de paso para desarrollar su trabajo o construir las instalaciones en la misma.
- Los derechos de paso y accesos relacionados con el transporte de bienes y materiales a la obra.
- La provisión de todos los servicios necesarios en la obra, tales como agua, electricidad, gas, etc.
- La seguridad en la obra
- La calidad durante todo el proceso del proyecto
- Colaborar con el promotor en la obra para coordinación de los trabajos.
- Aceptar las instrucciones del promotor en caso de que éste quiera ejecutar una modificación a las condiciones del contrato.

Define fuerza mayor como aquellas situaciones fuera del control de las partes, que eran imprevisibles, o siendo previsibles, inevitables. Incluye dentro de las mismas:

- Riesgos relacionados con el entorno socio-político, como guerra, terrorismo, insurrección,
- Riesgos relacionados con las condiciones del emplazamiento y entorno limitados a la existencia de material explosivo, contaminación, radiaciones
- Catástrofes naturales, como terremoto, huracanes, etc.

La fuerza mayor da al contratista la posibilidad de ampliar el plazo de ejecución del proyecto, pero no de incrementar su precio. Además debe realizar sus máximos esfuerzos para reducir el impacto de la fuerza mayor en el proyecto.

Si se repasa el reparto de riesgos de la tabla 3.11 elaborado para proyectos llave en mano, se concluye que el esquema propuesto es similar al planteado en dicho análisis, tal como se presenta en la tabla 4.3.

<b>Objetivo</b>	<b>Concepto en contrato</b>	<b>Responsabilidad</b>
Producción de la Planta	Performance	Contratista General
	Fiabilidad	Operador
	Garantías de Operación	Operador
Consumos de la planta	Performance	Contratista General
Inversión inicial	Cambios en contrato	Contratista General
	Datos de Partida	Contratista General
	Condiciones emplazamiento	Contratista General
	Servicios y terceros	Contratista general con matices
	Leyes y Fuerza Mayor	Repartida
Inicio de operación comercial	Fechas entrega garantizadas	Contratista General
Producción en el tiempo	Vida de diseño	Contratista General
	Repuestos y garantías	Contratista General

Tabla 4.3. Resumen de las responsabilidades en un proyecto con ejecución llave en mano, según propuesta de FIDIC®

La Engineering Advancement Association of Japan (ENAA) es una organización creada en 1978 con el apoyo del Ministerio de Economía e Industria japonés para promocionar las capacidades tecnológicas y el desarrollo técnico. A través de la colaboración con



universidades, empresas y gobierno trata de promover un sistema de trabajo equilibrado y sostenible.

Dentro de sus trabajos ha desarrollado tres modelos de contrato que propone para el desarrollo de la industria. El modelo de formato para la construcción de Plantas de Proceso (llave en mano); el modelo de formato para la construcción de plantas de generación (llave en mano) y el modelo de contrato para ingeniería, aprovisionamiento y suministro de una planta (modelo EP).

En el desarrollo de estos modelos han colaborado con el Banco Mundial, con entidades financieras y con organizaciones europeas y norteamericanas, incluyendo el chequeo por parte de asesores legales británicos.

El análisis se centrará en el modelo de contrato para plantas de generación, “ENAA Model form international contract for power plant construction (Turnkey lump sum basis)”.

Este modelo está particularizado para las plantas de generación, pero propone un marco de división de riesgos y responsabilidades válido para la ejecución de proyectos llave en mano, para cualquier tipo de planta industrial.

Al definir los riesgos y responsabilidades del promotor, establece los siguientes aspectos:

- Riesgos relacionados con las condiciones del emplazamiento y entorno limitados a la existencia de material explosivo, contaminación, radiaciones
- Riesgos relacionados con la aparición de “condiciones imprevisibles” en el emplazamiento, tales como fósiles, elementos enterrados, etc.
- Responsabilidades relacionadas con la información aportada al contratista para desarrollar su trabajo.
- Dar acceso al emplazamiento en las condiciones acordadas.
- Responsabilidad sobre cualquier tercera parte que opere en el emplazamiento.

- Gestionar y obtener todos los permisos que requieran ser obtenidos en su nombre.
- Dar apoyo al contratista para obtener los permisos que deba gestionar en su nombre.
- Proveer el personal requerido para realizar las pruebas previas a la operación comercial (cláusula típica en plantas de generación).

Por su parte, el contratista, además de asumir el riesgo y responsabilidad asociado al diseño, construcción y puesta en marcha de la planta, tiene dentro de sus obligaciones:

- Cumplir con las condiciones de performance de acuerdo con los parámetros acordados. La comprobación se regula de manera precisa.
- Conocer el aspecto del emplazamiento, solo mediante una inspección visual.
- Obtener todos los permisos necesarios para desarrollar los trabajos que se emitan en su nombre.
- Cumplir con todas las leyes aplicables en el país, así como en los países en los que opere para desarrollar sus trabajos.
- La seguridad en la obra
- La calidad durante todo el proceso del proyecto
- Aceptar las instrucciones del promotor en caso de que éste quiera ejecutar una modificación a las condiciones del contrato, excepto en los casos en que estos cambios sean de gran entidad.

Define fuerza mayor como aquellas situaciones fuera del control de las partes, que eran imprevisibles, o siendo previsibles, inevitables. Incluye dentro de las mismas:

- Riesgos relacionados con el entorno socio-político, como guerra, terrorismo, insurrección, etc. También incluye procesos de nacionalización iniciados por los gobiernos locales
- Riesgos relacionados con las condiciones del emplazamiento y entorno limitados a la existencia de material explosivo, contaminación, radiaciones
- Catástrofes naturales, como terremoto, huracanes, etc.

- Falta de mano de obra, materiales o servicios originada por una situación de fuerza mayor.

La fuerza mayor da al contratista la posibilidad de ampliar el plazo de ejecución del proyecto, pero no de incrementar su precio. Realiza un desarrollo específico de las actuaciones que deben tomar promotor y contratista en caso de situaciones de guerra.

El reparto de riesgos de la tabla 3.11 elaborado para proyectos llave en mano queda adaptado de la siguiente manera para los contratos ENAA analizados anteriormente, , tal como se presenta en la tabla 4.4.

<b>Objetivo</b>	<b>Concepto en contrato</b>	<b>Responsabilidad</b>
Producción de la Planta	Performance	Contratista General
	Fiabilidad	Operador
	Garantías de Operación	Operador
Consumos de la planta	Performance	Contratista General
Inversión inicial	Cambios en contrato	Contratista General
	Datos de Partida	Promotor
	Condiciones emplazamiento	Promotor
	Servicios y terceros	Promotor
	Leyes y Fuerza Mayor	Repartida
Inicio de operación comercial	Fechas entrega garantizadas	Contratista General
Producción en el tiempo	Vida de diseño	Contratista General
	Repuestos y garantías	Contratista General

Tabla 4.4. Resumen de las responsabilidades en un proyecto con ejecución llave en mano, según propuesta de ENAA

Se puede concluir que los dos formatos están elaborados de tal manera que establecen un marco de trabajo apropiado para que el promotor pueda mantener las dos condiciones de contratación básicas, coste y plazo, especialmente controladas y con pocas posibilidades de cambio. Reduce la capacidad del promotor de actuar y controlar los cambios a lo largo de la ejecución.

## **5. DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA GRANDES PROYECTOS LLAVE EN MANO INTEGRADO EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y OPERACIONES**

### **5.1. ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS**

#### **5.1.1. INTRODUCCIÓN**

En esta fase se propone realizar la gestión de riesgos siguiendo las siguientes etapas:

- IDENTIFICACIÓN
- EVALUACIÓN CUALITATIVA
- CATEGORIZACIÓN
- EVALUACIÓN CUANTITATIVA
- ESTABLECIMIENTO DE PLAN DE ACTUACIÓN
- PLAN DE SEGUIMIENTO
- CIERRE Y CONCLUSIONES

El objetivo de la etapa de identificación es realizar un estudio lo más abierto y participativo posible, para identificar todos aquellos riesgos y oportunidades que se puedan encontrar a los largo de la vida del proyecto.

En la etapa de Evaluación Cualitativa, se debe analizar cuáles son las características de todos y cada uno de los riesgos identificados en la fase anterior. Esta cualificación es puramente cualitativa y se realiza atendiendo a las consecuencias que puede tener el riesgo y a las probabilidades de que este ocurra.

Una vez conocidos y evaluados, la fase siguiente, Categorización, permite clasificar los riesgos en varias categorías. Esta clasificación permite conocer qué paso se va a adoptar para cada uno de ellos, es decir, en qué grado se va a continuar el análisis de los mismos;

a través de cuatro caminos: no tomar acción, realizar la evaluación cuantitativa, pasar al plan de acción o pasar al plan de seguimiento.

Algunos de los riesgos, los más graves, pasarán a la Evaluación Cuantitativa. En esta fase, se debe determinar con análisis probabilísticos, sistemas de estimación, árboles de decisiones, etc. el riesgo real que pueden suponer para los objetivos del proyecto en términos cuantitativos: ya sea coste, plazo, probabilidad de accidente o probabilidad de fallo de la planta. Este cálculo es además un cálculo global, en el que se debe medir el riesgo global del proyecto, analizando la interacción entre los diferentes riesgos del proyecto.

En la fase de Plan de Actuación, se decide cómo se quiere actuar ante cada uno de los riesgos que se han encontrado. Se puede resumir que ante un riesgo, se pueden tomar las siguientes acciones o combinación de las mismas:

- Evitar el riesgo
- Aceptar el riesgo
- Actuar para mitigar el riesgo o amplificar la oportunidad
- Transferir el riesgo a otro participante del proyecto
- Compartir el riesgo con otro participante

Es fundamental que el Plan de Actuación genere una acción concreta con un responsable definido. Es inútil realizar todo este trabajo, para que la acción sea genérica, difusa y sin un dueño a cargo de llevarla a cabo.

Este Plan de Actuación requiere en primer lugar un Plan de Seguimiento. Como se verá más adelante, los riesgos cambian a lo largo de la vida de un proyecto, cambian las probabilidades de que ocurran y sobre todo, cambian las consecuencias de los mismos. En el Plan de Seguimiento, se revisan los riesgos que se tratan y se analizan posibles cambios en el Plan de Actuación.

Finalmente, en la fase de cierre y conclusiones se debe evaluar cuál ha sido el resultado del análisis que se ha realizado: hasta qué punto ha sido efectivo para tratar los riesgos del proyecto y en qué medida puede ayudar en futuros proyectos.

Además, se debe tener en cuenta que el proceso es iterativo, las condiciones del proyecto cambian y esto hace que sea necesario iterar las diferentes fases de la gestión para asegurar que la gestión de riesgos es efectiva.

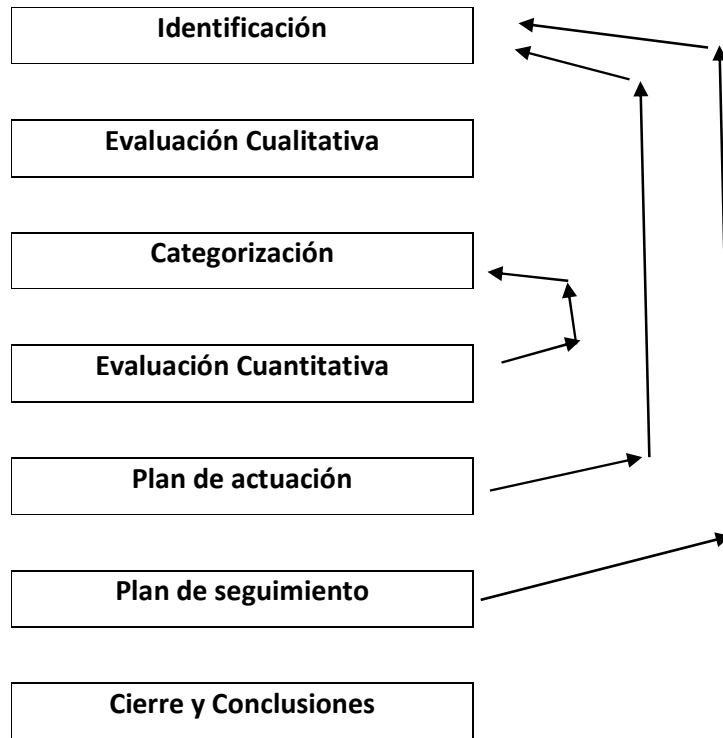


Figura 5.1. Esquema propuesto para el proceso de gestión de riesgos

Todo este proceso requiere de un Sistema de Información e Integración como clave para evitar que el análisis de riesgo quede reducido a un instrumento puramente teórico, apartado de la cadena de dirección tanto del propio proyecto como de las direcciones de la compañía.

### **5.1.2. IDENTIFICACIÓN**

#### **Objetivos:**

El objetivo de la fase de identificación es obtener del equipo involucrado en el proyecto la identificación de todas aquellas situaciones que pueden suponer una amenaza o una oportunidad para la ejecución del proyecto. Esta fase se debe centrar en obtener el mayor número de temas posibles, incluso aquellas remotas o descabelladas. El entorno en el que se debe trabajar en esta fase es un entorno de trabajo abierto, en el que se permite la opinión y la aportación de todos los miembros del equipo.

La participación de todo el equipo define una cualidad fundamental de esta fase; la necesidad de tener un entorno multidisciplinar, donde se obtienen ideas opiniones muy diferentes, desde puntos de vista diferentes. La visión de los diferentes participantes en un proyecto es diferente en función de la función que tienen, del trabajo que realizan. Esta variedad de enfoques es sumamente valiosa en este momento, ya que permite identificar situaciones de todo tipo.

La identificación de riesgos es algo que se realizará al comienzo del proyecto y al final de este proceso, obteniendo una lista completa de posibles riesgos y oportunidades. Sin embargo, el proceso de identificación no termina con esa revisión 0 de la lista. Es fundamental asimilar que se trata de un proceso continuo, la identificación continúa viva durante todo el desarrollo del proyecto.

La razón es sencilla, las condiciones, el entorno varían de manera continua a lo largo de la vida del proyecto. Al variar las condiciones, se modifican las circunstancias que pueden aparecer y que pueden condicionar el desarrollo del proyecto.

Existen muchos ejemplos sobre esta posibilidad de cambios en la vida del proyecto. El cambio de leyes es un ejemplo de cómo situaciones fuera del control de los equipos de proyecto pueden condicionar el éxito del mismo.

Dentro de la fase de identificación, es importante mencionar la importancia de la identificación en la fase de propuesta; es decir, cuando una compañía está pensando si quiere participar en un proyecto, si quiere ofertarlo. En esta fase, la identificación es



más somera, pero más enfocada a temas concretos, como son el cliente, el contrato, el alcance, las condiciones de ejecución y las condiciones del país. Se trata de un análisis preliminar, pero sumamente importante para la toma de la decisión de participar.

Durante esta fase de propuesta, se debe desarrollar un resumen de los principales riesgos identificados y de la estrategia de actuación frente los riesgos identificados. Este resumen de los riesgos de la fase propuesta debe formar parte de la documentación de transferencia de la fase propuesta a la fase de ejecución. Además, durante las reuniones de identificación de riesgos, se debe realizar una presentación de las conclusiones de dichos análisis.

### **Evaluación multidisciplinar**

En la fase de identificación de riesgos es fundamental trabajar en todas las áreas que intervienen en un proyecto. En todas las áreas de un proyecto se pueden encontrar situaciones que supongan un riesgo, amenaza u oportunidad para el mismo. Por lo tanto, en esta fase, se debe asegurar la participación de tantas disciplinas del equipo como sea posible; técnicos, legales, administrativos, financieros, fiscales, políticos, ecológicos, etc.

Una recomendación fruto del desarrollo de este tipo de fases es dar la capacidad a los participantes de dar ideas o identificar riesgos relacionadas con áreas diferentes a las suyas. Es cierto que, en general, muchas de las ideas ya habrán sido consideradas por los especialistas, pero la capacidad de dar ideas diferentes cuestionarse ideas preconcebidas, dar soluciones nuevas, siempre generará un clima de apertura muy valioso en esta fase.

Por lo tanto, el entorno en el que debe desarrollarse esta fase es un entorno en el que se tratarán de evitar las ideas preconcebidas, cuestionar la frase “esto siempre se ha hecho así”.

La propuesta de Chapman y Ward [8] para realizar las preguntas clave para la identificación de riesgos basado en:

- Los participantes en el proyecto, “Quiénes”
- Los objetivos del proyecto, “Por qué”
- El diseño del proyecto, “Qué”
- Los planes del proyecto, “Cómo”
- Los recursos del proyecto, “De qué manera”
- El programa del proyecto, “Cuándo”

permite a los participantes abordar las fuentes de incertidumbre, las causas originales de los riesgos.

En la actualidad existen muchos métodos y técnicas para la identificación de riesgos. Si se siguen las alternativas indicadas por el PMI [44] o por la ISO 31010 [3], se pueden extraer las siguientes como más significativas:

- Revisión de las bases de partida y restricciones del proyecto
- Tormenta de ideas
- Diagramas causa-efecto
- Listas de chequeo
- Técnica Delphi
- Revisión de documentos
- Análisis de árboles de faltas
- Análisis de fuerzas de cambio
- Conocimiento de la industria
- Diagramas de influencia
- Entrevistas
- Técnicas de grupo
- Revisión de proyectos similares, incluyendo lecciones aprendidas
- Listas de temas básicos
- Cuestionarios
- Creación de una estructura de desagregación de riesgos
- Análisis causa-efecto
- Análisis tipo DAFO

- Sistemas dinámicos
- Revisión de la estructura de desagregación de proyectos.

Cualquiera de los sistemas a emplear tiene en común la importancia por mantener un entorno de trabajo abierto, en el cual todos los participantes aporten de manera creativa todo lo que se les pueda llegar a ocurrir.

Sin embargo, también es necesario que exista un sistema, un método que permita discurrir por todas las áreas de atención donde se puedan dar situaciones de riesgo o de oportunidad. Es decir, asegurar que se cubren todas las áreas de atención necesarias en un proyecto.

Así, se puede definir un listado de áreas de atención, que deben servir como índice o como lista de chequeo para el desarrollo de la fase de identificación.

#### A. Áreas de atención en función de la disciplina

En esta clasificación, se desglosan en los campos de operación dividiendo por las funciones típicas de un proyecto:

- Mercado
- Viabilidad técnica
- Viabilidad económica
- Ingeniería conceptual
- Proceso- licencia
- Ingeniería básica
- Área civil
- Estructuras
- Arquitectura
- Urbanización
- Ingeniería de proceso

- Ingeniería mecánica
- Ingeniería eléctrica
- Ingeniería de Instrumentación y control
- Diseño de tuberías
- Equipos principales
- Otros equipos de la planta
- Materiales
- Mercado de Construcción
- Mercado de subcontratación
- Puesta en servicio
- Seguimiento de garantías
- Operación
- Mantenimiento
- Seguridad (laboral), “safety”
- Medio ambiente
- Planificación
- Costes
- Seguridad (riesgo personas y materiales); “security”
- Calidad
- Financiero
- Fiscal
- Legal
- Contractual
- Administrativo
- Comercial

B. Áreas de atención en función del participante

En esta clasificación, se desglosan todos los participantes que pueden tener intereses que pueden afectar al desarrollo del proyecto:

- El promotor, cada uno de los socios que forma el promotor

- El tecnólogo
- La ingeniería del promotor, ingeniería de la propiedad
- El consultor para desarrollo de permisos
- El asesor legal del promotor
- Las entidades financieras
- Los asesores financieros de promotor o entidad financiera
- El consultor técnico de la entidad financiera
- El contratista general o cada uno de los socios que forma la JV o Consorcio que ejerce como contratista general
- La ingeniería del contratista general
- Los proveedores principales del contratista general
- Los subcontratistas del contratista general
- Los responsables de operación
- Los responsables de mantenimiento
- Las autoridades locales/regionales/estatales
- Las asociaciones sociales situadas junto a la nueva planta
- Los organismos de certificación

C. Áreas de atención relacionadas con el entorno

En esta clasificación, se analizan cada uno de los aspectos relacionados con el entorno en el que se desarrolla el trabajo.

- Social
- Político
- Económico
- Medioambiental
- Entorno industrial

A partir de estas tres grandes clasificaciones se pueden desarrollar listas de chequeo de temas y asuntos, que pueden seguir de hilo de conducción, más o menos formal, de las sesiones de identificación de riesgos.

En el Anexo 1 se proponen listas de chequeo por disciplina. En el anexo 2 se proponen listas de chequeo en función de los intereses de cada participante en el proyecto. En el Anexo 3 se proponen listas de chequeo en función de aspectos relacionados con el entorno.

### **Participación en la identificación**

La primera cuestión que se debe resolver para determinar qué personas/especialistas participan en la fase de identificación de riesgos de un proyecto es el ámbito de desarrollo del análisis de riesgos.

Se puede plantear un análisis de riesgos común para todo el proyecto; originado o liderado por el promotor y en el que participen todos los participantes: promotor, asesores del promotor, ingeniería del cliente, contratistas principales, proveedores clave y subcontratistas clave.

Este enfoque permite tener un análisis global de las implicaciones de todos los participantes, pero tiene grandes problemas operativos: resulta sumamente difícil que todas las partes muestren una posición abierta para identificar y analizar todos los riesgos asociados a la ejecución de un proyecto. Entre los diferentes participantes existen relaciones contractuales que harán muy complicado que sus participantes desvelen muchas de sus inquietudes y amenazas. Además en muchos de los casos, estas amenazas provienen de otros de los participantes presentes en la reunión; por lo que la reunión podrá convertirse en una discusión continua donde todas las partes se culpan a los demás.

Una alternativa es asumir que cada uno de los participantes fundamentales en el proyecto; promotor, contratista general, empresa financiera, grandes fabricantes y subcontratistas; realicen su análisis de riesgos propio, teniendo en cuenta las

condiciones en las que debe realizar el proyecto. Estos análisis de riesgos tendrán en cuenta las condiciones generales de ejecución del proyecto, pero también las condiciones de interacción con otros participantes en el proyecto. Por ejemplo, para el promotor será un riesgo el disponer de unas cláusulas sobre la responsabilidad y riesgo del suelo no cerradas con el contratista general; sin embargo para el contratista general; esto será una oportunidad.

Asimismo, el análisis de estos riesgos no siempre será transparente dentro de una organización; si no se dispone de unos procedimientos claros sobre los elementos que se deben analizar, se producirá una deliberada falta de atención sobre algunos de los riesgos, por razones muy diversas [53], como puede ser interés comercial, oportunidad, es decir elegir el momento adecuado para dar las malas noticias, o simplemente consideraciones personales de las personas involucradas.

Al final corresponderá al promotor la capacidad de “exigir” este tipo de reuniones abiertas, pero es más importante el asegurar que sus contratistas, ingenierías, etc. disponen de sistemas de gestión de riesgos que hacen llegar la información relevante a la dirección de la compañía.

Se puede concluir que la identificación es un proceso individual de cada participante en la gestión de riesgos, deben identificar qué puede ocurrir que ponga en peligro el éxito en el proyecto de su organización. Además, este análisis individual permite identificar oportunidades y permite identificar riesgos globales del proyecto, aunque esté en manos de otros participantes.

Además este proceso de identificación solo puede hacerse de manera individual en la fase de propuesta, donde tiene por objeto identificar los riesgos más significativos del proyecto. Esto dará la visión a la organización sobre el interés en formar parte del proyecto.

## Resultado

El primer resultado de esta fase es la elaboración de la primera versión del denominado Registro de Riesgos, en el que se incluye tan solo la información propia de esta fase.

Tabla 5.1. Registro de Riesgos en fase de identificación

ID	Categoría	Nombre	Fecha	Identif	Descripción	Razones	Factores
R1							
R2							
Rn							

ID	Identificación
Categoría	Tipo de Riesgo
Nombre	Nombre del riesgo
Fecha	Fecha en la que el riesgo fue identificado
Identif	Persona que identificó el riesgo
Descripción	Descripción breve del riesgo
Razones	Descripción de las razones por las que puede ocurrir
Factores	Descripción de los factores que pueden modificar su probabilidad o consecuencias

El contenido de las columnas debe incluir la información indicada en la tabla superior.

El registro de riesgos permite disponer de una primera evaluación sobre el perfil de riesgo del proyecto y sobre la capacidad de actuación sobre los riesgos.

Esta información permite elaborar la primera versión del Plan de Gestión de Riesgos del Proyecto, que debe en esta fase del proyecto aportar la siguiente información:



- Definir la estrategia general frente al riesgo
- Definir los objetivos del plan de gestión del riesgo y su interdependencia con los objetivos del proyecto: calidad, coste, plazo y seguridad.
- Definir los recursos que se van a utilizar en la gestión del riesgo

### **5.1.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA**

#### **Objetivos**

Durante la fase de evaluación cualitativa el objetivo es disponer una evaluación de cada uno de los riesgos identificados en la fase anterior, que permita decidir el nivel de atención que se debe poner sobre él.

Se pueden clasificar los riesgos atendiendo a dos variables principales:

- Consecuencias del riesgo en caso de ocurrir
- Probabilidad de ocurrencia

Es evidente que riesgos con bajas posibilidades de ocurrencia y cuyas consecuencias son limitadas, tienen una importancia mínima, y no deben ser objeto de seguimiento y plan de actuación. Por el contrario, riesgos con alta probabilidad de ocurrencia y/o cuyas consecuencias sean muy elevadas, deben ser objeto de seguimiento y de un plan de actuación particularizado.

En esta fase, se debe definir también el nivel de intervención posible sobre los riesgos, es decir, hasta qué punto las acciones del equipo de proyecto pueden afectar a la probabilidad de ocurrencia del riesgo o a los efectos que este puede tener; así como la capacidad de actuar de manera urgente para modificar probabilidad, consecuencias o ambas.

En esta fase, esta clasificación cualitativa permitirá realizar un primer filtro sobre la lista de riesgos identificadas en la fase anterior. Permitirá centrar los medios de atención en aquellos riesgos para los cuales se han identificado que suponen una verdadera

amenaza para el proyecto. El resto de riesgos serán aparcados y no se pasarán a las fases siguientes de análisis y plan de actuación.

### **Evaluación**

El sistema propuesto para realizar la evaluación cualitativa de los riesgos identificados es la preparación de matrices de probabilidad y consecuencias.

Para cada uno de los riesgos se debe realizar una evaluación de cada uno de los factores. Esta evaluación es subjetiva, y es conveniente que sea realizada por especialistas en riesgos. Se debe utilizar el conocimiento de la compañía, las referencias de anteriores proyectos, y sobre todo la experiencia de las personas que han identificado los riesgos, pero siempre convenientemente supervisados por un responsable de riesgos.

La evaluación de los riesgos varía a lo largo del tiempo, es decir, la probabilidad de que ocurra o las consecuencias de que se produzcan pueden ser muy diferentes en un momento del proyecto o en otro. Por eso, es muy recomendable:

- Realizar esta tarea de manera continua, es decir, realizar una revisión de los riesgos significativos con carácter periódico
- Identificar en esta fase la capacidad de intervención y la posibilidad de producir un efecto sobre probabilidad, consecuencia o ambos si se interviene de manera ágil.

En cuanto a la probabilidad, la clasificación se puede dividir en 5 categorías:

- Remota, se corresponde con sucesos que es altamente improbable que ocurran; (generalmente son también aquellos con consecuencias catastróficas). Se puede estimar que su probabilidad es  $P < 1\%$
- Muy baja, sucesos que tiene baja probabilidad de que lleguen a ocurrir, pero que son ciertamente posibles;  $1\% < P < 10\%$ .
- Baja, sucesos que han ocurrido en el pasado, pero que no son realmente habituales;  $10\% < P > 25\%$

- Media, sucesos que ocurren a menudo, para los que se debe preparar;  $25\% < P < 50\%$
- Alta, sucesos que es probable que ocurran,  $P > 50\%$

Esta clasificación elegida considera que un suceso tiene un riesgo alto cuando alcanza más del 50% de probabilidad de ocurrencia. Este criterio conservador es compartido con los criterios empleados por algunos organismos como el PMI<sup>1</sup>. No es recomendable utilizar un criterio lineal de valoración porque la diferencia entre que un suceso pueda producirse en más del 60% o más del 80% es insignificante; ya que se trata de sucesos que es más probable que ocurran a que no ocurran.

En cuanto a las consecuencias del riesgo, se propone realizar una clasificación dividiendo en 5 categorías:

- Catastrófica
- Alta
- Media
- Baja
- Muy baja

Para definir estas cinco categorías se recomienda realizar un análisis conjunto y único, si bien es recomendable disponer de una valoración del efecto sobre las cuatro variables que definen el éxito en el cumplimiento con los objetivos del proyecto:

- Seguridad
- Coste
- Plazo
- Calidad

---

<sup>1</sup> PMI incluye 6 categorías en función de la probabilidad: Nula ( $P < 1\%$ ); Muy Baja ( $1\% < P < 10\%$ ); Baja ( $11\% < P < 20\%$ ); Media ( $21\% < P < 40\%$ ); Alta ( $41\% < P < 60\%$ ); Muy Alta ( $61\% < P < 99\%$ ).

Al ser una valoración cualitativa, tiene un componente subjetivo, pero el hecho de identificar los cuatro objetivos del proyecto, permite crear unas herramientas que ayudan a tener un criterio consistente en el análisis de todos los riesgos.

