

# Gestión de proyectos.

**Juan Luis Rubio Sánchez** ■



**Ediciones**  
**CEF.-**





# Gestión de proyectos.

**Juan Luis Rubio Sánchez**

Profesor de la UDIMA

**DEF.-**

Esta obra es fruto del análisis y de los estudios, estrictamente personales, del autor.

Los comentarios que se efectúan a lo largo de este libro constituyen la opinión personal del autor. El autor no aceptará responsabilidades por las eventualidades en que puedan incurrir las personas o entidades que actúen o dejen de actuar como consecuencia de las opiniones, interpretaciones e informaciones contenidas en este libro.

*«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra ([www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com); 91 702 19 70 / 93 272 04 47)»*

© Edita: CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS  
ISBN: 978-84-454-4436-8

Entidad certificada por:



# Sumario

Prólogo .....	7
Capítulo 1. Introducción a la dirección de proyectos .....	9
Capítulo 2. Actividades de la dirección de proyectos .....	33
Capítulo 3. La gestión de la coordinación de actividades .....	53
Capítulo 4. La gestión de la definición del proyecto .....	75
Capítulo 5. La gestión del tiempo en el proyecto .....	95
Capítulo 6. La gestión de costes en el proyecto .....	129
Capítulo 7. La gestión de calidad en el proyecto .....	153
Capítulo 8. La gestión de personas y recursos en el proyecto .....	179
Capítulo 9. La gestión de la comunicación y la información en el proyecto .....	197
Capítulo 10. La gestión de los riesgos en el proyecto .....	213
Capítulo 11. La gestión de compras y de los proveedores en el proyecto .....	245
Índice sistemático .....	259



# Prólogo

La gestión de proyectos ha sido desde hace tiempo una de las disciplinas más estudiadas. Todo proyecto lo podemos caracterizar por el tiempo y los recursos que contamos para llevarlo a cabo, así como por la definición y el alcance del mismo. La correcta gestión del tiempo y los recursos es la que permite alcanzar los objetivos definidos. Esta simple noción de gestión de proyectos ha ido haciéndose cada vez más compleja en tanto los proyectos se han hecho de mayor envergadura, más sofisticados y en entornos más inciertos y ambiguos. Esto ha obligado a la incorporación, en la gestión de los proyectos, de otras actividades tales como la gestión de proveedores, la gestión de riesgos, la gestión de la comunicación o la gestión de personas.

Si nos fijamos en proyectos realizados en las diferentes civilizaciones (egipcios, romanos, griegos...), las obras civiles a desarrollar tenían como promotor al propio imperio y como mano de obra, generalmente, esclavos. Es decir, se hacían proyectos en un marco de ausencia de competidores y con una disponibilidad de recursos muy elevada. Sin embargo, hoy día, los proyectos que se hacen son sometidos a la criba de la competencia (entre empresas) y a la optimización de los recursos disponibles. Esto hace de la gestión el puntal sobre el que se asienta la culminación exitosa de los proyectos.

El presente manual trata de abordar los principales elementos que se deben considerar para gestionar globalmente un proyecto: alcance, tiempo y coste como cuestiones clave para alcanzar el éxito, pero también los recursos humanos, las comunicaciones, los riesgos, la calidad y los proveedores. En cada una de estas áreas se explica qué hay que gestionar, así como las principales herramientas con que cuenta el jefe de proyecto para su desarrollo.

En el capítulo 1 se hace una presentación de conceptos básicos tales como proyecto, programa o portfolio y se adentra en las etapas y fases de un proyecto.

En el capítulo 2 se aborda el modelo de gestión por procesos, así como los grupos de procesos que se han de considerar en todo proyecto. Este modelo se completa en el capítulo 3 con el estudio de la integración de los diferentes grupos de procesos antes mencionados.

A partir del capítulo 4 nos adentramos en los principales elementos a gestionar: alcance, tiempo, costes, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos y proveedores. Cada uno de los capítulos en los que se desarrollan estos temas contiene ejemplos que facilitan la comprensión de las herramientas que se han de emplear.

El manual está orientado para un curso cuatrimestral sobre gestión de proyectos y permite adquirir los conocimientos necesarios para desarrollar la labor de jefe de proyecto. Igualmente, deja al lector en disposición de comprender y abordar posibles certificaciones sobre gestión de proyectos, tales como las que se expiden en el PMI®.





## Introducción a la dirección de proyectos

### Objetivos del capítulo

La dirección de proyectos en cualquier ámbito de la ingeniería es una actividad que requiere conocer las características de la organización que desarrollará el proyecto, las características del entorno en que este se desarrolla y las técnicas de gestión de cada uno de los elementos (comunicaciones, costes, plazos...) que conforman el proyecto.

En este capítulo se pretende introducir al lector en la gestión y dirección de proyectos. Se plantearán inicialmente las principales definiciones que manejaremos a lo largo del manual y se expondrán cuáles son los factores endógenos y exógenos a la organización que afectan directamente a la ejecución de un proyecto. Se verá qué son los recursos, bienes y activos que ha de conjugar un director de proyecto para tener éxito y se analizarán los distintos tipos de organización y su adaptación a la realización de proyectos.

El conocimiento de estas definiciones, así como dichos factores, resultan indispensables para la comprensión del marco conceptual en que se desenvuelven los grandes proyectos de ingeniería.

## 1. Introducción

Para comprender la necesidad de aprender sobre la gestión de proyectos es preciso retrotraerse en el tiempo para comprobar que a lo largo de la historia el hombre ha pretendido siempre realizar empresas de gran calado. Algunos ejemplos de ello los tenemos en las pirámides de Egipto, las grandes obras civiles de la civilización romana o la muralla china. Evidentemente, en el pasado, casi todas las gestas tenían que ver con obras para la sociedad civil, obras de carácter religioso o bien guerras o conquistas. Sin embargo, este tipo de actividades se desarrollaban en un marco social jerárquico muy establecido y sobre todo muy distinto al actual, en el que los recursos eran aportados por el Estado bajo la autoridad del faraón, del César o del máximo mandatario correspondiente y la mano de obra se obtenía básicamente de esclavos. Este detalle es importante porque en la actualidad los grandes proyectos se suelen sufragar también por Estados o por empresas, pero la ejecución suele corresponder a terceras entidades que establecen un marco de relación con la parte contratante que fija las condiciones de realización de la actividad. Esto hace que las terceras entidades ejecutoras del proyecto compitan entre sí por hacer el proyecto en el tiempo establecido, con los recursos adjudicados y con la calidad acordada. Este entorno de competencia es el que ha obligado a las compañías desarrolladoras de proyectos a mejorar las técnicas de gestión de proyectos, siendo esto el germen de lo que hoy conocemos como *dirección de proyectos*.

Todos tenemos una noción acerca de lo que significa un proyecto, sin embargo, es preciso establecer una serie de definiciones que acoten el significado.

Un *proyecto* es el esfuerzo o trabajo que se debe desempeñar de forma limitada en el tiempo para la creación de un producto, la prestación de un servicio, la consecución de un resultado único o la consecución de un intangible medible.

Analicemos cada una de las partes de esta definición. En primer lugar, tenemos que un proyecto representa un esfuerzo o trabajo y es esta característica la que hace que la gestión de proyectos sea intrínsecamente compleja: el trabajo representa una actividad sujeta a múltiples parámetros, unos objetivos y otros subjetivos. Por ello la medición de la cantidad de trabajo y, por ende su gestión, es complicada.

En segundo lugar, debemos prestar atención al aspecto de la limitación en el tiempo, todo proyecto tiene un inicio y un fin en el tiempo, aunque el proyecto puede durar décadas como, por ejemplo, planear un viaje a Marte. La delimitación temporal o más, específicamente, el hito de conclusión de un proyecto puede deberse a múltiples causas: el proyecto ha conseguido el objetivo, se asume que el proyecto nunca alcanzará el objetivo, se han agotado los recursos, la motivación del proyecto ha desaparecido o simplemente por acuerdo entre las partes.

En tercer lugar, la caracterización de un proyecto necesita de la existencia de un objetivo: producto, servicio, resultado o intangible. Pero en cualquier caso, se trata de un entregable hacia el cual se encaminan los esfuerzos y trabajos previamente indicados. Como ejemplos tenemos:

- Producto. Un manual, un plano de una casa, un cargamento de vacunas.
- Servicio. Un masaje, una clase presencial, una consultoría sobre el impuesto de la renta, un tratamiento capilar o un viaje en taxi.

- Resultado. Un puente, una carretera, un edificio, fusión de dos empresas.
- Intangible. Un fondo de comercio, el valor de una marca, nivel de confianza de los consumidores.

Es importante indicar que los proyectos nacen con vocación de satisfacer una necesidad, impulsando cambios en los individuos o en las organizaciones. Por ejemplo, un individuo contrata a una empresa para hacer una casa, al final del proyecto el individuo es poseedor de una casa; una empresa invierte en un fármaco, al final del proyecto la empresa dispone de la patente de un nuevo medicamento; un ayuntamiento contrata a una constructora para hacer un puente, los vecinos dispondrán de un nuevo camino por el que transitar. Pero en cualquiera de los casos, los proyectos incrementan el valor de las sociedades, su patrimonio o su bienestar mediante el incremento de los bienes tangibles y/o intangibles que poseen. Por ejemplo, un proyecto de estudiar una carrera puede incrementar el valor en el mercado de un estudiante; una inversión financiera puede crear activos monetarios que incrementen la riqueza de un inversor; una fábrica puede mejorar su posicionamiento en mercado al abordar un proyecto de implantación de nuevas tecnologías; una campaña de responsabilidad social puede incrementar el valor de prestigio de la marca...

Por tanto, las causas que inician la necesidad de realización de un proyecto son variadas y se pueden clasificar en:

- Satisfacer requerimientos de las autoridades o requisitos legales o sociales. Por ejemplo, un cambio en la normativa de reportes al Banco de España obliga a las entidades financieras a la realización de proyectos para adecuar sus informes conforme a la nueva reglamentación.
- Crear, modificar, reparar, mejorar productos, procesos o servicios. Por ejemplo, las empresas de automoción deben abordar proyectos para la construcción de coches 100 % eléctricos.
- Satisfacer las necesidades de los interesados. Una empresa energética aborda un proyecto de reorganización de sus filiales y divisiones para acometer un plan de generación de energías limpias en los próximos veinte años, a instancias de los accionistas.
- Implementación de nuevas estrategias de negocio y/o incorporación de tecnologías. Una entidad financiera aborda un proyecto de reingeniería de procesos para adaptarse a la banca online mediante la incorporación de nuevas tecnologías de información y comunicaciones.

## 2. En qué consiste la dirección de proyectos

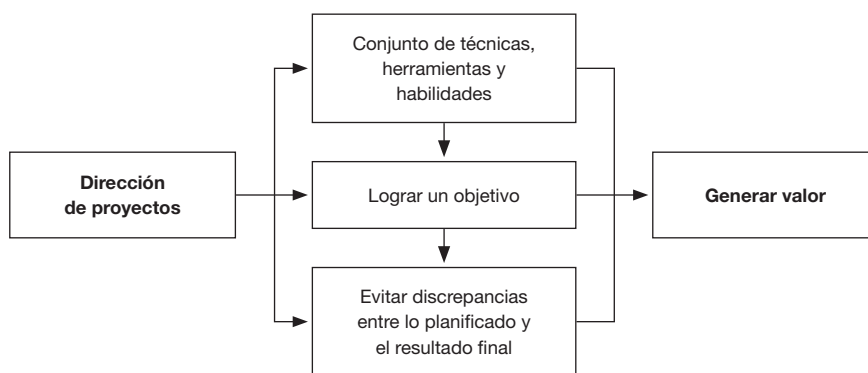
### 2.1. Conceptualización de la gestión de proyectos

Una vez que se ha visto qué es un proyecto, las razones por las que estos surgen y el entorno competitivo en que hoy se desarrollan los proyectos, vamos a analizar en qué consiste la dirección o gestión de proyectos.

La *dirección o gestión de proyectos* se puede entender como el conjunto de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que, debidamente aplicadas, permiten manejar los recursos y capacidades asignados a un proyecto, de modo que se consigan realizar las distintas actividades que permitan alcanzar los objetivos definidos, según los parámetros establecidos de tiempo, calidad, funcionalidad, coste u otros.

Para desarrollar una correcta gestión de proyectos es necesario desplegar una serie de funciones en distintos ámbitos, entre los que destacan la comunicación, la planificación, los recursos humanos, los costes y los riesgos.

■ Figura 1. La dirección de proyectos como disciplina generadora de valor



Esta concepción de la gestión de los proyectos como una disciplina que genera valor en los individuos y en las organizaciones se materializa de muy distintas formas. Por ejemplo, cumpliendo los objetivos fijados en el proyecto (obtención de un producto, desarrollando una patente o construyendo un puente). Sin embargo, es posible identificar muchas otras formas de valor en las organizaciones. El hecho de que no existan discrepancias en el precio o en el plazo de entrega entre lo planificado y el resultado final hace que la organización ejecutora del proyecto sea más predecible, sea más fiable y por tanto tenga un mayor reconocimiento como empresa para ejecutar proyectos. Al final esto redunda en que el valor de la empresa en el mercado es mayor, es decir, la predecibilidad en los resultados ante un encargo se torna en un valor intangible muy importante. Lo mismo podríamos decir de otros aspectos como la capacidad de anticipar riesgos en la ejecución, la capacidad de comunicar adecuadamente, la capacidad de gestionar adecuadamente los impedimentos y limitaciones que se vayan encontrando o la capacidad de balancear adecuadamente los recursos humanos y económicos asignados: la correcta gestión de los elementos mencionados genera valor. Por ejemplo, la capacidad de detectar y gestionar los riesgos genera valor. Si un director de proyectos es capaz de anticipar un riesgo, podrá tomar las medidas oportunas para evitarlo, minorarlo, soslayarlo o asumirlo, pero en cualquier caso el impacto sobre el proyecto

siempre será menor que si no se hubiera tomado en cuenta, con lo que al final se está generando valor para la organización. Razonamientos parecidos se pueden realizar del resto de aspectos anteriormente indicados.

Pero la generación de valor derivada de una correcta gestión también se obtiene a partir de la disminución de ineficiencias, por ejemplo, la eliminación de sobrecostos, el retrabajo debido a resultados de poca calidad, la pérdida de confianza de los interesados (*stakeholders*) o la pérdida de reputación en el mercado.

## 2.2. El tamaño de los proyectos

Hasta ahora se ha comentado qué es un proyecto y qué es la gestión de proyectos. Pero existe la duda razonable de si la definición que hemos dado anteriormente de proyecto es completa o no. Cuando alguien se enfrenta a una obra de remodelación de su casa, lo normal es que el proveedor o empresa que va a realizar la obra le presente un presupuesto, plazo, materiales, etc. del proyecto a realizar. De igual modo, cuando una empresa constructora debe abordar la construcción de un bloque de, por ejemplo, doscientos pisos residenciales, debe presentar también un presupuesto, una memoria de calidades, unos plazos, etc. Entonces ¿se tratan igual todos los proyectos? ¿Da igual la envergadura de la actividad a realizar desde el punto de vista de la gestión? La respuesta a esta pregunta es que dependerá de cuál sea el objetivo, así será necesario fragmentar aquello que consideramos proyecto en unidades más pequeñas. Igualmente, podríamos agrupar diferentes proyectos en supraunidades que tienen un fin común, por ejemplo, una entidad bancaria puede abordar su digitalización y para ello deberá emprender proyectos de modificación de procesos, proyectos de comunicación, proyectos de reorganización interna, proyectos de reubicación del personal y de los recursos físicos (ordenadores, servidores,...).

Por ello debemos fijar un límite y este será aquel en el que el conjunto de actividades a realizar tenga cuerpo y sentido en sí mismo y además la posibilidad de ser gestionado como una unidad. Es decir, un proyecto se ha de considerar como la unidad de gestión de actividades y funciones que en sí misma tiene sentido para la consecución de un objetivo. Evidentemente, los recursos materiales y humanos asignados deben estar dedicados a la consecución del mismo fin. No obstante, es posible (y así sucederá la mayor parte de las ocasiones) que un proyecto tengamos que dividirlo en tareas más elementales para facilitar la gestión del mismo. De igual modo, es posible que varios proyectos se agrupen en supraproyectos con un objetivo de mayor entidad. Sin embargo, cada uno de los proyectos que conforman el supraproyecto tendrá objetivos distintos.

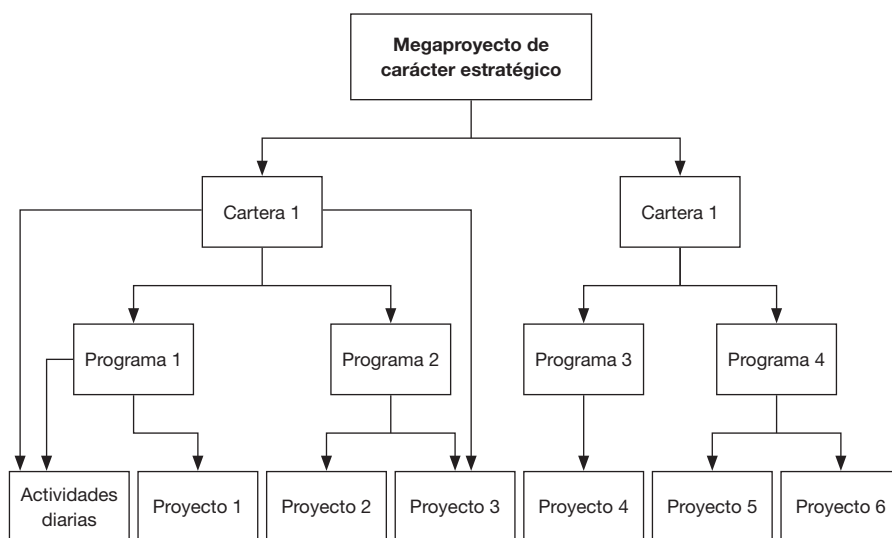
Según lo anterior, es habitual encontrar la denominación de megaproyecto, aunque también se pueden encontrar las denominaciones de agrupación o programa de proyectos y de portafolios o carteras de proyectos. Una *agrupación* o *programa* es un conjunto de proyectos con cierta relación entre sí y que agrupa a proyectos, otros conjuntos de proyectos dependientes y determinadas actividades de otros grupos de proyectos independientes de este. Su principal característica reside en que se gestionan de forma unificada para lograr un objetivo único.

Por otra parte, las *carteras o portafolios de proyectos* representan entidades de nivel superior que aúnan agrupaciones de proyectos junto con proyectos, aunque eventualmente pueden incorporar otras carteras de proyectos menores y determinadas actividades que interesa gestionar a modo de proyecto. Se diferencian de las agrupaciones (o programas) en que los objetivos a satisfacer tienen rango de estratégicos.

Evidentemente esta clasificación también tiene diferencias a nivel de alcance, siendo mucho menor el alcance de un proyecto que el de una agrupación –que no es más que la suma de los alcances de los proyectos y subprogramas que incorpore–, y este a su vez diferente del alcance de una cartera de proyectos que, como se ha indicado, tiene un alcance estratégico para la organización.

En cuanto a las actividades diarias que se incorporan en una agrupación o en un portafolio, simplemente indicar que hacen referencia actividades de operativa diaria de la empresa u organización, pero que por afectar al éxito de la agrupación o portafolio se gestionan como si fueran proyectos.

■ Figura 2. Ejemplo de relación entre entidades



La figura 2 representa la relación entre proyecto, agrupación y cartera. Desde el punto de vista de la gestión, las agrupaciones se han de manejar de forma sincronizada o coordinada, pues el fin último de todos los proyectos y tareas involucradas es el mismo. Probablemente, a nivel individual cada proyecto tiene fines distintos, pero la consecución de todos esos fines permite lograr un objetivo de mayor entidad, solo entendible a nivel de programa o agrupación. La principal característica de la gestión a este nivel es la coordinación de los

recursos disponibles. Debemos pensar que en una organización los recursos son limitados y, por tanto, el acceso a los mismos ha de estar suficientemente coordinado para que cada proyecto individual tenga garantías de éxito.

Por otra parte, la gestión de una cartera conlleva la gestión de las subcarteras, agrupaciones, proyectos y actividades individuales. La gestión se realiza desde una perspectiva estratégica de la organización, tratando de garantizar la alineación de cada uno de los elementos citados para que los fines de cada uno de ellos esté alineado con la finalidad última u objetivo estratégico. Es importante indicar que las agrupaciones de proyectos o proyectos individuales incorporados en una cartera pueden ser independientes y no tener relaciones entre sí, aunque colaboren desde diferentes ámbitos al objetivo estratégico de la organización.

Por último, una breve mención a las actividades diarias. La gestión de actividades u operaciones diarias es diferente de la de proyectos en tanto en un proyecto se está construyendo algo, se está prestando un servicio o se está desarrollando un intangible. Sin embargo, la operativa diaria se centra en la repetición de tareas para crear productos ya diseñados, para prestar servicios preestablecidos y sin ningún tipo de innovación en los mismos, es decir, son actuaciones repetidas de forma constante. La problemática tiene que ver con el aprovisionamiento, la gestión de la demanda y otras cuestiones de diferente índole a la de crear productos y/o servicios inexistentes, en los que las principales características son la novedad, la innovación y la dificultad de planificación por ausencia de histórico sobre ese producto, bien o servicio concreto.

### 2.3. Bienes, recursos y activos

En todo proyecto se pretende conseguir un objetivo, el cual mejorará o aumentará el valor de la organización que lo realiza. Pero para ello debe proveer a los gestores del proyecto de una serie de recursos humanos, materiales y económicos para que, debidamente gestionados y organizados, den lugar a la consecución del objetivo. Pero aparte de todos estos recursos, los gestores deben contar con los bienes y activos de la organización y del entorno: procesos, procedimientos, normas, bases de datos, etc.

Los recursos humanos hacen referencia a los empleados de la organización que participarán directa o indirectamente en el proyecto, a tiempo parcial o completo y bajo cualquier modalidad de contratación. Así por ejemplo, un recurso subcontratado a otra empresa, si participa en el proyecto, es a todos los efectos un recurso a contabilizar en los esfuerzos y en los costes.

Los recursos materiales hacen referencia a los bienes materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto: máquinas, servidores, herramientas, impresoras, camiones, grúas y un largo etcétera de posibles útiles que se emplearán en el proyecto tienen cabida en este apartado.

Los recursos económicos hacen referencia a las fuentes de financiación del proyecto. Muchas veces el promotor paga directamente el proyecto, si bien en otras ocasiones es necesario recurrir a fuentes de financiación ajenas, sobre todo cuando son proyectos de muy grandes dimensiones para los que ninguna corporación puede afrontarlos directamente sin endeudarse. Pensemos en cualquier obra pública, por ejemplo, una carretera. La financiación de todos los pagos a realizar a proveedores, empleados, etc. para ejecutar el proyecto



solo se puede lograr mediante créditos a largo plazo, que se irán devolviendo con los beneficios obtenidos de la explotación de la carretera, bien mediante peajes, peajes en la sombra, impuestos, tasas u otras vías de ingresos.

Los activos hacen referencia al conjunto de procesos, procedimientos (de gestión, de control, de riesgos, financieros...), normas, prácticas, reglamentos, costumbres, documentos y plantillas, bases de datos (sobre históricos, sobre gestión de problemas e incidencias, de configuración, de estimaciones, de gestión del proyecto...), archivos, bases de conocimiento, sistemas de información y herramientas *software* que están implantados en la organización o son de obligado cumplimiento con base en los beneficios que su uso ha reportado en el pasado.

Como se verá más adelante, la coordinación adecuada de todos estos elementos es lo que permite que un proyecto logre sus objetivos.

### 3. Funciones de un gestor de proyectos

Un *gestor o director de proyectos* es la persona encargada de tomar las decisiones sobre cada uno de los activos y recursos manejados en un proyecto, con el fin de lograr los objetivos fijados en el mismo.

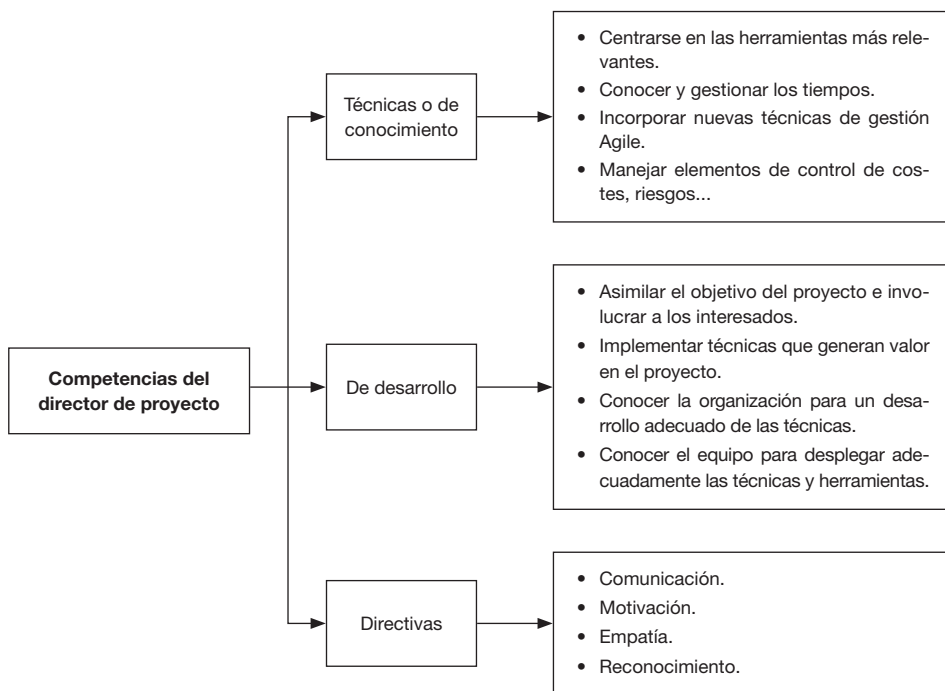
Es relevante el hecho de que muchas veces los gestores de proyectos tienen varias líneas de reporte, de información y de colaboración, sobre todo en proyectos que involucran varios departamentos en una organización. Por ejemplo, en un proyecto de digitalización de documentación en un gran despacho de abogados se ven involucrados el departamento de informática, el de operaciones y el administrativo; sin embargo, si ese mismo despacho aborda un proyecto de reingeniería de procesos para ofrecer servicios online, es posible que aparte de los mencionados departamentos haya que involucrar a marketing para fijar la estrategia de comunicación de los nuevos servicios. Y en cualquiera de los casos, el jefe de proyecto puede pertenecer a uno de los departamentos o tener independencia respecto a los mismos. Como conclusión, debemos sacar que un gestor de proyectos no ha de estar necesariamente perteneciendo a uno de los departamentos fijados por la organización.

Dada la faceta multidisciplinar que se le exige a un gestor de proyectos, las competencias que el mismo ha de mostrar las podemos clasificar en:

- Competencias técnicas o de conocimientos. Hacen referencia a los conocimientos y experiencias que el director de proyectos acumula y que eventualmente pone en práctica para lograr el éxito de un proyecto.
- Competencias de desarrollo. También llamadas de desempeño. Hacen referencia a la capacidad de trasladar las competencias técnicas a la resolución de problemas reales para lograr los objetivos del proyecto. Por ejemplo, un gestor de proyectos puede conocer las técnicas para analizar los riesgos de un proyecto, por ejemplo, Magerit. Pero si luego no tiene la habilidad necesaria para trasladar los conceptos de riesgos al caso real de la digitalización del material del despacho de abogados, no resultan de utilidad las competencias técnicas.

- Competencias profesionales/directivas. Tienen un componente muy personal (dependiente de la persona) y hacen referencia al modo en que se desarrollan las competencias de desarrollo. Por ejemplo, un gestor de proyecto puede conocer las técnicas de comunicación e incluso tener la habilidad necesaria para desarrollarlas en el proyecto de digitalización indicado. Pero si cuestiones de carácter personal afectan al modo en que se comunica (por ejemplo, de modo violento o poco empático, si se deja influir por malas noticias) entonces carece de las competencias profesionales/directivas para ser un buen gestor de proyecto. En este contexto debemos incluir todas aquellas características personales que pueden hacer que las competencias técnicas y de desarrollo no se reflejen en el proyecto o, por el contrario, representen un catalizador para el mismo.

■ Figura 3. Esquema de competencias requeridas en un director de proyecto



El trabajo del director de proyecto es complejo pues debe, en primer lugar, conocer elementos técnicos del mismo para poder interactuar con el personal técnico que en el mismo trabaja (ingenieros, responsables de marketing, financieros, etc.); en segundo lugar, debe conocer las herramientas, las técnicas y metodologías a aplicar en cada área del proyecto (para estimar, planificar, gestionar riesgos, comunicar,...) Estas herramientas permitirán conocer

el estado de cada elemento del proyecto en todo momento, valorar las opciones posibles de actuación, calcular la mejor de ellas y transmitirla adecuadamente, así como organizar los equipos y motivarlos para alinearlos con dicha opción. En tercer lugar, es complejo porque requiere que el jefe de proyecto disponga de una serie de características o habilidades que le permitan comunicar y escuchar activamente, que le permitan empatizar con los equipos, que sea visto como un líder y que, en definitiva, sea el auténtico referente del proyecto, no solo por el cargo (o *potestas*), sino por su reconocido prestigio (o *auctoritas*).

No obstante, el desempeño de un director de proyecto está condicionado por una serie de factores o elementos, tanto internos como externos a la organización que es preciso tener en cuenta. Estos elementos se analizan en el siguiente epígrafe.

## 4. Elementos influyentes en un proyecto

El proyecto se desarrolla en una organización y por tanto resulta fácil entender que las vicisitudes que sucedan en el mundo interno de la organización y las que, sucediendo en el mundo externo a la organización, le afecten, influirán en mayor o menor medida al desarrollo del proyecto. Por ejemplo, si un proyecto requiere de la construcción de una parte de un motor en Sudamérica, no podemos obviar el riesgo que suponen los (habitualmente) índices de inflación existentes en la mayoría de estos países. Dicho de otro modo, si el proyecto es suficientemente largo como para tener que delegar una parte del mismo en estos países, la inflación existente afectará a los costes salariales: algo que en Europa o EE.UU. no es frecuente, en estos países lo encontramos con relativa facilidad y por tanto si un proyecto se desarrolla en Europa o EE.UU. con recursos en Sudamérica, debemos considerar que este elemento influirá notablemente sobre los costes del proyecto. De igual modo podemos considerar el cambio de divisas. No es difícil escuchar que tal o cual moneda han sufrido una devaluación frente a otras divisas. En ese caso si el proyecto se ejecuta en euros, y el euro es la moneda devaluada, debemos considerar un sobre coste, si parte de los pagos se ha de efectuar en otra moneda diferente.

Con estos ejemplos se pretende mostrar cómo factores aparentemente lejanos al proyecto pueden afectar y hacer que este fracase si no se han considerado las medidas oportunas. De igual modo que existen elementos externos que influyen sobre el proyecto, también podemos encontrar elementos internos que afectan a su desarrollo. A continuación se va a hacer un breve repaso del conjunto de elementos que influyen o pueden influir en un proyecto.

### 4.1. Elementos o factores internos

Consideramos en este grupo a todos aquellos eventos que afectan o pueden afectar a un proyecto y que tienen su origen, desarrollo y gestión dentro de la propia organización, sin ningún elemento de conexión con el exterior. Entre estos encontramos:

- Los procesos operativos y productivos de la organización.
- Flujos de datos y de trabajos, así como de su autorización.

- La cultura de la organización.
- La estructura organizativa (jerarquías y dependencias) dentro de la organización.
- Las características de los recursos humanos de los equipos que colaboren en el proyecto (habilidades, conocimientos, tipologías de contrato...).
- Instalaciones, equipos, maquinaria, dispositivos.
- Aversión al riesgo por parte de los interesados o *stakeholders*.
- Medios y canales de comunicación internos.
- Herramientas informáticas para la gestión de todos los elementos del proyecto.

## 4.2. Elementos o factores externos

Entre los elementos externos se pueden considerar los siguientes:

- Leyes, regulaciones, normativa, códigos éticos, normas de calidad, estándares de obligado cumplimiento.
- Situación del mercado y de los competidores.
- Nivel de estabilidad desde la óptica política.
- Mercado de recursos humanos.
- Capacidad de financiación.
- Relación con los estamentos políticos y/o reguladores.
- Disponibilidad y relación con proveedores.

En ocasiones no es tan sencillo distinguir en qué grupo se encuentra un elemento, ya que el desencadenante puede ser un factor externo, pero debido a las características de la organización, tener una repercusión a nivel de elementos internos. Por ejemplo, se está desarrollando un proyecto en una organización que tiene un nivel de implementación de tecnologías de la información muy básico. Para dicho proyecto se ha optado por elaborar determinado informe para el Banco de España de forma semimanual, pues es un informe que se elabora solo una vez al año. Por un factor externo (una directriz de la Unión Europea) el Banco de España (otro factor externo) va a exigir en un par de meses la entrega de dicho documento en formato electrónico y vía telemática cada quince días. Evidentemente, ahora entra en juego un segundo factor (en este caso interno), que es el bajo nivel de desarrollo de las TIC en dicha compañía.

## 5. Modelos de ciclo de vida: proyectos y productos

### 5.1. Etapas del ciclo de vida de un proyecto

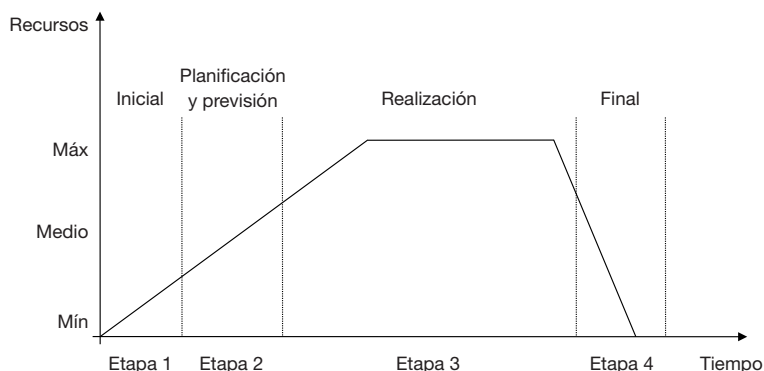
El modelo de etapas que se sigue en un proyecto se denomina *ciclo de vida de un proyecto*. Existen múltiples formas de abordar un proyecto según el ciclo de vida que se escoja. Algunos

ejemplos típicos son el modelo de ciclo de vida en cascada, el modelo de ciclo de vida en espiral, los modelos ágiles (Scrum, Agile, Xtreme...). El modelo más empleado y el que se ha seguido en la mayoría de los proyectos de ingeniería es el modelo clásico de cascada. Es preciso incidir en el hecho de que en casi todas las disciplinas de la ingeniería (ingeniería naval, aeronáutica, industrial, civil...) los proyectos han sido de tal envergadura que nunca fue factible abordar los proyectos con otros ciclos de vida. Sin embargo, la aparición de las tecnologías de la información y con ellas todos los proyectos informáticos ha traído nuevos modelos de gestión de proyectos dadas las particularidades de los mismos. Aunque la magnitud de los proyectos informáticos en ocasiones abarca la incorporación de grandes equipos de programadores, en muchas ocasiones no sucede esto, sino que los proyectos son muy pequeños, apenas llegan a semanas, y los equipos no pasan de tres o cuatro personas; es por ello que se han ideado nuevos modelos de vida para dichos proyectos. En estos modelos de gestión de proyectos existe una gran relación entre las etapas de la construcción del producto y las etapas de la gestión del proyecto; sin embargo, la complejidad de la gestión es infinitamente menor que en los proyectos clásicos. Por este motivo, en este manual abordaremos las técnicas de gestión de proyectos clásicos, de gran envergadura, con grandes presupuestos y un elevado número de recursos involucrados.

El modelo de etapas que seguiremos es el clásico (figura 4), denominado *ciclo de vida en cascada*, denominado así porque las etapas del proyecto van en secuencia una tras otra. En la gestión clásica (sin la aplicación de metodologías ágiles) de proyectos es típico identificar como mínimo las siguientes etapas por las que pasa un proyecto:

- Etapa 1. Inicial. Es la etapa en la que se inicia el proyecto.
- Etapa 2. Planificación y previsión. Es la etapa en la que se organizan y preparan todos los recursos para poder realizar el proyecto.
- Etapa 3. Realización. Es la etapa en la que se ejecuta cada uno de los trabajos del proyecto.
- Etapa 4. Final. Es la etapa en la que se cierra el proyecto.

■ Figura 4. Evolución de un proyecto. Etapas del ciclo de vida de un producto



## 5.2. Etapas del ciclo de vida de un producto

En algunas disciplinas de ingeniería es posible identificar un ciclo de vida del producto que se está construyendo o del servicio que se está prestando. Por ejemplo, en tecnologías de la información se habla de un *ciclo de vida del software*. El ciclo de vida del *software* hace referencia a las etapas por las que pasa el *software* y que sirven para la construcción correcta del producto *software*. Las etapas del ciclo de vida del *software* se distribuirán a lo largo de las etapas de ciclo de vida del proyecto, pero no se deben confundir, unas hacen referencia al producto *software* y a cómo se ha de gestionar este y las otras hacen referencia al proyecto y a cómo ha de ser gestionarlo.

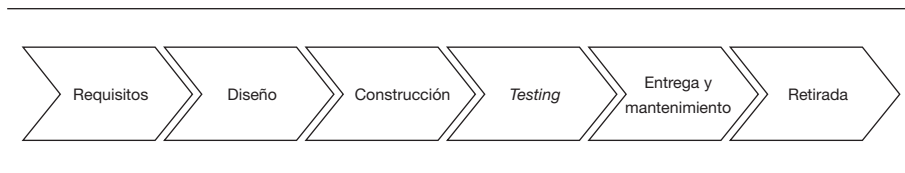
No existe una relación unívoca entre las etapas de un proyecto y las etapas de un producto. De hecho, para la construcción de un nuevo producto es posible que tengamos varios proyectos (cada uno con sus etapas); de igual modo, un proyecto puede conllevar la construcción de varios productos (o subproductos). En nuestro caso, por simplicidad y como norma general, vamos a entender que un proyecto se lleva a cabo para la prestación de un servicio o la construcción de un bien único o producto.

Las etapas típicas de desarrollo de un producto son las siguientes (figura 5):

- Etapa de requisitos. Es la etapa en la que se obtiene la información de lo que necesita el cliente. La forma de obtención de los requisitos puede ser muy variada, desde un pliego de condiciones (habitual en la Administración pública), hasta la realización de entrevistas para conocer la lista de requerimientos de los usuarios o clientes. Esta etapa se suele dividir en otras elementales:
  - Obtención de la información.
  - Análisis de la información.
  - Elaboración de un documentos de requisitos.
  - Formalización contractual con el cliente del documento de requisitos.
- Etapa de diseño. A partir del documento de requisitos, se deben estudiar las posibilidades para la construcción del producto. Es necesario diseñar los elementos técnicos antes de pasar a su construcción.
- Etapa de construcción. En esta etapa se comienza la elaboración del producto conforme al diseño realizado. No se debe confundir esta etapa con la de ejecución en la gestión de proyectos. En esta etapa simplemente se construye el código, la pieza de una máquina, el puente o lo que se haya requerido. Sin embargo, la etapa de ejecución en la gestión de proyectos incorpora la etapa de construcción y, eventualmente, otras.
- Etapa de *testing*. En esta etapa se verifica que lo diseñado y construido satisface los requisitos incluidos en el documento de requisitos. Es habitual que esta etapa se divida en los test desarrollados por el equipo que ha desarrollado el producto y, posteriormente, por el cliente o usuario.

- Etapa de entrega y mantenimiento. En último lugar el producto se ha de entregar al cliente y se ha de comenzar la actividad de mantenimiento del mismo.
- Etapa de retirada. En algunas ocasiones se incluye una etapa de retirada consistente en el conjunto de actividades para eliminar el producto construido (por ejemplo, eliminar un sistema *software* instalado, desmontar una pasarela o una máquina tuneladora).

■ Figura 5. Etapas de un producto



### 5.3. Estructuración en fases de un proyecto

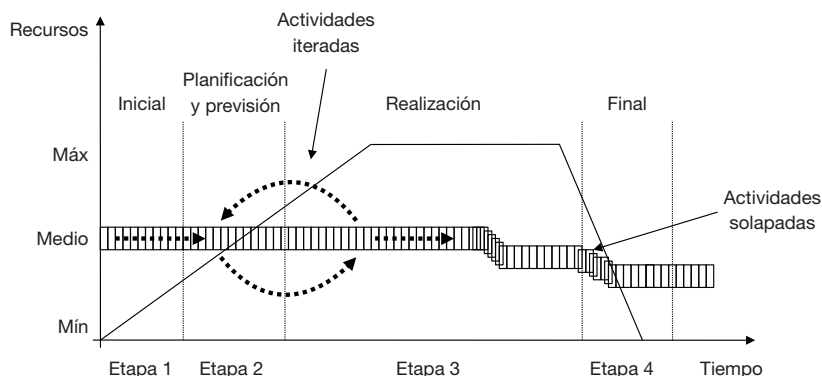
Aunque los modelos habituales para el ciclo de vida de un proyecto y para el ciclo de vida de un producto son los que se han comentado anteriormente, en ocasiones se definen lo que se conoce como *fases de un proyecto*. Las fases representan los límites temporales en que se agrupan las etapas, normalmente cuando no existe una relación secuencial clara. Es decir, en algunos casos las actividades, funciones y procesos que se desarrollan dentro de cada etapa de un proyecto no son estrictamente secuenciales y requieren de repeticiones, vueltas atrás, retrocesos, solapes, etc.

Las fases de un proyecto se definen normalmente de forma específica en cada organización, según sus necesidades y es frecuente que existan distintas estructuras de proyecto en cada organización, según el tipo de proyecto que se desea abordar. Aunque existen múltiples estructuras de fases posibles, las dos más relevantes son las siguientes:

- Estructura en etapas solapadas. En este tipo de estructura, las etapas (o las actividades, funciones y procesos de que constan) están superpuestas en la línea de tiempo. Es decir, no se ha terminado una etapa cuando comienza la siguiente. Así, podemos encontrar que la etapa de planificación se superpone con la de ejecución. Esto tiene sentido en grandes proyectos en los que la planificación incorpora elementos muy distintos, independientes unos de otros y en los que es posible comenzar una parte del proyecto sin depender de la planificación de otras partes del proyecto. Esta forma de disponer las etapas permite un mayor avance, aunque es más complejo de gestionar. Asimismo, es preciso indicar que al igual que la gestión de proyectos permite la superposición de etapas, algunos modelos de ciclo de vida del producto también permiten esta superposición, por ejemplo, en tecnologías de la información el modelo RUP (Rational Unified Process) superpone diferentes etapas para la elaboración de un producto *software*.
- Estructura en etapas iterativas. Este modelo permite la repetición de etapas (o las actividades, funciones y procesos de que constan). Por ejemplo, se puede admitir la

vuelta a determinadas actividades de la etapa de planificación y previsión desde la etapa de ejecución. Esta estructura es habitual en proyectos en los que la definición de los requerimientos no es suficientemente clara o las especificaciones técnicas se refieren a productos sobre los que no se tiene una idea clara acerca de las necesidades que debe cubrir. Es típico encontrar esto en proyectos informáticos o en proyectos de servicios, por ejemplo, en actividades relacionadas con creatividades en marketing, en las que llegar a un producto final requiere la interacción constante con el cliente. En todos estos casos es necesario volver a algunas actividades de planificación y previsión desde algunas actividades de la etapa de realización o ejecución.

■ Figura 6. Etapas con actividades solapadas e iteradas



En la figura 6 tenemos un ejemplo de proyecto con las cuatro etapas principales identificadas: inicial-planificación-realización-final. Observamos cómo existe una iteración entre actividades de la etapa 3 y actividades de la etapa 2, no son estrictamente secuenciales, aunque las fases a las que pertenecen sí lo sean. También observamos cómo en la parte final del proyecto las actividades de la etapa de realización y final se solapan.

Como conclusión, debemos quedarnos con que la relación entre etapas y sus actividades es habitualmente secuencial, pero no es difícil encontrar organizaciones en las que existan otro tipo de disposiciones en función de las peculiaridades del proyecto.

## 5.4. Actividades diarias: operaciones

Recordamos en este momento que al presentar las definiciones de proyecto, agrupación de proyectos y cartera de proyectos, comentábamos la existencia de actividades diarias. Estas actividades diarias hacen referencia a las operaciones necesarias para mantener la producción constante de la organización, ya sea la elaboración de productos o la prestación de servicios. De hecho, es frecuente incluso en el mercado laboral encontrar las denominaciones



director de operaciones y director de proyecto. Claramente ambas denominaciones existen porque los perfiles que las desempeñan son diferentes. El *director de operaciones* se encarga de realizar tareas constantes, repetitivas y su objetivo es maximizar la producción de la organización. Debe interactuar con los distintos departamentos para lograr una eficiencia productiva designada en los objetivos de la empresa. Por su parte, el *director de proyectos* tiene como única misión la gestión de los recursos asignados y la interacción con determinados departamentos para la consecución del proyecto. Aparte del perfil organizador y de gestión, debe tener una clara vocación de líder para gestionar adecuadamente todos los inconvenientes que surgirán en el devenir del proyecto. En cualquier caso, es importante señalar que ambos perfiles necesitarán interactuar para acometer cualquier proyecto, incluso compartiendo recursos o servicios desde las operaciones diarias de la organización al proyecto.

## 6. ¿Quiénes son los *stakeholders*?

Un *stakeholders* o interesado es toda aquella persona, colectivo, departamento u organización que, de forma directa o indirecta, influye, o puede verse influenciado de manera positiva o negativa por el desarrollo y/o el resultado del proyecto, por alguna de las actividades del mismo, de alguna entrega parcial del mismo, de algún documento o algún miembro del equipo.

Normalmente los *stakeholders* o interesados se clasifican según los siguientes parámetros:

- Según pertenencia a la organización, internos y externos. Por ejemplo, un miembro del proyecto sería interno y un accionista de la empresa contratista sería externo.
- Según el nivel de responsabilidad. Por ejemplo, un director de proyecto tiene un nivel de responsabilidad máximo y un miembro del equipo tiene un nivel de responsabilidad menor.
- Según el nivel de autoridad. Por ejemplo, un accionista tiene mayor autoridad que un usuario del producto o servicio final.
- Según el nivel de afectación por el resultado del proyecto, positivo o negativo. Por ejemplo, un proyecto para sustituir determinados operarios por máquinas tendrá una influencia positiva por parte de los ingenieros participantes, pero muy negativa por parte de los operarios sustituidos.
- Según el nivel de implicación en el proyecto. Por ejemplo, la implicación de un director de operaciones será mucho menor que la del jefe de proyecto.

En la siguiente lista identificamos los interesados que habitualmente se encontrarán en un proyecto:

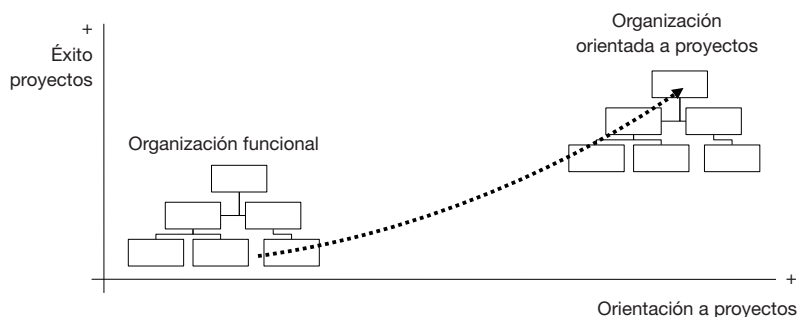
- Promotor o patrocinador. Es aquella persona u organización encargada de financiar el proyecto, es decir, de aportar los recursos económicos con los que, sufragan los costes del proyecto.
- Clientes y usuarios. Son aquellas personas y organizaciones que se beneficiarán de los resultados del proyecto, ya sea un producto o un servicio.

- Directores de agrupación de proyectos y de cartera de proyecto. Son los máximos responsables de grupos de proyectos, a diferente nivel, pero siempre por encima de los directores de proyectos. Se encargan de la coordinación entre estos, así como de la coordinación de la asignación de recursos compartidos, sobre todo con los responsables de operaciones.
- Director de proyecto. Es evidentemente uno de los interesados más visibles en el proyecto.
- Participantes en el proyecto (o equipo de proyecto). Son interesados en tanto participan activamente en el desarrollo del proyecto.
- Directores funcionales y de operaciones. Se refiere a los responsables de áreas de actividades que pueden influir en el proyecto de forma colateral. Por ejemplo, directores de recursos humanos o directores de marketing, así como también directores de I+D+i, producción o calidad.
- Proveedores y colaboradores. Obviamente los proveedores pueden verse afectados si el proyecto cambiara los productos y servicios demandados. Por ejemplo, si estamos con un proyecto de digitalización, es posible que el proveedor de material de oficina tenga que suministrar mucho menos papel.

## 7. Tipos de organización

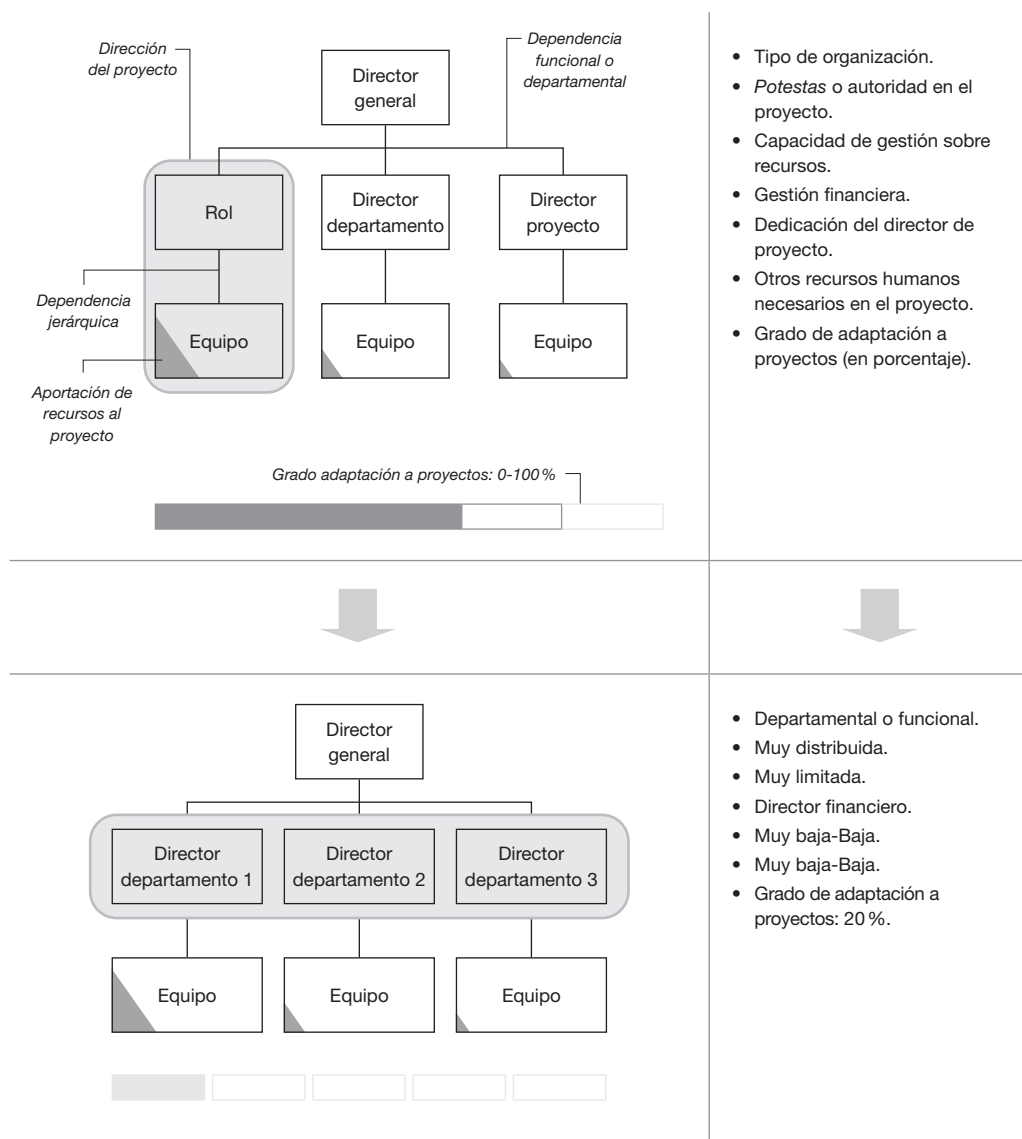
La forma en que la organización tiene distribuidas las funciones entre los departamentos y sus directores y cómo estos se relacionan tiene una influencia directa en el modo en que se abordan los proyectos y en las posibilidades de éxito que estos tengan. Básicamente, podemos encontrar dos tipos de organizaciones, aquellas cuyo organigrama es puramente funcional y aquellas cuyo organigrama es puramente orientado a proyectos. Entre un extremo y otro se encuentran modelos mixtos organizativos denominados *matriciales*, que pueden tener mayor o menor orientación a los proyectos.

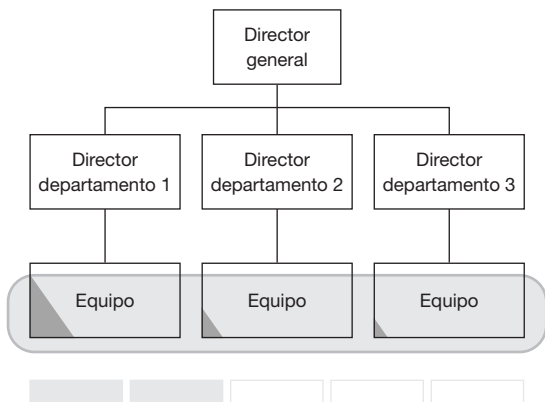
■ Figura 7. Relación entre organización y éxito de los proyectos



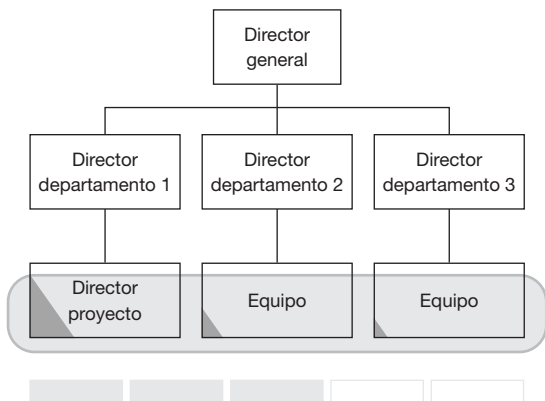
A continuación se repasan algunas de las posibilidades organizativas que podemos encontrar. Las zonas sombreadas indican entre quiénes se divide la coordinación del proyecto. Dentro de cada recuadro de recursos, las zonas triangulares indican la aportación de recursos al proyecto.

■ Figura 8. Diferentes posibilidades organizativas para la realización de proyectos

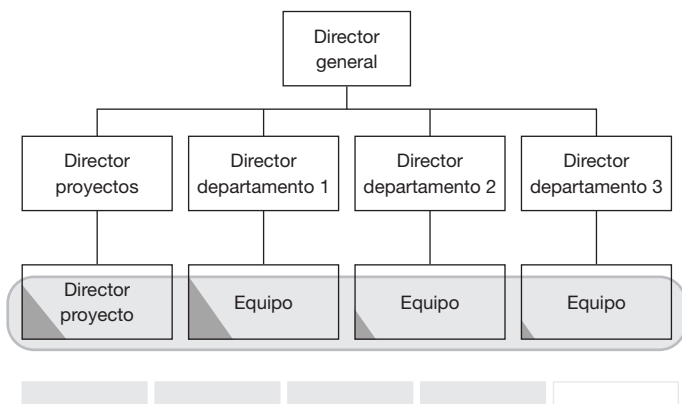




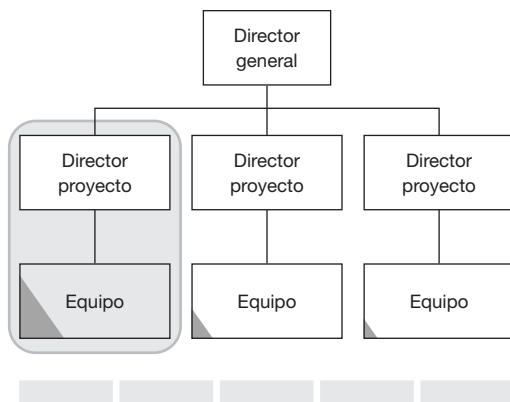
- De matriz débil.
- Distribuida.
- Limitada.
- Director financiero.
- Baja.
- Baja.
- Grado de adaptación a proyectos: 40 %.



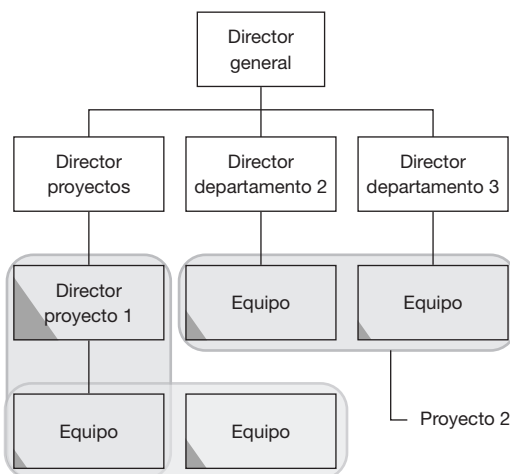
- De matriz ponderada.
- Distribuida-Concentrada.
- Media.
- Director financiero/proyecto.
- Completa.
- Media.
- Grado de adaptación a proyectos: 60 %.



- De matriz robusta o fuerte.
- Concentrada.
- Media-Absoluta.
- Director proyecto.
- Completa.
- Media-Alta.
- Grado de adaptación a proyectos: 80 %.



- Orientada a proyectos.
- Concentrada-Total.
- Absoluta.
- Director proyecto.
- Completa.
- Alta.
- Grado de adaptación a proyectos: 100 %.



- Mixta.
- Diferente para cada proyecto.
- Diferente para cada proyecto.
- Diferente para cada proyecto.
- Diferente para cada proyecto.
- Diferente para cada proyecto.
- Grado de adaptación a proyectos, diferente para cada proyecto.

En la figura 8 tenemos las distintas posibilidades organizativas que encontraremos en cualquier empresa para abordar los proyectos. Generalmente, las empresas dedicadas a la creación de productos tienen una estructura muy orientada a funciones. Por ejemplo, una empresa de cosméticos tiene un gran departamento de productos, otro de marketing, otro financiero, etc. y posiblemente –si es una gran empresa– un departamento de innovación y productos, desde donde se lideran los nuevos proyectos. La estructura es muy funcional o en todo caso, mixta. Sin embargo, en una empresa de consultoría o de ingeniería las empresas se organizan más al estilo de orientación a proyecto o mixta que funcionalmente (lo cual no

obsta a que también exista un departamento de recursos humanos, comercial o de marketing, el pero de estos en los proyectos suele ser mínimo). Pensemos, por ejemplo, en las grandes consultoras informáticas o de ingeniería. Un porcentaje muy alto de la plantilla está trabajando por proyectos. Es posible que dentro de la organización existan diferentes departamentos por mercados o sectores (sector público, telecom, industria, banca, etc.) pero eso no representa diferenciaciones funcionales, sino de mercado.

## Conceptos básicos

- **Proyecto.** Es el esfuerzo o trabajo que se debe desempeñar de forma limitada en el tiempo para la creación de un producto, la prestación de un servicio, la consecución de un resultado único o la consecución de un intangible medible.
- **Gestión de proyectos.** La dirección de proyectos se puede entender como el conjunto de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que, debidamente aplicadas, permiten manejar los recursos y capacidades asignados a un proyecto, de modo que se consigan realizar las distintas actividades que permitan alcanzar los objetivos definidos según los parámetros establecidos de tiempo, calidad, funcionalidad, coste u otros.
- **Agrupación o programa** es un conjunto de proyectos con cierta relación entre sí y que agrupa a proyectos, otros conjuntos de proyectos dependientes y determinadas actividades de otros grupos de proyectos independientes de este.
- **Las carteras o portafolios de proyectos** representan entidades de nivel superior que aúnan agrupaciones de proyectos junto con proyectos, aunque eventualmente pueden incorporar otras carteras de proyectos menores y determinadas actividades que interesa gestionar a modo de proyecto.
- **Director de proyecto.** Un gestor o director de proyectos es la persona encargada de tomar las decisiones sobre cada uno de los activos y recursos manejados en un proyecto, con el fin de lograr los objetivos fijados en el mismo. A un director de proyecto se le exigen competencias técnicas, de desarrollo y profesionales.
- Sobre un proyecto pueden afectar elementos endógenos o internos y elementos exógenos o externos, siendo misión del director de proyecto gestionar todos ellos o los riesgos que comportan para lograr el éxito del mismo.
- El modelo de etapas que se sigue en un proyecto se denomina ciclo de vida de un proyecto. Habitualmente vamos a encontrar cuatro etapas: inicio-planificación-ejecución-cierre. Lo normal es que estas etapas estén ordenadas secuencialmente, pero dado que estas etapas se conforman de actividades, es posible encontrar variantes de esta ordenación en la que algunas actividades se iteran hasta lograr el resultado esperado, o bien se solapan para mejorar los plazos del proyecto. Estas alteraciones dan lugar a lo que se denominan fases de los proyectos, que son específicas de cada organización.
- **Stakeholder.** Un *stakeholders* o interesado es toda aquella persona, colectivo, departamento u organización que, de forma directa o indirecta, influye o puede verse influenciado de manera positiva o negativa por el desarrollo y/o el resultado del proyecto, de alguna de las actividades del mismo, de alguna entrega parcial del mismo, de algún documento o algún miembro del equipo.
- Las organizaciones pueden adoptar distintas formas, desde las menos preparadas para la ejecución de proyectos (organizaciones funcionales) hasta las totalmente adaptadas a proyectos (orientadas a proyectos). Sin embargo, lo normal es encontrar organizaciones mixtas.

## Ejercicios voluntarios

1. Indicar qué similitudes y diferencias hay entre un proyecto, una cartera de proyectos y una agrupación de proyectos.
2. Enumerar al menos tres competencias técnicas, de desarrollo y profesionales, exigibles a un director de proyectos.
3. Explicar las diferencias entre ciclo de vida de un proyecto y ciclo de vida de un producto/servicio.
4. La *start-up* ProjectMangement Tech ha logrado una financiación por parte de un fondo de inversión en tecnología para el *software* que ha desarrollado de 500.000 unidades monetarias tras presentar el compromiso de compra por parte de las cinco grandes constructoras del país. Para ello deberá adquirir los servidores y PC al proveedor PCServ, quien se ha comprometido a un precio en *renting* realmente atractivo; pagar al jefe de proyecto y a los desarrolladores, así como a los analistas que están en contacto con las constructoras. Indicar y justificar quiénes son los *stakeholder* de este proyecto.
5. La empresa del ejercicio anterior tiene la posibilidad de abrir nuevas líneas de negocio con empresas de telecomunicaciones y con empresas del sector farmacéutico. Justificar razonadamente qué tipo de estructura organizativa propondría para acomodarla al tipo de negocio que va a tener.





# Actividades de la dirección de proyectos

## Objetivos del capítulo

En este capítulo se pretende que el lector conozca las principales actividades involucradas en la gestión de proyectos, cómo se agrupan y la interrelación que existe entre ellas. Se trata por tanto de disponer de un mapa de actividades general, el cual se irá desarrollando en capítulos posteriores. En este capítulo no se entra en detalles menores de cada grupo de actividad, sino que se hace un planteamiento general para que el lector pueda crearse un mapa mental de los elementos que abarca la gestión de proyectos y las relaciones entre estos. Los elementos que se presentan están relacionados con cada una de las áreas que un director de proyecto debe considerar para llevar a cabo una correcta gestión de los recursos que le han sido asignados.

## 1. Introducción

Tal y como se ha indicado en el capítulo anterior, el desarrollo de un proyecto implica que el jefe de proyecto ha de poner en juego una serie de conocimientos y habilidades que le permitan la adecuada gestión de los recursos puestos a su disposición para, con ellos, lograr el objetivo fijado en dicho proyecto.

Sin embargo, poner en juego esos conocimientos y habilidades requiere de una organización y una estrategia que se puede aprender y que pasa, en primer lugar, por una correcta catalogación y ordenación de todas las actividades a realizar en el proyecto. Es decir, las actividades a realizar en el transcurso del proyecto son las que van a permitir que en cada etapa del proyecto se vayan alcanzando submetas específicas que conducirán al resultado final del objetivo del proyecto.

Las actividades de la gestión de proyectos que se van a estudiar tienen un carácter genérico, es decir, pueden ser empleadas en cualquier disciplina de ingeniería. Es por ello que algunas de las actividades, sobre todo las más íntimamente ligadas con el ciclo de vida del producto, sufrirán variaciones en la aplicación a cada caso concreto o proyecto específico. Por ejemplo, si una de las actividades a realizar es la de «estimación de esfuerzos», es obvio que las técnicas de estimación de esfuerzos en los proyectos de tecnologías de la información (puntos función, COCOMO, Delphi, SLIM...) nada tienen que ver con las técnicas y herramientas de estimación de esfuerzos en los proyectos de ingeniería de obras públicas (paramétricos, analogías...). Resaltamos con este ejemplo la importancia de que todo lo que veremos a partir del siguiente capítulo, y que será presentado en este, deberá ser adaptado a cada proyecto específico.

De igual forma es preciso recalcar que no todas las actividades que veremos a continuación son de aplicación en todos los proyectos, ni con la misma profundidad o detalle. Por ejemplo, en un proyecto adjudicado por la Administración pública mediante el procedimiento de concurso público, el pliego de requisitos tiene muchas veces el nivel de detalle necesario como para que la actividad de toma de requisitos sea reducida a la más mínima expresión.

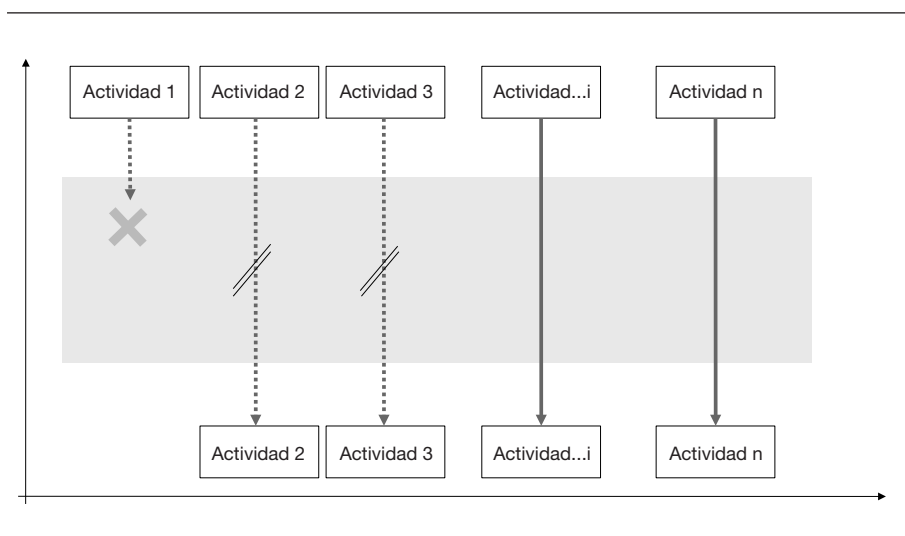
Es por esto que resulta necesario insistir en que una de las misiones de un buen director de proyecto es la de «adoptar» y «adaptar» las actividades que en este manual se expongan para que el proyecto tenga éxito, «adoptar» en el sentido de hacer suyas, incorporar, obligar a realizar, proponer, recomendar actividades de las que veremos a continuación; y «adaptar» en el sentido de que las técnicas y herramientas que se vean aquí necesitarán modificaciones para que resulten útiles en la disciplina específica del proyecto (ingeniería de telecomunicaciones, naval, industrial, aeronáutica o cualquier otra).

En la figura 1 se observa cuál debe ser el papel del jefe de proyecto al comienzo del mismo (zona sombreada), identificar qué actividades forman parte del proyecto, cuáles forman parte tras ser modificadas y adecuadas a las necesidades del mismo, y cuáles han de ser rechazadas directamente.

Antes de continuar, es preciso hacer una aclaración. En la mayor parte de la literatura existente sobre gestión de proyectos, se emplea la denominación de procesos y actividades de forma indistinta. En general, se entiende que un *proceso* es un conjunto de actividades, por ejemplo, el proceso de requisitos se debe entender como el conjunto de actividades encami-

nadas a obtener los requisitos del proyecto. Salvo esta pequeña diferencia, no existe mayor discrepancia conceptual entre uno y otro término, por lo que, de forma general, emplearemos el término «actividad», si bien, cuando hablemos de proceso, se debe entender que hablamos de lo mismo, o como mucho, de un conjunto de actividades cuyo fin es el mismo.

■ Figura 1. Selección de actividades para la gestión de un proyecto



## 2. Actividades y ciclo de vida del proyecto

En el capítulo anterior se explicó qué es el *ciclo de vida de un proyecto* y advertíamos de que consistía en el modelo de etapas que sigue un proyecto. Se indicó que el modelo más habitual es el de cascada, en el que cada etapa sigue a la anterior y que, por lo general, se identifican hasta cuatro etapas diferentes: inicio-planificación y previsión-ejecución-cierre.

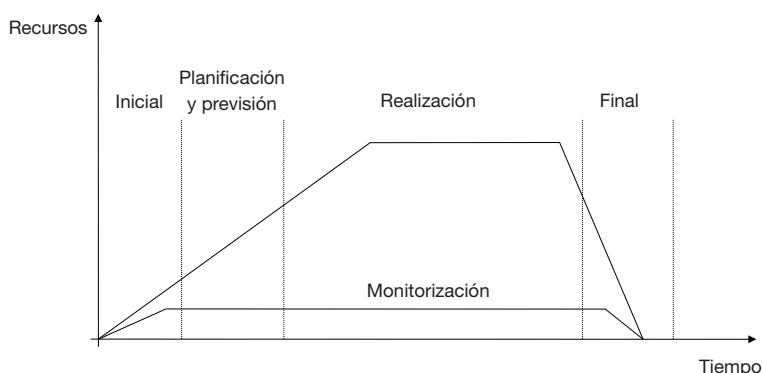
Cada una de estas etapas se caracteriza por el conjunto de actividades que en ella tienen lugar. No obstante, desde el punto de vista de la gestión, el modelo PDCA (Plan-Do-Check-Act) implica la realización de un conjunto de actividades complementario para la medición de los parámetros de control del proyecto y la actuación para la corrección de los mismos, si fuera necesario. Este conjunto de actividades se corresponde con las actividades de monitorización y gobierno, entendiéndose por tales aquellas actividades que realizan un seguimiento de cada actividad y un control de los parámetros de gestión dentro de los límites admisibles.

Una *actividad* representa una tarea o conjunto de tareas que forman parte de la gestión de un área concreta y tiene un fin muy delimitado y específico en dicho contexto. Puede pertenecer a cualquier etapa del ciclo de vida, a cualquier área de gestión y a cualquiera de las fases del modelo PDCA.

