



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN PARQUE EOLICO  
EN USA: OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN

David Roda Aranguren

Francisco Javier Ripodas Agudo

Pamplona, 30 Abril 2010

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 1: INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1. Antecedentes.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Ámbito .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Objetivos del proyecto.....</b>	<b>14</b>
<b>Capítulo 2: ANÁLISIS Y GESTIÓN DE PROYECTOS.</b>	
<b>1. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>2. Herramientas para el análisis de proyectos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 El ciclo de Shewart- Deming.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Mejoras del ciclo de Shewart- Deming .....</b>	<b>19</b>
2.3.1 Esquema del Dr. Miyauchi .....	19
2.3.2 El aporte de Ishikawa.....	20
<b>2.4 El análisis DAFO (SWOT).....</b>	<b>20</b>
<b>3. Herramientas de planificación y control de proyectos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Introducción .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 GANTT .....</b>	<b>23</b>
3.2.1 Introducción.....	23
3.2.2 Construcción de un diagrama Gantt .....	24

3.2.3 Ventajas del diagrama Gantt.....	24
3.2.4 Desventajas del diagrama Gantt .....	25
<b>3.3 PERT.....</b>	<b>25</b>
3.3.1 Introducción.....	25
3.3.2 Usos del PERT .....	25
3.3.3 Realización del PERT.....	26
3.3.4 Parámetros y Conceptos .....	27
3.3.5 CPM (Critical Path Method) .....	30
3.3.6 Diferencias entre PERT y CPM.....	30
3.3.7 Ventajas PERT/CPM.....	31
3.3.8 Desventajas PERT/CPM .....	31

### **Capítulo 3: HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS.**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>32</b>
<b>2. MICROSOFT PROJECT.....</b>	<b>32</b>
<b>3. CA SUPER PROJECT .....</b>	<b>34</b>
<b>4. MICRO PLANNER MANAGER .....</b>	<b>36</b>
<b>5. PRIMAVERA PROJECT PLANNER .....</b>	<b>37</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>39</b>

## Capítulo 4: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA GAMESA. DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN.

<b>1. Historia</b> .....	<b>40</b>
<b>2. Gamesa Corporativa</b> .....	<b>40</b>
<b>2.1 Composición accionarial</b> .....	<b>40</b>
<b>2.2 Núcleos de Negocio. Área de energías renovables</b> .....	<b>41</b>
<b>2.3 Organización</b> .....	<b>42</b>
<b>3. Gamesa Eólica</b> .....	<b>44</b>
<b>3.1 Introducción</b> .....	<b>44</b>
<b>3.2 Integración vertical</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3 Catálogo de productos. Modelos y versiones</b> .....	<b>45</b>
<b>3.4 Partes de un Aerogenerador</b> .....	<b>45</b>
<b>4. Departamento Construcción</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1 Introducción</b> .....	<b>46</b>
<b>4.2 Organigrama del Departamento Construcción</b> .....	<b>46</b>
<b>4.3 Descripción del Departamento Construcción</b> .....	<b>47</b>

## Capítulo 5: MANUAL PARA LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO.

<b>1. OBJETIVOS DEL MANUAL</b> .....	<b>48</b>
<b>2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1 Introducción</b> .....	<b>48</b>