Así, para la seguridad, se definen cinco categorías:

- Catastrófica. Aquellos que pueden producir accidentes con múltiples bajas
- Alta. Aquellos que pueden producir accidente con alguna baja
- Media. Los que pueden producir accidentes graves para personas e instalación
- Baja. Los que pueden producir daños menores en la instalación y a la salud de las personas
- Muy baja. Los que producen daños menores a la instalación

En cuanto al coste, la clasificación se puede definir de manera similar utilizando como criterio un importe económico.

La definición de ese importe depende del tipo e importe de proyecto y del perfil de riesgo de la compañía. Es evidente que para un proyecto de 100 millones de Euro esta valoración será diferente que para un proyecto de 1000 millones de Euro. Lo mismo ocurre con el perfil de riesgo del proyecto o la compañía, que puede haber asumido determinados riesgos en el momento de definir la venta del proyecto y los márgenes aplicados.

Si se pone como ejemplo que 10 millones de euros (10 M€) es la cantidad que genera una situación catastrófica; la clasificación sería la siguiente:

- Catastrófico;  $C > 10$  M€
- Alto;  $2 < C < 10$  M€
- Medio;  $0,6 < C < 2$  M€
- Bajo;  $0,25 < C < 0,6$  M€
- Muy Bajo  $C < 0,25$  M€

Se propone una clasificación no lineal.

El plazo también puede tener una clasificación relativamente directa basada en el efecto que produce sobre el programa de ejecución de los trabajos. Al igual que en el coste, la magnitud del problema dependerá del plazo general de duración del proyecto; así como en el perfil de riesgo del plazo; es decir, la importancia que tiene el no cumplir con el plazo para el participante que está realizando el análisis y para el proyecto en su conjunto. Generalmente, existe una medida de este riesgo, los valores de penalizaciones por retraso aplicables.

En un proyecto de 24 meses, se puede establecer una tabla con los siguientes datos:

- Catastrófico; impacto superior a 2 meses
- Alto; efecto sobre el camino crítico del proyecto;  $3 \text{ semanas} < S < 2 \text{ meses}$
- Medio; efecto sobre el camino crítico del proyecto; impacto  $1 \text{ semana} < S < 3 \text{ semanas}$
- Bajo; efecto sobre varias áreas del programa, con impacto general  $S < 1 \text{ semana}$
- Muy Bajo; efecto sobre actividades del programa no críticas o no generalizadas

Finalmente, en cuanto a la calidad, el impacto se puede definir como función del efecto que puede tener sobre la operación de la planta, su capacidad o su posibilidad de cumplir con las especificaciones previstas. Así, se pueden definir las siguientes características:

- Catastrófico. La planta no cumple con los requisitos mínimos de producción en capacidad o calidad, o en fiabilidad
- Alto. La planta produce, pero con graves defectos en su operación global
- Medio. Algún sistema importante de la planta tiene defectos operativos
- Bajo. Algún equipo o componente auxiliar tiene defectos operativos
- Muy bajo. El efecto sobre la planta es mínimo

Tabla 5.2. Matriz de probabilidad/consecuencia en fase de evaluación cualitativa

Probabilidad	Consecuencia Calidad					Consecuencia Coste					Consecuencia Plazo					Consecuencia seguridad				
	Catas	Alta	Med	Baja	MuyB	Catas	Alta	Med	Baja	MuyB	Catas	Alta	Med	Baja	MuyB	Catas	Alta	Med	Baja	MuyB
Alta																				
Media																				
Baja																				
Muy Baja																				
Remota																				

Una vez analizados los efectos sobre las cuatro variables que definen el éxito del proyecto, queda la decisión sobre la categoría que se otorga a cada uno de los riesgos. La solución más razonable es tomar el valor más alto de todos ellos, ya que si afecta a una de las variables clave, afectará globalmente al total del proyecto. Se puede plantear elevar la categoría de un riesgo en caso de que haya quedado enclavado en una misma categoría en dos o más variables del proyecto; por ejemplo, en coste y plazo.

Al final, la evaluación cualitativa de cada uno de los riesgos permite crear una matriz de evaluación con una forma:

	<b>Consecuencia</b>				
<b>Probabilidad</b>	Catastrófica	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Alta					
Media					
Baja					
Muy Baja					
Remota					

*Tabla 5.3. Matriz de probabilidad/consecuencia resumida en fase de evaluación cualitativa*

En esta matriz, se define el par probabilidad / consecuencia para cada uno de los riesgos, en el que aparecen 25 categorías posibles, que se analizan en la siguiente etapa.

#### 5.1.4. CATEGORIZACIÓN

##### Objetivos

El objetivo de esta etapa es realizar una clasificación de cada uno de los riesgos evaluados en la fase anterior que permita decidir con mayor facilidad el siguiente paso que se va a adoptar para su tratamiento.

Esta clasificación concluirá con la revisión del Registro de Riesgos, que incluye todos aquellos riesgos identificados y categorizados, que requieren un paso posterior dentro de la gestión de riesgos del proyecto.

##### Desarrollo

En la fase anterior, se ha definido la matriz de probabilidad / consecuencia:

	Consecuencia				
Probabilidad	Catastrófica	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Alta	4	4	3	2	2
Media	4	3	3	2	1
Baja	4	3	2	1	1
Muy Baja	3	2	2	1	1
Remota	c	2	1	1	1

Tabla 5.4. Matriz de probabilidad/consecuencia resumida en fase de evaluación categorización

En esta matriz, se han definido 5 categorías para así clasificar los riesgos en:

- Riesgos Muy Graves (4): aquellos con graves consecuencias o probabilidad media o alta de producirse
- Riesgos Graves (3), aquellos que pueden producir consecuencias sobre el proyecto y no son muy probables



- Riesgo Medios (2), que pueden afectar a la funcionalidad de la planta
- Riesgos Menores (1), casi despreciables
- Riesgos remotos catastróficos, aquellos poco probables que ocurran, pero que si llegan a ocurrir pueden comprometer el éxito del proyecto

Finalmente, se debe analizar la capacidad de intervención sobre el riesgo y en qué grado dicha intervención es urgente. Esto puede afectar a la decisión sobre el siguiente paso que se toma respecto a cada uno de los riesgos.

Identificando para cada uno de los riesgos estas dos variables se puede añadir una categoría cualitativa adicional basada en:

- Riesgos con capacidad de intervención baja, es decir, en los cuales la organización apenas puede modificar la probabilidad de que ocurra o las consecuencias del mismo. La actuación puede reducirse a elaborar un plan de contingencia. Un ejemplo típico son los riesgos asociados con catástrofes naturales o revueltas sociales.
- Riesgos con capacidad de intervención alta. Aquellos en los cuales, la organización sí tiene la capacidad de actuar para modificar el riesgo. La mayoría de los riesgos de un proyecto entran en esta categoría.
- Riesgos que requieren rápida actuación. Son aquellos en los cuales, además de tener la capacidad de modificarlos, el hecho de que la actuación sea rápida, reduce los efectos del mismo o evita que estos sea muy superiores. Un ejemplo básico son los riesgos asociados con la conflictividad en la obra con sindicatos. Si se realiza una negociación con los mismos en una fase temprana, se modifica de manera sustancial el efecto que este riesgo puede llegar a tener.

Una vez alcanzado este paso, se debe decidir qué categorías de riesgos pasan a la siguiente etapa, la evaluación cualitativa; cuáles no pasan y cuáles deben seguir un análisis específico. La siguiente tabla resume el plan:

Tabla 5.5. Definición de acciones frente a los riesgos en función de categoría y capacidad de intervención

Tipo de Riesgo	Capacidad de Intervención	Siguiente Paso
Riesgo Muy Grave	Alta, Baja o urgente	Evaluación cuantitativa
Riesgo Grave	Alta, Baja o urgente	Evaluación cuantitativa
Riesgo Medio	Baja	Evaluación cuantitativa
	Alta o Urgente	Plan actuación
Riesgo Menor	Urgente	Analizar si requiere Plan de Actuación
	Alta o baja	No requiere seguimiento dentro del Plan de Riesgos
Riesgo Catastrófico	Urgente o Alto	Plan de Actuación
	Bajo	Plan de Seguimiento

Se puede resumir que todos los riesgos Muy Graves deben pasar a la fase de evaluación cuantitativa. Se trata de riesgos probables que pueden comprometer el proyecto en su conjunto. La fase de evaluación cuantitativa permite evaluar de manera precisa probabilidades y efectos sobre coste, plazo, etc.

Los Riesgos Graves deben seguir un tratamiento similar, aunque como se define en la fase siguiente, el grado de atención que reciben será significativamente más bajo.

En el caso de los Riesgos Medios, el paso siguiente propuesto depende de en qué medida se pueden afectar. Si no se puede actuar sobre ellos, es importante llevar a cabo la evaluación cuantitativa para analizar de manera más precisa sus consecuencias; ya que la capacidad de actuación es casi nula. En cambio, para los riesgos en los cuales sí se puede actuar, es recomendable dar el salto directamente a la fase de actuación, sin someter al riesgo a un análisis adicional.

Los Riesgos Menores no requieren acción posterior, excepto aquellos para los cuales una acción urgente puede anularlos directamente. Esto puede generar un plan de acción inmediato que permita prácticamente eliminar el riesgo.

Finalmente, los riesgos catastróficos tienen la característica de producir graves daños pero tener una baja o muy baja probabilidad de ocurrencia. Se puede plantar realizar un Plan de Actuación o simplemente mantenerlos en el Plan de Seguimiento en función de la medida en los que se puede afectar o modificar su probabilidad o consecuencias

El nivel de atención otorgado a los diferentes riesgos debe adaptarse a cada proyecto, en función de la estrategia acordada en la primera revisión del Plan de Gestión de Riesgos y de la estrategia global del Proyecto.

Al finalizar esta etapa, se debe desarrollar la segunda revisión del Registro de Riesgos que, en esta versión inicial, debe contener la siguiente información [51]:

- Nombre del riesgo
- Fecha en la que el riesgo fue identificado
- Persona que identificó el riesgo
- Descripción del riesgo
- Descripción de las razones por las que puede ocurrir
- Descripción de los factores que pueden modificar su probabilidad o consecuencias
- Valoración de probabilidad y consecuencia
- Valoración de la capacidad de intervención
- Responsable del riesgo

ID	Categoría	Nombre	Fecha	Identif	Descripción	Razones	Factores	Probab	Consec	Intervención	Resp
R1											
R2											
Rn											

Tabla 5.6. Registro de Riesgos en fase de categorización

Una vez realizado el análisis cuantitativo y generado un plan de actuación, este registro se expandirá añadiendo nuevos campos.

### **Evaluación**

Esta categorización de los riesgos es recomendable que sea realizada por un responsable especialista en riesgos, como una fase contigua y consecuencia a la fase de evaluación cualitativa.

#### **5.1.5. EVALUACIÓN CUANTITATIVA**

##### **Objetivos**

En la fase de evaluación cuantitativa, se busca obtener una evaluación numérica del riesgo sobre los objetivos del proyecto, entendido riesgo como la combinación de los principales riesgos identificados y evaluados en las fases anteriores.

Al finalizar esta fase, debe ser posible evaluar la probabilidad de éxito del proyecto y de estimar en qué medida se puede producir costes adicionales o plazos adicionales en la ejecución del proyecto. Asimismo, se debe determinar en qué áreas se encuentran los principales riesgos, o cuáles son los riesgos que más pueden comprometer el éxito del proyecto.

##### **Sistemas de evaluación**

En primer lugar, se debe tener en cuenta que esta fase parte de una fase en la que se han identificado, evaluado y categorizado los riesgos principales del proyecto; es decir,

se conoce cuáles son y en qué medida pueden afectar al coste, plazo, seguridad o calidad del proyecto.

Antes de entrar a analizar cada uno de los riesgos se propone dar dos pasos previos:

En primer lugar, asegurar que se dispone de un buen modelo de partida, un buen caso base del proyecto. Por modelo y caso base, se entiende aquellos modelos numéricos que nos permiten conocer y evaluar:

- El programa detallado de ejecución del proyecto, con una estructura de desagregación de actividades (Work Breakdown Structure – WBS) que incluye todo el alcance del proyecto, con unas relaciones entre actividades lógicas y establecidas, con unas actividades críticas identificadas. Esto permite evaluar en qué medida se van a modificar las condiciones de ejecución del proyecto si se modifican la duración, secuencia de actividades o se imponen condiciones adicionales.
- El coste, a través de un presupuesto / sistema de control de coste, con un nivel de desagregación de las actividades (Cost Breakdown Structure - CBS), que permite determinar cuánto y dónde se pretende emplear el presupuesto asignado al proyecto. Este CBS debe ser consistente con el WBS y estar coordinado con el anterior, para evaluar conjuntamente los efectos de cualquier cambio.
- La seguridad definida a través de un Plan de Seguridad, en la que se haya definido las actividades que se realizarán durante la fase de diseño (revisiones de diseño, Hazop, etc.); y el plan de actividades de supervisión y auditoría durante la fase de ejecución. Este plan debe tener parámetros objetivos definidos: los más habituales son el índice de frecuencia, el índice de gravedad e internacionalmente el Lost Time Incident Rate y el Total Recordable Incident Rate.
- La calidad debe estar definida a través de una definición de los parámetros básicos que definen el cumplimiento técnico del proyecto: valores básicos de performance de la planta: capacidad y calidad de los productos de la planta; índice de calidad del proyecto, definido a través del cumplimiento con los

objetivos de calidad, tanto en el suministro de equipos y componentes como en la ejecución de los trabajos en campo.

Sería deseable el disponer de los cuatro modelos interconectados, pero esto hoy en día, con el estado actual de desarrollo de plataformas de trabajo y programas comerciales; no es posible. Sí existen sistemas en los cuales programa y coste están vinculados y comparten sistemas de desagregación, haciendo más sencillo los efectos al realizar cualquier cambio.

Además, en la gestión de la calidad y la seguridad, existen ciertas barreras que no se pueden superar. Cualquier compañía no va a comprometer ni la calidad ni la seguridad, hay valores mínimos que se deben cumplir y nunca se va a comprometer su cumplimiento.

Asimismo, en las fases anteriores, el proceso se ha centrado en la identificación, evaluación y categorización de cada uno de los riesgos, pero esto no es suficiente para esta etapa. Los riesgos de un proyecto pueden estar interrelacionados. Previos al análisis cuantitativo, se deben identificar:

- Aquellos riesgos que comparten en gran medida la causa que los activa, es decir, riesgos que ocurrirán en caso de que esa causa común ocurra.
- Riesgos cuyas consecuencias afectan a la probabilidad de ocurrencia de otros riesgos, es decir, que puede producir una suerte de efecto en cadena.
- Riesgos cuyas consecuencias tienen un efecto multiplicador sobre las consecuencias de otros riesgos.

Se pueden definir las relaciones entre riesgos con estas tres figuras básicas, que permiten simplificar y facilitar el proceso de evaluación cuantitativa.

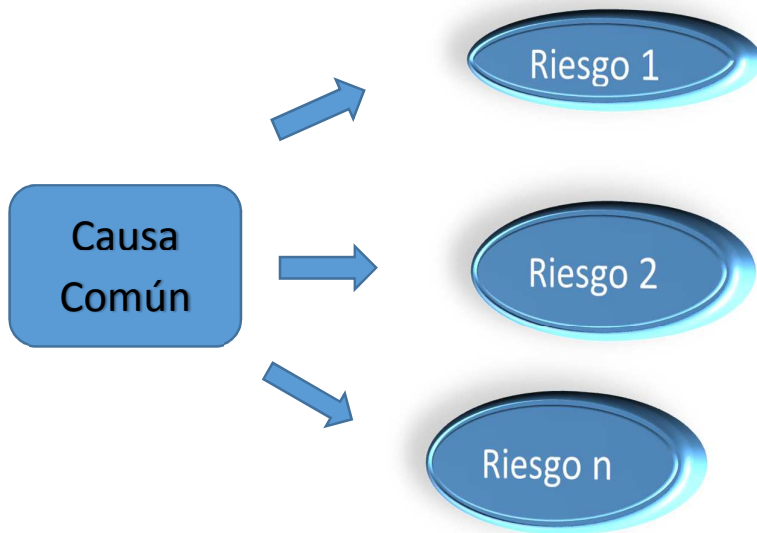


Figura 5.2. Análisis global de riesgos. Identificación de riesgos con causa común

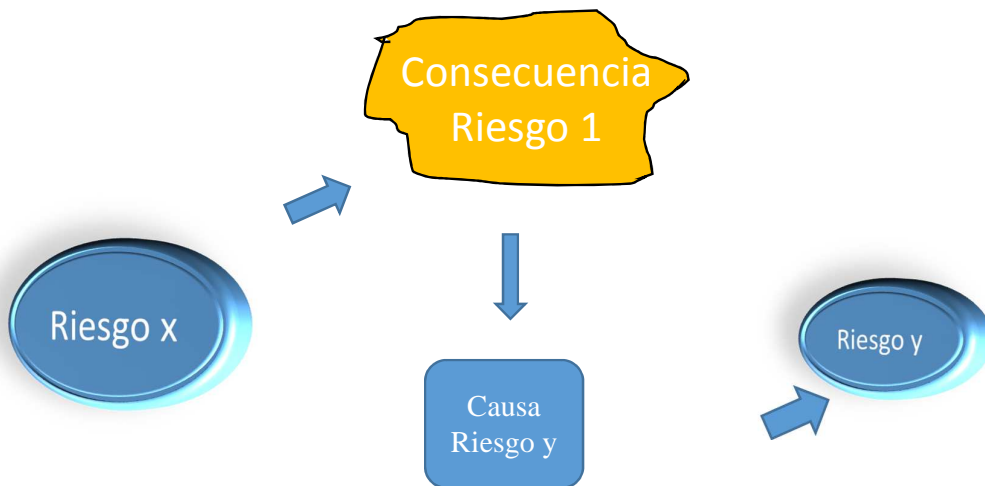


Figura 5.3. Análisis global de riesgos. Riesgos concatenados

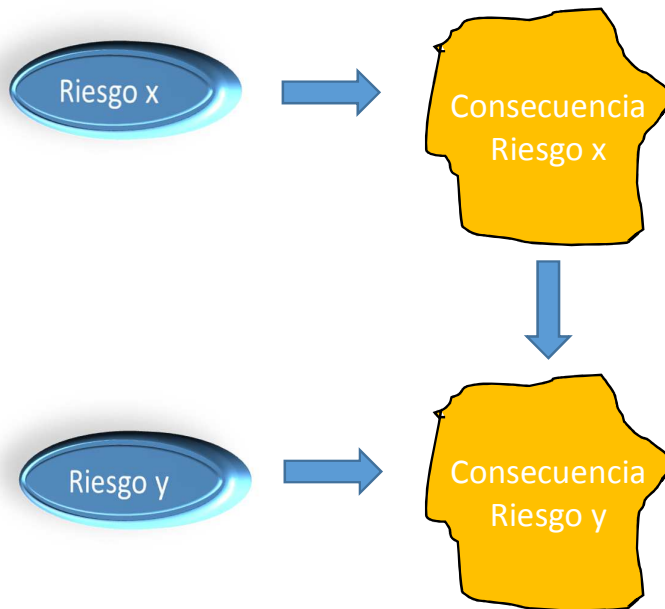


Figura 5.4. Análisis global de riesgos. Riesgos realimentados

Una vez definidos estas dos condiciones previas, se procede a la evaluación cuantitativa de los riesgos; utilizando alguno de los métodos siguientes o la combinación de los mismos:

### Diagramas de influencia

Los diagramas de influencia desarrollan de manera gráfica las relaciones de causalidad que puede afectar a una determinada variable. Son muy gráficos y permiten identificar de manera general las razones que pueden llevar a modificar una de las variables que determinan el éxito del proyecto.

El problema es que si se desea trasladar la complejidad de las variables que afectan a un proyecto, se pueden convertir en realmente complejos, con causas y subcausas, etc.



Son muy útiles para disponer visualmente de un análisis global de las influencias en alguna de las variables del proyecto

### **Árboles de decisión**

Los árboles de decisión resumen la secuencia de posibles sucesos, su probabilidad e impactos, que pueden ocurrir a partir de un determinado suceso incierto. Son sumamente gráficos y ayudan a entenderla complejidad asociado a un determinado suceso y loas posibles soluciones.

Los árboles de fallo están basados en el mismo concepto pero funcionan al revés; es decir, comienzan con la consecución de un determinado suceso y analizan todas las cusas que podrían haberlo originado.

### **Simulación de sucesos discretos**

Esta simulación evalúa como se modifica una determinada variable en el tiempo en función de una serie de condicionantes que se definan. Estos condicionantes incluyen relación con otras actividades.

Utilizando los métodos anteriores, se debe realizar un modelo matemático que permita establecer las cifras numéricas que evalúen el efecto de un riesgo y, una vez analizados los riesgos conjuntamente, el efecto en común de los riesgos del proyecto. Existen diversos modelos matemáticos para realizar esta tarea, algunos sencillos, otros sumamente sofisticados.

Llegado este punto, es importante resaltar que la fase anterior en la que se han definido los riesgos, las relaciones entre ellos y las relaciones globales causa-efecto, suponen un ejercicio sumamente valioso para el proyecto. Es cierto que al desarrollar los modelos matemáticos, se obtendrá un resultado numérico o un conjunto de resultados numéricos; pero en este caso, el camino es más importante que el número final.

Las organizaciones tienen sus propios sistemas de gestión y de toma de decisiones. En la actualidad, hay organizaciones con sistemas de gestión de riesgos que les permite identificar y analizar los riesgos de manera superficial. Pero hay otros muchos, que prefieren evitar realizar un análisis formal de los riesgos, para no afrontar temas que pueden ser complicados para directivos o gestores de proyectos [27].

Se propone dar un paso en la gestión global del riesgo de las compañías, para que estas adopten sistemas probados de análisis y evaluación de riesgos, pero hay que ser consciente que en la actualidad es más importante incluir el análisis de riesgo como parte de los procesos de toma de decisiones de la compañías, que el hecho de desarrollar complejos sistemas matemáticos para evaluar los riesgos.

En cualquier caso, se definen a continuación, de menor a mayor complejidad los sistemas empleados en el cálculo matemático del efecto de los riesgos. Se propone el uso de estimación de valores linealmente, por ser el más sencillo y abordable por los equipos de dirección.

### **Estimación de valores linealmente**

Este es el sistema más sencillo e intuitivo. Se trata simplemente de realizar una evaluación ponderada de un determinado riesgo basado en el efecto que produce y en la probabilidad de ocurrencia.

Para el riesgo de que en un proyecto se produzca un retraso en un equipo principal de  $d$  meses, se han estimado los siguientes valores:

- Probabilidad del suceso:  $p$  (%)
- Retraso en la ejecución:  $dp$  días (analizado el programa global)
- Coste del retraso:  $c$

En este caso, este riesgo se evaluaría con un valor de:

- Programa:  $p \times dp$

- Coste:  $p \times c$

Los siguientes sistemas de evaluación se proponen únicamente para casos singulares de en los que un determinado riesgos requiera un análisis sumamente complejo de sus efectos.

### **Cálculo por métodos probabilísticos; resultado medio y de la desviación**

En este caso se da un paso adicional, al introducir las ecuaciones de la probabilidad en la valoración. Se puede analizar media y varianza de cada uno de los riesgos y calcular la media y varianza global como el sumatorio de los valores anteriores de cada uno de los riesgos. Al final se define el riesgo con un valor medio y con un valor de desviación estándar.

Este método es más complejo, pero continúa siendo un método accesible para personas ajenas al proceso de análisis de riesgos.

### **Cálculo por funciones matemáticas**

Este método supone un gran paso adicional, ya que se trata de utilizar funciones matemáticas de distribución de probabilidades que evalúen el funcionamiento de las variables coste o plazo para le ejecución del proyecto. Hay bastantes funciones estándar que se pueden utilizar como funciones distribución Normal o de Poisson.

En cualquiera de los casos, es dar un gran paso en la complejidad matemática de la solución. Si bien permite dar un grado de cálculo superior, genera unas soluciones más complejas, y que tanto en la dirección de proyectos como en las direcciones de compañías, pueden generar más dificultades para ser aceptadas.

### **Simulación Monte Carlo**

Las simulaciones de Monte Carlo se basan en la generación de una gran cantidad de escenarios posibles basados en la generación aleatoria de casos basados en la probabilidad de cada variable.

La distribución de valores calculados por el modelo es en realidad la probabilidad real de los resultados que pueden tener las variables. Cuanto mayor sea el número de iteraciones mayor será la exactitud de la curva de probabilidades que se obtenga.

Es un método más sencillo desde el punto de vista matemático pero, al igual que los dos casos anteriores, puede generar cierto rechazo en la dirección de la compañía al tratarse de un método sumamente sofisticado.

### **Participación**

En primer lugar, es importante recordar que se requiere disponer de buenos modelos, de casos bases sólidos y aceptados por la organización. Estos modelos, especialmente los de coste – presupuesto/control de coste y plazo – programa del proyecto; son necesarios para la dirección de cualquier proyecto. Habrán sido realizados por ingenieros planificadores y por ingenieros de costes, por lo que se puede asumir que existen y que serán aceptados por la organización (independientemente de su grado de detalle o sofisticación).

Para preparar los modelos de evaluación cuantitativos, se debe tener en cuenta que se trata de un ejercicio que requiere del liderazgo de un manager de riesgos y en muchos casos, de un equipo de trabajo a su cargo. En este equipo deben participar los responsables de realizar los modelos de partida de costes y de planificación, que además deben participar a la hora de crear y entender las relaciones de cauda-efecto que hacen que se modifiquen los elementos que forman el WBS y el CBS.

El desarrollo de los métodos de evaluación (diagramas de influencia, árboles de decisión o simulación de sucesos discretos) requiere de una gran experiencia en la gestión de riesgos y de un trabajo de coordinación con los responsables del proyecto. Es un trabajo liderado y desarrollado por ingenieros de riesgos.

El desarrollo de los métodos de cálculo (estimación de valores, uso de funciones probabilísticas o matemáticas, o simulaciones de Monte Carlo) es un trabajo de desarrollo matemático que, si se han generado los métodos de evaluación adecuadamente, podrá ser realizado por ingenieros de costes o planificación. El tamaño del equipo depende de la complejidad de los modelos matemáticos seleccionados.

El mayor reto que tiene esta fase no estriba en la participación, sino en la credibilidad de los resultados obtenidos.

Como indicado anteriormente, el resultado debe ser “comprado” por la dirección de proyecto y por la dirección de la compañía. Ambos pueden tener cierto rechazo al uso de sistemas matemáticas sofisticados, a veces poco comprensibles, como herramienta de toma de decisiones críticas.

Corresponde a los responsables de riesgos, en primer lugar generar métodos de evaluación sencillos y gráficos, fácilmente comprensibles y a la vez sólidos. En cuanto a los sistemas de cálculo, deben encontrar un equilibrio entre exactitud y sencillez que haga que estos sean comprensibles y creíbles para las personas que van a tomar las decisiones.

La clave del éxito de la evaluación cuantitativa es tener un buen modelo, un modelo que simule de manera correcta el comportamiento del proyecto, especialmente en coste y plazo. Los mayores esfuerzos deben dirigirse a tener un buen modelo, no a realizar infinidad de cálculos para conseguirlos. [25]

Esta etapa dará lugar a una actualización del registro de riesgos que permite conocer y evaluar todos los riesgos del proyecto. Además, permite evaluar el riesgo global del proyecto.

Se produce así la tercera revisión del registro de riesgos, en el que en la información disponible se ampliará de tal manera que incluya los campos indicados en la tabla siguiente.

Tabla 5.7. Registro de Riesgos en fase de evaluación cuantitativa

ID	Categoría	Nombre	Fecha	Identif	Descripción	Razones	Factores	Probab	Consec	Intervención	Resp	Probab	Coste	Plazo	Calidad	Seguridad
R1																
R2																
Rn																

ID	Identificación
Categoría	Tipo de Riesgo
Nombre	Nombre del riesgo
Fecha	Fecha en la que el riesgo fue identificado
Identif	Persona que identificó el riesgo
Descripción	Descripción breve del riesgo
Razones	Descripción de las razones por las que puede ocurrir
Factores	Descripción de los factores que pueden modificar su probabilidad o consecuencias
Probab	Probabilidad de ocurrencia (cualitativa)
Consec	Consecuencia del riesgo (cualitativa)
Intervención	Capacidad de intervención para alterar las causas, probabilidad o consecuencia
Resp	Responsable del riesgo
Prob	Probabilidad de ocurrencia (cuantitativa)
Coste	Efecto en el coste de la ocurrencia del riesgo ponderado por la probabilidad
Plazo	Efecto en el plazo de la ocurrencia del riesgo ponderado por la probabilidad
Calidad	Efecto en la calidad
Seguridad	Efecto en la seguridad

### **5.1.6. ESTABLECIMIENTO DE PLAN DE ACTUACIÓN**

#### **Objetivos**

Una vez finalizada la fase de evaluación cuantitativa, se dispone de información sobre:

- Riesgos identificados
- Riesgos evaluados cualitativamente y clasificados en función de su gravedad
- Riesgos evaluados cuantitativamente para conocer cómo afectan a coste y plazo (numéricamente) y calidad y seguridad.
- Riesgo global del proyecto

Se dispone pues de información amplia y valiosa de los sucesos que pueden condicionar el éxito del proyecto. Llega el momento de desarrollar los planes de actuación para gestionar estos riesgos.