La monitorización o seguimiento de los parámetros principales de un proyecto hace referencia a la medición de la evolución de los indicadores del proyecto, principalmente plazo y tiempo, aunque no es descartable encontrar otros indicadores que pueden afectar al desarrollo del proyecto, como la probabilidad de ocurrencia de eventos (para la gestión de riesgos), la tasa de rotación de recursos (para la gestión del personal) o la tasa de reposición de bienes (gestión de proveedores).

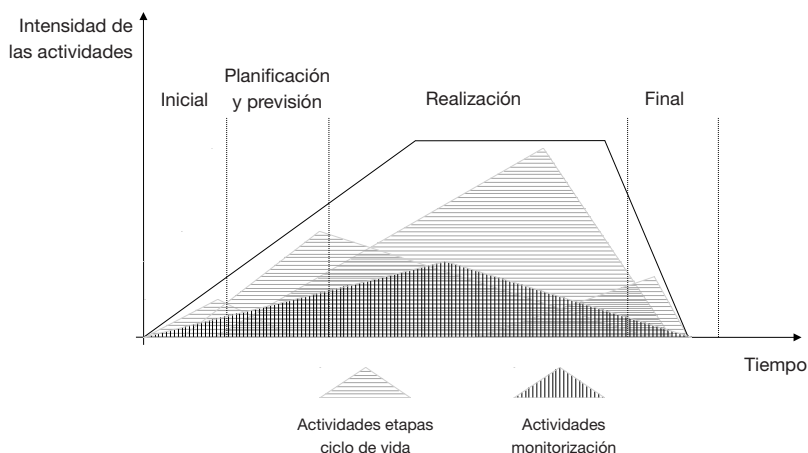
A diferencia de las *actividades específicas*, que son aquellas claramente identificadas en alguna de las etapas del modelo de ciclo de vida de un proyecto, las actividades de monitorización o seguimiento no aparecen nítidamente identificadas en alguna etapa, sino que se encuentran espaciadas a lo largo de la vida del proyecto, se denominan *transversales*. Esto es así porque en cada una de las etapas será necesario medir y controlar parámetros distintos. Podemos entender por tanto que las actividades de control son actividades transversales al proyecto.

■ Figura 2. Actividades de monitorización transversales al proyecto



No obstante, desde la óptica de la evolución temporal del proyecto y las actividades que en cada instante se están realizando, la frontera entre cada fase no es tan nítida como representa la figura 2. En realidad, las fronteras son más difusas y lo normal es que los instantes de cambio de fase ocupen días, semanas o meses y que las actividades de una etapa y la siguiente se superpongan durante una temporada. De este modo, entendemos que estamos en una fase cuando, de forma predominante, se están realizando actividades correspondientes a dicha fase, sin menoscabo de las actividades que se estuvieran realizando aún de la fase anterior o de las que se comenzaran a hacer de la etapa siguiente. Si representamos la intensidad o cantidad de actividades de cada fase dentro del marco temporal de cada etapa, obtendríamos un esquema como el que representa la figura 3. Vemos cómo las actividades se solapan y cómo las actividades de monitorización se extienden a lo largo de todas las etapas.

■ Figura 3. Actividades y ciclo de vida



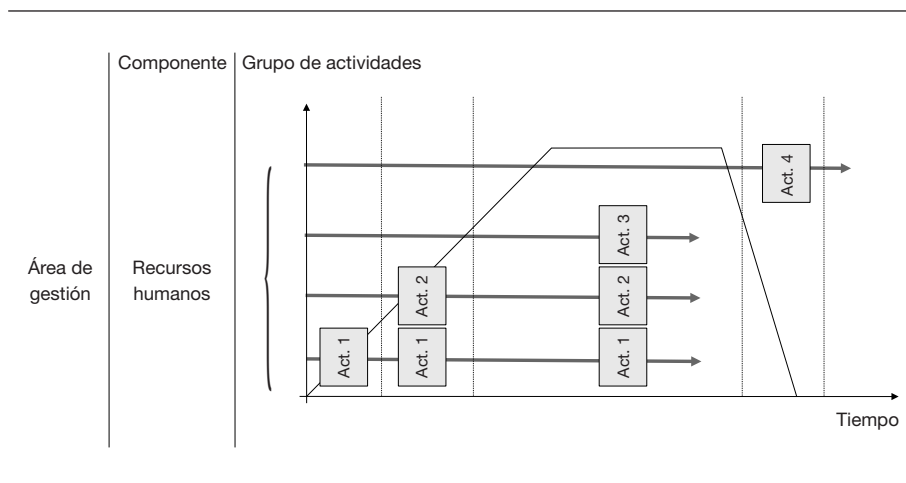
Recordemos que estas etapas del ciclo de vida del proyecto no son coincidentes necesariamente con las fases de proyecto que una organización pudiera haber definido, en tanto estas dependen de cada proyecto y de las necesidades que en el mismo se hubieran detectado. De hecho, la relación entre etapas puede ser puramente secuencial, iterativa, o bien cualquier otra que fuera necesario definir, tal y como se indicó en el capítulo anterior.

### 3. Relación entre ciclo de vida, actividades y áreas de gestión

Hasta ahora se ha definido el ciclo de vida y se ha explicado qué son las actividades. Sin embargo, para poder estudiar correctamente las actividades que se realizan en cada etapa, resulta conveniente agrupar las actividades en áreas de gestión.

Las *áreas de gestión* son un conjunto de actividades que, independientemente del instante (o instantes) en que se deban llevar a cabo dentro del ciclo de vida, forman parte del mismo ámbito funcional de actuación y tienen como finalidad manejar adecuadamente determinado componente del proyecto. Ejemplos de áreas de gestión son los recursos humanos, el tiempo o los costes. El concepto de área de gestión aparece con distintos nombre en la literatura de gestión de proyectos: área de conocimiento, disciplina, área funcional y área de gestión funcional, entre otras. Así, el área de gestión de recursos humanos, atendiendo a la definición que acabamos de presentar, comprende el conjunto de actividades que se desarrollan a lo largo del ciclo de vida del proyecto que, formando parte del ámbito funcional de los recursos humanos, permite gestionar adecuadamente el componente «recursos humanos». La figura 4 presenta de forma gráfica qué es el área de gestión de recursos humanos.

■ Figura 4. Área de gestión de recursos humanos



En la figura 4 observamos un ejemplo en el que el área de gestión de recursos humanos comprende cuatro actividades: la actividad 1 se ejecuta en tres momentos del ciclo de vida; la actividad 2 se repite dos veces y las actividades 3 y 4 solo se ejecutan una vez en distintos instantes del ciclo de vida. La actividad 1 podría representar «contratación de personal», la actividad 2 podría representar «formación y capacitación», la actividad 3 podría representar «evaluación del desempeño del equipo» y la actividad 4 podría ser «rescisión de contratos».

Como vemos, las actividades de un área de gestión se distribuyen a lo largo de las etapas del ciclo de vida. No existe una relación directa entre cada área de gestión y las etapas, ni entre cada actividad de cada área y la etapa en la que se realiza. No obstante, algunas actividades aparecen en determinados instantes de cada etapa, por ejemplo, al final, para comprobar que todo se ha realizado conforme a lo planificado; o al inicio de cada etapa, si son actividades de preparación.

De igual modo, algunas actividades es lógico que aparezcan en las etapas iniciales (al principio o al final de las mismas), puesto que son actividades de contratación, compras, inversiones, etc. que, evidentemente, no tendrían mucho sentido en la etapa de finalización del proyecto. Un ejemplo de esto es la actividad de «rescisión de contratos», que lógicamente debe aparecer en la etapa de cierre y no en la inicial.

## 4. Áreas de gestión

Una vez hemos visto qué son las áreas de gestión y la relación con las actividades y el ciclo de vida, pasamos a enumerar las áreas de gestión que debe contemplar un gestor de proyectos. En los siguientes capítulos trataremos cada una de estas áreas más profundamente, por lo que aquí nos limitamos a hacer una breve introducción de qué representan.

- Gestión de la coordinación de actividades. El área de gestión de la coordinación de actividades tiene la misión de manejar adecuadamente el conjunto de actividades que se realizan en cada etapa del proyecto, para que en la misma se obtengan los resultados esperados, sean cuales sean estos. Los resultados esperados en la etapa de planificación y previsión (por ejemplo) son un conjunto de activos, generalmente documentos, que sirvan para conocer los planes respecto a las distintas áreas de gestión del proyecto: tiempo, costes, recursos humanos, comunicaciones, proveedores, etc. En este caso, la gestión de coordinación de actividades de planificación y previsión tiene como fin manejar actividades de recursos disponibles para obtener dichos planes.
- Gestión de definición del proyecto. El área de gestión para la definición del proyecto tiene la finalidad de determinar el alcance del proyecto, por lo que muchas veces se encuentra definido como gestión del alcance del proyecto. Se trata de poner límites claros al trabajo a desarrollar, conocer qué se solicita y qué queda excluido.
- Gestión de costes. El área de gestión de costes tiene la finalidad de estimar, planificar y controlar los costes del proyecto. Aparece con diversos nombres en los manuales de gestión de proyectos: gestión de costos, gestión de presupuestos, inversiones y gastos o gestión económica.
- Gestión de garantía y calidad. El área de gestión de garantía y calidad tiene la misión de asegurar que los productos, servicios, procesos, actividades y cualquier entregable se realice y entregue con los parámetros de calidad acordados, bien con el cliente o usuario, bien según las normas que se hayan establecido, o según los estándares que se haya considerado seguir.
- Gestión de tiempos. El área de gestión del tiempo tiene la finalidad de estimar, planificar y controlar el desarrollo temporal de las actividades del proyecto para lograr que el objetivo se alcance conforme a las restricciones de tiempo exigidas.
- Gestión de personas. El área de gestión de personal tiene el objetivo de asegurar que en todo momento el proyecto cuenta con los recursos humanos necesarios para el correcto desempeño de las actividades planificadas. Para ello es necesario no solo que se disponga del número de recursos necesarios, sino también que tengan la formación y capacitación necesaria; y en caso de que no estén suficientemente formados, establecer la formación necesaria para que dichos recursos estén disponibles en tiempo y forma. Asimismo, cuando el proyecto termina, esta área de gestión maneja la resolución de contratos o el traslado de los recursos a otros proyectos.
- Gestión de la información y de las comunicaciones. El área de gestión de las comunicaciones tiene el objetivo de asegurar que la información llega a los interesados de la misma y solo a ellos. En proyectos grandes, los canales de información, tanto formales como informales, son múltiples y esto genera, si no se maneja adecuadamente, un elevado número de confusiones, malentendidos y repeticiones de trabajos.
- Gestión de los riesgos. El área de gestión de riesgos en un proyecto tiene la misión de identificar, valorar y establecer medidas para que, incluso materializándose dichos riesgos, no se ponga en peligro la consecución del objetivo del proyecto.



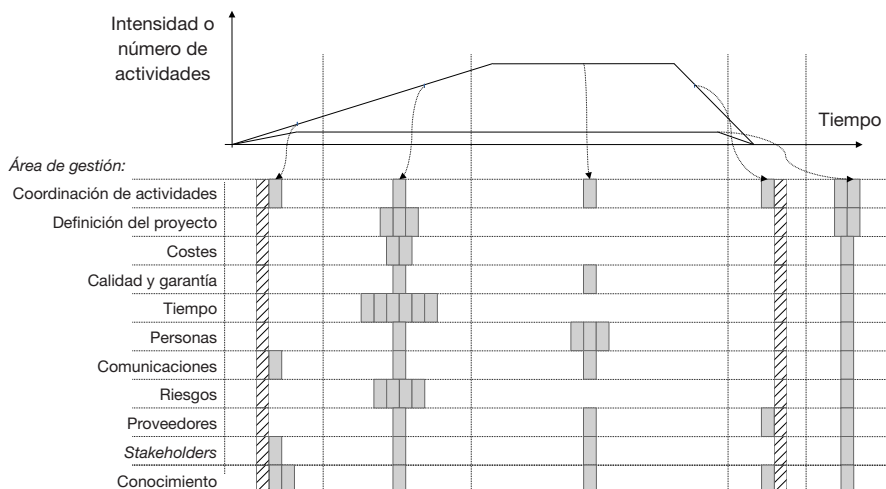
Las actividades a realizar están reflejadas en distintos estándares y metodologías, pero es preciso adecuarlas a las necesidades del proyecto, como se dijo anteriormente, adoptar y adaptar las actividades.

- Gestión de compras y proveedores. El área de gestión de aprovisionamiento tiene una importancia muy distinta en función de los proyectos. Contiene el conjunto de actividades que permiten la realización de compras y el manejo de la relación con los proveedores. En proyectos en los que se requiere la compra de bienes, equipos o material de forma importante, resulta vital para el éxito del proyecto, pues pequeñas desviaciones en las compras y adquisiciones dan lugar a grandes variaciones en los resultados económicos del proyecto.
- Gestión de los *stakeholders*. El área de gestión de los *stakeholders* persigue que cada uno de los afectados por la realización de un proyecto tenga el grado de participación esperado, ya sea en el papel de informado, ya sea en el papel de involucrado.
- Gestión del conocimiento. El área de gestión del conocimiento trata de recopilar diferentes datos del proyecto que servirán de base a futuros proyectos. Los datos desestructurados, la información y el conocimiento se unifican en una base de datos de conocimiento que permitirá ejecutar mejores proyectos en ocasiones venideras.

Como conclusión de lo visto hasta ahora, podemos indicar que un *proyecto* es en definitiva un conjunto de actividades que persiguen la consecución de un fin. Este conjunto de actividades se puede observar desde diferentes perspectivas, según convenga. En concreto, hemos identificado dos perspectivas, una perspectiva secuencial o de ordenación temporal, según la cual las actividades se agrupan en etapas que definen el ciclo de vida del proyecto y una segunda perspectiva funcional, según la cual las actividades se agrupan según áreas de gestión. La figura 5 representa más claramente esta idea. En cada casilla los recuadros sombreados indican la cantidad de actividades que se identifican o que se acostumbra a acometer para una etapa y un área de gestión específica. Por ejemplo, en la etapa inicial, para el área de gestión de comunicaciones se espera realizar una única actividad, que es la identificación de los *stakeholders* o interesados (se verá posteriormente en el capítulo dedicado a esta área de gestión); o en el conjunto de actividades de monitorización, la coordinación normalmente implica dos actividades que son la monitorización del trabajo realizado y la coordinación de las peticiones de cambios solicitados en el proyecto (se verá en el capítulo correspondiente).

En la figura 5 observamos claramente cómo las etapas de planificación y monitorización son las que más carga de trabajo conllevan en un proyecto, o al menos, las que más actividades requieren. De igual modo, la gestión del tiempo y de los riesgos, así como la propia coordinación de todas las actividades, son claramente las áreas que más dedicación requieren en el proyecto. En la misma figura se han marcado una serie de actividades con una trama rayada, las que están en la etapa inicial son para identificar qué actividades de todas las posibles se considerarán en el proyecto (ya se ha comentado que el jefe de proyecto debe decidir qué actividades serán de aplicación en el proyecto y cómo se aplicarán) y las que están en la etapa final, para concluir cualquier actividad que se hubiera abandonado o pospuesto, o bien para darla por terminada definitivamente.

■ Figura 5. Relación entre áreas de gestión y etapas del ciclo de vida



En el siguiente epígrafe se van a presentar las actividades que se han de acometer en cada una de las áreas de gestión indicadas.

## 5. Actividades de cada área de gestión

Como se ha indicado, un proyecto no es más que un conjunto de actividades que se pueden ordenar de muy distintas formas y que se pueden gestionar desde varias perspectivas. No obstante, en cualquiera de los casos, el jefe de proyecto debe conocer las actividades más importantes a realizar dentro de cada área de gestión para seleccionar aquellas que son de aplicación en un proyecto concreto. Recordemos que la primera actividad de cada área de gestión es precisamente la identificación de aquellas que se adoptan/adaptan para el proyecto en cuestión.

En este epígrafe se van a presentar las actividades más relevantes que se entienden que un jefe de proyecto ha de considerar para realizar una adecuada gestión del proyecto. Está claro que lo que aquí se presenta no deja de ser más que una orientación de las principales actividades a realizar. Determinados proyectos pueden presentar especificidades que requieran la incorporación de actividades concretas no contempladas en la siguiente lista; otros requerirán la adaptación de las mismas al proyecto concreto y otras simplemente deberán ser descartadas por no aplicar al mismo. En cualquiera de los casos, es importante resaltar que la siguiente lista debe ser considerada enumerativa, pero no limitativa, de las actividades a considerar en el proyecto.

## 5.1. Área de gestión de coordinación de actividades

Listado de las actividades del área de gestión de coordinación a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de coordinación de actividades que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCA1).
- Elaboración del documento fundacional del proyecto (acta constitucional o fundacional del proyecto) (GCA2).
- Desarrollar un plan director del proyecto (plan de cada área de gestión) (GCA3).
- Ejecutar el plan director del proyecto (GCA4).
- Monitorizar los avances del proyecto y comparar con los planes de cada área (GCA5).
- Gestionar los cambios en cualquier área de gestión del proyecto (GCA6).
- Finalización del proyecto (o de una fase, si se ha estructurado en fases) (GCA7).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCA8).

## 5.2. Área de gestión de definición del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de definición a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de definición del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GDP1).
- Educación y análisis de requisitos (GDP2).
- Formalización de requisitos, fijación de límites y definición del proyecto (GDP3).
- Acordar la definición del proyecto (GDP4).
- División en tareas y subtareas (incluye posiblemente actividades de diseño, construcción, *testing* y validación) (GDP5).
- Validación del documento de especificaciones de requisitos (GDP6).
- Monitorización del alcance del proyecto (GDP7).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GDP78).

## 5.3. Área de gestión de tiempos en el proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de tiempos a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de tiempos en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GTP1).
- Identificar tareas y subtareas que conducen a concluir el trabajo en la definición del proyecto (GTP2).
- Graficar secuencialmente tareas y subtareas (GTP3).
- Calcular el esfuerzo (días-persona/ meses-persona) para cada tarea y subtarea (GTP4).
- Estimar los recursos a partir del cálculo anterior (GTP5).

- Evaluar la duración de cada tarea y subtarea (GTP6).
- Diagramar las tareas y sub tareas (GTP7).
- Monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GTP9).

## 5.4. Área de gestión de los costes del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de los costes a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de costes en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1).
- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5).

## 5.5. Área de gestión de la calidad y garantía de la calidad del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de la calidad y garantía de la calidad a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de la garantía y la calidad que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GGP1).
- Realizar un plan de garantías y calidad (GGP2).
- Ejecutar el plan de garantía de la calidad (GGP3).
- Monitorización de la calidad (GGP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GGP5).

## 5.6. Área de gestión de personas en el proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de personas a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de personas que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPP1).
- Implementar el plan de gestión de personas del proyecto (GPP2).
- Incorporar el equipo de personas al proyecto (GPP3).
- Formar y capacitar al equipo de personas del proyecto (GPP4).
- Coordinar al equipo de personas del proyecto (GPP5).
- Monitorización del nivel de aprovechamiento del equipo (GPP6).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPP7).

## 5.7. Área de gestión de la información y las comunicaciones

Listado de las actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GIC1).
- Realizar el plan director de comunicación en el proyecto (GIC2).
- Informar a los interesados con la información que deben recibir (GIC3).
- Recopilar datos e información (GIC4).
- Generación de indicadores del proyecto (GIC5).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GIC6).

## 5.8. Área de gestión de los riesgos del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de los riesgos a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de riesgos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GRP1).
- Realizar el plan de riesgos del proyecto (GRP2).
- Identificación de los riesgos sobre el proyecto (GRP3).
- Análisis de los riesgos sobre el proyecto (cuantitativo/cualitativo) (GRP4).
- Realizar el plan de respuestas a los riesgos (GRP5).
- Monitorizar los riesgos (GRP6).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GRP7).

## 5.9. Área de gestión de compras y proveedores del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de proveedores a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de proveedores que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPR1).
- Elaborar el plan de proveedores (GPR2).
- Ejecutar las compras a proveedores (GPR3).
- Monitorizar las compras a proveedores (GPR4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPR5).

## 5.10. Área de gestión de los *stakeholders* del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión de *stakeholders* a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de proveedores que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GSP1).
- Identificación de los *stakeholders* (GSP2).
- Elaboración del plan de gestión de los *stakeholders* (GSP3).
- Manejar la participación de cada *stakeholders* (GSP4).
- Monitorizar la participación de cada *stakeholders* (GSP5).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GSP6).

## 5.11. Área de gestión del conocimiento del proyecto

Listado de las actividades del área de gestión del conocimiento a considerar en un proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión del conocimiento que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1).
- Elaborar el plan de gestión del conocimiento (GCP2).
- Recopilación de las mejores prácticas o soluciones de la etapa (al finalizar cada etapa) (GCP3).
- Monitorizar la gestión del conocimiento (GCP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5).

Los epígrafes 5.1 a 5.11 representan las actividades a desarrollar en cada área de gestión de un proyecto. El contenido de cada actividad se explicará en los siguientes capítulos, al menos de aquellas más relevantes para el éxito del proyecto.

Las actividades indicadas en primer lugar («Identificación de las actividades del área de gestión ...») y en último lugar («Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas») tienen carácter obligatorio. El resto de actividades de cada área de gestión tienen carácter opcional, siendo –como se ha comentado– potestad del director de proyecto seleccionar cuáles formarán parte de la gestión del proyecto. El siguiente epígrafe contiene un ejemplo de aplicación del mapa de actividades que se acaba de presentar.

## 6. Un ejemplo de mapa de actividades

Con el fin de ilustrar lo que hemos expuesto, consideremos el siguiente supuesto.

**Enunciado.** La empresa Painting, SL es una empresa de pintores que funciona por proyectos. Ha recibido el encargo de pintar un hotel de cuarenta habitaciones en una semana, para lo cual deben participar varios pintores, tanto júnior como sénior y jefes de cuadrilla. Se empleará una pintura estándar sobre pared lisa. La empresa dispone de un almacén de pinturas con reservas suficientes de todos los tipos de pinturas y de todos los colores posibles. Identificar qué actividades debería considerar el jefe de proyecto que gestiona el encargo realizado a Painting, SL.

**Solución.** Para responder a la pregunta, planteamos todas actividades posibles en una tabla, justificando la necesidad o no de incluir dicha actividad como parte de las actividades a realizar para una correcta gestión del proyecto. Se incluyen todas las actividades y su justificación en la tabla 1.

■ Tabla 1. Lista de actividades por área de gestión para el proyecto Painting, SL

Actividad	¿Se considera?	Justificación
GCA1	Sí	Actividad obligatoria.
GCA2	Sí	Todo proyecto, por pequeño que sea, debe tener un documento contractual.
GCA3	Sí	Se debe generar un plan sobre diferentes elementos de gestión: plazos, calidad y costes, como mínimo.
GCA4	Sí	Se refiere al desarrollo de las actividades planificadas para gestionar adecuadamente todo el proyecto.
GCA5	Sí	Aun siendo un proyecto pequeño, es preciso contemplar los planes previos para evitar desviaciones, sobre todo en plazos, costes y calidad.
GCA6	No	En un proyecto pequeño, los límites y el alcance deben quedar perfectamente delimitados al comienzo. Cualquier modificación puede llevar importantes desviaciones porcentuales (por ejemplo, un cambio que conlleve un día, supone un 20 % más de trabajo).
GCA7	Sí	Refleja la aceptación del cliente.
GCA8	Sí	Actividad obligatoria.
GDP1	Sí	Actividad obligatoria.
GDP2	No	La actividad es sumamente sencilla y no requiere (salvo tipo de pintura y color) otros requisitos. Esto puede quedar contemplado en el documento fundacional. Si hubiera más requisitos, se planificarían aquí (eliminar gotelé, alisar, etc.).
GDP3	No	<i>Idem.</i>
GDP4	No	No es necesario al no establecer requisitos adicionales.
GDP5	Sí	Hay que identificar todas las tareas a realizar: empapelar, cubrir suelos, tapar embellecedores, etc.



Actividad	¿Se considera?	Justificación
◀		
GDP6	Sí	Es conveniente constatar que el trabajo a realizar se corresponde con lo acordado, es decir, no tenemos trabajos adicionales especiales (por ejemplo, paredes con frescos, tapar agujeros, etc.).
GDP7	Sí	Actividad obligatoria.
GTP1	Sí	Actividad obligatoria.
GTP2	No	La granularidad de las tareas indicadas en la definición del proyecto es suficiente. En proyectos más complejos se debería incluir. En todo caso, asimilar tareas y subtareas con las identificadas previamente.
GTP3	Sí	Permite verificar caminos críticos y posibles solapamientos de trabajos.
GTP4	Sí	Permite calcular el esfuerzo necesario para pintar todas las habitaciones.
GTP5	Sí	Con esta tarea obtenemos el número de pintores necesario.
GTP6	Sí	Con esta tarea evaluamos el tiempo que requerirá cada habitación (posiblemente no se tarde lo mismo, dependiendo del tamaño y de la forma o lo irregular que sea la habitación).
GTP7	Sí	Con esta tarea asociamos cada ítem de trabajo a cada persona.
GTP8	Sí	Resulta obligatorio la gestión del tiempo dedicado a cada tarea.
GTP9	Sí	Actividad obligatoria.
GCP1	Sí	Actividad obligatoria.
GCP2	Sí	Permitirá evaluar si el coste de pintar cada habitación se corresponde con lo planificado.
GCP3	Sí	Permite obtener los costes totales del proyecto.
GCP4	Sí	Permite conocer si la evolución en costes del proyecto está en línea con lo planificado.
GCP5	Sí	Actividad obligatoria.
GGP1	Sí	Actividad obligatoria.





Actividad	¿Se considera?	Justificación
◀		
GGP2	No	La actividad de supervisión propia de la ejecución de cada tarea será suficiente para evaluar la calidad de los trabajos. En proyectos más complejos será necesario establecer estándares de calidad más sofisticados y planes de revisión escrupulosos. En este caso, no se considera necesario dada la sencillez de las tareas.
GGP3	No	<i>Idem.</i>
GGP4	No	<i>Idem.</i>
GGP5	Sí	Actividad obligatoria.
GPP1	Sí	Actividad obligatoria.
GPP2	Sí	La empresa debe contar con los recursos y asignarlos a este proyecto.
GPP3	No	La empresa no tiene previsto incorporar más personal para realizar este proyecto
GPP4	No	Las personas del proyecto ya cuentan con la experiencia necesaria.
GPP5	Sí	Se incorpora esta actividad para gestionar posibles problemas o casos en los que haya que movilizar recursos de unas habitaciones a otras para terminar en plazo todas las habitaciones.
GPP6	Sí	Es preciso supervisar que cada pintor avanza en plazo y calidad respecto a lo previsto.
GPP7	Sí	Actividad obligatoria.
GIC1	Sí	Actividad obligatoria.
GIC2	No	Hay solo dos grupos de interesados: los pintores y el cliente. Dados los pocos canales de comunicación, se estima que no es necesario un plan adicional de comunicación.
GIC3	No	<i>Idem.</i>
GIC4	No	<i>Idem.</i>
GIC5	No	<i>Idem.</i>



Actividad	¿Se considera?	Justificación
◀		
GIC6	Sí	Actividad obligatoria.
GRP1	Sí	Actividad obligatoria.
GRP2	Sí	Es necesario para adelantar posibles riesgos: accidentes de los pintores, falta de <i>stock</i> de pintura, paredes en mal estado...
GRP3	Sí	Formarán parte del plan de riesgos.
GRP4	Sí	Es preciso conocer cómo impactarán dichos riesgos en caso de materializarse.
GRP5	Sí	Es preciso conocer cómo responderemos a los riesgos en caso de materializarse.
GRP6	Sí	Es preciso conocer si los riesgos se materializan y si la respuesta es la prevista.
GRP7	Sí	Actividad obligatoria.
GPR1	Sí	Actividad obligatoria.
GPR2	No	Disponemos de provisiones y no es necesario realizar aprovisionamiento específico en el proyecto. Las provisiones se llevan a cabo periódicamente por la empresa, independientemente de los proyectos que aparecen.
GPR3	No	<i>Idem.</i>
GPR4	No	<i>Idem.</i>
GPR5	No	<i>Idem.</i>
GPR6	Sí	Actividad obligatoria.
GSP1	Sí	Actividad obligatoria.
GSP2	No	Los interesados son los pintores y el cliente. La estructura es muy sencilla como para establecer una gestión de interesados.
GSP3	No	<i>Idem.</i>
GSP4	No	<i>Idem.</i>
GSP5	No	<i>Idem.</i>



Actividad	¿Se considera?	Justificación
◀		
GSP6	Sí	Actividad obligatoria.
GCO1	Sí	Actividad obligatoria.
GCO2	No	El proyecto no presenta características de las que se puede aprender algo relevante.
GCO3	No	El proyecto no presenta características de las que se puede aprender algo relevante.
GCO4	No	El proyecto no presenta características de las que se puede aprender algo relevante.
GCO5	Sí	Actividad obligatoria.

Este ejercicio se corresponde en sí mismo con las actividades [\*\*\*1] de cada área de gestión, donde se debe decidir qué actividades se contemplan en la gestión del proyecto y cuáles se desechan porque aportan poco al proyecto o porque son innecesarias.

El siguiente paso que debería realizar el jefe de proyecto es adaptar estas actividades al proyecto de pintar el hotel, hacer la estimación de tiempos, asignar personas, vigilar los avances, etc. y todo ello plasmarlo por escrito en cada uno de los planes y documentos propios de cada actividad.

Como se ha indicado, este mapa de actividades representa y debe ser tomado a modo de referencia. Lo importante es que el director de cada proyecto sea capaz de decidir y adecuar todas estas actividades al proyecto que ha de gestionar. Y no solo eso, sino que debe ser capaz de seleccionar del conjunto de técnicas que veremos en los siguientes capítulos cuáles son las más interesantes para dicho proyecto. Se verán un conjunto de técnicas, herramientas, *software* y métodos para resolver los distintos problemas que aparecerán en el proyecto. No siempre es posible emplear todos los métodos de forma indiferente, por ello el jefe de proyecto deberá tener la habilidad de seleccionar la herramienta que mejor se adapte para la gestión del proyecto.

## Conceptos básicos

- **Actividad.** Una actividad representa una tarea o conjunto de tareas que forman parte de la gestión de un área concreta y tiene un fin muy delimitado y específico en dicho contexto. Puede pertenecer a cualquier etapa del ciclo de vida, a cualquier área de gestión y a cualquiera de las fases del modelo PDCA.

- **Adopción y adaptación de tareas.** Son los dos mecanismos con que cuenta un jefe de proyecto para incorporar el mapa de actividades a un proyecto determinado.

En un ciclo de vida secuencial (etapa inicial-planificación y previsión-realización-final) podemos encontrar actividades en todos ellos que se clasifican en actividades específicas y actividades transversales, que son aquellas comunes a todas las etapas del ciclo de vida.

- **Las actividades específicas.** Son aquellas claramente identificadas en alguna de las etapas del modelo de ciclo de vida de un proyecto, mientras que las actividades transversales no aparecen nítidamente identificadas en alguna etapa, sino que se encuentran espaciadas a lo largo de la vida del proyecto.
- **Área de gestión.** Es un conjunto de actividades que, independientemente del instante (o instantes) en que se deban llevar a cabo dentro del ciclo de vida, forman parte del mismo ámbito funcional de actuación y tienen como finalidad manejar adecuadamente determinado componente del proyecto.

Las áreas de gestión identificables en un proyecto son:

- Gestión de la coordinación de actividades.
- Gestión de definición del proyecto.
- Gestión de costes.
- Gestión de garantía y calidad.
- Gestión de tiempos.
- Gestión de personas.
- Gestión de la información y de las comunicaciones.
- Gestión de los riesgos.
- Gestión de proveedores.
- Gestión de los *stakeholders*.
- Gestión del conocimiento.

Cada una de estas áreas de gestión cuenta con actividades exclusivas, tanto específicas como transversales (véanse epígrafes 5.1 a 5.11).

## Ejercicios voluntarios

1. Explicar los conceptos de actividad y área de gestión.
2. Indicar la relación entre las áreas de gestión y las etapas del ciclo de vida de un proyecto.
3. Explicar los mecanismos con que cuenta un jefe de proyecto para aplicar el mapa de procesos genérico a un proyecto concreto.
4. Realizar un ejercicio de búsqueda de información en internet para indagar sobre diferentes metodologías y técnicas de estimación de esfuerzos y tiempos en diferentes disciplinas de ingeniería, por ejemplo, industrial, informática, obras civiles.
5. Una gestora de fondos cotizada en bolsa ha decidido realizar un proyecto de digitalización de todos sus servicios en un proyecto a tres años. Cuenta con un presupuesto suficiente y ampliable para el mismo. La gestora tiene cuarenta empleados distribuidos entre diferentes departamentos, claramente insuficientes para abordar el día a día y el proyecto. Se ha planteado contratar a una consultora para gestionar el proyecto.

Como jefe de proyecto de la consultora, debe justificar qué actividades del mapa de actividades genérico serían de aplicación.

# La gestión de la coordinación de actividades

## Objetivos del capítulo

En este capítulo se pretende que el lector conozca las actividades, las técnicas y los resultados pertenecientes al grupo de actividades de coordinación de actividades. Este grupo tiene la misión de organizar, planificar, dirigir y supervisar el resto de actividades del proyecto. Representan por tanto la parte nuclear desde la que se define la dirección de proyectos. La correcta implementación de estas actividades es por tanto definitoria del futuro desenlace del proyecto, en tanto estas actividades permitirán controlar y, si es preciso, modificar el desarrollo de las actividades restantes.

La metodología de estudio preferente se ha de basar en la comprensión de las actividades y en el conocimiento profundo de las técnicas que se mencionen, en tanto la relación de actividades está disponible en los manuales de referencia de gestión de proyectos.

## 1. Introducción

En este y en los siguientes capítulos se van a presentar los diferentes grupos de actividades de cada área de gestión. Para ello, primero desarrollaremos un apartado con algunos elementos introductorios que pudieran ser necesarios y, posteriormente, se explican las diferentes actividades comprendidas en el área de gestión. Se indicarán cuáles son los principales elementos de los que se parte y cuáles son los productos que se generan en cada actividad y que representan productos finales en sí mismos o representan los puntos de partida para otras áreas de gestión. Expondremos igualmente el conjunto de técnicas, herramientas y procedimientos que permiten obtener dichos productos que, por lo general, serán documentos e informes.

## 2. Introducción al grupo de coordinación de actividades

Las actividades de este grupo representan las primeras que se han de acometer dentro del ciclo de vida del proyecto. Para que este conjunto de actividades pueda comenzar, habitualmente se realizan una serie de estudios y documentos en una etapa previa a la inicial que se denomina «etapa de estudios previos o anteproyecto». Los resultados de esta etapa previa sirven como entrada y alimentan las actividades de la etapa inicial. A continuación, comentamos brevemente esta etapa previa.

### 2.1. La etapa previa del anteproyecto

Durante la etapa previa al comienzo del proyecto, el cliente detecta una necesidad de realización de un proyecto, según cualquiera de los iniciadores de proyectos que se han comentado en capítulos anteriores (cambio legal, necesidad de mercado, mejora de procesos, etc.). La detección de esta carencia empuja al que será el cliente o usuario del proyecto a llevar a cabo un estudio sobre qué se necesita realmente en la organización. Dicho estudio puede concluir que se requiere mejorar los procesos, implantar un sistema de automatización de firmas, reposicionar la imagen de marca de la compañía o simplemente la creación de un producto o servicio, entre muchas otras posibilidades. En cualquiera de los casos, el resultado del estudio da lugar a un documento, denominado de muy distintas maneras en el argot de la gestión de proyectos, pero que habitualmente se denomina «Análisis y evaluación de necesidades» o «Estudios previos».

### 2.2. Estudios previos

Este primer documento contiene simplemente una declaración de las necesidades y una justificación sobre la necesidad de abordar una solución al problema. Este documento sirve a la organización para comenzar un segundo estudio denominado «Business base», «Caso de negocio» o «Propuesta de proyecto» (la terminología es diferente dependiendo de cada organización). El contenido de este documento no está estandarizado, pero lo normal es que contenga, al menos, los siguientes epígrafes:

- **Requerimientos del negocio.** Se trata de valorar cuál es la motivación del proyecto, indicando claramente cuáles son las carencias detectadas y las razones por las que la propuesta de proyecto solventará las carencias. Asimismo, se trata de contemplar una aproximación a los beneficios que obtendrá la organización (algo semejante a «vender» la idea del proyecto en interno). Esta aproximación debe incluir qué valor añadido tendrán todos los participantes en el mismo, por ejemplo, para los accionistas, disponer de un nuevo producto en el mercado, para los empleados, un proyecto que garantice su futuro en los próximos tres años, para los proveedores, la garantía de seguir contando con ellos, etc. También se debe detallar lo más posible los límites y la definición del trabajo a realizar, lo que muchas veces encontraremos indicado como «alcance» del proyecto.
- **Estudio del contexto.** El objeto es analizar en qué situación se ha producido la necesidad del proyecto. Esto implica reconocer cuáles son los objetivos y fines de la organización, así como la estrategia que está siguiendo. Esto ayudará a comprender el entorno en el que nace el proyecto, ya que se describirán las raíces del problema y cómo el proyecto representa una solución. Aparte de esto, será imprescindible incluir en este estudio qué capacidad en materia de recursos tiene la organización y sobre todo qué riesgos comportan, tanto la carencia o necesidad como la implementación del proyecto. Por último, se han de incluir los parámetros que permiten valorar la idoneidad del proyecto entre las diferentes opciones existentes. Todas las opciones girarán en torno al proyecto y sus posibles variantes, desde reducir al mínimo el alcance del mismo, hasta considerar que todas los requisitos que incluya son de naturaleza obligatoria.
- **Posible planteamiento.** Con la finalidad de facilitar la aprobación y puesta en marcha del proyecto, se suele sugerir un planteamiento para el mismo. Con esto nos referimos a un planteamiento en cuanto a alcance, posibles restricciones, riesgos, tiempos, costes, organización y medidas para valorar en el futuro el resultado del proyecto.

Este documento se genera por uno de los *stakeholder* que más interés tiene en el proyecto, el promotor. Es posiblemente, aparte de *stakeholder* que lo financia, el que mayores beneficios logrará con su implementación y por ello es el que debe «promover» y vender la idea del proyecto con este primer documento.

### 2.3. Valor generado por el proyecto

El documento de valor generado por el proyecto es un documento que plasma cómo y cuándo el proyecto aporta valor a la organización. El valor generado es múltiple y dependerá de cada uno de los interesados que participan en el mismo. Por ejemplo, para los equipos del proyecto, el valor se entrega en forma de salario, mientras tiene lugar el desarrollo del proyecto; para los proveedores, posiblemente al principio del proyecto, cuando se realizan las compras, y para los promotores, posiblemente al final, en forma de producto listo para pasar a fase de explotación o en forma de servicio.



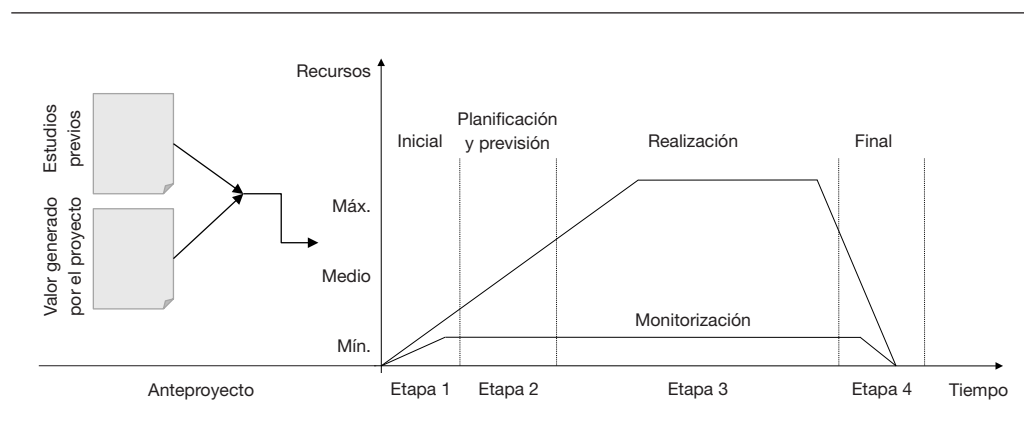
El documento ha de incluir varios epígrafes, entre los que destacamos los siguientes, a título enumerativo, pero no limitativo:

- **Objetivos de beneficio.** Se trata de indicar cuáles son los beneficios esperados, el orden de magnitud de estos para cada uno de los interesados y el modo en que se conseguirán (en forma retributiva, de producto, mediante algún intangible...).
- **Alineación con la estrategia del negocio.** Es importante que se explique cómo el proyecto ayudará a la estrategia del negocio, cómo el proyecto se alinea con los objetivos de la organización y aporta valor a la misma con el desarrollo del proyecto.
- **Plazo temporal de retorno de la inversión.** Tan importante como el volumen de beneficios esperados por cada interesado, lo es el plazo temporal en que estos tienen lugar y son entregados a los interesados. Es posible que un retorno de la inversión muy grande, pero con un plazo temporal alejado, no genere grandes expectativas, por lo que todas las partes implicadas querrán conocer el momento en que sus beneficios se materializarán.
- **Responsables de la identificación de generación de valor por el proyecto.** Se trata de identificar a la persona o equipo que medirá el valor generado. Las métricas y el modelo de medición son importantes, sobre todo en grandes proyectos en los que resulta normalmente complicado conocer cuánto coste y cuánto beneficio se ha generado en el proyecto.
- **Indicadores o medidores de la evolución del beneficio.** Relacionado con lo anterior, identificar los criterios de medición del beneficio es vital para conocer la evolución del proyecto. Algunos indicadores son muy evidentes, pero en otras ocasiones los proyectos requieren de indicadores más abstractos, menos ligados a aspectos concretos del proyecto, pero que dan una información más valiosa. Por ejemplo, el flujo de caja es un indicador fácil de entender, pero la generación de valor de marca con base en las expectativas anunciadas de un nuevo producto no resulta tan evidente.
- **Riesgos.** El apartado de riesgos lo debemos incluir como parte del documento, ya que representan los elementos que, eventualmente, pueden hacer que el beneficio no se alcance.

La importancia de este documento reside en que se plasma el beneficio para todos los interesados y participantes en el mismo. Es un documento mantenido por el director de proyecto y por el promotor del mismo, máximos interesados en hacer ver las bondades de la iniciativa. La figura 1 muestra el instante en que se generan estos documentos y su relación con el resto de etapas del proyecto, en concreto con la etapa inicial, ya que estos documentos sirven como punto de partida para los trabajos y actividades a desarrollar en esa primera etapa del ciclo de vida del proyecto. Es importante indicar que estos documentos son previos al comienzo del ciclo de vida y tiene un valor «justificativo» de la razón de ser del proyecto y las potenciales ganancias de todos los participantes. Dado que estos documentos se suelen considerar fuera del ciclo de vida, su realización depende de los procedimientos y normativas de cada organización en el sentido de que la obtención de los mismos depende de cuáles sean

las normas de la organización. Por lo general, las organizaciones más establecidas, asentadas y de mayor tamaño suelen exigir esta documentación antes de aprobar el proyecto y suministrarlos como punto de partida del proyecto; en cambio, otras organizaciones de menor tamaño suelen obviar este paso y la decisión de acometer un proyecto no se suele basar en estudios tan pormenorizados, quedando muchas veces en un reducido grupo de personas al frente de la organización, la promoción y lanzamiento del proyecto.

■ Figura 1. Anteproyecto y estudios previos



### 3. Actividades comprendidas en el grupo de actividades de coordinación de actividades

#### 3.1. Identificación de las actividades del área gestión de coordinación de actividades que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCA1)

##### A) Descripción de la actividad

La primera actividad obligatoria dentro de la gestión de coordinación de actividades pertenece a la etapa inicial y consiste en identificar cuáles de las actividades propuestas tiene sentido incorporar en el proyecto. Las diferentes características del proyecto, las distintas situaciones de cada organización, las peculiaridades de cada proyecto hacen que cada jefe de proyecto deba obligatoriamente seleccionar qué actividades formarán parte de la coordinación y cómo se van a adaptar al proyecto.

Debe seleccionar de entre la lista de actividades siguientes (no obligatorias):

- Elaboración del documento fundacional del proyecto (acta constitucional o fundacional del proyecto) (GCA2).

- Desarrollar un plan director del proyecto (plan de cada área de gestión) (GCA3).
- Ejecutar el plan director del proyecto (GCA4).
- Monitorizar los avances del proyecto y comparar con los planes de cada área (GCA5).
- Gestionar los cambios en los límites y requisitos del proyecto (GCA6).
- Finalización del proyecto (o de una fase, si se ha estructurado en fases) (GCA7).

El resultado de esta actividad es un documento de actividades adoptadas/adaptadas y que permitirán la coordinación del resto de áreas de gestión. Debemos fijarnos en que la actividad de finalización o cierre de actividades pendientes o pospuestas no se ha incluido, puesto que tiene naturaleza obligatoria.

## B) Técnicas. Herramientas

La técnica de *juicio de expertos* propone recurrir a un conjunto de expertos en dirección de proyectos, entre los que puede y debe figurar el jefe de proyecto, para valorar la idoneidad de contar con cada una de las actividades en el área de gestión de coordinación de actividades. Como resultado de la aplicación de esta técnica a esta actividad se obtiene un listado de actividades de coordinación aplicables al proyecto en cuestión.

## 3.2. Elaboración del documento fundacional del proyecto (acta constitucional o fundacional del proyecto) (GCA2)

### A) Descripción de la actividad

El documento fundacional del proyecto es un documento de la etapa inicial que desarrolla la relación entre la organización que implementa el proyecto y la organización que lo solicita (cliente). Este documento incorpora elementos del contrato mercantil firmado y en él se reconoce la figura del director de proyecto, los principales requisitos que se exigen al proyecto, así como el producto, servicio o bien esperado por el cliente, así como el resto de beneficios y ganancias que el proyecto representa para cada interesado y participante en el mismo.

Los elementos con los que se construye este documento son el contrato mercantil del proyecto, y los documentos de la etapa previa, más concretamente, del anteproyecto (documento de estudios previos, *business case* y documento de valor generado). Aparte de esta información, se ha de considerar la información disponible en cuanto a los elementos influyentes en el proyecto, tanto externos como internos (véase capítulo 1).

Eventualmente, será necesario considerar otros elementos o activos de la empresa, tales como plantillas, estándares, guías y procedimientos internos de la organización. Dentro de este apartado será muy importante considerar las bases de conocimiento que tenga disponible la organización, pues de ahí podremos obtener información sobre otros proyectos ya realizados semejantes al actual.

Como resultado de esta actividad (GCA2), contaremos con un documento denominado acta constitucional o acta fundacional del proyecto, en el que deben quedar reflejado, al menos, los siguientes puntos:

- Justificación de la realización del proyecto.
- Objetivos y metas del proyecto.
- Alineamiento del proyecto con la estrategia organizacional.
- Criterios de logro o éxito.
- Descripción *grosso modo* de los requisitos identificados.
- Riesgos (a alto nivel) identificados.
- Principales fechas de cronograma.
- Resumen presupuestario.

## B) Técnicas. Herramientas

La técnica de *juicio de expertos* es habitual en la gestión de proyectos y la veremos en esta y en otras actividades de otras áreas de gestión. En este caso, los expertos colaboran en la realización del documento para concretar cada uno de los apartados del documento. Forman parte de este grupo de expertos los departamentos de otras unidades de la compañía, empresas de consultoría externas, expertos en la materia concreta del proyecto y, por supuesto, todas aquellas personas entre el grupo de interesados con criterio para poder aportar opiniones de valor en dicho documento.

Se propone en la figura 2 una posible plantilla de este documento:

■ Figura 2. Plantilla del acta fundacional

ACTA FUNDACIONAL	
Nombre del proyecto .....	Requisitos de aceptación .....
Código identificador .....	Criterios de aceptación (métricas) .....
Director del proyecto .....	Presupuesto y restricciones .....
Rol del director de proyecto .....	Plazo y restricciones .....
Nivel de potestas o autoridad .....	Hipótesis de partida .....
Descripción del proyecto .....	Riesgos (en primera instancia) .....
Justificación de abordar el proyecto .....	Objetivos-Límites y funcionalidad .....
Alineación con la estrategia empresarial .....	Objetivos-Tiempo .....
Stakeholders/Interesados .....	Objetivos-Coste .....
Valor aportado a los interesados .....	Objetivos-Calidad .....
	Firma promotor                      Firma director proyecto

### 3.3. Desarrollar un plan director del proyecto (plan de cada área de gestión) (GCA3)

#### A) Descripción de la actividad

El *plan director* es un documento que tiene un doble objetivo. Por una parte, indica cómo se deben elaborar los planes de cada una de las restantes áreas de gestión (riesgos, recursos humanos, comunicaciones...) y por otra parte indica cómo se ejecutará el proyecto, cómo se controlará y monitorizará y por último cómo se llevará a cabo la etapa final. Es importante que todas las actividades de cada etapa queden finalizadas y cerradas; en cualquier caso, si el plan director no llegara a tal extremo, no debemos olvidar que en cada área de gestión existe una actividad de finalización de todas las actividades pendientes y/o pospuestas. Este plan director se desarrolla en la etapa de planificación y previsión y da lugar al plan director del proyecto (PDP).

Para poder elaborar este plan se deben considerar como punto de partida el acta fundacional del proyecto, así como todos los elementos influyentes en el proyecto, previamente identificados. Igualmente, es preciso tener en cuenta todos y cada uno de los planes de cada área de gestión. Si atendemos a la figura 5 de del capítulo 2, observaremos que en la etapa de planificación y previsión todas las áreas de gestión tienen que realizar al menos una actividad. Esta actividad es común a todas las áreas y consiste en la creación de un plan sobre cómo acometer dicha área dentro del proyecto. Todos estos planes forman parte de la información con la que se elabora el plan director del proyecto. También se han de considerar el conjunto de plantillas, procedimientos y normas que la organización tenga definidas para seguir las y darles uso en la elaboración de dicho plan director; dentro de este conjunto (a veces denominado bienes y activos) también hemos de incluir bases de datos y conocimientos disponibles que permitirán realizar mejores planes en cada una de las áreas de gestión, así como coordinar todas ellas de manera más eficaz.

Por último, la elaboración del plan requiere considerar los factores internos y externos mencionados en capítulos anteriores, tales como el tipo de organización, el grado de delegación y responsabilidad en cada nivel jerárquico o la relación con las entidades oficiales, entidades de estandarización y auditoría, o aquellas que fueran relevantes para el proyecto.

El plan director es un documento vivo a lo largo del proyecto, al igual que sucederá con otros que iremos viendo posteriormente. Esto significa que puede cambiar a lo largo del ciclo de vida, atendiendo a la secuencia de hechos que vayan acaeciendo en el devenir del proyecto. Sin embargo, estos cambios no se pueden realizar caprichosamente, sino que se han de realizar siguiendo la actividad de gestionar los cambios en cualquier área de gestión del proyecto (GCA6). Esta actividad (GCA6) conlleva tener definidos y elaborados además los siguientes planes y/o documentos:

- Plan de gestión de cambios. Indica los pasos a seguir para aceptar un cambio en el proyecto; con esto nos referimos a cómo debe actuar el comité de gestión de cambios, criterios a seguir, cuándo aceptar cambios ... Es decir, se centra en definir una política para aceptar o no los cambios.

- Plan de gestión de la configuración. Indica el modo en que los diferentes ítems del proyecto son actualizados tras una aprobación llevada a cabo mediante el mecanismo indicado en el plan de gestión de cambios, requerimientos, presupuestos, plazos, recursos, etc.
- Línea base del proyecto. Representa el punto de partida en cuanto a versiones de todos los documentos, *software*, *hardware*, licencias, etc. del proyecto.

Dado que el plan de gestión de cambios, el plan de gestión de configuración y la línea base del proyecto no se desarrollan en la actividad de gestión de cambios, en las áreas de gestión del proyecto (GCA6), es conveniente que formen parte del plan director del proyecto.

Como resultado de esta actividad obtenemos un documento que representa el plan director del proyecto. Es una especie de «plan de planes» al que se añaden los tres documentos indicados.

## B) Técnicas. Herramientas

La aportación de un *juicio de expertos* en esta actividad concreta se centra en identificar qué documentos han de pasar por el control de cambios y en ayudar a implementar la gestión de la configuración. También colaboran en detallar la integración de todos los planes subsidiarios en el plan director, así como las directrices bajo las que se desarrollará la ejecución, control y monitorización de las actividades del proyecto.

■ Figura 3. Plantilla del plan director

PLAN DIRECTOR	
Nombre del proyecto .....	Acciones correctivas por actividad y/o plan .....
Código identificador .....	.....
Objetivo del plan (indicar cómo se gestiona el proyecto) .....	Otra información .....
.....	.....
Ciclo de vida del proyecto (indicar etapas y resultado de cada una) .....	Planes de cada área de gestión (como anexos) .....
.....	.....
Línea base y variaciones:	
Tiempos .....	
Costes .....	
Límites y funcionalidades .....	
Calidad .....	
Monitorización del proyecto:	
Periodicidad .....	
Indicadores a considerar .....	
	Firma promotor                      Firma director proyecto

### 3.4. Ejecutar el plan director del proyecto (GCA4)

#### A) Descripción de la actividad

Esta actividad corresponde por derecho a la labor principal del jefe de proyecto dentro del ciclo de vida de este. El objetivo de la misma es llevar a cabo lo que se ha descrito en el plan director del proyecto, es decir, hacer lo que se ha escrito que se iba a hacer. Y no solo eso, sino conseguir que cada participante en el proyecto realice su parte en tiempo y forma. Por tanto, podemos decir que esta actividad es la propulsora del avance del proyecto y por esto afirmamos que es la más relevante del director de proyecto.

El desempeño de la actividad conlleva la realización de múltiples tareas, entre las que destacamos las siguientes:

- Creación de los entregables correspondientes al nivel de dirección de proyecto.
- Formar y dirigir al equipo.
- Gestionar los recursos asignados y/o conseguirlos para poder desarrollar el proyecto.
- Seguir las normas, pautas, procedimientos y estándares que forman parte de los activos de la empresa.
- Generar o hacer generar todos los indicadores de seguimiento (tiempo, costes, calidad, recursos...) para poder tomar las decisiones oportunas.
- Estudiar, analizar y, si procede, aprobar los cambios solicitados por las distintas áreas de gestión del proyectos.
- Hacer un seguimiento de los riesgos por si hubiera que acometer las medidas del plan de riesgos.
- Manejar las expectativas de los interesados.

De todas estas tareas, la más relevante es, sin duda, la de seguimiento del proyecto, puesto que el director de proyecto es el máximo responsable de cualquier desviación respecto a lo establecido en el plan de proyecto. Esta tarea se realiza en el contexto de actividades de monitorización que veremos posteriormente. Evidentemente, el resultado de dicha actividad llevará a varios escenarios:

- No tomar medidas, si todo está bajo control.
- Tomar medidas correctoras, si se observa algún tipo de desviación.
- Tomar medidas preventivas, si, haciendo uso de su capacidad de anticipación como líder, prevé algún tipo de desviación.
- Tomar medidas reparadoras si, derivado de los controles de calidad, se obtiene algún resultado del proyecto no conforme a estándares (por ejemplo, un componente *software* no funciona, una pieza no cumple con las medidas acordadas, o un documento no tiene el nivel de detalle comprometido).

En esta actividad, aparte de considerar como punto de partida el plan director del proyecto, los factores internos y externos de la organización y los activos ya considerados en actividades previas, también considera las solicitudes de cambio aprobadas. Cada solicitud de cambio aprobada representa un impacto a diferentes ámbitos del proyecto, por ejemplo, puede impactar en el área de gestión de recursos, puede impactar en el área de gestión de tiempos o en el área de gestión de costes. Estos impactos son los que pueden hacer que un proyecto se desvíe de lo planificado (recordemos el plan director del proyecto y sus sucesivas actualizaciones) y no alcance el éxito.

Los resultados de esta actividad son básicamente informes sobre distintos aspectos del proyecto. Los más relevantes son los siguientes:

- Cualquiera de los compromisos adquiridos en las etapas o subetapas de un proyecto.
- Documento de avance del proyecto en términos de estado de los entregables, tiempos y costes.
- Emisión y gestión de solicitudes de cambio de cualquier tipo (correctora, preventiva o reparadora).
- Actualizaciones de la línea base del plan director del proyecto, tanto por cambios en cualquiera de los planes de las otras áreas de gestión como por cambios en los documentos de partida de esta actividad.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

Tal y como sucediera en ocasiones previas, el manejo de los documentos de partida y las decisiones a tomar según el plan director del proyecto corresponden por entero al director de proyecto. Sin embargo, recurrir a la técnica de la toma en consideración de las opiniones de expertos es habitual, con el fin de que la decisión tenga el consenso suficiente y de que haya sido emitida desde diferentes ópticas aportadas por los expertos. Estos expertos se pueden conseguir entre el resto de departamentos funcionales de la organización (sobre todo en organizaciones con una organización funcional o matricial débil) o bien recurriendo a consultores externos y/o a personas con la cualificación suficiente entre los interesados (*stakeholders*).

### b) *Sistemas de información para la gestión de proyectos*

Cada vez es más frecuente que las toma de decisiones involucren entornos VUCA, acrónimo del inglés que significa entornos volátiles, inciertos, complejos y ambiguos. Por ello, están surgiendo múltiples plataformas de ayuda a la toma de decisiones en situaciones de alta indefinición. Estas plataformas que dan soporte a la evaluación de la situación y selección de las mejores opciones entran dentro de lo que consideramos sistemas de información y apoyo a la decisión. Constituyen sin duda una herramienta valiosa de ayuda al director de proyecto. Pensemos en la gran cantidad de información que se genera en un megaproyecto de construcción de una carretera, multitud de diseños, cientos de personas trabajando, múl-



tiples empresas colaboradoras externas, diferentes ayuntamientos implicados en la cesión de terrenos, concesión de licencias, etc. Toda esta información es inmanejable sin recurrir a sistemas que ayuden a tener todo organizado y accesible y, sobre todo, que ayuden a considerar diferentes atributos de cada opción en cada momento, para seleccionar aquella más ventajosa para el proyecto.

### 3.5. Monitorizar los avances del proyecto y comparar con los planes de cada área (GCA5)

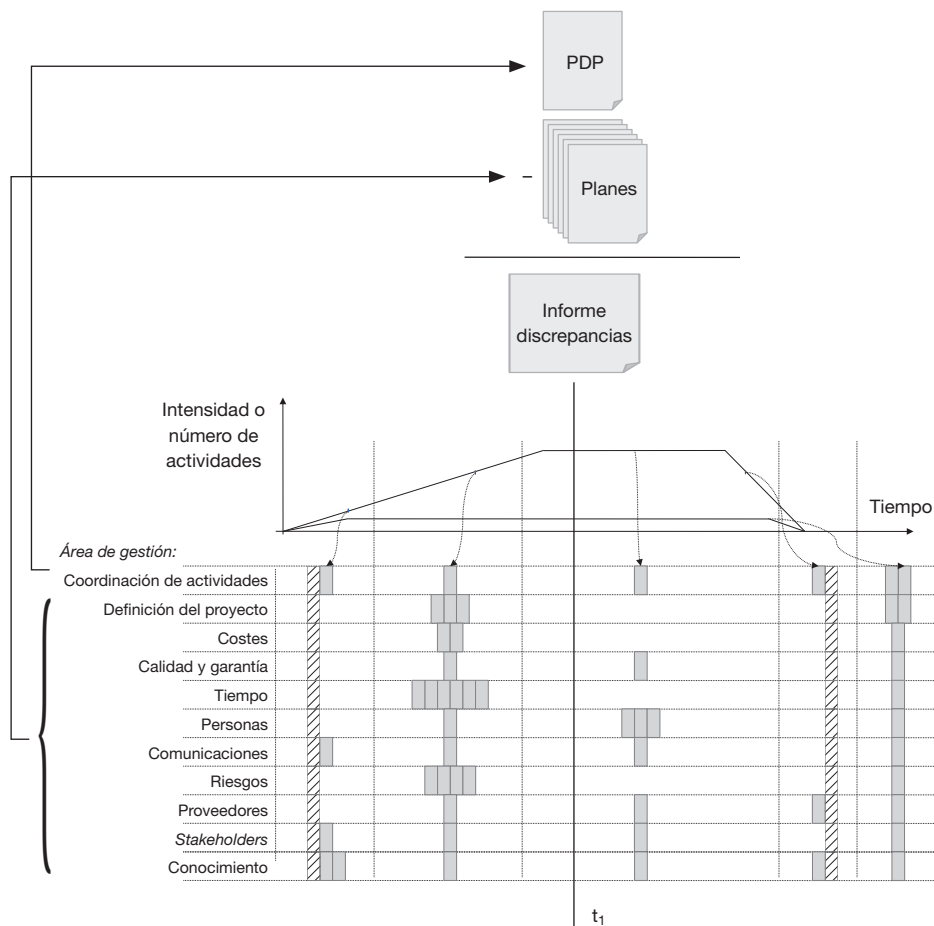
#### A) Descripción de la actividad

La actividad monitorizar los avances del proyecto y comparar con los planes de cada área se desarrolla en una etapa continuada que abarca desde el comienzo, en la etapa inicial, hasta la finalización del proyecto, en la etapa final. Se enmarca dentro del área de gestión de coordinación de actividades, puesto que con esta actividad se van a establecer las posibles discrepancias entre lo planificado y los entregables previstos de cada etapa y la realidad del proyecto. Es importante resaltar que la monitorización no hace solo referencia a los costes y plazos, algo que ya se puede imaginar fácilmente. La monitorización consiste en comparar cada uno de los planes de cada área de gestión con lo que realmente está sucediendo en el proyecto. Por ejemplo, el proyecto puede ir en tiempo y plazo, pero se han detectado carencias en el flujo de información, los *stakeholder* están emitiendo quejas sobre la calidad de la información recibida. *A priori*, el proyecto va bien, pero de este hecho se puede derivar un futuro bloqueo en cualquier aceptación o firma, si la información no es clara. Es posible adivinar que se produzca algún bloqueo en el devenir del proyecto, si los interesados no reciben la información que consideran. Esto se podría llegar a traducir en retrasos, si los bloqueos afectan a partes esenciales del proyecto. Pues bien, la labor del jefe de proyecto es resolver estas discrepancias en la comunicación para evitar que se puedan traducir en retrasos y, por tanto, en incrementos de costes, derivados de la necesidad de seguir pagando los recursos aunque estuvieran ociosos. Con este sencillo ejemplo pretendemos mostrar que cualquiera de las áreas de gestión tiene relevancia en los costes y en el tiempo y que no solo es necesario prestar atención a los plazos y a los tiempos, sino a aquellos elementos y áreas de gestión que pueden influir sobre estos.

Entre las tareas que realizará el jefe de proyecto o su equipo de gestores, podemos citar las siguientes:

- Identificar las discrepancias en tiempos y costes entre lo planificado y el desarrollo del proyecto.
- Identificar las discrepancias en los planes de cada área de gestión.
- Tomar las medidas correctoras, preventivas y reparadoras que fueran necesarias.
- Estimar qué nuevos riesgos pueden aparecer sobre el proyecto.
- Generar los informes de estado, eficacia y eficiencia del proyecto.
- Dar una estimación de la proyección a futuro sobre la evolución del proyecto.

■ Figura 4. Obtención del documento de discrepancias en un instante cualquiera,  $t_1$



Para poder desarrollar estas tareas, se podrá contar como elementos de partida con el PDP y los informes de seguimiento de cada uno de los planes. Es decir, se deberá contar con la referencia que supone el PDP (que indica los compromisos actualizados hasta el momento) y los informes de seguimiento en cada instante temporal de cada área de gestión (que indican los avances, logros y problemas). La discrepancia entre estos sirve de base para elaborar los informes de eficacia y eficiencia (también llamados informes de desempeño).

Los resultados de esta actividad son básicamente acciones que corrigen el rumbo del proyecto y se plasma en varios documentos:

- Solicitudes de cambio.
- Actualizaciones del PDP (incluyendo actualizaciones de cualquiera de los planes de otras áreas de gestión).
- Otras actualizaciones de cualquier documento del proyecto (por ejemplo, del documento de línea base, si se considera que es necesario).

De estos resultados, los dos primeros tienen un carácter ejecutivo en el sentido de que modifican qué se está haciendo o cómo se está haciendo algún aspecto relevante del proyecto (dentro de las áreas de gestión del mismo).

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

Una vez más recurrimos al juicio de expertos. Es momento de hacer resaltar la importancia que tiene que el jefe de proyecto esté bien asesorado. Rodearse de expertos en diversas materias ayudará a que las decisiones sean mejores, más acertadas y generadoras de confianza.

### b) *Sistemas de información para la gestión de proyectos*

Al igual que sucediera en la actividad anterior, la ingente cantidad de información manejada obliga a la utilización de herramientas *software* que faciliten la tarea del jefe de proyecto. Es imprescindible este tipo de *software* para identificar claramente discrepancias en costes, tiempos, planes, etc.

## 3.6. Gestionar los cambios en cualquier área de gestión del proyecto (GCA6)

### A) Descripción de la actividad

La actividad gestionar los cambios en cualquier área de gestión del proyecto se desarrolla en una etapa continuada que abarca desde el comienzo, en la etapa inicial, hasta la finalización del proyecto, en la etapa final. Se enmarca dentro del área de gestión de coordinación de actividades, puesto que con esta actividad se van a revisar todas y cada una de las solicitudes de modificaciones, se van a establecer los mecanismos de aprobación de las peticiones, incluso se realizan las aprobaciones y rechazos de las peticiones y se gestionan los cambios en todos los planes, documentos y activos implicados.

Dentro de las tareas que comprende esta actividad, podemos citar las siguientes. En primer lugar, y como tarea fundamental, está la de conseguir que no se haga ningún cambio en el proyecto que no haya pasado por la actividad de gestionar los cambios en las áreas de gestión (GCA6), ya que esto representa una fuente potencial de retrasos y sobrecostes en el proyecto. En segundo lugar, debe validar (aceptar o rechazar) las peticiones de cambio y gestionarlos cuando sean aprobados, considerando para ello todas las modificaciones sobre la

línea base del proyecto, así como las modificaciones sobre los planes en las áreas de gestión y el resto de documentos, tales como el acta fundacional. Esta tarea se debe realizar, tanto para las peticiones de cambio sobre el proyecto como para las actuaciones de carácter correctora, preventivas o reparadoras. En tercer lugar y derivado de la gestión de las aprobaciones antes citada, la tarea involucra la coordinación a nivel de recursos con todos los equipos (y si fuera necesario, departamentos funcionales) implicados. Por último, solo resta la tarea de documentar correctamente todo lo que acabamos de exponer para que los interesados reciban información rigurosa y en tiempo sobre cualquier aspecto del proyecto.

Es importante resaltar que la documentación de los cambios y sus implicaciones puede requerir (y de hecho normalmente es así) la actualización de la línea base del proyecto. Esta actualización es recomendable que se realice a través de algún sistema de gestión de la configuración. Un sistema de gestión de la configuración es una herramienta *software* que mantiene un listado de todos los activos y documentos del proyecto, así como de las interrelaciones entre ellos.

Este tipo de sistemas para la gestión de la configuración lleva un control automático de la configuración existente en cada momento. Debemos pensar que la configuración de un proyecto representa el conjunto de activos con los atributos que permiten establecer la trazabilidad del mismo. Activos son documentos, *software*, sistemas operativos, licencias, planes, etc.; y la trazabilidad hace referencia a cada una de las versiones de los activos que identifica los sucesivos cambios (también almacenados en el sistema) por los que ha ido pasando el activo en cuestión. Aparte de mantener una base de datos con toda esta información, un sistema de gestión de la configuración también sirve para extraer informes de todos los cambios experimentados por cada activo, las fechas, los impulsores del cambio, las razones, entre otra información.

Por último, estos sistemas también sirven para hacer auditorías de la configuración, es decir, para comprobar que todos los elementos afectados por cualquier cambio han sido debidamente modificados y que dichas modificaciones han sido debidamente guardadas en el sistema de gestión de la configuración.

Para poder desarrollar estas tareas, se podrá contar como elementos de partida con el PDP, los informes de seguimiento de cada uno de los planes, los activos (plantillas, guías, etc.) y los favores internos y externos que afectan al proyecto. En este caso, además, hay un documento que es el más importante a considerar, y son las solicitudes de cambio registradas y pendientes de tratar.

Ahora bien, los productos y documentos de salida que esperamos obtener con esta actividad están relacionados con los que se obtenían en la actividad de monitorización de los avances del proyecto (GCA5):

- Actualizaciones a las peticiones de cambio recibidas tras la monitorización realizada.
- Actualizaciones al plan de proyecto.
- Actualizaciones de cualquier documento no contenido en el plan director del proyecto.

## b) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

Una vez más recurrimos a expertos que ayuden a implementar una correcta gestión de la configuración y de cambios. En este caso, aparte de personas con suficientes conocimientos técnicos al respecto, conviene considerar la participación de la oficina de dirección de proyectos, que suele ser un equipo dedicado a dar soporte técnico-administrativo a los proyectos. En este caso resulta importante su implicación, puesto que tienen gran conocimiento de todas las relaciones entre cada área de gestión con el resto.

### b) *Comité de control de cambios*

El comité responsable de aceptar o rechazar los cambios es una estructura organizativa que asume los cambios sobre el proyecto. Es una herramienta organizativa fundamental para evitar que se realicen cambios no estudiados en el proyecto, ya que cualquier cambio debe contar con la aprobación de este comité.

## 3.7. Finalización del proyecto (GCA7)

### A) Descripción de la actividad

El cierre del proyecto o una etapa o de una fase (en el caso de que cada etapa conste de varias fases) consiste en revisar que se han terminado todas las tareas y documentos para que se pueda realizar la entrega del producto o servicio o entregable concreto (en caso finalizar una etapa o fase). Es posible que aún queden actividades abiertas que se han considerado prescindibles o que se ha visto que no aportan nada al proyecto; sin embargo, en este momento se han de cerrar todas las actividades que formen parte de los entregables. En paralelo se recogerá información adicional para alimentar la base de datos de conocimiento sobre mejores prácticas, lecciones aprendidas y factores de éxito o fracaso.

Asimismo, se llevan a cabo las acciones necesarias para la entrega formal del producto o servicio al área de explotación, producción u operaciones. Por último, se realizan las tareas correspondientes al cierre administrativo, formal o contractual del proyecto; es decir, el documento en el que el cliente o usuario firma y acepta la recepción del producto o servicio.

Como elementos de partida para la realización de esta actividad se considera el plan director del proyecto, los entregables que se han ido realizando a lo largo del proyecto y, como es habitual, las plantillas, guías y normativas que forman parte de los activos de la organización.

Los elementos de salida de esta actividad son el producto, servicio, o bien el objeto del proyecto y para el cual fue autorizado. También forman parte de los productos obtenidos de esta actividad los datos históricos generados (que han de ser guardados), las lecciones aprendidas (que han de ser también guardadas) y el archivo o registro de todos los documentos generados en el proyecto (planes, gestión de cambios, PDP ...)

## B) Técnicas. Herramientas

En ocasiones, el cierre administrativo de algunas actividades no es una cuestión formal, sino que conlleva la negociación con grandes corporaciones, Administraciones públicas, y/o requiere formalismos más o menos complejos. En estos casos contar con el *juicio de expertos* es una garantía para hacer bien el trabajo.