<b>3.2 Estructura Departamental del Proyecto.....</b>	<b>49</b>
<b>3.3 Miembros del Equipo del Proyecto.....</b>	<b>49</b>
<b>3. ESQUEMA DE LAS ETAPAS DE UN PROYECTO.....</b>	<b>54</b>
<b>4. ETAPAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Inicio del Proyecto.....</b>	<b>57</b>
4.2.1 Análisis del Contrato.....	58
4.2.2 Reunión de Lanzamiento. Kick off Meeting (KOM).....	58
4.2.3 Planificación del Proyecto.....	58
<b>4.3 Diseño, Compras y Fabricación/SubcontrataciónInicio del Proyecto.....</b>	<b>59</b>
4.3.1 Diseño.....	59
4.3.2 Compras.....	60
4.3.3 Subcontratación.....	60
<b>4.4 Logística.....</b>	<b>60</b>
4.4.1 Campas de acopio.....	60
4.4.2 Inspección de la obra civil.....	61
4.4.3 Gestión de los hitos Administrativos.....	61
4.4.4 Plan de logística.....	62
4.4.5 Gestionando el equipo en ruta.....	62
<b>4.5 Montaje.....</b>	<b>62</b>
4.5.1 Movilización del equipo de Montaje.....	62

4.5.2 Inspección del equipo .....	63
4.5.3 Gestión de los trabajos en parque .....	63
<b>4.6 Puesta en Marcha y Prueba de Disponibilidad.....</b>	<b>63</b>
<b>4.7 Cierre del Proyecto .....</b>	<b>64</b>
<b>5. COMUNICACIÓN DURANTE EL PROYECTO .....</b>	<b>65</b>
<b>6. PLANNING DEL PROYECTO .....</b>	<b>66</b>
6.1 Introducción .....	66
6.2 Suministrables del Proyecto .....	67
6.3 Programa de Proyecto .....	67
6.4 Presupuesto de Proyecto .....	67
6.5 Cálculo de Riesgos .....	68
6.6 Plan de Calidad, Seguridad & Salud y Medio Ambiente (C&S&S&MA)....	69
6.7 Plan de Subcontratación .....	69
<b>7. CONTROL DEL PROYECTO .....</b>	<b>70</b>
7.1 Introducción .....	70
7.2 Control del programa.....	70
7.3 Control del presupuesto .....	71
7.4 Control del facturación .....	71
7.5 Control de Calidad .....	72
7.5.1 Producción .....	72
7.5.2 Logística .....	72

7.5.2 Montaje y Puesta en Marcha.....	72
<b>7.6 Plan de Contingencia.....</b>	<b>72</b>
<b>7.7 Reporte y Control de Documentos .....</b>	<b>73</b>
<b>Capítulo 6: MICROSOFT PROJECT; HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE PROYECTOS. MANUAL MICROSOFT PROJECT.</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>2. CREAR UN PROYECTO .....</b>	<b>74</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>74</b>
2.1.1 Introducción a Microsoft Project .....	74
2.1.2 El área de trabajo de Microsoft Project .....	75
2.1.3 Propiedades de un proyecto .....	75
2.1.4 Organizar proyectos y vistas .....	76
2.1.5 Calendario laboral.....	76
2.1.6 Guardar, vincular y cerrar proyectos.....	76
<b>2.2 ORGANIZAR TAREAS .....</b>	<b>77</b>
2.2.1 Especificar tareas .....	77
2.2.2 Grupos de tareas .....	77
2.2.3 Tareas repetitivas .....	78
2.2.4 Hitos y tareas relacionadas .....	78
2.2.5 Control de hitos .....	79
2.2.6 Fechas límite.....	79

2.2.7 Reorganizar tareas .....	79
2.2.8 Insertar columnas.....	80
<b>2.3 ORGANIZAR RECURSOS.....</b>	<b>80</b>
2.3.1 Especificar recursos .....	80
2.3.2 Recursos materiales .....	81
2.3.3 Organizar recursos en grupos .....	81
2.3.4 Asignar recursos a tareas .....	82
2.3.5 Costo de tareas y recursos.....	82
2.3.6 Ajuste de tiempo de trabajo .....	82
2.3.7 La sobreasignación .....	83
<b>3. TRABAJAR CON UN PROYECTO.....</b>	<b>84</b>
<b>3.1 AJUSTAR DETALLES DE TAREA.....</b>	<b>84</b>
3.1.1 Ajuste de relaciones de tarea .....	84
3.1.2 Reorganizar fases y tareas.....	84
3.1.3 Insertar subproyectos .....	84
<b>3.2 AJUSTAR DETALLES DE RECURSO .....</b>	<b>85</b>
3.2.1 Ajustar períodos laborables de recursos .....	85
3.2.2 Redistribuir recursos asignados .....	85
3.2.3 Reemplazar recursos asignados .....	86
3.2.4 Aplicar perfiles de asignación.....	86