Se ha resumido anteriormente que ante un riesgo determinado, se pueden tomar las siguientes decisiones para dar respuesta a un riesgo:

- Evitar el riesgo; evitando la amenaza o explotando la oportunidad
- Aceptar el riesgo, bien porque las consecuencias son aceptables, bien porque se ha analizado y no se puede actuar sobre él
- Actuar para mitigar la amenaza o amplificar la oportunidad, ya sea modificando las probabilidades de que ocurra el riesgo o modificando las consecuencias del riesgo
- Transferir el riesgo a otro participante del proyecto
- Compartir el riesgo con otro participante

El objetivo de esta fase es determinar de manera concreta la actuación que se va a tomar para cada uno de los riesgos del registro de riesgos. Este plan de actuación debe incluir la acción concreta que se va a realizar, las fechas clave para su ejecución y el responsable de llevar a cabo la actuación acordada. Las actuaciones para gestionar los riesgos deben estar coordinadas entre ellas, ya que al igual que los riesgos pueden interactuar entre



ellos, los planes de actuación también pueden interactuar entre ellos. Así, al igual que se desarrolla el plan de actuación frente a cada riesgo, se debe desarrollar la estrategia global frente al riesgo general del proyecto.

Se debe tener en cuenta que al desarrollar los planes de actuación, se pueden generar nuevos riesgos con el propio plan de actuación. Son los conocidos como riesgos secundarios, aquellos producidos o incrementados por el propio proceso de gestión de riesgos y por el propio plan de actuación

Finalmente, en esta etapa se procederá a actualizar el registro de riesgos añadiendo múltiple información sobre la evaluación cuantitativa y el plan de actuación.

### **Tipos de respuesta ante el riesgo**

Como punto de partida, se debe aceptar que la estrategia general de un proyecto frente al riesgo no puede estar basada en tratar de evitar todos los riesgos, en tratar de alcanzar un proyecto con riesgo cero. Esto no es una solución realista, no es una solución viable, ni técnica, ni económicamente. Como fruto de la fase anterior, el proyecto dispone del riesgo global del proyecto, por lo que puede definir una estrategia global para su gestión.

Por ello, la estrategia general debe contener diferentes tipos de respuesta frente a los diferentes tipos de riesgos, que a su vez, tienen consecuencias muy diferentes.

El primer tipo de respuesta ante un riesgo es evitarlo. En el caso de una amenaza, se evita que se den las circunstancias para que el riesgo pueda ocurrir. En el caso de una oportunidad, se hace lo posible para que esta realmente ocurra. Es la solución más drástica y directa.

En general, esta solución produce costes y plazo adicionales y es muy probable que genere riesgos secundarios, es decir, producidos por la nueva solución que se va a emplear para evitar la amenaza o afianzar la oportunidad.

La segunda respuesta ante un riesgo es aceptarlo; es decir, asumir que este puede ocurrir y que no se toma ninguna acción para tratar de cambiarlo, al no considerarse viable. Generalmente se genera un plan de contingencia, generalmente antes de que se produzca el riesgo, para que este entre en funcionamiento en el momento en que se materialice, si es que se materializa.

La respuesta más habitual es modificar el riesgo; actuando para mitigar las probabilidades de ocurrencia o las consecuencias de la amenaza; o actuando para incrementar las probabilidades de ocurrencia o las consecuencia de una oportunidad.

Esta respuesta debe partir de un análisis de la evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo para desarrollar la estrategia que permite cambiar las condiciones en provecho del proyecto.

La actuación más efectiva sobre un riesgo es la que actúa sobre las causas que la originan, modificándolas o anulándolas. Si se actúa sobre las causas, se reducen las posibilidades que existan riesgos residuales o riesgos secundarios. Es además una respuesta generalmente más sencilla de llevar a cabo. Existen métodos que plantean el uso de estas actuaciones como herramienta principal de gestión de los riesgos [46]. Si bien, se deben priorizar sobre otras soluciones, no se considera que esta estrategia general de actuación frente al riesgo sea capaz de resolver los numerosos tipos de sucesos a los que se enfrenta un proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

Se puede resumir, si la consecuencia de un riesgo se define como:

$$Rc = p \times c$$

$$Rp = p \times dp$$

Siendo,

P – probabilidad de ocurrencia

c – consecuencia del riesgo en coste

dp – consecuencia del riesgo en plazo

Después de aplicar la estrategia de modificación, se tendrán unos valores revisados de las consecuencias:  $R_c'$  y  $R_p'$ ; fruto de nuevos valores  $p'$ , de probabilidad de ocurrencia,  $c'$ , de coste y  $dp'$  de retraso.

La transferencia del riesgo a otro participante es otra estrategia habitual en la gestión de riesgos. Se basa en el principio de que la gestión de un determinado riesgo del proyecto debe ser realizada por el participante que mejor puede controlar dicho riesgo, que más capacidad tiene para actuar sobre el riesgo. La transferencia del riesgo puede realizarse por varias vías: bien transfiriendo la responsabilidad a otra parte, bien transfiriendo la gestión (incluyendo las consecuencias estimadas).

La transferencia de riesgos se puede convertir en una tentación demasiado atractiva para algunos participantes en un proyecto. Se puede buscar algún participante, generalmente un subcontratista, al que se le pase toda la responsabilidad para evitar el riesgo. Esta tentación puede producir dos efectos:

- Un incremento de coste exagerado, ya que al pedir a una empresa que asuma un riesgo enorme para el tamaño de su compañía o poco gestionable para su empresa, ésta va a incrementar su precio para contingenciar la posibilidad de que ese hecho se materialice. Es una pobre estrategia de gestión de riesgos.
- Una falsa sensación de tranquilidad. Si se transfiere un riesgo a una organización que no dispone de los mecanismos para actuar sobre el riesgo, se puede pensar que “ya es un problema de otros”, pero el problema sigue ahí, y se ha empeorado la situación al transferir el riesgo a una empresa con menor capacidad para gestionarlo.

Un paso intermedio es tratar de compartir determinados riesgos con otro participante en un proyecto. El caso más significativo es la búsqueda de socios para realizar algunas de las tareas en común, ya sea a través de consorcios o de Joint Ventures. Cada socio realiza lo que mejor sabe hacer, gestiona los riesgos sobre los que más puede actuar, y se logra una reducción global del riesgo del proyecto.

### **Sistemas para generar las respuestas en los planes de actuación**

Una vez definidas los tipos de respuestas genéricas que se puede dar a un riesgo, llega el momento de definir la respuesta concreta, precisa.

Los sistemas para generar estas respuestas son variados, pero en todos ellos debe tenerse en cuenta la creatividad, la búsqueda de soluciones diferentes. Como se ha desarrollado en la fase de identificación [44], algunos sistemas que fomentan la creatividad son:

- Tormenta de ideas
- Técnica Delphi
- Análisis de fuerzas de cambio
- Conocimiento de la industria
- Entrevistas
- Técnicas de grupo
- Revisión de proyectos similares, incluyendo lecciones aprendidas
- Análisis causa-efecto

Cualquiera de estas alternativas permitirá crear un entorno adecuado para buscar soluciones creativas para afrontar el riesgo. Hay una diferencia básica con el enfoque de la fase de identificación: en esta etapa el desarrollo de soluciones debe ser realizado por un grupo reducido: responsable de riesgos, director de proyecto, persona que identificó el riesgo, responsable de gestionarlo y la colaboración de personas externas al proyecto que sean capaces de dar una visión diferente, menos contaminada por los problemas vividos por las personas que han participado en el proyecto.

Estos grupos generarán una o varias alternativas de plan de actuación para cada uno de los riesgos que será necesario evaluar.

### **Sistemas para evaluar las respuestas de los planes de actuación**

Las respuestas que se han generado deben cumplir con principio básico; que la suma de riesgo que permanece después de la solución propuesta, más el efecto de la propia solución propuesta sea menor que el riesgo original.

Este principio que habrán seguido los responsables de generar las alternativas de respuesta a cada riesgo, deben comprobarse con algún método cuantitativo, además de seleccionar aquella respuesta que ofrece mejor resultado, en caso de que hay más de una posible respuesta.

Para evaluar las características de las respuestas, se debe recurrir a los mismos sistemas que se han empleado para realizar la evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos. No tendría sentido evaluar una respuesta a un problema con diferentes reglas del juego de las empleadas en la evaluación del problema.

El resultado de estos análisis será una evaluación del efecto que produce la respuesta, la actuación que se tendrá que comparar con el caso de partida, es decir, la situación cuando existe el riesgo y comparar con las respuestas alternativas. Para seleccionar la respuesta más adecuada entre las disponibles, se puede recurrir a sencillos criterios de elección lineales o selección multivariantes; en los cuales se tendrá que evaluar el efecto sobre las variables del proyecto (coste, plazo, seguridad, calidad), ponderar el valor de cada una de ellas y mediante un sencillo cálculo seleccionar la respuesta más adecuada.

Asimismo, una de las respuestas habituales a los riesgos es la mitigación, es decir la reducción de las probabilidades de ocurrencia o de las consecuencias del mismo. Cuando se da una respuesta de este tipo, además de calcular el impacto del plan (coste, plazo), se debe evaluar el riesgo residual que permanece después de la actuación, que por definición, tiene que ser menor al riesgo original.

Se define pues el riesgo una vez realizada la respuesta como riesgo residual, RR.

En este análisis no se debe olvidar la identificación y evaluación de los riesgos secundarios; aquellos producidos por la respuesta en sí misma, denominados como RS. Además habrá que evaluar si la respuesta produce un efecto no deseado sobre algún otro de los riesgos.

Asimismo, se debe evaluar los efectos propios de llevar a cabo la solución propuesta, ya sea por asignación de recursos, costes adicionales, o realización de tareas adicionales que impliquen emplear un tiempo dentro del programa de trabajo. Esta variable se define como SP.

Es decir, en la selección de la respuesta frente a un riesgo debe cumplirse que:

$$SP + RS + RR \leq R$$

Siendo,

SP – El valor asignado a llevar a cabo la solución propuesta

RS – el valor producido por los riesgos secundarios originados por la solución propuesta

RR – el riesgo residual que permanece después de aplicar la solución propuesta

R – el valor del riesgo original

La integración de todas las soluciones a riesgos (tanto amenazas como oportunidades), permite disponer de un plan de actuación completo, global que además permite evaluar:

- Los recursos necesarios para llevar a cabo las soluciones planteadas, entendido como trabajos adicionales de ingeniería, planificación, aprovisionamiento, control de costes, etc.
- El coste o beneficio global fruto del análisis, que tendrá en cuenta el coste o beneficio de la respuesta y el riesgo residual que permanece después de ejecutar la respuesta al plan de actuación.

Para una variable, V, que puede ser coste o plazo (o aunque con mayor dificultad índice de calidad o de seguridad), se puede establecer que el riesgo del proyecto (RP) después de aplicar el plan de actuación es

$$RP = \sum SP + \sum RR + \sum RS$$

En los cuales,

RP es el Riesgo del Proyecto

SP es la variable medida (coste o plazo) de la respuesta a cada uno de los planes de actuación

RR es el riesgo residual

RS es el riesgo secundario originado por la solución propuesta

Y se realiza el sumatorio para todos los riesgos del proyecto.

Los valores de las respuestas a cada uno de los riesgos son valores estimados a los cuales se puede dar un valor probabilístico con una función que lo define. En el caso de los riesgos residuales además de tener una consecuencia estimada, tienen una probabilidad de ocurrencia. Por lo tanto, esta ecuación que mide el Riesgo del Proyecto después de Plan de Actuación podrá definirse a través de funciones o distribuciones de probabilidad, utilizando cualquiera de los métodos empleados en la evaluación cuantitativa.

### **Sistemas para desarrollar los planes de actuación**

Para desarrollar los planes de actuación, es decir, el conjunto de respuestas que se va a dar a los riesgos identificados, la solución es la creación de un Plan de Actuación frente el Riesgo en el que se deben definir al menos, la respuesta concreta a cada riesgo y el efecto sobre el coste, el programa, la calidad y la seguridad.

El Plan de Actuación frente el riesgo debe ser un plan sencillo accesible para ser entendido por los responsables del proyecto y por los responsables de la compañía. De

esta manera, se hará atractivo como herramienta adicional de la gestión y de la toma de decisiones.

Se puede completar con todo tipo de cálculos y de detalles, pero preferiblemente formando parte de anexos.

Asimismo, es el momento de complementar el Registro de Riesgos, incluyendo la siguiente información [51]:

- Evaluación cuantitativa del riesgo
- Solución propuesta para gestionar el riesgo
- Coste / Plazo / Recursos necesarios para desarrollar la solución propuesta
- Riesgo residual
- Referencias al sistema CBS y/o WBS
- Descripción de los riesgos secundarios que puede ocasionar
- Periodo en el que se debe llevar a cabo la respuesta
- Plan alternativo de actuación (si lo hubiera)
- Fecha en la que se lleva a cabo la respuesta
- Fecha de cierre del riesgo

En la tabla siguiente se resume el contenido que tendrá el Registro de Riesgos una vez alcanzada esta etapa.



Tabla 5.8. Registro de Riesgos durante el plan de actuación

ID	Cat	Nombre	Fecha	Identif	Descripción	Razones	Factores	Interv	Probab	Evaluación Original				Solución	Resp	Recurs	ImpSP	Riesgo Residual				RS	Ref	Fecha
										Coste	Plazo	Calidad	Seg					Coste	Plazo	Calidad	Seg			
R1										C1	P1	Q1	S1				SP1	C'1	P'1	Q'1	S'1			
R2										C2	P2	Q2	S2				SP2	C'2	P'2	Q'2	S'2			
Rn										Cn	Pn	Qn	Sn				SPn	C'n	P'n	Q'n	S'n			
Σ										RP=	RP=	RP=	RP=				SP=	RP'=	RP'=	RP'=	RP'=			
										ΣC	ΣP	ΣQ	ΣS				ΣSP	ΣC'	ΣP'	ΣQ'	ΣS'			

ID	Identificación
Categoría	Tipo de Riesgo
Nombre	Nombre del riesgo
Fecha	Fecha en la que el riesgo fue identificado
Identif	Persona que identificó el riesgo
Descripción	Descripción breve del riesgo
Razones	Descripción de las razones por las que puede ocurrir
Factores	Descripción de los factores que pueden modificar su probabilidad o consecuencias
Interv	Capacidad de intervención para alterar las causas, probabilidad o consecuencia
Resp	Responsable del riesgo
Prob	Probabilidad de ocurrencia (cuantitativa)
Coste	Efecto en el coste de la ocurrencia del riesgo ponderado por la probabilidad
Plazo	Efecto en el plazo de la ocurrencia del riesgo ponderado por la probabilidad

Calidad	Efecto en la calidad
Seguridad	Efecto en la seguridad
Solución	Solución propuesta para gestionar el riesgo
Resp	Responsable de llevar a cabo la solución propuesta
Rec	Recursos necesarios para desarrollar la solución propuesta
Imp SP	Impacto ocasionado por la solución propuesta
RR – Coste	Efecto en el coste del riesgo residual después de aplicar la solución propuesta
RR – Plazo	Efecto en el plazo del riesgo residual después de aplicar la solución propuesta
RR – Calidad	Efecto en la calidad del riesgo residual después de aplicar la solución propuesta
RR - Seg	Efecto en la seguridad del riesgo residual después de aplicar la solución propuesta
RS	Riesgos secundarios
Ref	Referencias a otros riesgos relacionados
Fecha	Fecha en la que se debe completar la solución propuesta

Se puede concluir que al finalizar el plan de actuación se dispone de una evaluación global del riesgo del proyecto (con una cuantificación) para cada variable. Se habrá desarrollado también un plan de actuación particular para cada riesgo y un plan general para el proyecto. Este permitirá conocer cuál es el riesgo del proyecto con este plan de actuación; y comparando ambos, ver en qué medida ha sido posible reducir el riesgo global del proyecto.

Al finalizar este punto se debe realizar una iteración en el proceso completo, comenzando en la fase de identificación, para comprobar que los efectos de las actuaciones están adecuadamente tratados.

Pero este plan de actuación no es un instrumento fijo, es necesario actualizarlo regularmente, es donde surge el plan de seguimiento de riesgos.

#### **5.1.7. PLAN DE SEGUIMIENTO**

##### **Objetivo**

Al comienzo del proceso, se ha insistido en el hecho de que la gestión de riesgos es un proceso iterativo que requiere un seguimiento continuo. Los riesgos aparecen y desaparecen, cambian de forma, cambian sus efectos, se varían sus probabilidades, se desarrollan los planes de actuación, aparecen riesgos secundarios, etc.; es decir, al igual que el desarrollo de un proyecto es un proceso vivo, la gestión de riesgos lo es. Por ello, es necesario desarrollar un plan de seguimiento, tal como se hace con otros elementos básicos del sistema de control de un proyecto: la planificación se revisa al menos mensualmente y lo mismo ocurre con los informes de costes y las previsiones de costes.

Los objetivos básicos del Plan de Seguimiento de Riesgos es controlar los riesgos identificados, asegurar que las respuestas planificadas se están llevando a cabo correctamente, evaluar los riesgos residuales e identificar nuevos riesgos que aparezcan a lo largo de la vida del proyecto.

Pero el plan de seguimiento de riesgos no se puede aislar del seguimiento general de un proyecto, es una herramienta más, es una de las claves en la gestión de los cambios de un proyecto. Es imprescindible que el seguimiento de los riesgos esté integrado con el seguimiento de los hitos fundamentales del proyecto y que se coordine con el seguimiento y actualización de la planificación, de los costes y presupuesto y de las auditorías de calidad y seguridad.

Es importante recordar en este punto que al realizar la categorización de riesgos, se ha decidido enviar a esta fase de monitorización algunos de ellos, en concreto aquellos riesgos catastróficos remotos con una capacidad de intervención baja.

Finalmente, dentro del plan de seguimiento se debe contemplar el hecho de que la gestión de riesgos es un proceso iterativo, en el cual se debe mantener la alerta para identificar y evaluar nuevos riesgos, así como modificar los planes de actuación si fuera necesario.

### **Desarrollo del Plan de Seguimiento**

Atendiendo a los dos primeros objetivos del plan de seguimiento, es decir, controlar los riesgos identificados y asegurar que las respuestas planificadas se están llevando a cabo, se puede establecer las actividades fundamentales del plan de seguimiento, la monitorización del plan de actuación y la evaluación del grado de cumplimiento de sus resultados.

El Plan de Actuación incluye un detalle sobre las actividades que se requieren realizar para cada uno de los riesgos e incluye una valoración de los efectos previstos sobre las cuatro variables fundamentales: coste, plazo, seguridad y calidad.

El primer paso es evaluar el resultado de las respuestas planificadas, comprobar si éstas se adaptan a las previsiones. Este análisis se hace para los riesgos más significativos y para el riesgo global del proyecto. Aplicando los mismos métodos aplicados en la fase de evaluación y en el desarrollo del plan de actuación es posible comprobar si cada una de las variables evoluciona según lo previsto; es decir es posible comparar SPt con el valor SP del plan de actuación; siendo:

S<sub>Pt</sub> el valor de las soluciones propuestas en el momento t en el que se realiza el seguimiento

S<sub>P</sub> el valor de las soluciones propuestas en el Plan de Actuación.

Asimismo, se puede comparar los valores de los riesgos residuales, comparando R<sub>Rt</sub> con R<sub>R</sub>, siendo:

R<sub>Rt</sub>, el valor del riesgo residual en el momento t en el que se realiza el seguimiento

R<sub>R</sub>, el valor del riesgo residual de las soluciones propuestas en el Plan de Actuación.

Es decir, es posible comparar en cualquier momento del plan de seguimiento los resultados de las soluciones propuestas y de los riesgos residuales. Se debe recordar que tanto los valores de S<sub>P</sub> como los de R<sub>R</sub> son obtenibles para las cuatro variables del proyecto, es decir coste, plazo, índice de calidad e índice de seguridad.

También, se debe recordar que estos valores son obtenibles mediante funciones de probabilidad, por lo que pueden ser definidos mediante la media y la varianza o la desviación estándar.

Realizando un seguimiento regular es posible realizar un análisis de las tendencias de cada una de las variables a lo largo de la vida del proyecto. Este análisis de tendencias permite analizar en cada momento si el perfil de riesgo del proyecto se va adaptando a las previsiones o si se producen modificaciones o cambios en el mismo.

Este análisis global puede particularizarse para las variables coste y plazo de manera más concreta y más relacionables con otras áreas de control del proyecto.

Comenzando con el coste en primer lugar, una conclusión del Plan de Actuación es la previsión del coste adicional que se puede incurrir, como suma del coste de las

soluciones propuestas, de los riesgos secundarios y de los riesgos residuales. Es habitual convertir este valor (o conjunto de valores probabilísticos) en una bolsa de contingencia, es decir, en una cantidad de dinero presupuestada para absorber posibles incidencias relacionadas con el riesgo del proyecto.

Este dinero vendrá reflejado a través de los informes de control de coste, por lo que se dispone de una herramienta eficaz para relacionar las previsiones de costes con el análisis de riesgos y comprobar si la evolución se adapta a lo previsto.

En el caso del programa, el Plan de Actuación ha definido el efecto que puede haber sobre el plazo del proyecto (ya sea globalmente o sobre algunas áreas o actividades críticas). Este efecto (o conjunto de valores probabilísticos) se puede haber introducido en la planificación del proyecto creando actividades buffer o creando ciertas cadenas de actividades para simular el efecto sobre el riesgo.

Al desarrollarse el proyecto, será posible comprobar si es necesario o ha sido necesario incorporar realmente esas actividades buffer en el desarrollo real del trabajo, es decir, si la previsión se ha cumplido. De nuevo, existe una herramienta objetiva y eficaz para relacionar las previsiones de la planificación con el análisis de riesgos y comprobar si la evolución se adapta a lo previsto.

Los planes de seguimiento también sirven para realizar auditorías sobre el grado de cumplimiento de los objetivos del plan de actuación; es decir, hasta qué punto se han llevado a cabo las acciones previstas y si se han cumplido los plazos previstos para realizarlos. Estas auditorías de cumplimiento permiten mantener la alerta sobre la importancia de cumplir con las previsiones y acciones acordadas.

Finalmente, el plan de seguimiento debe cumplir un principio básico en la gestión de riesgos, el mantener vivo el proceso de identificación de potenciales riesgos o cambios en el perfil de los riesgos ya identificados.

Si bien no es necesario realizar de manera regular el proceso completo de análisis de riesgos, ante cualquier suceso que cambie condiciones significativas del proyecto, es recomendable abordar todas y cada una de las fases de la gestión de riesgos; desde la identificación hasta la revisión del plan de actuación. Es simplemente asegurar que se mantiene la alerta sobre la necesidad de analizar los riesgos en cada momento.

### **Presentación de los planes de seguimiento**

Los planes de seguimiento se deben documentar con una regularidad de 2 ó 3 meses dependiendo de la duración global del proyecto. Esta documentación permite mantener el foco sobre los riesgos del proyecto y sobre la posibilidad de identificar nuevos riesgos. Sirve además como base de datos para futuros proyectos, ya que evalúa en qué medida las previsiones realizadas sobre el riesgo, su gravedad, su probabilidad fueron correctas. También evalúa la calidad de las respuestas adoptadas, y si los resultados de los mismos responden a las previsiones.

El informe debe pues contener la siguiente información para cada uno de los riesgos:

- Situación del riesgo, indicando si ha ocurrido o no
- Estado de la respuesta planificada
- Efectividad de la respuesta planificada
- Riesgos secundarios identificados
- Consecuencias de los riesgos que han ocurrido (costes, plazo, calidad y seguridad)
- Consecuencias de las respuestas planificadas
- Estado de los riesgos residuales

Asimismo, se debe incluir un resumen ejecutivo sobre el estado global de la gestión de riesgos que incluya una actualización del estado de:

Coste del desarrollo de la solución propuesta, SPcoste

Plazo ocasionado por la solución propuesta, SPplazo

Riesgo residual: coste; RRcoste

Riesgo residual: Plazo; RRplazo

Riesgo residual: Seguridad, RRseg

Riesgo residual: calidad, RRqa

### **5.1.8. CIERRE Y CONCLUSIONES**

La fase de cierre y conclusiones es muchas veces la fase más abandonada en la ejecución de un proyecto. Es habitual escuchar en la industria de los proyectos el dicho de “los proyectos no se terminan, se abandonan”, en referencia a que en muchos casos, problemas (generalmente pequeños) se dejan casi por imposibles ante la impotencia de los operadores de la planta que en muchas ocasiones tendrán que vivir con ellos durante años.

En cuestión de gestión de riesgos, existe la posibilidad de caer en el mismo error. En general, el equipo se hará la pregunta de por qué dedicar tiempo a una tarea cuando ya todo ha acabado. La razón principal es que cualquier informe de cierre permite analizar de manera fría y objetiva qué ha ocurrido, qué cosas se han hecho bien y cuáles no tan correctamente. También permite analizar la calidad de las previsiones realizadas, de las respuestas planificadas y los resultados de las mismas. Finalmente, es una herramienta sumamente valiosa para que en el futuro, ante retos similares, se puedan tomar experiencias pasadas, con sus datos positivos y negativos, como punto de partida de la gestión de riesgos.

El informe de cierre y conclusiones de toda la etapa de riesgo debe ser una versión final del informe de seguimiento, acompañado de todo el registro de riesgos, con los datos finales.

En la siguiente tabla se resume un índice tipo del informe de conclusiones y cierre.



Tabla 5.9. Índice tipo del Informe de Cierre y Conclusiones

Epígrafe	Título	Contenido y objetivos
1	Resumen ejecutivo	Resumen general de la etapa de riesgos. Resumen de las variables principales: número de riesgos identificados, consecuencias previstas, número de respuestas planificadas y realizadas, costes/plazos asociados, resultado final
2	Riesgos identificados en fase de propuesta	
2.1	Principales riesgos identificados	Principales amenazas y oportunidades analizados durante la fase de propuesta
2.2	Soluciones propuestas	Soluciones diseñadas para su control y gestión
3	Riesgos identificados en origen de proyecto	
3.1	Principales riesgos	Principales amenazas y oportunidades analizados durante la gestión
3.2	Otras categorías	Resumen de resto de riesgos por categorías
4	Respuestas planificadas	Resumen de respuestas planificadas, incluyendo detalle de las respuestas planificadas para los principales riesgos
5	Respuestas realizadas	Resumen de respuestas realizadas, incluyendo explicando diferencias respecto a las planificadas
6	Riesgos secundarios	Resumen de los riesgos secundarios originados. Detalle de los principales problemas/ventajas originados
7	Riesgos residuales	Resumen de los riesgos residuales

8	Riesgos identificados a lo largo de la vida de proyecto	Resumen de los riesgos identificados lo largo de la vida del proyecto, razone por las que no se identificaron en origen
9	Respuestas planificadas y realizadas	Resumen de las respuestas planificadas y realizadas para dar respuesta a los riesgos no identificados en origen.
10	Valoración de los riesgos y respuestas adoptados	El resume ejecutivo de este apartado debe definir los valores finales de RP, SP y RR para calidad, seguridad, coste y plazo
10.1	Coste original, planificado después de respuesta, real	Detalle de las variables RP, SP, RR de coste. Identificación de las principales desviaciones
10.2	Plazo original, planificado después de respuesta, real	Detalle de las variables RP, SP, RR de plazo. Identificación de las principales desviaciones
10.3	Calidad original, planificado después de respuesta, real	Detalle de las variables RP, SP, RR de calidad. Identificación de las principales desviaciones
10.4	Seguridad original, planificado después de respuesta, real	Detalle de las variables RP, SP, RR de seguridad. Identificación de las principales desviaciones
11	Riesgos no identificados	Identificación de los riesgos que simplemente ocurrieron. Razones por las que no fueron identificados
12	Lecciones aprendidas	

### 5.1.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN

El sistema de información es una de las claves principales del éxito de una correcta gestión de riesgos.

En la tabla siguiente se describe el sistema de emisión, aprobación e información de los registros, informes y planes a lo largo del ciclo de vida del Plan de Gestión de Riesgos.

Tabla 5.10. Elaboración y distribución de documentación de riesgos

Documento	Elaboración	Aprobación	Distribución
Plan de Riesgos en fase de propuestas	Responsable de Contratos	Dirección Comercial	Dirección de Proyecto Responsable de Riesgos Presentación de Conclusiones al equipo de proyecto
Plan de Gestión de Riesgos	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	Responsable de Riesgos Corporativo Dirección de Operaciones Responsable de Costes Responsable de Planificación Responsable de Calidad Responsable de Seguridad Responsable de producción en proyecto
Registro de Riesgos - Identificación	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	
Registro de Riesgos categorización	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	Responsable de Costes Responsable de Planificación Responsable de Calidad Responsable de Seguridad Responsable de producción en proyecto
Registro de Riesgos – evaluación cuantitativa	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	Responsable de Costes Responsable de Planificación Responsable de Calidad Responsable de Seguridad Responsable de producción en proyecto
Plan de Actuación frente al riesgo	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	Responsable de Riesgos Corporativo Dirección de Operaciones Responsable de Costes Responsable de Planificación Responsable de Calidad Responsable de Seguridad Responsable de producción en proyecto

Plan de Seguimiento periódico	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	Responsable de Costes Responsable de Planificación Responsable de Calidad Responsable de Seguridad Responsable de producción en proyecto
Informe de cierre	Responsable de Riesgos	Dirección de Proyecto	Responsable de Riesgos Corporativo Dirección de Operaciones Responsable de Costes Responsable de Planificación Responsable de Calidad Responsable de Seguridad Responsable de producción en proyecto

## **5.2. DEFINICIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES**

En la gestión de riesgos, como en la organización de cualquier tarea significativa en un proyecto, es fundamental la definición correcta de los roles y responsabilidades de los diferentes integrantes en un proyecto.