## 3.8. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCA8)

### A) Descripción de la actividad

Eventualmente se pueden haber iniciado actividades o modificaciones que posteriormente no han sido concluidas, pues se ha observado que no conducían a resultados relevantes o que no aportaban nada al proyecto. El cierre de todas estas actividades subsidiarias y almacenar las lecciones aprendidas de su emprendimiento son tareas que se acometen en esta actividad de cierre de actividades abandonadas o pospuestas.

Las entradas son el listado de actividades iniciadas respecto al área de gestión de coordinación de actividades, y la salida viene dada por la certificación del cierre formal de todas las actividades pospuestas y/o abandonadas.

El único producto es el documento que certifica el cierre de dichas actividades no concluidas.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

## 4. Un ejemplo de acta fundacional del proyecto

Con el fin de ilustrar la generación del acta fundacional, uno de los documentos más importantes en el proyecto, mostramos el siguiente ejemplo.

Un despacho de abogados ha solicitado los servicios de un jefe de proyecto para el proyecto de digitalización documental (para los documentos en tamaño y papel habituales) que quieren poner en marcha dentro de su estrategia denominada «Papel0 para eClients». El despacho no tiene personal informático y tan solo cuenta con un PC para los siete trabajadores (abogados, secretaria y administrativos). Existen muy fuertes restricciones presupuestarias, motivo por el que se ha aprobado un presupuesto de 180.000 euros para su realización, con un tope de 200.000 euros. También existen restricciones de tiempo en el equipo y de plazo para el proyecto, pues este debería estar terminado en un plazo de un año, para cumplir con la estrategia de la empresa.

(Nota. En la solución que se aporta, por razones didácticas, se ha resumido al máximo posible el contenido de cada apartado. En un caso real, requeriría un mayor desarrollo).



### ACTA DE CONSTITUCIÓN

**Nombre del proyecto.** Despacho UDIMA.

**Código identificador.** PRJ001.

**Director del proyecto.** J. L. Cefud.

**Rol del director de proyecto.** Director ejecutivo.

**Nivel de potestas o autoridad.** Autoridad total sobre los recursos asignados. Adicionalmente puede contar con recursos extra previo acuerdo con los responsables de los proyectos implicados.

**Descripción del proyecto.** El proyecto impulsará un cambio en la estrategia de la empresa que pasará a estar completamente digitalizada, «Papel0». Todos los documentos serán escaneados y registrados y se modificarán los procesos operativos para eliminar completamente el papel de los procesos del despacho.

**Justificación de abordar el proyecto.** El crecimiento del negocio obliga a manejar multitud de documentos. El número de pérdidas, deterioros y de repetición de solicitudes de información está perjudicando gravemente la imagen del despacho y la satisfacción de los clientes, por lo que resulta imprescindible abordar un proyecto de digitalización de la información en papel.

**Alineación con la estrategia empresarial.** La estrategia de la empresa marcó dos líneas claras: aumentar la satisfacción de los clientes y transformación digital de la compañía. El proyecto que se presenta unifica estas dos líneas estratégicas, puesto que por una parte permitirá incrementar notablemente la satisfacción de los clientes con base en una digitalización de los procesos, que se traducirá en menos errores, servicio de mayor calidad y más rapidez, lo cual se traducirá en que los clientes nos recomienden a otros potenciales cliente.

**Stakeholders/Interesados:**

- Los socios del despacho.
- Los empleados del despacho.
- Los consultores.
- Los clientes.

**Valor aportado a los interesados:**

- Socios. Aumento del valor del despacho por el incremento de calidad en los servicios al cliente.
- Empleados. Simplicidad en el modelo de trabajo operativo.
- Consultores. Desarrollo profesional e ingresos por proyecto.
- Clientes. Simplicidad en los trámites con el despacho.

**Requisitos de aceptación.** Los flujos de la operativa diaria deben validarse durante quince días, sin que existan bloqueos en los procesos del despacho.

**Criterios de aceptación (métricas).** El proyecto se da por finalizado cuando el 90 % de los documentos ha sido introducido en el sistema. El resto de documentos se gestionará en un proyecto separado.

**Presupuesto y restricciones.** 200.000 euros.

**Plazo y restricciones.** El proyecto se ejecutará en un plazo por definir entre seis y doce meses.

**Hipótesis de partida.** No aplica.

**Riesgos (en primera instancia):**

- Tecnológicos.
- Clasificación de los documentos.
- Disponibilidad de recursos del despacho.
- Calidad del documento a digitalizar.
- Gestión de la protección de datos.

**Objetivos-Límites y funcionalidad.** El proyecto alcanzará el hito de tener escaneado el 90% de los documentos, debidamente clasificados y accesibles en el gestor documental con permisos de usuario, niveles de acceso y accesibilidad restringida desde el exterior. El escaneo será a color, con una resolución no inferior a 750p. No se incluyen documentos de cartón, cartulina o con gramaje superior a 100 g/cm². Tampoco se incluyen documentos con tamaño superior a A3.

**Objetivos-Tiempo.** Seis-doce meses.

**Objetivos-Coste.** 180.000 euros.

**Objetivos-Calidad.** –.

Firma promotor

Firma director proyecto

## 5. Un ejemplo de plan director del proyecto

Con el fin de ilustrar la generación del plan director, uno de los documentos más importantes en el proyecto, mostramos el siguiente ejemplo.

Para el caso del ejemplo del epígrafe 4, indicar brevemente cómo sería el plan director.

(Nota. En la solución que se aporta, por razones didácticas se ha resumido al máximo posible el contenido de cada apartado. En un caso real, requeriría un mayor desarrollo).



### PLAN DIRECTOR

**Nombre del proyecto.** Despacho UDIMA.

**Código identificador.** PRJ001.

**Objetivo del plan** (indicar cómo se gestiona el proyecto). El objetivo del trabajo es la implantación de un sistema de digitalización de documentos, así como la digitalización de los mismos.

Se pretende llegar hasta un 90% de documentos digitalizados, cifra que se estima representa los documentos habituales del despacho, quedando excluidos los de alto gramaje y los de grandes dimensiones.



Esta digitalización de documentos se enmarca en la estrategia de mejora del servicio al cliente, por lo que cualquier decisión a tomar en el proyecto debe ir encaminada a hacer más fáciles y cómodas las gestiones del cliente.

Tras la implantación y la digitalización, el proyecto debe incluir un periodo de formación a empleados. Los requisitos técnicos de la solución, los límites del proyecto y los criterios de aceptación se indican más adelante.

**Ciclo de vida del proyecto** (indicar etapas y resultado de cada una). Para este proyecto se considera un ciclo de vida en cascada con cuatro etapas: inicio-planificación-ejecución-cierre.

La fase de ejecución se dividirá en dos subfases: implantación del sistema-digitalización y formación.

#### **Línea base y variaciones:**

- Tiempos. El tiempo base según planificación adjunta se fija en nueve meses.
- Costes. La base de costes se fija según planificación adjunta en 180 kg/euros.
- Límites y funcionalidades:
  - Adquisición, instalación, configuración de *hardware* y *software* para la digitalización.
  - Digitalización de documentos de bajo gramaje (inferior a 100 g) y tamaño estándar inferior a A3.
  - No se incluyen documentos de gran tamaño y/o alto gramaje.
  - La digitalización ha de ser a color.
  - No se imponen requisitos de accesibilidad.
  - No se imponen requisitos de stress del servidor.
  - Funcionamiento 24 x 7 para dar servicio a clientes.
  - Calidad.
    - La calidad de los documentos escaneados no será inferior a 750p, si bien excepcionalmente se podrá solicitar a criterio del personal administrativo calidades muy superiores.
    - La valoración de la formación ha de tener una puntuación de al menos 4 (sobre 5).

#### **Monitorización del proyecto:**

- Periodicidad. Cada dos semanas se revisarán los planes de cada área de gestión.
- Indicadores a considerar:
  - Indicador de desempeño de tiempos del proyecto.
  - Indicador de desempeño de coste del proyecto.
  - Porcentaje de documentos exitosamente escaneados.

**Acciones correctivas por actividad y/o plan.** Las acciones correctoras se incluyen en cada de cada área de gestión.

#### **Otra información.**

**Planes de cada área de gestión** (como anexos). Los planes de cada área de gestión están anexos a este documento.

Firma promotor

Firma director proyecto

En este ejemplo faltaría incluir los planes y acciones correctoras de cada área de gestión, pero dado que esto se verá en cada uno de los capítulos siguientes, obviamos su inclusión en este ejercicio.

## Conceptos básicos

En este capítulo se han revisado las actividades del grupo de actividades correspondiente a la gestión de coordinación de actividades. Estas actividades proponen la creación de un plan director del proyecto que recoja todos los planes parciales de cada área de gestión para centralizarlos en un solo documento, aparte de la creación de otros documentos como la línea base, el plan de gestión de la configuración o el acta fundacional del proyecto.

El anteproyecto es la etapa previa al comienzo del proyecto en la que el cliente detecta una necesidad de realización de un proyecto según cualquiera de los iniciadores de proyectos vistos en capítulos previos. En esta etapa previa se generan dos documentos importantes: la propuesta de proyecto y el valor generado por el proyecto.

Las actividades enmarcadas en la gestión de coordinación de actividades son:

- Identificación de las actividades del área de gestión de coordinación de actividades que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCA1).
- Elaboración del documento contractual del proyecto (acta constitucional o fundacional del proyecto) (GCA2).
- Desarrollar un plan director del proyecto (plan de cada área de gestión) (GCA3).
- Ejecutar el plan director del proyecto (GCA4).
- Monitorizar los avances del proyecto y comparar con los planes de cada área (GCA5).
- Gestionar los cambios en cualquier área de gestión del proyecto (GCA6).
- Finalización del proyecto (o de una fase, si se ha estructurado en fases) (GCA7).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCA8).

En cuanto a las técnicas y herramientas empleadas, destacamos:

- Juicio de expertos.
- Sistema para la gestión de proyectos.
- Comité de control de cambios.

## Ejercicios voluntarios

1. Para el enunciado dado en el epígrafe 6 del capítulo 2, desarrollar el plan fundacional del proyecto.
2. Para el enunciado dado en el epígrafe 6 del capítulo 2, desarrollar el plan fundacional del proyecto (sin los anexos de los planes subsidiarios).

3. ¿Qué es el anteproyecto? ¿Qué resultados se espera obtener de dicha actividad?
4. Enumerar las actividades no obligatorias del grupo de actividades de gestión de coordinación de actividades.
5. Explicar las tres principales técnicas y herramientas del grupo de actividades de gestión de coordinación de actividades.

# La gestión de la definición del proyecto

## Objetivos del capítulo

En este capítulo se pretende que el lector conozca las actividades, las técnicas y los resultados pertenecientes al grupo de actividades de gestión del alcance. Este grupo tiene la misión de organizar, planificar, dirigir y supervisar el conjunto de productos, bienes y servicios que se generarán a lo largo del proyecto y que representan el conjunto de entregables de los sucesivos hitos del proyecto.

Tan importante en un proyecto es la correcta definición y limitación de lo que debe hacer el mismo, como la determinación y mención explícita de lo que no debe hacer el proyecto. De igual modo, la constante verificación y control del resultado del trabajo realizado permitirá garantizar que este se corresponde con todo el trabajo solicitado y solo con el trabajo solicitado.

La metodología de estudio preferente se ha de basar en la comprensión de las actividades y en el conocimiento profundo de las técnicas que se mencionen, en tanto la relación de actividades está disponible en los manuales de referencia de gestión de proyectos.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de la definición del proyecto

Si observamos el resultado final de los miles de proyectos que se gestionan anualmente en las organizaciones, podemos ver que muchos de ellos fracasan. El motivo de estos fracasos es variado, pero de forma mayoritaria estos motivos tienen que ver con la correcta definición previa de lo que se espera del proyecto y con la actividad de obtención de información sobre qué debe hacer y cómo debe ser el producto o servicio resultante. Es lo que habitualmente entendemos por requisitos del proyecto. El origen de esto hay que buscarlo en varias causas, en primer lugar, está la tendencia habitual a confundir los requisitos del producto con los requisitos del proyecto. Ya expusimos en capítulos previos que proyecto y producto (o servicio) no son la misma cosas y de hecho se plantean ciclos de vida diferentes para ambos. Es posible incluso que se defina un ciclo de vida para el proyecto y otro ciclo de vida diferente para la construcción o ejecución del producto. Pues bien, algo semejante se puede decir de los requisitos, es posible identificar requisitos de proyecto y requisitos específicos de producto (o servicio).

En segundo lugar, podemos identificar errores en el proceso de elaboración de requisitos, de modo que la ausencia de las correspondientes tareas de análisis profundo de los mismos conlleva a una temprana fase de ejecución que, a la postre, se traducirá en errores, problemas, incidencias y retrasos para el proyecto.

Y en tercer lugar, podemos citar la carencia de suficientes herramientas técnicas durante el proceso de elaboración de requisitos que dificultan la posterior monitorización y control de que efectivamente se están implementado, así como de las implicaciones que tienen los cambios que con total seguridad aparecerán en el proyecto.

Este conjunto de deficiencias en la preparación del alcance del proyecto es el causante de la mayor parte de los retrasos en los proyectos. La figura 1 indica cuáles son las causas identificadas de fracaso en los proyectos. En esta figura, un proyecto puede haber identificado varias causas de fracaso, de modo que la lectura ha de ser que, por ejemplo, el 85% de los proyectos identifica como causa para el fracaso los constantes cambios en el alcance del proyecto; el 69% identifica que el alcance no fue correctamente definido y el 56% no tenían definidas prioridades en el alcance del mismo. Según podemos ver, las tres primeras causas de fracaso tienen relación con problemas en el alcance, requisitos o las prioridades de estos. Esta figura nos da una idea de la relevancia de los procesos que vamos a tratar en este capítulo, teniendo una relación directa con el éxito o el fracaso de los proyectos.

En esta epígrafe abordamos las actividades, procedimientos y procesos implicados en la gestión de la definición del proyecto. Podemos encontrar en la literatura nombres semejantes para este conjunto de tareas: gestión de la definición del proyecto, gestión del alcance del proyecto, procesos para la gestión del alcance y gestión de requisitos del proyecto, entre otros. Existen pequeñas diferencias entre unas y otras definiciones, por lo que aquí respetaremos la más genérica de actividades de la gestión de la definición del proyecto, entendiendo los requisitos como una parte de la definición del proyecto, es decir, la elaboración de requisitos como un subconjunto de todas las actividades que conlleva la gestión de la definición del proyecto. Queremos resaltar además que en este epígrafe incluiremos, tanto los requi-

sitos del proyecto como los requisitos del producto o servicio. Es posible que las técnicas que empleemos para unos y otros sean diferentes, pero lo relevante está en que debemos obtener, por una parte, los requisitos del producto o servicio como una parte del todo, es decir, como una parte de los requisitos del proyecto.

■ Figura 1. **Motivos de fracaso de los proyectos**



Expondremos a continuación el conjunto de procesos del área de gestión de definición del proyecto, así como el conjunto de técnicas, herramientas y procedimientos asociados a esta área de gestión.

## 2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de definición del proyecto

### 2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de definición del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GDP1)

#### A) Descripción de la actividad

La primera actividad obligatoria dentro de la gestión de definición del proyecto pertenece a la etapa inicial y consiste en identificar cuáles de las actividades propuestas tiene sentido incorporar en el proyecto. Las diferentes características del proyecto, las diferentes

situaciones de cada organización, las peculiaridades de cada proyecto hacen que cada jefe de proyecto deba obligatoriamente seleccionar qué actividades formarán parte de la gestión de la definición y cómo se van a adaptar al proyecto.

Debe seleccionar de entre la lista de actividades siguiente (no obligatorias):

- Educación y análisis de requisitos (GDP2).
- Formalización de requisitos, fijación de límites y definición del proyecto (GDP3).
- Acordar la definición del proyecto (GDP4).
- División en tareas y subtareas (incluye posiblemente actividades de diseño, construcción, *testing* y validación) (GDP5).
- Validar el documento de especificación de requisitos del proyecto (GDP6).
- Monitorización del alcance del proyecto (GDP7).

El resultado de esta actividad es un documento de actividades adoptadas/adaptadas que permitirán la coordinación del resto de áreas de gestión. Debemos fijarnos en que la actividad de finalización o cierre de actividades pendientes o pospuestas no se ha incluido, puesto que tiene naturaleza obligatoria.

## B) Técnicas. Herramientas.

La técnica de *juicio de expertos* propone recurrir a un conjunto de expertos en dirección de proyectos, entre los que puede y debe figurar el jefe de proyecto, para valorar la idoneidad de contar con cada una de las actividades en el área de gestión de definición del proyecto. Como resultado de la aplicación de esta técnica a esta actividad se obtiene una relación de actividades que se llevarán a cabo dentro del área de gestión de definición del proyecto.

## 2.2. Educación y análisis de requisitos (GDP2)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de educación y análisis de requisitos del proyecto permite identificar y documentar las necesidades de todos y cada uno de los interesados en el proyecto, a fin de satisfacer los objetivos del mismo. Tal y como se veía en el epígrafe anterior, existe una relación directa entre la calidad de esta documentación y la calidad del resultado final del proyecto, es decir, la vinculación entre la actividad de extracción y análisis de los requisitos y el resultado del proyecto es absoluta.

En esta actividad podemos identificar claramente dos subtareas. Por una parte, la correspondiente a la educación y, por otra, la correspondiente al análisis. La actividad de educación se corresponde con la obtención de información de los interesados. La obtención de información se puede realizar a través de diferentes mecanismos y empleando distintas herra-

mientas: cuestionarios, entrevistas, prototipos, encuestas, informes, canales informales, base de datos de conocimientos previas, activos de la empresa, etc. Es decir, es posible emplear un compendio de técnicas variadas e, incluso en un mismo proyecto, es habitual más de una técnica o herramienta. El resultado de esta actividad es un conjunto de datos, informaciones y conocimientos que representan las expectativas de todos los interesados respecto al proyecto. Las expectativas del cliente o usuario es lo que comúnmente se entiende por requisitos del producto o servicio, pero no podemos pasar por alto la existencia de otros requisitos que pudieran exigir otros interesados en el proyecto. Por tanto, requisitos son todos y todos forman parte de la definición del proyecto.

Por otra parte, la subtarea de análisis es inmediatamente posterior a la de educación. El resultado de la tarea de educación es, de forma general, un conjunto de datos, informaciones y conocimientos que requieren ser ordenados, estudiados y analizados. Es posible que existan incoherencias, incongruencias, inconsistencias, faltas de información, ambigüedades, vaguedades, redundancias, dudas y otras particularidades que hagan necesario refinar la información recibida. La actividad de refinamiento de los requisitos del proyecto es la que se denomina *análisis*. La finalidad por tanto de esta tarea consiste en que tengamos estudiadas todas las necesidades de todos los interesados para que estas sean íntegras, completas, claras y no ambiguas. Si bien esta tarea se plantea de forma secuencial respecto a la anterior, es posible que esta parte del ciclo de vida sea iterativa, de modo que previsiblemente existirá la necesidad de volver a contactar con el grupo de interesados para aclarar las inquietudes existentes sobre los requisitos, es decir, tendremos que volver a la tarea de educación hasta que el conjunto de requisitos que permitan determinar correctamente la definición del proyecto se alcance.

Esta actividad se realiza fundamentalmente a partir del acta fundacional del proyecto, documento estudiado en el grupo del área de gestión de coordinación de actividades. Aunque en los capítulos estudiados hasta este momento no ha aparecido aún, es necesario hacer uso de otro documento (aparecerá en el capítulo correspondiente a las actividades del área de gestión de los *stakeholder* o interesados), que es el registro de todos los implicados o interesados en el proyecto.

El producto de esta actividad es un documento con la lista de requisitos del proyecto y del producto. Este documento sirve de base para la creación del documento de especificación de requisitos, que es el que permitirá desarrollar el trabajo del proyecto, pues representa las necesidades de los interesados. Junto al listado de requisitos ya analizados, la salida de esta actividad también genera el plan de gestión de requisitos, que es un documento que indica cómo se gestionan los requisitos, el proceso de nomenclatura, cómo se priorizan, cómo se clasifican, cómo se enlazarán con las actividades a que den lugar, cómo se realizará la gestión de la configuración, cómo se mantendrán las versiones y, en general, todo aquello que sirva para comprender cómo se ha de trabajar con los requisitos.

Por último, una salida muy importante es la matriz de trazabilidad de requisitos (figura 2) o simplemente *matriz de requisitos*, que indica las relaciones entre los distintos requisitos del proyecto para conocer fácilmente el impacto de unos requisitos en otros.



■ Figura 2. Plantilla para matriz de requisitos

Nombre del proyecto

Centros de costes

Descripción del proyecto

ID requisito	Descripción	Depende de [requisitos]	Requisitos que dependen	Objetivo	EDT	Casos de prueba

## B) Técnicas. Herramientas

### a) Entrevistas

Las entrevistas, formales o informales, son un modo de obtención de información muy utilizado. Consisten en reunirse con los interesados y mantener un diálogo sobre las expectativas del proyecto: qué espera que haga, cómo espera que lo haga y todo tipo de detalles al respecto. La conversación es abierta y suele estar dirigida por los analistas y expertos en la materia, mientras que los entrevistados pueden tener cualquier perfil. A partir de estas reuniones, se van tomando notas de las respuestas y comentarios, por lo que es fácilmente entendible que existan errores, contradicciones, matizaciones, etc. y que se requieran varias iteraciones.

### b) Grupos de interesados

Una segunda técnica consiste en agrupar a los interesados por el conocimiento que pueden aportar. Esta técnica de dinámica de grupo persigue fomentar el intercambio de opiniones, mucho más extenso y que amplía el abanico de temas tratados en las entrevistas (mucho más personales, dirigidas y menos explícitas).

### c) Talleres

En los talleres se juntan los interesados por el conocimiento que tienen, pero en vez fomentar la discusión, se trabaja directamente sobre los posibles requisitos del proyecto y/o del producto. Tienen un objetivo mucho más orientado y, por lo general, se hacen después de las técnicas anteriores para resolver las dudas (por eso se suelen proponer en segundas o terceras iteraciones).

Existen diferentes formas de abordar estos talleres, según la disciplina del proyecto. Por ejemplo, en el caso de los proyectos de sistemas de información, se emplea la técnica JAD (joint application development). En este caso, dado que los intervinientes son personal informático, la aclaración de los requisitos suele estar muy centrada en aspectos del producto *software*. En otras industrias se emplean técnicas análogas, así, en la industria manufacturera se emplea el QFD (quality function deployment), que es una técnica parecida, en la que los talleres sirven para determinar las características que han de tener los productos a fabricar o ensamblar.

#### d) *Técnicas grupales de educación*

Existen otras técnicas que tratan de sacar provecho de la dinámica de grupos y que se emplean en casos en los que no se tiene una idea clara de lo que debe ser el producto final. En estos casos, las técnicas consisten en la reunión de expertos que exponen ideas más o menos acertadas y que se discuten grupalmente. No importa tanto que las ideas sean acertadas, sino la capacidad de generar discusión en torno a su utilidad para el producto final. Entre estas técnicas podemos encontrar:

- Tormenta de ideas o *brainstorm*. El grupo propone una serie de ideas que sirven para fomentar la discusión en torno a las características del producto. Algunas de las ideas pueden ser extravagantes, pero sirven para fomentar la creatividad del grupo.
- Técnicas Delphi. Es una técnica de generación de opiniones de forma anónima sobre lo que han ido opinando otros expertos, proporcionando realimentación al propio experto que emitió la opinión. La iteración de este proceso es siempre anónima y solo el moderador puede acceder a toda la información.
- Mapas conceptuales. Es una forma de representar la información que permite descubrir y agrupar conceptos, ideas... Se emplea para la generación de conocimiento ordenado a partir de la información vertida en las tormentas de ideas o en los talleres Delphi.

#### e) *Técnicas para la toma de decisiones*

Las técnicas de toma de decisiones son variadas y pueden ir desde meras votaciones, hasta procesos más complejos que objetiven cuantitativamente los beneficios de cada decisión.

En el caso más sencillo de recurrir a votaciones, las alternativas para la toma de decisiones pueden ser:

- Por unanimidad. Se selecciona la opción votada unánimemente.
- Por mayoría. Se selecciona la opción votada por la mayoría.
- Por pluralidad. Se selecciona la opción votada por el grupo más grande (mayoría simple).
- Por dictadura. Se elige la opción seleccionada por una persona.
- Por rondas. Las dos opciones más votadas se someten a una segunda votación.

#### f) Cuestionarios y encuestas

La técnica de cuestionarios y encuestas es otra forma de obtener información, en este caso de un modo más acotado y limitado. En vez de trabajar con preguntas abiertas como en las entrevistas, se trabaja con preguntas cerradas y con posibilidades de respuestas muy limitadas. Este tipo de preguntas es útil cuando el producto o el servicio se va a emplear por un elevado número de usuarios y se desea conocer cuáles serán las condiciones que esperan la mayor parte de los usuarios, por lo que será necesario recurrir a técnicas estadísticas de análisis de los datos obtenidos.

#### g) Shadowing u observación

El *shadowing* es una técnica empleada cuando se desea interferir lo menos posible en la respuesta del interesado. Se evita realizar preguntas que podrían influir en la propia respuesta, y lo que se hace es simplemente observar el modo de comportamiento, las pautas de trabajo, las actividades que realiza un individuo a fin de conocer sus procedimientos, procesos, tareas, etc. Es un método muy objetivo, ya que no hay cabida a la interpretación semántica de la pregunta ni de la respuesta, pero en cambio es mucho más lento, ya que multitud de matices de la respuesta será difícil obtenerlos con dicha técnica.

#### h) Prototipado

La construcción de prototipos ayuda a obtener las necesidades del cliente o usuario o interesado. La idea se basa en la creación de prototipos de forma iterada con la información que vamos recibiendo en cada iteración. Las sucesivas aproximaciones de los prototipos permiten tener una idea clara de lo que espera el interesado. La ventaja es que este método de descubrimiento de la información es útil en entornos de alta incertidumbre, pero por contra tienen el inconveniente de un gran desperdicio de trabajo en las sucesivas iteraciones, sobre todo si los prototipos no se pueden emplear como parte del trabajo final. Por ejemplo, si un ingeniero debe realizar varios prototipos de piezas con impresoras 3D hasta obtener lo que realmente desea el cliente, claramente todo estos prototipos habrá que desecharlos, pues el material final será distinto; ahora bien, si estamos construyendo un prototipo de interface de usuario de una aplicación, es muy probable que el resultado final sea aprovechable en la aplicación que finalmente se entregue al cliente.

## 2.3. Formalización de requisitos, fijación de límites y definición del proyecto (GDP3)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de formalización de requisitos tiene el objetivo de crear una documentación clara, inteligible, comprensible por todos, sin equívocos y completa acerca de las especificaciones requeridas para el proyecto y para el producto. El modo de especificar las necesidades del proyecto y del producto depende de la disciplina a la que corresponda el proyecto. Por

ejemplo, para la especificación del producto en un proyecto de ingeniería industrial se recurre a planos con acotaciones de piezas, que son una forma muy rigurosa de indicar cómo ha de ser la pieza. En el caso de un proyecto de arquitectura, las especificaciones del producto (la casa) se indican en forma de planos y en el caso de proyectos *software*, en forma de casos de uso mediante UML. El resto de requerimientos acerca del proyecto que no hacen referencia a cuestiones técnicas del producto se pueden expresar mediante texto, tablas, etc.

La consideración de los requisitos del proyecto obligará a delimitar el alcance de este en términos de funcionalidad, prestaciones, dimensiones y otras características propias del producto, y esto conllevará a determinar exactamente qué se espera del proyecto y qué no se espera del proyecto. Si bien los requisitos permiten determinar qué hace el producto, es posible indicar también lo que no debe hacer el producto o indicar cuáles son los límites como un atributo de los requisitos.

El resultado de esta actividad es un documento de especificación de requisitos cuyo índice aproximado puede ser el siguiente:

- Listado de requisitos del proyecto. En la figura 3 se presenta una plantilla para la especificación de un requisito.
- Matriz de trazabilidad de requisitos. En la figura 2 se presenta una plantilla para la definición de la matriz de trazabilidad.
- Criterios de aceptación del producto, por requisito y globales.
- Listado de entregables del proyecto.
- Limitaciones, exclusiones y restricciones del proyecto: (habitualmente se emplean diagramas de contexto para limitar el alcance).
- Hipótesis del proyecto.

■ Figura 3. Plantilla para requisitos

 <b>ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS</b>			
Identificador de requisito .....		Requisitos a los que afecta .....	
Fecha solicitud .....		Productos y servicios que utiliza .....	
Tipo de requisitos (funcional, técnico...) .....		Items del producto/servicio que lo soportan ....	
Versión .....		Flujo normal .....	
Objetivos asociados .....		Flujo alternativo .....	
Justificación del requisito .....		Excepciones .....	
Fuente o interesado proponente .....		Importancia (alta, media, baja) .....	
Precondiciones .....		Prioridad (alta, media, baja) .....	
Poscondiciones .....		Criterios de aceptación .....	
Descripción de requisito .....		Conflictos identificados con otros requisitos ..	
Requisitos que le afectan .....		Diagramas explicativos (secuencia, contexto, mapas, acotaciones ...) .....	
		Prototipos gráficos (pantallas, 3D, ...) .....	

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Software* de gestión de requisitos

El conjunto de herramientas vistas anteriormente hacen referencia a la obtención de información. Pero en esta actividad que estamos describiendo se ha indicado que también hay que realizar la especificación formal de los requisitos. Para ello es preciso tener identificados, clasificados y ordenados todos los requisitos de proyecto y producto. Generalmente, las herramientas *software* que ayudan a recopilar la información de los requisitos y hacer su análisis disponen también de funciones para facilitar su especificación.

### b) *Juicio de expertos*

Una buena técnica para obtener un buen documento de especificación es contar con expertos en especificación y con expertos en el producto o servicio objeto del proyecto.

## 2.4. Acordar la definición del proyecto (GDP4)

### A) Descripción de la actividad

Esta actividad consiste en conseguir la aceptación por parte del promotor, usuario, cliente o persona responsable de la verificación posterior del alcance del proyecto, del documento de especificación de requisitos. Dicho documento representa fielmente el conjunto de necesidades detectadas una vez han sido recopiladas, analizadas y especificadas formalmente. Es preciso someter este documento a aprobación por parte del receptor del proyecto, con el fin de establecer una línea base de alcance que sirva como referencia para la posterior ejecución de trabajos.

El punto de partida de esta actividad es el documento de especificación de requisitos y el resultado del mismo es dicho documento validado por el cliente, indicando con ello que está conforme con la descripción de alcance (en forma de requisitos) que se le ha presentado.

## B) Técnicas. Herramientas

*Juicio de expertos.* En esta ocasión, la única técnica o herramienta empleada es el asesoramiento en acuerdos por parte de expertos. No es necesario recurrir a ninguna otra herramienta.

## 2.5. División en tareas y subtareas (GDP5)

### A) Descripción de la actividad

(Incluye posiblemente actividades de diseño, construcción, *testing* y validación).

El conjunto de entregables que el proyecto requiere se ha de desarrollar o ejecutar. Para eso es preciso identificar las tareas que van a permitir lograr el producto o servicio que satisface los requisitos previstos en la especificación de requisitos, previamente validado por el cliente.

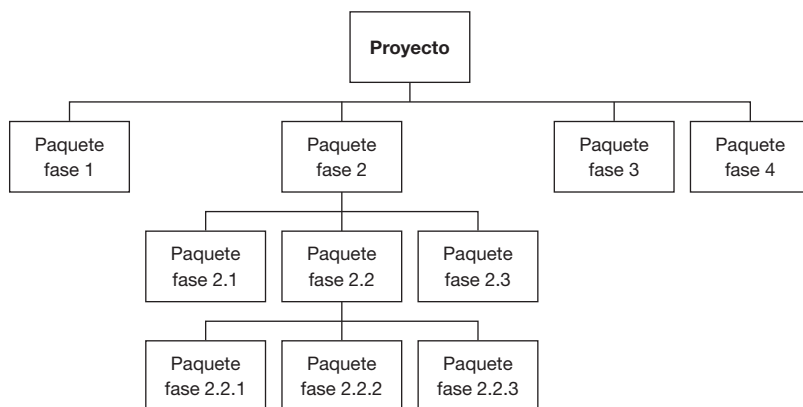
La idea de esta actividad es desglosar las tareas del proyecto en unidades de trabajo o paquetes de trabajo. Estos paquetes de trabajo tienen una estructura jerárquica, de modo que cada nivel de detalle supone un paquete de trabajo más elemental, hasta llegar a la unidad mínima de trabajo que se puede planificar.

El diagrama que se emplea para representar los paquetes de trabajo y sus relaciones se denomina estructura de desglose de trabajos (EDT), aunque muchas veces lo veremos por sus siglas en inglés WBS (*work breakdown structure*). Este diagrama parte del trabajo completo a realizar e incluye diversos paquetes de trabajo, algunos de los cuales pueden ser entregables comprometidos. Estos paquetes de trabajo se pueden obtener mediante dos criterios:

- Paquetes de trabajo por fase. Consiste en dividir el trabajo del proyecto o producto en fases temporales secuenciales y determinar un paquete de trabajo global para cada una de ellas. Posteriormente, se subdivide cada uno de estos paquetes de trabajo en otros más elementales.
- Paquetes de trabajo por entregable. Otra visión completamente distinta consiste en olvidar la secuencia temporal y centrarse en los entregables, definiendo los paquetes de trabajo necesarios para cada uno de ellos.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de una posible estructura de desglose de trabajos por fases. La creación de una estructura de desglose de trabajos parte del documento de especificación de requisitos de la actividad anteriormente explicada y de las plantillas, templates, políticas y otros documentos que sean de obligado cumplimiento en la organización.

■ Figura 4. Ejemplo de estructura de desglose de trabajos



Las estructuras de desglose de trabajos pueden ser como la representada en la figura, aunque lo habitual es que combinen paquetes de alto nivel que sean entregables, fases e incluso subproyectos. A nivel elemental, todos las estructura de desglose de trabajos están conformadas por paquetes elementales de trabajo.

## B) Técnicas. Herramientas

La única herramienta que se emplea en este caso es la herramienta gráfica de estructura de desglose de trabajos, antes mencionada.

## 2.6. Validar el documento de especificación de requisitos del proyecto (GDP6)

### A) Descripción de la actividad

Tras la ejecución de las actividades que conllevan el desarrollo del producto o servicio y una vez que se ha entregado el mismo al cliente, se debe comenzar una actividad de verificación o validación por parte de este de que los entregables son acordes a los requisitos especificados (previamente validados también por él) y que a su vez estaban alineados con lo indicado en el acta fundacional del proyecto.

Esta actividad es fundamental para dar por finalizadas las actividades, puesto que constituye la mejor garantía de que el trabajo ha alcanzado los hitos propuestos. El modo en que el receptor del proyecto verifica el alcance difiere según la tipología de proyecto pero, en general, se deberá someter al producto a una batería de pruebas para ir comprobando cada uno de los requisitos, o bien la entrega del producto en sí misma es prueba suficiente de la consecución del hito (por ejemplo, la entrega de una obra como un puente). Es probable que incluso en estos casos sean necesarias pruebas adicionales para la constatación de alguna de las funcionalidades solicitadas (por ejemplo, las que hagan referencia a resistencia). Los documentos que se suelen emplear como referencia en esta actividad son el plan director del proyecto y el documento de especificación de requisitos (validado), junto con la matriz de trazabilidad de requisitos. Es posible que en caso de que hubiera entregables intermedios, estos también formen parte de los documentos de referencia para que pasen los controles oportunos.

El resultado de esta actividad solo puede ser la aceptación de los entregables, o el rechazo de los mismos, con la correspondiente solicitud de cambio para adecuar el producto/servicio a los requisitos. Eventualmente, se puede generar algún cambio en los requisitos, si se deduce que estos no eran los esperados o no se han interpretado correctamente, aunque esto debe seguir los pasos indicados en el control de cambios.

## B) Técnicas. Herramientas

Inspecciones-*Walk through*-Test específicos. No se pueden constatar en este epígrafe técnicas específicas salvo las empleadas en cada proyecto para la verificación de los requisitos. Técnicas de inspección, test específicos y verificación de documentación son los medios con los que se cuenta en este caso para generar la aceptación o rechazo del producto o servicio.

## 2.7. Monitorización del alcance del proyecto (GDP7)

### A) Descripción de la actividad

Esta actividad, desarrollada de forma continuada a lo largo del proyecto o bien a la finalización de hitos (entregables o fases), se encarga de verificar que en todo momento los requisitos desarrollados son compatibles con los requisitos acordados en el documento de especificación de requisitos validado. Es decir, se comprueba que los trabajos se están empleando en desarrollar únicamente los requisitos solicitados. Esto significa que se verifica constantemente que la ejecución está alineada con el alcance previsto del proyecto para evitar desviaciones en alcance y, por ende, en tiempo y en coste.

La referencia para esta actividad es el plan director del proyecto (con sus respectivas líneas base aprobadas y plan de gestión de la configuración) y el documento de especificación de requisitos (con su matriz de requisitos), fundamentalmente.

En este apartado se suelen tomar como referencia también documentos sobre la eficacia y eficiencia en el trabajo desarrollado, a fin de conocer qué trabajos faltan por realizar y de los cuales podemos extraer conclusiones sobre retrasos previsibles o alteraciones en la completitud de futuras entregas (por ejemplo, si vemos que se ha sobrepasado el presupuesto, es probable que entregas venideras no se lleguen a completar).

De esta actividad, el jefe de proyecto obtendrá informes sobre indicadores de avance en el proyecto y principalmente sobre los cambios a realizar para corregir las posibles desviaciones. Eventualmente, se generarán actualizaciones en los planes subsidiarios y/o en las líneas base.

### B) Técnicas. Herramientas

*Técnicas estadísticas y análisis de datos.* Básicamente el jefe de proyecto cuenta en este caso con herramientas de análisis de datos para constatar la existencia (o no) de desviaciones en el proyecto. Se trata de comprobar si los trabajos realizados pertenecen o no al conjunto de requisitos definidos o si, por el contrario, deben ser considerados fuera del alcance; además de esto, conocer si la cantidad de trabajo imputada es coherente con el ritmo de avance de los trabajos permitirá conocer si se están realizando posibles trabajos fuera del alcance o no.

---

### EJEMPLO

La realización de la actividad X en un proyecto genera el entregable E.x. Está valorada en un esfuerzo de cinco días-hombre. Al terminar el entregable, se comprueba que efectivamente tiene, al menos, la funcionalidad requerida, pero se constata que se ha imputado un esfuerzo de diez días-hombre. Esto nos debe hacer reflexionar sobre si la estimación de esfuerzo era incorrecta, o es que se ha hecho más trabajo del requerido.

---



## 2.8. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GDP8)

### A) Descripción de la actividad

Eventualmente se pueden haber iniciado actividades o modificaciones que posteriormente no han sido concluidas, pues se ha observado que no conducían a resultados relevantes o que no aportaban al proyecto. El cierre de todas estas actividades subsidiarias y almacenar las lecciones aprendidas de su emprendimiento son tareas que se acometen en esta actividad de cierre de actividades abandonadas o pospuestas.

Las entradas son el listado de actividades iniciadas respecto al área de gestión de alcance y la salida viene dada por la certificación del cierre formal de todas las actividades pospuestas y/o abandonadas.

El único producto es el documento que certifica el cierre de dichas actividades no concluidas.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

## 3. Un ejemplo de requisitos y de estructura de desglose de trabajos

Con el fin de ilustrar la generación del documento de especificación de requisitos y la estructura de desglose de trabajos, mostramos el siguiente ejemplo.

**Enunciado.** Un despacho de abogados ha solicitado los servicios de un jefe de proyecto para un plan de digitalización documental (para los documentos en tamaño y papel habituales) que quieren poner en marcha dentro de su estrategia denominada «Papel0 para eClients». El despacho no tiene personal informático y tan solo cuenta con un PC para los siete trabajadores (abogados, secretaria y administrativos). Existen muy fuertes restricciones presupuestarias, motivo por el que se ha aprobado un presupuesto de 180.000 euros para su realización, con un tope de 200.000 euros. También existen restricciones de tiempo en el equipo y de plazo para el proyecto, pues este debería estar terminado en un plazo de un año, para cumplir con la estrategia de la empresa.

(**Nota.** En la solución que se aporta, por razones didácticas, se ha resumido al máximo posible el contenido de cada apartado. En un caso real requeriría un mayor desarrollo. Asimismo, se incluyen parte de los requisitos, no la totalidad).

**Solución.** Suponemos que la educación de requisitos y su análisis se han realizado y por tanto expondremos el documento de especificación de requisitos. Dado que se trata de un proceso de digitalización en el que no hay que realizar desarrollos, no es necesario emplear ningún lenguaje formal (UML, diagramas, acotaciones, etc.)

**Identificador de requisito.** ReqFun001.

**Fecha solicitud.** 01/02/2021.

**Tipo de requisitos (funcional, técnico...).** Funcional.

**Versión.** 001.

**Objetivos asociados.** Digitalización de documentación.

**Justificación del requisito.** Alineación con la estrategia Papel0 para eClients.

**Fuente o interesado proponente.** El promotor del proyecto.

**Precondiciones.** El documento ha de satisfacer condiciones de calidad, tamaño y formato. No se digitalizarán documentos de tamaño superior a A3, ni con gramaje superior a 100 g/cm<sup>2</sup>, ni documentos plastificados. Se excluirán también papeles timbrados que pudieran ser dañados durante el escaneado.

**Poscondiciones.** El archivo escaneado debe ocupar menos de 5 MB para facilitar su manipulación.

**Descripción de requisito.** Este requisito exige la digitalización de los documentos del despacho de abogados. Las calidades de escaneado se definirán en el plan de calidad.

**Requisitos que le afectan.** ReqTco001.

**Requisitos a los que afecta.**

**Productos y servicios que utiliza.** Escáneres.

**Ítems del producto/servicio que lo soportan.** El conjunto de documentos escaneado.

**Flujo normal.** El flujo normal para este requisito comienza por disponer del documento a escanear, verificar que satisface las condiciones de escaneo y proceder con el escaneado con la resolución fijada para dicho tipo de escaneos.

**Flujo alternativo.** En caso de rechazo por ser documento no escaneable, proceder con el siguiente. En caso de duda por ser documento timbrado susceptible de ser dañado, informar según plan de comunicaciones y seguir con el siguiente.

**Excepciones.** Si el documento a escanear es de baja calidad y/o está dañado, reintentar escaneado. En caso de no conseguir calidad indicada en el plan de calidad, informar según plan de comunicaciones.

**Importancia (alta, media, baja).** Muy alta.

**Prioridad (alta, media, baja).** Media.

**Criterios de aceptación.** Por métodos estadísticos se seleccionarán aleatoriamente documentos para verificar que cumplen con el plan de calidad. La aceptación se obtendrá cuando satisfagan los indicadores de calidad y tengan una legibilidad aceptada por la mayoría (mitad más uno) de los usuarios.

**Conflictos identificados con otros requisitos.** Ninguno.

**Diagramas explicativos (secuencia, contexto, mapas, acotaciones...).** No aplica.

**Prototipos gráficos (pantallas, 3D, ...).** No aplica.

**Identificador de requisito.** ReqTco001.

**Fecha solicitud.** 01/02/2021.

**Tipo de requisitos (funcional, técnico...).** Técnico.

**Versión.** 001.

**Objetivos asociados.** Digitalización de documentación.

**Justificación del requisito.** Alineación con la estrategia Papel0 para eClients.

**Fuente o interesado proponente.** El promotor del proyecto.

**Precondiciones.** Disponibilidad de los recursos económicos para la compra.

**Descripción de requisito.** Este requisito exige compra de dos escáneres para el proyecto de digitalización de documentación.

**Requisitos que le afectan.** -

**Requisitos a los que afecta.** ReqFun001.

**Productos y servicios que utiliza.** Documento sobre procedimiento de compras.

**Ítems del producto/servicio que lo soportan.** La consecución de este requisito se verifica por la propia adquisición de los escáneres.

**Flujo normal.** No aplica.

**Flujo alternativo.** No aplica.

**Excepciones.** No aplica.

**Importancia (alta, media, baja).** Muy alta. Actividades en el camino crítico dependen de la disponibilidad de los escáneres.

**Prioridad (alta, media, baja).** Muy alta.

**Criterios de aceptación.** Los escáneres están disponibles. El criterio es la propia disponibilidad de escáneres.

**Conflictos identificados con otros requisitos.** Ninguno.

**Diagramas explicativos (secuencia, contexto, mapas, acotaciones...).** No aplica.

**Prototipos gráficos (pantallas, 3D,...).** No aplica.

A continuación, incluimos la matriz de requisitos asociada a estos dos requisitos:

■ Figura 5. **Matriz de trazabilidad de requisitos**

**Nombre del proyecto:** PRJ001-Despacho UDIMA

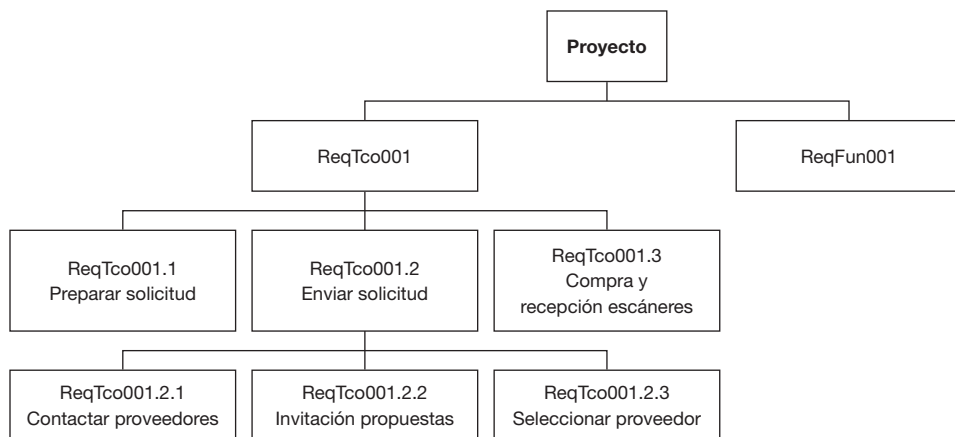
**Centros de costes**

**Descripción del proyecto**

ID requisito	Descripción	Depende de [requisitos]	Requisitos que dependen	Objetivo	EDT	Casos de prueba
ReqFun001	Digitalización de los documentos	RefTco001	–	Escanear documentos	RF1	
ReqTco001		–	ReqFun001	Compra escáneres	RT1	
ReqFun002						
ReqFun003						
ReqFun004						
ReqFun005						

A modo de ejemplo incluimos la estructura de desglose de trabajos del requisito RefFun001. En este caso, hemos asumido que la estructura de desglose de trabajos se organiza con base a entregables, considerando que ambos requisitos representan entregables claramente identificados (véase figura 6).

■ Figura 6. Estructura de desglose de trabajos desarrollada parcialmente



## Conceptos básicos

En este capítulo se han revisado las actividades del grupo de actividades correspondiente a la gestión de la definición del proyecto. Estas actividades proponen la creación de un documento de definición del proyecto que recoge esencialmente los requisitos del proyecto y del producto o servicio en el documento de especificación formal de requisitos. Adicionalmente, encontraremos otra documentación que se genera en este grupo de actividades, como la matriz de requisitos, que relaciona todos los requisitos entre sí para disponer de una herramienta que permita identificar fácilmente los cambios a realizar (cuando lleguen peticiones de cambios), y el desglose de las tareas para desarrollar dichos requisitos. El desglose de tareas se puede realizar por hitos o entregables, o bien por fases, si bien el desarrollo de la estructura de desglose de trabajos a partir de entregables permite una gestión más sencilla del proyecto.

Las actividades enmarcadas en la gestión de la definición del proyecto son:

- Identificación de las actividades del área de gestión de definición del proyecto, que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GDP1).
- Educación y análisis de requisitos (GDP2).
- Formalización de requisitos, fijación de límites y definición del proyecto (GDP3).
- Acordar la definición del proyecto (GDP4).
- División en tareas y subtareas (incluye posiblemente actividades de diseño, construcción, *testing* y validación) (GDP5).
- Validar el documento de especificación de requisitos del proyecto (GDP6).
- Monitorización del alcance del proyecto (GDP7).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas.(GDP8).

Tal y como se ha indicado, las actividades GDP2, GDP3 y GDP4 son las más importantes para la definición del proyecto. En ellas se detallan todas las necesidades que se han de cubrir con todas las características indicadas en la plantilla suministrada en el capítulo (prioridad, importancia, dependencias, etc.). El siguiente paso es la validación de los documentos elaborados. El cliente (usuario, promotor o receptor del proyecto) valida los requisitos y sus relaciones con el fin de autorizar el comienzo de la ejecución. A continuación, la definición de los trabajos que se han de realizar para conseguir el producto o servicio. Con estos requisitos queda reflejada en el documento la estructura de desglose de trabajos (GDP5), la cual se puede organizar por fases o por entregables. En general, cualquiera de las dos opciones es válida y seleccionar una u otra dependerá del tipo de proyecto, su tamaño y el nivel de gestión que requiera.

## Ejercicios voluntarios

1. Para el enunciado dado en el epígrafe 3 de capítulo, completar el documento de especificación de requisitos.
2. Para el enunciado dado en el epígrafe 3 de capítulo, completar el documento de matriz de requisitos.
3. Para el enunciado dado en el epígrafe 3 de capítulo, completar el documento estructura de desglose de trabajos.
4. Justificar, con base en las estadísticas, la importancia de la definición del proyecto.
5. Explicar cuáles son todas las actividades que intervienen hasta la obtención del documento de requisitos validado.



# La gestión del tiempo en el proyecto

## Objetivos del capítulo

En este capítulo se pretende que el lector conozca las actividades, las técnicas y los resultados pertenecientes al grupo de actividades de gestión del tiempo. Este grupo tiene la misión de organizar, planificar, dirigir y supervisar el tiempo necesario para desarrollar cada tarea del proyecto para que se consiga el objetivo final del mismo.

La identificación de las actividades que pueden poner en peligro la consecución del proyecto en el plazo acordado es de máxima importancia, pues es en estas actividades en las que se deben fijar los esfuerzos técnicos, humanos y económicos para evitar retrasos.

Por encima de cualquier otro objetivo, el lector debe aprender a calcular el camino crítico de un proyecto y a elaborar un Diagrama de Gantt a partir de este.

La metodología de estudio preferente se ha de basar en la comprensión de las actividades y en el conocimiento profundo de las técnicas que se mencionen, en tanto la relación de actividades está disponible en los manuales de referencia de gestión de proyectos.



## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión del tiempo en el proyecto

Las actividades que se han contemplado hasta este momento abarcan la definición de cada uno de planes subsidiarios al PDP, los cuales contienen las directrices para planificar, ejecutar y monitorizar cada una de las áreas de gestión del proyecto y, por otra parte, la elaboración de un documento que contiene el conjunto de necesidades (requisitos) que se han identificado. Recordemos que dentro de este último grupo de actividades la realización de una estructura de desglose de trabajos era una parte esencial: la definición de los paquetes de trabajo a realizar (normalmente los identificaremos con entregables) permitirán avanzar en la planificación temporal del proyecto.

Es justo en este instante en el que tomando como punto de partida los requisitos del proyecto y la estructura de desglose de trabajos previamente elaborada, determinaremos el conjunto de actividades que permiten alcanzar los hitos del mismo. Esto es, se identificarán las actividades elementales que debidamente organizadas, planificadas y ejecutadas den lugar a cada uno de los paquetes de trabajo indicados en la estructura de desglose de trabajos.

Para ello, el grupo de actividades de gestión del tiempo señala un conjunto de actividades de gestión que se deben desarrollar para acometer esta tarea de gestión temporal:

- Identificación de las actividades del área de gestión de tiempos en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GTP1).
- Identificar tareas y subtareas que conducen a concluir el trabajo en la definición del proyecto (GTP2).
- Graficar secuencialmente tareas y subtareas (GTP3).
- Calcular el esfuerzo (días-persona/meses-persona) para cada tarea y subtask (GTP4).
- Estimar los recursos para cada tarea (GTP5).
- Evaluar la duración de cada tarea y subtask (GTP6).
- Cálculo del camino crítico y desarrollo del diagrama de Gantt (GTP7).
- Monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GTP9).

Es preciso indicar que dentro de la gestión de proyectos encontramos tres áreas de gestión clave para que los proyectos tengan éxito. El primero es el abordado en el capítulo anterior: área de gestión de la definición del proyecto, y las otras dos áreas se corresponden con las áreas de gestión del tiempo y de gestión de los costes. El constante equilibrio entre alcance, tiempo y coste es la principal misión del director de proyecto, pues normalmente ampliaciones o modificaciones en el alcance inciden directamente en los otros dos. En ocasiones podemos encontrar ejemplos en los que se fija el tiempo o el coste y a partir de dicha restricción se determina el máximo alcance posible; sin embargo, lo más habitual es que a partir de la definición del proyecto y de un presupuesto dado se fijen los tiempos (y los recursos) para la realización del mismo.

Considerando la importancia de este capítulo, en los siguientes epígrafes veremos el conjunto de actividades que permiten gestionar el tiempo de un proyecto adecuadamente.

## 2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión del tiempo del proyecto

### 2.1. Identificación de las actividades del área de gestión del tiempo del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GTP1)

#### A) Descripción de la actividad

La primera actividad obligatoria dentro de la gestión de definición del proyecto pertenece a la etapa inicial y consiste en identificar cuáles de las actividades propuestas tiene sentido incorporar en el proyecto. Las diferentes características del proyecto, las diferentes situaciones de cada organización, las peculiaridades de cada proyecto hacen que cada jefe de proyecto deba obligatoriamente seleccionar qué actividades formarán parte de la gestión de la definición y cómo se van a adaptar al proyecto.

Debe seleccionar de entre la lista de actividades siguiente (no obligatorias):

- Identificar tareas y subtareas que conducen a concluir el trabajo en la definición del proyecto (GTP2).
- Graficar secuencialmente tareas y subtareas (GTP3).
- Calcular el esfuerzo (días-persona/meses-persona) para cada tarea y subtask (GTP4).
- Estimar los recursos a partir del cálculo anterior (GTP5).
- Evaluar la duración de cada tarea y subtask (GTP6).
- Cálculo del camino crítico y desarrollar diagrama de Gantt (GTP7).
- Monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8).

Como norma general, todas las actividades se seleccionarán en todos los proyectos, y solo aquellos en los que ya exista una clara definición de tareas y subtareas (es decir, trabajos) a realizar en el proyecto permitirán ahorrarse esta actividad. Esto suele darse en proyectos «más o menos» repetitivos. Por ejemplo, consideremos una empresa que se dedica a la construcción de casas de campo. En ese caso, la lista de actividades a realizar en cada «proyecto» es semejante. Es cierto que habrá particularidades y especificidades en cada proyecto (por ejemplo, tipo de suelo, tipo de teja, ventanales, etc.) pero el conjunto de tareas entre cada proyecto difiere mínimamente.

El resultado de esta actividad es un documento de actividades adoptadas/adaptadas y que permitirán la gestión del tiempo en el proyecto. Asimismo, debemos fijarnos en que la actividad de finalización o cierre de actividades pendientes o pospuestas no se ha incluido, puesto que tiene naturaleza obligatoria.

#### B) Técnicas. Herramientas

La técnica de *juicio de expertos* propone recurrir a un conjunto de expertos en dirección de proyectos, entre los que puede y debe figurar el jefe de proyecto, para valorar la idoneidad de

contar con cada una de las actividades en el área de gestión del tiempo en el proyecto. Como resultado de la aplicación de esta técnica a esta actividad se obtiene un documento que contiene el listado de actividades a desarrollar para gestionar el tiempo. No obstante, tal y como se ha comentado, es normal general incluir todas estas actividades (exceptuando la subdivisión en tareas a partir de los paquetes de trabajo de la estructura de desglose de trabajo que a veces podemos reutilizar de proyectos anteriores semejantes).

## 2.2. Identificar tareas y subtareas que conducen a concluir el trabajo en la definición del proyecto (GTP2)

### A) Descripción de la actividad

Esta tarea tiene la finalidad de desglosar cada uno de los paquetes más elementales del diagrama estructura de desglose de trabajo en actividades realizables por el equipo de trabajo. Estas actividades realizables por el equipo de trabajo se pueden considerar ya actividades elementales y su duración es muy corta en comparación con el proyecto (normalmente entre uno y cinco días) y se realiza por una persona o un equipo muy reducido (dos-tres personas) de modo que se tiene un detalle suficiente de los trabajos que se están realizando en el proyecto. En caso de que esta actividad sufriera algún percance (empieza más tarde, requiere más esfuerzo, se debe paralizar temporalmente ...) el tiempo dedicado en exceso sería fácilmente asumible entre las holguras que hubiera en otras actividades. Se trata en definitiva de hacer un listado de trabajos elementales a partir de los entregables contenidos en la estructura de desglose de trabajo que posibilite la monitorización y si fuera preciso, rectificación de los mismos.

Los documentos que se emplean para realizar esta tarea son el documento de especificación de requisitos del proyecto y el diagrama estructura de desglose de trabajo previamente desarrollado; aparte se emplean, como siempre, los activos de la empresa (plantillas) y otros documentos legales exigibles (factores ambientales).

El resultado de esta tarea no es otro que la lista de actividades elementales que el equipo de proyecto debe desarrollar para conseguir un hito o entregable dentro de la estructura de desglose de trabajo. Evidentemente, con cada actividad se generan las características de esta: fecha de entrega, importancia, requisito que cubre, producto generado por dicha actividad, método de validación de la actividad, etc.

### B) Técnicas. Herramientas

#### a) *Análisis y descomposición top-down*

La técnica de análisis y descomposición *top-down* consiste en desgranar cada paquete de trabajo en subpaquetes y estos a su vez en actividades que ya sean planificables. Los paquetes y subpaquetes de trabajo por lo general no se planifican, mientras que las actividades se asignan a recursos para que las ejecuten en un plazo determinado. Este proceso de subdivisión hasta llegar a actividades elementales se conoce con el nombre de análisis y descomposición *top-down*, pues comienza por paquetes de alto nivel hasta llegar a actividades de detalle.

Recordemos que por lo general los paquetes identificados en la estructura de desglose de trabajo se corresponden con entregables del proyecto, mientras que con las actividades no sucede esto, sino que un conjunto de ellas dan lugar a un hito, producto o servicio que se suele corresponder con un entregable en el proyecto.

### b) *Planificación iterada*

Las actividades a realizar pueden requerir niveles de detalle superiores conforme avanzamos en el ciclo de vida del proyecto. Es decir, en la fase de planificación es posible llegar a identificar paquetes de trabajo que posteriormente haya que detallar más; e incluso una vez detallados, en sucesivas fases del proyecto requiera ser descompuestas más aún, con un nivel de detalle superior. Este proceso gradual de descomposición de actividades es lo que se conoce como *planificación iterada*. Es frecuente que en proyectos grandes no se llegue a conocer todas las actividades a realizar hasta bien avanzado el proyecto y esto obligará a peticiones de cambio, actualizaciones de líneas base, etc., pero esto no es ningún problema si se gestiona adecuadamente a través del procedimiento de gestión y control de cambios.

### c) *Juicio de expertos*

Dadas las dificultades de esta actividad es frecuente recurrir a la ayuda de expertos en proyectos semejantes o en la materia del proyecto en cuestión que nos puedan aconsejar sobre el mejor modo de dividir cada paquete de trabajo.

---

## EJEMPLO 1

Continuando con el ejemplo de la estructura de desglose de trabajo del capítulo anterior, podemos desglosar el paquete P1.1 «Solicitar oferta», como sigue:

- P1.1.1 «Contactar proveedores».
- P1.1.2 «Enviar requerimientos».
- P1.1.3 «Esperar ofertas».
- P1.1.4 «Comparar ofertas».
- P1.1.5 «Seleccionar oferta».

Esto mismo deberíamos hacer para cada uno de los paquetes de bajo nivel identificados en el diagrama estructura de desglose de trabajo.

---

## 2.3. Graficar secuencialmente tareas y subtareas (GTP3)

### A) Descripción de la actividad

Tras disponer de todas las tareas y subtareas identificadas, el siguiente paso consiste en identificar las dependencias existentes entre ellas. Las dependencias entre actividades

son importantes porque son las que definen cuáles se comienzan antes, cuáles van después de cada actividad y porque marcan las restricciones entre ellas. Por ejemplo, en una obra tras echar el hormigón armado para la construcción de los cimientos se puede comenzar a levantar los pilares. Sin embargo, es preciso emplear un tiempo entre la finalización de la tarea de cimentación y el comienzo de la tarea de levantamiento de pilares para que el hormigón frague y seque correctamente. Este tipo de restricciones se impone exigiendo que entre la finalización de la cimentación y el comienzo del levantamiento de pilares haya un mínimo de tiempo.

El diagrama que emplearemos para representar las tareas y sus relaciones es un diagrama de red. Dicho diagrama representa todas las restricciones y será útil posteriormente para determinar el camino del proyecto en el que las actividades no tienen holgura.

Para la elaboración del diagrama de red, se parte de la estructura de desglose de trabajo y de las tareas obtenidas a partir de la misma, así como del documento de definición (requisitos) del proyecto. Dado que dicho diagrama suele estar particularizado en cada organización, es recomendable utilizar las plantillas que esta tenga previsto para la elaboración del mismo.

## B) Técnicas. Herramientas

La técnica empleada para la obtención del diagrama de red es el método de *diagramación por precedencia*. Este método consiste en identificar cada tarea por un rectángulo e ir enlazando rectángulos según el tipo de restricción que exista entre las tareas.

Todas las tareas han de tener al menos un predecesor y un sucesor. Para ello crearemos un nodo virtual inicio y un nodo virtual final, de modo que las actividades iniciales que no tengan precedente se enlazan con el nodo inicio y las actividades finales que no tengan sucesor se enlazan con el nodo final. El resto de tareas se enlazan entre ellas, según la información que de cada una se tenga.

Podemos identificar hasta cuatro tipos de relaciones o restricciones entre tareas:

- Relación final a inicio (FI, o FS, en inglés). Según esta relación, la actividad B no puede comenzar hasta que la actividad A haya concluido. Por ejemplo, no se puede comenzar la configuración de usuarios en el programa de escaneado hasta que el *software* no esté instalado.
- Relación final a final (FF o FF, en inglés). Según esta relación, la actividad B no puede finalizar hasta que no finalice la actividad A. Por ejemplo, no se puede dar por terminado un entregable de un proyecto hasta que el último documento haya sido terminado.
- Relación inicio a final (IF o SF, en inglés). Según esta relación, la actividad B no puede finalizar hasta que no comience la tarea A. Por ejemplo, no se puede dar por finalizada la formación en escaneo de documentos, hasta que los usuarios no empiecen a tener disponible su usuario y *password* (es decir, hasta que haya comenzado el proceso de alta de usuarios).

- Relación inicio a inicio (II o SS, en inglés). Según esta relación, la actividad B no puede comenzar hasta que no comience la tarea A. Por ejemplo, no se puede comenzar la excavación hasta que no comience la instalación de los soportes de vaciado.

Dichas dependencias pueden ser inmediatas o desplazadas. Llamamos *dependencias inmediatas* a aquellas en las que la relación no tiene ninguna atribución extra de tiempo. Sin embargo, en las *desplazadas* la restricción no tiene lugar en el momento en que la actividad acaba o empieza, sino en un instante anterior o posterior. Se indican denotando el desplazamiento temporal en la misma restricción, por ejemplo, FI+3 significa que la actividad B no puede comenzar hasta tres días más tarde de haber finalizados la actividad A. Del mismo modo, II-2 significa que la actividad B no puede comenzar hasta dos días antes de que comience la actividad A.

Este tipo de relaciones puede originarse por distintos motivos, pero generalmente podemos encuadrarlos en alguno de los siguientes tipos:

- Dependencias de tipo obligatorio. Estas dependencias son características del proyecto o trabajo que se realiza. Por ejemplo, es obligatorio esperar a que el hormigón de los cimientos esté seco antes de comenzar la construcción de los pilares.
- Dependencias arbitrarias. Estas dependencias no tienen un origen legal o técnico en cuanto a la naturaleza del proyecto, pero la experiencia demuestra que es recomendable aplicar dichas dependencias para el éxito del proyecto. Por ejemplo, cuando el equipo de informática ha puesto en producción una aplicación es necesario dejar un tiempo para que descansen (suelen trabajar por la noche), en cuyo caso aplicaríamos una dependencia FI+3 (por ejemplo).
- Dependencias externas. Son dependencias con entidades externas al proyecto. Por ejemplo, una actividad del proyecto no puede comenzar hasta haber recibido la autorización municipal de obras. Este ejemplo es típico en proyectos con entidades reguladoras y Administraciones públicas.

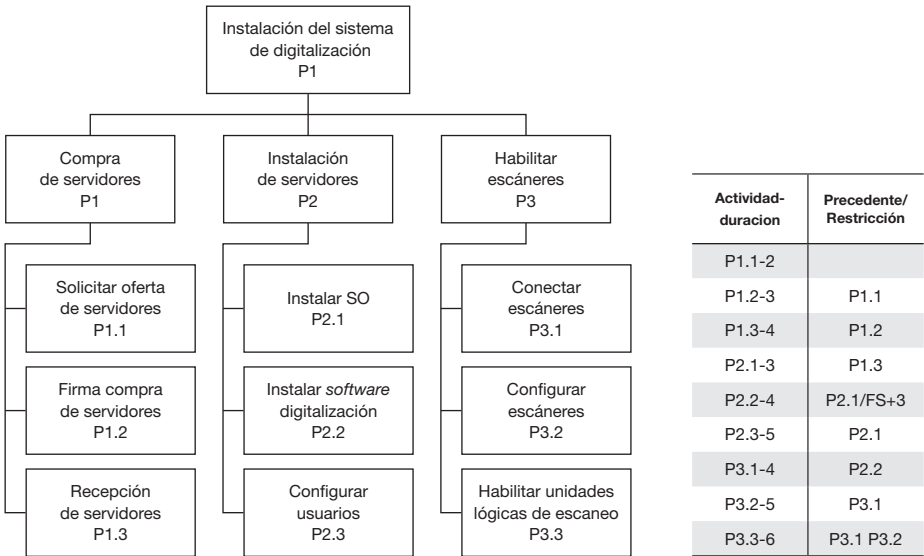
## EJEMPLO 2

Como ejemplo ilustrativo, sea la siguiente estructura de desglose de trabajos, en la que se especifica la relación de precedencia entre tareas y las restricciones entre estas en la tabla adjunta (figura 1).

Se solicita elaborar el diagrama de red mediante el método de diagramación por precedencia. Es preciso aclarar que por razones de sencillez no se ha profundizado en cada una de las subtarefas de los paquetes de trabajo de la estructura de desglose de trabajos; es decir, deberíamos hacer el diagrama con las actividades P1.1.1-P1.1.5, antes identificadas, así como con las restantes P2.\*.\* y P3.\*.\*.

No obstante, si se incluyera el procedimiento de construcción del diagrama de red, sería exactamente el mismo, pero con más nodos, por tanto, nos quedaremos en el nivel P1.\*, P2.\* y P3.\*, asumiendo que en este nivel los paquetes de trabajo se corresponden con tareas ejecutables (o entregables del proyecto).

■ Figura 1. Estructura de desglose de trabajos y restricciones entre actividades

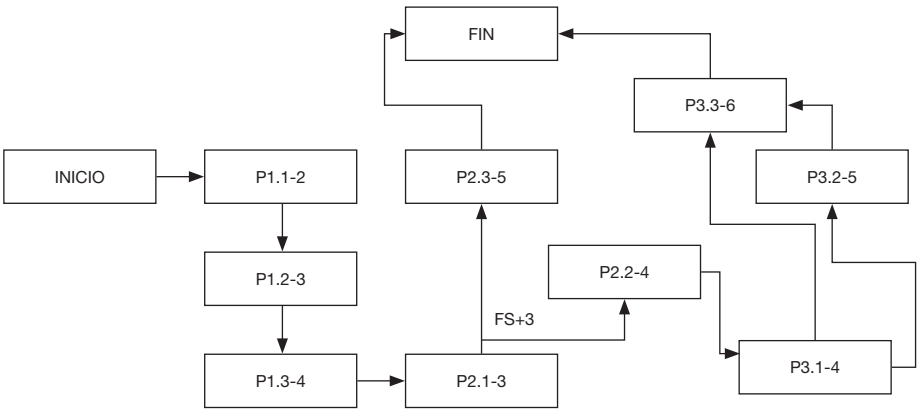


Posteriormente, se identifican las restricciones temporales de desplazamiento entre tareas (incluidas en la figura, en este caso solo hay en la actividad P2.2) y se representan sobre el diagrama ya construido.

Para elaborar el diagrama se dibuja un nodo, representado por una caja, por cada tarea y se relacionan mediante flechas todas las tareas, según se indique en la figura de precedencias.

El resultado puede observarse en la figura 2.

■ Figura 2. Diagrama de red con restricciones temporales



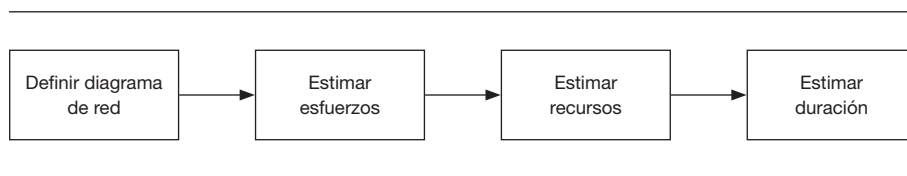
## 2.4. Calcular el esfuerzo (días-persona/meses-persona) para cada tarea y subtarea (GTP4)

### A) Descripción de la actividad

Recapitulando, hasta ahora se han definido los requisitos del proyecto y del producto y se ha conseguido elaborar un diagrama con los paquetes de trabajo necesarios para conseguir satisfacer dichos requisitos. Posteriormente, se ha desgranado cada paquete en tareas más elementales y todo ello se ha representado en un diagrama de precedencias. Sin embargo, aún no contamos con una estimación del tiempo que tardaremos en realizar cada tarea. Es decir, no podremos calcular el tiempo del proyecto hasta que no sepamos cuánto dura cada tarea. Pero previamente a poder determinar la duración de cada tarea es preciso definir qué esfuerzo requieren cada una de ellas.

Por esto el siguiente paso es calcular el esfuerzo que requiere cada tarea y subtarea elementales; en algunos casos los propios paquetes de trabajo pueden ser tareas y por tanto se estima su esfuerzo directamente.

■ Figura 3. Actividades para la obtención de la duración



El cálculo del esfuerzo de cada una de las actividades se realiza básicamente a partir del diagrama de red de actividades. Pero adicionalmente se requiere información sobre cada actividad (descripción, código, etc.) y sobre todo, y mucho más importante, se requiere información de los activos de la empresa acerca de históricos de proyectos. La información sobre trabajos realizados en otros proyectos semejantes puede dar una idea de la cantidad de trabajo requerida para elaborar cada una de las tareas y subtareas.

En algunas disciplinas existen otro tipo de entrada, tales como tablas estandarizadas sobre esfuerzos a realizar. Pero esta información es específica de cada proyecto y por tanto no se considera como conocimiento general de gestión de proyectos, sino específico de cada disciplina. Un ejemplo típico es el modelo COCOMO o puntos-función en los proyectos de ingeniería del *software*. En este caso, el modelo de puntos función ofrece un conjunto de ecuaciones para calcular una medida del esfuerzo en una unidad denominada puntos-función. Posteriormente, mediante tablas se traducen los puntos función en la unidad días-hombre, que ya se puede emplear como estimación de esfuerzo.