<b>3.3 EL TIEMPO REAL EN UN PROYECTO.....</b>	<b>87</b>
3.3.1 Comprobar el trabajo completado .....	87
3.3.2 Fechas reales y duración .....	87
3.3.3 Actualizar fechas y comprobación.....	88
3.3.4 Personalizar las líneas de progreso .....	88
<b>4. DAR FORMA A UN PROYECTO .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1 EL COSTE REAL DE UN PROYECTO .....</b>	<b>89</b>
4.1.1 Análisis de costos reales de un proyecto .....	89
4.1.2 Los filtros.....	89
<b>4.2 MANIPULAR UN PROYECTO .....</b>	<b>90</b>
4.2.1 Modificar filtros predefinidos.....	90
4.2.2 Crear filtros.....	90
4.2.3 Dar formato al proyecto.....	90
4.2.4 Agrupar recursos.....	91
4.2.5 Imprimir proyectos .....	91
4.2.6 Publicar un proyecto .....	91

## **Capítulo 7: GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO CON MICROSOFT PROJECT.**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>92</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO.....</b>	<b>92</b>
<b>3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>

## **Capítulo 8: SUGERENCIAS Y CONCLUSIONES**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>94</b>
<b>2. Problemas y sugerencias.....</b>	<b>94</b>
<b>3. Conclusiones.....</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>98</b>

## AGRADECIMIENTOS

Es un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con las personas e instituciones sin cuya participación este proyecto no hubiese sido posible.

Debo agradecer al Profesor Francisco Javier Ripodas Agudo por aceptarme para realizar este proyecto bajo su dirección.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a Pedro Arroyo y Mario Diaz, su apoyo y confianza en mi trabajo y capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

Agradezco de manera especial a Natxo Uria y Nick Verrekia por permitir que este proyecto se desarrollara en Gamesa USA. Debo agradecer su amabilidad y disponibilidad durante mi estancia en su departamento en Philadelphia, durante el cual tuve todo el soporte tanto profesional como personal para alcanzar los objetivos perseguidos.

Quiero extender un sincero agradecimiento a Mads Simonsen y Antonio Villanueva por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento sobre la materia cubierta por el proyecto. Les agradezco también por sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo.

Entre los compañeros miembros del departamento de construcción, a pesar de que con todos he mantenido una excelente relación, debo destacar el caso de Shelly Fitzgerald, controller del departamento, para quien va un agradecimiento especial. Las veces que sostuvimos discusiones de carácter profesional y personal, generalmente improvisadas, se vieron claramente compensadas por la calidad de las mismas, claramente enriquecedoras en los dos ámbitos.

Para mis compañeros de proyecto en Cayuga, Illinois, tengo solo palabras de agradecimiento, especialmente para aquellos momentos en los que pude ser inferior a sus expectativas. Como en todas las actividades de la vida, siempre al final hay algunos criterios que te permiten priorizar y es por ello que debo resaltar mis agradecimientos para algunas personas. Quiero expresar mi agradecimiento especial a Edward Johnson, director del Proyecto, Troy Beal, Manager del Proyecto, Adam Hazenstab, AT Supervisor y Lisa Holmes, Controller del Proyecto. Este equipo de Management compartieron conocimientos y experiencia de fueron de gran valor.

Así mismo mi mas sincero agradecimiento al equipo de Quality del proyecto formado por Iosu Marin, Hector Rosario, Martha Saived, Theron W. Arrington y Giovanne Saldarriaga.