La gestión de riesgos aporta una diferencia respecto a otras tareas, es una disciplina que requiere la participación de muchas disciplinas diferentes. Como se ha desarrollado en la fase de identificación, en cualquier disciplina, actividad o campo del proyecto, pueden identificarse riesgos, ya sean amenazas u oportunidades que puedan tener un efecto sobre las actividades de todo el proyecto. Esto exige un grado de compromiso que no siempre es fácil de obtener.

Dentro de la fase de identificación de riesgos, se ha hecho una clasificación en tres categorías: en función de la disciplina, en función de los participantes y en función del entorno. La primera categoría trata de identificar los riesgos por áreas de trabajo. La segunda los identifica por las acciones que pueden tomar los diferentes participantes, mientras que la tercera pone el foco en factores externos.

En el momento de realizar la identificación y cuando se busca el apoyo de los ingenieros, economistas, técnicos que participan en el proyecto; es relativamente sencillo la búsqueda de riesgos relacionados con los participantes y con el entorno. Es normal, son externos al trabajo que se realiza en el día a día; y dependen solo en cierta medida de este.

Sin embargo, cuando llega el momento de analizar los riesgos en función de la disciplina, se detecta una tendencia a olvidar o infravalorar ciertos riesgos por parte, precisamente de las partes más implicadas y relacionadas con el mismo. Si se analiza desde el punto de vista profesional, es normal: para un técnico es difícil aceptar que un determinado aspecto técnico de un proyecto, que está bajo su responsabilidad, supone un riesgo para el global del proyecto. Hay varias razones para esta dificultad: falta de confianza, pensar que puede denotar falta de conocimiento, pensar que se puede estar culpando a

compañeros que antes han abordado ese problema, etc. Más aún si se pretende que se aborde entre los riesgos la posibilidad de que haya errores o retrasos a la hora de ejecutar un determinado trabajo dentro del proyecto.

Querer ignorar los riesgos puede tener dos orígenes [27]; el primero es el error y el segundo la consideración de irrelevancia.

Los riesgos originados por posibles errores pueden provenir bien por la falta de definición, por la no terminación en la definición; o bien por una distorsión en la definición de las soluciones. En ambos casos, se trata de fuentes de riesgos difíciles de asumir para un técnico que tiene la responsabilidad de abordar dichos problemas.

En el caso de la irrelevancia el problema es más complejo. No se aborda una fuente del riesgo por el miedo al error, sino porque no se evalúa correctamente las posibles consecuencias de un problema técnico.

El primer tipo son los denominados riesgos inclasificables [27]. Son problemas que se escapan a cualquier clasificación previa, que pueden escapar al técnico que no haya vivido antes nada parecido o a un especialista en identificación de riesgos.

El segundo tipo está relacionado con los tabúes [27]. La apertura de ciertos temas especialmente conflictivos, o tabú para algunos de los participantes en el proyecto puede considerarse un tema tan complejo, un tema tabú, que se evita abrirlo. Esta percepción hacia algunos riesgos o fuentes de riesgos, puede alcanzar muchos niveles en la organización y no ser solo un problema de los técnicos, también de directores de proyecto e incluso de dirección.

El tercer tipo tiene que ver con riesgos irresolubles o de respuesta imposible. Temas tan complejos, sin referencias similares, que ni siquiera puedan acometerse.

En cualquiera de los casos, la gestión de riesgos se enfrenta a uno de los principales problemas, el bloqueo interno, desde los técnicos encargados de identificar sus futuros problemas, hasta los responsables de proyecto encargados de asegurar que todas las

variables se tienen en cuenta. Entra en juego en muchos casos el miedo a ser considerado como el agorero, el aguafiestas o el personaje pesimista que arruina una situación en la que la organización quiere seguir con la situación de comodidad y de éxito del proyecto.

Una vez superada la fase de identificación, el resto del proceso obedece a unas reglas claras lo que, sin embargo, no evita que puedan mantenerse las tendencias de minusvalorar o tratar de considerar temas como irrelevantes.

Este problema puede continuar y acrecentarse durante las fases de evaluación, de definición del plan de actuación y sobre todo, durante la fase de ejecución del plan de actuación.

Durante esta fase, cada riesgo tiene un responsable de asegurar que la solución propuesta se lleva a cabo, es decir, que efectivamente se realiza. Llevar a cabo soluciones es un proceso que puede ocasionar trabajo adicional y sobre todo, trabajo diferente al que se realiza habitualmente. Esto puede generar una corriente opuesta a ejecutar determinadas acciones, por considerarlas inútiles o innecesarias.

Forma parte de las obligaciones de los responsables de riesgos y dirección el asegurar que el plan completo de actuación frente a los riesgos es “comprado por la organización”, que lo hace suyo, y que lo considera como uno más dentro del proceso de ejecución del proyecto. Para ello, los roles y responsabilidades de cada parte deben quedar perfectamente definidos.

### **5.2.1. EL RESPONSABLE DE RIESGOS**

La principal función del responsable de riesgos es hacer un sistema creíble para la organización, desde los técnicos hasta la dirección de la compañía. Esto significa que debe aplicar un sistema que sea capaz de incorporar todas las fases de la gestión de riesgos y además de integrarlos en las operaciones del proyecto. Además, sus juicios y

evaluaciones deben formar parte del proceso de decisiones, tanto dentro del proyecto, como dentro de la compañía.

Esta función es tan amplia como compleja. El responsable de riesgos es percibido habitualmente como una persona ajena a las operaciones del proyecto, a la producción del proyecto. Se le percibe como un elemento de control adicional, un elemento al que hay que satisfacer para cumplir el mero objetivo de conseguir que incluya en su casilla, que los temas han contemplado también la gestión de riesgos.

Dar el cambio en la organización para que sea percibido como el responsable de dotar al proyecto y a sus gestores de una herramienta valiosa, no como un elemento de control depende de la manera en la que ejecuta su trabajo y del grado de soporte que recibe de la dirección de la compañía.

Además de esa responsabilidad tan poco concreta, el responsable de riesgos tiene una primera responsabilidad, la preparación del plan de gestión de riesgos, el documento que define qué actividades se van a realizar relacionadas con la gestión de riesgos: fases, recursos, participación del personal de proyecto. Este documento debe ser sometido a la revisión y aprobación del director de proyecto ya que es uno de los documentos clave de gestión del proyecto.

Una vez realizado este documento, tiene las siguientes funciones durante las diferentes fases de análisis:

- Identificación: El responsable de riesgos debe liderar la reunión de identificación de riesgos. En primer lugar, debe participar en las reuniones de transferencia de riesgos entre la fase de propuesta y la fase de ejecución. Posteriormente, debe realizar una reunión preparatoria en la que se explique a los participantes qué se espera de ellos en el proceso de identificación. El concepto de riesgos es muy diferente de unas personas a otras, y se puede percibir como una amenaza a su capacidad profesional. Durante la reunión de identificación de riesgos, debe hacer que la reunión se desarrolle con un orden determinado, afrontando



ordenadamente los diferentes campos. Asimismo debe fomentar la participación abierta, no excluyendo ninguna idea por disparatada que parezca. Finalmente, el responsable de riesgos, con su equipo, debe preparar el registro de riesgos fruto de la reunión de identificación.

- Evaluación cualitativa. Durante la reunión de identificación se ha identificado a grandes rasgos qué consecuencias podía tener cada riesgo y la probabilidad de que ocurriera. Corresponde al responsable de riesgos realizar una consolidación de toda esa información, ajustando un único criterio, para que la evaluación cualitativa sea consistente y en la medida de lo posible, objetiva. Debe establecer contacto con las personas que han identificado los riesgos en caso de tener alguna duda sobre cómo puede llegar a ocurrir o las causas que puede afectarlo. Además durante esta fase, debe realiza una revisión global del registro para eliminar riesgos similares o repetidos o tema irrelevantes.
- Categorización. La evaluación cualitativa dejará un registro con el tipo de consecuencia de cada riesgo y su probabilidad. Con estos datos, el responsable de riesgos debe preparar la categoría de cada riesgo, estableciendo si se trata de riesgos muy graves, graves, medios, menores o catastróficos. Debe presentar al director de proyecto el registro de riesgos con las categorías identificadas para los principales riesgos. Ese documento debe permitir identificar sobre qué riesgos se va a proceder a realizar una evaluación cuantitativa de mayor detalle y sobre cuáles se va a establecer un plan de actuación inmediato.
- Evaluación cualitativa. En coordinación con los responsables de planificación y costes, debe realizar la evaluación cuantitativa de los riesgos identificados. Debe coordinar también su trabajo con los responsables de calidad y seguridad, en la medida en la que se identifiquen causas relacionadas con ello. El nivel de detalle y los sistemas empleados estarán de acuerdo con lo indicado en el plan de gestión de riesgos.
- Plan de actuación. Las alternativas para actuar frente a cada riesgo deben ser definidas por el responsable técnico de cerrar cada uno de los riesgos; y debe estar revisada por el responsable de riesgos. Es esperable que aparezcan varias opciones como actuación. El responsable de riesgos debe realizar también la evaluación cualitativa de las soluciones para acordar la más adecuada con el

técnico responsable del cierre del riesgo en cuestión. Finalmente debe preparara el plan de actuación y hacer una presentación primero a la dirección del proyecto (y a la dirección de la compañía) y luego a los principales interesados sobre las actuaciones a realizar.

- Seguimiento. La principal función es la activación y coordinación con todos los responsables de cada uno de los riesgos para asegurar que las actuaciones acordadas se llevan a cabo. Esta función se concreta a través de la preparación de los planes de seguimiento periódicamente. Dentro de los planes de seguimiento, se debe tener en cuenta que se deben realizar sesiones de cada una de las fases del proceso de gestión, incluyendo la fase de identificación.
- Cierre. Responsable de elaborar el documento de cierre y conclusiones, incluyendo las lecciones aprendidas aplicables a futuros proyectos.

El responsable de riesgos es el primer interlocutor en todo lo referente a los riesgos del proyecto. Esto incluye la comunicación interna a todos los niveles:

- Con los técnicos, para facilitar la comprensión del proceso completo y ayudar a llevar a cabo los planes de actuación
- Con los responsables de costes y planificación para facilitar los procesos de evaluación cualitativa y cuantitativa. También en el seguimiento de los planes de actuación
- Con la dirección de proyecto para acordar la estrategia global y presentar tanto el plan de gestión de riesgos, como el plan de actuación. Asimismo, debe presentar los planes de seguimiento con carácter periódico.
- Con la dirección de la compañía, a través de su superior funcional, para coordinar los planes con los planes generales de la compañía.

Es además el responsable de mantener la comunicación directa con otros participantes en el proyecto, en todo lo relacionado con los riesgos del mismo.

### **5.2.2. INGENIEROS Y TÉCNICOS**

La principal función de ingenieros y técnicos es la de dar un apoyo activo a todo el proceso. Deben participar en la fase inicial de identificación. Son las personas que mejor conocen los detalles del proyecto, los requisitos especiales, las condiciones técnicas que lo pueden comprometer. Esto les otorga una faceta de protagonismo fundamental, ya que les permite una actividad crucial en la fase de identificación.

En la fase de actuación, deben mantener una actitud abierta, que permita pensar en soluciones diferentes a las habituales. Es conocido que cualquier técnico experimentado tiene la tendencia a buscar las soluciones probadas, las que han funcionado en el pasado. Esta actitud que es sumamente positiva a rasgos generales, en la fase de definición de soluciones puede no ser la mejor, porque condiciona negativamente la búsqueda de otras soluciones, de alternativas que no sean las habituales.

Finalmente, es conveniente que ellos sean responsables de llevar a cabo el plan de actuación para determinados riesgos. Esto exige realizar y también documentar, determinadas actividades que no son habituales, por lo que no es extraño encontrarse con un cierto rechazo a tener que asumir esa responsabilidad.

Tienen por tanto las siguientes funciones durante las diferentes fases de la gestión de riesgos:

- Identificación: Durante la reunión de identificación de riesgos, deben participar activamente proponiendo temas que consideren apropiados en su campo de especialización. También pueden aportar temas interesantes en otros campos fuera de su especialidad, siempre evitando entrar en la política de reproches en la que puede derivar una identificación de riesgo que no esté bien llevada.
- Evaluación cuantitativa, categorización y evaluación cualitativa. Asesoran y apoyan al responsable de riesgos en las dudas que le pueden surgir en la definición de consecuencias y probabilidades más significativas.

- Plan de actuación. Apoyan al responsable de riesgos aportando posibles soluciones a los problemas que les incumbe y asesoran para resolver las dudas que le pueden surgir en la definición de consecuencias y probabilidades.
- Seguimiento. Deben asegurar que resuelven las acciones acordadas en tiempo y forma, siempre que hayan sido nombrados responsables de resolverlo.
- Cierre. Colaboran en la elaboración del documento de cierre y conclusiones, incluyendo las lecciones aprendidas aplicables a futuros proyectos.

### **5.2.3. EL RESPONSABLE DE COSTES DEL PROYECTO**

La principal función del responsable de costes es conocer, controlar y anticipar los costes que se van a incurrir en la elaboración del proyecto. El conocimiento de los riesgos del proyecto es una función primordial para el trabajo de estimación de los costes no incurridos y pendientes de ejecución. Debe estar al tanto pues de las conclusiones básicas de la gestión de riesgos.

Deben participar en la fase inicial de identificación, tanto aportando posibles riesgos identificados, como dando su opinión sobre la gravedad de las consecuencias que se puedan derivar de los riesgos identificados por otros.

Tienen un gran protagonismo en la fase de valuación cualitativa y cuantitativa, ya que conocen mejor que nadie el sistema de desagregación de costes, qué cuesta hacer las cosas, y cómo pueden incluir unas variables sobre otras en caso de que haya cambios significativos. En estas fases deben trabajar conjuntamente con el responsable de riesgos y muy cercanos al responsable de planificación.

Al realizar el plan de actuación deben aportar su experiencia y conocimiento de costes para evaluar adecuadamente las soluciones propuestas, evitando incurrir costes innecesarios para resolver o mitiga problemas menores. En la fase de cierre, deben elaborar los costes incurridos tanto en el plan de actuación, como los ocasionados por los riesgos residuales y los riesgos no identificados.

Tienen por tanto las siguientes funciones durante las diferentes fases de la gestión de riesgos:

- **Identificación:** Durante la reunión de identificación de riesgos, deben participar activamente proponiendo temas que consideren apropiados en su campo de especialización. También deben dar una idea de la gravedad de las consecuencias en términos de coste.
- **Evaluación cualitativa y cuantitativa.** Deben apoyar al responsable de riesgos para estimar los costes estimados de la ocurrencia del riesgo. Para la evaluación cuantitativa, deben proponer el sistema más apropiado de estimación, dando soporte al responsable de riesgos en las dudas que le pueden surgir en la definición de los costes de las consecuencias.
- **Plan de actuación.** Apoyan al responsable de riesgos para dar el sistema de cálculo de costes más apropiado en la estimación del coste del riesgo, del coste de la solución propuesta y del coste del riesgo residual.
- **Seguimiento.** Deben colaborar con el responsable de riesgos para mantener el registro de riesgos actualizado con los costes incurridos en el plan de actuación y reevaluar cualquier riesgo que se haya modificado.
- **Cierre.** Colaboran en la elaboración del documento de cierre y conclusiones, indicando los costes incurridos en el plan de actuación; los costes reales ocasionados por los riesgos no evitados y los costes de riesgos no identificados.

En todo su trabajo coordinan sus actividades con las del responsable de planificación, ya que ambos conceptos van de la mano y extra costes suponen habitualmente retrasos; a la vez que retrasos siempre suponen extra costes de algún tipo.

#### **5.2.4. EL RESPONSABLE DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTO**

La principal función del responsable de costes es realizar la planificación de las actividades requeridas para ejecutar el proyecto y desarrollar periódicamente una previsión de las actividades pendientes y su evolución prevista. El conocimiento de los

riesgos del proyecto es una función primordial para el trabajo de planificación, por lo que deben ser parte fundamental en todo el proceso de la gestión de riesgos.

Deben participar en la fase inicial de identificación, tanto aportando posibles riesgos identificados, como dando su opinión sobre la gravedad de las consecuencias que se puedan derivar de los riesgos identificados por otros.

Tienen un gran protagonismo en la fase de evaluación cualitativa y cuantitativa, ya que conocen el sistema de desagregación de actividades y sobre todo, cómo afectan unas actividades a otras, y en qué medida se ve afectado el camino crítico del proyecto ante eventuales retrasos en alguna de las actividades. En estas fases deben trabajar conjuntamente con el responsable de riesgos y el responsable de costes.

Al realizar el plan de actuación deben realizar las simulaciones oportunas de la planificación (análisis de ventanas) para evaluar adecuadamente las soluciones propuestas, evitando incurrir costes innecesarios para resolver o mitigar problemas menores. En la fase de cierre, deben evaluar en qué medida ha influido en la planificación del proyecto los riesgos no resueltos o los no identificados.

Tienen por tanto las siguientes funciones durante las diferentes fases de la gestión de riesgos:

- Identificación: Durante la reunión de identificación de riesgos, deben participar activamente proponiendo temas que consideren apropiados en su campo de especialización. También deben dar una idea de la gravedad de las consecuencias en términos de plazo.
- Evaluación cualitativa y cuantitativa. Deben apoyar al responsable de riesgos para estimar los plazos ocasionados por la ocurrencia del riesgo. Para la evaluación cuantitativa, deben realizar análisis específicos (ventanas) para tener una lectura clara del efecto producido por la causa. Dan respuesta a las dudas que pueden surgir al responsable de riesgos en la evaluación de las consecuencias en el programa del proyecto.

- Plan de actuación. Apoyan al responsable de riesgos para dar el modelo más apropiado para la planificación, tanto de la solución propuesta como del riesgo residual.
- Seguimiento. Deben colaborar con el responsable de riesgos para mantener el registro de riesgos actualizado con los plazos más importantes ocasionados por el plan de actuación y reevaluar cualquier riesgo que se haya modificado.
- Cierre. Colaboran en la elaboración del documento de cierre y conclusiones, indicando los plazos generados por el plan de actuación, así como los plazos reales ocasionados por los riesgos no evitados y los riesgos no identificados.

En todo su trabajo coordinan sus actividades con las del responsable de costes.

#### **5.2.5. EL RESPONSABLE DE CALIDAD**

Como se ha identificado anteriormente, la métrica de la calidad no es homogénea en el mundo industrial. Aunque existen indicadores de calidad, PQI (Performance Quality Indicators), éstos no son homogéneos en todas las compañías. También los sistemas de medición de los resultados de las auditorías son diferentes. Ciñéndose a las auditorías de certificación, éstas suelen dar un resultado positivo, positivo con recomendaciones o negativo (algo muy poco habitual).

Desde este punto de vista, su participación en el sistema de riesgos tiene dificultades para establecer sistemas de medida, cantidades; pero esto no debe hacer pensar que la participación de los responsables de calidad sea menor. Muchos de los riesgos están directamente relacionados con la calidad. Por lo tanto, el responsable debe participar desde el origen en la identificación de los riesgos; continuar con los planes de evaluación y actuación y debe tener un papel predominante en la fase de terminación y cierre, para asegurar que se trasladan adecuadamente las lecciones aprendidas.

Tienen por tanto las siguientes funciones durante las diferentes fases de la gestión de riesgos:

- **Identificación:** Durante la reunión de identificación de riesgos, deben participar activamente proponiendo temas que consideren apropiados en su campo de especialización. También deben dar una idea de la gravedad de las consecuencias en términos de calidad, y cómo este puede afectar a otros parámetros, especialmente el plazo y coste.
- **Evaluación cualitativa y cuantitativa.** Deben apoyar al responsable de riesgos para estimar las consecuencias por la ocurrencia del riesgo en términos de calidad.
- **Plan de actuación.** Apoyan al responsable de riesgos para la generación de los métodos que permitan estimar el impacto en calidad de la solución propuesta.
- **Seguimiento.** Deben colaborar con el responsable de riesgos para mantener el registro de riesgos actualizado, desde el punto de vista de seguimiento de los indicadores de calidad seleccionados.
- **Cierre.** Colaboran en la elaboración del documento de cierre y conclusiones. Deben promover la inclusión en las listas de lecciones aprendidas de todos los temas aplicables a otros proyectos similares.

#### **5.2.6. EL RESPONSABLE DE SEGURIDAD**

Al contrario que en el campo de la calidad, en seguridad existen valores para medir el éxito conocido u utilizado por casi todos los organismos públicos y compañías del mundo.

En la seguridad, dentro de la gestión de los riesgos, como en cualquier otro aspecto del proyecto, la cuestión es que hay determinadas condiciones que no se pueden incumplir; es decir, no se puede aceptar el mantener riesgos que puedan ocasionar consecuencias muy graves (accidentes graves o accidentes con bajas); si se puede plantear soluciones que o bien mantengan niveles de riesgo no aceptables o bien generen nuevos riesgos secundarios igualmente no aceptables.

Desde este punto de vista, su participación en la gestión de riesgos es fundamental para asegurar que se mantienen las condiciones de seguridad exigidas por la ley, por los promotores o por las compañías.



Mucho de los riesgos están directamente relacionados con la seguridad, tanto de las instalaciones como de las personas. Por lo tanto, el responsable de seguridad debe participar desde el origen en la identificación de los riesgos; continuar con los planes de evaluación y actuación y la fase de terminación y cierre. Además de asesorar sobre las consecuencias relacionadas con la seguridad debe mantener alerta porque no se generen nuevos riesgos ni se mantengan riesgos inaceptables desde el punto de vista de la seguridad.

Tienen por tanto las siguientes funciones durante las diferentes fases de la gestión de riesgos:

- Identificación: Durante la reunión de identificación de riesgos, deben participar activamente proponiendo temas que consideren apropiados en el campo de la seguridad. También deben dar una idea de la gravedad de las consecuencias en términos de seguridad.
- Evaluación cualitativa y cuantitativa. Deben apoyar al responsable de riesgos para estimar las consecuencias por la ocurrencia del riesgo en términos de seguridad.
- Plan de actuación. Deben revisar los temas más complejos para verificar que las soluciones propuestas no afectan la seguridad de las personas o instalaciones.
- Seguimiento. Deben colaborar con el responsable de riesgos para mantener el registro de riesgos actualizado, desde el punto de vista de seguimiento de los indicadores de seguridad seleccionados.
- Cierre. Colaboran en la elaboración del documento de cierre y conclusiones.

#### **5.2.7. EL RESPONSABLE DEL CONTRATO**

En las organizaciones, la responsabilidad sobre la gestión del contrato reposa en los abogados. En los últimos años, ante la creciente dificultad de los proyectos, de sus condiciones, su papel en los proyectos ha ido creciendo casi exponencialmente. Su trabajo debe comenzar en la fase de propuesta, es decir, cuando una compañía evalúa

si el perfil de riesgo desde el punto de vista contractual para un determinado trabajo es aceptable para la compañía, o si solo lo es ante determinadas medidas que mitiguen dichos riesgos contractuales. Es decir, el papel de los abogados en la gestión de riesgos se inicia antes de la firma de cualquier contrato, dado que esta sólo se debería producir si éste se ajusta a las condiciones mínimas exigibles.

El responsable del contrato ejerce sus funciones para el contrato principal, es decir el que tiene con su cliente; en el caso de un contratista general con el promotor; pero también se ejerce en la definición y seguimiento de los contratos principales con proveedores y subcontratistas. El principio básico es trasladar aquellas responsabilidades y obligaciones del contrato principal a lo largo de la cadena de proveedores y subcontratistas que realizarán el proyecto; es el proceso denominado de “flow down” del contrato. Por lo tanto, la figura del responsable del contrato en la gestión de riesgos es básica para una de las alternativas de actuación más habituales en la gestión de riesgos, la de transferir o repartir los riesgos con proveedores y subcontratistas; ya que este proceso se realiza fundamentalmente a través de los contratos con cada uno de ellos.

Por lo tanto, la función del responsable de contrato en la gestión de riesgos es una función transversal, que participa tanto en la definición como sobre todo en el proceso de distribución, transferencia y mitigación a lo largo del proyecto.

En cualquier caso, sus funciones se pueden definir resumidamente de la siguiente manera a través de las fases de un proyecto.

- **Identificación:** El responsable de contratos debe iniciar esta fase de identificación en la fase previa a la realización del contrato, antes de que este se lleve a cabo. De hecho, debe realizar una mini evaluación de riesgos completa previa a la realización del proyecto, para ayudar a la dirección de propuestas sobre cómo encarar el proyecto: ofertándolo, ofertándolo con comentarios clave a la forma de contrato o renunciando a su ejecución. Una vez definido y firmado el contrato, el responsable de contrato es clave en la reunión de identificación, ya que debe realizar una presentación que permita a los participantes entender los riesgos

relacionados con el contrato a los que se enfrentan, ya que estos son clave en el desarrollo del mismo. Además, hay temas puramente contractuales que requieren un plan en sí mismos, que requieren una estrategia propia; estos deben ser identificados en la reunión de riesgos para incluirlos dentro del sistema de gestión de riesgos.

- Evaluación cualitativa, categorización y evaluación cuantitativa. Deben apoyar al responsable de riesgos en la evaluación de los temas relacionados con el contrato.
- Plan de actuación. Los puntos relacionados con cláusulas del contrato, requieren en muchas ocasiones una batería de soluciones muy variadas, que afectan a la gestión global del proyecto, ya que pueden incluir la toma de acciones frente al cliente, proveedores y subcontratistas, para mitigar frente al cliente, y transferir a proveedores o subcontratistas estos riesgos contractuales. Por lo tanto, se espera un liderazgo del responsable de contratos en estos aspectos, en estrecha coordinación con el responsable de riesgos.
- Seguimiento. Se debe asegurar que las soluciones relacionadas con el contrato se llevan a cabo en tiempo forma, lo que exige la coordinación del responsable de contrato con el de riesgos durante esta fase.
- Cierre. Participación en el documento de cierre y conclusiones, incluyendo las lecciones aprendidas aplicables a futuros proyectos.

Dada la sensibilidad y gravedad de muchos de los riesgos relacionados con el contrato, es necesaria la participación del responsable de contrato en el sistema de información, especialmente a la dirección de proyecto y a la dirección de la compañía. Esto incluye la comunicación interna en los siguientes niveles:

- Con la dirección de proyecto para acordar la estrategia global frente a los riesgos de contrato y presentar una estrategia dentro del plan de gestión de riesgos y el plan de actuación.
- Con la dirección de la compañía, para transmitir adecuadamente los riesgos asociados al contrato y los planes de actuación en estos aspectos.

En proyectos de menor tamaño en los cuales puede considerarse que las figuras de gestión de contrato y gestión de riesgos se pueden compartir en un solo responsable.

#### **5.2.8. LA DIRECCIÓN DE PROYECTO**

Al igual que ocurre con el responsable de riesgos, la principal labor de la dirección de proyecto es hacer valioso todo el proceso de gestión de riesgos, es decir, hacer del sistema una herramienta valiosa en la toma de decisiones y una elemento para gestionar y dirigir mejor el proyecto.

En primer lugar, dando un apoyo al responsable de riesgos, debe promover el hecho de que se considere el análisis de riesgos como una herramienta básica para mejorar los resultados de los proyectos. Esta promoción solo es posible apoyando las iniciativas del responsable de riesgos y pidiendo a sus colaboradores más cercanos su implicación y compromiso en esta labor.

De cara a la dirección de la compañía, contar con estas herramientas, utilizarlas en la gestión del proyecto es algo que reforzará el compromiso de la dirección con esta tarea.

El compromiso comienza con el inicio del proyecto, con la preparación del plan de gestión de riesgos, elaborado por el responsable de riesgos, y que resume la estrategia para analizar y dar respuesta a los riesgos del proyecto. Este plan debe ser revisado y validado por el director de proyecto, además de presentado a la dirección de la compañía.

En el resto de fases, debe ayudar al liderazgo del responsable de riesgos, fomentando la participación y promoviendo el uso de las herramientas.

En cada una de las fases del análisis de riesgos, las principales funciones se resumen en:

- **Identificación:** En la reunión preparatoria en la que se explique a los participantes qué se espera de la gestión de riesgos, debe ayudar a fomentar la participación. Ya durante la reunión de identificación de riesgos, debe permitir que la reunión

se desarrolle con un orden determinado, fomentar la participación abierta, no excluyendo las propuestas e ideas; y comentar las más valiosas en su campo de actuación, la gestión.

- Evaluación cualitativa. Revisión global del registro de riesgos junto con el responsable de riesgos.
- Categorización. El registro de riesgos categorizados, preparado por el responsable de riesgos, debe ser revisado y aprobado por el director de proyecto, para identificar sobre qué riesgos se va a proceder a realizar una evaluación cuantitativa de mayor detalle y sobre cuáles se va a establecer un plan de actuación inmediato.
- Evaluación cuantitativa. Revisar los resultados de esta parte del proceso.
- Plan de actuación. Revisión del plan de actuación y participación en las presentaciones sobre el mismo, que se realizarán la dirección de la compañía y con los principales interesados sobre las actuaciones a realizar.
- Seguimiento. Revisión del estado del plan de seguimiento y participación en las sesiones.
- Cierre. Revisión del documento de y conclusiones, incluyendo las lecciones aprendidas aplicables a futuros proyectos.