Por último, se deben considerar las políticas y recomendaciones de la organización; por ejemplo, si ya existen tablas de estimación en la organización o si existen documentos que indiquen cómo se han de estimar los recursos de cada actividad e incluso políticas que indiquen el nivel de «usabilidad» de los recursos.



## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Bases de datos*

Una de las principales herramientas que se emplean en esta actividad son las bases de datos con datos históricos. La utilización de esta información es posible en tanto se haya alimentado suficientemente en el pasado; y seguirá siendo útil en tanto se siga alimentando, para lo cual se debe seguir ejecutando la actividad de actualización de la base de datos de conocimiento durante todo el proyecto, sobre todo de cara a futuros proyectos.

### b) *Juicio de expertos*

En numerosas ocasiones solo la experiencia de un grupo de expertos puede dar una idea del esfuerzo que requiere una tarea. Tareas nuevas o formas de hacer distintas, la incorporación de nuevas herramientas y tecnologías o simplemente cambiar el equipo o el hecho de que este haya adquirido más experiencia, puede hacer variar las estimaciones de esfuerzo respecto a los datos históricos disponibles, por lo que contar con la valoración de expertos puede ser sumamente útil.

### c) *Técnicas de análisis de alternativas*

La división de una tarea en subtarear admite normalmente más de una posibilidad que requiere recursos con diferente experiencia y cualificación. Por ejemplo, se puede optar por una estructura de desglose de trabajos muy poco desglosada si contamos con recursos de alta cualificación y experiencia que nos permiten hacer estimaciones del esfuerzo de paquetes de trabajo directamente. Sin embargo, en otras ocasiones, será preciso desglosar las tareas de los paquetes hasta niveles sumamente detallados, si los recursos con los que se cuenta son poco cualificados o con poca experiencia. El procedimiento para llegar a obtener los esfuerzos es iterativo. Como se observa, no se obtiene un resultado único, sino que se ve afectado por otros parámetros, como en este caso la experiencia de los equipos.

Este razonamiento nos lleva a la conclusión de que existen múltiples opciones a la hora de estimar las tareas. Un mayor desglose requiere recursos de menor cualificación, pero también conllevará un mayor coste por la incorporación de más recursos de gestión.

En definitiva, normalmente nos encontraremos en una situación en la que haya que tomar decisiones sobre qué estimación resulta más acertada en función de las previsiones del equipo que se tendrá disponible.

### d) *Herramientas de gestión de proyectos*

En general, los ejemplos que se ven en este manual son ejemplos muy simplificados enfocados a comprender las técnicas. Sin embargo, en la realidad los proyectos tienen cientos de tareas y decenas (o cientos) de recursos que gestionar. Por ello se hace inviable llevar esta gestión a mano y se deben emplear herramientas informáticas. Existen múltiples opciones de

herramientas *software* para gestionar proyectos. En este manual estamos empleando en los ejemplos la herramienta Openproj, de *software* libre, por su gran parecido con la herramienta Microsoft Project, ampliamente utilizada en el mercado.

### EJEMPLO 3

En el caso del ejemplo que se está desarrollando, se ha decidido estimar los esfuerzos basándonos en los resultados de proyectos anteriores. Resultan los siguientes datos (figura 4):

■ Figura 4. Resultados de la estimación de esfuerzos en días-hombre

Actividad-duracion	Precedente/Restricción
P1.1-2	
P1.2-3	P1.1
P1.3-4	P1.2
P2.1-3	P1.3
P2.2-4	P2.1/FS+3
P2.3-5	P2.1
P3.1-4	P2.2
P3.2-5	P3.1
P3.3-6	P3.1 P3.2

Es preciso aclarar que en este ejemplo se ha estimado el esfuerzo en días-hombre, si bien la unidad de medida puede variar en otros proyectos (meses-hombre, años-hombre...). Para obtener el dato de cada estimación de esfuerzo se puede realizar una estimación optimista, otra pesimista y otra media y prorratear las tres estimaciones mediante el cálculo visto anteriormente a partir de los datos disponibles de otros proyectos:

$$\text{Esfuerzo estimado} = \frac{(\text{Esfuerzo}_{\text{optimista}} + 4 \text{ Esfuerzo}_{\text{promedio}} + \text{Esfuerzo}_{\text{pesimista}})}{6}$$

## 2.5. Estimar los recursos para cada tarea (GTP5)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de estimación de recursos consiste en hacer una aproximación al número de recursos que estarán disponibles para cada tarea (o paquete de trabajo, si tuvieran el detalle suficiente). En la actividad anterior se ha obtenido una idea del esfuerzo que requieren, pero para poder determinar la duración es preciso aproximar el número de recursos que colaboran

en la tarea. Pues bien, esta actividad tiene la finalidad de determinar precisamente los recursos intervinientes a fin de calcular de forma aproximada la duración de cada paquete, tarea o subtarea.

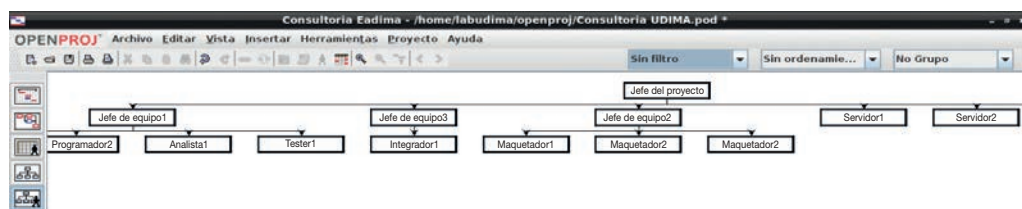
Sin embargo, en la práctica, esta actividad suele estar muy limitada, pues el número de recursos disponibles se asignan globalmente al proyecto. Es decir, se suele asignar un número más o menos fijo de recursos al proyecto y no existe demasiada libertad para determinar el número de recursos en cada tarea. De modo que tampoco existe mucha flexibilidad en la siguiente actividad, que es la determinación de la duración de cada actividad.

Existen varios elementos que se han de tomar como entradas de esta actividad: los propios recursos disponibles y sus calendarios laborales, las necesidades específicas indicadas en los requisitos del proyecto (es posible que haya requisitos que requieran recursos muy específicos para su ejecución), el documento de definición del proyecto y como es habitual, el conjunto de plantillas y procedimientos de la organización.

El resultado de esta actividad es el conjunto de asignaciones de recursos posibles a cada tarea. Se ha de pensar en esta actividad teniendo en mente que ha de servir a la de estimación de la duración y que, por ello, cuanto más realista sea la estimación de recursos, más fidedigna será la estimación de duración.

Como salida casi exclusiva de esta actividad obtendremos las necesidades de recursos y un mapa con la estructura de desglose de recursos. Este mapa representa el conjunto total de recursos requeridos agrupados por categorías de forma jerárquica: recursos de mano de obra (debidamente clasificados por nivel, conocimientos, experiencia...), recursos de material, recursos de maquinaria y bienes, así como de suministros. Este mapa de recursos se denomina estructura de desglose de recursos (EDR), también conocido por sus siglas en inglés (RBS).

■ Figura 5. Estructura de desglose de recursos (EDR o RBS) realizada con Openproj



En el caso de la figura, se ha obtenido que hacen falta dos programadores, un analista y un tester, junto a tres maquetadores y un integrador. Desde el punto de vista de bienes materiales se requieren dos servidores y dos escáneres (por falta de espacio no se pueden visualizar en la imagen de la figura 5). Todos los recursos están a cargo del jefe de proyecto.

## B) Técnicas. Herramientas

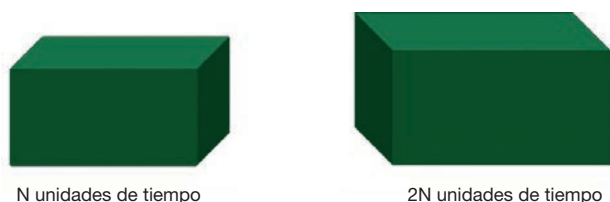
### a) Juicio de expertos

En numerosas ocasiones solo la experiencia de un grupo de expertos puede dar una idea de la duración que tendrá una tarea. No tanto por el número de recursos que se asignará, sino porque de proyectos anteriores han aprendido que determinada tarea se debe realizar entre (x) recursos y que tomará (n) unidades de tiempo.

### b) Estimación por analogías

En ocasiones no es necesario recurrir a expertos si se acumula un número suficiente de experiencias y se han almacenado en una base de datos de conocimientos o lecciones aprendidas. En ese caso, será posible realizar estimaciones de recursos por analogía con proyectos anteriores. Por ejemplo, si se tiene experiencia en pintar locales comerciales, se puede aprovechar dicha experiencia para saber el número de recursos necesarios para pintar una nave industrial. En general, esta técnica es más barata que otras, pero presenta un elevado grado de incertidumbre (figura 6).

■ Figura 6. Método de las analogías por comparación con proyectos semejantes



### c) Análisis de alternativas

Es frecuente que a la hora de estimar los recursos para realizar un conjunto de tareas existan diferentes opciones sobre los recursos que debe desarrollar cada tarea. Por ejemplo, para la realización de una aplicación web se sabe que dicho trabajo lo puede realizar un equipo compuesto por un analista programador y tres programadores junior trabajando durante un tiempo de quince días. Sin embargo, si en lugar de los tres programadores, empleamos dos programadores sénior, dicho trabajo se puede realizar en diez días. Existe la posibilidad de que el Departamento de Recursos Humanos no sea capaz de proporcionar siquiera los tres programadores junior y debamos realizar la tarea con dos programadores junior, en cuyo caso en vez de quince días, la tarea se extendería hasta veintidós días. Existen en este ejemplo diferentes alternativas para realizar el mismo trabajo.

El análisis de alternativas nos permite obtener una conclusión sobre qué alternativa es mejor una vez fijemos en la función objetivo el beneficio que pretendemos optimizar (ya sea tiempo, coste, calidad, etc.). De las técnicas de análisis de alternativas, la técnica del árbol de decisiones es la más empleada. En dicha técnica se emplea también el análisis de riesgos y por ello posponemos su estudio hasta dicho capítulo.

#### d) Métodos estadísticos

Como se acaba de indicar, es posible que se disponga de varias estimaciones para una misma actividad. En el ejemplo anterior, disponíamos de tres posibles duraciones en función de los recursos que finalmente se asignen. Una posibilidad para definir los recursos que realizarán la tarea es recurrir a cálculos estadísticos.

El primero de ellos asume que la mejor estimación para los recursos asignados es el promedio de todas las estimaciones:

$$\text{Estimación recursos} = \frac{(\text{Mejor estimación} + \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{3}$$

En el ejemplo sería:

$$\text{Estimación recursos} = \frac{(10 + 15 + 21)}{3} = 15,3 \text{ recursos}$$

Una segunda técnica estadística confiere más importancia a la posibilidad más realista, aquella que no es la mejor ni la peor, otorgando un mayor peso a dicha estimación de recursos:

$$\text{Estimación recursos} = \frac{(10 + 4 \cdot 15 + 21)}{6} = 15,1 \text{ recursos}$$

#### e) Métodos paramétricos

En algunos casos es posible emplear métodos basados en modelos paramétricos. Estos modelos ofrecen un conjunto de relaciones y fórmulas junto a una serie de tablas que se han obtenido de múltiples experiencias en proyectos previos y que ayudan a determinar el esfuerzo en un proyecto. Es preciso aclarar que estos modelos tienen validez solo dentro del ámbito de la disciplina del proyecto.

#### f) Software de gestión de proyectos

En cualquiera de los casos, para poder realizar todos estos cálculos es fundamental contar con un *software* de gestión de proyectos que nos ayude con la estimación de recursos.

En pequeños proyectos se puede realizar manualmente, pero en el momento en el que el proyecto supera las 20-30 actividades y los 6-8 recursos, este tipo de cálculos es mejor realizarlo con algún *software* de gestión.

#### EJEMPLO 4

En el caso del ejemplo que se está desarrollando, se ha decidido que cada actividad sea desempeñada por un único recurso, de modo que resultan los siguientes datos (figura 7).

■ Figura 7. Resultados de la estimación de recursos

Actividad-Recursos	Precedente/Restricción
P1.1-1	
P1.2-1	P1.1
P1.3-1	P1.2
P2.1-1	P1.3
P2.2-1	P2.1/FS+3
P2.3-1	P2.1
P3.1-1	P2.2
P3.2-1	P3.1
P3.3-1	P3.1 P3.2

## 2.6. Estimar la duración para cada tarea (GTP6)

### A) Descripción de la actividad

Esta actividad tiene el objetivo de asignar un tiempo a cada tarea del proyecto. Tras la obtención de la mejor estimación del esfuerzo a desarrollar por cualesquiera de los métodos indicados en (GTP3) y la obtención de la mejor estimación de los recursos disponibles (GTP4), se procede a continuación a determinar la duración de cada tarea. La duración de cada tarea se puede realizar recurriendo a métodos deterministas o a un cálculo de probabilidades. En el primero de los casos, la duración se obtiene mediante una simple operación a partir de esfuerzo y recursos, de modo que la duración será el cociente entre ambas estimaciones:

$$\text{Estimación duración} = \frac{\text{Estimación esfuerzo}}{\text{Estimación recursos}}$$

En el caso de que se haya optado por no estimar el esfuerzo (es decir, no realizar la actividad GTP3) ni asignar recursos (GTP4), es posible obtener la duración de las tareas recurriendo al juicio de expertos.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

Tal y como sucede en otros procesos, considerar la ayuda de un grupo de expertos para obtener la estimación de la duración de cada tarea es una buena opción. Resulta claramente la opción más costosa, pues al coste del proyecto se ha de sumar el coste del asesoramiento de los expertos, pero como opción debe ser considerada a la hora de calcular la duración de las tareas.

### b) *Estimación por analogías*

Al igual que sucediera previamente, en ocasiones no es necesario recurrir a expertos si se acumula un número suficiente de experiencias con proyectos previos. En este caso será posible estimar la duración por analogía con otros proyectos. Siguiendo con el ejemplo indicado anteriormente, si se tiene experiencia en pintar locales comerciales, se puede aprovechar dicha experiencia para saber el número de días necesarios para pintar una nave industrial a partir de lo que se tardó con un equipo similar en una nave similar. En general, esta técnica es más barata que otras, pero presenta un elevado grado de incertidumbre.

### c) *Métodos paramétricos*

En algunos casos es posible emplear métodos basados en modelos paramétricos. Estos modelos ofrecen un conjunto de relaciones y fórmulas junto a una serie de tablas que se han obtenido de múltiples experiencias en proyectos previos y que ayudan a determinar la duración de cada actividad en un proyecto. Es preciso aclarar que estos modelos tienen validez solo dentro del ámbito de la disciplina del proyecto. Un ejemplo típico lo encontramos en la construcción: existen tablas y bases de datos que, en función del tamaño del equipo de trabajo y del tipo de pared, indican la duración que se debe considerar; lo mismo sucede con prácticamente cualquier actividad que conlleva la construcción de una casa. Salvo que se trate de una tecnología de construcción novedosa o que se requieran máquinas o materias primas nuevas, la estimación de la duración está tabulada y, de hecho, existen programas que ayudan a realizar dichos cálculos de una forma sencilla.

### d) *Métodos estadísticos*

Otra alternativa para calcular los tiempos de cada actividad es recurrir a cálculos estadísticos.

El primero de ellos asume que la mejor estimación para los tiempos de cada actividad asignados es el promedio de todas las estimaciones:

$$\text{Estimación duración} = \frac{(\text{Mejor estimación} + \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{3}$$

Una segunda técnica estadística confiere más importancia a la posibilidad más realista, aquella que no es la mejor ni la peor, otorgando un mayor peso a dicha estimación de duración:

$$\text{Estimación duración} = \frac{(\text{Mejor estimación} + 4 \text{ Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{6}$$

## EJEMPLO 5

En el caso del ejemplo que se está desarrollando, se aplican las expresiones anteriores al cálculo de la duración a partir de los datos de las figuras 6 y 7, de modo que resultan los siguientes datos (figura 8).

■ Figura 8. Resultados de la estimación de duración

Actividad-Duración	Precedente/Restricción
P1.1-2	
P1.2-3	P1.1
P1.3-4	P1.2
P2.1-3	P1.3
P2.2-4	P2.1/FS+3
P2.3-5	P2.1
P3.1-4	P2.2
P3.2-5	P3.1
P3.3-6	P3.1 P3.2

## e) Gestión de contingencias

Salvo en aquellos casos de tareas con un muy alto grado de certeza sobre su duración, es habitual que la duración de las tareas sea corregida con un factor de incertidumbre. Existen varias opciones para corregir la duración, pero lo más habitual es recurrir a un porcentaje sobre la duración total de la tarea. Dicho porcentaje suele estar en torno al 5%, aunque en ocasiones puede tomar valores más elevados. Esta ampliación temporal de la duración se conoce con varias denominaciones: «colchón», «reserva para lo no conocido»...

## 2.7. Cálculo del camino crítico y desarrollo del Diagrama de Gantt (GTP7)

Una vez se han estimado los esfuerzos, recursos y duraciones, procede diseñar el diagrama de red con la incorporación de esta información. Este diagrama representa el con-



junto de actividades a realizar en un proyecto relacionadas mediante flechas que indican la secuencia temporal y las restricciones temporales entre actividades, tal y como se indicó anteriormente. La incorporación de la información sobre la duración de las tareas permitirá calcular lo que se conoce como «camino crítico». La aplicación de esta técnica se explica posteriormente en el epígrafe de técnicas. Por último, una vez se dispone del camino crítico, es posible generar un Diagrama de Gantt, el cual representa la secuencia de actividades ordenadas temporalmente (a diferencia del diagrama de red, en el que las actividades tienen una disposición cualquiera a pesar de estar relacionadas por flechas); además, la longitud de las barras gráficas que representan cada tarea son proporcionales a la duración de cada una. Esta técnica se explica más en detalle posteriormente.

Para poder calcular el camino crítico y realizar el Diagrama de Gantt es preciso partir del documento de especificación del proyecto (GDP6), la lista de actividades identificadas, del diagrama de red de actividades previamente elaborado, así como de los esfuerzos de cada actividad y recursos disponibles recientemente calculados. Todos estos datos e informaciones servirán para elaborar un diagrama de red detallado que posibilita el cálculo del camino crítico del proyecto.

El resultado de esta actividad es un diagrama de red en el que determinadas actividades se identifican como críticas para el proyecto. Dicho diagrama con las actividades críticas identificadas facilita el análisis sobre diferentes hipótesis en el proyecto: ¿qué sucede si tal actividad dura más de lo estimado?, ¿qué sucede si ponemos más recursos a trabajar en esta actividad?, ¿cuál es el resultado de paralelizar estas tareas?, ¿qué ocurre si utilizamos la holgura de determinada actividad?, ¿cómo afecta al proyecto quitar recursos de estas tareas? ...

Aparte de un diagrama de red con el camino crítico, debemos obtener como resultado un Diagrama de Gantt, también llamado *cronograma del proyecto*. En su versión inicial, este diagrama representa la línea base de tiempos del proyecto, es decir, la referencia de tiempos para comprobar el avance de cada tarea. Dicho diagrama se deberá actualizar con los avances que haya en el proyecto, según se indica en la actividad de monitorización de los tiempos.

En el siguiente subapartado de técnicas y herramientas se analizan en detalle estas dos importantes técnicas, el método del camino crítico y el Diagrama de Gantt, entre otras.

## A) Técnicas. Herramientas

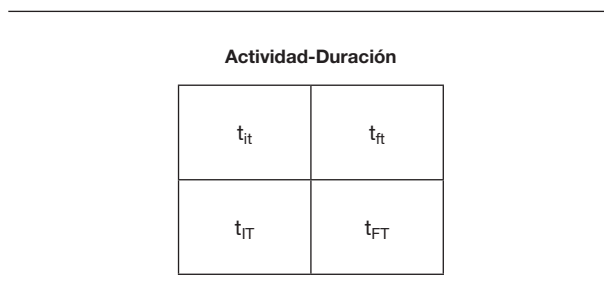
### a) Método del camino crítico

El método del camino crítico es una herramienta útil para obtener el camino crítico de un proyecto. Se considera *camino crítico* a la secuencia o secuencias (puede haber más de un camino crítico) de actividades en un proyecto que marcan la duración máxima del mismo. Este conjunto de actividades se caracteriza porque cualquier retraso en su comienzo, duración o terminación supone un retraso en el proyecto. Es por esto que la identificación de estas actividades se realiza identificando las que no tienen holgura en su ejecución, es decir, pertenecen al camino crítico aquellas actividades que no tienen ningún tipo de holgura y que por tanto cualquier alteración en las fechas de inicio o en el tiempo de duración supondrá un retraso en las actividades siguientes y, por tanto, en el proyecto.

Para el cálculo del camino crítico se parte del diagrama de red de actividades, en el cual cada nodo representa una actividad del proyecto. Adicionalmente y de forma obligatoria incluiremos en dicho diagrama dos nodos de actividades ficticias: un nodo origen y un nodo fin. Cualquier actividad que no tenga precedente será sucesora del nodo origen y cualquier actividad que no tenga sucesor terminará en el nodo fin.

Cada nodo lo representaremos mediante un cuadrado identificado mediante el código o nombre de la actividad y la duración de la misma. Dicho cuadrado estará dividido en cuatro partes representando cada una de ellas el tiempo de inicio más temprano de la actividad ( $t_{it}$ ), el tiempo de finalización más temprano ( $t_{ft}$ ), el tiempo de inicio más tardío posible de la actividad ( $t_{iT}$ ) y el tiempo de finalización más tardío posible para dicha actividad ( $t_{fT}$ ). La figura 9 ilustra cómo se representan estos tiempos para cada actividad.

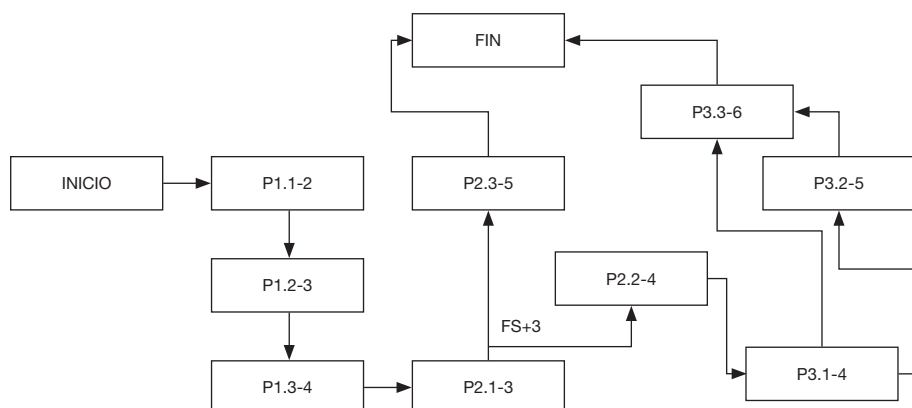
■ Figura 9. Representación de una actividad con sus tiempos

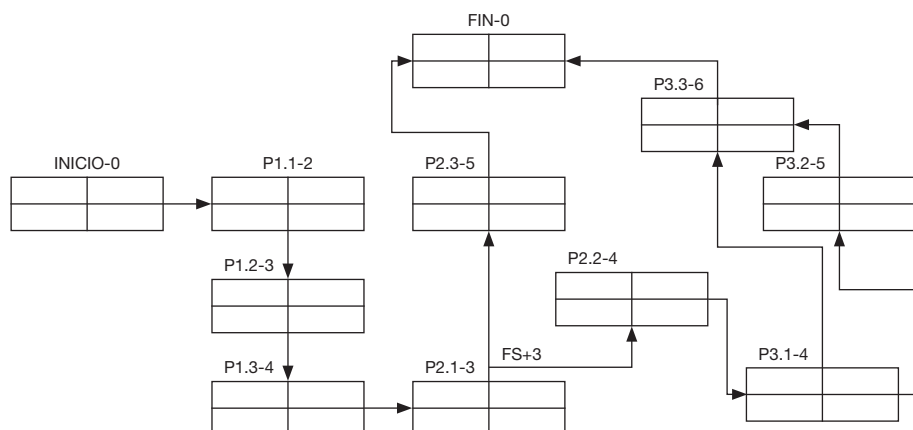


## EJEMPLO 6

Para el diagrama de red del ejemplo indicado en la figura 2, se obtendría un diagrama como el siguiente:

■ Figura 10. Representación de una actividad con sus tiempos

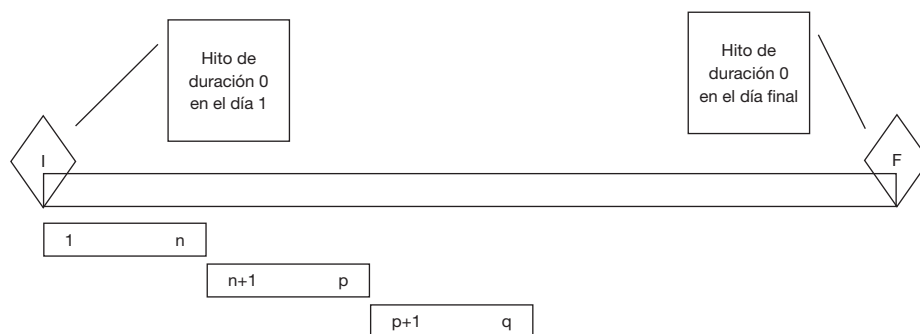




Asumimos que el nodo inicio comienza en el instante 0 del día 1 y que tiene una duración 0. Por ello el tiempo de inicio más temprano es 1; el tiempo de finalización más temprano será el de inicio más temprano sumado a su duración (que es 0), por tanto, el tiempo de finalización temprano es también 1.

La figura 11 ilustra justo lo que se acaba de explicar,

■ Figura 11. **Nodos inicio y fin con duración 0**



El resultado obtenido al actualizar los tiempos del nodo inicio se incluyen en la figura 12.

A continuación se comienzan a completar los tiempos (de inicio y de finalización) más tempranos de cada actividad hasta llegar al nodo fin. Así, la actividad P1.1 podrá comenzar en el mismo día 1 (recordemos que no se ha consumido nada de tiempo, pues el nodo inicio tiene una duración de 0). Por tanto, para los sucesores del nodo inicio empleamos:

$$t_{it \text{ sucesor}} = t_{ft \text{ INICIO}}$$

Aplicando dicha expresión al único nodo sucesor de inicio, obtenemos  $t_{it\_P1.1} = 1$ .

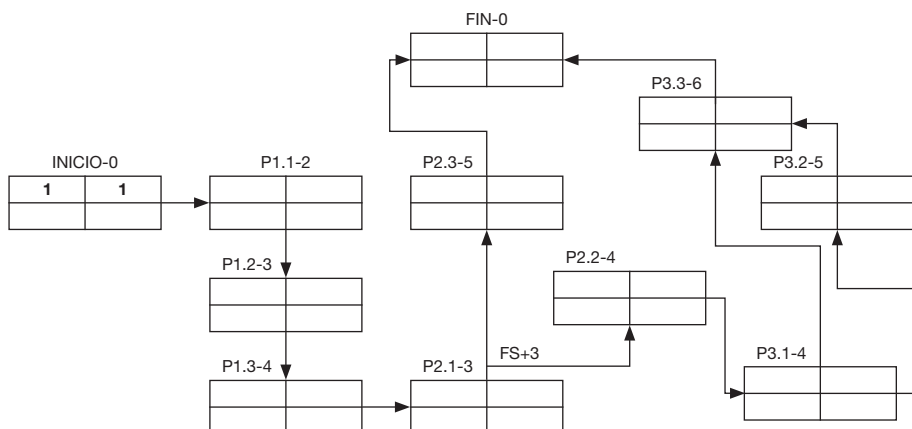
A continuación calculamos el tiempo de finalización de la actividad P1.1 y dicho tiempo será el de inicio más temprano sumado a su duración menos una unidad. Si la actividad comienza en el día 1 y dura 2 días, ocupará los días 1 y 2; y por tanto, consideramos que dicha actividad termina el día 2. Por ello, concluimos que  $t_{ft\_P1.1} = 2$ . Es decir, en general:

$$t_{ft} = t_{it} + \text{duración} - 1,$$

que aplicado al caso del ejemplo:

$$t_{ft\ P1.1} = t_{it\ P1.1} + \text{duración}_{P1.1} - 1 = 1 + 2 - 1 = 2$$

■ Figura 12. Representación de una actividad con sus tiempos



El siguiente paso es comenzar con la actividad P1.2. Si la actividad predecesora P1.1 termina el día 2, la P1.2 debe comenzar el día 3. Por tanto,  $t_{it\_P1.2} = 3$ . En general, para cualquier actividad que no sea el nodo inicio ni el nodo fin, la actividad siguiente tendrá un tiempo de inicio temprano dado por:

$$t_{it\ \text{sucesor}} = t_{ft\ \text{actividad precedente}} + 1$$

En el caso del ejemplo que estamos viendo:

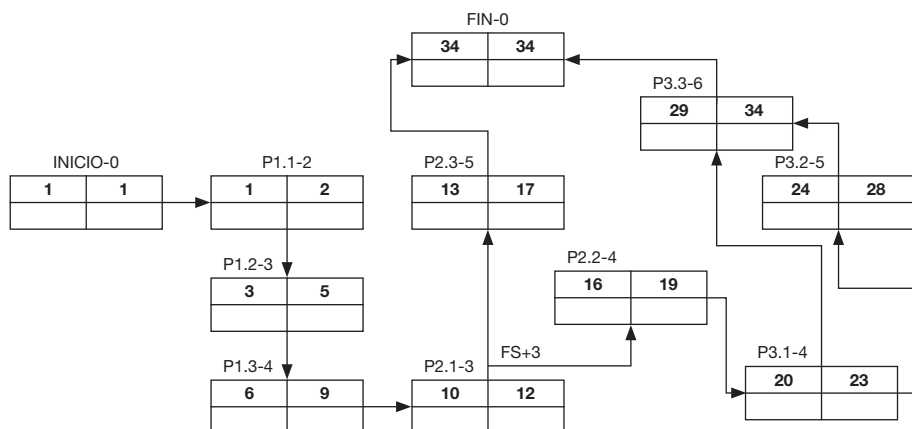
$$t_{it\ P1.2} = t_{ft\ P1.1} + 1 = 2 + 1 = 3$$

De igual modo a como hicimos con P1.1, la fecha de terminación más temprana de P1.2 será la fecha de inicio más temprana más la duración de la misma menos una unidad. Por tanto, P1.2 terminará el día 5 (es decir, se ejecuta durante los días 3, 4 y 5). Es decir:

$$t_{ft\ P1.2} = t_{it\ P1.2} + \text{duración}_{P1.2} - 1 = 3 + 3 - 1 = 5$$

Seguiríamos con el resto de actividades procediendo de igual forma. Es preciso realizar una aclaración con relación a las actividades que tienen varios predecesores.

■ Figura 13. Cálculo de los tiempos más tempranos de inicio y fin de cada actividad



En el caso de la actividad P3.3, observamos que tiene dos actividades predecesoras: la P3.1 y la P3.2. En estos casos el modo de razonamiento es el siguiente: lo más pronto que termina P3.1 es el día 23 y lo más pronto que termina P3.2 es el día 28. Dado que ambas deben haber terminado para comenzar P3.3, lo más pronto que puede comenzar P3.3 es el día 29.

En concreto, cuando en una actividad concurren varias precedentes, el tiempo más temprano de inicio se calcula a partir del máximo de los tiempos de finalización de las actividades precedentes.

$$t_{it} = \max (t_{ft \text{ actividades precedentes}}) + 1$$

Por último, para calcular el tiempo de inicio temprano del nodo fin, aplicamos también la expresión anterior, puesto que varias actividades concluyen en dicho nodo, en concreto P2.3 y P3.3. Dado que el nodo fin tiene una duración de 0, el tiempo temprano de finalización coincide con el tiempo de inicio temprano.

Antes de comenzar con el cálculo de los tiempos tardíos es preciso hacer una aclaración. Observamos que entre las actividades P2.1 y P2.2 existe una restricción FS+3. Eso significa que se deben dejar 3 días entre ambas actividades. Por ello, a la conclusión de la actividad P2.1 en el día 12, dejamos 3 días adicionales antes de comenzar la P2.2. Por tanto, P2.2 puede comenzar el día 16. A la hora de calcular los tiempos tardíos, dicha restricción se ha de tener también en cuenta.

Hasta aquí hemos completado nodo a nodo los tiempos de inicio y fin más tempranos. A continuación procede calcular los tiempos de inicio y fin más tardíos, es decir, los que se ubican en la parte inferior de cada cuadrícula. En este caso se comienza por el nodo fin y se va retrocediendo nodo a nodo hasta el nodo inicio.

Dado que el nodo fin tiene una duración 0, no es esperable ningún retraso ni incidencia en su ejecución (realmente es un hito, no una actividad al uso). Por ello, el tiempo de finalización más tardío esperable coincide con el tiempo de finalización más temprano previamente calculado, es decir:

$$t_{FT \text{ nodo FIN}} = t_{ft \text{ nodo FIN}}$$

Operando de este modo obtenemos lo indicado en la figura 14:

■ Figura 14. Cálculo del tiempo de finalización tardío del nodo fin

FIN-0	
34	34
	34

Para concluir los cálculos en el nodo fin basta calcular el tiempo de inicio más tardío, que se obtiene a partir del tiempo de finalización más tardía, restando la duración de la actividad en cuestión:

$$t_{IT \text{ nodo FIN}} = t_{FT \text{ nodo FIN}} - \text{duración}$$

Por tanto quedaría:

■ Figura 15. Cálculo de los tiempos más tardíos de inicio del nodo fin

FIN-0	
34	34
34	34

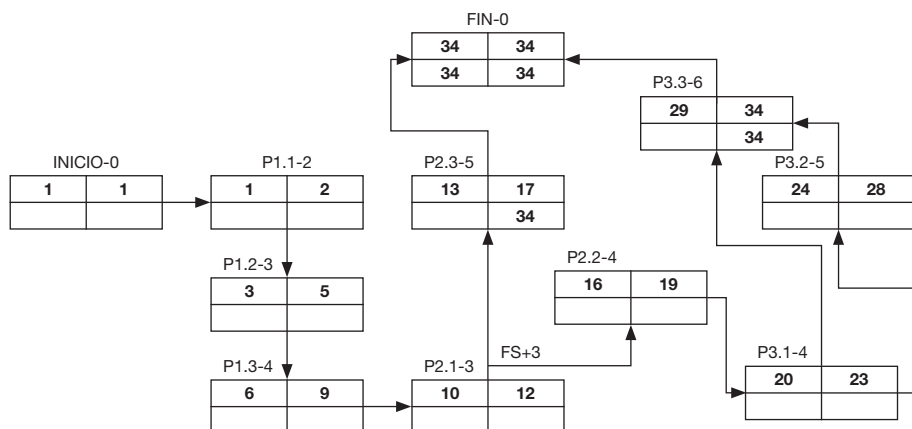
A continuación tenemos que retroceder hasta las actividades predecesoras del nodo fin, en este caso, P2.3 y P3.3. El modo de razonar es el siguiente, dado que el nodo fin puede comenzar como muy tarde en el instante determinado por  $t_{IT\_FIN} = 34$ , las actividades predecesoras podrán terminar como muy tarde en ( $t_{IT\_FIN}$ ) (recordemos que el nodo fin tiene una duración de 0 y por ello comienza y termina justo en el último instante del proyecto después de la última actividad (figura 11). Por tanto:

$$t_{FT \text{ P3.3}} = t_{IT \text{ nodo FIN}} = 34$$

$$t_{FT \text{ P2.3}} = t_{IT \text{ nodo FIN}} = 34$$

Obtenemos así la actualización indicada en la figura 16:

■ Figura 16. Cálculo de los tiempos más tardíos de inicio y fin de cada actividad



En el caso de calcular el tiempo de finalización tardío de una actividad cualquiera (que no termine en el nodo fin) se aplica la expresión:

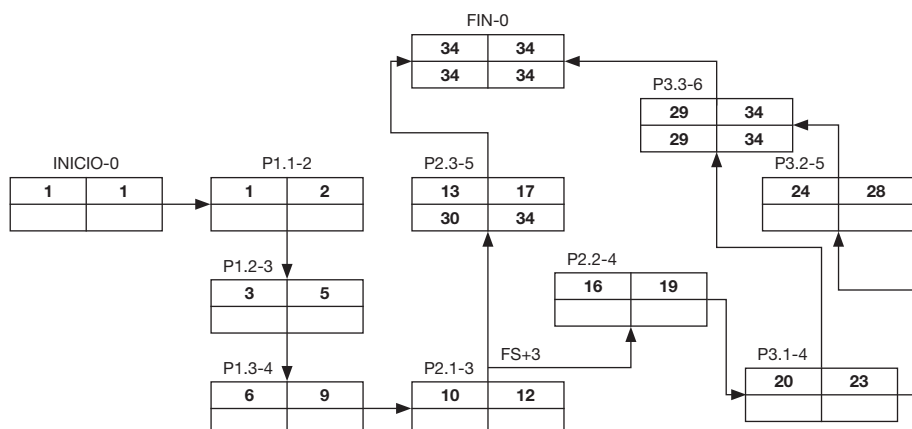
$$t_{FT \text{ precedente}} = t_{IT \text{ actividad sucesora}} - 1$$

A continuación procede calcular los tiempos de inicio tardíos de cada actividad, en este caso de las actividades P2.3 y P3.3. Para ello basta restar el tiempo de finalización más tardío menos la duración más una unidad. Por ejemplo, para la actividad P3.3 el tiempo de inicio tardío sería  $34 - 6 + 1 = 29$ . Es decir, la actividad P3.3 se ejecuta los días 29, 30, 31, 32, 33 y 34 (como muy tarde comienza el 29 y como muy tarde finaliza el 34). En general, emplearemos la expresión:  $t_{IT} = t_{FT} - \text{Duración} + 1$ .

Así, para la actividad P2.3 será:  $t_{IT \text{ P2.3}} = t_{FT \text{ P.3}} - \text{Duración} + 1 = 34 - 5 + 1 = 30$ .

De este modo resulta el siguiente diagrama:

■ Figura 17. Cálculo de los tiempos más tardíos de inicio y fin de cada actividad



A continuación seguiríamos con la actividad P3.2, que es previa a las que se acaba de calcular. En este caso, el tiempo de finalización tardío será el instante anterior al tiempo de inicio tardío de la actividad siguiente, según la expresión antes indicada:

$$t_{FT \text{ precedente}} = t_{IT \text{ actividad sucesora}} - 1$$

Por ejemplo, para P3.2 el tiempo de finalización tardío será 28, que es justo el día anterior al comienzo tardío de P3.3.

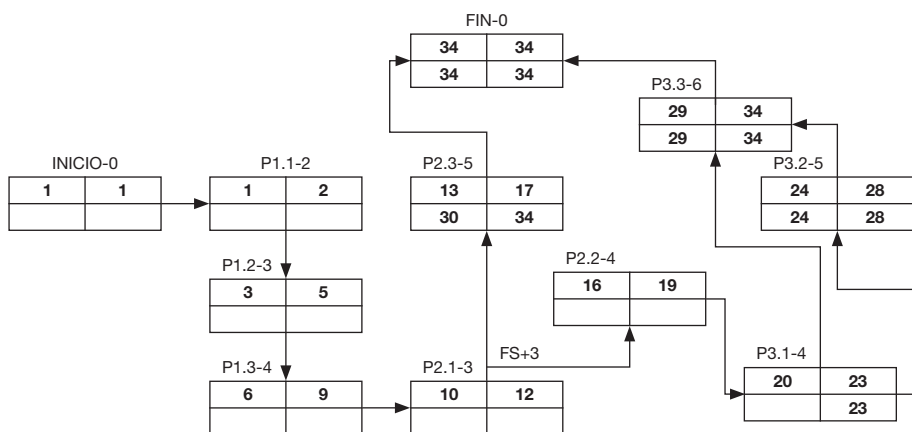
$$t_{FT \text{ precedente}} = t_{IT \text{ actividad sucesora}} - 1$$

A partir de estos datos podemos calcular los tiempos de inicio tardíos de la actividad:

$$t_{IT \text{ P3.2}} = 28 - 5 + 1 = 24$$

De este modo resulta el siguiente diagrama:

■ Figura 18. Cálculo de los tiempos más tardíos de inicio y fin de cada actividad



No obstante, es preciso aclarar qué sucede en el caso de que una actividad tenga dos o más sucesores, por ejemplo, P3.1. En ese caso el tiempo de finalización tardío se calcula como:

$$t_{FT} = \min (t_{IT \text{ actividades sucesoras}}) - 1$$

Así, tendremos que para P3.1:

$$t_{FT \text{ P3.1}} = \min (t_{IT \text{ P3.2}}, t_{IT \text{ P3.3}}) - 1 = \min (29, 24) - 1 = 23$$

Continuamos con el procedimiento descrito hasta llegar al nodo P1.1. El antecesor a dicho nodo, es decir, el nodo inicio tiene un tiempo de finalización tardío dado por:

$$t_{FT \text{ INICIO}} = \min (t_{IT \text{ sucesor}})$$

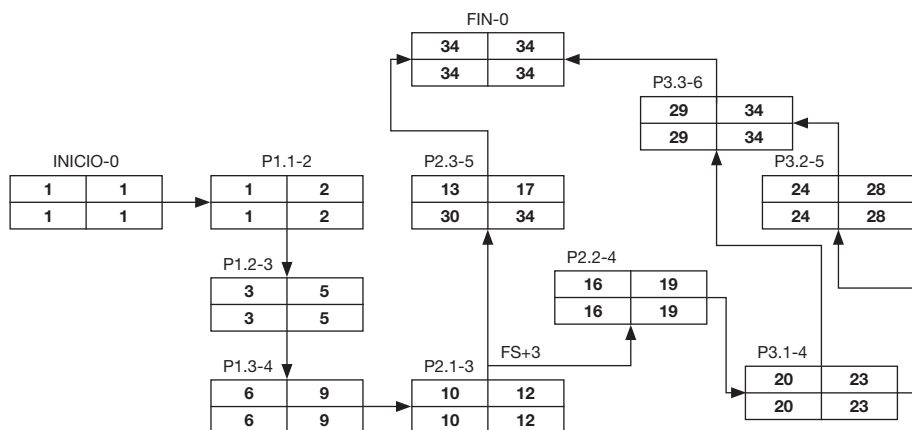


Esto significa que el tiempo de finalización tardío del nodo inicio se obtiene directamente a partir del mínimo de los tiempos de inicio tardíos de las actividades sucesoras a este (no se resta una unidad porque el nodo inicio no tiene duración) según vimos en la figura 11.

Una regla sencilla para ver si hemos cometido algún error en los cálculos es comprobar que el tiempo tardío de finalización que resulta para el nodo inicio es 1. Si no fuera 1, seguro que hemos cometido algún error en el proceso (lo contrario no es cierto, si obtenemos un 1, esto no significa que todos los cálculos sean correctos).

El resultado final se muestra en la figura 19:

■ Figura 19. Cálculo de todos los tiempos tardíos de inicio y fin de cada actividad



Una vez hemos calculado los tiempos tempranos y tardíos de comienzo y fin de cada actividad, procede identificar el camino crítico.

El *camino crítico* es la secuencia de actividades de un proyecto que marca la duración de este. Es por ello la secuencia de actividades más larga y se caracteriza por no tener holguras.

El siguiente paso es por ello identificar las holguras de cada actividad. Tomemos como ejemplo la actividad P2.1. Dicha actividad tiene un tiempo de inicio temprano igual a 12 y un tiempo de inicio tardío igual a 12; esto significa que no hay alternativa a empezar el día 12. Tomemos ahora la actividad P2.3, dicha actividad tiene un tiempo de inicio temprano dado por 13. Ahora bien, se podría retrasar su comienzo hasta el día 30. Por tanto, tiene una holgura de  $30 - 13 = 17$ . Es decir, puede comenzar en cualquiera de los días entre el 13 y 30, ambos inclusive.

Por esto para calcular la holgura de cada actividad emplearemos cualquiera de las expresiones:

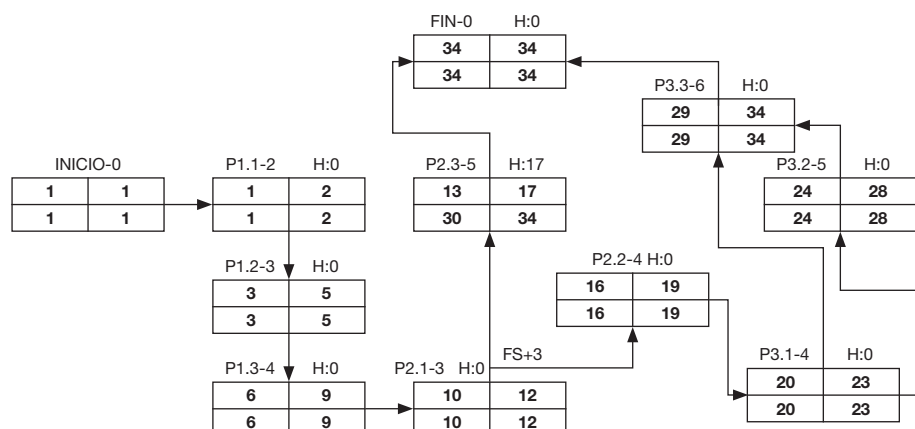
$$\text{Holgura} = t_{FT} - T_{ft}$$

$$\text{Holgura} = t_{IT} - t_{it}$$

$$\text{Holgura} = t_{FT} - t_{it} - \text{Duración} + 1$$

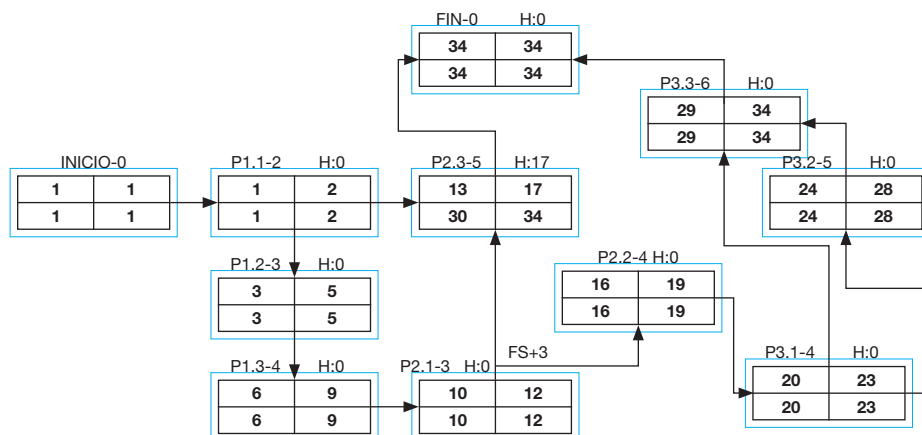
La aplicación de estas expresiones al diagrama da como resultado:

■ Figura 20. Cálculo de holuras



Llegados a este punto solo resta identificar aquellas actividades que tienen holgura 0. Dichas actividades pertenecen al camino crítico.

■ Figura 21. Identificación del camino crítico



Vemos cómo las actividades P1.1 – P1.2 – P1.3 – P2.1 – P2.2 – P3.1 – P3.2 – P3.3 son las que conforman el camino crítico del proyecto. El proyecto tiene una duración de 34 días, pues la secuencia indicada tiene una duración acumulada de 34 días. Cualquier retraso en cualquiera de estas actividades hará que el proyecto dure más de los indicados 34 días. El resto de actividades, en este caso P2.3, podría

llegar a comenzar el día 30 y no afectar a la duración del proyecto; o bien, podría comenzar el día 13 y retrasar su finalización hasta el día 34, sin por ello afectar a la duración total del proyecto. No obstante, cualquier retraso que fuera más allá de su tiempo tardío de finalización cambiaría la fecha de finalización del proyecto.

### *b) Técnica What If*

La técnica What If permite estudiar el impacto en el proyecto de variaciones en cada actividad. Para ello se parte del diagrama de red con los tiempos y holguras completados y se realizan modificaciones para ver cuál sería el resultado sobre el proyecto. Por ejemplo, ¿qué sucede si la actividad P2.3 dura 8 días y comienza 3 días más tarde de lo previsto? ¿Qué sucede si paralelizamos las actividades P1.1 y P1.2? ¿Qué sucede si incorporando más recursos en las actividades del camino crítico la duración de cada actividad disminuye 1 día, cambia el camino o sigue siendo el mismo? Etcétera.

### *c) Técnicas de paralelización y compresión de actividades*

Uno de los recursos con que cuentan los jefes de proyecto es la modificación del diagrama de red recurriendo al modo en que se ejecutan las tareas o a la duración de estas. La técnica de paralelización consiste en modificar el diagrama de red de actividades para que actividades que se realizan de forma secuencial sin existir una necesidad clara para que ello sea así se ven alteradas en sus dependencias para realizarse de forma paralela. Como se aprecia, esta forma de operar no consume más recursos, pero obliga a una mejor gestión de los mismos al tener que trabajar todos ellos en paralelo. Se consigue así una reducción de tiempos que puede asegurar la conclusión exitosa del proyecto.

Otro recurso al que se puede recurrir es el de compresión de actividades. En este caso, las actividades son aceleradas y esto supone un sobre coste en mano de obra. Esto permite reducir la duración de cada tarea sin alterar las relaciones entre actividades, aunque ello supone en este caso un coste adicional para el proyecto (por ejemplo, en horas extra, recursos adicionales, etc.)

Lo normal es que los jefes de proyecto combinen ambas opciones hasta llegar a obtener un diagrama de actividades compatible con las restricciones del proyecto en el que se maximicen las actividades con holgura para minimizar los riesgos de retraso.

### *d) Reasignación de recursos*

Hemos visto anteriormente cómo la duración de las actividades depende del esfuerzo requerido y de los recursos asignados. Normalmente, en un proyecto hay diversos recursos asignados en distintos momentos del proyecto. Con el fin de obtener el máximo rendimiento de los recursos es preciso asegurar que estos están al 100% de su productividad el máximo tiempo posible. Por ello tan indeseable es que estén sobreasignados a actividades (por encima del 100%) como que estén infraasignados. La técnica de reasignación de recursos permite

asignar recursos ociosos (temporalmente en el proyecto) a actividades críticas y permite desasignar recursos de actividades cuando la productividad requerida de estos se sitúa por encima del 100% (la sobreasignación de recursos suele provocar retrasos en las actividades afectadas).

Esta técnica, muy empleada por los jefes de proyecto, altera frecuentemente el camino crítico dado que la duración de actividades se ve afectada, pero es sumamente útil para asegurar una correcta asignación de recursos.

### e) Cronograma o Diagrama de Gantt

El Diagrama de Gantt es el resultado por excelencia de esta actividad GTP7. Dicho diagrama representa de una forma muy visual el conjunto de actividades de un proyecto y sus hitos, el comienzo y final de las actividades, las relaciones entre actividades y los recursos implicados en cada actividad. Asimismo, es útil para representar los avances de cada actividad en el mismo gráfico.

En general, estos gráficos se realizan mediante herramientas, ya que al modificarlas dinámicamente es necesario recalcular el camino crítico en cada modificación (esto requiere rehacer el cálculo presentado anteriormente).

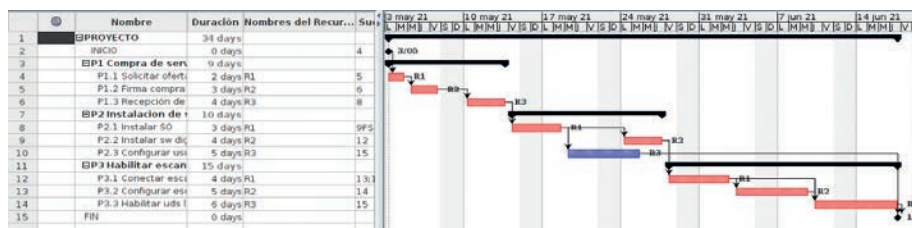
En el Diagrama de Gantt podemos identificar los siguientes elementos (puede variar la presentación en distintas herramientas *software*, pero de una u otra forma estos elementos estarán presentes)

- En la parte izquierda se incluyen todas las actividades, subactividades, etc. debidamente anidadadas. Asimismo, se suele incluir información adicional tal como la duración de la actividad, los recursos que la realizan o las relaciones de dependencia entre ellas.
- En la parte derecha se incluyen elementos gráficos, entre los que destacan:
  - Una barra por cada actividad, situada en la fecha que comienza y que se extiende hasta su fecha de finalización. Son las barras rojas y azules de la figura 22. Las barras rojas se utilizan para indicar el camino crítico y las barras azules, para aquellas que no pertenecen al camino crítico.
  - También se incluyen las agrupaciones de actividades, representadas por barras negras en dicha figura. Estas agrupaciones de actividades no son trabajo ejecutable, sino que lo que realmente se ejecuta son las tareas que la componen.
  - Las relaciones entre cada actividad. Recordemos que pueden ser de cuatro tipos: FS-SS-SF-FF y que pueden incluir retrasos, como por ejemplo el retraso FS+2 en la actividad P2.2 respecto a la P2.1
  - Un rombo por cada hito del proyecto. En el caso de la figura 22 tenemos los hitos inicio y fin.
  - Una línea negra delgada dentro de cada actividad para indicar el avance de la misma.

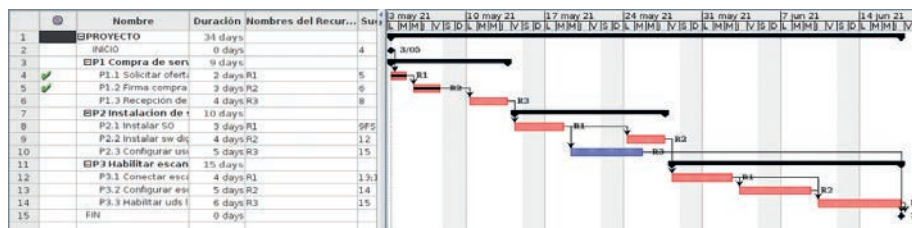
Por ejemplo, en la figura 23 tenemos un Diagrama de Gantt en el que las actividades P1.1 y P1.2 han sido completadas en un 100%.

La simplificación de la gestión de tiempo en proyectos con herramientas de este tipo es evidente. Supongamos que se observa que es posible paralelizar (técnica 3) las actividades P3.1 y P3.2, bastaría mover dicha actividad en el Diagrama de Gantt y el camino crítico es calculado inmediatamente de forma automática por la herramienta. Observamos cómo el camino crítico cambia inmediatamente (barras rojas) y que la duración del proyecto (columna «Duración») disminuye hasta 30 días.

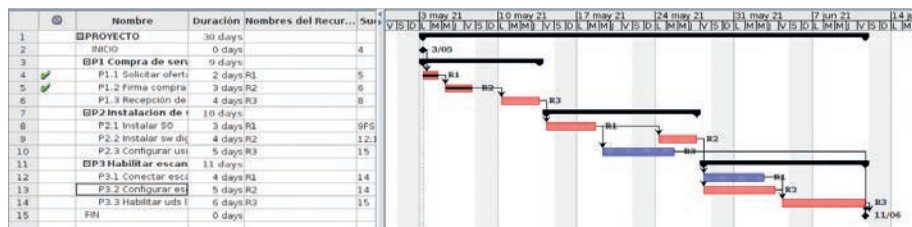
■ Figura 22. Diagrama de Gantt realizado con Openproj



■ Figura 23. Diagrama de Gantt realizado con Openproj indicando avance de tareas



■ Figura 24. Diagrama de Gantt realizado con Openproj paralelizando P3.1 P3.2



A la versión definitiva después de los ajustes pertinentes se la denomina *línea base del cronograma* y es la que servirá como referencia para ver si los avances en el proyecto son los estimados inicialmente.

### 3. Monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8)

La actividad de monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8) consiste en identificar el avance de cada una de las tareas del proyecto y marcarlo en el Diagrama de Gantt, como se ha hecho en la figura 24. El objetivo de esta actividad es conocer el estado de avance de todo el proyecto y determinar las discrepancias con la línea base. Si es necesario, se tomarán decisiones sobre las actividades, tales como comprimirlas, mover recursos de unas a otras, limitar el alcance de las mismas (acortando su duración) u otras.

Evidentemente, la entrada más importante para esta actividad es el Diagrama de Gantt, pero no podemos olvidar otras tales como el PDP y los informes de desempeño de tiempo previos.

La principal salida que se pretende obtener es una actualización del cronograma para conocer los avances y, en ocasiones, posibles solicitudes de cambio para una actualización de la línea base del cronograma (cuando se observe que el objetivo inicial de tiempos no es alcanzable).

#### A) Técnicas. Herramientas

##### a) *Software de gestión de proyectos*

Sin lugar a dudas, la herramienta más importante en este apartado es contar con un *software* adecuado. Existen múltiples opciones tales como Openproj, Openproject, GanttProject, Microsoft Project, Odoo, entre otras.

Estas herramientas nos permitirán hacer uso del resto de técnicas propuestas a continuación.

##### b) *Análisis del desempeño*

La obtención de informes sobre el ritmo de cumplimiento del cronograma es de suma importancia para conocer el avance real del proyecto. Existen diferentes técnicas, todas ellas implementadas en las herramientas anteriormente mencionadas (porcentaje de avance de las actividades, porcentaje de valor ganado, presupuesto ejecutado, etc.) que permiten disponer de información sobre el ritmo al que avanzan los trabajos de un proyecto.

##### c) *What If. Reasignación de recursos. Técnicas de paralelización y compresión de actividades*

Para el seguimiento de tiempos de un proyecto y estudiar el impacto de cada posible decisión en caso de que hubiera que tomar alguna, se emplean las mismas técnicas que hemos comentado anteriormente.

### 3.1. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GTP9)

#### A) Descripción de la actividad

Eventualmente se pueden haber iniciado actividades o modificaciones que posteriormente no han sido concluidas, pues se ha observado que no conducían a resultados relevantes o que no aportaban al proyecto. El cierre de todas estas actividades subsidiarias y almacenar las lecciones aprendidas de su emprendimiento son tareas que se acometen en esta actividad de cierre de actividades abandonadas o pospuestas.

Las entradas son el listado de actividades iniciadas respecto al área de gestión de tiempos y la salida viene dada por la certificación del cierre formal de todas las actividades pospuestas y/o abandonadas.

El único producto es el documento que certifica el cierre de dichas actividades no concluidas.

#### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

## Conceptos básicos

En este capítulo se han revisado las actividades del grupo de actividades correspondientes a la gestión del tiempo del proyecto. Estas actividades se centran en la identificación de las actividades necesarias y en la estimación de los esfuerzos y recursos disponibles para poder estimar el tiempo de cada actividad.

A partir de esta información se elabora un diagrama de red de actividades que permite mediante la técnica del camino crítico la obtención de la cadena de actividades críticas para el proyecto: aquella secuencia de actividades que no tienen holgura.

A raíz de este análisis se puede optar por la utilización de herramientas que mejoren el tiempo del proyecto mediante paralelización o compresión. El resultado se plasma en un cronograma o Diagrama de Gantt, que incluye múltiples datos sobre el proyecto, actividades, recursos, avances, relaciones entre actividades, etc.

La utilización de estos diagramas es posible mediante el empleo de herramientas *software*, dada la elevada cantidad de cálculos que hay que realizar en cada modificación de los mismos.

Las actividades enmarcadas en la gestión de la definición del proyecto son:

- Identificación de las actividades del área de gestión de tiempos en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GTP1).
- Identificar tareas y subtareas que conducen a concluir el trabajo en la definición del proyecto (GTP2).
- Graficar secuencialmente tareas y subtareas (GTP3).
- Calcular el esfuerzo (días-persona/meses-persona) para cada tarea y subtarea (GTP4).
- Estimar los recursos para cada tarea (GTP5).
- Evaluar la duración de cada tarea y subtarea (GTP6).
- Cálculo del camino crítico y desarrollo del Diagrama de Gantt (GTP7).
- Monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GTP9).

De entre todas estas, claramente GTP3, GTP7 y GTP8 son las más relevantes para la gestión de tiempos en el proyecto.



## Ejercicios voluntarios

Un proyecto consta de 6 actividades entre las que existen las relaciones indicadas a continuación.

Actividad	Precede a...	Duración
1	3-4	6
2	3-4	9
3	6	8
4	5	7
5	6	10
6	–	12

1. Elaborar el diagrama de red de dicho proyecto con todas las relaciones existentes.
2. Calcular el camino crítico de dicho proyecto. ¿Cuál es la duración del proyecto?
3. Hacer un análisis What If para estudiar qué sucedería si desapareciera la relación entre las actividades 5 y 6.
4. Por una ampliación de presupuesto se permite acelerar todas las actividades del camino crítico un 30% (en caso de decimales, comprimir al alza hasta el valor entero más próximo). ¿Qué sucede en el proyecto?
5. ¿Cuánto debería durar la actividad A3 para que el proyecto cambie de camino crítico?

# La gestión de costes en el proyecto

## Objetivos del capítulo

En este capítulo se pretende que el lector conozca las actividades, las técnicas y los resultados pertenecientes al grupo de actividades de gestión de costes de un proyecto. Este grupo tiene la misión de organizar, planificar, dirigir y supervisar los costes necesarios para desarrollar cada tarea del proyecto para que se consiga el objetivo final del mismo.

La identificación de los costes que implica el desarrollo de un proyecto y el seguimiento de la ejecución del presupuesto asignado al mismo son claves para el éxito del proyecto. Una gestión deficiente puede hacer que el proyecto se quede sin fondos antes de su terminación, de igual modo que una estimación incorrecta puede hacer innecesariamente caro el proyecto. Por ello este capítulo presenta las herramientas necesarias para planificar, estimar y controlar los costes de un proyecto

La metodología de estudio preferente se ha de basar en la comprensión de las actividades y en el conocimiento profundo de las técnicas que se mencionen, en tanto la relación de actividades está disponible en los manuales de referencia de gestión de proyectos.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de costes en el proyecto

El lanzamiento de un proyecto conlleva obligatoriamente la aprobación de una partida económica para sufragar los gastos en que se incurrirá. El promotor del proyecto suele ser la figura que financia todas las operaciones a realizar, poniendo en manos del jefe de proyecto una cuantía económica equivalente al presupuesto aprobado para el proyecto. El jefe de proyecto tiene la misión de asignar dicho fondo a cada una de las partidas (máquinas, recursos humanos, servicios, entre otras) con el objeto de obtener como retorno un producto o servicio que es el resultado del proyecto. La asignación de dichos fondos a cada uno de los recursos del proyecto es la que posibilita el avance del mismo. Si no alquilamos la máquina, no podremos contar con la misma en el proyecto; si no pagamos a los integrantes del proyecto, no dispondremos de mano de obra; si no compramos consumibles, los dispositivos o máquinas no funcionarán, etc. Por tanto, el objetivo que tiene el jefe de proyecto es asignar adecuadamente estos fondos para obtener el retorno esperado de los mismos. De igual modo, debe supervisar el momento en el que se asignan dichos recursos al proyecto (mediante la gestión del tiempo analizada en el capítulo 5) y supervisar el retorno de los mismos ya sea en forma de producto o servicio (mediante la gestión de la definición del proyecto analizada en el capítulo 4).

Para ello, el grupo de actividades de gestión del tiempo señala un conjunto de actividades de gestión que se deben desarrollar para acometer esta tarea de gestión temporal:

- Identificación de las actividades del área de gestión de costes en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1).
- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5).

Al igual que indicábamos en el capítulo anterior, la importancia de la gestión de costes es clave para el éxito del proyecto. Recordemos que el proyecto pivota sobre tres ejes dependientes de importancia máxima en la evolución del proyecto: alcance-tiempo-coste. Aparte de estos tres existen otros de importancia considerable, como gestión de la calidad o la gestión de los riesgos. Sin embargo, estos tres deben ser considerados por encima de cualesquiera otros. En ese sentido, es fundamental dominar las técnicas y las herramientas que se estudiarán en los siguientes epígrafes.

En cualquier proyecto, antes de acometer las actividades que engloba la gestión de costes es necesario definir una serie de parámetros con el fin de que todos los participantes del proyecto empleen el mismo lenguaje y referencien los conceptos con la misma nomenclatura:

- Unidades de medida. Resulta necesario definir las unidades de medida que se emplearán en todos los cálculos y estimaciones. Esto se puede hacer en el PDP o bien en el plan subsidiario de costes. Un ejemplo de definición de unidades de medida lo encontramos en la siguiente tabla:

■ Tabla 1. **Tabla de magnitudes y unidades de medida**

Magnitud	Unidad de medida
Esfuerzo .....	Días-hombre
Coste .....	Euros (€)
Coste por recurso .....	Euros-día
Duración .....	Días
Índices de eficacia .....	%

- **Precisión.** Es necesario preestablecer cuáles serán las unidades mínimas con las que se valorarán cada una de las magnitudes del proyecto. Por ejemplo, la unidad mínima de coste será de 1 euro (es decir, no se aceptan decimales).
- **Activos de la organización.** Antes de acometer cualquiera de los procesos incluidos en la gestión de costes se deben identificar los procedimientos habilitados internamente en la organización en relación con los asuntos económicos. Dado que el proyecto debe convivir durante su desarrollo con la organización, los procesos y procedimientos establecidos se han de respetar y cumplir en su integridad.
- **Reglas para el cálculo de indicadores.** En numerosas ocasiones habremos de calcular parámetros, indicadores o valores para el proyecto. Es preciso que se conozcan de antemano las reglas aplicables a dichos cálculos. Por ejemplo, la valoración de los avances sobre cualquier actividad se realizará considerando los principios de máxima veracidad y prudencia, entendiendo con esto que se han de reportar los valores de avance más conservadores posibles, minimizando el riesgo de declarar avances no reales.
- **Plantillas para los reportes.** Al igual que sucede con los activos de la organización, se deben identificar las posibles plantillas ya definidas en la organización para el reporte de los costes del proyecto, con el fin de mantener la máxima alineación con los usos y costumbres de la organización.

## 2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de costes del proyecto

### 2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de costes del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1)

#### A) Descripción de la actividad

La primera actividad obligatoria dentro de la gestión de costes del proyecto pertenece a la etapa inicial y consiste en identificar cuáles de las actividades propuestas tienen sentido incorporar en el proyecto. Las diferentes características del proyecto, las diferentes situaciones de cada organización, las peculiaridades de cada proyecto hacen que cada jefe de proyecto

deba obligatoriamente seleccionar qué actividades formarán parte de la gestión de la definición y cómo se van a adaptar al proyecto.

Debe seleccionar de entre la lista de actividades siguiente (no obligatorias):

- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).

No obstante y dado que en el caso de la gestión de costes las actividades a realizar no tienen apenas solape entre ellas –excepto en proyectos muy pequeños– es recomendable acometer las tres actividades GCP2, GCP3 y GCP4.

Es posible que la actividad de estimación del coste se vea reducida a su mínima expresión en el caso de realizar proyectos repetitivos en los que la tasación económica de cada actividad sea plenamente conocida por la experiencia previa.

El resultado de esta actividad es un documento de actividades adoptadas/adaptadas que permitirá la gestión de costes en el proyecto. Asimismo, debemos fijarnos en que la actividad de finalización o cierre de actividades pendientes o pospuestas no se ha incluido, puesto que tiene naturaleza obligatoria.

## B) Técnicas. Herramientas

La técnica *juicio de expertos*, ampliamente empleada como se viene observando, considera la inclusión de expertos que nos ayuden a considerar si realmente debemos acometer todas las actividades o alguna de ellas la podemos obviar por sencilla o innecesaria.

## 2.2. Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2)

### A) Descripción de la actividad

La estimación de costes es una actividad que persigue tener una idea del coste total del proyecto considerando todos y cada uno de los costes que intervienen en el mismo. Esta actividad es una actividad que se realiza en la fase inicial, aunque no debe sorprender que se vaya ajustando y refinando conforme avanza el proyecto y se dispone de más información. Así, por ejemplo, es fácil que en una primera aproximación se establezca un presupuesto con una holgura suficientemente amplia hasta que se van conociendo los detalles del proyecto; en sucesivas aproximaciones se debe ir refinando el cálculo y reduciendo esa holgura a valores cercanos a un  $\pm 5\%$ . Este porcentaje de aproximación debe estar definido en los parámetros indicados en la tabla 1

Las entradas principales a este proyecto son fuentes de información previas, bases de datos y bases de conocimiento de las organizaciones con información histórica sobre el coste que tuvieron determinadas actividades de otros proyectos.

Además de estas entradas que nos ayudarán a realizar la estimación de costes propiamente dicha, será necesario utilizar otras entradas, como la línea base de definición del proyecto (documento de requisitos) y la estructura de desglose de tareas, pues de ambas podremos obtener el conjunto de tareas del proyecto.

Evidentemente, las plantillas y formatos a emplear se tomarán de los existentes en la organización (llamados activos de la organización).

En este apartado se ha de considerar también el cronograma previamente definido, ya que la incorporación de recursos en un instante u otro puede tener un impacto significativo sobre el proyecto. Por ejemplo, si es necesario realizar una compra de 10.000 kg de cemento en un plazo de seis meses, no tiene el mismo resultado sobre el beneficio del proyecto que la compra se realice en el instante 0 a que se realice en un instante intermedio (sobre todo si existe una inflación considerable).

El resultado de esta actividad se plasma en el documento de estimación de costes de cada actividad, en el que también incluimos las hipótesis sobre las que se realiza dicha estimación. Este documento es importante porque sobre él se construye la línea base de costes que veremos posteriormente.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

A la hora de realizar una estimación de costes, resulta conveniente rodearse de personas con experiencia en la elaboración de presupuestos. Conocer las tarifas de mercado, su posible evolución, el coste de los materiales o qué proveedores resultan más baratos, el posible incremento de precios, etc. son aspectos en los que un experto puede ser de suma utilidad.

### b) *Estimación por analogías*

Al igual que sucediera en la estimación de tiempos, el uso del método de las analogías resulta útil cuando la semejanza entre proyectos es elevada. Si podemos caracterizar los proyectos por tamaño, complejidad, duración, etc., será posible caracterizar proyectos semejantes y trasladar las estimaciones de uno a otro.

Esta forma de actuar tiene la ventaja de que proporciona una estimación rápida, si bien se paga el precio de la precisión, puesto que en general los márgenes de error son amplios. Por ello se emplea en fases iniciales de los proyectos hasta llegar a disponer de información suficiente para emplear otras técnicas.

### c) *Estimación paramétrica*

Los modelos paramétricos emplean una combinación de fórmulas y datos estadísticos. A partir de las fórmulas y de las características del proyecto se calculan una serie de parámetros de la dimensión del proyecto. Posteriormente con estos parámetros de dimensiona-

miento se accede a una base de datos históricos que relaciona dimensionamiento y costes de proyectos, con lo que podemos obtener el coste del proyecto.

En este tipo de estimaciones no se analiza el proyecto tarea a tarea, sino que a partir de las características globales del mismo se estima el coste. Por ejemplo, haciendo uso del método COCOMO (modelo paramétrico) se puede concluir que determinado proyecto informático consistente en una pantalla sencilla con dos botones y una caja de texto se evalúa con 15 puntos-función (dimensión del proyecto). Estos puntos-función sirven para acceder a una base de datos en la que figura que históricamente los proyectos con 14-18 puntos-función tienen un coste de entre 20 kg/euro y 25 kg/euro (base de datos con histórico de proyectos).