Para aquellas personas que han compartido conmigo los “ires y venires” en el plano personal durante la larga estancia en la ciudad de Philadelphia, PA y en Pontia,IL:

Mi compañero de piso Antonio González, el supervisor de Puesta en Marcha Asier Lopez de Zubiria,,el director de calidad Miguel Garcia, las project analyst Sherrie Maurer y Kristen Ludlow. Sin el apoyo de todas estas personas este trabajo no hubiera podido salir adelante.

Finalmente debo agradecer al la Fundación General de la Universidad de Valladolid por haber financiado gran parte de mi estancia en los Estados Unidos en el desarrollo de este proyecto y la sobresaliente gestión de la beca.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1. ANTECEDENTES

El mercado eólico se encuentra sumergido en un continuo crecimiento tanto nacional como internacionalmente. La nueva potencia eólica instalada en 2009 llegó a los 37,5 GW, según datos del Consejo Eólico Mundial (Global Wind Energy Council), con lo que la cifra acumulada llega ya a los 157,9 GW. A pesar de la crisis global, la eólica creció el año pasado un 31%. La tercera parte de la nueva potencia se instaló en China, que ha desbancado a España del tercer puesto. El gigante asiático desplaza a España (con 19,5 GW) del tercer puesto en el ranking mundial, y ya está solo por detrás de EEUU (35,16 GW) y Alemania (25,78 GW).

El rápido y continuo crecimiento de la energía eólica a pesar de la crisis financiera y la recesión económica es testimonio del atractivo inherente de esta tecnología limpia, segura y rápida de instalar. La eólica se ha convertido en la energía elegida por un número cada vez mayor de países en todo el mundo.

Gamesa Eólica como una de las principales empresas mundiales líderes en energía eólica está sumida en este crecimiento del sector. Gamesa inició su actividad en 1976, desarrollando nuevas tecnologías aplicándolas en actividades emergentes que tenían un prometedor futuro: robótica, microelectrónica, medioambiente, materiales compuestos...

En 1993 se comenzó a desarrollar el primer programa aeronáutico: el Proyecto Embraer ERJ-145. En 1994 la compañía puso en marcha la unidad ensambladora de aerogeneradores, mientras que las actividades de promoción, construcción y venta de parques eólicos comenzaron en 1996. En 1997, Gamesa inició un proceso de concentración en las actividades consideradas estratégicas. En 2006 culminaron las desinversiones en Aeronáutica y Servicios.

A partir de entonces, Gamesa ha ido adaptando paulatinamente su estructura organizativa y societaria al proceso de desarrollo de sus actividades, logrando un sólido posicionamiento en las energías renovables alcanzando una cartera de más de 21.000 MW eólicos en promoción en Europa, América y Asia, y delegaciones en 13 países. De esta forma se sitúa asimismo como una de las principales compañías a nivel mundial en la promoción y desarrollo de parques eólicos.

### 2. ÁMBITO

El Departamento de Construcción, en el que se centra este proyecto, no está exento del crecimiento de las energías renovables. El gran aumento de parques eólicos construidos en numerosas localizaciones a lo largo de todo el mundo ha llevado al departamento a un mal control y gestión de los proyectos.

Una pequeña parte del proyecto describirá a grandes rasgos la empresa y el Departamento de Construcción, para establecer el marco donde se ha elaborado el proyecto y donde se instalará el modelo de gestión aquí planteado. El Departamento de Construcción es el más joven de toda la empresa y nació de una escisión del Departamento Servicios en 2005. Este departamento es el encargado de gestionar la construcción de los parques eólicos internacionales y nacionales.

Como se explicará posteriormente, el proyecto será responsabilidad del departamento a partir de una *reunión de lanzamiento* con comercial y quedará acabado cuando el cliente firme el Certificado de Aceptación Provisional (CAP). Durante este período de tiempo el director de proyecto será el máximo responsable del parque y de que todo transcurra según lo planificado. Para que la gestión sea lo mejor posible en este proyecto se realizará un manual que permitirá a los directores de proyecto tener un soporte donde apoyarse.