Aunque el responsable de riesgos es el primer interlocutor en todo lo referente a los riesgos del proyecto, el director de proyecto debe formar parte de la comunicación sobre riesgos con la dirección de la compañía; como una herramienta más del proceso de dirección del proyecto.

#### **5.2.9. LA DIRECCIÓN DE LA COMPAÑÍA**

La dirección de la compañía debe apoyar todo el proceso de gestión de riesgos, elaborando directrices dentro de la compañía que fomenten su uso y promoviendo la participación en los niveles ejecutivos de la compañía.

Es normal encontrar ciertas reticencias al uso de herramientas de gestión de riesgos muy sofisticadas dentro de la gestión de la compañía, debido a que pueden complicar la toma de decisiones. Es preferible disponer de sistemas sencillos, con herramientas gráficas directas, que permitan dar una visión clara de que los riesgos se conocen, se sabe cómo tratarlos y se va a asegurar que se van a llevar a cabo esos planes.

Con este tipo de herramientas, es habitual que uno de los puntos clave de cualquier reunión de seguimiento con la dirección de una compañía incluya un capítulo dirigido a la revisión de los riesgos del proyecto. El preparar resúmenes ejecutivos como parte de las herramientas de gestión de riesgos es de gran ayuda en la presentación del trabajo realizado en gestión de riesgos.

Como parte de la muestra de compromiso de la organización con la gestión de riesgos, la figura del responsable de riesgos corporativo de gestión de riesgos es fundamental para dotar a la organización de una estrategia general sobre la gestión de los riesgos. Esta figura prepara la estrategia global de la compañía frente a los riesgos operativos, define los procedimientos de trabajo y trabaja coordinadamente con la jefatura de contratos para aplicar y trasladar a la ejecución las estrategias acordadas.

Se propone la dependencia de la dirección general de la compañía, no de la dirección de operaciones, debido al conflicto innato entre producción y riesgos.

Es responsable corporativo de los gestores de riesgos asignados a cada uno de los proyectos de la compañía.

Además, de la posición corporativa de dirección de gestión de riesgos, la realización de comités de riesgos en el entorno directivo permite mantener a la dirección de la compañía al tanto de la aplicación práctica de las estrategias acordadas para la gestión del riesgo. Ante situaciones de crisis por la gestión de determinados riesgos, puede recurrirse a ella para la toma de decisiones.

### 5.2.10. DEFINICIÓN DE ORGANIGRAMAS Y MATRICES DE RESPONSABILIDADES

Las responsabilidades presentadas en los puntos anteriores se resumen en los organigramas siguientes.

Las dependencias dentro de la dirección otorgan a la dirección de gestión de riesgos una situación similar a la de la dirección de operaciones. Esta propuesta trata de impedir que en determinadas situaciones la producción trate de imponer su posición frente a la dirección de gestión del riesgo. Esta propuesta da una categoría similar a la gestión de riesgos a la que ya ostentan las direcciones de contratos en la mayoría de las compañías contratistas.



Figura 5.5. Organigrama propuesto para el equipo de proyecto

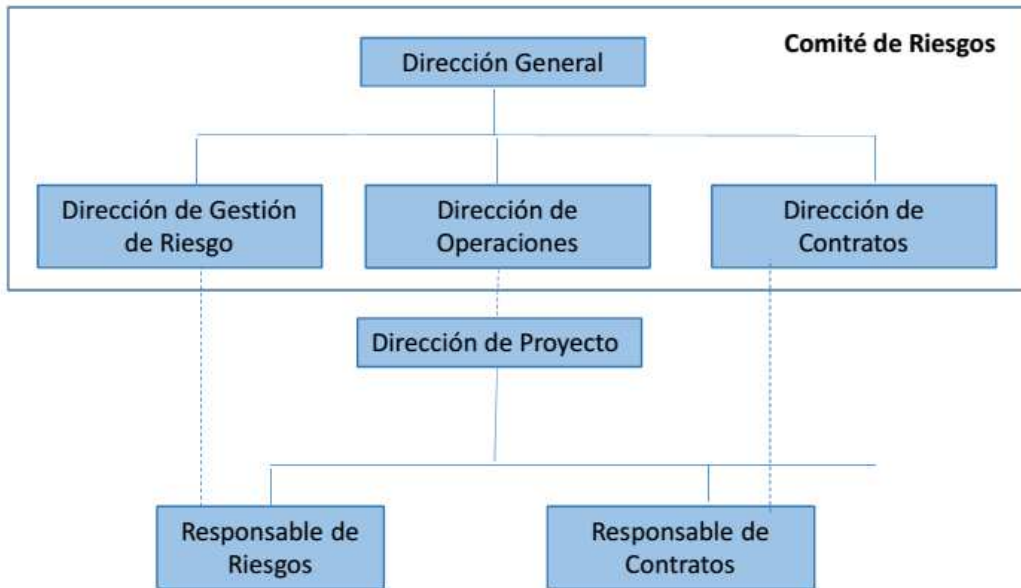


Figura 5.6. Organigrama propuesto para en la dirección

El hecho de disponer la dirección de gestión de riesgos dependiente de la dirección general permite dotar de mayor autoridad y dependencia a la gestión de riesgos dentro de la compañía. Asimismo, funciona de manera coordinada con la dirección de contratos, con la que debe complementarse.

El comité de riesgos permite dirimir las diferencias que puedan aparecer en la toma de decisiones originada por el hecho de que dirección de operaciones, dirección de riesgos y dirección contratos pueden tener intereses opuestos sobre cómo abordar las soluciones para hacer frente a un determinado riesgo.



### **5.3. INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE DIRECCIÓN**

La dirección de un proyecto debe tener la capacidad de tomar sus propias decisiones en la mayoría de los problemas que se afrontan en el día a día de la ejecución de un proyecto. Un Director de Proyecto es el máximo responsable de un proyecto y como tal debe rendir cuentas por sus acciones, pero también debe tener la capacidad y autoridad para poder tomarlas.

El Director de Proyecto debe disponer de un equipo que le provea de las herramientas adecuadas para poder tomar las decisiones correctas, de la información correcta en el momento necesario. Un Director de Proyecto siempre va a luchar por tener autoridad, independencia para poder tomar esas decisiones.

Para mantener esa autoridad y sobre esa independencia, la dirección de proyecto dirige al equipo de proyecto a conseguir lograr los objetivos del proyecto definiendo el camino, la línea que se debe seguir; es decir, qué actividades hay que realizar y cuándo se deben realizar. Además, ante el entorno tan cambiante y variado en el que se encuentra la industria, es razonable que también desee transmitir a su equipo cómo se deben realizar los trabajos, cómo adaptarse al medio en el que se trabaja; país, cliente, entorno, etc.

La mayoría de las compañías, especialmente las grandes compañías disponen de una organización corporativa, independiente de la organización del proyecto, que define las líneas de trabajo que se deben utilizar en las operaciones de la compañía, incluyendo la definición de los sistemas de trabajo, y por supuesto, de dirección. Es decir, una organización corporativa que trate de definir las reglas del juego con la que deben actuar los empleados, incluyendo las direcciones de proyecto.

Esta situación, propia de cualquier organización matricial produce por definición un conflicto. Es en general un conflicto con varias vertientes. Hay una vertiente puramente operativa, referida a cómo se deben hacer las cosas; donde la dirección de proyecto puede tratar de realizar cambios sobre el modo de trabajar para adaptarse a sus circunstancias. Hay otra vertiente propia de la lucha de poder que nos caracteriza a los

humanos, el deseo de poder definir la manera de trabajar, limitando a quién se tiene que rendir cuentas. Finalmente, en el lado más humano del asunto, hay una vertiente puramente personal, donde se dirimen diferencias personales, rencillas pasadas.

Esta lucha tiene un resultado fundamental en el trabajo, afecta profundamente a la motivación de los equipos [27, 53]. La independencia, la capacidad de liderar y actuar como un equipo, crea unos lazos fundamentales en un equipo, que puede sentir una motivación especial al ser capaces de trabajar, de dirigir su esfuerzo para lograr su objetivo, además llevándolo a cabo con un sistema de trabajo, con unas formas, en las que creen, que no han sido impuestas por nadie.

En la sociedad actual, en un mundo global, con menores lazos hacia las compañías, en la que los profesionales valiosos no temen perder su trabajo, ya que pueden ser demandados para realizar otro en diferentes lugares del mundo, el mantener la motivación, el compromiso hacia el trabajo y hacia las compañías es un gran reto.

Además de Rutland que ve en la independencia y en dotar de autoridad la clave para lograr la motivación adecuada, hay otros autores como Brunner que consideran que sólo a través de organizaciones ágiles y flexibles se puede lograr una dirección comprometida en los tiempos actuales. Otros autores como Manz, buscan un punto intermedio en el que se busca que la dirección sea capaz de definir qué hay que hacer y cuándo hay que hacerlo; pero que se deje en la organización cómo hay que hacer el trabajo.[53]

La gestión de riesgos no es ajena a esta lucha a este deseo de unificar las formas de trabajo, de aumentar la organización (lado corporativo); frente a la independencia al deseo de estar realizando un trabajo en el que se hace todo lo necesario, hasta saltarse “las reglas” para lograr el objetivo perseguido.

Es además un sistema que busca definir herramientas, métodos que permitan disponer de criterios más objetivos con los que tomar las decisiones.

Es un gran reto para la gestión de riesgos, definir sistemas de trabajo que se acepten en las organizaciones como sistemas de trabajo como herramientas útiles para la toma de

decisiones, y no como trabas adicionales, como listas de chequeo ante las que haya que rendir cuentas.

El equilibrio sólo es posible a través de herramientas sencillas, comprensibles e integradas en otros sistemas de control tradicionales, coste, plazo, medida de índices de calidad y seguridad; que permitan percibir a la gestión de riesgos como una ayuda, no un punto de control.

### **5.3.1. LA TOMA DE DECISIONES**

Las organizaciones tratan de definir sistemas de toma de decisiones lo más profesionales y objetivos posibles. Los grandes contratistas son corporaciones grandes, en casi todos los casos sociedades anónimas que cotizan en los mercados de valores. Tanto los mercados de valores como las empresas que deciden invertir en unos valores u otros (fondos de inversión, fondos de pensiones, SICAVs, etc.) desean disponer de información objetiva para valorar los resultados de las compañías.

Los resultados de las compañías se analizan no solo desde el punto de vista del beneficio obtenido en un determinado trimestre o año, se analiza principalmente su capacidad para mantener o mejorar sus beneficios.

Esto último depende en gran medida de cómo se gestionan los riesgos. Hay dos puntos de vista clave.

El primero tiene que ver con la fiabilidad, es decir, con la capacidad a medio y largo plazo de ser percibido como un contratista capaz de cumplir con el proyecto, de construir la planta en el plazo previsto, de que esta funcione. Esto está directamente con la capacidad de la compañía de acometer los riesgos tecnológicos asociados al proyecto.

El segundo tiene que ver con su capacidad de mantener un margen estable en el tiempo, sin sobresaltos. Para cualquier analista e inversor, es más atractiva una compañía que es capaz de mantener unos márgenes estables a lo largo del tiempo, a una compañía que en un momento determinado da un gran beneficio, pero luego no tienen una capacidad de mantenerse estable en el tiempo. Esto está directamente relacionado con

la existencia de sistemas de gestión homogéneos, que permiten tener perfiles similares de riesgo.

La toma de decisiones en las compañías es un tema que permitiría abordar un estudio muy detallado, pero desde el punto de vista de la gestión de riesgos, se puede pensar en tres opciones generales para organizar la toma de decisiones en una compañía.

La primera alternativa son las empresas en las cuales la toma de decisiones está muy personalizada, además de muy jerarquizada. Las decisiones se toman desde arriba hacia abajo, con una gran carga personal. Además al ser generalmente jerárquicas se trasladan hacia abajo en la organización de una manera directa y en algunos casos ampliada. Estas estructuras son propias de empresas familiares o controladas por una familia o por un dueño.

En otras empresas, la toma de decisiones es colegiada. Los directivos de la compañía son los que de una manera asamblearia, a través de comités más o menos formales determinan las decisiones de la compañía. Estos acuerdos colegiados se pueden dar en procesos formales e informales, y es habitual que formen parte de ellos, personas que no tienen la autoridad jerárquica dentro de la organización, pero sí la autoridad real, por conocimiento, experiencia, reconocimiento, etc.

El extremo opuesto al final, son las empresas en las cuales se toman las decisiones de acuerdo con procedimientos y sistemas de trabajo pre acordados. Es decir, la organización sabe cómo y en función, de qué, las personas que van a tomar las decisiones. Es el sistema más rígido de los anteriores.

Es lógico pensar que el esquema de toma de decisiones de la empresa se traslade aguas abajo hacia el esquema de toma de decisiones de las direcciones de proyecto. En el primer caso, decisiones personalizadas, es habitual que las direcciones de proyecto tengan gran autonomía y que estén supervisadas de manera ligera por parte de la dirección de la compañía.

En la segunda alternativa de decisiones colegiadas, es posible que este esquema se traslade a la dirección de proyecto, que ésta organice equipos más o menos formales que toman las decisiones, y que, además algún miembro de la dirección participe en los casos en que haya que dar respuesta a retos importantes para el proyecto.

En la tercera alternativa, la dirección de proyecto heredará de la organización dos restricciones. Una que le dirá cuándo no puede tomar las decisiones, cuándo exceden sus competencias y tiene que decidir la dirección de la compañía. La otra restricción tiene que ver con la justificación de las decisiones tomadas en base a reglas escritas y criterios escritos.

La gestión de riesgos tiene capacidad para entrar en juego en cualquiera de las tres alternativas. Podría pensarse que en el tercer caso, es más sencillo, ya que corresponde a una estructura de toma de decisiones muy procedimentada; sin embargo, la gestión de riesgos y las herramientas que pone a disposición a la dirección es válida para cualquier tipo de organización. Tendrá que adaptar su forma y su manera de presentarlo, pero sigue siendo válido.

En primer lugar, la gestión de riesgos debe adoptar una forma y unos resultados que la hagan tan sencilla como otras variables para la dirección. Al igual que los costes y la planificación generan variables sencillas, directas, poco sujetas a discusión, es básico que los riesgos sean capaces de generar variables sencillas y utilizables.

Además, deben aportar nueva información sobre las cuatro variables claras, coste, plazo, seguridad y calidad. Como se ha desarrollado en capítulos anteriores, una posibilidad es cuantificar el riesgo a través de unas variables que midan la incertidumbre ocasionada en las cuatro variables básicas por el perfil de riesgo del proyecto.

Es decir, si se puede presentar una información sencilla y directa en la que, se defina cualquiera de las variables del proyecto, por ejemplo el coste, como:

$$R_{\text{coste}} = R_{\text{coste}} + RP_{\text{coste}}$$

Y que una vez aplicados los planes de riesgos, el resultado sea:

$$R'_{\text{coste}} = R_{\text{coste}} + SP_{\text{coste}} + RR_{\text{coste}}$$

Es decir, se podrán presentar unas variables cuantitativas que definen el perfil de riesgo del proyecto, y el perfil una vez aplicados los planes de gestión de riesgos.

La clave es que las herramientas se adapten a las expectativas de la dirección y les otorguen métodos sencillos para facilitar su toma de decisiones.

### **5.3.2. EL CONTROL DE PROYECTO**

Se entiende por control de proyecto todas las actividades encaminadas a dotar de información sobre el estado y resultado del proyecto, tanto a la dirección de proyecto como a la dirección de la compañía.

El control de proyecto se ha centrado tradicionalmente en dos variables; coste y plazo. Dispone de sistemas de evaluación e información corporativos, que hacen que los resultados sean homologables entre unos proyectos y otros.

En primer lugar debe fijar las condiciones de partida del proyecto, es decir, el presupuesto (para el coste) y el programa base (para el plazo). Estas condiciones de partida se convierten en los objetivos del proyecto, el resultado esperable, que debe ser aceptado por la dirección del proyecto y por la dirección de la compañía.

A lo largo de la vida del proyecto, estas dos variables evolucionan, debido a lo propio desarrollo de acontecimientos en el proyecto; se incurren gastos, se ejecutan actividades, etc.

Esto hace que con periodicidad se realicen actualizaciones de las previsiones de las dos variables, es decir, se compare la previsión actual de coste frente al presupuesto base y el progreso con el programa original de ejecución.

La periodicidad y contenido de estas actualizaciones depende en gran medida del tipo de proyecto y tipo de compañía. Es habitual realizar estas actualizaciones con carácter mensual para proyectos industriales de 24-40 meses de duración.

Estas actualizaciones mensuales dan dos tipos de información muy relevante:

- Dan el resultado real frente al resultado planificado, es decir, comparan en qué medida se han cumplido las previsiones en cuanto a coste y plazo.
- Actualizan las previsiones para las tareas pendientes. Al haber desarrollado el proyecto y actualizado la información existente, se puede reestimar el coste y duración de las actividades pendientes de ser completadas.

Es decir, se puede reestimar en qué medida se van a alcanzar los objetivos del proyecto.

Además el carácter mensual de las actualizaciones, permite identificar cuál es la tendencia de cumplimiento de los objetivos del proyecto a lo largo del tiempo, es decir, en qué medida el proyecto se acerca, aleja o mantiene estable en relación con los cumplimientos de los resultados previstos.

Para las dos variables, coste y plazo, se trata con previsiones con información estimada, prevista, evaluada en función del conocimiento del proyecto en el momento de realizarla. Una estimación de este tipo acepta la inclusión de variables adicionales que conviertan valores estimados en rangos de valores o en conjuntos de valores en función de la probabilidad. Es aquí donde entra de ello la posibilidad de incluir la gestión de riesgos como una herramienta adicional para el control de proyecto.

#### **5.3.2.1. PLANIFICACIÓN**

Las herramientas de planificación permiten hoy en día integrar miles de datos de información de una manera rápida y eficaz. Permiten saber cuáles son las previsiones

para la finalización del proyecto, identifica caminos críticos, recursos necesarios. Permite combinar las capacidades de planificación con la asignación de recursos y con la estructura de costes.

En este contexto, y con las herramientas tan poderosas que existen en la actualidad, es fundamental el ser capaces de conseguir que estas herramientas interactúen también con la gestión de riesgos.

Entonces, si la base de la planificación es una estimación de las actividades necesarias (WBS), con una duración estimada, con unas relaciones de dependencia definidas por la secuencia lógica y la experiencia; surge una cuestión; ¿qué complicación adicional existe en incluir dentro de este análisis la gestión de riesgos?

En teoría, debería aportar pocas dificultades. Si se establecen las duraciones de las actividades, es perfectamente posible establecerlas con un valor función de los riesgos del proyecto. Más aún, es posible incluir relaciones adicionales para contemplar la posibilidad de la aparición de algunos de los riesgos.

Al analizarlos riesgos y realizar la evaluación cualitativa y cuantitativa, se ha identificado que se debe analizar el efecto que tiene en la variable plazo. Se han definido varios conceptos básicos.

$RP_{\text{plazo}}$  – riesgo del proyecto en el cumplimiento del plazo, definido como

$$RP = \sum_{i=1}^n R_{\text{plazo}i}$$

$R_{\text{plazo}i}$  - efecto en el plazo de cada uno de los riesgos del proyecto.

$I$  - cada uno de los  $n$  riesgos identificados que pueden afectar al plazo del proyecto



Se ha definido que esta variable  $R_{plazoi}$  puede definirse a través de diversas funciones: desde una solución simple con valor esperado, calculado como el producto de la consecuencia producida multiplicado por la probabilidad), hasta mediante funciones que reproduzcan con el mayor incierto tanto la probabilidad de ocurrencia como el efecto del mismo.

También se ha definido el resultado del plan de actuación de las soluciones previstas para gestionar el riesgo del proyecto.

$SP_{plazo}$  – efecto estimado de la solución propuesta en el cumplimiento del plazo, definido como

$$SP = \sum_{i=1}^n SP_{plazoi}$$

$SP_{plazoi}$  - efecto en el plazo de cada uno de los riesgos del proyecto.

I - cada uno de los n riesgos identificados que pueden afectar al plazo del proyecto

Se han definido los riesgos secundarios que se pueden originar con el plan de actuación.

$RS_{plazo}$  – efecto estimado de los riesgos secundarios en el cumplimiento del plazo, definido como

$$RS = \sum_{i=1}^n RS_{plazoi}$$

$RS_{plazo}$  - efecto en el plazo de cada uno de los riesgos del proyecto.

I - cada uno de los  $n$  riesgos identificados que pueden afectar al plazo del proyecto

A su vez, a pesar de realizar un plan de actuación con un conjunto de soluciones propuestas, quedarán riesgos residuales, definidos como:

$RR_{plazo}$  – riesgo residual del proyecto en el cumplimiento del plazo, definido como

$$RR = \sum_{i=1}^n RR_{plazo i}$$

$RR_{plazo i}$  – riesgo residual en el plazo de cada uno de los riesgos del proyecto.

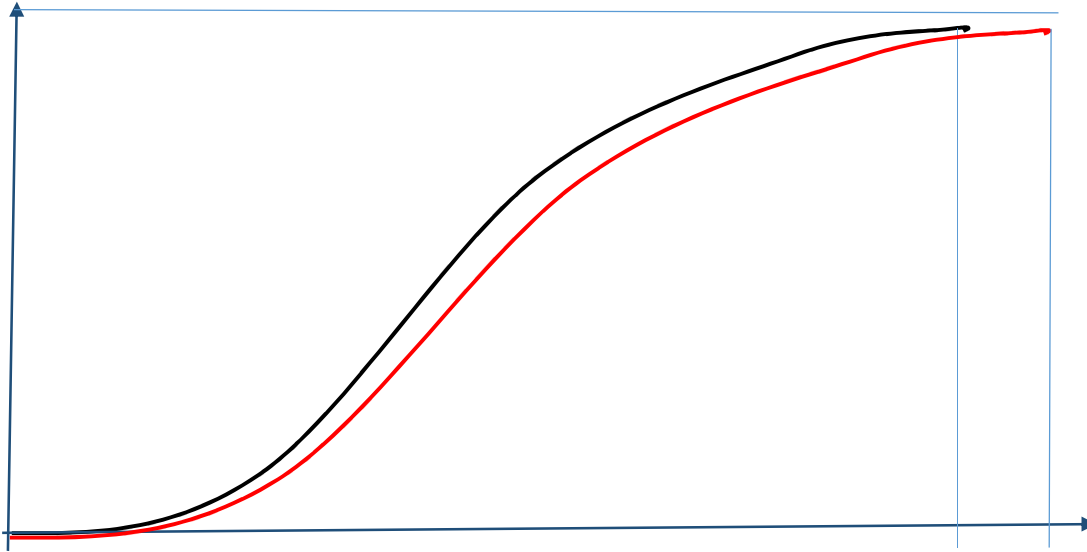
I - cada uno de los  $n$  riesgos identificados que pueden afectar al plazo del proyecto

Por lo que después del plan de actuación, la previsión sobre el riesgo global del proyecto, identificado como  $RP'_{plazo}$  será:

$$RP'_{plazo} = SP_{plazo} + RS_{plazo} + RR_{plazo}$$

Por lo tanto, al realizar una cuantificación tanto de los efectos de los riesgos en el plazo, como de los efectos de las soluciones propuestas y de los riesgos residuales; es posible llevar estos modelos a la planificación, que parte de modelos de probabilidad y de estimaciones como punto de partida para describir el proyecto.

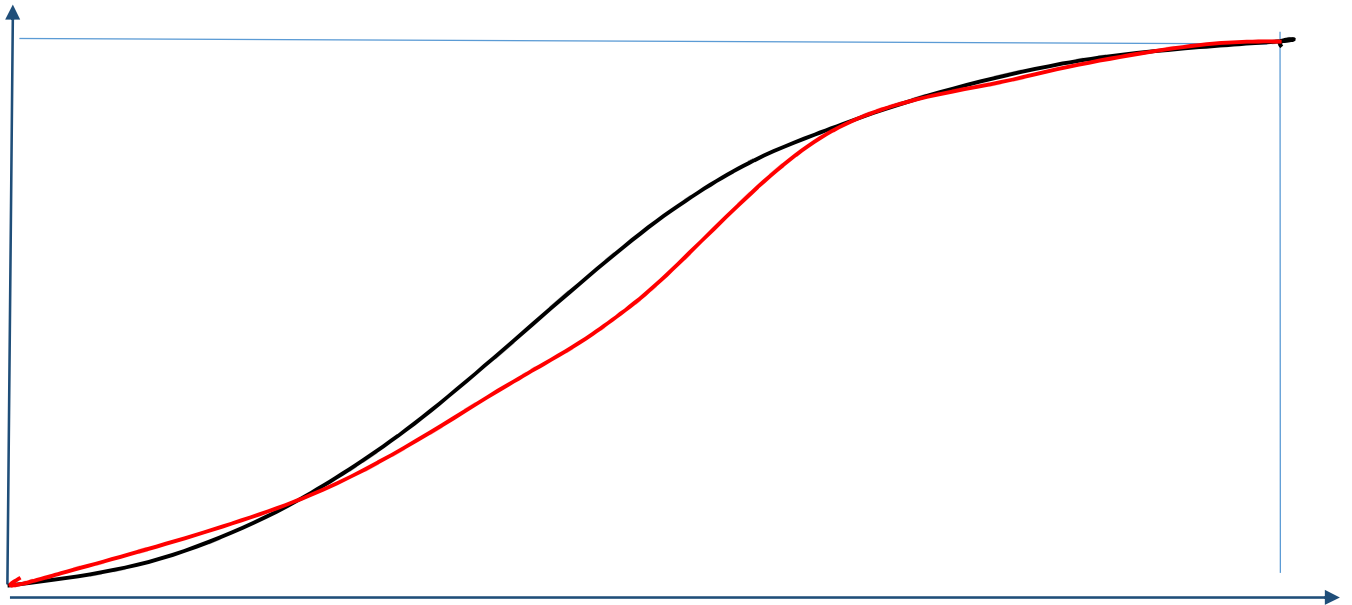
En la figura se representa de manera sencilla cómo representar el efecto de uno o más riesgos en la curva de progreso del proyecto, representando en este caso un efecto sobre la fecha de finalización de los trabajos.



*Figura 5.7. Efecto de un riesgo sobre el progreso del proyecto*

La curva negra es el plan inicial y la curva roja el plan revisado tras la inclusión de los riesgos del proyecto. Dado que no se aplica ningún plan corrector sobre el efecto en plazo del riesgo, se produce un retraso en la fecha de finalización del proyecto.

En la curva siguiente se representa el efecto de uno o más riesgos produciendo un retraso en un determinado momento del proyecto. Este es compensado a través de un programa de recuperación.



*Figura 5.8. Efecto de un riesgo y el plan de actuación sobre el progreso en el proyecto*

La curva negra es el plan inicial y la curva roja el plan revisado tras la inclusión de los riesgos del proyecto. Al aplicar un plan de recuperación/aceleración en un momento determinado, se puede conseguir recuperar el retraso del proyecto. Como es lógico, esto se logra a través de alguna otra de las variables principales del proyecto: coste, calidad y/o seguridad.

La integración del análisis de diferentes riesgos en la planificación del proyecto permite realizar curvas de progreso en función del porcentaje de probabilidad de ocurrencia de los elementos más significativos.

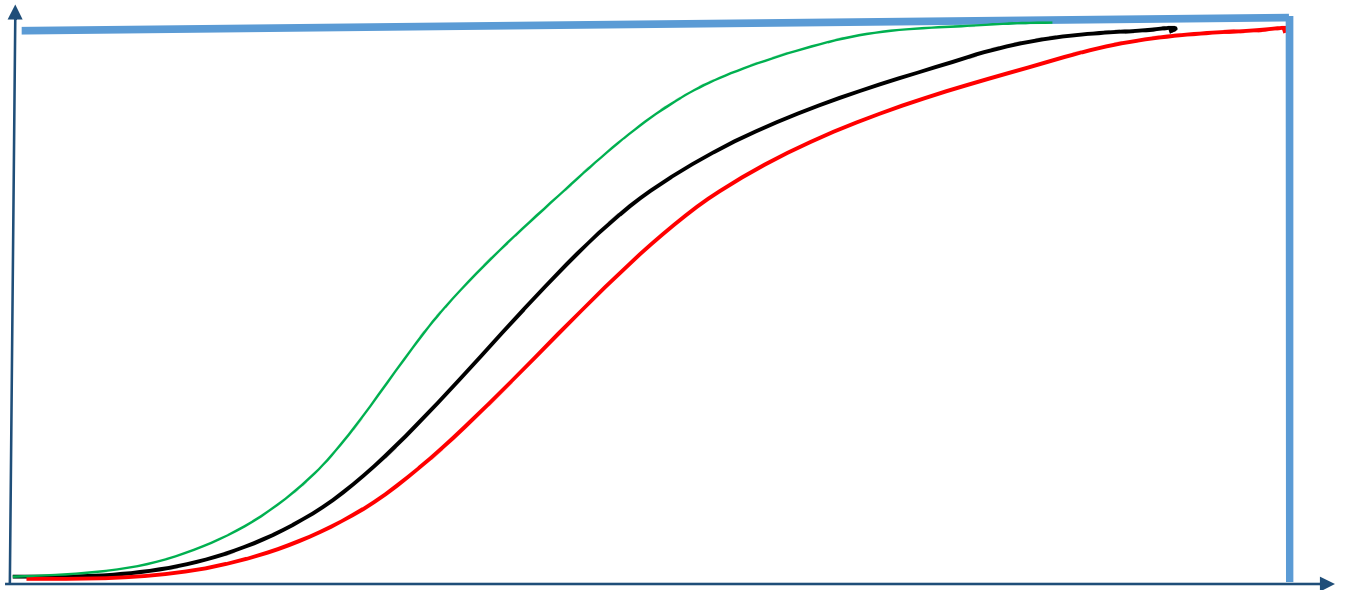


Figura 5.9. Integración de varios casos de riesgos en las curvas de progreso

Por lo tanto, es relativamente sencillo aplicar la gestión de riesgos a la planificación, creando planes alternativos, evaluando soluciones para los riesgos encontrados y evaluando su efecto sobre la planificación real del proyecto.