En el ejemplo anterior no se ha determinado el coste de cada subtarea para la realización de la pantalla solicitada, sino que se ha realizado una estimación global basándonos en los parámetros globales del proyecto.

#### d) Estimación bottom-up

Como alternativa a la estimación paramétrica tenemos la estimación *bottom-up*. En este caso se parte de un desglose de tareas lo más detallado posible, de modo que se estima cada tarea en su nivel más elemental. Posteriormente, por agregación se van obteniendo las estimaciones de tareas agregadas de mayor envergadura hasta que se consigue la estimación del coste de la totalidad del proyecto.

Esta técnica es factible en proyectos pequeños. Evidentemente en proyecto muy grandes con miles de tareas es poco recomendable dado que las posibilidades de error son altas: el sobredimensionamiento de las tareas elementales puede derivar en un presupuesto excesivo del proyecto.

#### e) Análisis de contingencias

Al igual que sucediera con la estimación de tiempos, es frecuente considerar un incremento en el presupuesto del coste final para posibles contingencias: riesgos, imprevistos, errores, etc. No existe una referencia clara de cuánto debe suponer esta cantidad, pero es norma habitual considerar en torno a un 5%-10% de incremento. Este sobrecoste en la estimación debería ir desapareciendo conforme avanza el proyecto y resulta más fácil establecer una línea de costes más fiable.

#### f) Métodos estadísticos

Es posible que se disponga de varias estimaciones de coste para una misma actividad, por ejemplo, una realizada por expertos, otra con base en un modelo paramétrico y otra mediante un análisis *bottom-up*. En ese caso disponemos de tres posibles costes en función del método de estimación empleado. Una posibilidad para obtener un resultado prorrateado es recurrir a métodos estadísticos.

El primero de ellos asume que la mejor estimación para el coste del proyecto es el promedio de todas las estimaciones:

$$\text{Estimación coste} = \frac{(\text{Mejor estimación} + \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{3}$$

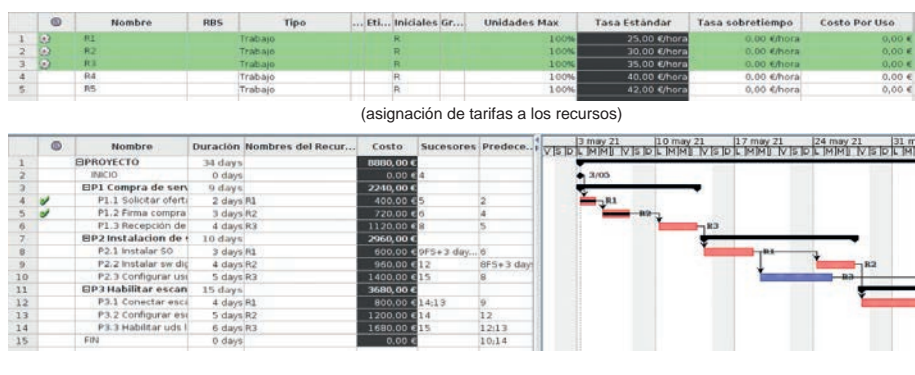
Una segunda técnica estadística confiere más importancia a la posibilidad más realista, aquella que no es la mejor ni la peor, otorgando un mayor peso a dicha estimación de costes:

$$\text{Estimación coste} = \frac{(\text{Mejor estimación} + 4 \cdot \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{6}$$

### g) Herramientas de software para el cálculo de costes

Para proyectos pequeños es posible realizar las estimaciones de costes manualmente. Sin embargo, a medida que crece el proyecto esto se hace inviable. Es por ello imprescindible emplear herramientas *software* que calculan el coste del proyecto de forma inmediata ante cualquier modificación que hacemos en el mismo. En el caso del ejemplo que se presentaba en el capítulo 5, se ha asignado una tarifa de coste-día a cada recurso, según las opiniones de un grupo de expertos. Automáticamente el *software* calcula el coste total del proyecto (parte inferior figura 1):

■ Figura 1. Cálculo de costes con Openproj



### EJEMPLO

En el proyecto indicado en la figura 1 la aplicación de la técnica de las analogías establece un coste de 2.500, 3.000 y 3.800 euros, para las tareas P1, P2 y P3, respectivamente. Por otra parte, los expertos aseguran que es imposible realizar las tareas por menos de 3.000, 3.000 y 4.000 euros, respectivamente. Se sabe además que el coste de los recursos es el siguiente:



Recurso	Coste hora (€/h)
R1	25
R2	30
R3	35
R4	40
R5	42

Calcular la mejor estimación posible para el coste del proyecto.

Según el desglose de tareas y el cronograma (figura 1) se observa que existen nueve tareas ejecutables en su detalle más elemental, cada una de las cuales tiene asignado un recurso. Siguiendo la técnica *bottom-up*, calcularemos el coste de cada tarea elemental hasta conseguir el coste del proyecto:

Tarea	Duración (días)	Recurso asignado	Coste hora (€)	Coste tarea (€)	Subtotal (€)	Total (€)
P1.1 .....	2	R1	25	400	2.240	
P1.2 .....	3	R2	30	720		
P1.3 .....	4	R3	35	1.120		
P1 .....						
P2.1 .....	3	R1	25	600	2.960	
P2.2 .....	4	R2	30	960		
P2.3 .....	5	R3	35	1.400		
P2 .....						
P3.1 .....	4	R1	25	800	3.680	
P3.2 .....	5	R2	30	1.200		
P3.3 .....	6	R3	35	1.680		
P3 .....						

A partir de esta estimación y siguiendo el método estadístico de tres valores que otorga mayor prioridad al valor intermedio, tendremos un resultado estimado de costes:

$$\text{Estimación coste} = \frac{(\text{Mejor estimación} + 4 \cdot \text{Estimación promedio} + \text{Peor estimación})}{6}$$

$$\text{Estimación coste P1} = \frac{(2.240 + 4 \cdot 2.500 + 3.000)}{6} = 2.540 \text{ euros}$$

$$\text{Estimación coste P2} = \frac{(2.960 + 4 \cdot 3.000 + 3.000)}{6} = 2.993 \text{ euros}$$

$$\text{Estimación coste P3} = \frac{(3.680 + 4 \cdot 3.800 + 4.000)}{6} = 3.813 \text{ euros}$$

## 2.3. Obtener y aprobar el presupuesto (GCP3)

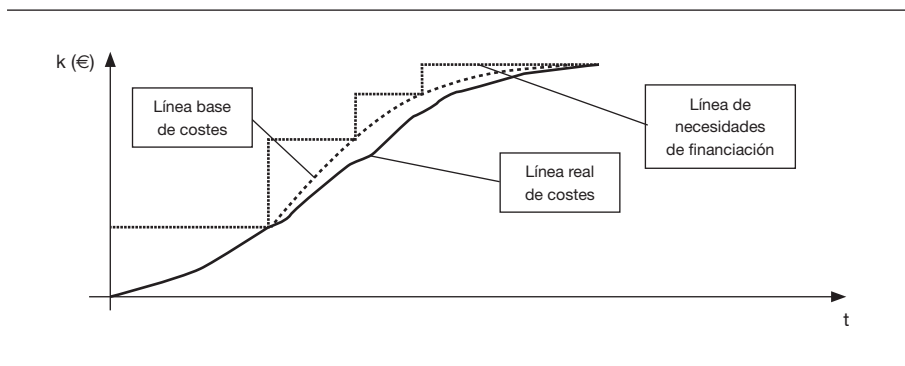
### A) Descripción de la actividad

Tras la estimación realizada en la actividad anterior (GCP2) procede acumular el total de los costes estimados de cada tarea desglosada y obtener el total del proyecto. Esta información se debe comparar con el conjunto de tareas identificadas en la definición del proyecto y posterior desglose de tareas para comprobar que están todas estimadas en coste. Asimismo, también se ha de considerar como entrada para esta actividad el cronograma del proyecto con el objeto de verificar que se han considerado todas las entradas en los instantes temporales correctos. Como se observa, las entradas a la actividad de obtención del presupuesto son variadas y están encaminadas a chequear que las estimaciones parciales son correctas y se pueden agregar.

Es importante considerar la variable temporal. En el ejemplo anterior se ha realizado una estimación sin tener en cuenta en qué instante de tiempo se adquiere la obligación del gasto. Si tenemos en cuenta en qué instantes se producen los gastos, el resultado sería que el proyecto va adquiriendo la obligación de desembolsar diferentes cantidades a lo largo de la vida del proyecto. El acumulado de estas cantidades a lo largo del tiempo da lugar a una gráfica que se denomina *línea base de costes*. Esta línea base de costes determina las necesidades de financiación del proyecto, puesto que representa el ritmo de consumo de recursos económicos a lo largo del tiempo. Es decir, si plasmamos en una gráfica los costes acumulados (desde el inicio del proyecto) hasta un instante dado, obtendremos la gráfica denominada *línea base de costes*. Esta línea de costes debe estar soportada por una financiación que respalde el consumo de recursos (humanos, económicos, etc.) Por ello es muy importante esta gráfica, ya que permite conocer las necesidades económicas del proyecto a lo largo de su vida.

La evolución del proyecto puede ser la estimada inicialmente o puede diferir de esta, en cuyo caso existirá una discrepancia entre la línea de costes reales y la línea base de costes, según se aprecia en la figura 2. En cualquier caso, será necesario contar con financiación a lo largo del proyecto para ir satisfaciendo las necesidades económicas durante este (línea de financiación de la figura 2).

■ Figura 2. Línea base de costes



Esta línea base de costes que debe ser financiada requiere de una aprobación formal por parte del promotor del proyecto, que es precisamente el que garantiza la línea de financiación del mismo.

En conclusión, para obtener este presupuesto de gasto partiremos de la línea base con la definición del proyecto o requisitos del proyecto, del cronograma y de la estimación de costes previamente calculada. Como resultado de esta actividad se espera obtener un presupuesto global del proyecto y la aprobación del mismo.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

Nuevamente la opinión de expertos que nos ayuden en la agregación de costes es importante. Por ejemplo, pueden ser útiles para detectar costes duplicados, inconsistencias entre unos y otros costes de tareas, etc.

### b) *Análisis de contingencias*

A pesar de que cada tarea cuente con su reserva para imprevistos, es habitual contar con una reserva a nivel de proyecto para contingencias o imprevistos no considerados a nivel de tarea. Por ejemplo, ¿qué sucede si el equipo de desarrollo abandona en pleno el proyecto? Evidentemente este tipo de cuestiones solo se pueden prever a nivel de proyecto y no a nivel de tarea, por lo que es necesario un nuevo «colchón» o reserva adicional.

### c) *Agregación de costes*

Normalmente la agregación de costes se realiza por suma directa, eso sí, considerando los instantes de tiempo en que tienen lugar para poder obtener la línea base de costes que sirve de referencia al proyecto.

## 2.4. Monitorización de los costes (GCP4)

### A) Descripción de la actividad

La monitorización y el control de los costes es la actividad por la que se verifica y chequea que los gastos incurridos son acordes a lo presupuestado. En muchas ocasiones se tiende a pensar que gastar menos de lo presupuestado es bueno; sin embargo, tal y como veremos, esto no siempre es cierto, ya que influyen otros factores y ese menor coste puede estar ocultando problemas más graves en el proyecto (por ejemplo, bloqueos entre actividades, recursos inadecuados o problemas técnicos en el proyecto).

Por otro lado, es preciso aclarar que el control de costes se puede enfocar desde una doble óptica. Por una parte, se puede pretender controlar los costes sin ninguna otra conside-

ración. Este enfoque se suele realizar por auditores externos al proyecto o por departamentos ajenos al proyecto, de modo que solo se revisa la evolución de los costes y se comprueba que estos están bajo los límites establecidos. Esta visión es sumamente simplista y no considera cómo está avanzando el proyecto. Un segundo enfoque más útil desde el punto de vista de la gestión de proyectos, considera la doble vertiente de evolución de costes y evolución del proyecto y permite obtener conclusiones de mejor calidad acerca del estado del proyecto, pues permite comparar los costes con el rendimiento que se ha hecho de estos en el proyecto. De este modo, un proyecto puede presentar sobrecostes en un momento dado y esto, representar una buena noticia, si el grado de avance con el sobrecoste es muy superior al que se obtendría sin el sobrecoste. De igual modo, permite detectar cuándo un proyecto con costes inferiores a lo planeado está ocultando problemas de retrasos o de otro tipo.

Además, el control de costes y de avances en un instante determinado del proyecto permitirá sacar conclusiones acerca del rendimiento de los recursos y permitirá obtener una estimación del coste del proyecto a su terminación.

Para poder llevar a cabo esta actividad partiremos del PDP, pues contiene la línea base de costes (o necesidades de financiación) y del plan de gestión de costes en el cual figuran las posibles restricciones en términos de financiación (por ejemplo, qué intereses máximos se pueden admitir, con qué entidades se trabaja, etc.).

El resultado de esta actividad es, por una parte, un conjunto de informes referentes al desempeño de los recursos en el proyecto y, por otra, las proyecciones en cuanto a tiempo y coste del proyecto hasta la terminación del mismo. Con esta información se originan solicitudes de cambio en los distintos planes, así como actualizaciones al PDP.

Para poder realizar estos informes, calcular indicadores y obtener proyecciones se pueden emplear varias técnicas. En el siguiente epígrafe estudiaremos el método del valor ganado, pues es el más extendido en el ámbito de la gestión de proyectos.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Método del valor ganado*

La técnica del valor ganado se emplea para controlar el avance del proyecto en términos de consecución del objetivo final e incorpora información sobre el instante del proyecto en el que se logra el avance, así como información sobre los costes en que se ha incurrido para lograr dichos avances. Por tanto, la técnica del valor ganado tiene en cuenta costes, alcance o definición del proyecto y tiempo.

Antes de explicar en qué consiste esta técnica es preciso fijar algunas definiciones previas.

**Nota.** En todas las fórmulas y expresiones emplearemos la notación en inglés, ya que es el estándar de *facto* en el mercado.

1. *Valor planificado*. Entendemos por *valor planificado* (VP o PV en inglés) el presupuesto autorizado en cada instante del proyecto para cubrir los gastos presupuestados necesarios para realizar los avances en el proyecto. Se corresponde con la línea base de costes que se había

calculado previamente. Esta línea de costes o valor planificado es la que se empleará como referencia para determinar las posibles desviaciones del proyecto, tanto en tiempo como en coste. Puede sorprender que esta línea de costes se emplee también para conocer las desviaciones en tiempo, pero efectivamente es así, como veremos posteriormente.

El valor planificado, como se ha indicado, representa la línea de gastos presupuestados para el desarrollo del proyecto. Esto significa que experimenta una evolución temporal a lo largo del proyecto, de modo que el volumen de gastos en cada instante de tiempo no es el mismo. Evidentemente, en la fase inicial o de planificación, el volumen de gasto es mucho menor que en la fase de ejecución. Algo parecido sucede en la fase de cierre, dado que el número de recursos asignados es mucho menor, el presupuesto asignado a dicha fase es muy reducido en comparación con la fase de ejecución. Por ello debemos entender que el valor planificado tiene un valor diferente a lo largo del ciclo de vida del proyecto hasta llegar a su conclusión. El valor final alcanzado por el valor planificado se denomina *presupuesto a la finalización del proyecto* (BAC) y representa el gasto acumulado a lo largo del proyecto.

Si consideramos un proyecto consistente en pintar las cuatro paredes de una nave en un plazo de cuatro semanas y el presupuesto de cada pared asciende a 250 um (unidades monetarias), entonces el valor planificado de cada semana es 250 um y el presupuesto a la finalización del proyecto será 1.000 um.

2. *Coste real* (CR o AC en inglés). Resulta sencillo comprender que la línea base de costes o valor planificado es una referencia cuyo cumplimiento depende de múltiples factores. Por ello, la ejecución de un proyecto puede conllevar desviaciones económicas respecto a dicha previsión. Para analizar estas desviaciones debemos incorporar la medida del coste real del proyecto. Esta magnitud representa los gastos reales del proyecto (gastos de todo tipo) en cada instante. En un proyecto ejecutado según los planes iniciales, la línea de costes reales evoluciona según la línea de valor planificado; sin embargo, lo normal es que existan desviaciones (a favor o en contra). En la figura 3 podemos apreciar lo que estamos indicando. En esta figura los costes reales se sitúan por encima de los costes planificados.

3. *Valor ganado* (VG o EV en inglés). El valor ganado representa la valoración económica de los trabajos desarrollados hasta el momento. Otras técnicas de valoración del avance miden el desarrollo del proyecto en porcentaje o en días de avance. En la técnica del valor ganado el valor ganado representa el avance económico del proyecto, es decir, cuál es el valor de lo que se ha desarrollado hasta el momento. Para entender mejor este concepto debemos considerar que el valor ganado representa la fracción de valor planificado que realmente se ha ejecutado en el proyecto.

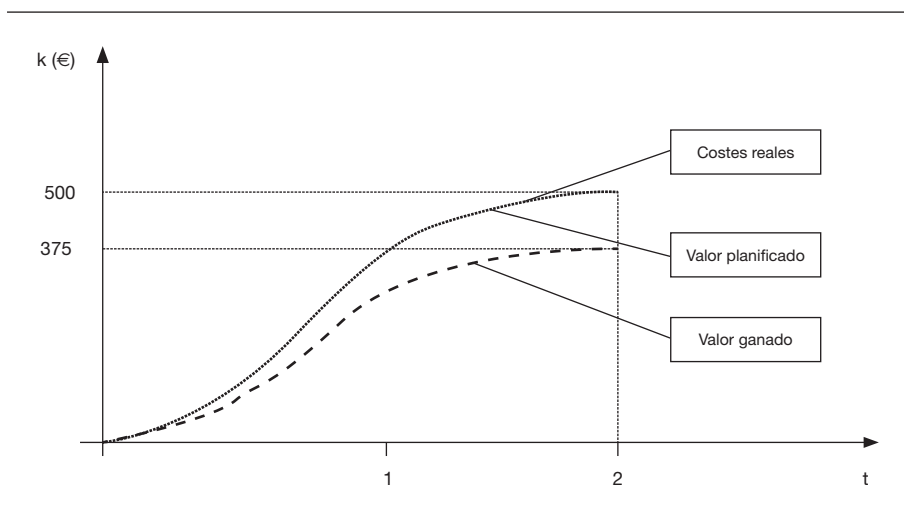
Por ejemplo, supongamos nuevamente que tenemos que realizar una tarea consistente en pintar cuatro paredes de una nave industrial con un valor planificado total de 1.000 um. Estas 1.000 um representan la línea base de costes del proyecto, es decir, el valor planificado. Esto significa que al terminar el proyecto el valor ganado se ha de corresponder con el valor planificado, es decir, 1.000 um. Por tanto, al finalizar el proyecto se habrá incluído en un gasto de 1.000 um y a cambio se tendrá un producto o servicio (en este caso la nave pintada) por un valor de 1.000 um. En conclusión, al término de la tarea el valor ganado debe corresponderse con 1.000 um. Supongamos también que se dispone de cuatro semanas para

realizar la tarea, la cual se distribuye uniformemente entre todas las semanas. Imaginemos que hacemos un chequeo de la situación en la semana dos del proyecto. En ese momento se espera que se haya gastado la mitad del gasto total asignado (es decir, del valor planificado a la conclusión del proyecto) y que el valor ganado sea también el 50% del valor ganado al final del proyecto (esto es, 500 um). Pues bien, si en la semana dos hacemos el chequeo del avance de las tareas y observamos que se ha pintado una pared entera y la mitad de otra, podemos concluir que el avance logrado o valor ganado es de 250 um + 125 um. Evidentemente el valor ganado de la pared pintada es de 250 um y el valor ganado de media pared pintada es de 125 um. Concluimos entonces que el valor ganado es de 375 um.

Si para el proyecto inicial de pintar la nave se dispone de dos recursos que deben finalizar la tarea en cuatro semanas, tal y como se indicó anteriormente, entonces afirmamos que el coste de los dos recursos durante cuatro semanas era de 1.000 um, ya que este era el valor planificado para los costes del proyecto (por simplicidad se ha excluido el coste de la pintura, utensilios, etc. Solo se considera el coste de los recursos humanos). Siguiendo con el ejemplo, dado que no se indica nada en sentido contrario, los pintores han estado trabajando durante dos semanas, con lo cual el coste incurrido asciende a 500 um. Esto significa que el coste real asciende a 500 um.

En conclusión, tenemos un proyecto en el que los dos recursos asignados han generado un coste real de 500 um y han generado un avance en el proyecto de 375 um. La figura 3 ilustra esta situación.

■ Figura 3. Línea base de costes y valor ganado



4. *Desviación en tiempos*. También denominada *variación del cronograma* (VT o SV en inglés). Es una medida del trabajo desarrollada respecto al trabajo que se había planificado, el cual debía estar desarrollado a una fecha determinada. En el caso del ejemplo que venimos desarrollando en esta exposición, el trabajo planificado al término de la semana dos es de 500 um. Dado que los avances representan 375 um, existe una desviación en tiempos de -125 um.

La expresión para calcular la desviación en tiempos es:

$$SV = EV - PV$$

Si aplicamos esta expresión al ejemplo anterior:

$$SV = EV - PV = 375 - 500 = -125 \text{ um}$$

5. *Desviación en coste.* La *desviación en coste* (VC o CV en inglés) representa la variación en los costes incurridos respecto a los costes en que se debería haber incurrido para lograr el EV alcanzado. La expresión para calcular la desviación en coste es:

$$CV = EV - AC$$

Es preciso y muy importante aclarar este punto. La variación en coste NO mide la desviación en costes respecto al valor planificado en un instante de tiempo, sino que mide cuánto hemos gastado en el proyecto respecto a cuánto deberíamos haber gastado para lograr el EV que en realidad hemos alcanzado. Para entenderlo volvamos al ejemplo del proyecto de pintar la nave. En dicho proyecto el valor planificado al cabo de la segunda semana era de 500 um. Eso significa que se debía haber generado un gasto de 500 um para lograr un valor ganado de 500 um. Sin embargo, tal y como vimos anteriormente, se ha producido un avance real de 375 um, pero se ha generado un gasto de 500 um (coste real). Por tanto, existe una variación en coste de -125 um.

La variación en coste mide por tanto cuánto nos hemos gastado en el proyecto (de más o de menos) respecto a lo que nos deberíamos haber gastado para el avance logrado. Se tiende a confundir este concepto fácilmente, puesto que efectivamente el gasto puede seguir la tendencia planificada inicialmente y por tanto no existir sobrecoste ni ahorro respecto a dicha planificación. En el caso del ejemplo que estamos desarrollando, el gasto asciende a 500 um, que está en línea con lo presupuestado, por lo que se podría pensar que no existe sobrecoste; sin embargo, dado que solo se ha avanzado por valor de 375 um con un coste de 500 um, debemos admitir la existencia de dicho sobrecoste.

Para terminar de exponer este concepto supongamos ahora que el proyecto al cabo de dos semanas presenta un avance de 375 um (es decir, se mantiene una pared y media pintadas), pero que para lograr dicho avance fueron precisos dos pintores la primera semana y un pintor la segunda semana (el otro pintor estuvo de baja). En ese caso se ha incurrido en un coste de  $250 + 125 = 375$  um. Pues bien, si calculamos la desviación en tiempos, veremos que el dato no ha variado:

$$SV = EV - PV = 375 - 500 = -125 \text{ um}$$

lo cual significa que el proyecto va retrasado. Esto es así porque efectivamente sigue existiendo un retraso respecto al valor planificado. Sin embargo, para lograr dicho avance «solo»

han sido necesarias 375 um, es decir, para lograr un avance de 375 um (por debajo de lo previsto) se han necesitado 375 um (en línea con el coste previsto), por tanto no son esperables desviaciones en coste:

$$CV = EV - AC = 375 - 375 = 0 \text{ um}$$

6. *Índice de eficiencia en tiempos.* La eficiencia en tiempos, también denominado *índice de desempeño del cronograma* (SPI) es una medida normalizada del avance del proyecto. El inconveniente de la variación del cronograma es que es una medida que depende del tamaño del proyecto. Por ejemplo, una variación del cronograma de valor 5.000 um puede ser muy importante en un proyecto con un presupuesto a la finalización del proyecto = 10.000 um. Sin embargo, puede resultar despreciable en un proyecto de 1MM um. Para evitar este efecto de dependencia del tamaño del proyecto, se emplea la eficiencia en tiempos: mide el valor ganado en el proyecto en un instante de tiempo determinado respecto al valor planificado en dicho instante de tiempo. Su expresión es:

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

El desarrollo de un proyecto está en línea con lo planificado cuando el índice de eficiencia en tiempos = 1; está retrasado cuando el EV es inferior al planificado, es decir, el índice de eficiencia en tiempos < 1 y avanza más deprisa de lo planificado cuando el índice de eficiencia en tiempos > 1.

7. *Índice de eficiencia en costes.* El índice de eficiencia en costes (CPI), también denominado *índice de desempeño de costes*, es una medida normalizada del nivel de costes soportado en el proyecto referido al avance logrado. Al igual que anteriormente, la desviación en costes es una medida que no considera el tamaño del proyecto. Para poder disponer de una medida que no se vea afectada por el tamaño del proyecto, debemos considerar el índice de eficiencia en costes, cuya expresión es:

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

El desarrollo de un proyecto está en línea con los costes planificados cuando el índice de eficiencia en costes = 1; tiene sobrecoste cuando AC es superior a EV, es decir, el índice de eficiencia en costes < 1 y va por debajo del coste planificado cuando el índice de eficiencia en costes > 1 (avanza más rápido el EV que los costes incurridos AC).

Es importante resaltar que el índice de eficiencia en costes mide el EV logrado respecto al nivel de costes soportado en un instante; es decir, no se comparan los costes con los planificados inicialmente, sino que los costes son referidos a los que deberían existir para el grado de avance EV logrado.



La combinación de los parámetros índice de eficiencia en tiempos e índice de eficiencia en costes nos da una idea de la situación del proyecto.

La figura 4 ilustra las diferentes posibilidades que nos podemos encontrar.

■ Figura 4. Combinaciones posibles entre índice de eficiencia en costes-índice de eficiencia en tiempos

	CPI < 1	CPI = 1	CPI > 1
SPI < 1	Retraso respecto planificado. Sobrecoste para EV ejecutado.	Retraso respecto planificado. Según LB coste.	Retraso respecto planificado. Ahorro respecto EV ejecutado
SPI = 1	Según LB tiempo. Sobre coste para EV ejecutado	Según LB tiempo. Según LB coste.	Según LB tiempo. Ahorro respecto EV ejecutado.
SPI > 1	Adelantado respecto planificado. Sobrecoste para EV ejecutado	Adelantado respecto planificación. Según LB coste	Adelantado respecto planificado. Ahorro respecto EV ejecutado

Para comprender mejor estos conceptos, retomemos el ejemplo anterior de pintar la nave. Supongamos que al cabo de la segunda semana los pintores han estado trabajando de modo que ambos estuvieron juntos la primera semana, pero durante la semana dos solo estuvieron ambos el primer día. Los otros cuatro días solo estuvo pintando uno de los pintores. Igualmente, al finalizar la semana dos se observa que hay una pared y media pintada.

En estas condiciones podemos calcular el valor ganado:

$$EV = 375 \text{ um}$$

Por otra parte, dado que el valor planificado = 1.000 um, podemos obtener el coste de cada pintor por día:

$$\text{Coste pintor día} = \frac{1.000}{2 \text{ pintores} \cdot 4 \text{ semanas} \cdot 5 \text{ días}} = \frac{1.000}{40} = 25 \text{ um}$$

Por tanto, el coste total será:

$$\text{Coste total} = 25 \cdot 2 \cdot 6 + 25 \cdot 1 \cdot 4 \text{ um} = 400 \text{ um}$$

Por último, al cabo de las dos semanas se sabe que el valor planificado = 500 um.

Así, tendremos:

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{375}{500} = 0,75$$

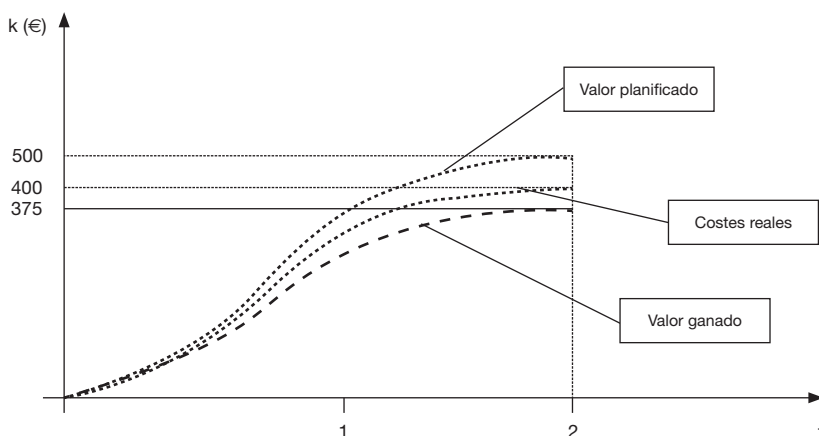
lo cual significa que el proyecto va retrasado respecto a lo que se había planificado. Y por otra parte:

$$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{375}{400} = 0,94$$

lo cual significa que para el avance de 375 um nos hemos gastado más de lo debido. Esto es, si nos hubiéramos gastado solo 375, el proyecto iría retrasado pero en línea con los costes establecidos, pero como nos hemos gastado 400 um, no solo va retrasado, sino que además tiene sobrecoste para el avance logrado.

Observemos cómo los costes reales son inferiores a la línea de valor planificado, lo cual nos podría hacer pensar que estamos ahorrando. Sin embargo, esta perspectiva, como se ha indicado, es errónea, porque el sobrecoste se ha de valorar respecto a lo que de verdad se ha avanzado y en ese sentido el coste es superior al avance, como se observa en la figura 5.

■ Figura 5. Valor planificado, costes reales y valor ganado



Para terminar de presentar la técnica de valor ganado, se debe estudiar cómo realizar proyecciones a futuro. Es decir, a partir de la situación de un proyecto en un instante dado, aparte de analizar cómo se ha comportado, resulta más interesante saber qué puede suceder en el futuro considerando cómo ha venido comportándose el proyecto hasta ese momento.

Para poder evaluar cómo terminar el proyecto, se puede recurrir a varios modelos de cálculo. Cada jefe de proyecto puede considerar diversas formas de calcular cómo va a terminar el proyecto esgrimiendo distintas hipótesis de trabajo. Se puede asumir que ya no habrá más sobrecostes, que el equipo trabajará al mismo ritmo que hasta ahora, que el equipo mejorará el ritmo de trabajo, etc. Esto dará lugar a distintos cálculos y por ello a distintos resultados.

No obstante, aquí presentaremos los tres métodos de cálculo más empleados:

- 1.º El proyecto no presentará ningún sobrecoste a partir del instante actual hasta finalizar el mismo. Esta hipótesis de trabajo supone que ya hemos incurrido en todos los sobrecostes posibles y que a partir de este instante la evolución de costes y valor ganado seguirá la planificación establecida. Para saber cuánto costará realmente el proyecto se emplea una medida que es la *estimación a la finalización del proyecto* (EAC, *estimation at completion*). Dicha medida se calcula como la suma de los costes ya incurridos (es decir, costes reales a la fecha de cálculo) más la valoración de los trabajos que quedan por realizar:

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

Si nos fijamos en esta expresión, AC representa los costes ya incurridos y BAC-EV representa el trabajo que falta por realizar (es decir, el total presupuestado inicialmente menos lo que ya se ha realizado). Esta forma de calcular la estimación de costes a la finalización del proyecto es sumamente optimista porque considera que a partir de un instante dado el proyecto se ajustará de forma milimétrica a lo planificado y no considera retrasos ni sobrecostes a partir de dicho instante.

- 2.º El proyecto mantendrá una eficiencia en costes constante e igual a la que ha desarrollado hasta el momento. Es decir, el único parámetro que permanece constante hasta finalizar el proyecto es la eficiencia en costes, por lo que si el proyecto ha tenido sobrecoste seguirá incrementando el sobrecoste de forma proporcional en el tiempo que le resta; y si el proyecto ha tenido ahorro en costes, dicho ahorro se incrementará también proporcionalmente. En este caso, el valor de la estimación a la finalización del proyecto será:

$$EAC = BAC/CPI$$

Observemos que en este caso el presupuesto inicial se ve corregido en su totalidad por el factor eficiencia en costes (ya sea al alza o a la baja).

- 3.º El proyecto mantendrá una eficiencia en costes y en en tiempos constante e igual a la que ha desarrollado hasta el momento. En este caso se asume que el proyecto mantiene intactos todos los ratios hasta su finalización. El coste final será el que ya tuviese el proyecto hasta determinado instante más el coste del trabajo por realizar hasta la terminación del proyecto corregido por el factor eficiencia en coste y por el factor de eficiencia en tiempos:

$$EAC = AC + (BAC - EV)/(CPI \cdot SPI)$$

En el ejemplo que estamos siguiendo, y considerando la última de las hipótesis señaladas (los dos pintores coinciden seis días y durante cuatro días hay solo un pintor; el valor ganado es de 375 um) los valores estimados a la finalización del proyecto calculados según los tres criterios presentados serán:

$$1.^\circ \text{ EAC} = \text{AC} + (\text{BAC} - \text{EV}) = 400 + (1.000 - 375) = 1.025 \text{ um}$$

$$2.^\circ \text{ EAC} = \frac{\text{BAC}}{\text{CPI}} = \frac{1.000}{0,94} = 1.063 \text{ um}$$

$$3.^\circ \text{ EAC} = \text{AC} + \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{CPI} \cdot \text{SPI})} = 400 + \frac{625}{(0,94 \cdot 0,75)} = 1.286 \text{ um}$$

Como se ha indicado al inicio de la exposición de previsiones, algunos jefes de proyecto pueden definir sus propios métodos de estimación de costes totales. Por ejemplo, se podría considerar que el coste final se obtiene manteniendo constante el ritmo de trabajo, en cuyo caso:

$$\text{EAC} = \frac{\text{BAC}}{\text{CPI}} = \frac{1.000}{0,75} = 1.333 \text{ um}$$

Pero como se indicaba, los métodos más empleados son los tres presentados en este manual.

8. *Estimación de la eficiencia necesaria* (o índice de desempeño de trabajo por completar, conocido por sus siglas IOTC o TCPI en inglés). Del mismo modo que se ha calculado una previsión de los costes al finalizar el proyecto considerando diferentes alternativas, puede resultar interesante conocer cuál es el ritmo de trabajo que se ha de mantener para cumplir con el presupuesto al final del proyecto inicial o con una estimación a la finalización del proyecto realizada en un instante cualquiera del proyecto.

Este índice representa el ritmo de trabajo que ha de tener el equipo para conseguir el objetivo del presupuesto a la finalización del proyecto o el objetivo de la estimación a la finalización del proyecto. En el primero de los casos la expresión empleada es:

$$\text{TCPI} = \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{BAC} - \text{AC})}$$

Esta expresión relaciona el trabajo por hacer (BAC-EV) con el presupuesto restante (BAC-AC). Dado que empleamos el presupuesto a la finalización del proyecto, el resultado será el ritmo de trabajo necesario para satisfacer el presupuesto a la finalización del proyecto inicial.

Si en vez del presupuesto a la finalización del proyecto inicial se pretendiera alcanzar una nueva estimación a la finalización del proyecto estimado (por ejemplo, si ya se considera inalcanzable en el presupuesto a la finalización del proyecto inicial, puede resultar interesante conocer a qué ritmo hay que trabajar para al menos alcanzar la estimación a la finalización del proyecto estimado), la expresión sería:

$$\text{TCPI} = \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{EAC} - \text{AC})}$$

### b) Herramientas software de control de proyectos

Como podemos imaginar fácilmente, la realización de estos cálculos de forma manual es factible en casos sencillos. Para casos de proyectos reales es preciso recurrir a herramientas *software*, pues dichos cálculos se realizan en innumerables ocasiones a lo largo de la vida del proyecto.

## 2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5)

### A) Descripción de la actividad

Eventualmente se pueden haber iniciado actividades o modificaciones que posteriormente no han sido concluidas, pues se ha observado que no conducían a resultados relevantes o que no aportaban al proyecto. El cierre de todas estas actividades subsidiarias y almacenar las lecciones aprendidas de su emprendimiento son tareas que se acometen en esta actividad de cierre de actividades abandonadas o pospuestas. Las entradas son el listado de actividades iniciadas respecto al área de gestión de costes y la salida viene dada por la certificación del cierre formal de todas las actividades pospuestas y/o abandonadas. El único producto es el documento que certifica el cierre de dichas actividades no concluidas.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

## 3. Aplicación del método del valor ganado a un ejemplo

Para mostrar la aplicación de las expresiones anteriores, mostramos a continuación la resolución completa de un ejemplo.

**Enunciado.** Un despacho de abogados ha solicitado los servicios de un jefe de proyecto para el proyecto de digitalización documental (para los documentos en tamaño y papel habituales) que quieren poner en marcha, dentro de su estrategia denominada «Papel0 para eClients». Han estimado el escaneado de unos 20.000 documentos y para ello han planificado dos personas durante sesenta días de trabajo con un coste día persona de 300 euros. Al cabo de diez días se observa que llevan 3.000 documentos escaneados, para lo cual han realizado 20 horas extra a razón de 40 euros/hora por recurso. Calcular las desviaciones en tiempo y plazo, así como los índices de eficiencia en costes, en tiempos y la estimación de coste a la terminación del proyecto, manteniendo constante el ritmo de costes y trabajo.

**Solución.** En primer lugar calculamos el valor planificado al cabo de los diez primeros días. Para ello empleamos el coste de los recursos durante dichos días:

- Valor planificado:  $PV = 2 \cdot 10 \cdot 300 = 6.000$  euros.

Por otra parte, el presupuesto total del proyecto será:

- Presupuesto total:  $BAC = 2 \cdot 60 \cdot 300 = 36.000$  euros.
- Valor ganado:  $EAC = 6.000 \cdot \left( \frac{3.000}{(20.000/60) \cdot 10} \right) = 5.400$  um
- Coste real:  $AC = 6.000 + (20 \cdot 2 \cdot 40) = 6.000 + 1.600 = 7.600$  euros

Por tanto:

$$SV = EV - PV = 5.400 - 6.000 = -600 \text{ euros}$$

$$CV = EV - AC = 5.400 - 7.600 = -2.200 \text{ euros}$$

Y en cuanto a los índices:

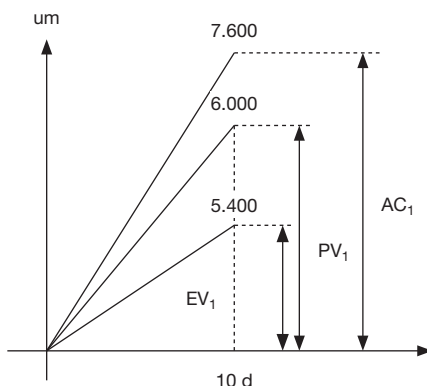
$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{5.400}{6.000} = 0,9 \quad CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{5.400}{7.600} = 0,71$$

Por tanto, avanzo más despacio de lo previsto y para dicho avance he gastado más de lo previsto. Para calcular la estimación de costes a la finalización del proyecto emplearemos la expresión que tiene en cuenta los índices de eficiencia en costes y en tiempos:

$$EAC = AC + \frac{(BAC - EV)}{(CPI \cdot SPI)} = 7.600 + \frac{(36.000 - 5.400)}{(0,9 \cdot 0,71)} = 55.484 \text{ um}$$

La figura 6 ilustra la situación en que se encuentra el proyecto. Vemos cómo el AC no solo es superior al EV, sino que incluso supera el valor planificado inicial en el instante de proyecto considerado.

■ Figura 6. Valor planificado, costes reales y valor ganado para el ejemplo



## Conceptos básicos

En este capítulo hemos analizado las actividades correspondientes a la gestión de costes de un proyecto. Este conjunto de actividades comienza con la realización de una estimación o presupuesto de costes. Esta estimación se emplea como referencia a lo largo de todo el proyecto, tanto para la evolución del indicador «valor ganado», que es una medida del trabajo realizado como para los costes incurridos.

Hemos visto las diferentes técnicas de estimación: paramétrica, por analogía, *bottom-up*, etcétera y se ha profundizado en el estudio del método del valor ganado. Este método parte de la base de una línea de costes o presupuesto y a partir del ahí calcula las discrepancias en coste y en plazo con los parámetros SV (variación en tiempo) y CV (variación en coste). Estas discrepancias se deben normalizar para evitar la influencia del tamaño de los proyectos y así se presentan los indicadores SPI y CPI, que representan los índices de eficiencia en tiempo y en coste del equipo de trabajo.

A continuación se ha revisado cómo hacer estimaciones a futuro y se han expuesto las tres posibilidades más empleadas:

- Sin considerar ni índice de eficiencia en costes ni índice de eficiencia en tiempo.
- Considerando solo el índice de eficiencia en costes.
- Considerando índice de eficiencia en costes e índice de eficiencia en tiempo.

El conjunto de actividades de este grupo está conformado por:

- Identificación de las actividades del área de gestión de costes en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1).
- Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2).
- Obtener el presupuesto del proyecto por agregación (GCP3).
- Monitorizar los costes (GCP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5).

## Ejercicios voluntarios

Una empresa de *software* desarrolla un proyecto con cuatro actividades en ocho semanas:

- A1. Toma de requisitos.
- A2. Estudio comparativo de soluciones CRM.
- A3. Compra del CRM.
- A4. Parametrización del CRM.

El presupuesto de costes estimado se muestra en la tabla 2.

■ Tabla 2. Valor planificado de cada actividad en cada semana

T1 (k€)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
A1	4	2						
A2			4					
A3				10	10	10	40	
A4								20

El coste real y el avance sobre total actividad se muestran en la tabla 3 justo al concluir la semana 6 (S6).

■ Tabla 3. Coste real y avance acumulado de cada actividad en cada semana

T2 (k€)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
A1	4 50 %	2 100 %						
A2			4 100 %					
A3				10 20 %	15 40 %	20 60 %		
A4								

1. Calcular el valor planificado acumulado en cada semana hasta concluir el proyecto.
2. Calcular el AC y EV acumulado en cada semana hasta la sexta semana inclusive.
3. Partiendo del valor planificado, EV y AC acumulados, calcular la desviación en costes y la desviación en tiempo en cada semana hasta concluir la semana 6.
4. Calcular el índice de eficiencia en costes y el índice de eficiencia en tiempo hasta el fin de la semana 6. ¿Qué podemos decir acerca de la situación del proyecto?
5. Calcular las tres posibles estimaciones a la finalización del proyecto. Representar en una gráfica la evolución temporal del valor planificado, EV, AC y la estimación a la finalización del proyecto desde la semana 1 hasta la semana 6, inclusive.





## La gestión de calidad en el proyecto

### Objetivos del capítulo

El resultado de un proyecto es un bien o servicio cuya aceptación depende de alcanzar determinados valores en ciertos indicadores o parámetros, por ejemplo, satisfacción del cliente, número de horas de funcionamiento sin error o máximo desgaste admisible ... Estos parámetros son útiles porque determinan las condiciones bajo las cuales el receptor del bien o servicio acepta que el mismo tiene una calidad suficiente según sus expectativas.

A nadie escapa que el resultado de un proyecto alcanza el nivel de calidad exigido si el proceso de creación o prestación del bien o servicio ha seguido igualmente un criterio de calidad. Es decir, el resultado del proyecto tiene calidad si la forma en que se ha generado obedece a un criterio de calidad, lo cual es tanto como afirmar que los procesos de gestión implicados en el proyecto se han desarrollado alcanzando unas cotas de calidad previamente definidas.

En este capítulo se presentan las actividades que se han de realizar para lograr que los productos finales de un proyecto tengan la calidad requerida, implicando para ello los controles necesarios en los procesos intermedios de elaboración de los bienes y servicios finales.

Al igual que en capítulos previos, la metodología de estudio preferente se ha de basar en la comprensión de las actividades y en el conocimiento profundo de las técnicas que se mencionen, en tanto la relación de actividades está disponible en los manuales de referencia de gestión de proyectos.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de calidad en un proyecto

La gestión de la calidad en un proyecto es un conjunto de actividades cuyo fin es la implantación de medidas que posibilitan la ejecución de procesos de gestión bajo unos parámetros de calidad que darán como resultado un producto o servicio con los requisitos exigidos. Es decir, las actividades de calidad tienen como fin dotar al producto o servicio de la calidad requerida por el cliente, pero para ello no se centran exclusivamente en la calidad del mismo, sino que extiende la responsabilidad de la calidad del resultado a lo buenos o malos que sean los procesos con los que se ejecutan y los procesos con los que se gestiona el proyecto.

Para entender esto supongamos un proyecto en el que se ha pedido levantar una construcción para guardar trastos. Debe ser cuadrada, de 2 m de altura, a ras de suelo y con teja roja. Debe tener una ventana de 60 cm × 60 cm. Los requisitos están claros y son sencillos. Aparentemente el proyecto está bien planificado. Supongamos que la contratación de personal para la realización de la obra se realiza sin los controles de calidad adecuados y se contrata a personal sin experiencia suficiente, resultando una construcción en la que las tejas se mueven. Evidentemente cuando se realicen las pruebas pertinentes sobre el producto final (la construcción), se detectarán dichas anomalías, por lo que será necesario desmontar el tejado, formar a los operarios, volver a poner las tejas y, por último, volver a testear el resultado final. Esta situación se podrían haber evitado (y por ende todos los costes asociados) si el proceso de contratación se hubiera llevado a cabo bajo unas medidas de calidad adecuadas, es decir, si se hubiera verificado que la contratación (proceso de gestión de recursos humanos) estaba incorporando profesionales con la capacitación adecuada, se habrían evitado las actividades de desmontaje y montaje del tejado de la edificación. Con este sencillo ejemplo se pretende evidenciar la importancia de la calidad no solo en el producto, sino también en el proceso.

Desde un punto de vista práctico y dejando al margen los procesos de identificación de actividades y cierre de actividades pendientes, la gestión de la calidad dispone tres actividades fácilmente identificables. La primera es planificar las actuaciones que se desarrollarán para gestionar la calidad. La segunda es verificar el cumplimiento de dichas actuaciones. La tercera es comprobar los resultados de dichas actuaciones, esto es, medir procesos y productos para corroborar que se alcanzan los estándares y parámetros exigidos. Llevado esto al ejemplo de la construcción del trastero anteriormente citado, la planificación de la calidad indicaría la necesidad de contratar a personal experto en la colocación de tejas. La segunda actividad se encargaría de verificar que el Departamento de Recursos Humanos está seleccionando candidatos con este conocimiento. La tercera actividad verificaría que las tejas están correctamente colocadas. En la realidad, la planificación de la calidad es una actividad que se encuentra distribuida en todos los planes (costes, tiempo, recursos, definición o alcance ...), por lo que es habitual no definir ni planificar al detalle dentro del plan de calidad, sino referir los detalles a los apartados de calidad existentes en los distintos planes (plan de costes, plan de tiempos, ...).

Con relación a la actividad primera consistente en la identificación de las actividades de gestión que se adoptan/adaptan en el proyecto concreto, es necesario aclarar que, en general, para proyecto de tamaño mediano y grande se suelen incorporar las tres actividades expuestas en el párrafo anterior. En proyecto, de tamaño pequeño o en proyectos cuyo ciclo de vida no es en cascada, las actividades de gestión de calidad se pueden limitar a la verificación

de las características del producto final. Esto es así porque la ausencia de procesos de gestión extensos en el tiempo (lo cual sucede en proyectos grandes) es improbable cometer equivocaciones o errores que deriven en fallas en el producto final.

Para ello, el grupo de actividades de gestión de la calidad señala un conjunto de actividades de gestión que se deben desarrollar para acometer esta tarea de gestión de la calidad:

1. Identificación de las actividades del área de gestión de calidad en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GQP1).
2. Realizar un plan de calidad de proceso y producto (GQP2).
3. Auditar la ejecución del plan de calidad (GQP3).
4. Monitorizar la calidad del proceso y producto (GQP4).
5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GQP5).

## **2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de calidad del proyecto**

### **2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de la calidad del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GQP1)**

#### **A) Descripción de la actividad**

La primera actividad obligatoria dentro de la gestión de la calidad del proyecto pertenece a la etapa inicial y consiste en señalar cuáles de las actividades propuestas se debe incorporar en el proyecto. Según las características del proyecto, será necesario seleccionar las tres o quizá sea posible evitar la auditoría de la ejecución del plan. Por lo general, para proyectos de mediana y gran envergadura se optará por considerar todas las actividades en el conjunto de actividades a realizar dentro de la gestión de la calidad. Dependiendo del ciclo de vida seleccionado para el proyecto y/o para cada fase del proyecto, nos encontraremos con que la auditoría de la ejecución del plan de calidad es evitable. Si el proyecto es de pequeñas dimensiones y se ha optado por ciclos de vida en espiral o basados en prototipos, será posible ahorrar dicha actividad de auditoría del plan de calidad. No olvidemos que los ciclos de vida más breves o aquellos proyectos en los que la fase de ejecución se realiza con metodologías ágiles, la calidad está implícita en la forma de ejecutar el proyecto y por ello no es necesario sobrecargar al mismo con actividades de gestión de la calidad.

En ese instante, el jefe de proyecto debe seleccionar de entre la siguiente lista de actividades (no obligatorias):

- Realizar un plan de calidad de proceso y producto (GQP2).
- Auditar la ejecución del plan de calidad (GQP3).
- Monitorizar la calidad del proceso y producto (GQP4).

Es importante resaltar que las actividades de gestión anteriores son compatibles con esquemas de calidad tales como los propuestos en las normas ISO, el enfoque de gestión de calidad total (TQM), 6Sigma, CMMI o con los modelos propuestos por Juran, Deming o Crosby.

## B) Técnicas. Herramientas

*Juicio de expertos.* La valoración de un comité de expertos puede ayudar a decidir si es necesario un plan de calidad, su auditoría y seguimiento (o ninguna de estas actividades) en función de las características del proyecto y del ciclo de vida seleccionado. De este modo los expertos nos pueden aconsejar desechar la idea de incorporar procesos de calidad, si estamos en una fase de ejecución en la que se emplean metodologías ágiles o, por el contrario, nos pueden recomendar ejecutar todas las actividades de calidad, con el fin de dotar al producto final de la calidad necesaria.

## 2.2. Realizar un plan de calidad de proceso y producto (GQP2)

### A) Descripción de la actividad

La realización de un plan de calidad en un proyecto es una actividad que tiene como misión elaborar un documento en el que se plasme qué tareas se han de desempeñar con el objeto de dotar de calidad al producto o servicio final del proyecto. Estas tareas pueden afectar tanto al producto o servicio como a los procesos de gestión y elaboración del mismo.

Se trata por tanto de una actividad en la que se establece qué verificar, cómo medir y cuándo medir determinadas cuestiones del producto y del proyecto. Todo ello se plasma en un documento (o se incluye en los distintos documentos plan de costes, plan de tiempos, plan de riesgos ...) que es el plan de calidad.

Algunas cuestiones que se incluyen en dicho plan son qué modelo de calidad se va a seguir en el proyecto (6Sigma, TQM, ISO ...), qué mejora continua se va a implementar (CMMI, Lean ...), cuántos recursos vamos a dedicar a calidad (COQ), cómo se va a garantizar el seguimiento de la calidad, etc. Todas estas y otras cuestiones se abordan con las herramientas que posteriormente se presentan.

Por otra parte, y dado que lo más importante es verificar que se satisfacen las propiedades pedidas al producto o servicio, la principal entrada de esta actividad es el documento de requisitos (o de definición del proyecto), así como el documento de riesgos a que está expuesto (pues es lo que puede hacer que no se alcancen los requisitos).

Como principal resultado de esta actividad se espera obtener un documento en el que figuren qué elementos se van a someter a un proceso de calidad (pueden ser documentos del proyecto, procesos o entregables intermedios), cómo se van a medir, cuándo se va a medir, con qué recursos se cuenta, qué van a medir estos recursos, etc.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Análisis del coste de la calidad (COQ)*

Es importante analizar la importancia de considerar la calidad en los proyectos desde un punto de vista de costes. Es obvio que no considerar la calidad durante la realización de un proyecto conllevará a la finalización de este un esfuerzo para la resolución de todos los errores e incidencias que acumulará el producto o servicio para el que se pensó el proyecto.

Por ejemplo, si se está desarrollando una aplicación informática y no se ha realizado ningún tipo de testeo de la aplicación, es prácticamente imposible evitar la aparición de múltiples defectos a la finalización de este.

Por otra parte, es entendible que la asignación de recursos que vigilen cada uno de los procesos, así como los parámetros de calidad de los productos intermedios antes del producto final del proyecto, redundará en un menor número de errores e incidencias. Con esto no se quiere decir que no aparecerán errores, sino que la asignación de recursos minorará el número de errores e incidencias que tendrá el producto o servicio final.

Por otra parte, la asignación de estos recursos supone un coste para el proyecto, de modo que no asignarlos implica un coste cero para el proyecto y conforme más recursos apliquemos al proyecto, mayor será el coste de la calidad (o mejor dicho, de encontrar defectos en el proyecto).

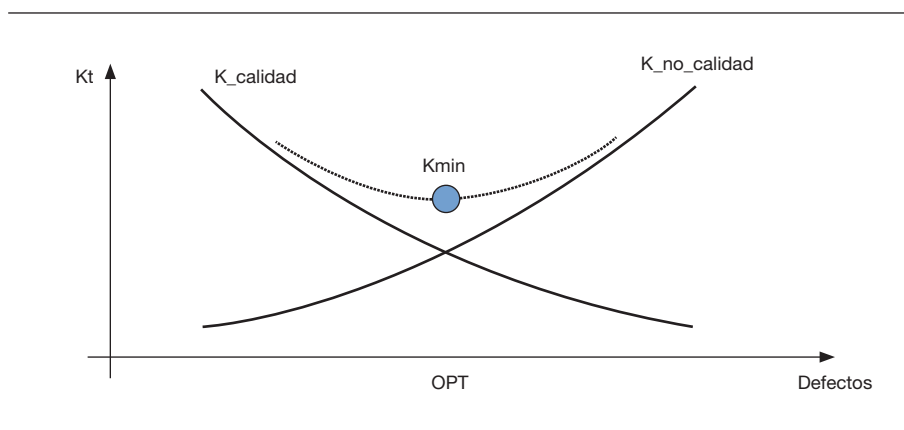
En términos generales se admite que el coste total de la calidad es la suma del coste que suponen los recursos encargados de que el producto final no tenga errores o deficiencias más el coste de los recursos encargados de resolver las incidencias que aparezcan en el producto final. El primer término es lo que se denomina *coste de la calidad* y el segundo término se denomina *coste de la no calidad*. Por ello, podemos expresar:

$$\text{Coste total de calidad} = \text{Coste de la calidad} + \text{Coste de la no calidad}$$

La representación del coste de resolver los errores al finalizar el proyecto (coste de no calidad) y del coste de asignar recursos a encontrar errores durante el proyecto (coste de calidad) lo vemos en la figura 1.

En dicha figura,  $K_{\text{calidad}}$  representa el coste de la calidad y  $K_{\text{no\_calidad}}$  representa el coste asociado a la no calidad. Se observa que el coste de la calidad es alto para el caso en que aparecen pocos defectos y el coste de la no calidad en este caso es pequeño (hay que corregir pocos defectos). En cambio, para el caso en el que aparecen muchos defectos, el coste de la no calidad es alto y el coste de la calidad es bajo (se han asignado pocos recursos a encontrar defectos y validar la aplicación de los procedimientos). La línea punteada representa el coste total de la calidad. Vemos cómo dicha curva tiene un mínimo que es el punto óptimo del proyecto desde el punto de vista de costes totales de calidad (OPT). Dicho punto representa la situación de mínimo coste para el proyecto si sumamos los retrabajos de la no calidad y los costes de verificación de cada proceso y cada entregable.

■ Figura 1. Coste total de la calidad



Los costes de calidad se clasifican en dos grandes grupos:

- Costes de construir un producto de calidad:
  - Costes de formación.
  - Costes de procedimentación, documentación, sensibilización acerca de procesos.
  - Costes asociados directamente al equipo (coste de los recursos).
- Costes de testeo:
  - Realización de pruebas por el equipo.
  - Coste de los ensayos (por ejemplo, en pruebas destructivas).
  - Inspecciones, *walkthroughs* y otros mecanismos de revisión.

Por otra parte, los costes de no calidad generalmente se asocian a:

- Costes directos derivados del fallo:
  - Retrabajo.
  - Desecho del trabajo (por ejemplo, si hay que eliminar el producto defectuoso).
- Costes indirectos derivados del fallo:
  - Multas, sanciones (si no se entrega el producto o servicio a tiempo).
  - Resoluciones por garantías.
  - Pérdidas de negocio y de imagen de marca.

Para entender este concepto mejor vamos a exponerlo con un ejemplo.

## EJEMPLO 1

Para el proyecto eClientes del despacho de abogados, se está trabajando en el desarrollo de un *software* para que los clientes puedan autoescanear y subir documentos a la plataforma.

En proyectos similares se ha guardado el número de defectos aparecidos según los recursos asignados a comprobar y verificar constantemente el producto (T1).

La penalización por error es la indicada en (T2).

El coste por recurso es de 3.000 euros y el coste de gestión por parte del jefe de equipo de *testing* se estima que tiene un coste dado por (T3).

Estimar el número de recursos óptimo a considerar en el plan de calidad para testear la aplicación.

T1 Recursos	Defectos entregables	T2 Defectos	Penalización por cada defecto (€)	T3 Recursos	Coste gestión (€)
3	1.000	1.000	30	3	675
4	950	950	25	4	1.200
5	900	900	19	5	1.875
6	850	850	17	6	2.700
7	775	775	15	7	3.675
8	700	700	14	8	4.800
9	625	625	14	9	6.075
10	550	550	10	10	7.500
11	450	450	10	11	9.075
12	350	350	8	12	10.800
13	250	250	7	13	12.675
14	150	150	7	14	14.700
15	50	50	5	15	16.875

Para resolver el ejercicio hemos de construir una tabla en la que situemos el coste total de la no calidad, dado por la penalización total de todos los defectos aparecidos (coste de penalización). En dicha tabla incluiremos también el coste de los recursos encargados de validar y verificar la aplicación (coste recursos), que será el número de recursos por el precio de cada recurso. Por último, en dicha tabla incluimos también el coste de gestión de los recursos (coste gestión) de calidad como un coste adicional de calidad: la suma de estos dos componentes es el coste de la calidad (coste calidad)

Una vez tenemos el coste de la no calidad y el coste de la calidad, obtenemos el coste total de calidad como la suma de ambos (Kt).

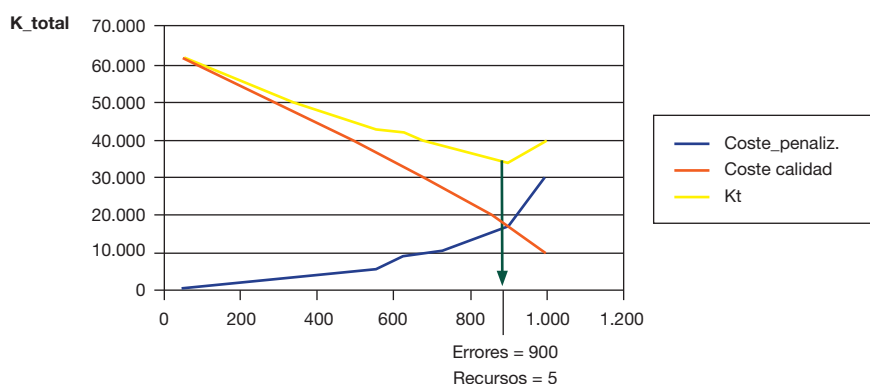


La siguiente tabla contiene lo expuesto :

Recursos	Defectos_producto	Penaliz_error	Coste_penaliz.	Coste recursos	Coste_gestión	Coste calidad	Kt
3	1.000	30	30.000	9.000	675	9.675	39.675
4	950	25	23.750	12.000	1.200	13.200	36.950
5	900	19	17.100	15.000	1.875	16.875	33.975
6	850	17	14.450	18.000	2.700	20.700	35.150
7	775	15	11.625	21.000	3.675	24.675	36.300
8	700	14	9.800	24.000	4.800	28.800	38.600
9	625	14	8.750	27.000	6.075	33.075	41.825
10	550	10	5.500	30.000	7.500	37.500	43.000
11	450	10	4.500	33.000	9.075	42.075	46.575
12	350	8	2.800	36.000	10.800	46.800	49.600
13	250	7	1.750	39.000	12.675	51.675	53.425
14	150	7	1.050	42.000	14.700	56.700	57.750
15	50	5	250	45.000	16.875	61.875	62.125

Con los datos de esta tabla ya podemos representar el coste de la no calidad (penalizaciones) y coste de la calidad (recursos y gestión), así como el coste total de calidad como suma de ambas en función de del número de recursos asignados o de los defectos que se sabe aparecerán:

■ Figura 2. Coste total de la calidad



Vemos que el mínimo se obtiene para el caso de 900 errores, correspondiente a los defectos que aparecen al asignar cinco recursos. Por tanto, el mínimo coste de la calidad total se obtiene para cinco recursos, siendo este el número de recursos que asignaríamos para detectar errores y controlar la calidad.

### b) Selección de modelos de calidad y mejora continua

Durante la elaboración del plan de calidad será necesario tomar algunas decisiones importantes, tales como qué modelo de calidad emplear (si es que se decide emplear alguno): Crosby, Deming, Juran ... De igual modo será necesario seleccionar el modelo de mejora continua aplicable en el proyecto (CMMI, 6Sigma ...).

Para poder realizar esta selección es posible recurrir a diferentes métodos, pero uno de los más utilizados es el de árbol de decisión, que veremos con detalle en el capítulo dedicado a la gestión de riesgos.

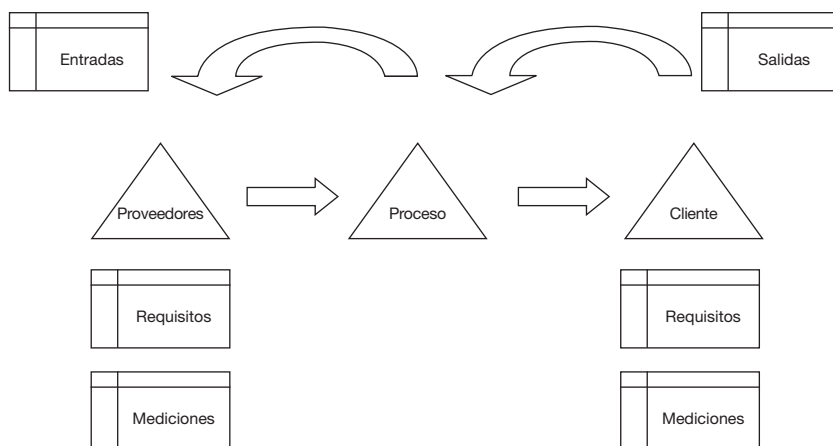
### c) Cadena de valor SIPOC

El acrónimo SIPOC proviene de las palabras Proveedor-Entrada-Proceso-Salida-Cliente (en su versión en inglés). Se trata de un diagrama de flujo en el que se representa para cada proveedor la entrada que se espera del mismo y qué requisitos ha de verificar el producto o servicio adquirido. Se incluye en dicho flujo la lista de mediciones que se realizarán sobre dichos productos o servicios, a fin de corroborar la validez del mismo.

Estos productos o servicios se emplean en procesos para generar unas salidas (nuevos productos o servicios) para clientes (internos o externos). Estas salidas deben satisfacer unos requisitos, los cuales se corroborarán mediante una lista de mediciones identificadas.

Este flujo se representa en un esquema como el indicado en la figura 3. Es sumamente útil para generar una cadena de valor de la calidad que permita una trazabilidad de los requisitos desde el proveedor aguas arriba hasta el cliente aguas abajo.

■ Figura 3. Diagrama de flujo-SIPOC



El objetivo de este tipo de diagramas es mantener la trazabilidad del producto final desde el proveedor inicial, constatando en cada paso que se cumplen las mediciones para satisfacer los requisitos exigidos en cada paso. Por otra parte, es importante resaltar la relación que existe entre este diagrama y la matriz de trazabilidad de requisitos estudiada en el capítulo de gestión de definición del proyecto. En aquel momento se establecían requisitos sobre el producto o servicio final y se creaba un conjunto de relaciones entre requisitos para saber qué requisitos impactaban o eran impactados por otros. Este conjunto de requisitos incorporados en la matriz de trazabilidad de requisitos se corresponden en su mayor parte con los requisitos representados en la parte derecha de la figura 1. El resto de requisitos exigibles hacen referencia a características de los productos que debemos exigir al proveedor (por ejemplo, si el cliente nos pide un acero con determinada resistencia, dicho requisito se traslada inmediatamente al proveedor y aparecerá en la parte izquierda de la figura 1) aparecen como requisitos exigibles a nuestros suministradores. En conclusión, en la tabla de requisitos de la derecha aparecerán requisitos de funcionalidad (o funcionamiento, o de sistema ...) y eventualmente algunos relacionados con lo que nos tiene que suministrar el proveedor (por ejemplo, el proveedor nos tiene que suministrar un circuito que soporte temperaturas de hasta +70°C), y en la tabla de la izquierda aparecerán requisitos exigibles, los productos con los que desarrollamos el proyecto, es decir, los que pediremos a nuestros proveedores por necesidades del proyecto, por ejemplo, necesitamos un acero dúctil y maleable para que el proceso de transformación permita obtener la pieza con las medidas solicitadas por el cliente. En este ejemplo, el cliente solicita requisitos sobre el tamaño y forma de la pieza, pero no nos indica si el acero ha de ser maleable o no, eso es algo que el jefe de proyecto solicitará al proveedor para poder realizar la pieza encargada por el cliente.

#### *d) Planificación de pruebas, inspecciones y walkthroughs*

Dentro de la planificación de la calidad es preciso indicar qué se va a medir en cada caso: la longitud de una pieza, el tiempo en realizar un proceso, los datos que hay en un informe, el tiempo de respuesta de un circuito, la formación de los recursos incorporados al proyecto o el periodo con que se miden los riesgos del proyecto. Es decir, se deben determinar qué características del proceso y del producto final se quiere mantener bajo control. Estas características representan las magnitudes medibles del proyecto/producto.

Además de indicar qué hay que medir, se debe indicar cómo hay que medir. Existen múltiples modos de obtener una medida y es necesario indicar cuál de ellos se va a emplear en cada caso. Por ejemplo: «los errores en códigos previos a la integración se determina que serán realizados mediante inspecciones semanales del código. Estas inspecciones son pruebas estáticas (no se ejecuta el programa) para encontrar posibles errores previos a la compilación y ejecución del código fuente del programa». O bien: «las piezas serán inspeccionadas visualmente por dos operarios para determinar si tiene las características visuales y táctiles adecuadas; en caso de que ambos operarios no acepten la pieza, esta será descartada». Es posible también definir pruebas mucho más precisas: «las piezas serán medidas mediante láser para determinar la longitud máxima. Se deben aceptar solo piezas con la medida nominal  $\pm 1\%$ ».

Por último, hay que indicar cuándo y quién realizará estas pruebas. Por ejemplo: «se seleccionarán piezas aleatoriamente a un ritmo estimado de 2 cada 100 y se realizará la medición con láser sobre una pieza y una inspección visual sobre la otra».

## 2.3. Auditar la ejecución del plan de calidad (GQP3)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de auditoría de ejecución del plan de calidad tiene el objetivo de revisar que las actividades de cada una de las áreas de gestión (costes, plazos, recursos ...) y los productos intermedios se están llevando a cabo conforme se ha definido. Esta actividad de auditoría es en realidad un chequeo estructurado que sirve para confirmar que las distintas tareas del proyecto se están llevando a cabo conforme se ha definido en los distintos planes. Así, si en el plan de costes, para asegurar la calidad de los informes, se solicita que estos han de incluir determinados indicadores (por ejemplo, valor ganado, costes incurridos, previsión de costes y previsión de valor ganado) a uno, dos y tres meses vista, la auditoría del plan de calidad se debe encargar de verificar que dichos informes han sido generados y que incluyen los indicadores definidos. Otro ejemplo, si en el propio plan de calidad se establece que mensualmente se han de revisar los procesos de calidad para ver qué aspectos de estos se pueden mejorar, la auditoría debe constatar que mensualmente se han propuesto mejoras en los procesos de calidad (incluyendo el propio de auditoría o el de monitorización de la calidad). Esta mejora de los procesos se puede establecer o referir a algún estándar de mercado, como CMMI o 6Sigma, pero en cualquier caso la actividad de auditoría debe constatar que se están siguiendo las pautas marcadas por CMMI o 6Sigma.

### B) Técnicas. Herramientas

#### a) Auditorías de calidad

Las auditorías de calidad se llevan a cabo en distintos ámbitos y organizaciones pero en todos ellos el esquema de funcionamiento es parecido. En general, se trata de tomar como entrada el plan de calidad y averiguar todos los ítems que se han de auditar: *software*, *hardware*, materiales, piezas, servicios, documentos ... entre otros son ejemplos de elementos auditables según el plan de calidad.

Tomando como punto de partida estos elementos, se realiza una lista de chequeo que incluye qué ítem y qué característica de este ítem se ha de auditar. Por ejemplo, verificar que la actualización a la línea base de costes se realiza cada dos semanas. En este caso el ítem es *línea base de costes* y la característica a auditar es *actualización bisemanal*.

Otro ejemplo que se puede encontrar en auditorías de calidad: verificar que las solicitudes de cambio de la definición del proyecto han sido incluidas y ejecutadas.

En general, estos chequeos o auditorías de calidad están organizados y planificados de modo que a partir de la lista de ítems a verificar se hace un recuento de los que se han supe-

rado, de los que no se han superado y de los que se han superado parcialmente. Todos ellos se ponderan mediante unos pesos y dan lugar a una cifra que representa el porcentaje de superación de la auditoría. La siguiente figura incluye un ejemplo de lista de chequeo y de cálculo de resultado de la auditoría:

■ Figura 4. Resultado de la auditoría

Ítem a valorar	Valoración (1-10)	Peso	Resultado
Los informes de costes incluyen todos los KPI requeridos .....	8	10	80
El equipo de pruebas realiza pruebas de inspección diaria a las piezas .....	10	10	100
El equipo de desarrollo realiza reuniones diarias para informar de problemas .....	5	5	25
Las piezas elaboradas tienen las dimensiones indicadas en los requisitos de definición del proyecto ..	7	8	56
<b>Total .....</b>			<b>261</b>

Porcentaje de superación: 79,09 %

En la figura 4 se han incluido cuatro ítems en la auditoría, reflejados en la primera columna. En la segunda columna se puntúa con un valor de 0 a 10 el grado de consecución del ítem auditado, donde 0 significa que no se ha logrado y 10 representa el máximo grado de consecución. En la tercera columna se incluye el peso o importancia del ítem en la auditoría y en la columna «Resultado» se incluye la valoración ponderada por el peso del ítem. En este ejemplo la calificación máxima sería  $(10 + 10 + 5 + 8) \times 10$  puntos, es decir, 330 puntos. Dado que el resultado de la auditoría es 261, esto representa un grado de consecución del 79,09 %. Si previamente se hubiera estipulado que la auditoría se supera alcanzando un 80 %, en este caso el resultado nos informa de que no se han superado los resultados de la auditoría; por ello se debería proceder a subsanar todos aquellos ítems que más influyen (aquellos con un resultado más bajo respecto a su máximo resultado posible).