También se plantearán una serie de propuestas y mejoras que ayudarán a conseguir los objetivos de la empresa como satisfacción del cliente, excelencia del producto y ahorro en costes. La propia experiencia de los directores de proyecto será vital en las mejoras, puesto que es en el trabajo del día a día donde se pueden introducir mejoras para alcanzar los objetivos propuestos.

### 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como **objetivo principal optimizar la gestión de la construcción de un parque eólico en Estados Unidos**, siendo una guía para los directores de proyectos y ayudándoles en su trabajo diario. Por este motivo se plantean diferentes métodos de control de proyectos, como los diagramas de Gantt o PERT, de manera totalmente teórica. Además se **elaborará un manual para la gestión de la construcción de un parque eólico** donde se recogerán las principales etapas del proyecto, así como la gente involucrada en cada una y la documentación necesaria.

El proyecto responde a una necesidad del departamento de Construcción de Gamesa y se pretende gestionar unos “proyectos base” con el programa elaborado en este proyecto en Microsoft Project. Con el fin de llevar un control más exhaustivo, preciso y fiable se lanza este proyecto, con la intención de obtener un resultado positivo y así poder establecer esta forma de gestión en todos los proyectos del departamento.

Con la vista puesta en un futuro más lejano, este proyecto podrá servir para instalar un programa más potente de control y gestión de proyectos, como puede ser el Primavera Project Planner (posteriormente se describirán diferentes programas informáticos para la gestión de proyectos) que permitirá una gestión excelente.

Se concluye que la parte importante del proyecto es el **MANUAL PARA GESTIONAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO** que establece una normalización y otorga toda la información necesaria para poder realizar una perfecta gestión.

## CAPÍTULO 2: GESTIÓN DE PROYECTOS

### 1. INTRODUCCIÓN

La **gestión de proyectos** es una disciplina relativamente joven, aunque de importancia creciente en distintos entornos, siendo incluso trascendental en ámbitos como el de la Ingeniería Industrial. Así, se está convirtiendo en pieza esencial en muchos sectores como materia destinada al manejo de actividades singulares de carácter temporal, que maximiza la probabilidad de consecución de **resultados a tiempo, dentro del presupuesto y con la calidad esperada**.

La gestión de proyectos es la rama de la ingeniería de administración y dirección que se encarga del **análisis, planificación** y el **control** de proyectos. Por análisis se entiende un estudio de la situación del proyecto en el mercado, de las diferentes posibilidades que existen para afrontar el proyecto y una estimación del esfuerzo a realizar para desarrollarlo. Por planificación se entiende todas aquellas tareas orientadas a planear la ejecución de un proyecto antes de su inicio, mientras que las actividades de control se encargan de la monitorización y seguimiento del progreso del proyecto.

Un proyecto se puede definir como un conjunto de acciones interrelacionadas y no repetitivas que hay que realizar para alcanzar un objetivo en una misión precisa que tiene principio y final. Por otro lado se puede definir gestión de proyectos (según Project Management Institute en su “Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos”) como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto o superar las expectativas de los grupos de poder de la organización con respecto al proyecto.

La misión de todo director de proyecto es llevar a buen puerto el proyecto que se le ha asignado. El proyecto tendrá que ser entregado al cliente en la fecha prevista, con la calidad que se haya acordado y al coste que se le ha impuesto. El director de proyecto será el encargado de dirigir el proyecto, y dirigir significa: organizarlo, administrarlo y animarlo.

- **Organizar:** Es elegir quien debe hacer cada misión, dónde se realizará cada tarea y como se llevarán a cabo.

Un proyecto debe apoyarse sobre herramientas adaptadas, para evitar la dispersión de los esfuerzos. El papel de cada protagonista debe ser comprendido para que todas las personas puedan generar valor añadido.