#### 5.3.2.2. CONTROL DE COSTES

Los sistemas de control de costes se basan en los siguientes pasos:

- Establecimiento de un presupuesto basado en el análisis de todas las actividades necesarias para desarrollar a cabo el proyecto, desarrollado a través de un sistema de desagregación de costes (CBS) de mayor o menos complejidad.
- Control periódico de los costes incurridos utilizando el mismo sistema de desagregación CBS), lo que permite identificar las desviaciones respecto a lo previsto

- Actualización periódica de las actividades pendientes de completar, de acuerdo con la estructura de desagregación original y modificando su contenido incluyendo nuevos elementos identificados o eliminando otros no necesarios.

Todo ellos da lugar a un conjunto de cifras que en resumen permiten identificar en cada momento:

- El presupuesto original del proyecto
- El importe comprometido en un momento determinado
- El importe pendiente de comprometer
- El coste previsto
- Las desviaciones respecto el presupuesto

Para establecer el presupuesto del proyecto, se dispone de información limitada, por lo que los valores asignados a cada ítem podrán obtenerse combinando el esfuerzo por tener el mayor grado de conocimiento del alcance y el mejor conocimiento posible del coste de dicho alcance. A partir de esta incertidumbre aparecen los conceptos de allowance y contingencia como elementos de medida de la incertidumbre.

Si se analiza el problema desde el punto de vista de la gestión del riesgo, tanto la estimación de allowances como la de contingencias, son una pura determinación cuantitativa de la incertidumbre asociada a la estimación del coste. Es por tanto, una evaluación del riesgo del proyecto.

Pero, si se realiza este análisis detallado de allowance y contingencia, debe ser posible realizar un análisis similar del riesgo del proyecto desde todos los puntos de vista. Si se analiza el resultado del análisis cuantitativo de riesgos, se puede concluir que se ha identificado el efecto de los riesgos en la variable coste. Se han definido varios conceptos básicos.

$RP_{\text{coste}}$  – riesgo del proyecto en cuanto al coste del mismo, definido como

$$RP = \sum_{i=1}^n R_{\text{coste}i}$$

$R_{\text{coste}i}$  - efecto en el coste de cada uno de los riesgos del proyecto.

$i$  - cada uno de los  $n$  riesgos identificados que pueden afectar al coste del proyecto

Se ha definido que esta variable  $R_{\text{coste}i}$  puede definirse a través de diversas funciones: desde una solución simple con valor esperado, calculado como el producto de la consecuencia producida multiplicado por la probabilidad), hasta mediante funciones que reproduzcan con el mayor acierto tanto la probabilidad de ocurrencia como el efecto del mismo.

También se ha definido el resultado del plan de actuación de las soluciones previstas para gestionar el riesgo del proyecto.

$SP_{\text{coste}}$  – efecto estimado de la solución propuesta en el cumplimiento del coste, definido como

$$SP = \sum_{i=1}^n SP_{\text{coste}i}$$

$SP_{\text{coste}i}$  - efecto en el coste de cada uno de las soluciones propuestas para dar respuesta los efectos del riesgo  $i$

I - cada uno de los n riesgos identificados que pueden afectar al coste del proyecto

Las soluciones propuestas pueden generar riesgos secundarios.

$RS_{\text{coste}}$  – efecto estimado de los riesgos secundarios en el cumplimiento del coste, definido como

$$RS = \sum_{i=1}^n RS_{\text{coste}i}$$

$RS_{\text{coste}i}$  - efecto en el coste de cada uno de los riesgos secundarios originados para responder ante el riesgo i

I - cada uno de los n riesgos identificados que pueden afectar al coste del proyecto

A su vez, a pesar de realizar un plan de actuación con un conjunto de soluciones propuestas, quedarán riesgos residuales, definidos como:

$RR_{\text{coste}}$  – riesgo residual del proyecto en el cumplimiento del coste, definido como

$$RR = \sum_{i=1}^n RR_{\text{coste}i}$$

$RR_{\text{coste}i}$  – riesgo residual en el coste de cada uno de los i riesgos del proyecto.

I - cada uno de los n riesgos identificados que pueden afectar al coste del proyecto



Por lo que después del plan de actuación, la previsión sobre el riesgo global del proyecto, identificado como  $RP'$  coste será:

$$RP'_{\text{coste}} = SP_{\text{coste}} + RS_{\text{coste}} + RR_{\text{coste}}$$

Por lo tanto, al realizar una cuantificación tanto de los efectos de los riesgos en el coste, como de los efectos de las soluciones propuestas, de los riesgos secundarios y de los riesgos residuales; es posible llevar estos modelos a la función del control de costes.

El control de costes ya dispone de sistemas para evaluar la incertidumbre de cantidades y de precios, a partir de allowance y de contingencia.

Es posible integrar la variable riesgo dentro de ese análisis y definir la contingencia incluyendo el resultado previsto fruto del análisis de riesgos. Es además posible evaluar periódicamente el uso de la contingencia para valorar en qué medida han tenido lugar las previsiones que se habían considerado al desarrollar el análisis de los riesgos y el plan de actuación.

Esta contingencia asociada al riesgo se puede separar en una “bolsa” independiente de la contingencia técnica o unificar en una sola; ya que al fin y al cabo, la contingencia técnica no es más que una cuantificación de la incertidumbre asociada a la preparación del presupuesto y a las previsiones de costes en el mismo.

Es decir, se puede concluir que se puede incluir una contingencia por riesgos del proyecto, valorada en

$$Con_{\text{riesgo}} = SP_{\text{coste}} + RS_{\text{coste}} + RR_{\text{coste}}$$

Donde:

Cont es la contingencia de riesgo y

$SP_{\text{coste}}$  es el coste de las soluciones propuestas en el plan de actuación

RScoste es el coste estimado para los riesgos secundarios originados

RRcoste es el coste estimados para los riesgos residuales.

### **5.3.3. CALIDAD**

El sistema de calidad de las compañías industriales se rige por la aplicación de la normativa ISO 9001:2015 en casi todas las compañías europeas. Se persigue que el producto cumpla con los requisitos indicados en el contrato y cumpla con los estándares de trabajo. Para ello, el trabajo se desarrolla de una manera procedimentada. Los ingenieros trabajan utilizando especificaciones internas, procedimientos de trabajo internos, sistemas de cálculo estandarizados, etc. Además, se dota al sistema de trabajo e elementos de auditoría y control que permiten controlar y verificar que los sistemas de trabajo acordados realmente se cumplen.

Los indicadores de calidad varían en función del tipo de cliente y el tipo de mercado, siendo diferentes si se trata de dar un servicio, elaborar unos planos de ingeniería, fabricar un material, comprar un equipo, construir una estructura, montar un equipo o poner en servicio un sistema, u operar una unidad de una planta industrial.

Existen sistemas para medir la métrica del cumplimiento, indicadores de medida de calidad (PQI, Performance Quality Indicators), en general, se basan en un concepto común, evaluar en qué medida se cumple con los requisitos previstos, en qué medida no se cumple y cuáles son las consecuencias de no cumplir con esos requisitos. Simplificando, se puede definir como medir el porcentaje de errores, y el coste (o la consecuencia) de la no calidad.

Dentro del análisis de riesgos, muchos de los riesgos identificados tienen una relación con la posibilidad de que existan problemas asociados a la falta de cumplimiento con los requisitos técnicos establecidos, es decir, a la no calidad. Por lo tanto, en el análisis de riesgos, es un elemento más.

Al analizar los aspectos relacionados con la calidad prevista, se encuentran varios tipos de casos.

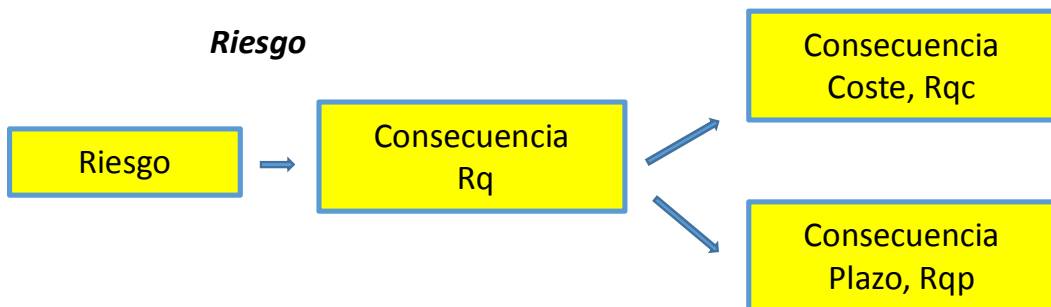
El primero y más extremo es el que tiene como consecuencia el incumplimiento con la calidad prevista de un determinado servicio, componente, construcción u operación. Desde el punto de vista de calidad, la primera particularidad en estos casos, es que se trata de casos sin término medio, es decir, la consecuencia es el rechazo del servicio, componente, o trabajo mal ejecutado. En estos casos, la gestión de riesgos va encaminada a realizar acciones encaminadas a evitar que se incumplan estos requisitos; ya sea con comprobaciones adicionales en el diseño, o con actuaciones adicionales desde el punto de vista de control de calidad.

Es decir, la solución propuesta tiene como premisa que el resultado de la misma tiene que cumplir con un determinado valor mínimo de calidad. Para ello se actuará fundamentalmente para reducir la probabilidad de ocurrencia del suceso. En términos de calidad, la actuación será entre otras la mejora del sistema de control de calidad.

Los riesgos asociados a la calidad se pueden evaluar también en función de las dos variables más medibles, el coste y el plazo. Esto es posible utilizando el concepto de no calidad; bajo el enfoque de cuál es el resultado ocasionado por un rechazo de un determinado componente o servicio.

Es decir, se deduce un riesgo en coste ( $R_c$ ) y riesgo en plazo ( $R_p$ ) asociados a dicho riesgo en calidad ( $R_q$ ).

Asimismo, tanto la solución prevista como el riesgo residual, serán medibles desde el punto de vista de coste y plazo; deduciendo por tanto los valores de  $SP_c$ ,  $SP_p$ ,  $RR_c$  y  $RR_p$ .



*Figura 5.10. Riesgos relacionados con el incumplimiento de calidad*

En la figura se identifica que para la evaluación cualitativa de un riesgo determinado, se puede obtener de:

Rq – Consecuencia del riesgo en términos de calidad

Rqc – Consecuencia del riesgo en coste

Rqp – Consecuencia del riesgo en plazo

Mientras que para la solución propuesta, se pueden producir los siguientes valores:

SPq – Evaluación en términos de calidad de la solución propuesta

SPqc - Coste de la solución propuesta

SPqp – Efecto en plazo de la solución propuesta

Así como:

RSq – Riesgo secundario originado en términos de calidad

RSqc – Coste del Riesgo secundario

RSqp – Efecto en el plazo del riesgo secundario

RRq – Riesgo residual en términos de calidad

RRqc – Coste del Riesgo residual

RRqp – Efecto en el plazo del riesgo residual

**Plan de actuación**

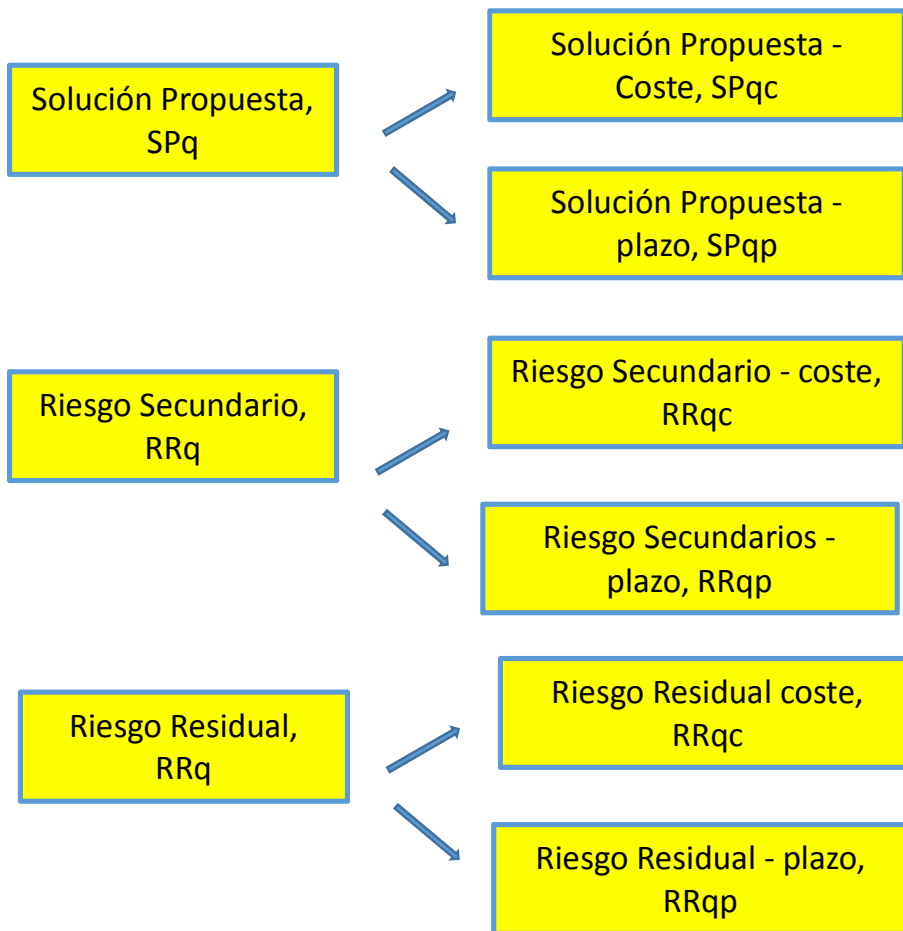


Figura 5.11. Riesgos y planes de actuación relacionados con el incumplimiento de calidad

Por lo tanto, además de disponer de un sistema de evaluación propio de la calidad y del riesgos asociado a ella; se puede conseguir generar una evaluación cuantitativa adicional en los términos más comúnmente empleados en la dirección y en la gestión de riesgos, el plazo y el coste.

Finalmente, desde el punto de vista de la gestión de riesgos asociada a la calidad, queda un valor intangible por evaluar: el prestigio. Cualquier compañía industrial vive de sus referencias, de su capacidad para generar la confianza de que es capaz de realiza un

determinado trabajo con éxito técnico. El riesgo de un error relacionado con la calidad tiene unos efectos que pueden rebasar los límites del proyecto en que ocurre y puede alcanzar los de la compañía al completo.

Por ello, todo el análisis anterior queda supeditado a que las consecuencias del riesgo entren dentro del capítulo de riesgos con consecuencias catastróficas, no solo por el efecto en el proyecto sino en el conjunto de la compañía.

Es importante mencionar que la ISO9001:2015, incluye la gestión de riesgos dentro de los procesos de aseguramiento de la calidad.

#### **5.3.4. SEGURIDAD**

La seguridad es la primera prioridad para cualquier compañía en la industria, el criterio básico es que no se pueden aceptar soluciones de compromiso en materias relacionadas con la seguridad.

La seguridad en la construcción sí dispone de elementos de métrica aceptados internacionalmente. Los más comunes son el Índice de Frecuencia (IF), el Índice de gravedad (IG) ; el Lost Time Incident Rate (LTI) y el Total Recordable Incident Rate (TRIR)

Todas las compañías tienen valores objetivo de seguridad en su resultado sobre seguridad en la construcción, y la mejora año a año en estos valores es la primera prioridad.

Desde el punto de vista de gestión de riesgos asociados a los trabajos de construcción, no se plantea el tomar decisiones que comprometan el hacer un trabajo no seguro; por lo que todos los mecanismos de control van orientados a trabajar en condiciones de máxima seguridad.

Para ello se realizan las siguientes actividades durante la construcción.

Se establecen sistemas de permisos que sólo hacen posible la realización de actividades planificadas y sujetas a las normas del sistema de seguridad. Se realizan procedimientos de trabajo para cada actividad, para que se defina qué y cómo se hace el trabajo. Se realizan reuniones de coordinación entre los diferentes trabajos para evitar que se pueda poner en peligro a terceros por algún trabajo propio. Además del procedimiento de trabajo se realiza un análisis de riesgos de la actividad, para evaluar los riesgos asociados y las medidas de mitigación. Se forma al personal que va a realizar la actividad y se realiza una revisión del análisis de riesgos inmediatamente previa a la realización del trabajo.

Es decir, se realiza un proceso de gestión de riesgos en toda regla, pero con una diferencia, no hay soluciones de compromiso.

Además de la seguridad en la construcción se debe analizar la seguridad en el diseño. Esta disciplina se ocupa de analizar la seguridad desde los siguientes puntos de vista:

- La seguridad en el funcionamiento de la instalación, es decir, si se dispone de suficientes sistemas de seguridad (válvulas de seguridad, dobles o triples elementos de control, etc.) que permiten que el sistema automáticamente lleve a posición segura la planta ante un eventual incidente.
- La seguridad en las tareas de operación y mantenimiento de la instalación. Se analiza si se dispone de elementos que permiten mantener la operar y mantener la instalación de manera segura en todo momento. Se revisan accesos, elementos de mantenimiento (polipastos, puentes grúa, etc.), sistema de mantenimiento (áreas disponibles, secuencias de mantenimiento de grandes componentes, etc.).
- La seguridad en el diseño desde el punto de vista de la construcción; es decir, asegurar que los diseños facilitan realizar procesos de construcción seguros.

En todos estos casos y aunque realizado a través de diferentes formas (estudios Hazop, estudios RAM, revisiones de diseño), se sigue una metodología propia de la gestión de

riesgos: análisis de la instalación, identificación de los riesgos, propuesta de medidas correctivas y actuación de medidas correctivas, seguimiento y cierre de las mismas.

Se trata de sistemas que permiten documentar que la tarea efectivamente se ha realizado con éxito.

Por lo tanto, todos los procesos relacionados con la seguridad en la construcción y la seguridad en el diseño tienen una metodología propia de la gestión de riesgos.

El análisis de riesgos general del proyecto puede alimentarse manera resumida de estos procesos de seguridad e integrarlos de manera resumida en los informes de riesgos.

#### **5.3.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN**

Dentro del sistema de seguimiento del plan de actuación de riesgos, se ha definido la actualización periódica de las siguientes variables globales referidas a la gestión de riesgos:

Plazo ocasionado por la solución propuesta, SPplazo

Riesgo secundario: coste; RScoste

Riesgo secundario: Plazo; RSplazo

Riesgo secundario: Seguridad, RSseg

Riesgo secundario: calidad, RSqa

Riesgo residual: coste; RRcoste

Riesgo residual: Plazo; RRplazo

Riesgo residual: Seguridad, RRseg

Riesgo residual: calidad, RRqa



Es decir, con carácter periódico, se conoce el estado global de gestión de riesgos del proyecto.

Si se integra esta información dentro del conjunto de información global sobre el control del proyecto; costes y plazos, se dota a la dirección de la compañía de información adicional, sencilla para evaluar el estado de los riesgos del proyecto y la respuesta que se está aplicando.

Dentro de la actualización periódica del programa del proyecto, es sencillo incluir una lista de actividades que definan el estado de los riesgos y del plan de actuación ante los riesgos.

Lo mismo ocurre con los costes, dentro de la actualización periódica, se puede incluir un sistema que estime la situación del conjunto de soluciones propuestas, de los riesgos residuales, y especialmente del estado de la llamada contingencia del riesgo, su evolución en el tiempo.

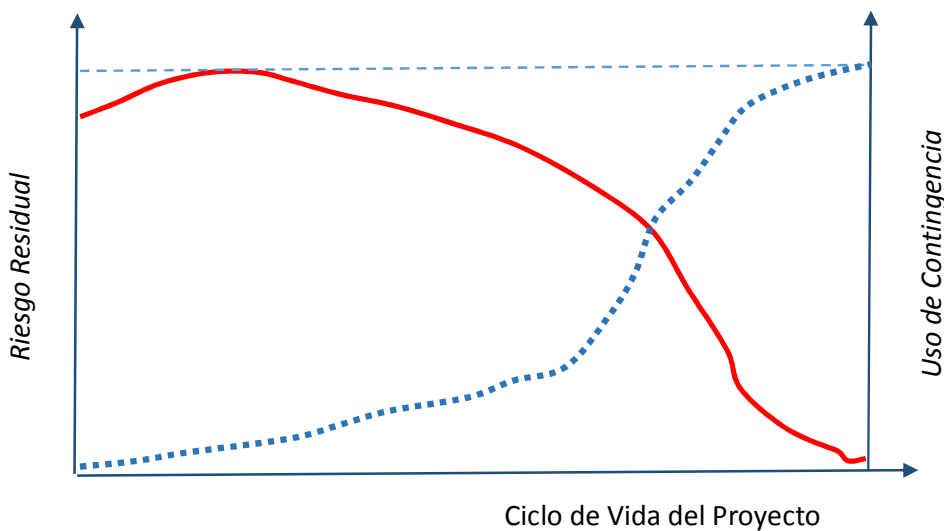


Figura 5.12. Uso de la contingencia de riesgo a los largo del ciclo de vida del proyecto

Esta información permite integrar la información de riesgos en dos de las herramientas aceptadas por las direcciones de los proyectos y por las direcciones de las compañías; los informes de costes y los informes sobre el plazo del proyecto. Estas dos variables, junto a las variables de calidad y seguridad, son las dos variables cuantitativas que definen en mejor medida el grado de éxito de un proyecto: su capacidad para conseguir ejecutarse a tiempo y la capacidad de ejecutarse dentro del presupuesto previsto.

## **5.4. INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN EN PROYECTOS LLAVE EN MANO**

### **5.4.1. LA GESTIÓN DE LA PROPUESTA Y LA GESTIÓN DEL CONTRATO**

El proceso de análisis de riesgos es un proceso iterativo que se desarrolla en la vida del proyecto, pero es importante definir cuándo se debe realizar la primera iteración: esta debe tener lugar antes de que el proyecto sea un hecho dentro de la misma; es decir, se debe desarrollar en la fase de propuesta, cuando la compañía está por decidir si quiere o no participar en dicho proyecto.

#### **La propuesta**

Cuando un proyecto se está desarrollando, se concibe su forma de ejecución a través de los contratos que la forman; ya sea con contratos EPC o con varios contratos en forma más tradicional. Cada participante emite sus peticiones de oferta con la documentación técnica y contractual propuesta. Esta documentación incluye condiciones contractuales y sobre todo, incluye una estrategia para la asignación de los principales riesgos; los relacionados con el contrato, con las garantías técnicas y con el plazo.

Para contratistas, ingenierías, subcontratistas, vendedores, etc. es el momento de analizar el perfil de riesgo de la petición de oferta y decidir si es interesante.

El proceso de análisis de riesgos es similar al indicado en párrafos anteriores, aunque centrado en los siguientes asuntos:

Identificación de riesgos, concentrado en: tipo y extensión del alcance, análisis sobre las condiciones de ejecución, análisis del contrato propuesto, análisis del cliente y de los participantes, análisis de las condiciones políticas/legales y fiscales.

Se trata de un análisis simplificado, que permite identificar el perfil de riesgos requerido en la petición de oferta, en la cual se debe revisar los siguientes puntos [40,49]

Tabla 5.11. Listas de chequeo de riesgos en fase de propuesta

Tipo y extensión del alcance	Claridad del alcance requerido
	Experiencia en la ejecución del alcance
	Posibles cambios en el alcance; cláusula de cambios
	Interfases con otras unidades o contratistas
	Suministradores o subcontratistas nominados
Condiciones de ejecución	Plazo requerido; responsabilidades y penalizaciones por retraso
	Garantías técnicas: responsabilidades y penalizaciones por incumplimiento
	Periodo de garantía
	Periodo de operación y mantenimiento
	Respaldo de proveedores y subcontratistas
	El suelo, conocimiento y responsabilidades
	Ejecución con socios
Contrato propuesto	Límite de responsabilidad
	Revisión de precios
	Cambios en costes
	Seguros
	Cláusulas de suspensión y resolución
	Tratamiento de las divisas
	Requisitos de garantías, avales y fianzas
Cliente y resto de participantes	Solvencia del cliente y de sus sociedades matriz
	Garantías de pago
	Retrasos en cobros, límites en tiempo; exposición

	Avales y fianzas - ejecución
Condiciones políticas, legales y fiscales	Legislación aplicable. Tratamiento de los cambios en legislación
	Resolución de disputas, arbitrajes
	Impuestos locales
	Aranceles y restricciones

Es sumamente útil el disponer de listas de verificación y chequeo, que permiten resumir las condiciones de riesgos más habituales. Se propone una lista de verificación en el anexo 4.

Esta identificación de riesgos de la propuesta da lugar a las siguientes cuestiones:

- Es interesante la propuesta para la compañía
- Si lo es, es necesario alterar las condiciones propuestas significativamente
- Es factible pensar que se pueden alterar.

Las compañías viven de vender sus servicios, por lo que es lógico que se evite renunciar a posibles trabajos futuros. También esto depende de la situación de la compañía, de su carga de trabajo, de sus previsiones de trabajo en el futuro, es decir, de otras consideraciones comerciales.

En cualquier caso, el resultado del análisis del punto anterior, da lugar a un plan de actuación frente a los riesgos que incluye los siguientes puntos:

- Decisión de acudir a la propuesta
- Riesgos clave identificados
- Estrategia frente a dichos riesgos: técnica, legal, etc.

El tipo de respuesta frente a los riesgos en fase de propuesta es similar a la del proyecto:

- Evitar el riesgo – siendo la posición más extrema con la renuncia a realizar la propuesta
- Aceptar el riesgo
- Actuar para mitigar el riesgo o amplificar la oportunidad – a través de comentarios al contrato, comentarios técnicos, aclaraciones, etc.
- Transferir el riesgo a otro participante del proyecto – discusiones con vendedores, subcontratistas, exclusiones para que quede en manos de otro contratista general
- Compartir el riesgo con otro participante – asociaciones con otras empresas

Este plan de actuación incluye un registro de riesgos muy simplificado con la siguiente información.

Tabla 5.12. Registro de Riesgos en fase de propuesta

ID	Nombre	Fecha	Identif	Descripción	Razones	Factores	Probab	Consec	Solución	Evaluación	Referencias	Contrato
R1												
R2												
Rn												

ID	Identificación
Nombre	Nombre del riesgo
Fecha	Fecha en la que el riesgo fue identificado
Identif	Persona que identificó el riesgo
Descripción	Descripción del riesgo
Razones	Descripción de las razones por las que puede ocurrir
Factores	Factores que pueden alterar la probabilidad o consecuencias del riesgo
Probab	Evaluación de probabilidad
Consec	Evaluación de consecuencia
Solución	Solución propuesta para gestionar el riesgo
Evaluación	Evaluación del riesgo, teniendo en cuenta la solución propuesta
Referencias	Referencias a otros riesgos relacionados
Contrato	Referencias con las cláusulas de contrato

La conclusión de la tabla anterior es el riesgo global del proyecto; con tres vertientes:

- Contractuales/legales; identificando asuntos que pueden superar el perfil de riesgo de la compañía (responsabilidad)
- Afectan al coste; lo que permite ayudar a definir los perfiles de contingencia y margen
- Afectan al plazo, lo que permite definir el nivel de plazo de entrega y las condiciones para darlo.

Este registro de riesgos queda completado con el Plan de Riesgos en fase de propuestas, que resume los riesgos identificados y la estrategia abordada por la compañía en la fase de propuestas

### **El contrato**

Una vez realizada la transferencia de información desde la fase de propuesta a los responsables de ejecutar los contratos, se procede a realizar el lanzamiento del proceso tal como descrito en los puntos anteriores.

Durante el contrato, el sistema de gestión de riesgos dependerá de la complejidad del mismo. La clave es la integración en el sistema de ejecución del proyecto. En los siguientes puntos se desarrolla en detalle el sistema de integración de la gestión de riesgos propuesta.

#### **5.4.2. DIRECCIÓN DE PROYECTO. HERRAMIENTAS**

La dirección del proyecto tiene como misión liderar el esfuerzo de la organización para conseguir los objetivos del proyecto [23]. El término liderar tiene el significado de lead



en inglés es decir, el de conducir, guiar el esfuerzo del equipo de proyecto, crear el camino que deben seguir los especialistas para lograr el éxito.

El líder debe definir el camino que desea seguir al inicio del proyecto, esto lo consigue por un conocimiento del proyecto, y sobre todos de los puntos clave en los que debe centrar su atención. Es evidente que un director de un gran proyecto no puede, ni debe conocer los detalles, son inabarcables para una persona, pero sí debe identificar cuáles son los puntos clave que debe conseguir en cada momento y los puntos clave que pueden poner en peligro el proyecto. En todo proyecto, como en todo camino, las condiciones de contorno cambian; cambian por sí mismas y por las acciones realizadas en el desarrollo del mismo. El líder debe leer la situación en cada momento y tener la capacidad de adaptar el ritmo o modificar el camino para mantener el camino del éxito en el proyecto.