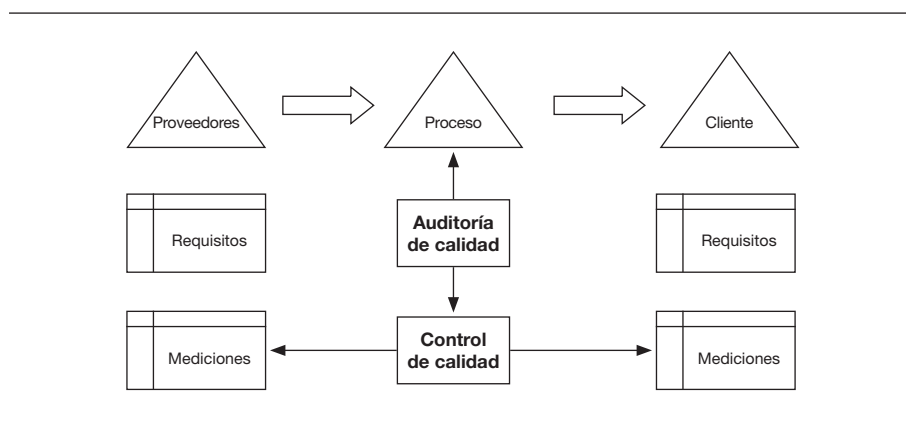
## 2.4. Monitorizar la calidad del proceso y producto (GQP4)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de monitorización de la calidad es una actividad que persigue controlar valores concretos exigibles al proyecto o al producto/servicio para comprobar si satisfacen los requisitos. En algunas ocasiones puede ser complicado distinguir entre la actividad de audi-

toría previamente explicada y la actividad de monitorización de la calidad. Para entender la diferencia podemos pensar que la monitorización de la actividad se encarga de medir los valores concretos finales por los que se considera que el producto o servicio se considera de calidad (es decir, será aceptado por el cliente), mientras que la auditoría de calidad verifica medidas y procesos intermedios que harán que el producto/servicio final tenga calidad). La siguiente figura 5 muestra esta idea.

■ Figura 5. Resultado de la auditoría



Aquí vemos claramente cómo la auditoría persigue verificar que la forma de hacer las cosas es acorde a lo planificado, mientras que el control de calidad persigue verificar que el resultado de lo ejecutado (es decir, lo que nos envían los proveedores o lo que generamos en el proyecto) es acorde a los requisitos –para lo cual es preciso hacer constantes mediciones–. Observamos que la auditoría de calidad verifica incluso que se realizan los controles de calidad planificados, es decir, que se están realizando las mediciones sobre los productos comprados y sobre los productos generados.

Como resultado o salida de esta actividad se espera obtener un conjunto de mediciones sobre distintos parámetros del proyecto (proceso o producto) que servirán para tomar las medidas adecuadas mediante la gestión de cambios oportuna (en la definición, en el plan de costes, de tiempos, etc.). O al menos, si no disponemos de tales mediciones, se espera conocer las relaciones entre variables que afectan en el proyecto, como veremos con el diagrama causa-efecto.

## B) Técnicas. Herramientas

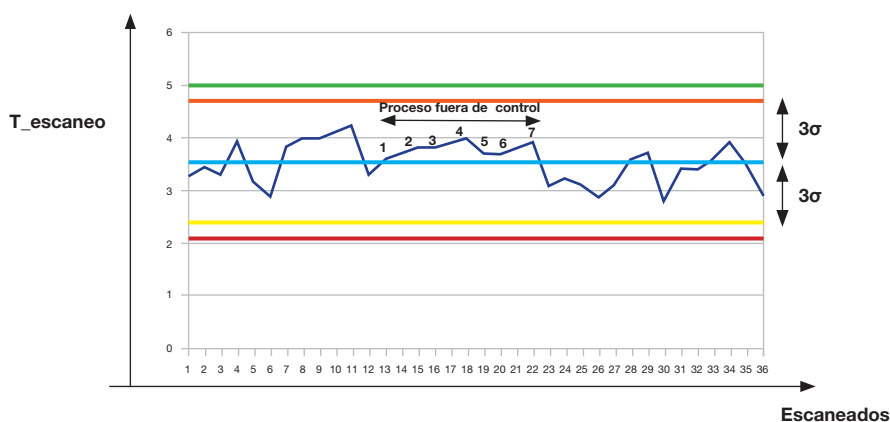
### a) Diagramas de control

Existen múltiples herramientas a la hora de controlar la calidad. Dado que habitualmente se va a trabajar con valores numéricos, es sencillo recurrir a herramientas gráficas

que muestran claramente cuándo un parámetro está bajo control o cuándo está fuera de los límites admisibles. En ese sentido, la primera de las herramientas que vamos a ver es la de diagramas de control.

Este tipo de diagramas representa la evolución temporal de una o varias variables. En el mismo se representan, asimismo, los límites admisibles y los límites de control. En el caso de que la variable representada deba tomar un valor constante en el tiempo (por ejemplo, la longitud de un tornillo) es normal tomar como límites de control los valores  $\pm 3\sigma$ , donde ( $\sigma$ ) es la desviación típica de la medida; y como límites admisibles se toman los valores fijados en la especificación del producto.

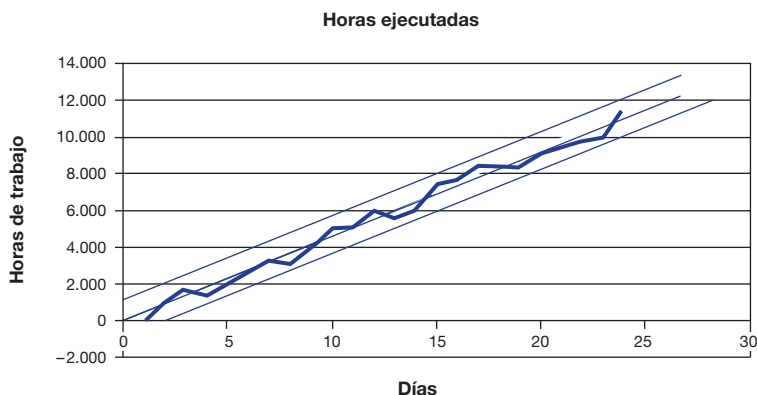
■ Figura 6. Diagrama de control



En la figura 6 tenemos un ejemplo de diagrama de control aplicado al tiempo de escaneo de documentos en el proyecto eClientes que hemos utilizado a lo largo del manual. En este tipo de diagramas, se considera que el parámetro está fuera de control cuando supera los límites de  $\pm 3\sigma$ , o bien cuando siete puntos consecutivos están por encima de la media del parámetro (línea situada en  $T_{escaneado} = 3,5$ ).

En otros casos el parámetro o valor controlado evoluciona en el tiempo, con lo que no son aplicables límites fijos. Por ello, en vez de emplear la desviación típica del parámetro para obtener el límite, se recurre a un porcentaje de variación sobre el valor esperado del parámetro. Por ejemplo, supongamos que se está comprobando el número de horas de trabajo consumidas en un proyecto, esta variable evoluciona en el tiempo tomando cada vez un valor mayor. Evidentemente, el número de horas está planificado de antemano, se admitirán desviaciones de  $\pm 5\%$ . Desviaciones superiores pueden implicar un exceso de consumo de recursos y desviaciones inferiores pueden estar indicando retrasos en el proyecto. Por ello interesa medir el cómputo de horas dedicadas con un margen de tolerancia  $\pm 5\%$ , como se refleja en la figura 7.

■ Figura 7. Diagrama de control con variable temporal



## b) Análisis de datos: Diagrama de Ishikawa

Hay ocasiones en que los datos disponibles son de carácter cualitativo o presentan una desestructuración que no hace posible la construcción de un modelo estadístico o matemático. En dichas ocasiones es preciso recurrir a técnicas que permiten obtener conclusiones menos precisas pero igualmente valiosas. Una de estas técnicas es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama causa-efecto.

El Diagrama de Ishikawa se emplea para aquellos casos en que se dispone de información que influye o afecta a determinados aspectos de un producto o proyecto. En el ámbito de la calidad estos diagramas se emplean para detectar el origen de los fallos y conseguir agrupar estos por clases.

El Diagrama de Ishikawa también es conocido como diagrama de espina de pez, por la forma que presenta. En cada una de las espinas se agrupan las causas con alguna característica común; y lo mismo se hace con las subespinas y así sucesivamente. Al final, todas las causas terminan en una consecuencia común, que es el problema originado.

## EJEMPLO 2

En el proyecto de digitalización del despacho de abogados, tras cuatro meses de proyecto, se constata que el *software* instalado aún no está operativo plenamente y que se está trabajando con una licencia temporal. El personal administrativo no ha terminado de catalogar los documentos, por lo que aún no se ha podido establecer la estructura de categorías en el gestor documental. Insisten en que deben visualizar el gestor para hacerse una idea de las categorías que pueden dar de alta.

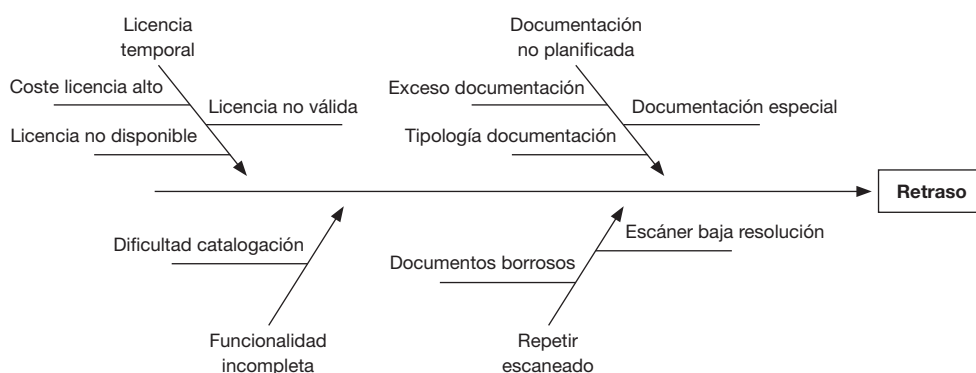


Por otra parte, el volumen de documentos a digitalizar ha superado con creces las previsiones y la tipología de documento físico aparecido no concuerda con lo previsto (documentos plásticos, documentos arrugados, documentos ilegibles, documentos borrosos ...) en un 50% de los casos.

Aparte de esto, los escáneres que se comprometió a comprar el despacho han sido en realidad de inferior calidad a lo requerido, pues no alcanzan la resolución necesaria.

Para representar esta información, se procede a la construcción de un Diagrama causa-efecto o de Ishikawa.

■ Figura 8. Diagrama de Ishikawa















En un modelo matemático convencional, en cada ecuación es posible ver la influencia que cada parámetro tiene en la variable dependiente u observada. Por ejemplo, en la expresión  $a = F/m$  convenimos en que cuanto mayor es la fuerza ( $F$ ) aplicada a la masa ( $m$ ), mayor es la aceleración a que esta experimenta. De un modo parecido en un Diagrama de Ishikawa se podrían concluir que, por ejemplo, cuanto más borrosos sean los documentos, mayor retraso habrá en el proyecto. No sabemos el grado de influencia de la difuminación de los documentos en el retraso final, pero se sabe que existe una relación directa.

### c) Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son otra herramienta empleada en el control de la calidad y son útiles para representar el flujo de datos e información entre procesos. No supone estrictamente una herramienta de medición, pero sí es útil para conocer el flujo de información y poder determinar en qué parte del proceso se está cometiendo un error o se está generando un fallo en el producto final.

La utilidad real de estos diagramas es la de representar procesos y relaciones entre procesos, lo cual genera un mapa completo de los tratamientos a que se somete a la información o a un material antes de obtener el producto final.

■ Figura 9. Elementos de un flujograma

	Informe o terminación del flujo del proceso		Representa una actividad
	Indica un punto de bifurcación ante una decisión SÍ-NO		Representa una actividad supervisada
	Documento múltiple (por ejemplo, un expediente)		Documento simple
	Acción de archivar o almacenar manualmente		Representa una base o almacén de datos
	Acceso secuencial a datos		Intercalar ítems de entrada
	Indica el sentido de flujo del proceso		Acción de desarchivar o eliminar de una base o almacén de datos

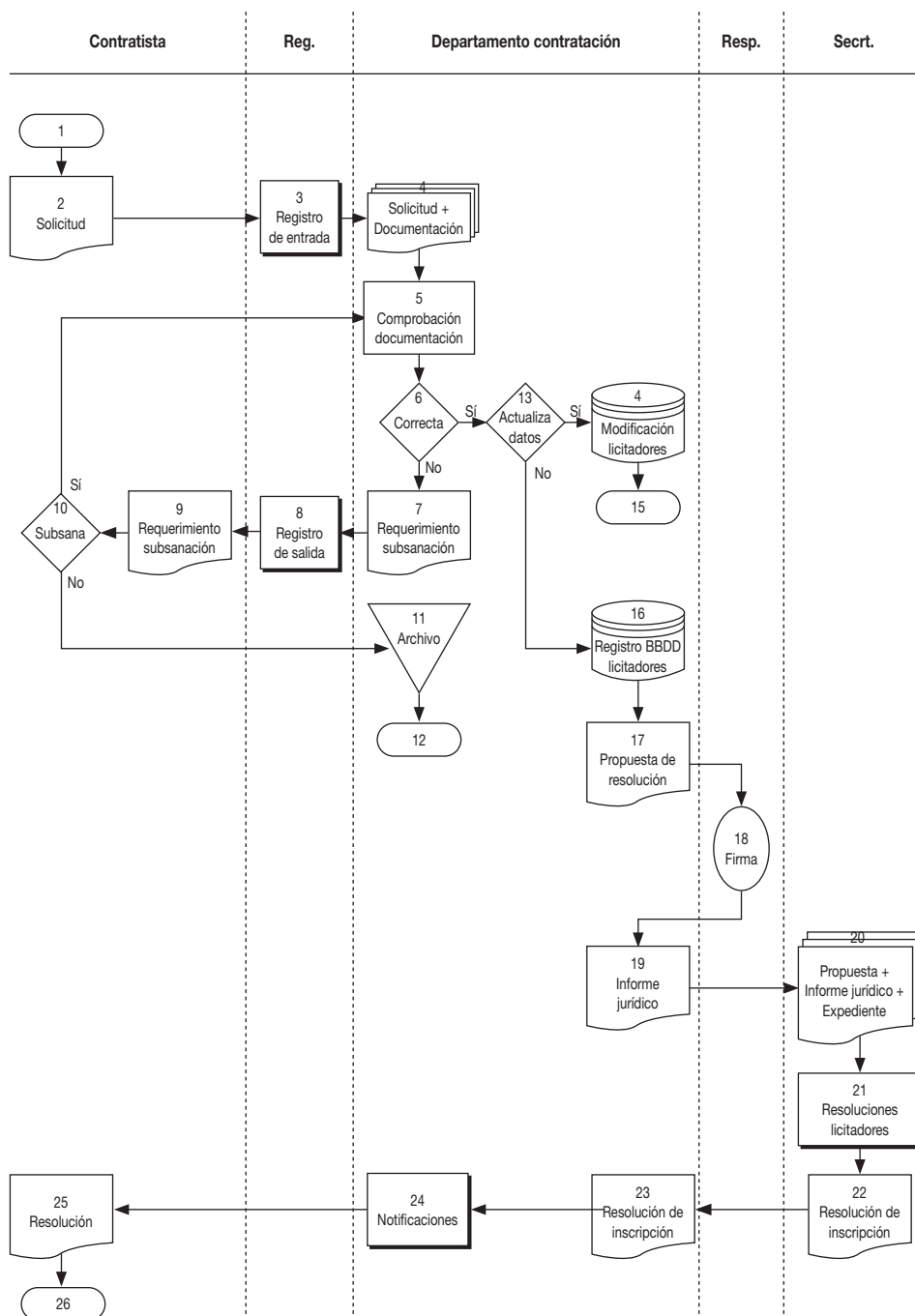
Para realizar un flujograma o diagrama de flujo se emplea una notación estándar, incluida en la figura 9.

### EJEMPLO 3

Tras el éxito del proyecto eClients, el ayuntamiento de La Panera ha recibido el encargo de desarrollar un proyecto denominado eGobierno junto con el socio tecnológico que desarrolló eClients. El proyecto eGobierno pretende facilitar las transacciones electrónicas en todas las relaciones con proveedores y ciudadanos. Dentro del plan de gestión de calidad de dicho proyecto se tiene definido un nuevo proceso para la inscripción en el registro de licitadores del ayuntamiento.

Según dicho proceso, el contratista debe completar una solicitud descargada desde la web. Dicho documento completado lo debe presentar en el ayuntamiento, en concreto en el registro de entrada, iniciando así el subproceso de registro que se enviará a la unidad de contratación junto con la documentación adicional necesaria (licencias, permisos de actividad, certificado de estar al día del pago de impuestos, etc.).

Un técnico del ayuntamiento comprobará dicha documentación y decidirá si es correcta o si elaborar un requerimiento de subsanación, el cual se hace pasar por registro para estampar el sello de registro de salida –iniciando así el subproceso de subsanación– y se envía al contratista para que lo subsane. El contratista puede optar por desistir, en cuyo caso la unidad de contratación archiva el expediente y finaliza el proceso, o bien puede subsanar según indica el requerimiento, en cuyo caso deberá volver a presentar la documentación para su comprobación.

■ Figura 10. **Flujograma proyecto eClients**

En el caso de que la documentación (en primera o sucesivas instancias) haya sido correcta, el técnico procede a actualizar los datos en la base de datos de licitadores y dar por terminado el proceso, o bien –si procede– a la inscripción del registro, dando de alta el nuevo licitador y elaborando –a continuación– una propuesta de resolución sobre el licitador. Dicha propuesta se envía al responsable del área para que la supervise y firme, en cuyo caso el técnico de la unidad de contratación elabora un informe jurídico sobre el caso.

Posteriormente, el informe jurídico elaborado por el técnico de la unidad de contratación, junto con la propuesta de resolución firmada y el expediente (solicitud e información adicional) del contratista se envían a la secretaría del ayuntamiento para dar comienzo al subproceso de resolución de la inscripción, el cual se inicia con la elaboración de un informe de resolución que se envía a la unidad de contratación, la cual da inicio al subproceso de notificación, reenviando la resolución de la secretaría al contratista, dando con ello por finalizado el proceso.

Con el fin de facilitar la gestión de la calidad, el equipo de proyecto ha decidido reflejar en un diagrama de flujo el proceso de registro de licitadores en el Ayuntamiento de La Panera.

Para representar los distintos pasos de la contratación, recurrimos a un flujograma, que se incluye en la figura 10.

---

#### d) *Diagrama de Pareto*

El Diagrama de Pareto es muy utilizado en diferentes disciplinas y con distintas finalidades. En el caso de la gestión de la calidad, se emplea para determinar cuál o cuáles son los factores causantes de la mayor parte de los problemas y errores en un producto, servicio o proyecto. Más concretamente, el Principio de Pareto indica que el 20% de las factores es el causante de aproximadamente el 80% de los problemas o incidencias. O dicho de otro modo, si conseguimos identificar y eliminar el 20% de los factores más relevantes, habremos reducido los errores en hasta un 80%.

Para elaborar el Diagrama de Pareto se ha de partir de un histograma que representa el número de veces que aparece cada defecto. Este histograma se ordena de modo que figure en primer lugar el defecto más repetido y en último lugar el defecto más infrecuente.

A continuación calculamos el porcentaje de aparición de cada defecto respecto al total y por último evaluamos el porcentaje acumulativo, es decir, la suma de los porcentajes desde el primer factor (el primero es el mayor de todos) hasta el actual. Y por último representamos en una gráfica el porcentaje acumulativo.

Una vez lo tenemos representado, debemos considerar un número de factores tal que el porcentaje acumulativo llegue al 80%, es decir, se debe considerar un número de factores tal que el porcentaje de incidencias acumuladas llegue al 80%.

---

#### EJEMPLO 4

Dentro del proyecto eClientes se están presentando una serie de defectos, de los que se ha tomado nota:

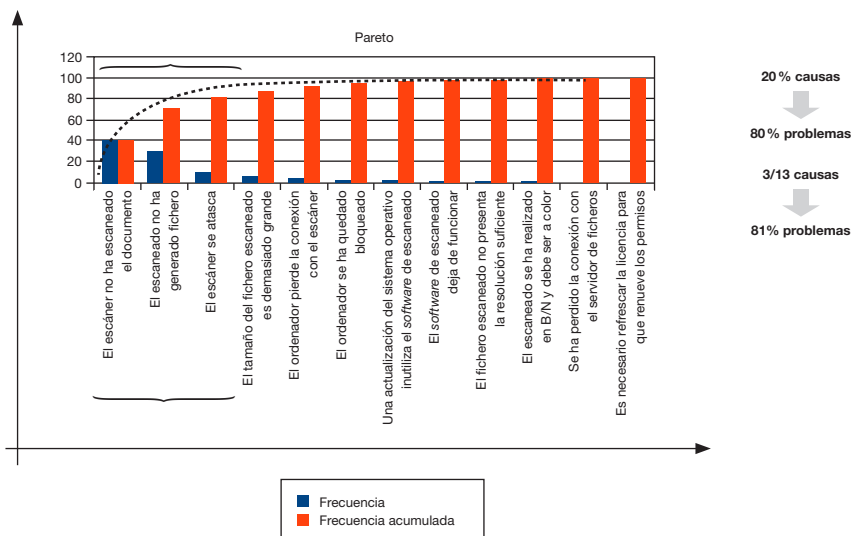
Detalle	Frecuencia	%
El escáner se atasca .....	9	10,2
El tamaño del fichero escaneado es demasiado grande .	5	5,7
El <i>software</i> de escaneado deja de funcionar .....	1	1,1
El fichero escaneado no presenta la resolución suficiente	1	1,1
El escaneado se ha realizado en B/N y debe ser a color	1	1,1
El escáner no ha escaneado el documento .....	36	40,9
El escaneado no ha generado fichero .....	27	30,7
El ordenador se ha quedado bloqueado .....	2	2,3
Se ha perdido la conexión con el servidor de ficheros ....	0	0
Es necesario refrescar la licencia para que renueve los permisos .....	0	0
Una actualización del sistema operativo inutiliza el <i>software</i> de escaneado .....	2	2,3
El ordenador pierde la conexión con el escáner .....	4	4,5

A partir de esta tabla y puesto que los problemas ya tienen la frecuencia y el porcentaje que representan sobre el total, ordenamos de mayor a menor frecuencia:

Detalle	Número incidencias	%
El escáner no ha escaneado el documento .....	36	40,9
El escaneado no ha generado fichero .....	27	30,7
El escáner se atasca .....	9	10,2
El tamaño del fichero escaneado es demasiado grande .	5	5,7
El ordenador pierde la conexión con el escáner .....	4	4,5
El ordenador se ha quedado bloqueado .....	2	2,3
Una actualización del sistema operativo inutiliza el <i>software</i> de escaneado .....	2	2,3
El <i>software</i> de escaneado deja de funcionar .....	1	1,1
El fichero escaneado no presenta la resolución suficiente	1	1,1
El escaneado se ha realizado en B/N y debe ser a color	1	1,1
Se ha perdido la conexión con el servidor de ficheros ....	0	0
Es necesario refrescar la licencia para que renueve los permisos .....	0	0

A continuación representamos el porcentaje y el porcentaje acumulado:

■ Figura 11. Diagrama de Pareto



Del diagrama se desprende que más del 80% de las incidencias provienen de tres problemas, es decir, que tres de trece problemas –aproximadamente el 20%– causa más del 80 % de las incidencias. Por tanto, deberíamos focalizar los esfuerzos en resolver estos tres problemas y ahorraríamos el coste asociado al 80% de las incidencias.

### e) Diagramas de dispersión

Los diagramas de dispersión se emplean cuando se pretende analizar si existe una relación lineal, cuadrática, cúbica, exponencial, etc. entre dos variables. Para ello se representa el valor de una variable frente a la otra. En algunas ocasiones es posible visualmente extraer conclusiones sobre la relación que hay entre las variables. En otras, es necesario recurrir a técnicas estadísticas que permitan corroborar la existencia de dicha relación o, por el contrario, permitan asegurar la independencia de las variables.

### EJEMPLO 5

El despacho de abogados ha encargado un estudio sobre el proceso de escaneado para comprobar cómo afecta el tamaño del documento al tiempo de procesamiento del escaneado.

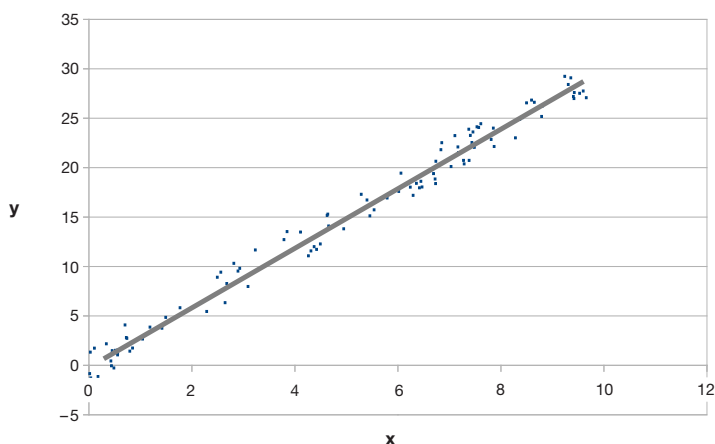
Obtiene los datos de la tabla siguiente.

Analizar si existe relación entre ambos parámetros.

	Tamaño	Tiempo de procesamiento		Tamaño	Tiempo procesamiento		Tamaño	Tiempo de procesamiento
1	0,56	1,06	35	3,09	7,98	69	6,74	20,65
2	5,46	15,13	36	6,36	18,42	70	9,42	26,99
3	8,65	26,62	37	9,53	27,52	71	7,03	20,11
4	6,02	17,60	38	4,49	12,28	72	2,49	8,92
5	3,23	11,68	39	7,85	24,00	73	0,03	1,33
6	3,79	12,72	40	6,69	19,40	74	8,42	25,06
7	6,45	18,62	41	1,19	3,87	75	4,64	15,30
8	7,87	22,14	42	7,48	22,06	76	0,04	-1,27
9	9,31	28,41	43	6,72	18,85	77	9,42	27,60
10	7,44	22,54	44	0,70	4,09	78	1,49	4,86
11	8,80	26,24	45	0,49	-0,26	79	7,53	24,13
12	7,57	24,06	46	6,24	18,03	80	7,38	23,89
13	7,46	23,61	47	4,31	11,58	81	6,47	18,05
14	8,79	25,18	48	5,40	16,73	82	8,28	23,02
15	6,85	22,52	49	9,24	29,24	83	7,41	23,26
16	8,59	26,84	50	7,16	22,10	84	0,56	1,56
17	9,36	29,09	51	0,18	-1,13	85	8,50	26,56
18	3,85	13,53	52	9,41	27,20	86	2,81	10,32
19	0,43	0,44	53	0,56	1,20	87	2,93	9,82
20	4,62	15,17	54	9,66	27,07	88	4,95	13,81
21	0,85	1,75	55	4,26	11,08	89	6,06	19,44
22	1,42	3,76	56	7,29	20,38	90	7,11	23,24
23	5,29	17,31	57	0,52	1,52	91	2,29	5,45
24	4,11	13,49	58	2,68	8,28	92	1,77	5,83
25	7,81	22,86	59	9,60	27,75	93	6,73	18,39
26	0,73	2,81	60	7,38	20,74	94	4,37	12,01
27	5,79	16,93	61	0,45	1,48	95	0,74	2,74
28	2,56	9,43	62	0,11	1,74	96	5,54	15,73
29	8,37	24,89	63	6,83	21,82	97	2,64	6,34
30	6,29	17,20	64	7,61	24,44	98	7,27	20,74
31	4,42	11,73	65	4,65	14,10	99	2,89	9,54
32	0,79	1,44	66	7,17	21,51	100	0,34	2,18
33	0,44	-0,04	67	0,02	-0,84			
34	1,04	2,66	68	6,42	17,96			

Para ver si existe alguna relación entre el tamaño y el tiempo de escaneado, representamos en un eje horizontal la variable «tamaño» y en el eje vertical la variable «tiempo de escaneado». Se obtiene la siguiente figura:

■ Figura 12. Diagrama de dispersión



En este diagrama se observa que existe una relación lineal bastante clara entre la variable «tamaño» y la variable «tiempo». En cualquier hoja de cálculo o *software* de estadística, se puede obtener la ecuación de la recta que aproxima los valores:

$$t_{\text{escaneado}} = 2,98 \text{ tam} + 0,01$$

## 2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GQP5)

### A) Descripción de la actividad

En el caso de que se observe que las actividades de calidad planificadas no son realmente necesarias, suele suceder que estas se abandonan a mitad de proyecto. Es por ello recomendable ejecutar esta actividad que formaliza el cierre de las mismas. Las entradas que se deben considerar son las actividades que se adaptaron o adoptaron y que finalmente no se ejecutaron. Y como salida tendremos la formalización del cierre de las mismas.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.



## Conceptos básicos

En este capítulo hemos estudiado cómo gestionar la calidad en los proyectos. Se ha visto cómo la obtención de un producto o servicio de calidad no es fruto de la casualidad, sino que obedece a que los procesos a los que se recurre se realizan con niveles de calidad adecuados. Por tanto, se debe entender la calidad desde la óptica del producto final y desde la óptica del proceso que lo genera.

En ese sentido es preciso planificar las actividades de calidad, que es lo primero a realizar en cuanto a gestión de la calidad. Esa planificación incluye actividades para controlar la calidad final del producto o servicio y actividades para auditar que los procesos de gestión del proyecto o procedimientos se realizan con los niveles de calidad y estándares acordados.

Para ello se han visto técnicas y herramientas que permiten auditar los procesos y actividades. Además, se han visto herramientas para controlar la calidad de parámetros concretos del producto o servicio que se está desarrollando.

En resumen, las actividades de que consta la gestión de la calidad de un proyecto son:

- Identificación de las actividades del área de gestión de calidad en el proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GQP1).
- Realizar un plan de calidad de proceso y producto (GQP2).
- Auditar la ejecución del plan de calidad (GQP3).
- Monitorizar la calidad del proceso y producto (GQP4).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GQP5).

En cuanto a la planificación de la ejecución del plan de calidad, se han propuesto algunas técnicas como COQ, SIPOC y *walkthroughs* y revisiones. Para auditar la ejecución, se ha visto un modelo de plantilla que permite obtener conclusiones sobre si se ha alcanzado un nivel de calidad suficiente en las actividades auditadas y, en cuanto a control de la actividad, se han propuesto herramientas como Pareto, análisis de dispersión, diagramas de flujo, de control y de Ishikawa, entre otras.

Como conclusión debemos deducir que tan importante es planificar cómo se implementará la calidad y medirán los resultados como controlar la calidad del producto y auditar que se están ejecutando correctamente los procesos de gestión del proyecto para dotar de calidad al producto final.

## Ejercicios voluntarios

1. Preparar un boceto de plan de calidad para los procesos de gestión de costes, tiempo y alcance para el proyecto de eClients comentado en el capítulo.

2. Para un proceso de lijado de piezas se sabe que el tiempo de procesamiento está ligado al tamaño de la pieza. Se dispone de la siguiente lista de tiempos. Identificar qué grado de polinomio (1, 2 o 3) es el que mejor se ajusta y la ecuación  $T = f(t)$ .

Tamaño	Tiempo de procesamiento	Tamaño	Tiempo de procesamiento	Tamaño	Tiempo de procesamiento
0,56	- 2,13	3,09	22,20	6,74	138,34
5,46	83,09	6,36	118,00	9,42	259,78
8,65	227,74	9,53	267,05	7,03	143,43
6,02	106,35	4,49	54,59	2,49	25,83
3,23	41,23	7,85	187,18	0,03	6,26
3,79	49,82	6,69	130,95	8,42	211,52
6,45	121,07	1,19	5,77	4,64	71,47
7,87	178,40	7,48	166,08	0,04	- 6,91
9,31	262,32	6,72	128,98	9,42	263,09
7,44	167,07	0,70	11,40	1,49	8,59
8,80	231,64	0,49	- 7,89	7,53	177,93
7,57	178,66	6,24	113,36	7,38	172,02
7,46	173,02	4,31	48,99	6,47	118,73
8,79	225,85	5,40	90,12	8,28	196,59
6,85	150,68	9,24	263,67	7,41	169,77
8,59	226,86	7,16	157,01	0,56	0,31
9,36	267,74	0,18	- 8,20	8,50	221,92
3,85	54,35	9,41	260,35	2,81	33,16
0,43	- 3,63	0,56	- 1,45	2,93	30,91
4,62	70,66	9,66	270,26	4,95	68,29
0,85	- 1,80	4,26	45,98	6,06	116,47
1,42	3,55	7,29	151,87	7,1	161,10
5,29	91,09	0,52	0,67	2,29	8,64
4,11	56,44	2,68	22,74	1,77	11,98
7,81	180,15	9,60	271,14	6,73	126,91
0,73	4,75	7,38	156,45	4,37	51,80
5,79	98,40	0,45	1,26	0,74	4,25
2,56	28,40	0,11	7,15	5,54	87,58
8,37	208,90	6,83	146,71	2,64	13,00
6,29	110,46	7,61	181,79	7,27	153,28
4,42	50,99	4,65	65,66	2,89	29,41
0,79	- 2,83	7,17	154,34	0,34	6,17
0,44	- 6,22	0,02	- 4,42		
1,04	0,93	6,42	117,10		

3. Durante un proyecto se ha estado tomando nota de incidencias en la recepción de los reportes de costes y de las causas. La siguiente tabla muestra un resumen de la situación:

Incidencia	Número de apariciones
El servidor de reportes no funcionaba .....	3
Los datos no habían sido aún introducidos .....	4
El equipo de oficina técnica había olvidado sacar los datos .....	3
Los datos mostraban incoherencias .....	4
Los informes enviados no eran los esperados .....	9
Los informes contenían errores en los datos .....	7
Se habían alterado manualmente los informes .....	8

Elaborar un Diagrama de Pareto para averiguar las incidencias que causan la mayor parte de los problemas de reportes de costes.

4. Para el caso del ejercicio 3, elaborar un Diagrama de Ishikawa.
5. Para el caso del ejercicio 2, proponer un diagrama de control con los límites de control en  $\pm 3\%$  respecto a la curva teórica. ¿Se puede decir que el proceso está controlado?

# La gestión de personas y recursos en el proyecto

## Objetivos del capítulo

Tal y como se ha presentado hasta ahora la labor de un director de proyecto, este recibe unos fondos con los cuales adquiere ciertos bienes (equipos, infraestructura, materiales, ...) y gestiona mano de obra para transformar esos bienes en un producto o servicio final. Por tanto, la labor del director está orientada, por una parte, a gestionar los bienes adquiridos, pero, por otra, a gestionar los recursos que han de transformarlos.

En grandes proyectos la importancia de disponer de los recursos y personas correctas en el equipo en el momento adecuado es vital. Tan grave es no disponer de recursos y personas en el equipo, como que los disponibles no tengan las características adecuadas (por defecto o por exceso) o que no estén disponibles en el momento requerido (tan malo puede ser que estén disponibles antes de tiempo como que lo estén después de ser necesarios).

En este capítulo se presenta el conjunto de actividades necesarias para gestionar adecuadamente todos los recursos necesarios en un proyecto. Es evidente que la mayor parte del trabajo de gestión lo acarrea la gestión de las personas, pero eso no significa que no haya que prestar atención al resto de recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de personas y recursos en un proyecto

Para ello, el grupo de actividades de gestión de personas y recursos señala un conjunto de actividades de gestión que se deben desarrollar para acometer la tarea de gestión integral de los recursos del proyecto:

- Identificación de las actividades del área de gestión de personas y recursos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPP1).
- Definir el plan de gestión de personas y recursos del proyecto (GPP2).
- Estimar los recursos materiales del proyecto (GPP3).
- Incorporar el equipo de personas y adquirir los recursos al proyecto (GPP4).
- Formar y capacitar al equipo de personas del proyecto (GPP5).
- Coordinar al equipo de personas del proyecto (GPP6).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPP7).

Fijémonos en que ya se había realizado una aproximación a los recursos humanos a la hora de estimar los tiempos, pues fue necesario conocer las personas que debían intervenir en el proyecto para realizar una correcta planificación temporal. En este caso ya no será necesario realizar la estimación de recursos humanos, pero será preciso calcular otros posibles recursos necesarios en el proyecto. La importancia de esta actividad depende del tipo de proyecto; así, en proyectos informáticos de desarrollo, no es habitual realizar grandes compras de equipos. Sin embargo, en proyectos de ingeniería civil el apartado de recursos suele ser una gran partida: maquinaria, alquileres, materiales, etc. Del mismo modo que la estimación de los esfuerzos es razonablemente compleja, sobre todo en proyectos informáticos, el cálculo de los recursos necesarios es algo más sencillo. Existen datos históricos suficientes para tener una buena aproximación a los materiales y bienes que se requerirán para un determinado proyecto.

Aparte de la estimación y adquisición de los recursos, lo complejo de este grupo de actividades es la propia gestión de personas y de dichos recursos. La incorporación en las fechas adecuadas, tener la preparación necesaria, adquirir los recursos cuando realmente se necesitan, no malgastar recursos ni el tiempo de las personas, etc. son retos a los que se enfrenta un director de proyecto. Por tanto, debemos prestar atención en este momento no tanto a la adquisición de los recursos, sino a cómo serán gestionados, cuándo se incorporarán, cuándo se liberarán ... Pensemos en una gran obra civil de realización de un macro túnel. En este proyecto, la disponibilidad de la máquina tuneladora por parte de la empresa constructora tiene un coste muy elevado. Contar con dicho recurso justo el tiempo necesario es muy importante para mantener los costes del proyecto bajo control. Y lo mismo con los operarios. Es contraproducente un exceso de conservadurismo al incorporar recursos de forma muy anticipada, pues ello se traducirá claramente en un exceso de coste de forma arbitraria e innecesaria. Insistimos, pues, en la importancia de gestionar adecuadamente la incorporación, explotación y liberación de los recursos materiales, así como la incorporación, servicio y liberación de los recursos humanos.

En los siguientes epígrafes revisaremos detalladamente las actividades dentro de este grupo de actividad. Veremos que prácticamente todas las técnicas se dirigen a gestionar adecuadamente los recursos humanos, pues son, con clara diferencia, los más difíciles de gestionar. Expectativas, conocimientos, estados de ánimo, conflictos ... son algunas de las cuestiones que afectan a los equipos de personas y que indefectiblemente, como directores de proyecto, tendremos que gestionar.

## **2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de personas y recursos en el proyecto**

### **2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de personas y recursos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPP1)**

#### **A) Descripción de la actividad**

De la misma forma que en capítulos anteriores se comentaba que esta actividad no tenía demasiada relevancia, puesto que prácticamente todas las actividades del grupo eran de obligado cumplimiento, en este caso sí que se puede afirmar que es necesario seleccionar cuidadosamente qué actividades se deberán desarrollar. Pensemos en un proyecto de sustitución de los equipos portátiles personales en una empresa. En este caso, los recursos materiales son importantes y se llevarán una gran partida del presupuesto, pero la preparación y adecuación de los ordenadores será sencilla si los técnicos preparan una maqueta y la replican en todas las máquinas. En este ejemplo se observa una gran cantidad de recursos materiales y pocas personas en el proyecto. Pensemos ahora en un proyecto de desarrollo de una gran aplicación para integrar diversos sistemas de un departamento (por ejemplo, el Departamento Comercial de una empresa). En ese caso, se deberá contar con un gran equipo de desarrolladores, pero probablemente será necesario adquirir muy pocas máquinas. Con estos dos ejemplos se pretende evidenciar que dependiendo del proyecto será necesario llevar a cabo unas u otras actividades que pasamos a analizar a continuación. En el segundo caso, las actividades de incorporación y capacitación del equipo serán muy importantes, a diferencia del primer caso, en el que serán prácticamente inexistentes. En el primer caso, la parte de adquisición, el material será muy importante, mientras que en el segundo caso apenas tiene relevancia.

#### **B) Técnicas. Herramientas**

##### **a) Juicio de expertos**

Para decidir qué actividades se habrán de llevar a cabo es preciso contar con la opinión de un experto, o bien poner en valor la experiencia del director de proyecto. El tipo de proyecto es determinante a la hora de decidir qué actividades son relevantes, cuáles se han de considerar y cuáles son irrelevantes en el proyecto. Como se mostraba en el ejemplo anterior, la tipología de proyecto marca claramente las actividades que se deben considerar.

## 2.2. Definir el plan de gestión de personas y recursos del proyecto (GPP2)

### A) Descripción de la actividad

El plan de gestión de personal y de recursos en el proyecto es una actividad que determina qué roles, perfiles y características han de tener los recursos humanos participantes en el proyecto y los recursos técnicos necesarios para el desarrollo de las tareas en el proyecto. Recordemos que la estimación del número de recursos humanos se explicó en la actividad «Estimar los recursos para cada tarea» (GTP5, capítulo 5). A partir de la cantidad de recursos debemos determinar qué recursos se han de incorporar en el proyecto, cuáles han de ser sus habilidades, qué tipo de relación ha de existir entre los recursos y el proyecto (contratados, subcontratados, *freelance* o autónomos, etc.), cuándo se han de incorporar, qué funciones desempeñarán en el proyecto ... Como se observa, no se trata tanto de determinar cuántos recursos participan, sino de determinar las peculiaridades y pormenores de cada recurso.

En el caso de los recursos técnicos, el plan incluye la especificación de los recursos materiales y técnicos necesarios para abordar el proyecto: máquinas, herramientas, materiales y todo aquello que se requiera para que los recursos humanos puedan trabajar. En general, la planificación de qué es necesario disponer y cuándo ha de estar disponible suele ser una actividad más sencilla que la planificación de los recursos humanos. Esto obedece a que por lo general las características técnicas de los materiales son más fácilmente evaluables que las características técnicas de los recursos humanos.

En este punto, por tanto, determinamos cuestiones como cuántos ordenadores necesitamos para abordar el proyecto, cuándo deben estar disponibles, cuántas excavadoras necesitamos, de qué tipo, si serán de alquiler o no, etc. Es decir, contaremos con un listado de recursos humanos y materiales indispensables para acometer el proyecto y cuándo serán necesarios, así como de las características de los mismos. Esto, junto con el tipo de contrato de cada recurso: contratación, compra, alquiler, subcontratación, préstamo, etc., conforman el plan de recursos del proyecto.

Esta actividad de planificación se desarrolla a partir del documento de requisitos, que contiene las necesidades del proyecto, y de los documentos y procedimientos de la organización que determinan el tipo de recursos, contratos, proveedores, etc. de que podemos disponer.

La realización de la actividad de planificación genera, por una parte, un plan de recursos humanos y, por otra, un plan de recursos materiales (aunque pueden estar englobados en uno solo). El plan de recursos humanos debe incorporar información sobre los roles, perfiles y responsabilidades de las personas, el organigrama del personal y cuándo y cómo se incorporan dichos recursos. Se debe indicar también el plan de liberación de los recursos: cuándo y cómo se liberan. Aparte de estos aspectos, el plan de recursos humanos debe incorporar elementos tales como formación necesaria, políticas de seguridad, cuestiones de protección de datos, medidas obligatorias de ciberseguridad y elementos adicionales que los integrantes

deben conocer y aceptar para participar en el proyecto. Por otro lado, el plan de recursos materiales que se genera en esta actividad incluye la lista de recursos necesarios en el proyecto (maquinaria, ordenadores, servidores, consumibles, materias primas, etc.), las características de estos y cuándo han de estar disponibles. Además, se debe informar en este plan de materiales sobre el tipo de incorporación (alquiler, compra, *leasing*, ...) y del plan de liberación de los recursos que no sean consumibles (por ejemplo, las máquinas en *renting* o en alquiler).

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Diagramas de responsabilidades RACI*

Un diagrama RACI es en realidad una matriz que clasifica el rol asignado a cada recurso o grupo de recursos de un proyecto para cada tarea incluida en el mismo (recordemos que las tareas ya fueron identificadas en el documento estructura de desglose de trabajos). Es decir, identificamos, para cada tarea, el rol de cada componente del equipo (en ocasiones, si un conjunto de personas son idénticas por formar parte de un equipo, se trabaja a nivel de equipo y no a nivel individual).

Los roles que se pueden asignar son cuatro:

- Rol de responsable (R). Con este rol identificamos al responsable de ejecutar la tarea. Esto es, la persona que físicamente ejecuta la tarea en cuestión.
- Rol de aprobador (A). Con este rol identificamos al responsable de que la tarea se ejecute, ya que es la persona que rinde cuentas de la ejecución de la misma. No es el que físicamente la ejecuta (aunque puede suceder que en proyectos pequeños coincida en la misma persona el rol de responsable y el de aprobador), sino la que valida y aprueba que la tarea ha sido ejecutada.
- Rol de consultado (C). Con este rol identificamos a aquellas personas que son consultadas para la ejecución de la tarea. Se trata de personas que disponen de conocimientos específicos o informaciones cualificada y necesaria para la realización de la tarea.
- Rol de informado (I). Con este rol identificamos a aquellas personas que son informadas sobre la ejecución de una tarea.

---

### EJEMPLO 1

Para la estructura de desglose de trabajos de la figura 1, en el capítulo 5, se sabe que las tareas de compras se realizarán por el Departamento de Compras, supervisado por su responsable, y las actividades técnicas por el Departamento de Informática, supervisado por su responsable. El director de proyecto no participa activamente en estas tareas, si bien es el máximo responsable de las compras para el proyecto, y solicita estar informado de todas las actividades. Plantear una posible matriz RACI para dicho proyecto.



Actividad	Jefe compras	Equipo compras	Jefe informática	Equipo informático	Director de proyecto
P1.1	C	R			A
P1.2	R				A
P1.3	I	R	I	C	A
P2.1			A	R	I
P2.2			A	R	I
P2.3			A	R	I
P3.1			A	R	I
P3.2			A	R	I
P3.3			A	R	I

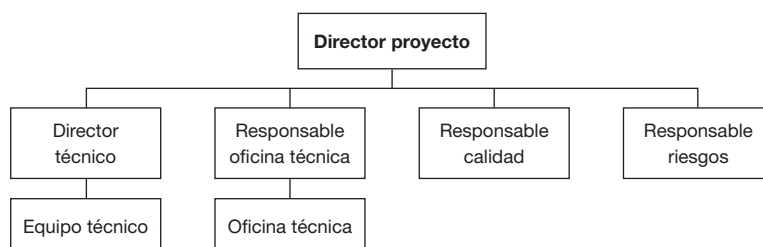
### b) Diagramas de jerarquía

Un diagrama de jerarquía muestra la dependencia organizacional en el proyecto. Este diagrama es utilizado en las organizaciones para mostrar la línea de reporte establecida y las relaciones entre recursos. Es importante resaltar que la organización y dependencia puede ser diferente de la que exista en la organización. Por ejemplo, en el caso anterior, pudiera suceder que el director de compras tenga un puesto en la organización por encima del director de proyecto, pero en el ámbito del proyecto, el máximo responsable de las compras en el mismo es, a todos los efectos, el director de proyecto.

### EJEMPLO 2

Para el caso del ejemplo anterior, proponer una posible jerarquía organizacional en el proyecto. Dado que todos los responsables de cada área dentro del ámbito del proyecto dependen del director de proyecto, este representa la máxima figura en el organigrama. El resto de responsables dependen directamente de él, y algunos pueden tener sus propios equipos gestionados, como es el caso del director técnico y del director de la oficina técnica. Las áreas de calidad y riesgos son en general mucho menores y en muchos casos están representadas por una única persona, hipótesis asumida en este ejemplo.

■ Figura 1. Diagrama jerárquico



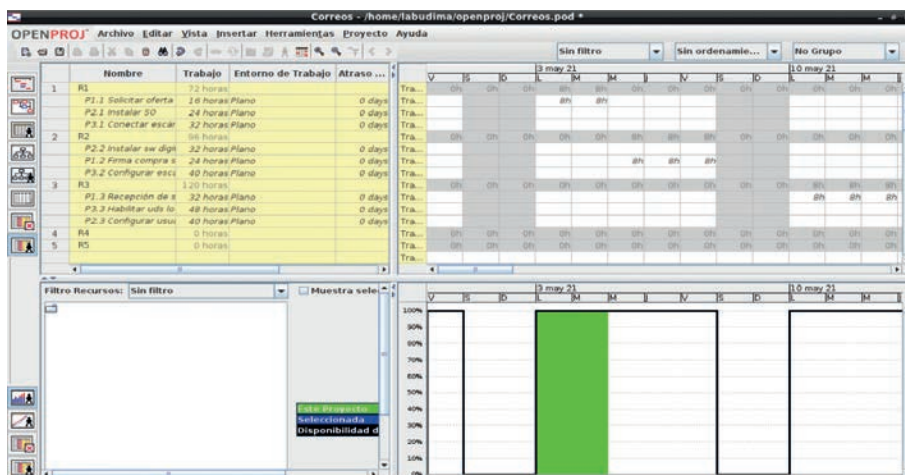
### c) Glosario de puestos

Un glosario de puestos es una descripción de los distintos roles existentes en el proyecto indicando competencias, responsabilidades, dependencias, líneas de reporte, obligaciones, etc. Esta descripción es importante, sobre todo en aquellas áreas en las que existen duplicidades con las funciones de la empresa, por ejemplo, si la organización tiene un área de compras y dentro del proyecto hay un equipo de compras, es necesario delimitar las responsabilidades y ámbito de actuación de cada uno de ellos. El glosario de puestos tiene normalmente un formato textual y suele ser suficiente para la correcta descripción de los puestos. Se requiere tan solo que sea suficientemente precisa y rigurosa para evitar interpretaciones erróneas.

### d) Histograma o calendario de recursos

El histograma o calendario de recursos es una representación gráfica de la incorporación y uso de recursos humanos en el proyecto a lo largo del tiempo. Al igual que sucede con la mayoría de las técnicas y herramientas, estos gráficos están disponibles en las aplicaciones de gestión de proyectos más utilizadas. Como ejemplo se muestra el calendario de recursos, así como el histograma para el mismo ejemplo que en el epígrafe anterior. El histograma aparece en la figura 2, abajo a la derecha, y suele aparecer acompañado de una tabla que indica la disponibilidad y el uso de cada recurso en el proyecto (parte superior de la figura).

■ Figura 2. Calendario de uso de recursos e histograma con Openproject



### e) Diccionario y calendario de materiales

Las técnicas vistas hasta el momento hacen referencia a recursos humanos. En el caso de los recursos materiales, las técnicas a emplear son semejantes, si bien es habitual redu-

circlos a un simple diccionario en el que se enumeran todos y cada uno de los bienes, servicios y recursos (no humanos) necesarios en el proyecto, indicando sus características, peculiaridades y momento del proyecto en el que han de estar disponibles.

Desde un punto de vista práctico, no existe gran diferencia entre la gestión de los recursos humanos y materiales. Es cierto que el desarrollo del trabajo requiere más labor de coordinación con los recursos humanos, dado que la ambigüedad manejada es mayor, pero desde el punto de vista de su definición, planificación y disponibilidad es prácticamente la misma. Hasta tal punto es así, que las herramientas de gestión de proyectos tratan indistintamente unos recursos y otros con ciertos matices. Por ejemplo, en el caso de los recursos humanos se parametriza su disponibilidad, rendimiento, vacaciones, conocimientos, etc. Pero a efectos de planificación dentro del proyecto requieren las mismas actividades de gestión que otros recursos materiales.

Este diccionario de recursos suele contener la modalidad de disponibilidad de los recursos: compra, alquiler, *renting*, *leasing*, etc., pues será necesaria esta información posteriormente para adquirir dichos recursos materiales.

## 2.3. Estimar los recursos materiales del proyecto (GPP3)

### A) Descripción de la actividad

De igual modo a cómo se hizo con los recursos humanos, es necesario determinar cuántos recursos materiales son necesarios en el proyecto. En el epígrafe anterior se ha definido qué recursos y cuándo han de estar disponibles, pero –sobre todo en proyectos muy grandes– será necesario determinar la cantidad de recursos necesarios: cuántos camiones, cuántas toneladas de cemento, cuántas toneladas de asfalto, cuántos ordenadores personales, etc. Para realizar estos cálculos, lo más sencillo y habitual es recurrir a tablas en las que ya esté tabulada la cantidad de recursos necesarios, además de recurrir a la experiencia de proyectos previos que pueden ayudar a determinar el nivel de recursos a adquirir.

### B) Técnicas. Herramientas

#### a) Bases de datos

Recurrir al histórico de otros proyectos para establecer analogías con el proyecto actual es una técnica habitual de uso frecuente en los proyectos. En el caso de cuestiones referentes a recursos materiales, este hecho es más acusado, puesto que la dimensión del proyecto suele ser conocida y esto facilita equiparar los recursos empleados en proyectos previos para sacar una estimación de los recursos materiales necesarios en el proyecto actual.

#### b) Juicio de expertos

Aun siendo los proyectos parecidos, siempre será necesario contar con la experiencia del jefe de proyecto o de otros expertos que puedan ajustar los datos extraídos en proyectos previos.

### c) Herramientas específicas de software

Por lo general, las herramientas de gestión de proyectos no pueden ayudar a calcular la cantidad de material necesario en un proyecto. Sin embargo, las herramientas específicas en cada disciplina suelen utilizarse para tal fin, por ejemplo, las herramientas de cálculo de edificios ayudan a calcular los metros cuadrados de superficie a pintar, la cantidad de cemento necesario o los metros lineales de cable necesarios en una instalación; lo mismo sucede con *software* específico en otras ingenierías. Dadas las especificidades de cada disciplina de proyecto, las herramientas de gestión de proyectos no incorporan ayudas para estos cálculos, por lo que será necesario recurrir a herramientas de terceros para ayudarnos en las estimaciones de recursos materiales necesarios.

## 2.4. Incorporar el equipo de personas y adquirir los recursos al proyecto (GPP4)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de incorporación de los recursos humanos y materiales al proyecto consiste en realizar los trabajos que deben terminar en la disponibilidad de recursos en el mismo. Esta actividad se debe realizar conforme a las actividades que se tratarán en el plan de gestión de proveedores y/o contratación de personal en el proyecto. En el caso de los recursos humanos que se incorporan al proyecto mediante contratación, esta actividad desencadena en el departamento correspondiente las órdenes de trabajo para permitir la búsqueda y contratación de los perfiles necesarios para el proyecto conforme a las características que se indiquen. Para el caso de otras modalidades de incorporación, se invocan las actividades de gestión de proveedores para que los recursos humanos estén disponibles en el instante necesario.

Lo mismo sucede con la incorporación de los recursos materiales en el proyecto. Esta actividad desencadena la ejecución de las actividades de gestión de proveedores necesarias para adquirir los recursos materiales necesarios en el proyecto.

Para poder ejecutar esta actividad, partiremos de las necesidades de recursos estimadas, tanto de recursos materiales como de los recursos humanos. A partir de esta información, el resultado es que se desencadenan las actividades de contratación, subcontratación, *renting*, etc. especificadas para los recursos humanos y materiales indicados.

### B) Técnicas. Herramientas

#### a) Coordinación

Entre las herramientas más destacadas a las que se puede recurrir es la de coordinación de equipos. Tanto si estamos en el caso de contratar recursos, como en el caso de subcontratar, alquilar o comprar recursos, será necesario seguir los procesos de los departamentos de recursos humanos o de adquisiciones o compras, en su defecto. Por tanto, la solicitud y

coordinación con los equipos de compras y de recursos humanos, junto con los equipos del proyecto que se encargarán de dichos recursos (tanto humanos como materiales) es la herramienta empleada.

Recordemos que la organización puede disponer de sus propios protocolos de compras, alquileres, etc. y, en ese sentido, es preciso respetar y seguirlos, pues son de obligado cumplimiento en la organización.

## 2.5. Formar y capacitar al equipo de personas del proyecto (GPP5)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de incorporación de los recursos humanos al proyecto no siempre da como resultado que se incorporen las personas idóneas. Es habitual que sean necesarias sesiones de entrenamiento, tanto en el propio proyecto como sobre cuestiones técnicas, metodológicas, etc. empleadas en el proyecto. Por ejemplo, si se ha solicitado la incorporación de diez analistas-programadores con conocimientos del lenguaje de programación Java, lo normal será que tengamos que entrenar a alguno(s) de los miembros del equipo en alguno de los *frameworks* específicos de Java (tales como Struts, AngularJS, u otros).

Por otra parte, esta actividad persigue la conformación de un espíritu de equipo entre los componentes, que pueden tener orígenes muy diversos (de la propia organización, nuevas contrataciones, subcontratados, *freelance*, etc.). Este espíritu de equipo es importante para poder avanzar en el proyecto, pues hará que los problemas que aparezcan se puedan resolver más fácilmente.

Las etapas por las que pasa un equipo han sido muy estudiadas en la teoría de dinámica de grupos, pero simplificando podemos indicar las siguientes:

1. Creación del equipo.
2. Inicio de colaboración en régimen de inestabilidad relacional. En esta fase se definen los roles de cada miembro del equipo con base en su carácter, comportamiento, etc. (rol de líder, rol de integrador, rol de optimista, etc.).
3. Normalización y adecuación de los comportamientos: los modos de trabajo y comportamiento se están integrando unos con otros hasta la completa eliminación de fricciones.
4. Dinámica de autoorganización. Aparece en equipos estables que desarrollan su trabajo con un alto rendimiento.
5. Disolución del equipo. Al terminar el trabajo, el equipo se disuelve.

Para conseguir este espíritu de equipo se emplean técnicas de dinámica de grupos que persiguen facilitar las relaciones entre todos los miembros, como, por ejemplo, organizar reuniones informales fuera del ámbito de trabajo y establecimiento de objetivos comunes entre otros.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Cursos de formación*

Tal y como se ha descrito, la impartición de formación en técnicas específicas y referentes al propio proyecto es una de las bazas más importantes para disponer de perfiles adecuados en el proyecto. Esta herramienta se puede emplear tanto al comienzo como durante el proyecto, puesto que lo habitual es que haya un flujo constante de recursos humanos en el proyecto.

### b) *Comunicación y actividades informales*

Para conseguir un buen ambiente de equipo y que todos los componentes se sientan involucrados, es importante realizar actividades informales que fomenten las relaciones personales entre los miembros del equipo. En ese sentido, el director de proyecto debe promover actividades distintas de las que se realicen en el proyecto y que favorezcan el conocimiento interpersonal de los componentes. Por otra parte, también es muy importante que los componentes se sientan informados debidamente de todos los pormenores del proyecto. No hacerlo así puede generar el sentimiento de que el director de proyecto «utiliza» a las personas en lugar de hacerlas partícipes del proyecto. Las actividades de comunicación se analizan en el capítulo dedicado a la gestión de las comunicaciones en el proyecto.

### c) *Relaciones personales*

Aparte de técnicas concretas como las anteriores, muy tangibles y visibles, el director de proyecto debe promover el conocimiento mutuo de los componentes del equipo, facilitar las relaciones profesionales entre estos y de este modo generar un ambiente de confianza entre todos los recursos humanos del proyecto. Esta forma de actuar por parte del director de proyecto da lugar a equipos más cohesionados y con un mayor sentido de pertenencia al grupo. Por ello, aparte de técnicas de gestión de costes, tiempos, alcance y otras tantas áreas que se estudian en este manual, el director de proyecto debe cultivar las relaciones personales en el equipo para facilitar la comunicación, colaboración y autoorganización de los miembros del equipo.

## 2.6. Coordinar al equipo de personas del proyecto (GPP6)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de coordinación del equipo de personas es quizá de las más importantes dentro del proyecto. Es cierto que la estimación de costes, plazos o la definición del alcance suponen parámetros cuantificados que el proyecto ha de cumplir; pero para que esto pase es indispensable que los equipos de trabajo estén correctamente gestionados y coordinados. La gestión/coordinación de los equipos de trabajo consiste en monitorizar de forma permanente la eficacia de los mismos, con el fin de detectar cuanto antes posibles deficiencias en el trabajo realizado, ya sea en tiempo, coste o alcance.

Además esta actividad se ha de ver complementada con la actividad de incorporación, sustitución o supresión de los componentes del equipo en función de las necesidades, demandas, dificultades y riesgos del proyecto. La adecuación de los recursos a la realidad del proyecto es una cuestión de obligatoria ejecución por parte del director de proyecto: decidir cuándo entra cada recurso, cuándo se puede liberar, qué recursos hay que sustituir, cuáles requieren atención especial, cómo combinar los recursos humanos para que sean más eficientes y otras tantas cuestiones, son esenciales para que el proyecto tenga éxito.

Pero no solo esto, la coordinación implica también imponer normas al equipo, exigir responsabilidades, ayudar a cada componente del equipo, entender la realidad de cada uno de ellos y conocer el trabajo que están desarrollando. Esto entronca directamente con otra de las tareas que ha de desempeñar un director de proyecto y es la gestión de conflictos. Dadas las muchas interrelaciones que surgirán en el proyecto, no es descartable pensar en la aparición de conflictos por los dispares intereses y planteamientos que tienen los componentes del equipo.

Las entradas más importantes para realizar esta actividad son el calendario del proyecto para saber cuándo ha de entrar cada recurso, así como las evaluaciones periódicas del desempeño que se han de realizar y el registro de incidentes que se lleve en el proyecto. El resultado más visible de esta actividad son solicitudes de cambio en el equipo.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Evaluaciones de desempeño*

Tal y como se ha comentado previamente, el director de proyecto ha de contar con información sobre el desempeño de los miembros del equipo para conocer el grado de cumplimiento de cada uno de ellos. Por esta razón, cualquier técnica de evaluación del desempeño ayudará al director de proyecto a decidir sobre la idoneidad de los recursos asignados.

Una evaluación del desempeño mide de forma objetiva el comportamiento profesional de las personas, las competencias de estas, su rendimiento y productividad en el trabajo, básicamente se trata de evaluar cómo es un profesional, qué hace dicho profesional y cómo logra sus objetivos. Es importante este matiz, puesto que inicialmente el desempeño se empleaba exclusivamente para la medición de la consecución de logros, mientras que, en la actualidad, la tendencia es a valorar también las competencias, habilidades y grado de utilización de dichas competencias y habilidades para lograr los objetivos.

Existen varios modelos de evaluación del desempeño:

- Autoevaluación. Cada empleado valora su desempeño respecto a determinados parámetros fijados con antelación.
- Modelo de evaluación 90°. En este modelo de evaluación, son los superiores los que evalúan al empleado.
- Modelo de evaluación 180°. Se caracteriza por ser los compañeros de igual nivel los que realizan la evaluación.

- Modelo de evaluación 270°. En este caso la evaluación proviene desde los subordinados jerárquicamente.
- Modelo de evaluación 360°. Es una combinación de los anteriores casos, promoviendo la evaluación por superiores, iguales y subordinados.

En todos los casos los modelos de evaluación admiten varias posibilidades:

- Evaluación del desempeño por competencias. Se trata de evaluar si el empleado dispone de las competencias requeridas para el puesto en cuestión.
- Evaluación del desempeño por objetivos. En este caso se evalúa la consecución de objetivos por parte del empleado.
- Evaluación del desempeño por incidencias de carácter crítico.
- Evaluación del desempeño por la relación coste-beneficio para la empresa.

### EJEMPLO 3

El proyecto eClients del despacho de abogados pretende realizar una evaluación del desempeño, tanto de habilidades *software* como de habilidades *hardware*. Organizar en una tabla cómo sería el modelo de evaluación de competencias en dicho proyecto, sabiendo que en el proyecto participan el jefe de proyecto, un responsable de desarrollo informático, con un analista-programador y un programador, el jefe de equipo de escaneo, junto con dos administrativos y el jefe de compras.

Para realizar la evaluación, indentificamos todas las competencias *software* y *hardware* que se exigirán a cada componente de cada equipo. Se establece un nivel esperado para cada competencia y se procede a una evaluación 360° de cada empleado. El promedio de la evaluación queda reflejado en la siguiente tabla:

Valoración - - Valor esperado	Director de proyecto	Jefe de equipo de desarrollo	Analista programador	Programador	Jefe de equipo de escaneo	Administrativo1	Administrativo2	Jefe de compras
<b>Softs kills</b>								
Trabajo en equipo	5-5	5-5	3-4	3-4	3-4	1-3	1-3	3-5
Adaptabilidad	5-5	4-5	3-4	3-4	3-4	1-3	1-3	2-5
Iniciativa	5-5	4-5	1-3	1-3	1-3	1-1	1-1	1-5
Técnicas de gestión de equipos	5-5	3-5	No aplica	No aplica	4-5	No aplica	No aplica	No aplica



Valoración – – Valor esperado	Director de proyecto	Jefe de equipo de desarrollo	Analista programador	Programador	Jefe de equipo de escaneo	Administrativo1	Administrativo2	Jefe de compras
----------------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------	-------------	------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------



Hard skills								
Manejo de scáneres	No aplica	1-2	3-3	3-3	4-5	3-3	3-3	No aplica
Manejo de <i>software</i> de scáneres	No aplica	1-3	3-3	3-3	4-5	3-3	3-3	No aplica
Técnicas de gestión de proyectos	5-5	2-3	1-3	1-3	4-5	No aplica	No aplica	No aplica
Técnicas de compras	3-5	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	3-5

### b) Sesiones individuales con cada miembro del equipo

Las conversaciones formales e informales con cada miembro del equipo ayudan a identificar posibles conflictos, problemas, sinergias, etc., de modo que esta información puede ser empleada por el director de proyecto para proponer mejoras en el equipo. Los directores de proyecto poco permeables al entorno de trabajo disponen por lo general de menos información y, por tanto, las decisiones que tomen tienen un mayor riesgo. En el polo opuesto, los directores de proyecto, que hablan e interactúan constantemente con el equipo, disponen de mucha información y pueden tomar mejores decisiones.

### c) Resolución de conflictos

El director de proyecto debe formarse en técnicas de gestión, pero sin duda la más relevante es la de resolución de conflictos. Los conflictos surgen de forma natural en cualquier grupo y por ello no es de extrañar que también aparezcan en los proyectos. Deben ser vistos como una cuestión del grupo, del equipo y no como cuestiones personales de dos personas del equipo. Para poder ser abordados con garantías de éxito, se deben enfocar con una mentalidad muy abierta, sin prejuicios y centrándose en los asuntos y no en las personalidades de los miembros involucrados.

En un conflicto, para que esté bien enfocado, debe conocerse claramente la importancia del mismo, así como la intensidad que este tenga. Igualmente importante es el plazo dispo-

nible para su resolución y la postura que han adoptado cada una de las partes. Teniendo estos elementos identificados, el director de proyecto puede optar por una de las siguientes alternativas para resolverlo:

- Evitación.
- Reconciliación.
- Consentimiento.
- Forzamiento.
- Colaboración.
- Confrontación.

#### d) Soft kills

Se ha indicado anteriormente pero es preciso incidir en la importancia de este tipo de habilidades para la resolución de los problemas. Herramientas como el liderazgo, la influencia, la persuasión, la comunicación, la empatía o la motivación son elementos indispensables para un director de proyecto que desee acometer con éxito cualquier proyecto.

#### e) *Herramientas de motivación y disciplinarias*

En toda organización es preciso contar con herramientas motivantes y coercitivas para hacer cumplir las normas y premiar a aquellos que más se esfuerzan por cumplir los objetivos. Por ello se deben instaurar en el proyecto medidas que ayuden a beneficiar a aquellos integrantes que más aportan al proyecto y medidas punitivas para aquellos que menos colaboran, más obstaculizan e interrumpen el normal desarrollo del proyecto. Entre estas herramientas pueden estar la flexibilidad horaria, mejoras retributivas, expedientes disciplinarios, sanciones, etc.

## 2.7. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPP7)

### A) Descripción de la actividad

En el caso de que se observe que las actividades de gestión de recursos planificadas no son realmente necesarias, suele suceder que estas se abandonan a mitad de proyecto. Es por ello recomendable ejecutar esta actividad que formaliza el cierre de las mismas. Las entradas que se deben considerar son las actividades que se adaptaron o adoptaron y que finalmente no se ejecutaron. Y como salida tendremos la formalización del cierre de las mismas.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

## Conceptos básicos

En este capítulo hemos abordado el tema de la gestión de recursos humanos y materiales en un proyecto. En cuanto a los recursos humanos, hemos visto que dado que la cuantificación de los mismos ya se había realizado a la hora de estimar los costes y los plazos, en este capítulo solo ha sido necesario determinar cuántos recursos de cada tipo se debían incorporar y ejecutar dicha incorporación.

En cuanto a los recursos materiales, hemos visto la necesidad de estimar e incorporarlos, tanto en el caso de los recursos materiales como en el de los recursos humanos. Se ha visto que las posibilidades de incorporación son varias: contratación, compra, subcontratación, alquiler, *renting*, *leasing*, entre otras.

Además, se ha expuesto cómo la gestión de recursos humanos requiere de determinadas competencias por parte del director de proyecto que no son fáciles de encontrar. Entre estas características incluimos todas las relacionadas con *soft skills*:

- Diálogo.
- Resolución de conflictos.
- Liderazgo.
- Influencia.
- Persuasión.
- Promoción del desarrollo de equipo.
- Habilidades interpersonales.

Esto sin olvidar que la dirección de proyecto requiere además:

- Evaluación del desempeño.
- Formación y capacitación.
- Coordinación con otros departamentos, como el de compras y el de recursos humanos.

## Ejercicios voluntarios

1. Para la estructura de desglose de trabajos de la figura 1, en el capítulo 5, se sabe que las tareas de compras se realizarán por el responsable de compras, y las actividades técnicas las realizará el propio responsable de informática. El director de proyecto participa activamente en estas tareas y es el máximo responsable de las compras para el proyecto; no solicita estar informado de todas las actividades. Plantear una posible matriz RACI para dicho proyecto.

2. Realizar un diagrama jerárquico para el ejercicio anterior.
3. Para la estructura de desglose de trabajos de la figura 1, en el capítulo 5, realizar un diccionario de recursos materiales necesarios en el proyecto.
4. En el proyecto del despacho de abogados se ha producido un conflicto con el Departamento de Compras, pues, según los operarios, el escáner falla constantemente. Analizar las ventajas e inconvenientes de cada alternativa de resolución de conflictos en este caso.
5. Identificar una posible lista de cursos de formación que podrían ser necesarios en el proyecto del despacho de abogados.



# La gestión de la comunicación y la información en el proyecto

## Objetivos del capítulo

La comunicación y la información en los proyectos son la base del éxito de los mismos. Es cierto que los proyectos pueden fracasar por un tema de costes, de plazos o de calidad, pero el área de gestión de la información y la comunicación subyace a todos ellos. Al final, los proyectos tienen éxito porque la comunicación fluye. No es condición suficiente, pero sí necesaria. Ningún proyecto puede tener éxito si la información y la comunicación no están debidamente gestionadas.

En este sentido, el capítulo pretende presentar las actividades básicas a realizar en cuanto a gestión de la información y la comunicación para que las necesidades de un proyecto queden mínimamente cubiertas.

La relación de esta área de gestión con otras es evidente. Por una parte, se ha de informar de todos los indicadores generados en costes, plazos, calidad ... Por otra, se ha de contar con la gestión de interesados para informar a cada uno de lo que realmente les interesa en el momento oportuno.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de la comunicación y la información en un proyecto

Para ello, el grupo de actividades de gestión de la comunicación y la información en un proyecto señala un conjunto de actividades de gestión que se deben desarrollar para acometer la tarea de gestionar qué informar, cuándo, cómo y a quién:

1. Identificación de las actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GIC1).
2. Realizar el plan director de comunicación en el proyecto (GIC2).
3. Recopilar datos, indicadores y otra información (GIC3).
4. Comunicar a los interesados sobre la información que deben recibir (GIC4).
5. Monitorización de las comunicaciones en el proyecto (GIC5).
6. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GIC6).