El jefe de proyecto:

- Contrata y/o compone el equipo
  - Destina las misiones a las personas que considere mejor las vayan a realizar y define los objetivos.
  - Formaliza los documentos a reportar.
- **Administrar:** Es comprobar la utilización de los recursos evitando sobrepasarse en el presupuesto. Un proyecto consume recursos humanos, técnicos, financieros... Estos recursos deben ser administrados para rentabilizarlos y evitar cualquier clase de despilfarro.

El jefe de proyecto:

- Evaluar los factores de riesgo.
- Seguir el proceso de las tareas.
- Seguir los presupuestos y los plazos acordados.
- Alertar al comité del pilotaje cuando es necesario.

- **Animar:** Es darle sentido al proyecto, para demostrar al equipo, día a día, que se trata de un acontecimiento y mantener la motivación.

Un proyecto es una dinámica, que supone la existencia de una motivación compartida.

El jefe de proyecto:

- Integra a los nuevos en el equipo.
- Contribuye a crear a la cohesión del equipo.
- Resuelve los conflictos eventuales.
- Facilita y precisa las reglas del juego.
- Garantiza la información de los miembros de su equipo.

## 2. HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS DE PROYECTOS

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Como se ha explicado anteriormente, el primer paso a la hora de gestionar un proyecto es hacer un análisis del mismo, entendiendo por análisis un estudio previo a la planificación y control del proyecto. A continuación se exponen varias herramientas que permiten analizar el estado de un proyecto, las oportunidades que tiene, las diferentes formas de afrontarlo, etc.

### 2.2 EL CICLO DE SHEWART- DEMING

Este ciclo a pesar de ser conocido por Deming, su principal impulsor, en realidad fue Shewart, quien lo considera como: “un proceso metodológico elemental, aplicable en cualquier campo de la actividad, con el fin de asegurar la mejora continua de dichas actividades”.

Alrededor de 1920, el estadista Shewart inventó el concepto de ciclo: planificar, actuar y controlar el resultado final. Este ciclo fue mejorado por Edgard Deming creando el ciclo **PDCA** cuyas siglas son el acrónimo de **Plan, Do, Check, Act** (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).





- La **fase PLAN**:

Esta es la primera fase y la más influyente sobre todas las demás. La secuencia lógica de las actividades a realizar es la siguiente.

- 1- Centrar el proyecto y definir los objetivos.  
Utilizar todas las fuentes disponibles: indicaciones procedentes del cliente, datos y hechos, políticas de dirección... Habrá que definir los objetivos cuantitativos y la planificación de los primeros.
- 2- Observar y documentar la situación actual.  
Utilizar los datos y los hechos para poder medir la diferencia entre los datos obtenidos y los esperados.
- 3- Analizar la situación actual.  
Elaborar y estratificar los datos recogidos para obtener el mayor número posible de informaciones.  
*Las fases 2 y 3 afectan a todos los posibles análisis adecuados para comprender la situación que rodea al problema.*
- 4- Determinar las posibles causas.  
Encontrar las posibles causas del problema. Para ello se puede utilizar el diagrama Causa- Efecto o el Brainstorming (tormenta de ideas).
- 5- Determinar las causas reales.  
Verificar la influencia real de las causas probables a través del análisis del mayor número posible de casos/datos similares. El plan se basa en una correcta definición de las causas reales del problema. En este punto se encuentra ya desarrollada la fase principal del PDCA.
- 6- Determinar las medidas correctoras y las acciones de modificación.  
Una vez definidas las causas, será necesario eliminar los efectos negativos del problema o las acciones preventivas y las medidas de mejora. Lo ideal es adoptar siempre remedios destinados a eliminar las causas, teniendo presente los posibles efectos derivados de las medidas correctoras. En esta primera fase se elabora un diseño de las soluciones del problema, un diseño aún teórico que tendrá que ser ratificado por los hechos.