Para definir el camino y para leer los cambios en las condiciones de contorno, el líder dispone de múltiples herramientas para conseguir su objetivo. Además de las propias del liderazgo, que no son objeto de este análisis, dispone de herramientas objetivas y subjetivas que le permiten leer la situación el proyecto en cada momento.

Dentro de las subjetivas, dispone de la información que le transmiten sus colaboradores y dispone de la información que le transmiten personas de peso en la organización que, aunque no estén tan cercanas, le pueden transmitir su percepción de otras circunstancias del proyecto. La habilidad directiva le debe permite tomar la información adecuada y sobre todo, ser capaz de obtener información valiosa de muchas fuentes.

Además se dispone de las herramientas objetivas, o definidas de otra manera, las herramientas oficiales. Centrando el análisis en los cuatro objetivos del proyecto; calidad, coste, plazo y seguridad; dispone de informes de aseguramiento y control de calidad, informes de control de costes, la planificación actualizada los informes de las auditorías de seguridad.

El Plan de calidad en todas sus vertientes define el camino que se desea seguir para que la calidad del proyecto se adecúe a lo previsto. Los informe de aseguramiento y control de calidad permiten mantener información sobre el estado del cumplimiento del

proyecto con la calidad previstas, a través de informes de inspección en taller y en obra o auditorías del estado de los trabajos de ingeniería, compras o construcción. En cualquier momento, se puede identificar una fuente de riesgo, una posibilidad de encontrar un obstáculo que ponga en peligro el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

El primer documento generado desde el punto de vistas de costes es el presupuesto. El presupuesto fija la medida del éxito del proyecto en términos de coste; que desde el punto de vista de la mayoría de las organizaciones es el más importante. El presupuesto indica qué y dónde se debe emplear el dinero para conseguir llevar a cabo el proyecto. Los informes de costes periódicos permiten identificar si se están cumpliendo las previsiones del presupuesto y alertan de posibles cambios en las futuras necesidades.

El programa del proyecto es la mejor guía del camino del mismo. Es un resumen de todas las actividades que hay que realizar y de la secuencia que debe seguir. Además, el hecho de actualizar periódicamente su estado, permite conocer desviaciones, posibles cambios e identificar riesgos de que no se pueda cumplir. Las curvas de progreso, la identificación del camino crítico del proyecto permite al director de proyecto centrar su esfuerzo en aquellas actividades que son más críticas para el éxito.

El plan de Seguridad, los informes de seguridad y los resultados de las auditorías permiten primero definir cómo se plantea lograr el éxito en esta materia, y luego identificar las actuaciones se están desviando del plan previsto.

En resumen, se dispone de unos planes y herramientas que primero han definido el camino y luego permiten identificar de manera ágil desviaciones. En la siguiente tabla se resumen estos documentos

Tabla 5.13. Documentación para planificar y monitorizar los sistemas de gestión de los objetivos del proyecto

Objetivo	Plan inicial	Seguimiento
Dirección integrada	Plan de ejecución del Proyecto	Informes de progreso periódicos
Calidad	Plan de Calidad	Informes de inspecciones Informes de desviaciones Auditorías de calidad
Coste	Presupuesto	Informes periódicos de control de costes
Plazo	Programa del proyecto	Actualizaciones periódicas del programa Curvas de progreso
Seguridad	Plan de Seguridad	Informes de inspecciones de seguridad Auditorías de seguridad

Llegado a este punto, queda por definir cómo se tienen en cuenta los riesgos del proyecto.

En organizaciones sin sistemas establecidos para la gestión de riesgos, ésta queda en manos del director de proyecto. Los directores siempre han tenido en cuenta los riesgos del proyecto en su gestión. Siempre han analizado qué puede hacer que el proyecto vaya mal o mejore sustancialmente y siempre han aplicado planes para actuar sobre los riesgos. Este trabajo se ha hecho de manera no formal, incluyendo estas apreciaciones en el control de los cuatro puntos anteriores: han definido criterios de control de calidad más severos en áreas con riesgos de calidad, han generado contingencias adicionales para cubrir posibles riesgos, han creado holguras adicionales para compensar posibles riesgos en programa y han actuado sobre el plan de seguridad para concentrar el

esfuerzo para contener los riesgos. Pero todo este trabajo se ha hecho de forma informal.

Cuando se dispone de un sistema de gestión de riesgos, el director de proyecto dispone de una herramienta adicional para crear un plan inicial de éxito: el Plan de Gestión de Riesgos, generado al comienzo del proyecto. Crea otra herramienta para planificar qué hacer con los riesgos; el Plan de Actuación frente los riesgos.

Para llevar a cabo los procesos de seguimiento, dispone de otra herramienta muy valiosa, los planes de seguimiento de gestión de riesgos.

Todos estos documentos son transversales a todos los objetivos del proyecto, afectan a todos ellos, condicionan las acciones de todos ellos, se integran en todos ellos.

La tabla 5.13 queda modificada incorporando la gestión de riesgos, tal como se indica en la tabla 5.14.

Tabla 5.14. Documentación para planificar y monitorizar los sistemas de gestión de los objetivos del proyecto, incluyendo la gestión de riesgos

Objetivo	Plan inicial		Seguimiento	
Dirección integrada	Plan de ejecución del Proyecto	Plan de gestión de riesgos     Plan de actuación frente a los riesgos	Informes de Progreso	Plan de Seguimiento de riesgos
Calidad	Plan de Calidad		Informes de inspecciones Informes de desviaciones Auditorías de calidad	
Coste	Presupuesto		Informes periódicos de costes	
Plazo	Programa del proyecto		Actualizaciones periódicas del programa Curvas de progreso	
Seguridad	Plan de Seguridad		Informes de inspecciones de seguridad Auditorías de seguridad	

Los planes de gestión de riesgos permiten aportar información valiosa a los planes de para obtener los objetivos del proyecto. Esto es aplicable al inicio del proyecto y es aplicable en cada uno de las revisiones de los informes de estado del mismo.

Los informes de las auditorías de seguridad pueden incluir la siguiente información fruto del análisis de riesgos:

- Riesgos relacionados con la seguridad
- Medidas correctivas adoptadas
- Estado de la aplicación de las medidas correctivas
- Nuevos riesgos de relevancia.

Toda esta información es parte de los informes de riesgos y permite hacer más valiosos los informes de seguridad.

El presupuesto original dispone de una partida de contingencia, basada en los eventos no considerados que pueden producir costes adicionales. Es posible realizar una referencia cruzada entre la contingencia y el resultado obtenido para el riesgo global del proyecto. Asimismo, en los informes periódicos de revisión de los costes, se puede incluir información sobre:

- El estado de contingencia
- Los costes originados por los planes de actuación frente el riesgo
- El estado del riesgo global del proyecto
- Riesgos más relevantes

El programa base puede incluir unas actividades adicionales relacionadas con los principales riesgos del proyecto, o bien añadir relaciones lógicas para compensar dichos riesgos. Además, en los informes periódicos de revisión del programa y en las curvas de progreso, se puede incluir información sobre:

- Los plazos originados por los planes de actuación frente el riesgo
- El estado del riesgo global del proyecto, en cuanto a programación
- Riesgos más relevantes y su efecto en el programa, añadiendo programas específicos en forma de análisis de ventanas

Los informes de las auditorías de calidad pueden incluir la siguiente información fruto del análisis de riesgos:

- Riesgos relacionados con la calidad
- Medidas correctivas adoptadas
- Estado de la aplicación de las medidas correctivas
- Nuevos riesgos de relevancia.

Toda esta información es parte de los informes de riesgos y permite hacer más valiosos los informes de calidad.

### **5.4.3. EVALUACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS**

El proceso de la identificación, evaluación y categorización de riesgos ha sido definido en los puntos 5.1.2, 5.1.3 y 5.1.4.

Las claves para el éxito de este proceso son las siguientes:

- Comprensión correcta de lo que son los riesgos. Previo a la reunión de identificación de riesgos, se debe realizar una reunión previa en la que se explica qué se espera de los técnicos y especialistas, ya que la percepción de lo que es un riesgo es muy diferente de unas personas a otras.
- Lograr la participación de los técnicos y especialistas. Se recomienda que el proceso de gestión de riesgos tenga un fuerte respaldo de arriba hacia abajo [25]. Este respaldo debe hacer que los técnicos y especialistas apliquen su experiencia y conocimiento en realmente aportar información útil.
- Aportar modelos sencillos para establecer la probabilidad de ocurrencia.

- La integración de la información obtenida en la fase de identificación y evaluación con la información de los responsables de planificación, costes, seguridad y calidad. El disponer de unos buenos modelos de evaluación solo es posible si la información aportada por los responsables de costes y planificación permite establecer adecuadamente cuáles son las consecuencias reales de un determinado riesgo.
- Tener en cuenta la información de riesgos en los desarrollos de los planes de calidad, seguridad, el programa base y las actualizaciones de programación y el presupuesto y los estados de control de costes. Al igual que la gestión de riesgos requiere de la aportación de estas disciplinas, éstas necesitan de la información de la gestión de riesgos para construir modelos sólidos y previsiones adecuadas a la realidad del proyecto.

El resultado son unos registros de riesgos sencillos, intuitivos y que permiten:

- Identificar los principales riesgos del proyecto, su efecto sobre el mismo.
- Conocer el riesgo global del proyecto.

El contenido de los registros de riesgos se ha descrito en los puntos correspondientes a cada fase de la gestión de riesgos.

#### **5.4.4. EL VALOR DEL PLAN DE ACTUACIÓN**

El plan de actuación desarrolla las soluciones propuestas para cada riesgo identificado en el punto anterior. En el desarrollo del plan de actuación, es fundamental que el proceso de respuesta ante el riesgo, el desarrollo del Plan de actuación esté integrado en la gestión global del proyecto, en la dirección del mismo. El plan de actuación en sí mismo es parte del plan de ejecución del proyecto, y debe alimentarlo en todas sus vertientes.

Como indicado en el punto anterior, el plan de actuación frente al riesgo debe alimentarse de la información de los informes de progreso, de las auditorías de calidad, de las actualizaciones de la planificación, de los informes de costes y de las auditorías de



seguridad; pero también debe aportar información a todos estos especialistas; es decir es un documento más, transversal a toda la ejecución del proyecto.

El éxito del plan de actuación depende de los siguientes factores.

- Definición concreta de las soluciones propuestas, sin vaguedades, con acciones concretas, monitorizables y cumplibles a través del desarrollo de documentos, acciones en la fase de compras, fabricación o actuaciones concretas en la fase de construcción, puesta en marcha u operación.
- Cada solución propuesta debe tener un responsable, un dueño, alguien que se comporte a liderar el esfuerzo de la organización para llevarlo a cabo.
- Para ello, se debe lograr la participación de los técnicos y especialistas. Se recomienda que el proceso de gestión de riesgos tenga un fuerte respaldo de arriba hacia abajo [25]. Este respaldo debe hacer que el plan no quede en papel, superado por las tareas del día a día, o la solución de los problemas urgentes que pueden considerarse más importantes que los problemas estratégicos.
- Debe alimentar y estar alimentado de la información de planificación, costes, seguridad y calidad.
- Se debe mantener la alerta sobre riesgos. Mantener las iteraciones necesarias de todo el proceso de riesgos: identificación, evaluación, plan de actuación y seguimiento siempre que las circunstancias se modifiquen o requieran un nuevo tipo de respuesta. Debe ser extremadamente flexible.
- Se debe evaluar el tipo de respuesta aplicada, en el sentido de valorar si la respuesta fue adecuada y proporcional al riesgo identificado en una fase anterior.

#### **5.4.5. EL SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y LA DIRECCIÓN**

Dentro de la dirección y gestión de un proyecto, se requiere un sistema de seguimiento que permita identificar cualquier suceso, cualquier incidencia que varíe las condiciones para lograr el éxito.

Para lograr los objetivos del proyecto, se dispone de herramientas que permiten disponer de una gran cantidad de información:

- Informes de control de calidad y resultados de las auditorías de calidad
- Actualización de los informes de costes e identificación de las desviaciones frente el presupuesto original
- Actualización de la programación bases y curvas de progreso que reflejan el avance real frente al previsto; y comparar con las curvas necesarias para alcanzar el objetivo plazo.
- Informes de seguridad en el diseño y en la construcción y resultados de las auditorías de seguridad

Toda esta información se vuelca en el documento resumen del estado de dirección y gestión de un proyecto; el informe de progreso; en sus vertientes externa e interna que resume la situación del proyecto y los planes para conseguir alcanzar el éxito en el mismo.

El plan de seguimiento de riesgos es otro documento clave para la dirección y gestión. Sus resultados deben alimentar de información a cada uno de los documentos de seguimiento de la calidad, el coste, el plazo y la seguridad.

La clave de la integración de la gestión de riesgos en el seguimiento es que cada uno de los documentos generados por los responsables de calidad, coste plazo y seguridad dispongan de un apartado relativo a la gestión riesgos, que identifique riesgos y solución propuesta para los mismos.

Asimismo, el plan de seguimiento de riesgos debe disponer de información sobre el estado de calidad, coste, plazo y seguridad. Debe recibir información sobre la evolución de los parámetros clave del proyecto, sobre su estado, la tendencia de cambio de los mismos y la previsión sobre la evolución.

Esta integración permite realizar una gestión efectiva de los riesgos, con una comunicación a lo largo de la cadena del proyecto. Esta integración permite sacar a la gestión de riesgos del aislamiento al que puede verse conducido si no se integra en el

proceso global del proyecto. Al igual que los procesos de dirección y gestión beben y alimentan al resto de disciplinas, la gestión de riesgos debe tener un tratamiento similar.

Esta integración no se debe limitar a la esfera del propio proyecto, debe elevarse a los sistemas de información y control de la dirección de la compañía.

Al igual que se transmiten periódicamente resúmenes ejecutivos con el estado del proyecto en todas sus vertientes, debe existir un apartado específico de riesgos con un resumen de todas sus etapas: identificación, evaluación, respuesta y seguimiento.

#### **5.4.6. SISTEMA DE CIERRE**

Todos los procedimientos de gestión y dirección promueven la realización de informes de cierre al concluir un proyecto [1]. Los resultados de la gestión de riesgos no pueden escapar a esta fase de cierre y este cierre debe estar integrado en el proceso de cierre global del proyecto.

Dentro de la gestión de proyecto, el informe de cierre de proyecto y lecciones aprendidas debe utilizar la siguiente información [1]:

- Informes de progreso
- Documentación del contrato
- Informes de terminación del proyecto
- Planes de proyecto
- Informes de progreso
- Cambios aprobados
- Lecciones aprendidas
- Registro de problemas
- Registro de riesgos

El registro de problemas y de riesgos son las principales fuentes de información para un correcto cierre de la gestión de riesgos.

El registro de riesgos da un resumen de cuáles fueron los riesgos identificados, los planes de actuación desarrollados, en qué medida se cumplieron las previsiones sobre los riesgos, en qué medida se cambiaron los riesgos con la actuación.

Además, el registro de problemas contiene mucha información, buena parte no necesariamente relacionada con los riesgos, pero sobre todo, permite identificar sucesos que no fueron identificados como riesgos ni al comienzo del proyecto, ni en el desarrollo del mismo.

Toda esta información debe estar además integrada con la información de cierre de las principales disciplinas y especialidades (Informes de terminación del proyecto), para valorar en qué medida tanto los riesgos como los planes de actuación se gestionaron a lo largo del proyecto.

El informe de cierre de la gestión de riesgos debe permitir identificar:

- La percepción del riesgo por parte de la organización; tanto en su capacidad para identificar problemas a priori, como en su capacidad para valorar su efecto y probabilidad de ocurrencia. El resultado permite conocer si es una organización orientada a la identificación de riesgos y si es una organización con unas previsiones más optimistas o pesimistas de lo real. Esta identificación de la percepción es clave para la organización, que debe reconocer cómo afronta el riesgo al inicio de un proyecto.
- La capacidad para llevar a cabo planes de actuación, desarrollarlos realmente, sacarlos del campo teórico y llevarlos a la realidad.
- Los resultados obtenidos por los planes de actuación, comparando el efecto de la medida prevista y la medida real de la actuación tomada. También se debe evaluar si el plan de actuación era proporcional al riesgo que se afrontaba.

- La capacidad para integrar los planes de riesgo en el plan de ejecución de proyecto

El éxito en estas actividades permite identificar a la organización su capacidad para gestionar el riesgo en futuros proyectos.

Finalmente y aunque es un tema más complejo, el resultado del análisis de riesgo debe dar información fundamental para la elaboración de futuras propuestas. En la fase de propuesta se realiza un análisis de riesgos preliminar, con unas medidas correctivas. El informe de cierre debe incluir una referencia a dicha fase de trabajo. Esta referencia, que debe evitar convertirse en un traslado de culpas, debe dotar a la organización de información sobre la percepción del riesgo en la fase de propuesta. Con ello, se consigue de nuevo no solo integrar la gestión de riesgos en la dirección y gestión del proyecto, sino en la dirección y gestión de la compañía.

## **6. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS**

Los promotores de los grandes proyectos de ingeniería han modificado sus estrategias para el desarrollo y ejecución de grandes proyectos industriales. El hecho de financiar los proyectos mediante sistemas de Project Finance ha desplazado el foco de atención de los promotores desde la excelencia en las soluciones y detalles técnicos hacia la funcionalidad de la planta. Los sistemas de control y monitorización no se ocupan tanto de asegurar la calidad e idoneidad de las soluciones técnicas, sino de asegurar el cumplimiento del plazo de ejecución y la funcionalidad de la planta.

Este cambio de estrategia modifica los sistemas de contratación, pasando a modelos llave en mano, en los cuales se produce una transferencia de las responsabilidades y riesgos de algunos de los aspectos que tradicionalmente asumían los promotores como parte de su aportación al desarrollo del proyecto:

- Riesgos asociados con las condiciones del emplazamiento, incluyendo los relacionados con las características del suelo.
- Riesgos relacionados con la documentación de partida, que queda limitada a poco más que el tamaño y localización de la parcela en la que se ejecuta el proyecto.
- Riesgos relacionados con la elaboración y obtención de los permisos necesarios para la ejecución del proyecto; permisos de construcción, permisos medioambientales o permisos relacionados con la implantación de edificios pasan a ser responsabilidad del contratista general.
- Riesgos relacionados con las relaciones con terceras partes, tales como aquellas compañías que provén determinados servicios requeridos durante las fases de construcción y operación.

- Se limita la capacidad de realizar variaciones al contrato, mediante la inclusión de cláusulas funcionales como parte de las obligaciones del contratista.

Este cambio de estrategia se combina con el uso de contratos llave en mano en el que se incluyen determinadas obligaciones relacionadas con las obligaciones del promotor con las entidades financieras, que limitan adicionalmente los derechos de los contratistas.

Es decir, los sistemas de ejecución de proyectos han evolucionado hacia sistemas en los cuales las responsabilidades y riesgos que tienen que afrontar los contratistas generales son cada vez mayores.

Estos disponen de sistemas de dirección de los proyectos sofisticados que permiten dirigir, controlar y prever el coste, el plazo, la calidad y la seguridad en todo momento.

Los sistemas de costes permiten evaluar la evolución de los costes comprometidos, incurridos y previstos en todo momento. Los sistemas de planificación permiten realizar complejos análisis sobre la ejecución de trabajos multidisciplinares y evaluar el efecto que posibles cambios, retrasos o adelantos, producen en un programa de ejecución. Los sistemas de calidad han permitido disponer de procesos de ingeniería más fiables, de sistemas de control de calidad durante la fabricación y construcción que reducen el número de errores. La seguridad en la construcción es ahora la primera prioridad de una obra, mientras que se ha producido una mejora sustancial en los procesos para mejorar la seguridad en el diseño.

Los sistemas de gestión de riesgos ha evolucionado en los últimos años, pero su implantación en los proyectos industriales y su integración en la toma de decisiones es todavía mínima.

Se ha propuesto un sistema de gestión de riesgos enfocado a conseguir su integración como elemento clave y transversal en la dirección de proyectos y operaciones.

Este sistema se organiza en varias fases que se desarrollan de manera iterativa a lo largo del ciclo de vida del proyecto:

- Identificación. Se elabora en Plan de Gestión de Riesgos y se identifican los principales riesgos a los que se enfrenta el proyecto, promoviendo la participación de todos los técnicos y especialistas involucrados en el desarrollo del proyecto
- Evaluación cualitativa. Se realiza una evaluación de la probabilidad de ocurrencia de cada caso identificado, sus consecuencias y la capacidad de intervención.
- Categorización. Se realiza una clasificación atendiendo a los resultados de la fase anterior para tomar una decisión sobre los pasos que se deben seguir para gestionar cada uno de los riesgos.
- Evaluación cuantitativa. Se realiza un análisis de las consecuencias de los riesgos para evaluar su efecto sobre el coste, el plazo, la calidad y la seguridad del proyecto.
- Actuación. Se elabora el Plan de Actuación frente a los riesgos, en el cual se deciden las soluciones y estrategias que se llevarán a cabo para anular, mitigar, controlar o contingenciar cada uno de los riesgos.
- Seguimiento. El Plan de Seguimiento de Riesgos elabora de manera periódica informes sobre la evolución de los riesgos y de las actuaciones diseñadas en el punto anterior.
- Cierre. Se elabora un Plan de Cierre de la gestión de riesgos.

Este proceso se desarrolla de manera iterativa en el ciclo de vida del proyecto, en el que el Registro de Riesgos evoluciona y se actualiza de manera periódica aportando información relevante sobre las tendencias y evolución de cada uno de los riesgos y el riesgo general del proyecto.



El sistema también propone una organización específica dentro de la dirección e ingeniería del proyecto para ejecutar estas actividades. La figura del responsable de riesgos del proyecto, del responsable de riesgos corporativo y de los comités de riesgos permite trasladar la información obtenida con el plan de gestión de riesgos a lo largo de la jerarquía de la organización. También asegura que la toma de decisiones se realiza valorando los riesgos asociados a las mismas.

El sistema propone sistemas para integrar los resultados de dicha gestión de riesgos con los trabajos de los cuatro sistemas de gestión que alimentan a la dirección de proyectos: los sistemas de aseguramiento de la calidad, los sistemas de control y aseguramiento de la seguridad y los sistemas de control de proyecto en sus dos vertientes; el control de costes y la planificación.

Finalmente, el sistema propone herramientas para que este proceso forme parte de la dirección de proyectos y la dirección de operaciones y que la toma de decisiones se realiza tomando los resultados de la gestión de riesgos como su principal herramienta.

Se considera la tesis realiza nuevas aportaciones en el análisis de los sistemas de contratación y ejecución de grandes proyectos industriales, analizando la complejidad originada por el rol que toman las nuevas partes interesadas en el desarrollo de los proyectos, tales como las entidades financieras, los promotores privados o los consultores.

También se han analizado e identificado causas por las que esta disciplina no ha tenido la evolución en los procesos de dirección y toma de decisiones a pesar de que los sistemas hayan tenido un enorme desarrollo en los últimos años.

El sistema y recomendaciones propuestas suponen un cambio de enfoque de los sistemas de gestión de riesgos, centrandolo en hacerlos valiosos para la dirección de proyectos y la dirección de operaciones y tratando de asegurar que su información es tomada en cuenta en los procesos de dirección de una manera formal.

Se considera que la tesis propuesta abre nuevas líneas de desarrollo en los siguientes campos de la gestión de riesgos y la organización de proyectos industriales.

- Evaluación de los sistemas de ejecución de proyectos mediante sistemas de contratación de mayor colaboración entre promotores y contratistas, tales como los desarrollos basados en la elaboración de proyectos de ingeniería básica y estimación (Front End Engineering and Design, FEED), y su conversión en proyectos llave en mano.
- Desarrollo de sistemas de gestión de riesgos comunes entre promotores y contratistas en proyectos desarrollados mediante sistemas de contratación de FEED y conversión a proyectos llave en mano.
- Análisis y evaluación de posibles sistemas de colaboración en la fase de desarrollo entre promotores, entidades financieras y contratistas generales para dar valor a desarrollos de proyecto.
- Análisis de sistema de asignación de riesgos en dichos sistemas de colaboración y metodologías de análisis y gestión conjunta de los riesgos
- Análisis de los sistemas de contratación, asignación de riesgos y gestión de riesgos en proyectos contratados bajo la modalidad de construcción y operación.
- Análisis de sistemas de respuesta ante situaciones de crisis (riesgos no identificados) utilizando los sistemas de gestión de riesgos
- Evaluación de la implantación de sistemas de formación en gestión de riesgos dentro de la formación en ingeniería y dirección de proyectos que se imparte en las escuelas de ingenieros industriales; dentro de la estrategia general de formación en los conceptos relacionados con los riesgos.

## **7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

- (1) AENOR, UNE-ISO 21500. "Directrices para la gestión y dirección de proyectos"  
(Norma idéntica a la Norma Internacional ISO 21500:2012)
- (2) AENOR, UNE-ISO 31000. "Gestión del Riesgo. Principios y directrices" (Norma idéntica a la Norma Internacional ISO 31000:2009)
- (3) AENOR, UNE-ISO 31010. "Gestión del Riesgo. Técnicas de apreciación". (Norma idéntica a la Norma Internacional ISO 31010:2009)
- (4) Ávila Lizaranzu, Gonzalo. "Project Finance aplicado a infraestructura y grandes proyectos de inversión real." Instituto de Estudios Bursátiles. 2015
- (5) Boulwood, Brenda. "Governance, Risk and Compliance. 4 key drivers". Global association of risk professionals.
- (6) Caño, Alfredo del. "Project Management y Fabricación". Dyna. Junio 1990
- (7) Chapman, Chris; Ward, Stephen. "Project Risk Management". Wiley. ISBN:0-470-85335-7
- (8) Chapman, Chris. "Project Risk analysis and management – PRAM the generic process". International Journal of Project Management. 0263-7863/97
- (9) Chase / Aquilano. "Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones". Adison-Wesley Iberoamericana. ISBN:0-201-60110-9
- (10) Cohn, M. "Agil Estimating and Planning", 2005
- (11) Cos Castillo, Manuel de. "Teoría General de Proyecto. Volumen II: Ingeniería de Proyecto/Project Engineering". Editorial Síntesis. ISBN: 84-7738-452-5
- (12) Cos Castillo, Manuel de. "Teoría General de Proyecto. Volumen I: Dirección de Proyecto". Editorial Síntesis. ISBN: 97-88-477-383321

- (13) Cos Castillo, Manuel de; Morales Palomino, Sisenando Carlos. "Gestión y control de Proyectos Industriales". UNED
- (14) Díaz de Mera Sánchez, María del Prado; González Gaya, Cristina; Morales Camprubí, Felipe; Rosales Prieto, Víctor Francisco. "Tratamiento de los procesos de gestión de riesgos en enfoques de gestión de proyectos". Congreso Internacional 18 de Dirección e Ingeniería de Proyecto, 2014
- (15) Elkington, Paul; Smallman, Clive. "Managing Project risks: a case study from the utilities sector", International Journal of Project Management. PII:S0263-7863(00)00034-X
- (16) ENAA. "ENAA Model form international contract for power plant construction (Turnkey lump sum basis)", 1996
- (17) Estudio General de la Dirección de Proyectos y el Análisis de las competencias en nuestra industria 2012. [www.pmcollege.es](http://www.pmcollege.es), 2012
- (18) Fan, Chin- Feng; Yu, Yuan-Chang. "BBN-based software project risk management". The Journal of Systems and software. 73(2004)193-203
- (19) FIDIC®. "FIDIC® conditions of Contract for EPC/Turnkey projects". ISBN 2-88432-021-0
- (20) Gainsbury, David. "Proving delay and disruption". Hill International. Madrid, January 2013.
- (21) Goldratt, Eliyahu M. "Cadena Crítica". Ediciones Granica. ISBN 95-064-15-242
- (22) Hatush, Zedan and Skitmore, Martin R. (1997) Assessment and evaluation of contractor data against client goals using pert approach. Construction Management and Economics
- (23) Heredia, Rafael de. "Dirección Integrada de Proyecto – DIP – "Project Management". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. ISBN: 84-7484-108-9.
- (24) HSE "Use of Contractors. A joint responsibility"
- (25) Hubbard, Douglas W. "The failure of risk management". Ed Wiley. ISBN 978-0-470-38795-5
- (26) Koolwijk, JSJ. "Risks shared and allocated by construction clients and contractors in Dutch (hybrid) project alliances"

- (27) Kutsch, Elmar; Hall, Mark. "Deliberate ignorance in project risk management". *International Journal of Project Management*. 28 (2010) 245-255
- (28) Leyenda, Óscar. "Contratos. Open Book Estimate", 2008
- (29) Marcelino-Sádaba, Sara; Pérez-Ezcurdia, Amaya. "Gestión del riesgo en proyectos abordados por PYMES". *Dyna* Septiembre 2010.
- (30) Martínez, Germán; Moreno, Begoña; Rubio, María del Carmen. "Gestión del riesgo en proyectos de ingeniería. El caso del campus universitario PTS Universidad de Granada (España)". *Dyna*, ISSN: 0012-7533
- (31) Mateos Perera, Jesús. "La programación en la construcción. El PERT en versión completa". Bellisco Ediciones. ISBN: 84-95279-77-0
- (32) Matotek, Marija; Regodic, Dusan. "Gestión del riesgo de los recursos humanos en la cadena de suministro". *Dyna*, diciembre 2011
- (33) Mena-Nieto, Ángel. "UNE-ISO 21500, una oportunidad para aplicar buenas prácticas en dirección de proyectos en España". *Dyna* Junio 2013
- (34) Morales Palomino, Sisenando Carlos. "Diseño de Plantas Industriales". Editorial UNED. ISBN: 978-84-362-6271-1
- (35) Morcillo-Bellido, Jesús; Duran-Heras, Alfonso. "¿Qué podemos aprender de las empresas que tiene éxito en las alianzas?". *Dyna*, Enero-Febrero 2015.
- (36) Nieto-Morote, A; Ruz Vila, F. "A fuzzy approach to construction Project risk assessment". *International Journal of Project Management*. 29 (2011) 220-231
- (37) Otero-Mateo, Manuel; Pastor-Fernández, Andrés; Portela-Núñez, JoséManuel. "La creación de valor a través de la Dirección y Gestión de Proyectos". *Dyna* Enero-Febrero 2015
- (38) Oyarzún, Carolina; Nikulin, Christopher; Cortés, Nicole. "Propuesta de estrategia de empoderamiento basado en análisis causa-raíz y teoría inventiva de resolución de problemas". *Dyna*, 2012.
- (39) Pastor-Fernández, Andrés; Otero-Mateo, Manuel; Portela-Núñez, José Manuel; Repeto-García, David; Viguera-Cebrián, José Luis; Arcos-Reina, Álvaro. "Análisis crítico del estándar internacional ISO 21500:2012, de guía en la Dirección de Proyectos". *Dyna* Julio-Agosto 2013.