## 2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones en el proyecto

### 2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GIC1)

#### A) Descripción de la actividad

Es un hecho que la información y la comunicación en cualquier proyecto resultan ser la base del éxito del mismo. Es cierto que se deben manejar aspectos tales como costes, plazos, calidad, riesgos, etc., pero la importancia de la correcta comunicación de información precisa resulta vital para los intereses del proyecto. En definitiva, la información es la base para indicar en un proyecto qué hacer, cómo hacerlo, cuándo, con qué criterios, etc. La comunicación y la información resultan así ser los cimientos sobre los que se construye cualquier proyecto, ya sea de obra civil, informático, industrial o de cualquier otra disciplina.

Es por ello que la correcta gestión de la información y la comunicación en tiempo, forma y modo resultan esenciales para que los proyectos puedan tener éxito. Es impensable un gran proyecto en el que la comunicación y la información no estén debidamente gestionadas. Pensemos en un equipo de cuatro personas. En ese caso, las posibilidades de comunicación entre dos componentes del equipo ascienden a:

$$\binom{4}{2} = \frac{4!}{2! \cdot (4-2)!} = \frac{4!}{2! \cdot 2!} = 6$$

Es decir, existen seis posibilidades de comunicación dos a dos con solo cuatro miembros en el equipo.

Por otro lado, las posibilidades de comunicación de tres en tres (es decir, uno envía información a otros dos participantes):

$$\binom{4}{3} = \frac{4!}{3! \cdot (4-3)!} = \frac{4!}{3! \cdot 1!} = 4$$

es decir, existen cuatro posibilidades de comunicación entre tres componentes en un equipo de cuatro personas.

Por último, las posibilidades de comunicación grupal entre cuatro integrantes, en un equipo de cuatro miembros, es solo una:

$$\binom{4}{4} = \frac{4!}{4! \cdot (4-4)!} = \frac{4!}{4! \cdot 0!} = 1$$

Concluimos que en un equipo de solo cuatro miembros existen hasta  $6 + 4 + 1 = 11$  posibilidades distintas de distribuir la información. De forma general, el número de posibilidades de distribuir la información en un equipo de  $(m)$  componentes es (la comunicación mínima sucede entre  $i = 2$  personas y la máxima distribución de información sucede entre  $i = m$  personas):

$$\sum_{i=2}^m \binom{m}{i} = \sum_{i=2}^m \frac{m!}{(m-i)! \cdot (i)!} = \frac{m!}{(m-1)! \cdot (2)!} + \frac{m!}{(m-2)! \cdot (3)!} + \dots + \frac{m!}{(0)! \cdot (m)!}$$

Llegados a este punto, es fácil ver lo rápido que crecen los canales de comunicación o distribución de la información conforme crece el número de personas que componen el equipo.

Resulta clara entonces la necesidad de establecer mecanismos de comunicación y distribución de la información en el proyecto. De no ser así, se corre el riesgo de no informar adecuadamente a cada interesado y esto puede acarrear graves consecuencias para el proyecto.

El objetivo por tanto de este grupo de actividades es determinar quién informa, de qué se informa, cuándo se informa, a quién se informa, cómo se informa. Fijémonos en que se incluyen los elementos básicos de la comunicación: emisor-receptor-mensaje-canal, además del temporal y/o frecuencial. Estos parámetros son los que determinan el modelo de comunicación de un proyecto.

## B) Técnicas. Herramientas

*Juicio de expertos.* Aunque desde el punto de vista numérico, incluso en pequeños equipos, existen múltiples vías de comunicación, el modelo de distribución de información es sensiblemente diferente en los proyectos dependiendo de su tamaño. Por ello, un director de proyecto experimentado, o la colaboración de un grupo de expertos, es necesario para determinar si es preciso desarrollar el conjunto de actividades o, por el contrario, se recurre a una comunicación informal.



La selección de una comunicación informal, o bien una comunicación más organizada, está relacionada no solo con el tamaño del proyecto, sino con el modelo de ciclo de vida que se haya seleccionado. Así, en proyectos en los que el ciclo de vida empleado sea un ciclo de vida ágil, la comunicación tiene un carácter informal y no es preciso una administración de la información tan procedimentada. En los modelos ágiles (Scrum, XP ...), los mecanismos de comunicación están definidos en el propio modelo mediante reuniones diarias del equipo (lo cual es posible por su pequeño tamaño).

En proyectos de gran tamaño, se suelen seleccionar todas las actividades de este grupo para organizar correctamente los canales, emisores y receptores, así como los mensajes a transmitir.

En cualquiera de los casos, es potestad del director de proyecto optar por una u otra vía, según las necesidades detectadas en el proyecto.

## 2.2. Realizar el plan director de comunicación en el proyecto (GIC2)

### A) Descripción de la actividad

El plan director de gestión de las comunicaciones y la información es un documento a elaborar por el director de proyecto cuya finalidad es la de detectar la información que se debe hacer llegar al conjunto de interesados del proyecto, así como el emisor y los medios a emplear para ello y el instante en que se ha de producir dicha comunicación.

Esta actividad consta por tanto de dos partes. En la primera, se trata de identificar a todos los interesados en el proyecto: promotores, técnicos, usuarios, clientes, empleados, proveedores, etc. y a todos aquellos que de una u otra forma tengan relación con el proyecto. Y una segunda parte en la que se determina la estrategia de comunicación con cada uno de ellos.

1. *Identificación de los interesados.* Para la primera parte de la actividad se puede tomar como base el documento de definición del proyecto y el plan de recursos humanos y materiales. En el primero, encontraremos a los interesados más «externos» a la ejecución del proyecto y en el segundo, a los interesados que tienen una relación directa con la ejecución del proyecto (aunque probablemente existan interesados que provengan de proveedores de recursos externos).

Esto dará como resultado una lista de personas e instituciones que deben ser informadas en algún momento sobre alguna cuestión del proyecto: el avance, los costes, las necesidades, especificaciones, incorporación al proyecto, tareas, o cualquier otra cuestión relacionada con el mismo.

Pero no es suficiente solo con reconocer el conjunto de interesados. Es importante caracterizarlos adecuadamente para que sepamos la influencia y el poder que tienen sobre el proyecto. Para ello se ha de realizar un análisis mediante la herramienta «Matrices de poder, interés e impacto de los *stakeholders*», que veremos más adelante.

2. *Estrategia de comunicación.* En la segunda parte de esta actividad procederemos a la planificación de las comunicaciones y de la información. A partir del resultado de identificación de los interesados y de la información de la matriz de poder e interés de los mismos, se debe identificar qué información requiere cada uno de los interesados, quién y cuándo se debe suministrar dicha información y mediante qué canal se le hará llegar.

Esta segunda etapa está directamente relacionada con el grupo de actividades de «Gestión de los interesados», puesto que no podemos separar la gestión de las expectativas y la gestión de los interesados de la información que se les hace llegar en cada momento. Es por esto que la planificación de la comunicación y la información debe ser coherente con la gestión de interesados que se defina. ¿Qué pretendemos indicar con esto? Pues que el flujo de información hacia los interesados debe ser coherente con la gestión de expectativas que se esté realizando sobre ellos. Con esto no se pretende indicar que el director de proyecto tenga que comunicar en mayor o menor medida, simplemente que el grado de comunicación ha de ser coherente y compatible con las expectativas generadas en cada *stakeholder*.

En esta segunda parte partiremos de la información generada en las matrices de poder, interés e impacto de los *stakeholder*, así como de la información generada en el grupo de actividades de gestión de los *stakeholder* y como resultado se obtendrá la estrategia de comunicación e información con los interesados del proyecto, que es parte del plan de gestión de la información y de las comunicaciones.

Una vez hemos completado las partes primera y segunda de esta actividad, obtenemos el plan de gestión de la información y de las comunicaciones. La figura 1 incluye un índice de dicho documento:

■ Figura 1. Índice de un plan de gestión de la comunicación

<b>Plan de gestión de la información y de las comunicaciones</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de los interesados y requisitos de información identificados</li> <li>2. Información a enviar: contenido, formato, detalle, idioma y clasificación de la misma</li> <li>3. Instante y frecuencia de la comunicación</li> <li>4. Responsable de generar la información</li> <li>5. Responsable de validar la información</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Responsable de autorizar la distribución</li> <li>7. Receptor de cada información</li> <li>8. Herramientas <i>software</i> empleadas en la comunicación</li> <li>9. Herramientas <i>software</i> para almacenar y generar la información</li> <li>10. Proceso de escalado de incidentes y problemas</li> <li>11. Actividades de mejora de la comunicación</li> <li>12. Diagramas de flujo de información</li> <li>13. Estrategias de comunicación con cada interesado</li> </ol>

Al igual que sucediera en otras ocasiones, este plan detalla perfectamente cómo se gestionará la información y su distribución.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) Juicio de expertos

Es una buena idea recurrir a expertos que puedan asesorar al director de proyecto sobre las necesidades de información de cada uno de los *stakeholder* del proyecto. Independientemente de otras técnicas y conocimientos que pueda disponer el director de proyecto, resulta muy útil contar con opiniones externas que pueden hacer ver la importancia de informar de unas u otras cuestiones a determinados interesados en el proyecto.

### b) Matrices de poder, interés e impacto de los stakeholders

Las matrices de poder, interés e impacto de los *stakeholder* tratan de relacionar el poder, interés e impacto en el proyecto de los *stakeholder*. Estos tres parámetros son interesantes porque calibran la influencia que cada interesado puede tener en el proyecto y cómo pueden afectar sus decisiones sobre el proyecto.

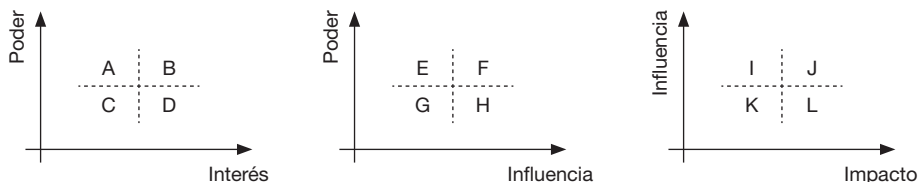
Para elaborar estas matrices, lo primero que se debe hacer es elaborar una lista de interesados o *stakeholders* y se identifica para cada uno de ellos el poder que tiene para hacer que el proyecto evolucione de una u otra forma, para cancelarlo o ampliar presupuesto/plazo, para modificar su organización o para reconducir el producto o servicio que se está elaborando. De igual forma, se debe identificar para cada uno el interés que tiene el proyecto, esto es, cuánto empeño pueden llegar a poner dichos interesados en hacer que el proyecto llegue a término con éxito. Esto depende de la influencia que pueda tener el proyecto y cómo repercuta en cada *stakeholder*. Por ejemplo, si un técnico está trabajando en un proyecto como subcontratado y existe el compromiso de que finalizando con éxito el proyecto se le hará una oferta para contratarlo en la empresa ejecutora del proyecto, entonces dicho técnico tendrá mucho interés en el proyecto, aunque probablemente tenga poco poder y poco impacto.

Por último, el impacto de un interesado en un proyecto se refiere a la capacidad que este puede tener para modificar aspectos concretos del proyecto, tales como alcance, plazo o presupuesto.

Cada una de estas matrices divide a los interesados en cuatro categorías. Así, por ejemplo, en la primera matriz poder/interés, la categoría A se refiere a interesados con poco interés en el proyecto, pero con un gran poder sobre el mismo. En estos casos se debe optar por una estrategia de mantener satisfecho. Cuestión distinta es lo que sucede con los interesados en el cuadrante D. En estos casos de interesados con gran interés, pero poco poder fáctico sobre el proyecto, bastaría con mantener informados. Otro ejemplo claro lo encontramos con los interesados ubicados en el cuadrante F. En este caso se trata de *stakeholders* con gran poder y gran influencia en el proyecto, por lo que la recomendación es la de tratarlos y gestionarlos de manera muy atenta. Sus decisiones pueden acabar con el proyecto.

A continuación, una vez completadas las matrices, se debe valorar cuál ha de ser la respuesta a cada interesado. En unos casos interesará potenciar su respuesta, si favorece al proyecto y, en otros, mitigar o minorar su respuesta, si esta va en contra de los intereses del proyecto.

■ Figura 2. Matrices de poder e influencia de los interesados en un proyecto



## 2.3. Recopilar datos, indicadores y otra información (GIC3)

### A) Descripción de la actividad

Esta actividad, dentro de la gestión de la información y la comunicación, tiene por objeto la generación de los datos, información y conocimiento en forma de tablas, gráficos o informes que se han de distribuir a cada interesado.

La información y datos a recopilar puede provenir de las herramientas de gestión que se estén empleando en el proyecto. La mayor parte de las herramientas *software* de gestión de proyectos generan los informes necesarios.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de lo que estamos indicando. En la figura superior tenemos varios tipos de informes, los cuales se pueden configurar con los despleables existentes en la parte derecha. En la figura inferior se ofrecen otros informes relacionados con costes, líneas base, tiempos, etc. Por lo general, estos informes son personalizables, de modo que el usuario puede elaborar sus propios reportes independientemente de los que traen las herramientas configurados por defecto.

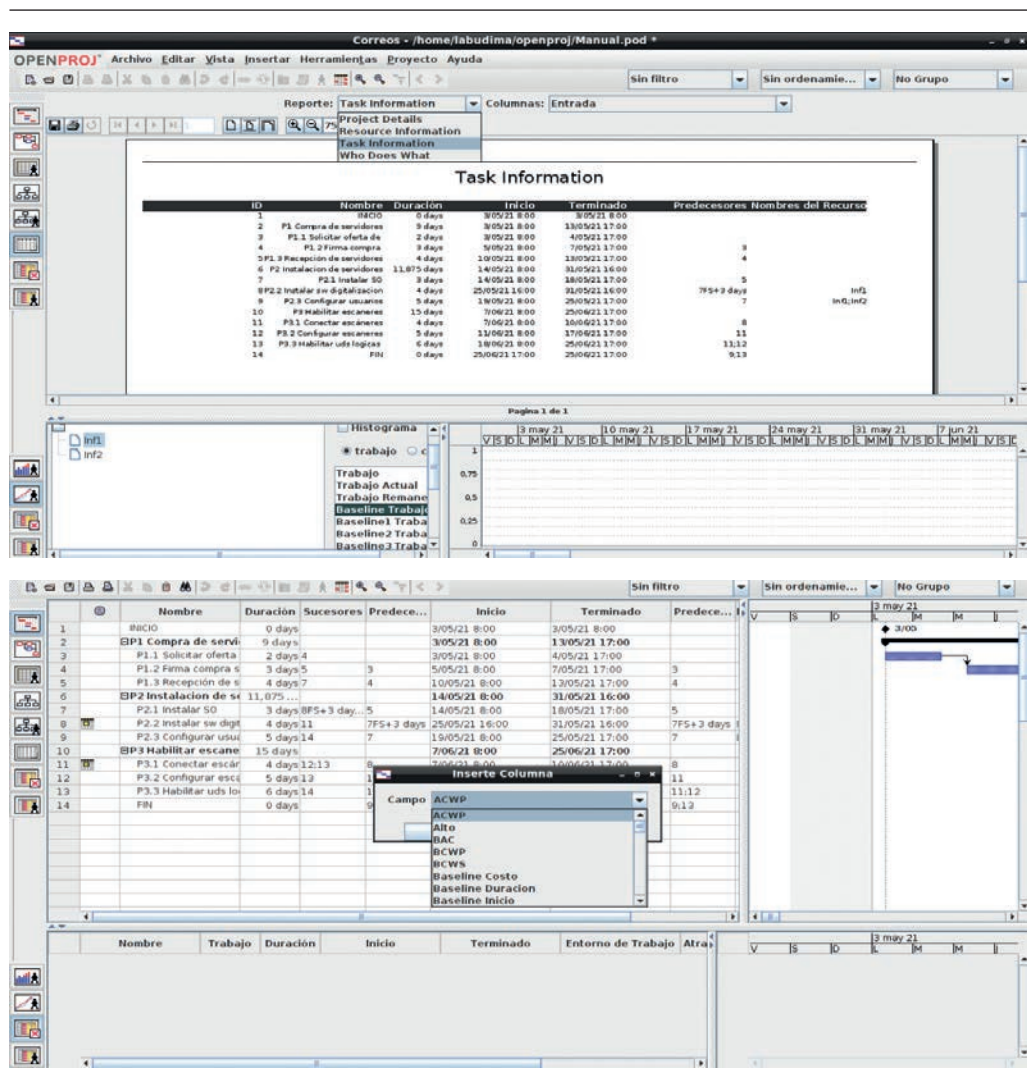
Además, casi todas las herramientas *software* disponen de automatizaciones que permiten programar los envíos de información a usuarios, según perfil, interés, etc.

No obstante, y aun pudiendo obtener prácticamente toda la información del proyecto a partir de este tipo de herramientas, a veces la información se debe agregar manualmente. Esto suele suceder con los indicadores de carácter específico. Por ejemplo, si solicitamos a una herramienta de *testing* de *software* el número de errores existentes, abiertos y cerrados, es muy probable que pueda generar dicha información. Ahora bien, si necesitamos un indicador de errores generados por usuario y día, lo normal es que debamos calcularlos a mano. Por tanto, debemos asumir que los informes a distribuir serán una mezcla entre los generados de forma automática y los generados manualmente.

Las entradas de esta actividad se toman a partir de la información contenida en el plan de gestión de la información y de las comunicaciones, que indica, por una parte, qué información y datos deben estar disponibles para enviar y, por otra, cada uno de los indicadores

y reportes generados en otras áreas de gestión, que servirán para los envíos y publicaciones que se realizarán dentro de la gestión de la información y las comunicaciones. Es decir, básicamente las entradas son todas las información e indicadores que se generen automáticamente o que tengan que ser manualmente generadas (según lo que indique el plan de gestión de la información y la comunicación). El resultado de esta actividad es claro: un conjunto de datos, gráficos, reportes, indicadores, etc. que se deben distribuir adecuadamente a los interesados.

■ Figura 3. Informes en Openproj



## B) Técnicas. Herramientas

*Software* de gestión de proyectos. *Software* específico. Dada la gran cantidad de información manejada hoy día en los proyectos, es fácil entender que esta gestión solo es posible a partir del uso de herramientas *software*. Es por esto que la generación de informes estará fundamentalmente basada en el empleo de herramientas de gestión de proyectos (MS-Project, Openproject, Openproj ...), así como herramientas específicas dentro de la disciplina ingenieril en que se desarrolle el proyecto (métricas específicas en proyectos informáticos, métricas específicas en proyectos aeronáuticos, métricas específicas en proyectos de construcción, etc.).

## 2.4. Enviar la información a los interesados (GIC4)

### A) Descripción de la actividad

Esta actividad ejecuta lo establecido en el plan de comunicación. Es decir, se distribuyen todos y cada uno de los informes, datos, gráficos, etc. que se hayan definido para envío a cada uno de los interesados. Además, se deben realizar en los instantes prefijados en el plan, por ejemplo, si semanalmente se reporta el grado de avance del proyecto, esta actividad realiza el informe semanal de los avances. Si para cada incidente de tipo muy grave, se ha de realizar un informe de urgencia sobre el mismo, esta actividad se encarga de que dicho informe sea ejecutado y enviado con cada incidencia muy grave. Es cierto que hoy día esta actividad está muy automatizada y prácticamente son las propias herramientas *software* las que generan todos los reportes necesarios. Así, en el ejemplo anterior, cuando la herramienta de *testing* detecta que se ha introducido una incidencia de tipo muy grave, automáticamente genera el informe y lo envía a los destinatarios predefinidos. Lo mismo sucede con los informes de avance: la herramienta de planificación y control de costes del proyecto se puede configurar para que, semanalmente, genere y envíe dichos informes. Es evidente que la principal entrada para esta actividad es el plan director de gestión de la información y las comunicaciones previamente elaborado, así como el conjunto de informes con indicadores del proyecto que se genera en cada área de conocimiento (recursos humanos, costes, plazos, etc.). El resultado de esta actividad es la propia distribución de la información (no es un resultado o bien tangible). El punto de partida o entrada para esta actividad es el plan generado en GIC2, que contiene qué información hay que enviar a cada interesado y cuándo, y el conjunto de informes e indicadores generados en GIC3, que es precisamente la información a enviar. Con ambas entradas se procede a la publicación o envío de la información, que es precisamente lo que se espera como resultado de esta actividad.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Herramientas software de gestión de la información y de comunicaciones*

Las herramientas que se emplean tienen que ver con herramientas *software* de distribución de información. Aquí podemos pensar en una amplia gama de productos que ayudan a compartir la información:



- Herramientas CMS. Los gestores de contenidos son herramientas para manejar el flujo de información, aprobarlo, rechazarlo, hacerlo público, ocultarlo, etc. Son útiles en grandes organizaciones y, por lo general, están basados en tecnologías webs para hacer accesible la información en cualquier ubicación y dispositivo.
- Herramientas Wiki. Las wikis son repositorios de información en los que múltiples colaboradores acceden para subir, validar, rechazar o mejorar la información disponible. En general, se distinguen de los CMS en que la validación y aprobación de la información es pública y reside en los propios usuarios, sin que exista una entidad centralizada que gobierne la información.
- Herramientas EMS. Los gestores de contenido empresarial son una extensión de los típicos CMS que incluyen todo tipo de documentación empresarial, más allá de los formatos ordinarios (suelen incluir documentos escaneados, fotocopios, fotografiados, webs, pdf, formatos específicos Xml, etc.).

Existen otros tipos de repositorios de información específicos por áreas de ingeniería, por ejemplo, en el ámbito informático GitHub, y otros que generan URL públicas inviolables (por ejemplo, Zenodo), si bien el análisis de todos ellos escapa al ámbito de este manual.

Las herramientas comentadas se denominan de tipo *pull*, pues es el usuario el que debe ir a buscar la información; es decir, el modelo de comunicación se basa en hacer pública determinada información a determinados interesados, por lo que el interesado no recibe directamente la información, sino que debe ir a buscarla al repositorio o servidor.

En el polo opuesto tenemos las comunicaciones de tipo *push*. En estas, la información es remitida al interesado, bien mediante correo electrónico, mediante informes escritos tradicionales, mediante SMS, *whatsapp* o cualquier otro sistema de comunicación que permita el envío específico de información a usuarios seleccionados.

Existe una variante a estas alternativas que consiste en emplear una comunicación de tipo *push* simplemente para informar que tiene disponible un informe, al cual accede mediante tecnología *pull*.

### b) Comunicación grupal

Aparte de las técnicas basadas en herramientas *software*, la comunicación presencial pública sigue siendo una de las herramientas más eficaces para dirigirnos a un público específico y hacerle llegar una información mucho más enriquecida que la meramente textual: sesiones de presentación, eventos organizados, conferencias, etc. son herramientas de comunicación muy empleadas en grandes proyectos.

### c) Reuniones informales

En pequeños proyectos, es habitual que la comunicación se realice de un modo más informal mediante reuniones diarias o casi diarias entre todos los componentes del equipo más alguno de los *stakeholder*. En estos casos la informalidad de la comunicación facilita el proceso comunicativo y por ello estos proyectos son más ágiles en términos de gestión.

## 2.5. Monitorización de las comunicaciones en el proyecto (GIC5)

### A) Descripción de la actividad

En prácticamente todas las áreas de gestión existe una actividad dedicada a la monitorización. Dicha actividad es útil para precisamente la gestión de la calidad en el proyecto, pues recordemos que la calidad es la que verifica que las actividades se están desarrollando según se planificó en cada plan respectivo. En este caso, sucede lo mismo. La actividad de monitorización de la información y las comunicaciones vela porque se estén generando los informes y datos necesarios, así como supervisar la correcta distribución de los mismos.

Dado que, como se indica más adelante, las técnicas a emplear se basan en la auditoría y en la inspección y verificación, esta actividad toma como punto de partida el plan de gestión de la información y la comunicación y los envíos y publicaciones generados en la actividad anterior (GIC4). Se compara y audita si los interesados han recibido la información y tienen acceso a los datos que se indican en el plan de gestión de la información y la comunicación, en tiempo, forma y contenido. El resultado de esta actividad serán las posibles gestiones de cambio a solicitar en caso de que hubiera deficiencias en la publicación y envío de la información.

### B) Técnicas. Herramientas

*Auditorías e inspecciones.* La herramienta de control por excelencia en este caso son las inspecciones, auditorías y revisiones de la información enviada y publicada. Estas acciones permiten obtener conclusiones sobre si la información fue entregada y publicada debidamente (tiempo, forma, plazo) a los correspondientes interesados o hubo algún tipo de anomalía.

Este chequeo periódico suele estar contenido en el plan de calidad o en el propio plan de gestión de la comunicación y se realiza a lo largo de todo el proyecto.

## 2.6. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GIC6)

### A) Descripción de la actividad

En el caso de que se observe que las actividades de gestión de comunicación y de la información planificadas no son realmente necesarias, suele suceder que estas se abandonan a mitad del proyecto. Por eso es recomendable ejecutar esta actividad que formaliza el cierre de las mismas. Las entradas que se deben considerar son las actividades que se adaptaron o adoptaron y que finalmente no se ejecutaron. Como salida tendremos la formalización del cierre de las mismas.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.



### 3. Ejemplo de plan de gestión de la información y la comunicación

A continuación vamos a ilustrar con un ejemplo todo lo visto en este capítulo.

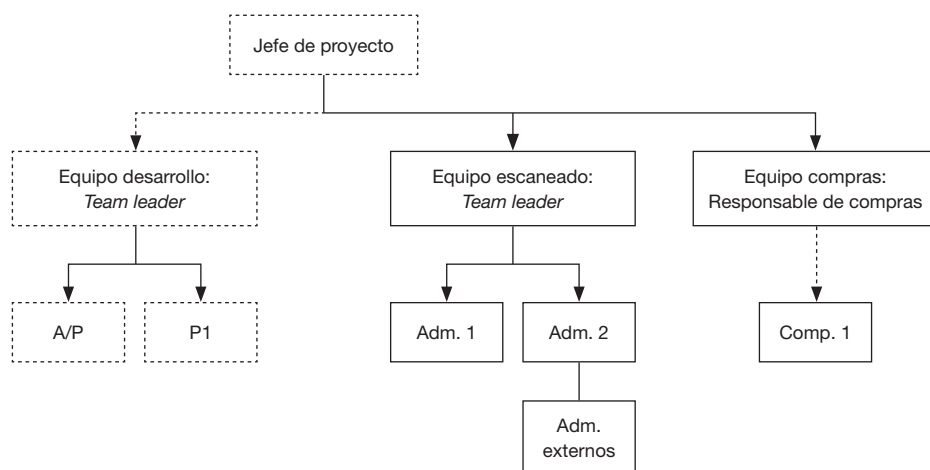
**Enunciado.** Para el proyecto eClients del despacho de abogados, se está trabajando en el escaneado de documentos. El jefe de proyecto se ha subcontratado a una consultoría externa y tanto los consultores informáticos como el equipo de escaneado dependen de él. La compra de los equipos se realiza por el despacho bajo la tutela del responsable de compras. El equipo extra para el escaneo de documentos se adquiere de una tercera consultoría.

**Solución.** Como primera medida, el director de proyecto decide que será necesario establecer un plan de gestión de la información y la comunicación, pues el modelo de ciclo de vida no es ágil, sino clásico, además de ser un proyecto suficientemente largo como para que sea necesario documentar todo.

Como primera medida se identifican los interesados o *stakeholder* del proyecto:

- Jefe de proyecto (JP).
- Jefe de equipo de desarrollo (JD).
- Equipo de desarrollo (ED).
- Jefe de equipo de escaneado (JE).
- Equipo de escaneado (los externos pueden depender de uno de los recursos internos) (EE).
- Responsable de compras (RC).

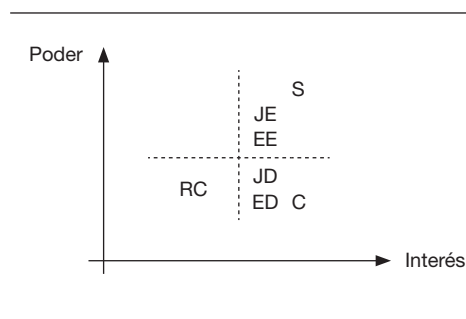
■ Figura 4. Organigrama jerárquico del proyecto



Además de estos interesados están los clientes (C) y los socios (S) del despacho de abogados.

Una vez tenemos identificados los interesados, generamos las matrices de influencia, poder, interés e impacto. En estas no incluimos al jefe de proyecto, pues tendrá acceso a toda la información del proyecto en todo momento. Por simplicidad, representamos solo la matriz poder vs. interés, pues en este proyecto no existe mucha diferencia entre poder e influencia, así como interés e impacto, ya que es un proyecto pequeño y no existe mucha variabilidad entre los interesados. En otros casos puede ser interesante hacer todas las matrices, puesto que podrían existir más divergencias entre todos los interesados.

■ Figura 5. Mapa de poder/interés en el proyecto



Según esta matriz, se debe cuidar especialmente la información proporcionada a los socios. Se debe atender por encima de otros interesados a las necesidades de información del responsable y equipos de escaneado. Asimismo, al responsable de compras le informaremos solo de lo más elemental que le afecte respecto al proyecto, y al responsable y equipo de desarrollo les mantendremos informados. A los clientes se les informará lo mínimo (posiblemente cuando el proyecto esté terminado o, como mucho, indicando que se están realizando mejoras en el proceso de envío de documentos al despacho).

Con esta información, creamos una tabla que contenga qué información, cuándo, quién y cómo se distribuye cada informe:

	Socios	Jefe de escaneado	Equipo de escaneado	Jefe de desarrollo	Equipo de desarrollo	Responsable de compras	Clientes
Indicador avance	M-RP -JP	S-K-JP		M-RP -JP			
Indicador coste	M-RP-JP	S-K-JP		M-RP-JP			
Indicador tiempos	M-RP-JP	S-K-JP		M-RP-JP			
Métricas errores		D-K-JE/JD	D-K-JE/JD	D-K-JE/JD	D-K-JE/JD		
Incidencias graves		I-@-JP		I-@-JP		P-@-JP	
Estado general proyecto	Q-@-JP	Q-@-JP	Q-@-JP	Q-@-JP	Q-@-JP		
Finalización proyecto							P-W-Sc



Leyenda: X-Y-Z: frecuencia-modo comunicación-emisor

M	Mensualmente	@	Por email
S	Semanalmente	K	Publicación wiki
I	Inmediatamente	RP	Reunión/presentación presencial
Q	Quicenalmente	W	Web
P	A la finalización del proyecto	JP	Jefe de proyecto
T	Puntualmente, si es de su ámbito	C	Cualquiera
D	Diariamente	Sc	Socios

El siguiente paso es definir qué debe contener cada informe. En este ejemplo y dado que estamos empleando Openproj como herramienta de gestión de proyectos, se acuerda dar por válido el contenido de los informes generados por defecto. En caso de no ser así, habría que definir el formato de cada informe o reporte y configurarlo para que se autogenera en Openproj.

Los informes de incidencias se generan manualmente, pues no se está empleando herramienta de gestión de incidencias o errores. La comunicación de final de proyecto será un anuncio con una carta a través de la web para que la puedan descargar los clientes.

A partir de este plan de comunicación se deben generar los informes e indicadores plasmados en la tabla y remitirlos con la frecuencia indicada a cada interesado.

Por último, el equipo de calidad supervisaría que dichos informes se están generando y enviando, solicitando pruebas que garanticen que se han generado y enviado en tiempo, forma y contenido.

## Conceptos básicos

En este capítulo se han revisado las actividades básicas a acometer para que la información fluya correctamente en un proyecto. Tal y como se indica, la gestión de la información y las comunicaciones es vital para que el proyecto tenga éxito. La cantidad de comunicaciones entre los distintos miembros del equipo de proyecto crece notablemente conforme se incrementa el número de participantes en el mismo.

Es por ello que resulta imprescindible establecer un plan de comunicación y de gestión de la información por el que se definan los siguientes parámetros:

- Quién informa.
- De qué se informa.
- Cuándo se informa.
- A quién se informa.
- Cómo se informa.

El primer paso a realizar consiste en la identificación de los interesados, su clasificación, según las matrices de interés, poder e influencia y en la definición de los indicadores e informes que cada uno de ellos ha de recibir, así como de la temporalidad/frecuencia de envío o publicación. Todo esto se plasma en un plan de gestión de la información y la comunicación que ha de ser ejecutado.

A continuación, la ejecución del plan conlleva el envío de correos, publicación de información, realización de presentaciones o sesiones presenciales, etc. mediante las cuales los interesados recibirán los datos e informes que se hayan definido en el instante que se haya determinado.

Y para que todo esto se realice convenientemente, se establece un mecanismo de control basado en auditorías que garantiza el cumplimiento del plan de comunicación y gestión de la información.

En todos los pasos se destaca la importancia de emplear herramientas de *software*, puesto que las cantidades de información manejada hacen inviable prescindir de sistemas de gestión del proyecto más o menos automatizados.

## Ejercicios voluntarios

1. Calcular todas las posibilidades de comunicación en un equipo de proyecto de cinco personas.

2. Una floristería encarga una página web a una empresa informática, de modo que los clientes puedan comprar online flores. Identificar los interesados a los que debemos informar, así como qué y cuándo hay que informarles.
3. Una floristería encarga una página web a una empresa informática, de modo que los clientes puedan comprar online flores. Preparar todas las matrices de poder, interés, influencia e impacto de los *stakeholders*.
4. Una floristería encarga una página web a una empresa informática, de modo que los clientes puedan comprar online flores. Esbozar cómo sería el plan de comunicación en este proyecto (asumir las hipótesis que se consideren necesarias).
5. Realizar una búsqueda de herramientas *software* para comunicación masiva (wikis, CMS, etc.).

# La gestión de los riesgos en el proyecto

## Objetivos del capítulo

En toda actividad humana existe la posibilidad de que determinados eventos afecten de manera importante a la ejecución de la misma, modificando los planes, cualidades o costes iniciales. Estos eventos están relacionados con la idea de riesgo.

Los proyectos son conjuntos de actividades y, por tanto, están también sometidos a riesgos: riesgos financieros, por ejemplo, en el caso de que los recursos económicos no lleguen a tiempo o si –en proyectos internacionales– los tipos de cambio entre divisas sufren grandes alteraciones; riesgos legales, si, por ejemplo, durante la ejecución del proyecto las normativas de obligado cumplimiento son modificadas y obligan al proyecto a una modificación en los requerimientos; riesgos de ejecución, si, por ejemplo, el equipo de trabajo se pone en huelga y no pueden avanzar los trabajos ... Como vemos, existen diferentes posibilidades para que un proyecto se vea afectado.

En este capítulo aprenderemos a gestionar los riesgos en un proyecto, catalogándolos adecuadamente y se presentarán técnicas que permitan evaluar el impacto que sobre el proyecto tendría la materialización de dichos riesgos.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de los riesgos en un proyecto

En el grupo de actividades de gestión de riesgos la información en un proyecto señala un conjunto de actividades que se deben desarrollar para acometer la tarea de gestión de los riesgos:

1. Identificación de las actividades del área de gestión de riesgos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GRP1).
2. Realizar el plan de riesgos del proyecto (GRP2).
3. Identificación de los riesgos sobre el proyecto (GRP3).
4. Análisis de los riesgos sobre el proyecto (cuantitativo/cualitativo) (GRP4).
5. Realizar el plan de respuestas a los riesgos (GRP5).
6. Monitorizar los riesgos (GRP6).
7. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GRP7).

Estas actividades permitirán gestionar adecuadamente los riesgos de un proyecto. De todas estas actividades, claramente la más importante es la de identificación de los riesgos existentes sobre el proyecto y el análisis que la materialización del riesgo implique para el proyecto. Esto es, lo más importante de todas estas actividades consiste en identificar cada riesgo y cuantificar (o calificar) el tamaño del impacto sobre el proyecto, caso de producirse.

Existen diferentes técnicas de identificación, análisis y respuesta a los riesgos. En este manual abordaremos técnicas genéricas, de modo que puedan ser aplicadas sobre una amplia gama de proyectos de ingeniería, informáticos, o de cualquier otro sector. Dado que los riesgos hacen referencia a futuros sobre los que, en general, no dispondremos de información suficiente para considerar si se producirán o no, es recomendable que estas actividades se realicen en colaboración con expertos o se deleguen en comités o departamentos especializados en riesgos.

## 2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de riesgos en el proyecto

### 2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de riesgos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GRP1)

#### A) Descripción de la actividad

El director de proyecto debe decidir acerca de cómo se gestionarán los riesgos en el proyecto. Puede optar por asumir todos los riesgos que se materialicen y no hacer nada desde el comienzo, o bien puede optar por medir el impacto que estos tendrán y seleccionar distintas medidas para minimizar el impacto o reforzarlo en el caso de que este fuera positivo, por ejemplo, si un cambio legal representa un riesgo real pero dicho cambio legal supone una ventaja

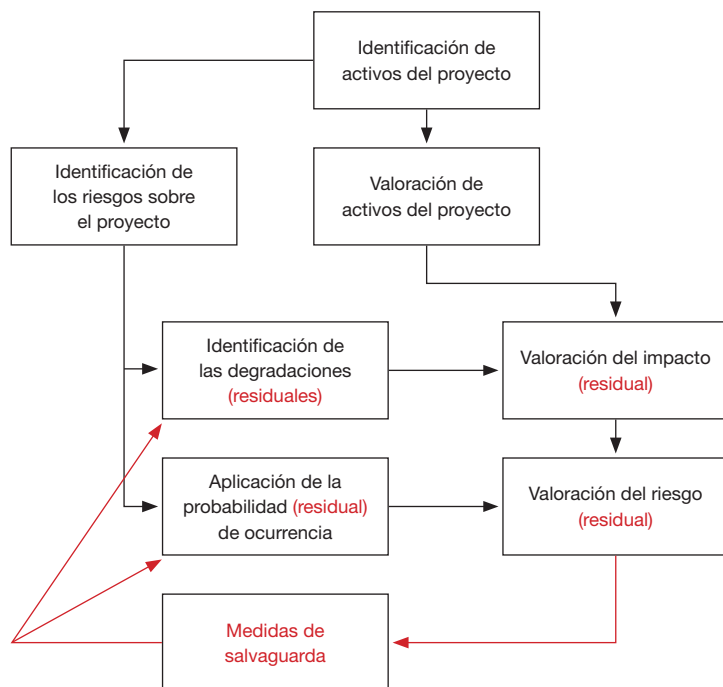
para el proyecto que estamos dirigiendo, entonces no hay motivo para minimizar el impacto de ocurrencia de dicho cambio; más bien al contrario, trataremos de aprovecharnos de tal cambio.

En el caso de que el director de proyecto opte por la vía de gestionar los riesgos, entonces deberá acometer la totalidad de los procesos de este grupo de actividades, con mayor o menor intensidad, pero se verá obligado a acometer todos ellos. Identificación de los riesgos, medición del impacto y toma de medidas o salvaguardas y monitorización constante de los riesgos serán actividades ineludibles.

## B) Técnicas. Herramientas

*Juicio de expertos.* Será necesario contar con un panel de expertos que asesoren al director de proyecto sobre la idoneidad o no de asumir los riesgos o de acometer la gestión de los mismos con las actividades que se verán a continuación. El papel de los expertos en este momento será vital para hacer ver al director de proyecto la posibilidad de evitar el estudio de riesgos, o bien de acometer un análisis y estudio de alternativas para cada uno de ellos. Resulta primordial para la viabilidad del proyecto esta decisión, pues no calibrar correctamente el posible impacto que tengan los riesgos puede derivar en que el proyecto no alcance el objetivo deseado.

■ Figura 1. Identificación, análisis y gestión de riesgos





Antes de acometer el resto de actividades de este grupo de actividades de gestión de riesgos, presentamos la figura 1, en la que quedan representadas las actividades y el orden en que se realizan.

De forma muy resumida, en esta figura observamos que lo primero es identificar los activos y los riesgos, así como valorar los activos en función de dichos riesgos. Para cada riesgo evaluaremos la degradación que generan en cada activo y así obtendremos una idea del impacto generado por una amenaza. Esta valoración del impacto, unida a la probabilidad de ocurrencia, nos genera una valoración del riesgo que se está corriendo en el proyecto por dicha amenaza. La posterior inclusión de medidas eliminadoras, minimizadoras, de evitación o de cualquier otra índole dará lugar a lo que se denomina degradación residual y probabilidad residual que, a su vez, generan lo que se denomina *impacto residual* y *riesgo residual*.

En las siguientes actividades están descritos cada uno de estos pasos de forma más detallada.

## 2.2. Realizar el plan de riesgos del proyecto (GRP2)

### A) Descripción de la actividad

El plan de riesgos del proyecto es un documento que, como su nombre indica, planifica cómo se realizarán las actividades de gestión de riesgos. En dicho plan no se estudian propiamente los riesgos, sino que se determinan qué herramientas, métodos, metodologías, técnicas se han de utilizar. También se indican los estándares de identificación y clasificación de riesgos que se emplearán, así como los elementos que se incluyen en el estudio de riesgos (tiempos, plazos, costes, ejecución, calidad, etc.).

Para realizar este plan, el punto de partida es el conjunto de procesos y documentos de la organización en los que se indiquen las metodologías a emplear, en este caso, para la gestión de proyectos. Por ejemplo, la organización puede haber decidido emplear MAGERIT (metodología de gestión de riesgos muy empleada en proyectos en la administración pública española) o puede haber desarrollado una metodología propia a partir de Merise. En cualquiera de los casos, estas referencias a cómo hacer la gestión de riesgos es lo que se deberá incluir en el plan de gestión de riesgos.

Aparte de la propia metodología, serán necesarios los documentos que contengan información sobre aspectos en los que los riesgos pueden impactar: plan de costes, definición del proyecto, plan de tiempos, etc.

Por último, será necesario utilizar otros activos de la organización, por ejemplo, los documentos de clasificación y catalogación de riesgos, los niveles de riesgos asumibles, los activos a proteger, etc. Es decir, todos aquellos documentos que se vayan a emplear durante el análisis de riesgos y que sean de obligado cumplimiento por la organización.

Como resultado se espera obtener un plan de riesgos que contendrá la categorización de riesgos a emplear en el proyecto (no los riesgos propiamente dichos, sino las categorías que

se deben tener en cuenta para la identificación de los mismos), las definiciones de probabilidad e impactos que se pueden emplear, la tolerancia al riesgo de cada uno de los interesados en el proyecto, el presupuesto asignado a los riesgos y, en general, toda aquella información que resulte relevante para el posterior análisis y medición de riesgos, así como para el establecimiento de las medidas necesarias.

Para la valoración de los activos, los niveles de riesgo, los impactos, etc., las organizaciones pueden elaborar dos tipos de valoraciones: valoraciones cuantitativas y valoraciones cualitativas. Las valoraciones cuantitativas se basan en el empleo de cifras exactas para medir y valorar todo: la probabilidad de ocurrencia de una amenaza, el impacto (en euros), etc. Las valoraciones cualitativas se basan en el empleo de escalas que normalmente admiten cinco valores (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) para calificar todo (frecuencia, probabilidad, impacto, etc.). La técnica cuantitativa obliga al empleo de formulaciones matemáticas complejas para el cálculo de los riesgos, mientras que la técnica cualitativa se basa en el empleo de matrices o tablas.

En cualquier caso, el empleo de la técnica cualitativa no supone una pérdida de información o la asunción de mayores riesgos, porque, en último extremo, siempre se traslada el impacto de una potencial amenaza a un valor económico (también mediante una tabla).

En este manual trabajaremos con el método cualitativo. Por ello, y dado que se necesitarán en los siguientes apartados, se propone utilizar las siguientes tablas de referencia (en una organización particular se pueden definir otros valores, no siendo obligatorio el empleo de los que aquí se proponen). De momento, simplemente definiremos las tablas y en apartados sucesivos explicaremos qué representa cada escala.

## Escala de valoración de activos

Se propone una escala de cinco valores ordenados de menor a mayor valor del activo. A veces encontramos dicha escala con el valor 0, con lo que la escala tendría seis valores.

■ Tabla 1. Valoración de activos

Valor del activo	0 (opcional)	MB Muy bajo	B Bajo	M Medio	A Alto	MA Muy alto
------------------	-----------------	----------------	-----------	------------	-----------	----------------

## Escala de valoración de degradación

Se propone una escala de cinco valores ordenados de menor a mayor valor del activo. A veces encontramos dicha escala con el valor 0, con lo que la escala tendría seis valores. A modo de referencia, se indica el nivel o porcentaje de degradación que sufriría el activo ante la materialización de una amenaza.

■ Tabla 2. Valoración de la degradación

Valor del activo	0 (opcional)	MB Muy bajo (<1 %)	B Bajo (<5 %)	M Medio (<10 %)	A Alto (<50 %)	MA Muy alto (hasta 100 %)
------------------	--------------	--------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------------

### Escala de valoración de impactos

Se propone una escala de cinco valores ordenados de menor a mayor valor del activo. A veces encontramos dicha escala con el valor 0, con lo que la escala tendría seis valores.

■ Tabla 3. Valoración de impactos

Valor del activo	0 (opcional)	MB Muy bajo	B Bajo	M Medio	A Alto	MA Muy alto
------------------	--------------	----------------	-----------	------------	-----------	----------------

En algunas organizaciones, para determinar el nivel de impacto, se suelen asignar valores numéricos sobre el coste de los daños ocasionados. Por ejemplo, la organización puede establecer que el valor muy bajo implica que los daños son inferiores a 10.000 euros, o que el valor muy alto se debe aplicar por encima de los 500.000 euros. Pero esto, como se ha indicado, es optativo y depende de las organizaciones.

### Escala de valoración de probabilidad

Se propone una escala de cinco valores ordenados de menor a mayor probabilidad de ocurrencia del riesgo.

■ Tabla 4. Valoración de probabilidades

Probabilidad	MB Muy bajo (raramente)	B Bajo (poco probable)	M Medio (probable)	A Alto (muy probable)	MA Muy alto (prácticamente seguro)
--------------	-------------------------------	------------------------------	--------------------------	-----------------------------	--

Si fuera necesario, se podrían asignar valores numéricos a cada valor cualitativo, de modo semejante a como se propone en la escala de degradación.

### Escala de valoración de riesgo

Se propone una escala de cinco valores ordenados de menor a mayor valor del riesgo. A veces encontramos dicha escala con el valor 0, con lo que la escala tendría seis valores.

■ Tabla 5. Valoración de riesgos

Valor del activo	0 (opcional)	MB Muy bajo	B Bajo	M Medio	A Alto	MA Muy alto
------------------	-----------------	----------------	-----------	------------	-----------	----------------

### Tabla de cálculo de impactos

Se propone emplear una matriz de impactos con dos entradas: valor del activo (con cinco posibles valores) y degradación (con tres valores diferenciados). Los posibles valores de los impactos son los contenidos en la tabla 3.

■ Tabla 6. Cálculo de impactos

Impacto		Degradación		
Valor del activo		MB-B	M	A-MA
	MA	M	A	MA
	A	B	M	A
	M	MB	B	M
	B	MB	MB	B
	MB	MB	MB	MB

### Tabla de cálculo de riesgo

Se propone emplear una matriz de riesgos con dos entradas: valor del impacto (con cinco posibles valores) y probabilidad (con cinco valores diferenciados).

■ Tabla 7. Cálculo de riesgos

Riesgo		Probabilidad				
Valor del impacto		MB	B	M	A	MA
	MA	A	MA	MA	MA	MA
	A	M	A	A	MA	MA
	M	B	M	M	A	A
	B	MB	B	B	M	M
	MB	MB	MB	MB	B	B

## Tabla de traslación económica de riesgos

Se propone una escala de cinco valores ordenados de menor a mayor valor del riesgo. A veces encontramos dicha escala con el valor 0, con lo que la escala tendría seis valores. El valor económico depende muy fuertemente de la organización. Lo que aquí se muestra es solo un ejemplo de cómo podría ser dicha tabla.

■ Tabla 8. Evaluación económica de riesgos

Valor económico del riesgo	0 (opcional)	MB Muy bajo <1 k€	B Bajo <10€	M Medio <100 k€	A Alto 1 M€	MA Muy alto +1 M€
----------------------------	-----------------	-------------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	-------------------------

### B) Técnicas. Herramientas

#### a) Juicio de expertos

Una vez más recurrimos a la opinión de expertos para que nos asesoren sobre la elaboración de esta planificación. Es importante contar con la referencia de gente con experiencia, sobre todo en aquello que necesitamos para establecer el plan de riesgos. Nos pueden ayudar sobre qué documentos hemos de solicitar, qué documentos vamos a necesitar, qué estándares podemos emplear, etc. La celebración de reuniones con este comité de expertos es la mejor forma de preparar bien el plan de riesgos y de que no nos dejemos fuera ningún aspecto que posteriormente vayamos a necesitar para la gestión de los riesgos.

La opinión de los expertos también puede ser útil para ayudarnos a confeccionar las tablas anteriores.

#### b) Sistemas de información

Dado que la gestión de riesgos suele requerir el manejo de mucha información y documentación, es importante recurrir a herramientas que nos ayuden en el manejo de estos documentos y, sobre todo, en el proceso de análisis que se ha de realizar posteriormente. En este momento, los sistemas de información nos han de servir como soporte informático para guardar esta documentación que, posteriormente, será empleada para calcular los riesgos.

## 2.3. Identificación de activos y de los riesgos sobre el proyecto (GRP3)

### A) Descripción de la actividad

La identificación de los activos y los riesgos es una actividad que permite determinar qué amenazas acechan al proyecto durante la ejecución del mismo y cuál es el valor de los activos

para dichos riesgos. Para explicar la identificación y valoración de activos, amenazas y riesgos, nos basaremos en las directrices de la metodología MAGERIT. Es importante recalcar que el valor de los activos no se refiere a su valoración económica, sino a la valoración del activo respecto a la amenaza en cuestión.

Para la realización de esta actividad, se parte de los activos del proyecto y del catálogo de riesgos potenciales. A partir de estos datos, se conforma la lista de activos susceptibles de estudio por estar sometidos a riesgos relevantes. Además, se debe obtener como resultado una relación de dependencia entre cada uno de los activos (si es que existiera). Esta relación de dependencia entre activos es importante, porque el cálculo de riesgos depende de dichas relaciones. No es posible calcular los riesgos del proyecto sin conocer las relaciones existentes entre los activos. En el apartado de «Técnicas. Herramientas» se aborda este aspecto y se explicará cómo determinar tales relaciones.

Como resultado adicional se ha de obtener un documento con la lista de riesgos a estudiar en el proyecto en cuestión. La determinación de este listado no es un asunto menor, pues el análisis posterior de los riesgos identificados conlleva un cálculo relativamente pesado y, aunque este se realice con ayuda de *software* de gestión de riesgos, resulta muy importante identificar los riesgos que supongan un grave perjuicio para el proyecto. Como se verá, el proceso de análisis implica la realización de varias iteraciones y, por ello, es conveniente que solo se realice con los riesgos que pongan en peligro el proyecto.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) Metodología MAGERIT<sup>1</sup>

**Sobre los riesgos.** Para identificar los riesgos nos regiremos por la siguiente tabla, que clasifica los riesgos por su tipo. Esta tabla contiene algunos ejemplos a título enumerativo no limitativo:

■ Tabla 9. Clasificación de amenazas

Riesgos técnicos	Riesgos de gestión/ operativo	Riesgos comerciales	Riesgos externos
Definición del alcance	Dirección del proyecto o grupo de proyectos o portafolio	Términos	Legislación
Requisitos	Dirección de las operaciones diarias	Contractuales	Tipos de cambio



<sup>1</sup> Metodología MAGERIT. [https://administracionelectronica.gob.es/pae\\_Home/pae\\_Documentacion/pae\\_Metodolog/pae\\_Magerit.html](https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Magerit.html)

Riesgos técnicos	Riesgos de gestión/ operativo	Riesgos comerciales	Riesgos externos
Estimaciones	Adquisición de recursos	Contratación interna	Infraestructuras
Procesos técnicos	Comunicación	Proveedores	Ambientales
Tecnología	Identificación de los riesgos	Subcontrataciones	Competencia
Interfaces técnicas		UTE	Normativa
		<i>Joint ventures</i>	

En ciertos proyectos se puede emplear la tabla 10, en la que la clasificación atiende al origen del riesgo (se incluyen ejemplos a título no limitativo):

■ Tabla 10. Clasificación de amenazas

Natural	Industrial	Sistema	Intencionado	Accidental
Terremotos Inundaciones Rayos	Fuego Agua Eléctrico Contaminación	Defectos en piezas de proveedores Deficiencias técnicas de diseño	Con o sin ánimo de beneficio	Por error u omisión

**Sobre los activos.** Por otra parte, debemos identificar cada uno de los activos del proyecto y asignarle un valor en función de cada amenaza, según la escala de la tabla 1. Es decir, el valor del activo será diferente según estemos estudiando una amenaza u otra. Así, para cada activo, tendremos un conjunto de valores correspondientes a cada amenaza.

Por ejemplo, si identificamos un riesgo técnico «pérdida de comunicación», entonces debemos valorar el activo *router* como MA y el activo documentación, como MB. O si identificamos el riesgo operativo «robo», entonces deberíamos valorar el activo *router* como MB y el activo documentación como A o MA. Los activos no se valoran en función del coste económico, sino en función del valor que tienen en referencia al riesgo estudiado.

Por eso, en esta actividad debemos valorar los activos que se sometan a estudio de riesgos según la tabla que previamente se haya definido. Además, es importante determinar las relaciones o dependencias que existan entre dichos activos. Por ejemplo, supongamos que en una

organización tenemos dos activos, tales como un cable, que denotaremos por A, y un *router*, que denotaremos por B. Dado que la conexión por cable depende del buen funcionamiento del *router*, podemos asumir que A depende de B, y ello lo representaremos como  $A \rightarrow B$ . Evidentemente, en esta relación podemos aplicar la propiedad transitiva, de modo que si a su vez B depende de C, es decir,  $B \rightarrow C$ , entonces A depende indirectamente de C, es decir,  $A \rightarrow C$ .

En esta cadena de dependencias  $A \rightarrow B \rightarrow C$  es importante darse cuenta de que las amenazas que afectan a C también afectarán a B y a A. Por ello, la materialización de una amenaza no tiene solo el efecto del elemento afectado directamente (en este caso C), sino que el efecto de la amenaza es la acumulación de los efectos que tiene en los elementos que dependen de C, en este caso, B y A. Por este motivo, es necesario definir un nuevo concepto que se denomina «supremo». El *supremo* de un activo es el conjunto de activos que dependen (directa o indirectamente) de este. En el caso del ejemplo:

$$\text{Sup}(C) = \{A, B\}$$

A partir del supremo definimos un nuevo concepto: el valor acumulado. El *valor acumulado* de un activo representa la suma de los valores de los activos que se ven afectados, directa o indirectamente, por una amenaza. En el caso de trabajar con valores numéricos (análisis cuantitativo), esto es fácil de realizar. Sin embargo, en el caso de trabajar con valores cualitativos, en vez de totalizar los valores de los activos (no podríamos sumar  $MA + A$ , por ejemplo) se recurre a una aproximación consistente en utilizar el máximo de los valores de los activos en la cadena de dependencias, es decir, del conjunto supremo.

El valor acumulado que emplearemos es, según lo expuesto, el máximo de los valores de los activos que dependen de este, es decir, el máximo de los activos del conjunto supremo. Por ejemplo, en el caso que estamos viendo, el valor acumulado de C sería el máximo de los valores de los activos que dependen de C y el mismo C, es decir, el máximo de los valores de A y B, además de C. Así, ¿qué representa el valor acumulado de C? Pues es el máximo de los valores de los activos que se verían afectados por una amenaza en C, incluyendo el propio C. Esto tiene sentido porque la valoración de un activo frente a una amenaza debe medirse según el valor de los activos dependientes frente a dicha amenaza y no solo según el valor del propio activo.

Así pues:

$$V_{\text{Acu}}(C) = \max \{V_A, V_B, V_C\}$$

y en general:

$$V_{\text{Acu}}(j) = \max \{V_j, V_i\} \quad \text{tales que } i \rightarrow j$$

**Sobre la degradación.** Para cada uno de los activos identificados, se han de estimar los valores de las siguientes amenazas:

- Para amenazas que inciden directamente en un activo. Nos basaremos en la escala de la tabla 2 para obtener la degradación causada por una amenaza en un activo.



Si un activo está expuesto a dos amenazas, pues obtendremos dos valores diferentes (o iguales) de degradación del activo ante cada amenaza. A esta degradación se la conoce como *degradación directa* de un activo por una amenaza.

- Para amenazas sobre los activos de los cuales depende dicho activo. A este valor se le denomina *degradación repercutida* y se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$\text{DegRep}(i) = \max \{\text{Deg}_j\}$$

Observemos que la degradación de un activo mide el efecto a causa de una amenaza actuando sobre el mismo. Es el efecto directo de una amenaza sobre el activo en el que incide y sobre los que dependen de él. Mientras que la degradación repercutida mide el efecto que tienen las amenazas que actúan sobre otros activo de los que este depende. Es el efecto de las amenazas sobre activos de los que existe dependencia.

Por tanto, hasta ahora con esta metodología tenemos identificados los activos, las amenazas, el valor de los activos frente a cada amenaza y la degradación que cada amenaza pudiera causar en cada activo.

#### b) *Sistemas de información*

En general, el conjunto de activos que se manejan en un proyecto y el conjunto de riesgos tratados es tan elevado, que la matriz activo (x) riesgos tiene múltiples entradas. Si a esto añadimos las dependencias entre elementos, el cálculo de los supremos y el cálculo de los valores acumulados, entonces es fácil entender la necesidad de emplear sistemas de información que nos ayuden en tal tarea.

#### c) *Juicio de expertos*

Dada la gran cantidad de datos que se manejan, es importante contar con un equipo de asesores que nos ayuden a identificar correctamente los riesgos. Conviene reducir la lista a los estrictamente necesarios, pues de lo contrario el sobre coste de la seguridad puede hacer inviable el proyecto. Por ello se tratará de incluir, con la experiencia de estos expertos, consultores o gente experimentada en el sector, solo aquellos riesgos que se consideren necesarios y que potencialmente puedan poner en peligro el proyecto. Y aun así, se deberá estar dispuesto a asumir el sobre coste que ellos generan.

## 2.4. Análisis de los riesgos sobre el proyecto (GRP4)

### A) Descripción de la actividad

En esta actividad se trata de realizar todo el proceso de análisis y valoración de los riesgos identificados. No podemos hablar estrictamente de cuantificación de los riesgos porque estamos siguiendo una metodología cualitativa, pero aun así, es posible hablar de valoración cualitativa.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *MAGERIT*

**Impacto acumulado.** El *impacto acumulado* es el resultado de afectar una amenaza sobre un activo y todos los que dependen de este. Esto es evidente, cuando una amenaza se materializa sobre un activo y lo degrada, tanto el activo como sus dependientes se verán afectados. De este modo, el impacto acumulado de una amenaza se calcula con el valor de la degradación de un activo y el valor acumulado de dicho activo, entrando en la tabla 6 (**Nota.** En la tabla se indica de forma genérica el valor del activo; sin embargo, se emplea el valor acumulado del activo).

Por ejemplo, volviendo al ejemplo anterior, supongamos que los valores de A, B y C son respectivamente M, MB y MA; en ese caso:

$$V_{\text{Acu}}(C) = \max \{V_A, V_B, V_C\} = MA$$

Ante una amenaza directa en C, que denotaremos como  $Am_C$ , se ha estimado que la degradación directa que causaría en C sería MA.

$$\text{Degr}(C) = MA$$

De este modo, entrando con los valores  $V_{\text{Acu}}(C) = MA$  y  $\text{Degr}(C) = MA$ , obtendríamos un impacto MA, es decir, MA:

■ Tabla 11. Cálculo de impactos

Impacto		Degradación		
Valor del activo		MB-B	M	A-MA
	MA	M	A	MA
	A	B	M	A
	M	MB	B	M
	B	MB	MB	B
	MB	MB	MB	MB

De forma genérica:

$$IA(i) = V_{\text{Acu}}(i) \times \text{Degr}(i)$$

**Impacto repercutido.** El *impacto repercutido* es el máximo de los impactos que sufre un activo debido a la degradación de los activos de los que depende. Observemos la diferencia con el impacto acumulado. En el impacto acumulado se calcula el efecto máximo de una amenaza sobre un activo y sus dependientes, mientras que en el impacto repercutido, se calcula el máximo impacto en un activo ante cualquier amenaza sobre los activos de los que depende. La forma de calcular el impacto repercutido es:

$$IR_i = \text{DegRep}(i) \times V_i \quad \text{tal que } i \rightarrow j \quad \text{para cada amenaza } Am_j$$

En esta expresión vemos que no se emplea la degradación en el propio activo, sino la degradación repercutida, y no se emplea el valor acumulado, sino el valor propio del activo, a diferencia del impacto acumulado, que emplea el valor acumulado y la degradación directa.

Por ejemplo, asumiendo las amenazas  $Am_A, Am_B$  y  $Am_C$  sobre los activos A, B y C, (siendo  $A \rightarrow B$  y  $B \rightarrow C$ ) los cuales sufren degradaciones MB, M y MA, respectivamente, si quisiéramos calcular el impacto repercutido sobre el activo A:

$$IR_A = \text{Deg}(B) \times V_A \quad \text{debido a la amenaza B}$$

$$IR_A = \text{Deg}(C) \times V_A \quad \text{debido a la amenaza C}$$

luego (asumiendo que el valor de A es M):

$$IR_A = M \times M = B \quad \text{debido a la } Am_B$$

$$IR_A = MA \times M = M \quad \text{debido a la } Am_C$$

valores que se han obtenido de la tabla 6.

■ Tabla 12. Cálculo de impactos

Impacto		Degradación		
Valor del activo		MB-B	M	A-MA
	MA	M	A	MA
	A	B	M	A
	M	MB	B	M
	B	MB	MB	B
	MB	MB	MB	MB

**Riesgo acumulado.** El cálculo del riesgo que sufre el proyecto por una amenaza sobre un activo y sus dependientes. Se obtiene a partir del impacto acumulado y de la probabilidad de dicha amenaza. Para ello se toman los valores de impacto acumulado y la probabilidad

de ocurrencia y se entra en la tabla 7. El resultado es el riesgo acumulado. Pero, ¿qué representa el riesgo acumulado? El *riesgo acumulado* se denota por RA y representa el daño que sufre el proyecto cuando un riesgo Am sobre un activo (i) se materialice, considerando el valor de dicho activo y todos aquellos que de él dependen y considerando la probabilidad de ocurrencia del mismo. Se calcula mediante la expresión siguiente, entrando en la tabla 7:

$$RA_i (Am_i) = IA_i \times Prob(Am)$$

Por ejemplo, siguiendo con el impacto acumulado calculado anteriormente, supongamos que la probabilidad de la amenaza sobre A es MB, tendríamos:

$$RA_A (Am_A) = M \times MB = B$$

■ Tabla 13. Cálculo de riesgos

Riesgo		Probabilidad				
Valor del impacto		MB	B	M	A	MA
	MA	A	MA	MA	MA	MA
	A	M	A	A	MA	MA
	M	B	M	M	A	A
	B	MB	B	B	M	M
	MB	MB	MB	MB	B	B

**Riesgo repercutido.** El *riesgo repercutido* se denota por RR y representa la valoración de todos los daños que experimenta un activo por amenazas sobre otros activos de los que depende. Para calcularlo se considera el impacto repercutido y la probabilidad de ocurrencia de cada amenaza (en el activo en el que incide). La forma de cálculo es análoga a la del riesgo acumulado:

$$RR_i (Am_j) = IR_i \times Prob(Am_j)$$

Para calcularlo se toma el impacto repercutido y la probabilidad de la amenaza sobre el activo del que depende y se obtiene el cálculo entrando en la tabla 7.

En caso de que sobre un activo hubiera varios riesgos repercutidos debido a varias amenazas en activos de lo que depende, tomamos el máximo de estos:

$$RR_i = \max(RR_i(Am_j))$$

Hasta este punto hemos calculado el valor de los riesgos acumulados y repercutidos. En vista de los resultados obtenidos, las organizaciones optan por diferentes estrategias encaminadas

a minorar el impacto y/o la probabilidad de ocurrencia del suceso. La minoración del impacto y la disminución de la probabilidad de ocurrencia afectan de forma distinta al riesgo acumulado y al riesgo repercutido. Por ello, tras la aplicación de dichas medidas es preciso repetir los cálculos para obtener un nuevo riesgo acumulado y un nuevo riesgo repercutido (véase flujo indicado en rojo en figura 1). El riesgo acumulado que se obtiene tras la aplicación de las medidas se denomina *riesgo acumulado residual* –se representa por RAR– y significa el valor del riesgo acumulado que permanece en el proyecto tras aplicar las medidas de disminución de impacto y probabilidad.

Del mismo modo es preciso recalcular el nuevo riesgo repercutido, que se denominará *riesgo repercutido residual*. El *riesgo repercutido residual* –se representa por RRR– es el riesgo repercutido que permanece en el proyecto tras la aplicación de las medidas de disminución de impacto y probabilidad, denominadas *medidas de salvaguarda*.

Por tanto, llegados a este punto, se dispone de dos valores de riesgo: el RAR y el RRR. Con estos dos valores se deben establecer planes de respuesta para los mismos. El primero mide el riesgo que permanece en el conjunto de activos del proyecto tras la aplicación de medidas de salvaguarda respecto a una amenaza concreta. El segundo mide el riesgo que permanece en un activo del proyecto tras la aplicación de medidas de salvaguarda respecto a todas las amenazas sobre él o sobre los activos de los que depende.

#### b) Juicio de expertos

En el análisis presentado anteriormente, el número de cálculos a realizar excede notablemente de los que cualquier persona puede realizar sin ayuda de un sistema de información. Es por esto que contar con expertos que nos asesoren sobre qué riesgos son realmente relevantes puede ayudar a simplificar el análisis. La eliminación de algunos riesgos con el fin de hacer más sencillo el estudio de los riesgos sobre el proyecto requiere de personal con experiencia que nos ayude en la toma de decisión sobre qué riesgos descartar y cuáles no.

## 2.5. Realizar el plan de respuestas a los riesgos (GRP5)

### A) Descripción de la actividad

Las actividades de gestión de riesgos que hasta ahora se han realizado han dado como resultado un conjunto de activos sometidos a riesgos residuales, bien riesgos acumulados, bien riesgos repercutidos. Tal y como se adelantó en el apartado anterior, es obligatorio realizar un plan de respuesta a cada uno de estos riesgos residuales. Por ejemplo, supongamos que hemos llegado a la conclusión de que el riesgo acumulado de la amenaza «robo» sobre el activo «servidor web» es alto. En ese caso deberemos plantearnos cómo manejar ese riesgo, qué hacer para que el proyecto pueda culminar a pesar de la existencia de dicho riesgo.

Esta actividad se plantea precisamente qué hacer con dichos riesgos residuales. Para ello se parte del resultado de las actividades anteriores: qué activos están sometidos a riesgos y qué riesgos residuales se han identificado que, junto con el plan de riesgos inicial, deben dar respuesta a cómo manejarlos.

El producto de esta actividad es un conjunto de acciones respecto a cada uno de los riesgos (acumulados y repercutidos) residuales. El director de proyecto puede optar por decisiones variadas en cada uno de los casos, que pueden ir desde asumir el riesgo y los posibles costes que tenga su materialización, hasta implantar medidas de mitigación del impacto.

En el siguiente epígrafe veremos las técnicas y herramientas de que dispone el jefe de proyecto para manejar los distintos escenarios.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Estrategias de gestión de riesgos residuales*

Las estrategias de gestión de los riesgos residuales las podemos clasificar en dos grandes grupos, según interese o no potenciar su impacto:

- Estrategias para amenazas (riesgos negativos).
- Estrategias para oportunidades (riesgos positivos).

Las estrategias para riesgos negativos pasan a minorar de una u otra forma el impacto sobre el proyecto en caso de materialización del riesgo. Podemos identificar hasta cinco estrategias diferentes.

- Estrategia de evitación. La *estrategia de evitación* consiste en buscar una forma alternativa de resolver el problema o la tarea sin necesidad de incurrir en el riesgo, de modo que evitamos la exposición. Por ejemplo, supongamos que tenemos que cruzar un río y tenemos planificado cruzarlo a través de un puente en estado deficiente y con posibilidades de que se derrumbe. En este caso, la estrategia de evitación puede ser buscar otro puente que nos permita conseguir el objetivo de alcanzar la otra orilla.
- Estrategia de mitigación o reducción de daños. Esta estrategia asume que el riesgo se puede materializar, pero adopta medidas para que en caso de que se produzcan los daños sean los menos posibles. Es decir, en el caso del ejemplo, se acepta que el puente se pueda caer. Pero a la vez se adoptan medidas previas como disponer colchones de grandes dimensiones inflables bajo el puente. Es evidente que no se hace nada por evitar el riesgo, sino que las medidas se encaminan a minorar el daño producido.
- Estrategia de transferencia de daños. La *transferencia de daños* es una alternativa consistente en el pago de una cantidad económica a un tercero que asuma los costes en el caso de que el riesgo se materialice. Es lo más parecido a un «seguro». Transferimos a la entidad aseguradora el riesgo de que la amenaza se materialice. La prima que se pague debe ser evidentemente menor que el coste total de los daños. Esta opción permite que con un coste relativamente bajo se pueda asumir el riesgo. En el caso del ejemplo, una empresa aseguradora asume el riesgo que causaría la rotura del puente.
- Estrategia de aceptación del riesgo. Esta opción es sin duda la más barata (coste 0) en caso de que el riesgo no se materialice. Ahora bien, es la más cara en caso de

que el riesgo se realice. En el ejemplo del puente, consiste en asumir que se cruza el puente y que encomendamos el resultado al azar. En ocasiones, adoptar una decisión al azar resulta más ventajoso (y barato) que cualquier otra opción, como veremos el apartado que dedicaremos a técnicas cuantitativas.

- Estrategia de eliminación del riesgo. Esta estrategia es posible cuando el riesgo obedece a causas manejables por el director de proyecto. Por ejemplo, supongamos un proyecto en el que es necesario contratar recursos con conocimientos del programa BIM, los cuales son escasos en el mercado. El jefe de proyecto puede eliminar el riesgo si propone el empleo de una alternativa a BIM, de forma que la escasez de recursos deje de ser un problema.

En el caso del puente, se puede optar por reforzar el puente, derruirlo y utilizar los escombros para construir pontones sobre el río o cualquier otra acción con el puente que no lo utilice en el estado actual.