- (40) Price, David. "Commercially important FIDIC clauses". Presentation Madrid, March 2014.
- (41) Price, David A. "Construction and Engineering Claims". October 2003
- (42) Prince2. Projects in controlled environments
- (43) Project Management Institute. "A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide) 5<sup>th</sup> Ed", 2013
- (44) Project Management Institute. "Practice Standard for Project Risk Management". ISBN: 978-1-933890-38-8
- (45) Rebollar-Rubio, Rubén; Lidón-López, Iván; Pérez Cebrián, Alfonso. "Identificación de causas de riesgo en la gestión de grandes proyectos de construcción en España". Dyna Noviembre-Diciembre 2012.
- (46) Rebollar Rubio, Rubén; Lidón López, Iván; Pérez Cebrián, Alfonso. "Hacia un nuevo enfoque en la gestión de riesgos. La importancia del tratamiento de las causas de riesgo". Congreso Internacional 18 de Dirección e Ingeniería de Proyecto, 2014
- (47) Sapag Chain, Nasir. "Evaluación de proyectos de inversión en la empresa". Prentice Hall. ISBN: 987-9460-19-7
- (48) Senge, Peter M. "La Quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje". Granica. ISBN: 84-7577-351-6
- (49) Solbes Mira, Amador; Leyenda, Óscar. "Contratos Open Book Estimate". Julio 2011
- (50) Thamhain, H; Wilemon, D. "La dirección Eficaz de proyectos. Liderazgo y resolución de conflictos". Ediciones COTEC, 1996
- (51) Vose, David. "Risk Analysis. A quantitative guide". Wiley. ISBN: 978-0-470-51284-5
- (52) Wallace, Linda; Keil, Mark; Rai, Arun. "Understanding software project risk: a cluster analysis". Information and Management
- (53) Williams, TM. "Empowerment vs risk management". International Journal of Project Management. 0263-7863/97.
- (54) Wright, Graham. "ABN Amor. Risk Management". Presentation October 2006

- (55) Zou, Patrick. X.W; Zhang, Guomin; Wang, Jia-Yuan. Identifying Key Risks in Construction Projects: Life Cycle and Stakeholder Perspectives

Páginas web:

[www.acuityrm.com](http://www.acuityrm.com)

[www.aepro.com](http://www.aepro.com)

[www.apm.org.uk](http://www.apm.org.uk)

[www.ecrionline.org](http://www.ecrionline.org)

[www.ena.or.jp/EN](http://www.ena.or.jp/EN)

[www.fidic.org](http://www.fidic.org)

[www.ft.com](http://www.ft.com)

[www.forbes.com](http://www.forbes.com)

[www.ibtimes.com](http://www.ibtimes.com)

[www.ipaglobal.com](http://www.ipaglobal.com)

[www.oracle.com](http://www.oracle.com)

[www.palisade.com](http://www.palisade.com)

[www.pmi.org](http://www.pmi.org)

[www.prince2.com](http://www.prince2.com)

[www.reprisk.com](http://www.reprisk.com)

[www.revistadyna.com](http://www.revistadyna.com)

[www.riskby.com](http://www.riskby.com)

[www.riskreasoning.co.uk](http://www.riskreasoning.co.uk)

[www.theirm.org](http://www.theirm.org)

**Anexo 1. Listas de chequeo de riesgos en función de la disciplina**

Mercado	El estudio de mercado ha identificado potenciales riesgos
	Los competidores están trabajando en plantas similares a la nuestra
	Las materias primas son accesibles en el mercado
	Las materias primas se comercializan en un mercado transparente y fiable
	La fiabilidad del precio de las materias primas
	Los productos se comercializan en un mercado transparente
	El mercado cuenta con sistema de protección entre competidores
	El mercado acepta la entrada de un nuevo jugador (si el promotor es un nuevo jugador)
Viabilidad técnica	Existen tecnologías disponibles
	Nos encontramos con un tamaño de planta dentro de los niveles de plantas existentes con referencias
	Es posible adquirir la tecnología que se requiere
Viabilidad económica	Identificación y análisis de los riesgos obtenidos en el estudio de viabilidad económica: valores con mayor nivel de sensibilidad
	Existen otros modelos para realizar la evaluación económica
Ingeniería conceptual	Existe tecnología probada para la planta que queremos construir
	Ha habido problemas de falta de fiabilidad en plantas similares a la que vamos a construir



Proceso- licencia	Existen licencias con suficientes referencias similares a la que vamos a construir
	El tamaño de la planta se adapta al de la tecnología existente
	Número de empresas que son capaces de proveer tecnología de proceso para la planta
	Los licenciantes están dispuestos a vender su tecnología a un nuevo promotor
	Las garantías del licenciante están de acuerdo con las de mercado
	Fiabilidad del proceso, experiencias y número de referencias previas
Ingeniería básica	La empresa que va a realizarla dispone de experiencia en plantas similares
	Si existe licenciante, grado de involucración del licenciante en la ingeniería básica
	Si existe licenciante, el periodo de tiempo de comprobación de la empresa de ingeniería básica es suficiente
	Comunicación adecuada entre licenciante y compañía que realiza la ingeniería básica
Área civil	Las condiciones del suelo son conocidas o desconocidas
	Existe posibilidad de encontrar materiales contaminados en la parcela
	Existe posibilidad de encontrar restos arqueológicos, bombas u otros objetos en la parcela
	Los códigos de diseño del país son conocidos por las empresas que desarrollan el proyecto civil y por los subcontratistas

	Se conocen el sistema de aprobaciones que rige en el lugar donde se desarrolla el proyecto
Estructuras	Se conocen el sistema de aprobaciones que rige en el lugar donde se desarrolla el proyecto
	Los códigos de diseño del país son conocidos por las empresas que desarrollan el proyecto de estructuras
	Existen fabricantes de estructura prefabricada con sistemas de cálculo adecuados
Arquitectura	Se conocen el sistema de aprobaciones que rige en el lugar donde se desarrolla el proyecto
	Los códigos de diseño del país son conocidos por las empresas que desarrollan el proyecto de estructuras
	Se espera un diseño similar al de edificaciones industriales del entorno próximo
Urbanización	Se conocen el sistema de aprobaciones que rige en el lugar donde se desarrolla el proyecto
	Los códigos de diseño del país son conocidos por las empresas que desarrollan el proyecto de estructuras
	Se conocen los criterios de diseño en cuanto a lluvias medias y máximas en periodos de tormenta
	Se espera un diseño similar al de edificaciones industriales del entorno próximo
	Los puntos de vertido de los drenajes de pluviales son conocidos
	Se conocen las escorrentías de la zona y la posibilidad de que la parcela quede inundada por agua procedente del exterior

Ingeniería de proceso	La ingeniería tiene experiencia en el desarrollo del proceso de este tipo de planta
	El proceso que se va a utilizar ha sido probado
Ingeniería mecánica	Los códigos de diseño y fabricación de los componentes a presión son conocidos por la ingeniería
	Requisitos de marcado CE para equipos a presión y para tuberías
	Requisitos de sello ASME para equipos a presión
	Los códigos locales de diseño de tuberías y recipientes a presión son conocidos
Ingeniería eléctrica	Los códigos de diseño de los sistemas eléctricos son conocidos por la ingeniería
	Requisitos para la certificación para materiales y componentes eléctricos
	Requisitos para el marcado CE para equipos y componentes
	Los requisitos de diseño y certificación de cables son conocidos por las partes involucradas
	Se conocen los requisitos impuestos por los operadores de la red eléctrica
	Se conocen los requisitos de la normativa electrotécnica de baja, media y alta tensión
Ingeniería de Instrumentación y control	La arquitectura de control responde a un sistema probado en el pasado
	Existe interés en el promotor por disponer de un sistema de control similar al de otras de sus plantas

	Los sistemas de comunicación entre sistemas de control son conocidos y probados
Equipos principales	Los proveedores de equipos y maquinaria de proceso son accesibles y operan en un mercado abierto
	Estos proveedores disponen de maquinaria de la capacidad que requiere nuestra planta industrial, probada en proyectos anteriores
	La maquinaria dispone de las certificaciones adecuadas para operar en el país de la planta industrial
	Los plazos de fabricación de esa maquinaria son compatibles con los de la planta industrial
	Se requiere realizar reservas de equipos o materiales previos a la decisión de invertir
	Se disponen de los sistemas de calidad e inspección adecuados para hacer cumplir a los fabricantes de equipos
	Conocemos los resultados de funcionamiento en plantas industriales similares.
	Se conoce el sistema de certificación de equipos, marcado CE, ASME, etc.
Otros equipos de la planta	Se conocen los códigos de diseño y fabricación de los equipos
	Se dispone de mercados de adquisición adecuados
Materiales	Se conocen los códigos de diseño y fabricación requeridos para los materiales
	Se conoce el mercado de fabricación y distribución de productos
	Los plazos de entrega se adaptan a los requisitos del proyecto

Logística	Se conocen las rutas de acceso al emplazamiento: carretera, pluvial, marítima, ferrocarril, etc.
	Se conocen si existen restricciones durante determinados meses del año: tormentas, nieve, inundaciones, etc.
	Se conocen los permisos requeridos para llevar el material y equipos al emplazamiento
	Se conocen los niveles de tasas, aduanas e impuestos que deben pagar los materiales y equipos en función del lugar de importación
	La gestión en las aduanas responde a unas reglas fijas y transparentes
Subcontratistas	Se conocen los subcontratistas que operan en el área donde se desarrolla el proyecto
	El mercado de subcontratistas es abierto y transparente
	Existe mano de obra en cantidad y cualificación suficiente para llevar a cabo el proyecto
	Existen supervisores de cualificación adecuada para liderar y supervisar el trabajo
	Conocemos las previsiones de comportamiento del mercado de construcción, con posibles aumentos, bajadas, etc.
	Se conoce si se requiere utilizar subcontratistas de otros países
	Se conocen las leyes laborales que regulan la entrada de trabajadores procedentes de otros países
	Se conoce y se sabe cómo gestionar las relaciones con los sindicatos del país
Puesta en marcha	Se conocen las empresas adecuadas para realizar las labores de puesta en marcha de la planta

	Se conocen los procedimientos que se deben seguir
	Se han identificados las pruebas que se deben realizar durante las pruebas y puesta en marcha para cumplir con la ley y reglamentos
	Se conoce la capacidad de especialistas en puesta en marcha en el mercado del país
	Se conoce la capacidad de los proveedores de equipos principales de disponer de personal formado para poner en marcha los equipos principales
	Se conoce la disponibilidad de personal de otros proveedores
	Los tiempos requeridos son compatibles con los del proyecto
	Hay experiencias en puestas en marcha de plantas similares
Seguimiento de garantías	Se conocen los requisitos de repuestos requeridos: para la puesta en marcha y los “capitales” para la operación de los primeros años
	Los proveedores disponen de empresas capaces de dar servicio en el área de la planta industrial
	Sabemos si se requiere un equipo específico durante el periodo de garantía para dar seguimiento a los puntos pendientes
	Conocemos el sistema de transporte requerido para llevar materiales urgentes a la planta industrial en caso de avería
Operación	Se conoce cómo se va a organizar el sistema de definición de manuales de operación: ingenierías, contratistas, fabricantes, etc.

	Se conoce cómo se va a organizar el sistema de definición de requisitos relacionados con materiales consumibles: grasas, aceites, productos químicos, etc.
	Se ha definido la estrategia para realizar la operación: personal propio, parte del llave en mano, empresas externas, fabricantes, etc.
	Se conoce la cantidad y cualificación del personal para realizar la operación
	Se ha definido el sistema de formación requerido y la estrategia a emplear para llevarlo a cabo
Mantenimiento	Se conoce cómo se va a organizar el sistema de definición de manuales de mantenimiento: ingenierías, contratistas, fabricantes, etc.
	Se ha definido la estrategia para realizar el mantenimiento: personal propio, parte del llave en mano, empresas externas, fabricantes, etc.
Seguridad (laboral), "safety"	Se conocen los códigos aplicables en el país
	Se conocen las restricciones para la participación de empleados de países diferentes
	Se conocen los sistemas de formación que se van a emplear
	Se ha definido los parámetros básicos de cumplimiento de seguridad para todos los participantes
	Se dispone de su sistema de auditoría y seguimiento adecuados
	Los subcontratistas pueden cumplir con los parámetros que se van a especificar

	Existe personal de seguridad cualificado en el emplazamiento
	Se han definido los idiomas en los que se comunicarán todos los temas relacionados con la seguridad
Medio ambiente	Se conocen los requisitos medioambientales del lugar para construir una planta industrial
	Se ha definido la estrategia para realizar un estudio de impacto ambiental
	Se conocen las leyes aplicables
	Se han analizado los posible cambios normativos que afecten a la futura operación de la planta
	Se han revisado las recomendaciones del Banco Mundial para industrias de este tipo
	Se han analizado las condiciones de operación de plantas similares en materia de medio ambiente
Planificación	Se han analizado los plazos globales de ejecución
	Se ha identificado el o los caminos críticos
	Se dispone de experiencia en la definición de las secuencias de los principales trabajos del proyecto
	Se ha analizado la fecha de entrega de los equipos principales
	Se ha analizado las necesidades de servicios requeridas por fabricantes o montadores para hacer su trabajo y la fecha requerida
	Se han analizado los plazos de montaje dentro del camino crítico
	Se han analizado la duración y secuencia de las pruebas necesarias para obtener la aceptación de la planta



Costes	Se dispone de un presupuesto con un nivel de detalle que permite definir los recursos económicos disponibles para cada tarea
	Se han asignado valores de incertidumbre a los equipos de los que se tienen menor conocimiento
	Se ha definido una contingencia adecuada para el conocimiento del proyecto
	Se conoce la previsión de crecimiento de precios de las materias primas
	Se conoce la previsión de crecimiento del precio de los equipos principales
	Se ha analizado las previsiones de trabajo de construcción y mercado en el área del proyecto y evaluado las variaciones del precio de la mano de obra
Calidad	Se conocen los requisitos mínimos legales para este tipo de planta en materia de calidad
	Se han definido los códigos aplicables y reglamentos locales
	La empresa de ingeniería está familiarizada con estos sistemas
Seguridad (riesgo personas y materiales); "security"	Se ha realizado un análisis de peligrosidad del área
	Se ha analizado la posible presencia de grupos peligrosos cercanos a la planta industrial
	Se ha negociado con los participantes para que haya aceptación social a la planta industrial

	Se ha definido la estrategia de seguridad: uso de fuerzas militares, ayuda del gobierno del país, fuerza privada, etc.
Financiero	Se conocen los modelos de simulación de operación de plantas similares
	Se conocen los principales inversores interesados en este mercado (país y tipo de planta)
	Se ha contactado con las agencias estatales de países interesados en exportar (ECAs de los países) para facilitar la obtención de capital
Fiscal	Se conocen los requisitos fiscales del país
	Se ha explorado los posible beneficios fiscales aplicables durante la construcción, operación con las autoridades pertinentes
	Se ha negociado con las autoridades las condiciones especiales de importación de determinados materiales (exenciones de aduanas a la importación)
	El grado de conocimiento de temas fiscales por los participantes es el adecuado
Administrativo	Se conocen los trámites administrativos requeridos de cara a la realización de la construcción: licencias, permisos, etc.
	Se conocen los trámites administrativos requeridos de cara al permisos de operación comercial de la planta: licencias, permisos, etc.
	Se tiene una estrategia clara para llevar a cabo los diferentes permisos: responsabilidades
	Se dispone de empresas capaces de llevarlo a cabo

Legal	Se conocen las leyes y reglamentos aplicables para este tipo de planta
	Se ha determinado cómo se van a asignar entre contratistas, ingenierías, etc. La asignación de responsabilidades relacionadas con las leyes
	Se conocen posibles cambios de leyes previstas por autoridades locales, nacionales o internacionales relacionados con la planta
	Se ha decidido cómo asignar el riesgo asociado con el cambio en estas leyes
Contractual	Se ha definido la estrategia y tipos de contratos para llevar a cabo el proyecto
	Está clara la distribución de responsabilidades en los contratos
	Se han definido la distribución de riesgos entre los participantes en los contratos
	Existe la capacidad de modificar el contenido y distribución de riesgos y responsabilidades en los contratos
Comercial	Se ha definido la estrategia de ejecución del proyecto: varios contratistas, un único contratistas, llave en mano, etc.
	Se ha definido la estrategia de reparto de responsabilidades y riesgos para esta estrategia
	El mercado de empresas acepta esta estrategia y se encontrarán empresas dispuestas a trabajar
	Se ha definido el concepto de los principales contratos y sus principios básicos
	Se ha definido la relación entre negocio, rentabilidad y condiciones comerciales a aplicar

**Anexo 2. Listas de chequeo en función del participante**

El promotor	El promotor dispone de experiencia desarrollando proyectos similares a este
	Si el promotor son varios socios, analizar si los intereses de las empresas son comunes
	Se conoce la capacidad del promotor para negociar con terceras partes: autoridades, financieros
	Disponen de garantía económicas suficientes para llevar a cabo el proyecto
	Disponen de una sociedad matriz que garantiza el proyecto
El tecnólogo	Dispone de experiencias en la tecnología en cuestión y para la capacidad probada
	Se conocen los puntos fuertes y débiles de su tecnología
	Cumple con los plazos acordados
	Tiene capacidad para resolver problemas aparecidos durante la puesta en marcha
La ingeniería del promotor	Dispone de experiencia en la tecnología empleada en la planta
	Tiene capacidad de personal para afrontar los trabajos
El consultor para desarrollo de permisos	Dispone de experiencia en las plantas en cuestión
	Conoce los documentos demandados para obtener la aprobación de cada permiso
	Conoce a los responsables de evaluar los documentos técnicos relacionados con permisos

	Tiene capacidad de comunicación directa con las administraciones competentes
El asesor legal del promotor	Tiene experiencia con las reglas del sector en cuestión es decir, con los que es aceptable en el mercado y lo que no es aceptable
	Tiene interés en la negociación rápida
Las entidades financieras	Tiene experiencia en la tecnología y en el mercado en cuestión
	El proyecto está dentro de sus límites para dicho sector o para dentro de dicha área geográfica
	Son capaces de atraer a organismos de desarrollo para la exportación, ECAs
Los asesores financieros de promotor	Pueden acceder a inversores interesados en la tecnología en cuestión
	Conocen los modelos utilizados para evaluar las inversiones
	Son capaces de atraer a organismos de desarrollo para la exportación, ECAs
El consultor técnico de la entidad financiera	Conoce la tecnología en cuestión
	Dispone de alcance suficiente para poder evaluar los riesgos asociados a la inversión
	Su opinión es respetada dentro del sector, considerándose garantía para la entrada de posibles inversores externos
	Su alcance y manera de intervenir en el proyecto puede influir en los plazos de ejecución del proyecto

El contratista general o cada uno de los socios que forma la JV o Consorcio que ejerce como contratista general	Tiene experiencia en la ejecución de proyectos de este tipo
	Tienen solvencia económica para afrontar el proyecto en cuestión, o disponen de garantías de su sociedad matriz
	En caso de ser varios socios, disponen de sistemas dentro de su acuerdo que facilitan y agilizan la toma de decisiones
	En caso de ser varios socios, tienen capacidad para trabajar conjuntamente y lo han hecho en el pasado con éxito
	En caso de ser varios socios, se conocen los sistemas que tiene para repartirse el trabajo del proyecto
	En caso de ser varios socios, son responsables conjuntos y solidarios para la ejecución del proyecto
	Tienen capacidad de negociación y presión con sus subcontratista: ingenierías, proveedores, subcontratistas, etc.
La ingeniería del contratista general	Tiene experiencia en la tecnología de la planta y en el país en el que se realiza el proyecto
	Dispone de capacidad suficiente para realizar el proyecto en cuestión en los plazos demandados
	Conoce los códigos y normas aplicables en el proyecto y en el país en cuestión
	Conoce al promotor de proyectos anteriores
	Ha trabajado con el licenciante en plantas anteriores
	Conoce a los proveedores de equipos principales

Los proveedores principales	Han fabricado equipos y componentes de características parecidas en el pasado
	Tiene capacidad de producir en el plazo demandado por el proyecto
	Su carga de trabajo les permite asimilar nuevos contratos
	Disponen de un sistema de calidad compatible con el requerido por el proyecto
	Tienen capacidad para obtener las certificaciones demandadas en el país y proyecto
	Tienen experiencia trabajando con otros participantes en el proyecto: promotor, ingeniería, contratista, etc.
	Disponen de un sistema de postventa adecuado en la región o el país en el que se realiza el proyecto
	Disponen de capacidad para realizar trabajos de puesta en marcha en la región o el país del proyecto
	Son fiables financieramente
Los subcontratistas	Existen un mercado de subcontratistas fiables en la región del proyecto
	La carga de trabajo prevista en la región permite la ejecución de nuestro proyecto
	La mano de obra en la región tiene la cualificación requerida y se dispone de suficiente mano de obra
	Los subcontratistas son fiables financieramente
	Se dispone de medios materiales para desarrollar los trabajos: grúas, maquinaria, etc.
	Los suministros de hormigón son fiables
	Los suministros de otros materiales de construcción son fiables

Los responsables de operación	Se ha definido adecuadamente la estrategia de operación
	Las empresas consideradas para realizar la operación disponen de personal capacitado en el área o región
	Existen procedimientos adecuados para realizar la operación
Los responsables de mantenimiento	Las empresas consideradas para realizar la operación disponen de personal capacitado en el área o región
	Existen procedimientos adecuados para realizar la operación
Autoridades	Las autoridades han definido adecuadamente los pasos necesarios para obtener los permisos para realizar la construcción y la operación de la planta
	Disponen de organismos independientes para evaluar la información técnica aportada
	Disponen de personal cualificado para evaluar la información facilitada
	Existencia de conflictos políticos relacionados con la construcción de la planta o de plantas similares del sector
	Existencia de planes para cambiar la regulación de las condiciones de operación en el sector
Las asociaciones sociales	Conocimiento del proyecto y del impacto que este produce en el medio social
	Conocimiento del impacto medioambiental producido por la planta
	Existencia de organizaciones sólidas, con medios de intermediación, para negociar posibles conflictos
Los organismos de certificación	Existen suficientes organismos de certificación en el área de trabajo



	Se conocen los requisitos legales y contractuales relacionados con la certificación de equipos y materiales
--	---

**Tabla. Listas de chequeo en función de la influencia del entorno**

Social	El proyecto es conocido socialmente, con los impactos, positivos y negativos que genera en el entorno social local y regional
	Los medios de comunicación trasladan información objetiva sobre el proyecto, tanto ventajas e inconvenientes
	Se ha analizado el impacto sobre el mercado de trabajo local y regional; tanto durante las fases de construcción como en la operación comercial
	Se han negociado unos cupos de puestos de trabajo para ser realizados por personal local, regional o nacional
	Se dispone de sistemas de formación de mano de obra que pueden ayudar al proyecto en cuestión
	Existen grupos de apoyo y/o grupos de oposición a la realización del proyecto
Político	El proyecto es conocido en el entorno político, con los impactos, positivos y negativos que genera para la sociedad
	Los partidos políticos han hecho del proyecto una razón de confrontamiento o lo afrontan sin disputas
	Los partidos políticos evalúan adecuadamente el impacto sobre los medios social, económico, laboral y medioambiental producidos por el proyecto
	Los políticos pueden influir en la obtención de permisos clave para la construcción y/o operación de la planta
Económico	Se ha evaluado correctamente el impacto económico del proyecto tanto en los mercados de trabajo como de materias primas y productos

	La información del proyecto es conocida por los grupos de interés económico
	Existen grupos de interés económico favorables o en contra de la ejecución del proyecto
Medioambiental	Se ha realizado un estudio de impacto medioambiental fiable, que determina correctamente las afecciones al medio producidas
	Los efluentes producidos por la planta cumplen con los requisitos legales establecidos
	Se han tenido en cuenta las recomendaciones del Banco Mundial en cuanto a emisiones y efluentes
	Se han analizado posibles alegaciones sobre las conclusiones del estudio de impacto medioambiental
	Se han analizado posibles cambios normativos que afecten a temas medioambientales
	Se han tenido en cuenta espacios para posibles requisitos futuros medioambientales en el diseño de la planta
	La tecnología para cumplir con posibles cambios en los requisitos medioambientales está madura
Entorno industrial	Interés de las empresas regionales en la construcción de una nueva planta industrial
	Aceptación del mercado (competidores, proveedores de materias primas, etc.) de la nueva planta
	Estado del mercado del entorno: previsión de nuevos proyectos, ampliaciones de capacidad, etc.

**Formato de Lista de chequeo en fase de propuesta**

Promotor	Tipo de promotor, Consorcio, JV
	Estado financiero del promotor
	Garantías de pago del promotor
País del proyecto	Riesgos asociados con el país
Obligaciones del Promotor	Comprobación de las obligaciones del promotor: datos de partida
	Condiciones de acceso al emplazamiento
	Responsabilidad sobre las condiciones del emplazamiento
	Definición de otras obligaciones
Pagos	Forma de pago y plazos para ejecutar los pagos
	Retenciones, disposiciones para recuperar las retenciones
	Monedas de pago
	Derechos a escalación y variación de precios
	Derechos de suspensión
	Derechos de resolución
Avales y garantías	Avales de fiel cumplimiento
	Avales de anticipos de pago
	Avales de garantía
	Otros avales
Emplazamiento	Condiciones del emplazamiento. Información aportada y responsabilidades asociadas
	Contaminación y otros riesgos medioambientales

	Condiciones meteorológicas extremas
	Información disponible sobre las condiciones del suelo
Datos de partida	Información aportada por el promotor. Responsabilidad sobre la información
Permisos	Requisitos relacionados con los permisos
Terceras partes	Responsabilidades relacionadas con la gestión de las terceras partes
Variaciones al contrato	Posibilidad de variaciones al contrato
	Posibilidad de ordenar modificaciones al contrato
Ejecución del proyecto	Estrategia de ejecución del contrato
	Socios posibles
Ingeniería	Aplicación de códigos especiales
	Sistemas o elementos singulares
	Cumplimiento de códigos locales
	Información aportada por el promotor, uso de licencias
Equipos y materiales	Existencia de equipos de suministrador definido
	Limitaciones en listas de vendedores
	Equipos novados o equipos free issue material
	Requisitos de compra de equipos y materiales localmente. Restricciones
	Aduanas, aranceles, restricciones y costes asociados
	Dificultades relacionadas con el transporte de equipos y materiales

Construcción	Definición de la estrategia de subcontratación
	Existencia de subcontratistas seleccionados por el promotor
	Limitaciones en listas de subcontratistas
	Requisitos de subcontratación localmente. Restricciones
	Relaciones con sindicatos locales
	Estado del mercado de construcción local
	Requisitos de las instalaciones temporales
	Posibilidades de expatriación de personal de supervisión de construcción
	Disponibilidad de mano de obra en el entorno de la obra
Impuestos	Impuestos locales aplicables para materiales y equipos
	Impuestos para los expatriados
Contrato - Responsabilidades	Comprobación del límite de responsabilidad
	Comprobación de la exclusión de daños consecuenciales
Seguros	Responsabilidades para la contratación de los seguros
Penalizaciones técnicas	Comprobación de las penalizaciones técnicas por incumplimiento
	Comprobación del límite de cada penalización técnica
	Comprobación del límite global de las penalizaciones técnicas
	Comprobación de los valores mínimos de aceptación técnica
Penalizaciones por retraso	Comprobación de las penalizaciones por retraso

	Comprobación del límite global de las penalizaciones por retraso
Penalizaciones por fiabilidad	Comprobación de las penalizaciones por falta de fiabilidad
	Comprobación del límite global de las penalizaciones por falta de fiabilidad
Penalizaciones	Comprobación del límite global de penalizaciones
Transferencia de riesgos	Definición de aceptación provisional
	Condiciones para la aceptación provisional, existencia de aceptación provisional tácita
Garantía	Duración del periodo de garantía
	Obligaciones durante el período de garantía
Operación y mantenimiento	Requisitos de operación y mantenimiento
	Requisitos de operación previos a la aceptación provisional
	Garantías relacionadas con la operación
	Suministro de repuestos, responsabilidades