Las estrategias para oportunidades (riesgos positivos) son las siguientes:

- Estrategia de aceptación. Esta estrategia es empleada cuando ante un riesgo que representa una oportunidad el jefe de proyecto no hace nada por buscarla ni potenciarla. Se entiende que si se produce, será un beneficio para el proyecto, pero tampoco existe la voluntad de fomentar su materialización. Volviendo al ejemplo del puente, se ha observado que existe la posibilidad de cruzar el río si un árbol que hay en la orilla se cae definitivamente. Esta estrategia no provocaría la caída del árbol, sino que tan solo esperaría a que ello se produjera. Si no se produce, ejecutaría los planes iniciales para cruzar el puente.
- Estrategia de adecuación y mejora. Esta estrategia persigue incrementar la probabilidad de que la oportunidad se haga real e incrementar el impacto positivo de la misma. En el caso del puente, cavaría alrededor del árbol para provocar la caída y limpiaría el entorno para evitar que el árbol quede a medio caer. Se trata de aprovechar la oportunidad que representa la caída del árbol para cruzar el puente.
- Estrategia de compartición. Esta estrategia busca beneficios compartidos con agentes que estén interesados en la materialización de lo que para el director de proyecto es una amenaza. Por ejemplo, en el caso del puente, los guardas forestales están interesados en derribar el árbol, pues supone un peligro para el resto de árboles y los senderistas. En ese caso haremos copartícipes del objetivo de derribo a los agentes forestales, compartiendo el beneficio de la materialización de la caída del árbol. Por diferentes motivos el director de proyecto y los agentes están interesados en la caída del árbol.
- Estrategia de explotación. Esta estrategia busca proactivamente la materialización del riesgo por los aspectos positivos que ello representa. En el caso del ejemplo, el director de proyecto puede contratar una empresa de talar árboles para asegurarse el derribo del árbol. No se persigue incrementar la probabilidad de que caiga, sino que directamente se provoca la materialización de la oportunidad por los beneficios que reporta.

### *b) Juicio de expertos*

En cualquiera de los casos, el director de proyecto puede contar con un equipo asesor sobre cómo actuar ante cada riesgo residual.

## 2.6. Monitorizar los riesgos (GRP6)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de monitorización de los riesgos tiene la misión de revisar permanentemente el estado de cada amenaza (u oportunidad) para actualizar las previsiones sobre su posible materialización. Esto repercute, sobre todo, en la probabilidad de ocurrencia, por lo que es necesario estar recalculando constantemente los riesgos residuales con base en las actualizaciones de probabilidad. También es necesario recalcular los impactos, puesto que la evolución de las amenazas puede hacer cambiar la valoración de impactos. Por ejemplo, si un riesgo para un proyecto de ingeniería civil es una inundación y se avisa de que se acerca una gota fría, dana o inclemencia climatológica que pueda causar una inundación, será necesario actualizar periódicamente tanto la probabilidad como el daño que cause su materialización.

Para esta actividad contaremos con la lista de riesgos (amenazas y oportunidades) identificados y los riesgos residuales calculados. Esto servirá de referencia para actualizar de forma periódica los riesgos residuales obtenidos, así como las estrategias a seguir con cada uno de ellos.

Además de estas entradas, contaremos con el plan de riesgos, pues ahí debe quedar reflejado el protocolo a seguir para la correcta monitorización de los riesgos: periodicidad, qué información recoger, a quién informar, qué hacer si se actualizan los valores de riesgos e impactos, etc.

El resultado de la actividad serán actualizaciones sobre los valores de los riesgos del proyecto, así como posibles solicitudes de cambio para promover, evitar, etc. cada uno de los riesgos u oportunidades. También se deberán actualizar las respuestas a los riesgos en el caso de que se detecten errores en las mismas, o que el equipo no esté en condiciones de ejecutar la respuesta, si el riesgo se materializa.

### B) Técnicas. Herramientas

#### *a) Auditorías*

Esta técnica consiste en revisar de forma sistemática la respuesta a los riesgos de modo que dicha respuesta:

- Sea acorde al riesgo residual calculado.
- Esté operativa tan pronto se materialice el riesgo o amenaza (eventualmente, se requerirán ensayos para comprobar que la respuesta se llevará a cabo sin problemas; esto es habitual, por ejemplo, en ensayos de evacuación en casos de incendio).



### b) Análisis de riesgos (reevaluación)

Esta actividad es la repetición de la analizada anteriormente, pero se repetiría en cada ciclo de monitorización de riesgos para actualizar los valores de riesgos residuales.

## 2.7. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GRP7)

### A) Descripción de la actividad

En el caso de que se observe que las actividades de gestión de riesgos planificadas no son realmente necesarias, suele suceder que estas se abandonan a mitad del proyecto. Es por ello recomendable ejecutar esta actividad que formaliza el cierre de las mismas. Las entradas que se deben considerar son las actividades que se adaptaron o adoptaron y que finalmente no se ejecutaron. Y como salida tendremos la formalización del cierre de las mismas.

No obstante, en el caso de la gestión de riesgos, el cierre de actividades no es habitual. Es más frecuente dejar de realizar análisis sobre algunos de los riesgos porque han dejado de ser tales.

### B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.

## 3. Un ejemplo de análisis cualitativo

**Enunciado.** El proyecto eClients del despacho de abogados cuenta con tres activos A (servidor de web), B (servidor ficheros), C (wifi) sometidos a tres amenazas Am1, Am2 y Am3, con diferentes probabilidades ( $MB$ ,  $M$ ,  $A$ ). Se sabe que A depende de B y que B depende de C. Por simplicidad, asumiremos que los valores  $V_A$ ,  $V_B$  y  $V_C$  de los activos ante cualesquiera amenazas son  $M$ ,  $MB$  y  $MA$ , respectivamente. Las degradaciones causadas por las amenazas en cada activo sobre el que incide son  $MB$ ,  $M$  y  $MA$ , respectivamente. La salvaguarda solo disminuye la probabilidad de ocurrencia de la amenaza 3 hasta  $MB$ . Evaluar los riesgos residuales y plantear cómo actuar, considerando que la aversión al riesgo del despacho de abogados se sitúa en el nivel A. (**Nota.** Para evitar confusiones denotaremos con cursiva a los valores de activos, degradación, probabilidad, etc. y sin cursiva, a los activos A, B, C).

**Solución.** En primer lugar identificamos los activos y sus relaciones:

Los activos los denotamos por A, B y C y las relaciones entre ellos son:

$A \rightarrow B, B \rightarrow C$ , que podemos representar de forma resumida como  $A \rightarrow B \rightarrow C$

Los valores de estos activos son  $M$ ,  $MB$  y  $MA$ , tal y como indica en el enunciado.

En segundo lugar, evaluamos los conjuntos supremos de cada activo:

$SUP(A) = \emptyset$ , pues ningún activo depende de  $A$

$SUP(B) = \{A\}$ , pues el activo  $A$  depende de  $B$

$SUP(C) = \{A, B\}$ , pues  $A$  y  $B$  dependen de  $C$

Y a continuación los valores acumulados:

- $V_{Acu}(A) = M$ , que se corresponde con el propio valor de  $A$ .
- $V_{Acu}(B) = \max(V_B, SUP(B)) = \max(MB, M) = M$ , que es el valor máximo entre  $B$  y  $A$ , es decir, el máximo entre  $MB$  y  $M$ .
- $V_{Acu}(C) = MA$ , que representa el máximo de los valores de  $C$  y aquellos que dependen de  $C$  (es decir,  $B$  y  $A$ ).

Las amenazas directas sobre  $A$ ,  $B$  y  $C$  causan degradaciones  $MB$ ,  $M$  y  $MA$ , respectivamente, tal y como se indica en el enunciado.

Con estos datos ya podemos evaluar los riesgos acumulados:

$$IA(i) = V_{Acu}(i) \times Degr(i)$$

sustituyendo, obtenemos:

$$IA(A) = M \times MB = MB$$

$$IA(B) = B \times M = B$$

$$IA(C) = MA \times MA = MA$$

Una vez conocidos los valores de los impactos acumulados, se puede obtener el riesgo acumulado a partir de la probabilidad de cada amenaza:

$$RA_i(Am_i) = IA_i \times Prob(Am_i)$$

particularizando, queda:

$$RA_A(Am_A) = MB \times MB = MB$$

$$RA_B(Am_B) = B \times M = B$$

$$RA_C(Am_C) = MA \times A = MA$$

A continuación pasamos a valorar los riesgos repercutidos. Para ello en primer lugar se evalúan los impactos repercutidos:

$$IR_i = (Deg(j) \times V_i \quad \text{tal que } i \rightarrow j$$

Para el caso del activo A:

$$IR_A = \text{Deg}(B) \times V_A = M \times M = B \quad \text{Debido a la amenaza B}$$

$$IR_A = \text{Deg}(C) \times V_A = MA \times M = M \quad \text{Debido a la amenaza C}$$

Para el caso del activo B:

$$IR_B = \text{Deg}(C) \times V_B = MA \times MB = MB \quad \text{Debido a la amenaza C}$$

Para el caso del activo C:

$$IR_C = () \times V_C = () \times MB = MB \times MB = MB$$

Observemos en el caso del activo C, el máximo del conjunto vacío es 0 y resultaría

$$0 \times MB = 0$$

pero dado que se ha decidido emplear una escala de cinco valores, en vez de 0 asignaremos el valor  $MB$ .

El siguiente paso, una vez disponemos de los impactos repercutidos, es calcular los riesgos repercutidos. Se debe considerar la probabilidad de ocurrencia de cada amenaza particular, no la probabilidad de las amenazas sobre el activo en el que se evalúa el impacto. Es decir, si la amenaza es sobre el activo A, deberemos emplear la probabilidad de la amenaza A, independientemente de si calculamos el impacto repercutido en B o en C:

$$RR_i(\text{Am}_j) = IR_i \times \text{Prob}(\text{Am}_j)$$

$$RR_i = \max(RR_i(\text{Am}_j))$$

particularizando esta expresión, obtendremos para el activo A:

$$RR_A(\text{Am}_B) = IR_A \times \text{Prob}(\text{Am}_B) = B \times A = MB$$

$$RR_A(\text{Am}_C) = IR_A \times \text{Prob}(\text{Am}_C) = M \times A = A$$

$$RR_A = \max(MB, A) = A$$

Igualmente para los activos B y C:

$$RR_B(\text{Am}_C) = IR_B \times \text{Prob}(\text{Am}_C) = MB \times A = B$$

$$RR_C(-) = IR_C \times \text{Prob}(-) = MB \times MB = MB$$

nuevamente, en el activo C, al no existir amenazas de otros activos que le puedan afectar, la probabilidad debería ser 0, pero al contar solo con cinco valores posibles, asignamos MB.

Una vez se han calculado los riesgos acumulados y repercutidos, y analizados los resultados, se decide incorporar una salvaguarda que minora la probabilidad de ocurrencia de la amenaza sobre C desde el valor A hasta MB. Con esta información repetiríamos los cálculos.

En primer lugar, las degradaciones no se han visto afectadas, permaneciendo constantes los valores del enunciado. Las probabilidades de A y B no se han visto alteradas y la única actualización es la probabilidad de la amenaza sobre C.

Para recalcular los impactos acumulados, reutilizaremos los valores acumulados anteriormente calculados (no han sufrido alteración) y obtendremos los impactos acumulados residuales:

$$IAR(A) = M \times MB = MB$$

$$IAR(B) = M \times M = B$$

$$IAR(C) = MA \times MA = MA$$

Se observa que, evidentemente, son los mismos que antes, pues no se ha actualizado nada. Sin embargo, en cuanto a los riesgos acumulados residuales:

$$RAR_A(Am_A) = MB \times MB = MB$$

$$RAR_B(Am_B) = B \times M = B$$

$$RAR_C(Am_C) = MA \times MB = A$$

Observamos que el valor de  $RAR_C$  ha pasado de MA a A, es decir, ha disminuido como cabía esperar.

Procedemos de igual modo con los impactos repercutidos:

Para el caso del activo A:

$$IRR_A = Deg(B) \times V_A = M \times M = B$$

$$IRR_A = Deg(C) \times V_A = MA \times M = M$$

Para el caso del activo B:

$$IRR_B = Deg(C) \times V_B = MA \times MB = MB$$

Para el caso del activo C:

$$IRR_C = () \times V_C = () \times MB = MB \times MB = MB$$

Y, por último, repetimos los cálculos para evaluar los riesgos repercutidos residuales:

$$RRR_A(Am_B) = IRR_A \times \text{Prob}(Am_B) = B \times M = MB$$

$$RRR_A(Am_C) = IRR_A \times \text{Prob}(Am_C) = M \times MB = B$$

$$RRR_A = \max(MB, B) = B$$

Igualmente para los activos B y C:

$$RRR_B(Am_C) = IRR_B \times \text{Prob}(Am_C) = MB \times MB = MB$$

$$RRR_C(-) = IRR_C \times \text{Prob}(-) = MB \times MB = MB$$

En este caso observamos que los riesgos repercutidos sobre A y B han disminuido, lo cual es lógico, pues la probabilidad del riesgo que indirectamente les afectaba ha decrecido.

Vistos los resultados de los riesgos residuales, vemos que ninguno alcanza el nivel soportable por la organización (nivel A, tal como se indica en el enunciado), por lo que no habría que tomar medidas de evitación, compartición, eliminación o cualquier otra.

#### 4. Aspectos relevantes sobre el análisis cuantitativo

Todo lo que se ha explicado anteriormente sirve para evaluar los riesgos en un proyecto desde un punto de vista cualitativo. Es cierto que con la tabla 8 podemos trasladar esos riesgos a un valor cuantitativo desde el punto de vista económico (los valores de dicha tabla se deben adaptar a cada organización).

Sin embargo, desde el punto de vista del procedimiento, el análisis cuantitativo presenta algunas diferencias con el análisis cualitativo. Por ejemplo, los valores de degradación y probabilidad se presentan en términos de porcentaje. Los valores de los activos se presentan de forma numérica, y algunas valoraciones cambian la formulación. Así, el cálculo del valor acumulado no se expresa como el máximo de los valores propios y dependientes, sino que se expresa mediante la suma de todos ellos. Dado que los valores de los activos son valoraciones numéricas, ahora ya es posible realizar la suma de todos ellos. Otras diferencias las encontramos en el cálculo de los impactos, pues en el caso del análisis numérico, el impacto se puede expresar mediante una función matemática (normalmente, el producto) que aumente conforme crecen el valor del activo y la degradación que experimenta. De igual modo, el riesgo se puede calcular mediante otra expresión matemática (ya no es necesario recurrir a tablas) que aumente con la probabilidad de ocurrencias y con el impacto sufrido ante una amenaza (por ejemplo, la función producto).

La aplicación de un método numérico es compleja y requiere de la utilización de herramientas y sistemas de información, de lo contrario el método es inviable por la gran cantidad de cálculos que es necesario realizar. Por este motivo no entraremos en más detalle respecto al análisis cuantitativo de los riesgos.

Sin embargo, existen algunas técnicas y herramientas cuantitativas que son utilizables conjuntamente con el análisis cualitativo. Por ejemplo, para la selección de alternativas y tomas de decisión, para la simulación de escenarios, representación de la incertidumbre, entre otros. Veamos a continuación las técnicas más principales.

#### 4.1. Diagrama de representación de la incertidumbre

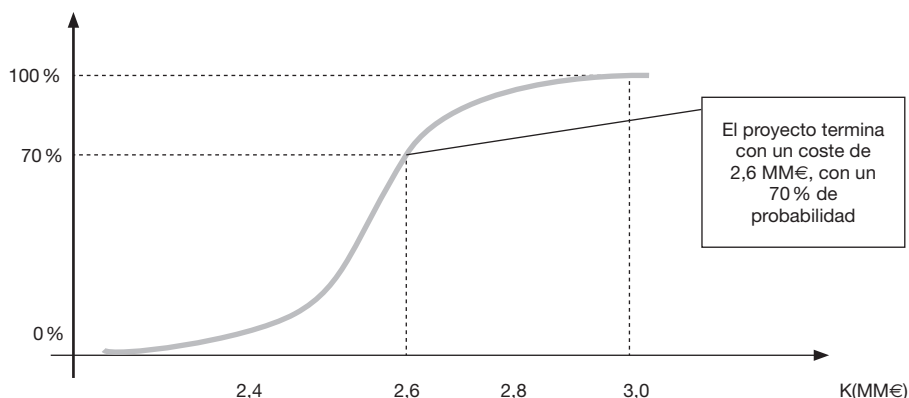
El diagrama de representación de la incertidumbre se emplea cuando no se sabe de forma cierta el valor que tomará una variable, pero, sin embargo, se conoce de forma aproximada la probabilidad de ocurrencia de cada valor. En ese caso, es habitual representar un diagrama en el que el eje (x) tomas los posibles valores de dicha variable y el eje (y) toma los valores de frecuencia acumulada.

Por ejemplo, supongamos que hay que dar el presupuesto de un proyecto, pero debido a la variabilidad existente en cada elemento del presupuesto, se genera una incertidumbre en el valor final. En estos casos se puede recurrir a la representación mediante un diagrama de incertidumbre (también denominado diagrama de frecuencia) en el que se representa la probabilidad de que el presupuesto sea menor que una cantidad dada  $X_0$ . Para cada valor de (x), la altura (y) representa la probabilidad de que el presupuesto sea menor que (x). Evidentemente, para el valor máximo del presupuesto, (y) toma el valor 100 %.

##### EJEMPLO 1

En el proyecto de eClients se ha realizado una estimación de la frecuencia de costes de este tipo de proyectos, con base en la experiencia que aportan los informáticos en otros proyectos similares. Al realizar el gráfico de frecuencias acumuladas, se obtiene lo siguiente:

■ Figura 2. Diagrama de representación de la incertidumbre



## 4.2. Método de MonteCarlo

En ocasiones, la obtención del valor de una variable no es sencilla por métodos directos, es decir, por mediciones directas. Sin embargo, es posible llegar a medir dicha variable por métodos indirectos en combinación con la aplicación de técnicas estadísticas.

El método de MonteCarlo se emplea para medir este tipo de variables mediante la simulación con experimentos cuyo resultado sea el mismo que el de la variable que se pretende medir, pero que sean sencillos de realizar.

### EJEMPLO 2

Para el proyecto eClients del despacho de abogados, en el camino crítico las actividades de preparación del documento(A) y escaneado(B) son secuenciales y tienen una muy alta dependencia.

La duración de cada tarea tiene una duración aleatoria entre 0 y 1, pero solo se pueden realizar si no tardan demasiado, concretamente si  $(t_A)^2 + (t_B)^2 \leq (1)^2$ .

Los documentos que tardan demasiado en ser preparados o escaneados se dejan para un tratamiento posterior. ¿Qué porcentaje de tareas podremos terminar?

Evidentemente, una forma de conocer el porcentaje de tareas que se podrán terminar es medir directamente mientras se están escaneando los documentos. Pero este método requiere que se realice el escaneado. Si deseamos conocer *a priori* cuántas tareas se podrán terminar, es mejor recurrir a una simulación de MonteCarlo. Se trata de buscar un experimento sencillo de realizar y cuyo resultado sea el mismo que el que se pretende medir.

Para ello, si representamos  $t_A$  y  $t_B$  en un diagrama y ponemos los límites entre los que oscilan ambas variables, 0 y 1, obtenemos un cuadrado que va de 0 a 1. Podemos poner  $t_A$  en el eje horizontal y  $t_B$  en el vertical, de modo que en ambos cada tarea se corresponderá con un par  $(t_A, t_B)$ .

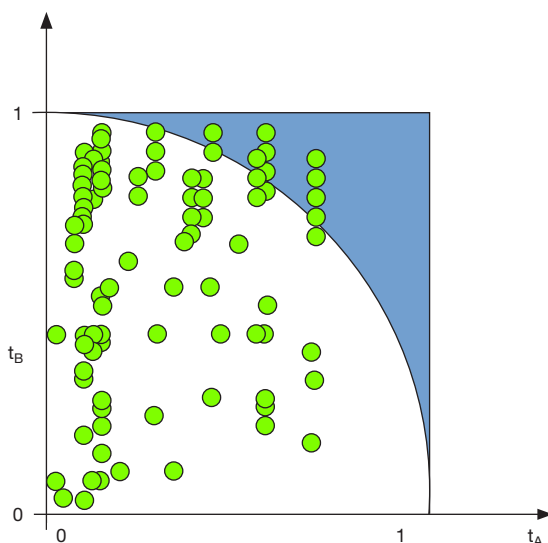
Sin embargo, de todas estas tareas, es decir, de cada punto que representemos en dicho cuadrado, solo aquellas tareas que verifiquen  $(t_A)^2 + (t_B)^2 \leq (1)^2$  son válidas. Si observamos detenidamente esta expresión, la misma se corresponde con la ecuación de un círculo de radio 1 centrado en el punto (0, 0). Por tanto, solo serán válidas las tareas que queden dentro del cuadrante del círculo de radio 1 dado por los valores positivos de  $t_A$  y  $t_B$  (dado que los tiempos son positivos, solo se trabaja en el primer cuadrante).

De este modo ya podemos evaluar la proporción de tareas que serán válidas. Asumiendo que las tareas se distribuyen uniformemente dentro del cuadrado de lado 1, solo aceptaremos aquellas que queden dentro del cuadrante del círculo de radio 1. Así, la proporción de tareas válidas se corresponde con la proporción de áreas entre el círculo y el cuadrado de lado 1:

$$\% \text{ tareas\_válidas} = \frac{\frac{\pi \cdot r^2}{4}}{1^2} \cdot 100 = \frac{\frac{\pi \cdot (1)^2}{4}}{1^2} \cdot 100 = \frac{\pi}{4} \cdot 100 = 78,5 \%$$

Por tanto, el porcentaje de tareas válidas será 78,5 %. La siguiente figura representa la simulación que se realizaría:

■ Figura 3. Simulación de MonteCarlo



Si simuláramos en una hoja de cálculo distintos tiempos para las tareas A y B, veríamos que la proporción de tareas válidas se aproxima al porcentaje que hemos calculado conforme crece el número de simulaciones.

### 4.3. Toma de decisiones al azar

En ocasiones, tal como se adelantó en epígrafes anteriores, es preferible tomar una decisión al azar que optar por otros métodos de decisión. Para exponer esta casuística, examinemos el siguiente ejemplo.

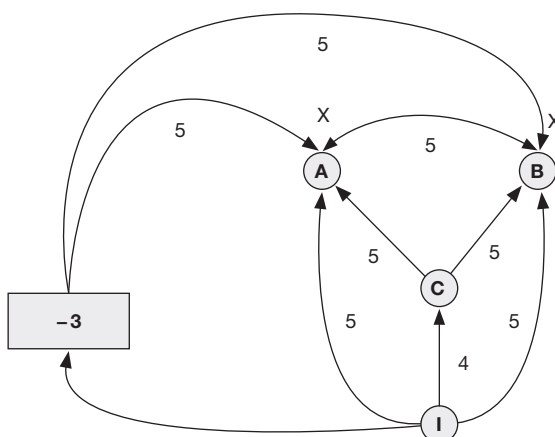
#### EJEMPLO 3

Para el proyecto eClients del despacho de abogados, se está pensando en sustituir completamente la web o en rediseñarla. Al inicio(I), no se tiene claro qué hacer (cualquier opción llevaría cinco semanas), pero si los ingenieros se ponen a pensar la mejor opción, tardarán cuatro semanas en decidir(C). Una vez seleccionada la opción, los informáticos tardarán cinco semanas en implementar la nueva web(A), o bien los cambios a la web antigua(B). Si durante la implementación se dan cuenta de que era mejor la otra opción, deben abandonar y tardarán otros cinco días en la nueva solución. La consecución de cualquiera de las dos soluciones reportará X M€, pero cada semana se estima que penaliza el proyecto con Y M€ por pérdida de mercado. Nos informan en recursos humanos que acaban de recibir un currículo de un antiguo empleado de la competencia que acaba de realizar el mismo proyecto y



que podría colaborar como *freelance*, pero tiene un coste equivalente a tres semanas de penalización. La solución a este ejercicio comienza por la representación gráfica de las alternativas planteadas y calcular para cada una de ellas el beneficio obtenido:

■ Figura 4. Esquema de alternativas posibles



Analicemos el beneficio asociado a cada una de las opciones:

- Opciones deterministas:

1. Esperar a encontrar la mejor opción

$$B = X - 4Y - 5Y = X - 9Y$$

2. Contratar al antiguo empleado

$$B = X - 3Y - 5Y = X - 8Y$$

- Opción no determinista:

1. Seleccionar cualquier opción inicialmente

$$B1 = X - 5Y$$

2. Si durante el desarrollo cambiamos de decisión

$$B2 = X - 5Y - 5Y \text{ (en el peor de los casos, cambiamos el último día a última hora)}$$

$$\text{En promedio, } E[B] = (B1 + B2)/2 = X - 7,5Y$$

Por tanto, se concluye que la opción no determinista (aleatoria) genera en promedio un beneficio de  $X - 7,5Y$ , mejor que cualquiera de las opciones deterministas (obviamos el caso no determinista en el que no haya que cambiar de estrategia).

## 4.4. Diagrama de árbol

En ocasiones se dispone de información suficiente sobre los costes y beneficios de cada opción, así como de las probabilidades asociadas. Esto no implica que el proceso sea determinista, pero al menos conocemos las frecuencias de ocurrencia de sucesos. En estos casos, una buena solución consiste en construir un diagrama de árbol y calcular la mejor opción estadísticamente hablando.

Para ilustrar esta situación veamos el siguiente ejemplo.

### EJEMPLO 4

Para el proyecto eClients del despacho de abogados, se está pensando en sustituir completamente la web o en rediseñarla.

Hacerla nueva tiene un coste de 120M, mientras que adaptarla tiene un coste de 50M.

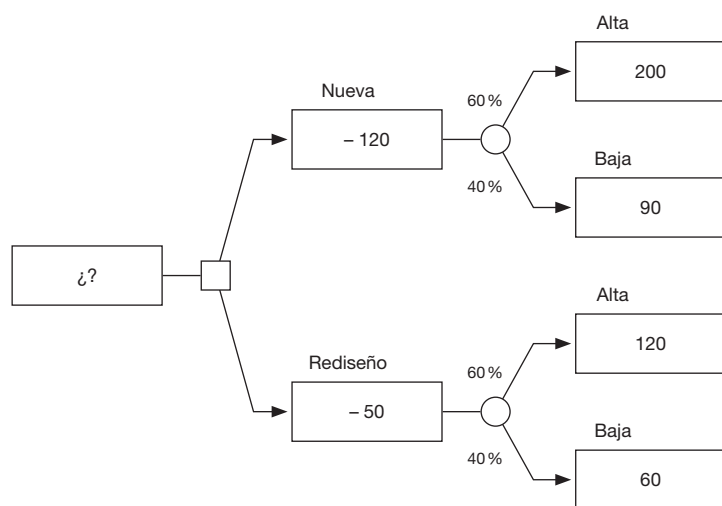
La demanda en cada caso es incierta, pero se estima que con la nueva web habrá una fuerte demanda, con un 60 % de probabilidades y se captarían ingresos por 200M.

En el caso de que la demanda fuera moderada o débil, los ingresos se reducirían a 90M.

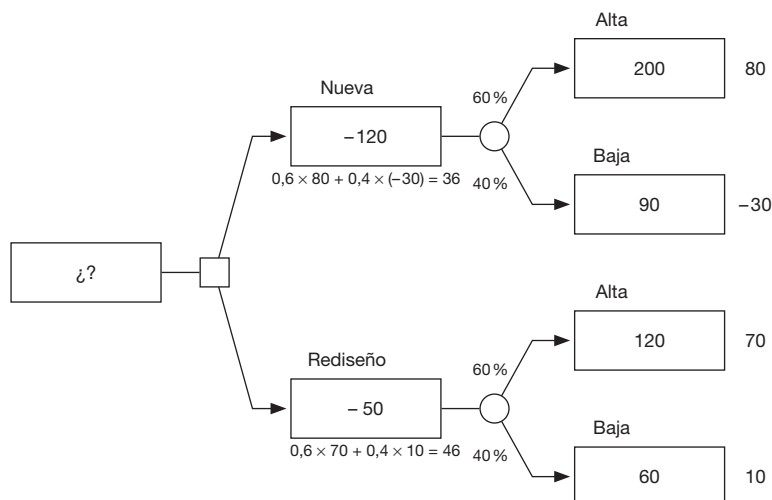
Si se rediseña la web, los ingresos oscilarían entre 120M en el mejor de los casos y 60M, en el caso más desfavorable.

Para solucionar este problema, lo primero es construir el gráfico con las alternativas posibles y asociar los valores de cada opción:

■ Figura 5. Opciones iniciales



■ Figura 6. Opciones iniciales con los valores calculados



A partir del gráfico inicial, calculamos en primer lugar el beneficio de cada opción final. Por ejemplo, si hacemos la web nueva y hay una alta demanda:

$$B = 200 - 120 = 80M$$

y repetiríamos esto con el resto de opciones.

A continuación, se debe calcular la esperanza de cada posible decisión (hacer la web nueva o rediseñarla) considerando las probabilidades indicadas. Así, el beneficio asociado a hacer una nueva web será:

$$B = 0,6 \times 80 + 0,4 \times (-30) = 36M$$

y lo mismo con la otra opción. En el caso de haber más opciones, el cálculo se repetiría con todas. El valor 36M significa que si tomáramos muchas veces esta decisión, unas veces ganaríamos 80 y otras -30M, pero en promedio (considerando las frecuencias indicadas), se ganaría 36M.

Una vez hemos calculado el resultado para todas las opciones, se seleccionaría la más beneficiosa, en este caso rediseñar la web, con un beneficio esperado de 46.

## Conceptos básicos

En este capítulo hemos estudiado la gestión de los riesgos en un proyecto. La gestión de riesgos comporta un conjunto de actividades que habitualmente no se pueden segregar y, por consiguiente, cada vez que sea necesario realizar el estudio de riesgos en un proyecto, se abordarán todas ellas.

Existen dos modelos para evaluar el riesgo en los proyectos: cuantitativo y cualitativo. Dada la dificultad de los cálculos y sobre todo que la información obtenida con el cualitativo es igualmente válida, emplearemos normalmente este segundo método. Además, con la definición adecuada de tablas es posible realizar el paso a un modelo cuantitativo sin demasiado problema.

El conjunto de actividades identificado en este grupo de actividad es el siguiente:

- Identificación de las actividades del área de gestión de riesgos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GRP1).
- Realizar el plan de riesgos del proyecto (GRP2).
- Identificación de los riesgos sobre el proyecto (GRP3).
- Análisis de los riesgos sobre el proyecto (cuantitativo/cualitativo) (GRP4).
- Realizar el plan de respuestas a los riesgos (GRP5).
- Monitorizar los riesgos (GRP6).
- Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GRP7).

Las actividades más importantes son claramente la GRP2, GRP3, GRP4 y GRP5, en especial, las GRP3 y GRP4.

De forma muy resumida, el modelo plantea la identificación de activos, su valoración y la identificación de amenazas. Tras evaluar la degradación que causa cada amenaza y estudiar las relaciones de dependencia entre el conjunto de activos, determinamos los riesgos acumulados (valor del daño causado por una amenaza) y los riesgos repercutidos (valor de los daños causados en un activo). En función de los resultados obtenidos, se puede plantear una serie de medidas para minorar la degradación causada por la amenaza, o bien para minorar la frecuencia de ocurrencia, en cualquiera de los casos, el riesgo acumulado y repercutido disminuirán.

Tras este primer paso, se recalculan los riesgos acumulados y repercutidos, que pasan a llamarse riesgos residuales acumulados y repercutidos. El resultado final de estos riesgos residuales debe ser estudiado para proponer medidas de evitación, traspaso del riesgo, minimización, etc.

Por último, hemos visto algunas técnicas numéricas que pueden ser empleadas en conjunción con el método cualitativo para el estudio de riesgos.

## Ejercicios voluntarios

1. Elaborar un conjunto de tablas y valores para la gestión de riesgos basadas en tres valores.
2. ¿Qué es MAGERIT?
3. Un proyecto consta de tres activos, entre los que existen las relaciones  $A \rightarrow B$  y  $A \rightarrow C$ . Los valores de A, B y C son, respetivamente M, M, M. Cada activo está sometido a una amenaza de probabilidad MA, las cuales causan una degradación MB, MB y A, respectivamente.  
Calcular los riesgos acumulados y repercutidos.
4. Para el caso del ejercicio anterior, se propone una medida para minimizar la degradación de A, B y C hasta el valor MB. Calcular los riesgos residuales.
5. A partir del resultado del ejercicio anterior, proponer una estrategia de gestión de los riesgos obtenidos.

# La gestión de compras y de los proveedores en el proyecto

### Objetivos del capítulo

En un buen número de proyectos es obligatorio recurrir a la compra de bienes, equipos o servicios. Y en no pocos casos, estas compras suponen un alto porcentaje del presupuesto total del proyecto. Por esto cobra especial importancia la gestión de las compras, los contratos de compras, los suministradores y proveedores y, en general, todos los aspectos relacionados con el aprovisionamiento de recursos y bienes para la ejecución del proyecto.

Pensemos en cualquier proyecto de infraestructuras en los que el porcentaje del proyecto destinado a compras puede alcanzar valores de hasta el 50 % o el 60 %; o pensemos en proyectos de contratación de servicios en los que el coste de la mano de obra puede suponer más de un 75 % del coste del servicio. En cualquiera de estos ejemplos, las desviaciones en las operaciones de adquisición pueden conducir al fracaso del proyecto. En estos casos, una desviación de un 10 % en el precio o en las condiciones de compra ya está suponiendo una desviación de casi un 8 % en el proyecto.

Por eso, la gestión de las compras es tan importante en algunos proyectos. No así en aquellos que disponen de los recursos y no tienen que recurrir a recursos en el mercado, los cuales presentan otros problemas.

En este capítulo veremos qué actividades son necesarias para la correcta gestión de las compras y proveedores en un proyecto.

## 1. Introducción al grupo de actividades de gestión de los proveedores en un proyecto

El grupo de actividades de gestión de proveedores en un proyecto señala un conjunto de actividades que se deben desarrollar para acometer la tarea de gestión de las compras y aprovisionamiento:

1. Identificación de las actividades del área de gestión de proveedores que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPR1).
2. Elaborar el plan de proveedores (GPR2).
3. Ejecutar las compras a proveedores (GPR3).
4. Monitorizar las compras a proveedores (GPR4).
5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPR5).

Estas actividades permitirán gestionar adecuadamente la adquisición de recursos de un proyecto. Las actividades de planificación, ejecución y monitorización son las más importantes, pues determinan cómo debemos realizar los contratos, ejecutarlos, así como la correspondiente monitorización de la adquisición.

Normalmente, cuando se piensa en las compras, se tiende a centrar los razonamientos en el factor precio. Sin embargo, existen otros factores que se deben analizar a la hora de seleccionar los proveedores y de realizar las compras: ¿se ha entregado en plazo la compra?, ¿se ha entregado según las condiciones pactadas?, ¿se han respetado las condiciones de calidad del producto?, ¿se ha entregado a quien correspondía en el lugar acordado?, ¿se mantiene la garantía tal cual fue acordada en el contrato?, ¿está la documentación en orden? Estas y otras muchas cuestiones se deben vigilar en los procesos de gestión de aprovisionamiento. Pensemos en el caso de entrega de una casa. Si el técnico que ha de revisar la instalación eléctrica da su aceptación pero no entrega la documentación oficial que así lo acredita, no es posible aceptar que el servicio se ha entregado completamente, pues dicho certificado será necesario para solicitar otras licencias o permisos sobre la casa. Con este sencillo ejemplo se pretende visualizar la importancia de que los proveedores cumplan su parte del acuerdo en todas sus condiciones y no solo en la entrega física del bien o servicio.

## 2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de proveedores en el proyecto

### 2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de proveedores que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPR1)

#### A) Descripción de la actividad

Como en ocasiones anteriores, lo primero es determinar cuál o cuáles de las actividades se deben acometer, bien porque se adopten tal cual se indican, bien porque se adaptan a las características del proyecto. No obstante, si nos fijamos en las actividades, simplemente

indican que hay que planificar las compras, ejecutarlas y comprobar que estas obedecen a lo planificado. En ese sentido, no es posible descartar ninguna actividad. Sin embargo, en el caso de que haya compras en el proyecto, será siempre necesario adoptar estas actividades, pues las compras a realizar serán muy diferentes en unos proyectos y otros: bienes, servicios, alquileres, etc. En estos casos, la planificación deberá incorporar cómo realizar los contratos, qué aspectos considerar, qué elementos se deben exigir, etc., mientras que la monitorización de las compras de bienes deberá verificar las características de los productos. Sin embargo, las entregas de servicios deberán medirse con base en otros parámetros, quizá menos evidentes de medir. Con esto, lo que se quiere apuntar es la idea de que las cuatro actividades siguientes formarán parte de la gestión de compras y proveedores, caso de haberlos, pero en cada proyecto la forma en que se desarrollan será muy diferente.

Observemos que este apunte no fue necesario en otras actividades, por ejemplo, en la gestión de costes. La forma de controlar los costes es igual, independientemente del tipo de proyecto. Las fórmulas a emplear son las mismas. Lo mismo sucede con el control de los tiempos. La técnica de control de tiempos a partir del diagrama de red es igual en cualquier proyecto, cualquiera que sea el ámbito de este.

El resultado de esta actividad consiste simplemente en decidir si será necesario realizar la gestión de proveedores o no merece la pena implementar las actividades correspondientes.

## B) Técnicas. Herramientas

*Reuniones.* En este caso, la principal herramienta con que cuenta el director de proyecto es recurrir a reuniones con los equipos de trabajo para recoger información acerca de las necesidades que tienen: subcontratación, contratación, compras, alquileres, *renting*, etc. A partir de estas reuniones podrá decidir si acometer o no el resto de actividades. Siendo objetivos, en la gran mayoría de casos las actividades de gestión de proveedores no se suelen acometer de una forma tan ordenada y estructurada como se plantea en este capítulo. La realidad muestra que un número muy considerable de proyectos tienen una dimensión pequeña y no es preciso establecer actividades específicas de gestión de las compras y de proveedores. Sin embargo, existen proyectos de gran envergadura, tales como los que se abordan en infraestructuras, telecomunicaciones, industria, grandes sistemas de información, aeronáutica, entre otros ejemplos, en los que el número de proveedores, el volumen de compras y el elevado importe de las mismas requieren de un proceso específico para la gestión de estas.

Es por tanto muy relevante decidir si aporta valor o no al proyecto la estructuración y organización de las actividades de compra y aprovisionamiento o, por el contrario, se pueden dejar en un segundo plano.

## 2.2. Realizar el plan de compras del proyecto (GPR2)

### A) Descripción de la actividad

La actividad de planificación de las compras tiene el objetivo de delimitar el alcance de las compras y especificar cómo se han de realizar estas. Es en este momento cuando se indican



los procesos y procedimientos a seguir para realizar una compra, siendo preciso aclarar cómo hay que especificar el producto o servicio a adquirir, cómo seleccionar a los proveedores, cómo tomar la decisión de escoger a uno u otro proveedor, cómo formalizar el contrato, cómo y quién verifica y contrasta el producto recibido. En realidad, se trata de asegurar la trazabilidad desde el proceso de formalización del pedido hasta la recepción del mismo.

Dado que el proceso de compras es genérico a todo el proyecto, esto es, se puede necesitar un bien o servicio para la etapa de planificación (una consultoría para la oficina técnica de proyecto), de ejecución (para una empresa de ingeniería) y de cierre (para un auditor o notario para dar fe del cierre del proyecto), se partirá de distintos documentos previamente elaborados en el proyecto. Por ejemplo, los documentos con el alcance y los requisitos serán determinantes para identificar posibles necesidades de suministros y compras. Otro documento importante será el registro de los riesgos identificados. Es posible que las medidas adoptadas para su gestión requieran la contratación de seguros, herramientas, dispositivos de seguridad, coberturas de divisas, o cualquier otro activo que permita amortiguar el daño causado por una amenaza. Lo mismo se puede decir del documento de necesidades de recursos elaborado previamente y del plan de costes del proyecto. Eventualmente puede ser necesario contratar una póliza de crédito, préstamo u otros instrumentos financieros que hagan viable el proyecto.

Con todo lo anterior, queremos significar la importancia de tomar como partida los documentos de cada área de gestión que servirán para determinar las necesidades de cada uno de ellos y, por tanto, guiarán las necesidades de compra y/o (sub)contratación del proyecto y/o alquiler del proyecto.

Como principal salida se obtendrá un plan de contrataciones en el que además de indicar las necesidades de compra o adquisición de bienes y servicios se planteará el modo de ejecutar estas compras. A título de ejemplo, algunos de los elementos que ha de incluir este plan de compras son los diferentes contratos a utilizar, criterios de selección de proveedores (capacidad técnica del proveedor, estudio de riesgos del proveedor, solvencia, histórico del proveedor, referencias, entre otros), criterios de selección de ofertas (adecuación de la oferta a la solicitud de propuestas, coste, garantías, entre otros), cronograma de las adquisiciones, restricciones presupuestarias, criterios de valoración de las entregas (ya sean bienes o servicios) y los modelos de documentos para la relación con los proveedores.

En ocasiones, podemos encontrar proyectos en los que una parte del trabajo es subcontratada, es decir, no se subcontrata solamente un servicio necesario para el desarrollo del proyecto, sino que una parte entera del proyecto es subcontratada. En estos casos es muy importante describir en el plan de compras una descripción muy clara del servicio a comprar, considerando que es una parte del proyecto del cual el jefe de proyecto es responsable.

Es relevante destacar que en proyectos de gran envergadura, el proceso de compra es largo, complejo y no exento de dificultades, sobre todo por los volúmenes de compra y por el importe de la misma. En estos casos, el plan de compras, como documento producto de la planificación de compras, debe indicar los distintos documentos a generar: RFP (*request for proposal*: solicitud de propuestas), RFQ (*request for quotes*: solicitud de precios), RFI (*request for information*: solicitud de información), IFB (*invitation for bid*: invitación a licitación), WOO (*warning of offer*: aviso de oferta), IFT (*invitation for trade*: invitación para negociar) y IVR (*initial vendor response*: respuesta inicial del vendedor) son los más comunes.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Juicio de expertos*

Dada la complejidad de la información manejada y los términos complejos, ambiguos y cambiantes que aparecerán en las negociaciones, es importante que el director de proyecto recurra a un equipo especializado en adquisiciones y compras para determinar las mejores opciones y para ayudarle en la realización de estas.

Por lo general, dadas las dificultades de redacción de los contratos y acuerdos en términos jurídicos, será importante contar con expertos que puedan comprender y dar la cobertura necesaria al proyecto para que todo el clausulado de los convenios asegure la compra y no ponga en riesgo el éxito del proyecto.

### b) *Activos de la organización*

Dentro del conjunto de posibles herramientas (que no técnicas) a emplear, el director de proyecto debe considerar el conjunto de documentos disponibles en la organización para valorar las distintas opciones durante la adquisición. Este conjunto de documentos abarcará los diferentes contratos realizables con entidades proveedoras de bienes y servicios.

Los contratos de compra más habituales en el mercado se pueden clasificar en tres grandes categorías:

- Acuerdos de importe tasado
  - Importe fijo. En este tipo de contratos, el proveedor asume la realización de un trabajo o entrega de un bien con determinadas características y en un plazo determinado. No se admite ningún deslizamiento en coste, tiempo ni en el alcance por parte del director de proyecto y tampoco se admiten ampliaciones de alcance por parte del suministrador. En estos casos, si el trabajo contratado se realiza en menos tiempo, o con menos recursos de los esperados, el proveedor logra un beneficio extra; pero si el trabajo es más complicado o requiere más tiempo, el director de proyecto tiene asegurada por contrato la realización con un determinado coste.

En cualquiera de los casos, el riesgo es compartido. El director de proyecto asume el riesgo de retrasos y el proveedor asume los tiempos extra que requiera la ejecución del trabajo asumido.
  - Importe fijo con bonus y penalizaciones. En este tipo de contratos, el proveedor asume la realización de un trabajo o entrega de un bien con determinadas características y en un plazo determinado. Es habitual que retrasos en la entrega, entregas defectuosas o cambios en las calidades lleven implícitas determinadas penalizaciones. También es posible que mejoras en la calidad o entregas anticipadas se bonifiquen con algún incentivo o bonus en el proyecto, de modo que el proveedor tenga alicientes por lograr mejoras de forma voluntaria.

Este tipo de acuerdos dejan total libertad al proveedor para gestionar el contrato, y a cambio se le exigen resultados en plazo y coste. Se suelen emplear cuando el bien o servicio tiene unas características definidas y conocidas desde el principio del proyecto. Por ejemplo, la construcción de un *software* para gestionar las citas y el historial de pacientes en una clínica. Es obvio que la carga de trabajo se puede estimar al principio y no dependerá del uso que se dé a la aplicación. Es por tanto un proyecto de construcción que se puede abordar mediante un contrato de importe fijo sometido a posibles bonus y penalizaciones. Se puede observar que, aun siendo un precio fijo, este puede variar al alza o a la baja, dependiendo de la ejecución del trabajo.

- Acuerdos de importe fijo más variable. Otra modalidad de acuerdo son los denominados de importe variable. En estos casos, es habitual que el director de proyecto desee encargar un trabajo a un proveedor sabiendo un umbral mínimo de trabajo que habrá que desarrollar, pero sin llegar a conocer el umbral máximo. Por ejemplo, supongamos un proyecto para el mantenimiento de un parque de molinos de viento durante los próximos cinco años. En ese caso, se tiene una estimación mínima del trabajo que, de forma rutinaria, se tendrá que realizar, e incluso una estimación de las averías esperadas. Sin embargo, y dado que *a priori* no se sabe con certeza el número de horas que funcionará el parque eólico, el número máximo de averías no es conocido. En estos casos, conviene realizar un contrato que incluya un mínimo fijado de horas de trabajo para lo que razonablemente se espera que hay que mantener y, por otra, un número de horas variable, dependiente de las averías que aparezcan.

En este caso, observamos que el contrato tiene un componente fijo y otro variable. Se trata por tanto de un figura mixta entre contratos de precio fijo y los contratos por servicio.

- Acuerdos de importe variable

- Acuerdos de coste y honorarios. Este tipo de acuerdos se basan en que el importe del contrato contabiliza los costes que requiera la ejecución del trabajo y una cantidad en concepto de honorarios (se suele fijar como porcentaje sobre el coste fijo) para el proveedor.

Se puede interpretar que es una modalidad de acuerdo de importe fijo más variable. Sin embargo, no es así, porque en este caso no existe un importe fijo. Los costes que requiere la ejecución del trabajo dependen del tamaño del trabajo, y los honorarios (en definitiva, ingresos) que recibe el proveedor se calculan como porcentaje sobre esta cantidad. Son por ello importes variables en su totalidad.

- Acuerdos de coste y honorarios con bonus y penalizaciones. Es un acuerdo semejante al anterior, con la salvedad de que los honorarios del proveedor no se calculan como un porcentaje fijo sobre los costes de ejecución del trabajo, sino que se evalúan incorporando bonus y penalizaciones sobre dicho por-

centaje fijo. Es tanto como si el porcentaje fijo oscilara en función de parámetros como entregar en plazo, calidad, etc. En algunos casos, incluso se puede ligar un incremento del porcentaje fijo a que el presupuesto de ejecución del trabajo no exceda determinada cantidad, lo cual incentiva claramente al proveedor que trabaje para el proyecto.

- Acuerdos por obra y servicio, también denominados *time&material* (tiempo y materiales) Este tipo de acuerdos tienen un importe absolutamente flexible. El director de proyecto emplea recursos a discreción y el proveedor cobra por cada hora de trabajo suministrada o por cada unidad de material empleada (horas, kilogramos, unidades ...). Es claramente el contrato que más puede penalizar el presupuesto del proyecto, si la negociación no se realiza correctamente; de igual modo, es el tipo de contrato que menos riesgo incorpora en el lado del proveedor en condiciones normales del mercado. Sin embargo, en numerosas ocasiones, la negociación a la baja en los precios por parte del director de proyecto obliga al proveedor a suministrar bienes y recursos prácticamente a coste. Por otra parte, el proveedor normalmente debe aceptar suministrar estos bienes y recursos independientemente de su disponibilidad o precio. Esto hace que el proveedor deba asumir estos elementos como riesgos de su operativa.

En el lado del director de proyecto, este tipo de contrato deja excesivamente abierto el presupuesto, ya que no se cuenta con un importe total para determinado trabajo. La calidad de los recursos, su implicación, la calidad de los materiales, etc. pueden afectar notablemente la ejecución del proyecto. De hecho, en estos contratos, dado que no existe un incentivo para el proveedor, los rendimientos de los recursos suelen ser bajos, incluso si son adecuados para los requerimientos del proyecto.

## 2.3. Ejecutar las compras a proveedores (GPR3)

### A) Descripción de la actividad

La ejecución de compras es una actividad que se puede desglosar en:

- Recopilar las respuestas a la petición de ofertas.
- Tomar una decisión sobre la mejor oferta.
- Adjudicación del contrato.

A veces, este proceso se realiza en múltiples etapas, de modo que se van descartando proveedores en cada paso hasta llegar a la decisión final. Evidentemente, el documento de referencia para esta actividad es el plan de compras del proyecto, en el que se podrá encontrar información sobre cómo se han de valorar las propuestas, cómo valorar a los proveedores, la lista de proveedores homologados. Igualmente, se emplean otros documentos elaborados con anterioridad, como la relación de riesgos identificados y otros activos (plantillas, recomendaciones, etc. de la organización).

El proceso de ejecución de compras genera dos resultados:

- El conjunto de respuestas de los proveedores a las peticiones que se les ha realizado.
- El resultado de la evaluación de las respuestas de los proveedores.

Por último, como resultado final, se firma el acuerdo con el proveedor seleccionado.

La firma del acuerdo es importante para el proyecto, pues debe incluir información detallada de lo que el director de proyecto adquiere y de lo que el proveedor se compromete a entregar. Entre esta información debe figurar la siguiente:

- El o los entregables resultado del acuerdo. Una buena referencia para definir esto lo podemos encontrar en el documento de alcance del proyecto.
- Las fechas y compromisos temporales del proveedor para cada entregable.
- El precio y las formas y condiciones de pago.
- El modo y lugar de entregables.
- Los parámetros para determinar la validez y aceptación de la entrega.
- La garantía y el soporte técnico del producto.
- Posibles descuentos, bonus y penalizaciones, en función de la evolución del entregable.
- El modo de gestionar los cambios en las peticiones acordadas.
- Tratamiento de los litigios.

Como se deduce de esta información, el documento de contrato es de suma importancia, porque dirime cómo actuar en cada paso de la adquisición: qué se compra, cómo, cuándo, para qué, cómo se valida, etc. Es frecuente que los directores de proyecto no den importancia a este documento, pues están más centrados en los recursos necesarios para el proyecto que en las condiciones de adquisición y ello tiene repercusiones a medio plazo en la vida del proyecto.

## B) Técnicas. Herramientas

### a) *Toma de decisiones*

Al igual que sucediera en la gestión de riesgos, las herramientas de toma de decisiones son muy relevantes en la gestión de compras y proveedores. A partir de la información presente en los distintos documentos que sirven como base para la planificación de las compras, es preciso tomar una decisión sobre la mejor opción en cada caso para los recursos y bienes requeridos en el proyecto: comprar, alquilar, contratar, subcontratar, etc.

Esta toma de decisiones se puede realizar mediante técnicas analíticas como el árbol de decisiones, mediante técnicas estadísticas y mediante técnicas basadas en sistemas expertos. Dada la gran cantidad de información que se maneja, será necesario en cualquiera de los casos recurrir al empleo de sistemas de información.

### *b) Sistemas de información*

En general, la toma de decisiones es compleja y será imprescindible contar con sistemas de información que nos ayuden en dicho cometido. Bases de datos, inteligencia artificial, sistemas expertos, herramientas de toma de decisiones, herramientas de gestión del conocimiento y otras tantas son posibilidades disponibles para mejorar la selección de opciones a la que se enfrentará el director de un proyecto.

### *c) Activos de la organización*

Los activos de la organización son una vez más una herramienta necesaria, porque entre los repositorios es posible encontrar modelos de contrato de otras contrataciones y que a buen seguro incorporan múltiples cláusulas que ahorrarán tiempo al director de proyecto y dotarán de cobertura a la organización, pero sobre todo al director de proyecto.

### *d) Reuniones*

En procesos de compra por fases, en los que se van descartando proveedores, es habitual realizar reuniones con estos para aclarar diversos aspectos de las peticiones de oferta que realice el director de proyecto. Las rondas de respuestas y aclaraciones a cuestiones de proveedores son habituales en las grandes contrataciones, por ejemplo, en la construcción de una carretera, los sistemas de señalización pueden ser provistos por diferentes suministradores, si bien las características de funcionamiento de los paneles requieran aclaraciones por parte de estos. Esto suele suceder cuando las compras se refieren a servicios o cuando las compras hacen referencia a sistemas aún no creados. En cambio, si las compras se refieren a material, por ejemplo, grandes compras de cemento para la construcción de una urbanización, la delimitación de los parámetros técnicos del producto es suficiente para que los proveedores puedan realizar sus ofertas.

## 2.4. Monitorizar las compras a proveedores (GPR4)

### A) Descripción de la actividad

La monitorización de las compras es una actividad que tiene como finalidad verificar el proceso de compra y asegurar que las compras a proveedores se ejecutan según se ha planificado.

Por ello, tomando como referencia el plan de compras a proveedores, esta actividad verifica que se ha seguido el proceso correctamente en todo momento y que los productos y servicios recibidos son acordes a lo estipulado en el contrato firmado. Cuando se indica que se verifica que el contrato se está ejecutando correctamente, nos referimos a la ejecución en todos sus ámbitos: que el producto es correcto, que la entrega ha llegado en el plazo fijado, que el modo de pago es el acordado, que la garantía es la estipulada, etc.

El punto de partida para la monitorización de las compras es evidentemente el plan de compras a proveedores y el producto o servicio entregado, con el fin de compararlos. Pen-

semos que la motivación de esta actividad es meramente fiscalizadora de que los procesos relativos a la contratación y compra se están realizando conforme a lo establecido en el plan y conforme al pedido realizado.

Por otra parte, el resultado de esta actividad será la aceptación o no de la ejecución del contrato (fijémonos en que no se indica aceptación solamente del producto o servicio), ya que el contrato puede ser incumplido por calidad del producto, fechas, garantías, etc. En el caso de que todo haya ido correctamente, se acepta la entrega, pero en caso de discrepancias, será necesario activar solicitudes de cambio e incluso puede ser necesario elevar una señal de riesgo y activar las medidas oportunas. Asimismo, en caso de que se detectasen anomalías en el plan de compras, será necesario actualizarlo.

Además de lo anteriormente mencionado, será necesario actualizar las bases de datos de la compañía (activos de la organización) con el resultado obtenido de la ejecución de las compras a este proveedor en particular, de modo que futuros proyectos dispongan de dicha información.

## B) Técnicas. Herramientas

*Auditorías e inspecciones.* La verificación de que el contrato firmado con el proveedor está cumpliéndose en los términos establecidos se realiza a través de auditorías e inspecciones. Estas auditorías e inspecciones se realizan por un equipo de trabajo multidisciplinar, puesto que se deben verificar distintos aspectos del acuerdo, por ejemplo, para comprobar que el bien o servicio entregado satisface los requerimientos técnicos será necesario personal técnico, para comprobar que los pagos se han realizado en los términos y condiciones acordadas, será necesario contar con personal de administración y finanzas, para comprobar que el bien o servicio goza de la garantía acordada, contaremos con el personal del departamento legal que pueda corroborar los términos de la garantía, y así sucesivamente con cada uno de los aspectos del acuerdo.

Algunos de los términos del acuerdo se podrán comprobar en el mismo momento de la entrega, mientras que otros requerirán más tiempo, por ejemplo, si en el acuerdo se contempla un tiempo de respuesta ante incidencias, evidentemente hasta que no haya incidencias no se podrá comprobar este punto, o si los pagos están diferidos, hasta que no venzan los plazos no se podrá comprobar que efectivamente el pago ha sido realizado a plazos.

En cualquier caso, debemos admitir que, salvo para cuestiones estrictamente técnicas que se pudieran automatizar, los contratos van a requerir disponer de un equipo de auditoría, inspección, *walkthroughs* ... que revise que el acuerdo es conforme al plan de compras y que la ejecución se adecua a lo que indica el contrato.

## 2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPR5)

### A) Descripción de la actividad

Durante esta actividad se procede al cierre formal de las actividades concluidas. Por otra parte, en el caso de que se observe que las actividades de gestión de compras y proveedores



planificadas no son realmente necesarias, suele suceder que estas se abandonan durante el proceso de adquisición o ejecución. Por ejemplo, la actividad de monitorización y control es un ejemplo claro. Muchas veces los controles no terminan de realizarse. Evidencias de ello las encontramos en el control de la garantía o del soporte. Es frecuente que la actividad de control se abandone y cuando se requiere hacer uso del soporte o de la garantía esta no se corresponde con lo esperado, ha caducado antes de lo previsto o simplemente no abarca lo indicado en el pedido. Ante situaciones como esta se debe proceder a cerrar la actividad y registrar las incidencias pertinentes, así como actualizar las bases de conocimiento de la organización.

Es por ello recomendable ejecutar esta actividad que formaliza el cierre de las mismas. Como única salida tendremos la formalización del cierre de las mismas y la actualización de los registros en las bases de datos de la organización.

## B) Técnicas. Herramientas

Dado que se trata de un cierre administrativo desde el punto de vista de la gestión del proyecto, no requiere técnicas o herramientas específicas.



## Conceptos básicos

El proceso de gestión de proveedores y compras supone generalmente uno de los puntos de riesgo para el proyecto, pues el director de proyecto deposita en la responsabilidad de un tercero una parte del trabajo o, al menos, la provisión de bienes para el proyecto.

La correcta selección de proveedores, de sus ofertas y la gestión de la compra, así como de la evaluación del servicio o, bien entregado forma parte de las actividades de la gestión de proveedores y compras.

En estas actividades, las herramientas y técnicas empleadas tienen que ver con modelos estadísticos y matemáticos para la toma de decisiones, así como con los sistemas de información, auditorías e inspecciones para garantizar que el proceso de ejecución de la compra se ha seguido según el plan y que el bien o servicio es entregado conforme indica el contrato.

Durante la fase de planificación, se han de fijar los documentos que posteriormente se desarrollarán, entre ellos, pueden estar los documentos RFP, RFQ, RFI, IFB, WOO, IFTb, y VIR.

Se pueden apuntar tres grandes tipos de contratos: de coste fijo, de coste variable y por tiempo y materiales. En el primero, se fija un precio por todo el bien o servicio a prestar, aunque a veces se incluye algún concepto variable, como penalización o bonus. En el segundo, hay una pequeña parte del importe que es fijo y una gran parte variable, dependiente de la cantidad de trabajo requerido. Por último, un tercer tipo de contrato traslada prácticamente todo el riesgo al jefe de proyecto, pues asume pagar al proveedor la totalidad de recursos empleados por uso (horas, kilogramos, unidades, etc.)

## Ejercicios voluntarios

1. Realizar una búsqueda de ejemplos de RFP y realizar un boceto de RFP para un proyecto de un despacho de abogados que requiriese elaborar una web para prestar servicios online.
2. Justificar qué tipo de contratación de las indicadas en el epígrafe 2.2 realizaría en los siguientes casos:
  - a) Una parte de un proyecto consiste en desarrollar una web para contratación online.
  - b) Un proyecto de ingeniería en el que un componente del equipo estará de baja en torno a seis meses.
  - c) Un proyecto de cibersegurización de una infraestructura que debe estar lista en menos de 3? para evitar un procedimiento sancionador.
3. Para un diseño de ingeniería que se pretende subcontratar se dispone de dos proveedores. El primero tiene un coste de 100 um y el segundo, de 80 um. En condiciones normales

de mercado, el primer proveedor nos permitirá ahorrar 20 um por entrega temprana, aunque si el mercado laboral se complica y no encuentra recursos, podría retrasarse, lo cual nos originaría una penalización en el proyecto de 5 um. Con el segundo proveedor, en el primer caso podríamos ahorrar 10 um, aunque en el caso de complicaciones en el mercado laboral, la penalización ascendería a 15 um. Se estima que el mercado laboral se mantendrá estable con un nivel de probabilidad del 90 % y que se complicará con una probabilidad del 10 %. Indicar a qué proveedor deberíamos seleccionar.

4. ¿Para qué sirven las auditorías e inspecciones dentro del conjunto de actividades de gestión de compras y proveedores?
5. Explicar en qué proyectos suele ser necesario acometer las actividades de gestión de compras y proveedores.



# Índice sistemático

Sumario .....	5
Prólogo .....	7
<b>Capítulo 1. Introducción a la dirección de proyectos .....</b>	<b>9</b>
Objetivos del capítulo .....	9
1. Introducción .....	10
2. En qué consiste la dirección de proyectos .....	11
2.1. Conceptualización de la gestión de proyectos .....	11
2.2. El tamaño de los proyectos .....	13
2.3. Bienes, recursos y activos .....	15
3. Funciones de un gestor de proyectos .....	16
4. Elementos influyentes en un proyecto .....	18
4.1. Elementos o factores internos .....	18
4.2. Elementos o factores externos .....	19
5. Modelos de ciclo de vida: proyectos y productos .....	19
5.1. Etapas del ciclo de vida de un proyecto .....	19
5.2. Etapas del ciclo de vida de un producto .....	21
5.3. Estructuración en fases de un proyecto .....	22
5.4. Actividades diarias: operaciones .....	23
6. ¿Quiénes son los <i>stakeholders</i> ? .....	24
7. Tipos de organización .....	25
Conceptos básicos .....	30
Ejercicios voluntarios .....	31
<b>Capítulo 2. Actividades de la dirección de proyectos .....</b>	<b>33</b>
Objetivos del capítulo .....	33
1. Introducción .....	34
2. Actividades y ciclo de vida del proyecto .....	35
3. Relación entre ciclo de vida, actividades y áreas de gestión .....	37
4. Áreas de gestión .....	38
5. Actividades de cada área de gestión .....	41
5.1. Área de gestión de coordinación de actividades .....	42
5.2. Área de gestión de definición del proyecto .....	42
5.3. Área de gestión de tiempos en el proyecto .....	42
5.4. Área de gestión de los costes del proyecto .....	43
5.5. Área de gestión de la calidad y garantía de la calidad del proyecto .....	43
5.6. Área de gestión de personas en el proyecto .....	43
5.7. Área de gestión de la información y las comunicaciones .....	44

5.8. Área de gestión de los riesgos del proyecto .....	44
5.9. Área de gestión de compras y proveedores del proyecto .....	44
5.10. Área de gestión de los <i>stakeholders</i> del proyecto .....	44
5.11. Área de gestión del conocimiento del proyecto .....	45
6. Un ejemplo de mapa de actividades .....	45
Conceptos básicos .....	51
Ejercicios voluntarios .....	52
<b>Capítulo 3. La gestión de la coordinación de actividades .....</b>	<b>53</b>
Objetivos del capítulo .....	53
1. Introducción .....	54
2. Introducción al grupo de coordinación de actividades .....	54
2.1. La etapa previa del anteproyecto .....	54
2.2. Estudios previos .....	54
2.3. Valor generado por el proyecto .....	55
3. Actividades comprendidas en el grupo de actividades de coordinación de actividades .....	57
3.1. Identificación de las actividades del área gestión de coordinación de actividades que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCA1) .....	57
3.2. Elaboración del documento fundacional del proyecto (acta constitucional o fundacional del proyecto) (GCA2) .....	58
3.3. Desarrollar un plan director del proyecto (plan de cada área de gestión) (GCA3) .....	60
3.4. Ejecutar el plan director del proyecto (GCA4) .....	62
3.5. Monitorizar los avances del proyecto y comparar con los planes de cada área (GCA5) .....	64
3.6. Gestionar los cambios en cualquier área de gestión del proyecto (GCA6) .....	66
3.7. Finalización del proyecto (GCA7) .....	68
3.8. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCA8) .....	69
4. Un ejemplo de acta fundacional del proyecto .....	69
5. Un ejemplo de plan director del proyecto .....	71
Conceptos básicos .....	73
Ejercicios voluntarios .....	73
<b>Capítulo 4. La gestión de la definición del proyecto .....</b>	<b>75</b>
Objetivos del capítulo .....	75
1. Introducción al grupo de actividades de gestión de la definición del proyecto .....	76
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de definición del proyecto .....	77
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de definición del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GDP1) .....	77
2.2. Educación y análisis de requisitos (GDP2) .....	78
2.3. Formalización de requisitos, fijación de límites y definición del proyecto (GDP3) .....	82
2.4. Acordar la definición del proyecto (GDP4) .....	84
2.5. División en tareas y subtareas (GDP5) .....	84
2.6. Validar el documento de especificación de requisitos del proyecto (GDP6) .....	86

2.7. Monitorización del alcance del proyecto (GDP7) .....	87
2.8. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GDP8) .....	88
3. Un ejemplo de requisitos y de estructura de desglose de trabajos .....	88
Conceptos básicos .....	92
Ejercicios voluntarios .....	93
<b>Capítulo 5. La gestión del tiempo en el proyecto .....</b>	<b>95</b>
Objetivos del capítulo .....	95
1. Introducción al grupo de actividades de gestión del tiempo en el proyecto .....	96
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión del tiempo del proyecto .....	97
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión del tiempo del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GTP1) .....	97
2.2. Identificar tareas y subtareas que conducen a concluir el trabajo en la definición del proyecto (GTP2) .....	98
2.3. Graficar secuencialmente tareas y subtareas (GTP3) .....	99
2.4. Calcular el esfuerzo (días-persona/meses-persona) para cada tarea y subtarea (GTP4) .....	103
2.5. Estimar los recursos para cada tarea (GTP5) .....	105
2.6. Estimar la duración para cada tarea (GTP6) .....	109
2.7. Cálculo del camino crítico y desarrollo del Diagrama de Gantt (GTP7) .....	111
3. Monitorizar los tiempos del proyecto (GTP8) .....	125
3.1. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GTP9) .....	126
Conceptos básicos .....	127
Ejercicios voluntarios .....	128
<b>Capítulo 6. La gestión de costes en el proyecto .....</b>	<b>129</b>
Objetivos del capítulo .....	129
1. Introducción al grupo de actividades de gestión de costes en el proyecto .....	130
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de costes del proyecto .....	131
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de costes del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GCP1) .....	131
2.2. Estimar el coste de cada tarea y subtarea (GCP2) .....	132
2.3. Obtener y aprobar el presupuesto (GCP3) .....	137
2.4. Monitorización de los costes (GCP4) .....	138
2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GCP5) .....	148
3. Aplicación del método del valor ganado a un ejemplo .....	148
Conceptos básicos .....	150
Ejercicios voluntarios .....	150
<b>Capítulo 7. La gestión de calidad en el proyecto .....</b>	<b>153</b>
Objetivos del capítulo .....	153
1. Introducción al grupo de actividades de gestión de calidad en un proyecto .....	154

2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de calidad del proyecto .....	155
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de la calidad del proyecto que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GQP1) .....	155
2.2. Realizar un plan de calidad de proceso y producto (GQP2) .....	156
2.3. Auditar la ejecución del plan de calidad (GQP3) .....	163
2.4. Monitorizar la calidad del proceso y producto (GQP4) .....	164
2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GQP5) .....	175
Conceptos básicos .....	176
Ejercicios voluntarios .....	176
<b>Capítulo 8. La gestión de personas y recursos en el proyecto .....</b>	<b>179</b>
Objetivos del capítulo .....	179
1. Introducción al grupo de actividades de gestión de personas y recursos en un proyecto ...	180
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de personas y recursos en el proyecto .....	181
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de personas y recursos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPP1) .....	181
2.2. Definir el plan de gestión de personas y recursos del proyecto (GPP2) .....	182
2.3. Estimar los recursos materiales del proyecto (GPP3) .....	186
2.4. Incorporar el equipo de personas y adquirir los recursos al proyecto (GPP4) .....	187
2.5. Formar y capacitar al equipo de personas del proyecto (GPP5) .....	188
2.6. Coordinar al equipo de personas del proyecto (GPP6) .....	189
2.7. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPP7) .....	193
Conceptos básicos .....	194
Ejercicios voluntarios .....	194
<b>Capítulo 9. La gestión de la comunicación y la información en el proyecto .....</b>	<b>197</b>
Objetivos del capítulo .....	197
1. Introducción al grupo de actividades de gestión de la comunicación y la información en un proyecto .....	198
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones en el proyecto .....	198
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de la información y las comunicaciones que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GIC1) .....	198
2.2. Realizar el plan director de comunicación en el proyecto (GIC2) .....	200
2.3. Recopilar datos, indicadores y otra información (GIC3) .....	203
2.4. Enviar la información a los interesados (GIC4) .....	205
2.5. Monitorización de las comunicaciones en el proyecto (GIC5) .....	207
2.6. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GIC6) .....	207
3. Ejemplo de plan de gestión de la información y la comunicación .....	208
Conceptos básicos .....	211
Ejercicios voluntarios .....	211
<b>Capítulo 10. La gestión de los riesgos en el proyecto .....</b>	<b>213</b>
Objetivos del capítulo .....	213

1. Introducción al grupo de actividades de gestión de los riesgos en un proyecto .....	214
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de riesgos en el proyecto .....	214
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de riesgos que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GRP1) .....	214
2.2. Realizar el plan de riesgos del proyecto (GRP2) .....	216
2.3. Identificación de activos y de los riesgos sobre el proyecto (GRP3) .....	220
2.4. Análisis de los riesgos sobre el proyecto (GRP4) .....	224
2.5. Realizar el plan de respuestas a los riesgos (GRP5) .....	228
2.6. Monitorizar los riesgos (GRP6) .....	231
2.7. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GRP7) .....	232
3. Un ejemplo de análisis cualitativo .....	232
4. Aspectos relevantes sobre el análisis cuantitativo .....	236
4.1. Diagrama de representación de la incertidumbre .....	237
4.2. Método de MonteCarlo .....	238
4.3. Toma de decisiones al azar .....	239
4.4. Diagrama de árbol .....	241
Conceptos básicos .....	243
Ejercicios voluntarios .....	244
<b>Capítulo 11. La gestión de compras y de los proveedores en el proyecto .....</b>	<b>245</b>
Objetivos del capítulo .....	245
1. Introducción al grupo de actividades de gestión de los proveedores en un proyecto .....	246
2. Actividades comprendidas en el grupo de actividades del área de gestión de proveedores en el proyecto .....	246
2.1. Identificación de las actividades del área de gestión de proveedores que se adoptarán/adaptarán en el proyecto (GPR1) .....	246
2.2. Realizar el plan de compras del proyecto (GPR2) .....	247
2.3. Ejecutar las compras a proveedores (GPR3) .....	251
2.4. Monitorizar las compras a proveedores (GPR4) .....	253
2.5. Conclusión o cierre de actividades abandonadas o pospuestas (GPR5) .....	254
Conceptos básicos .....	256
Ejercicios voluntarios .....	256





La gestión de los proyectos se ha vuelto compleja sobre todo por la gran cantidad de elementos a vigilar y por el número de cuestiones a considerar. La constante sofisticación del entorno en que se desarrollan los proyectos en ingeniería obliga a replantearse cuáles son los puntos más importantes para que un proyecto termine con éxito: alcance, tiempo, coste, riesgos, etc., son aspectos vitales que todo jefe de proyecto ha de gestionar con rigor.

El presente manual aborda el tema desde una perspectiva que trata de simplificar los procesos necesarios y que obligatoriamente un director de proyecto ha de tener en cuenta. La organización de dichos procesos en áreas concurrentes, así como la presentación de herramientas con las que abordarlos definen el hilo conductor del manual.

Asimismo, se presentan numerosos ejemplos que hacen sencilla la lectura y comprensión, además de mostrar el modo de aplicar las herramientas de gestión de proyectos en casos concretos.