- La **fase DO**:

DO significa hacer, aplicar lo que se ha determinado en el plan. Para ello, se deben preparar varios "Test" o pruebas, indicando como deben desarrollarse y explicarlo a las personas que hayan de llevarlo a cabo.

La fase DO incluye:

- Formación del personal que deba aplicar las soluciones propuestas.
- Verificación de la aplicación de las medidas correctivas definidas en el plan.

- Introducción de modificaciones si no ha sido positivo el resultado de las medidas correctivas.
  - Anotación del trabajo desarrollado y de los resultados obtenidos.
  - La formación.
- La *fase CHECK*:

Check significa verificar. Es necesario controlar si lo que se ha definido se desarrolla correctamente. Lo primero que debe hacerse es fijar:

- qué se va a controlar.
- cuándo se va a controlar.
- dónde se piensa controlar.

En la fase Check se puede controlar:

- Las causas, sobre todo las críticas. Por ejemplo:
    - Se controla si la calidad de las materias primas corresponden a las especificaciones.
    - Si la maquinaria, los equipos, etc., operan de la forma programada y especificada.
  - Los resultados. El resultado significa:
    - Calidad de los productos.
    - Cantidad de productos.
    - Costes de producción.
    - Costes de no calidad, etc.
- La *fase ACT*:

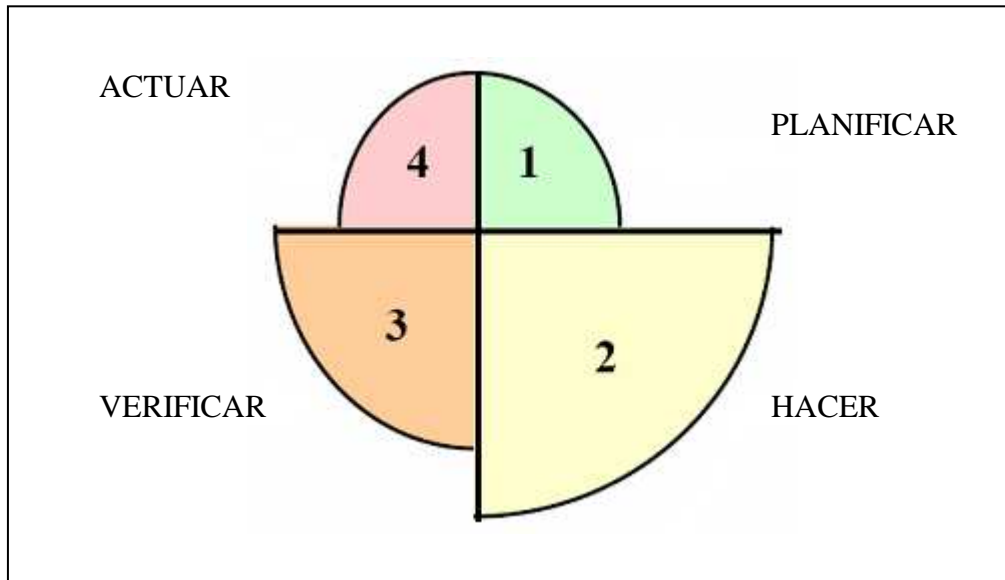
Act (actuar) significa estandarizar. La fase Act sirve para normalizar la solución y establecer las condiciones que permiten mantenerlo. Dos situaciones pueden darse:

- Se ha alcanzado el objetivo. Situación positiva.
  - No modificar la situación y normalizar las medidas correctivas, modificaciones aplicadas (procesos, operaciones y procedimientos).
  - Ampliar la comprensión y la formación.
  - Verificar si las medidas correctivas normalizadas se aplican correctamente y si resultan eficaces.
  - Continuar operando en la forma establecida.
- No se ha alcanzado el objetivo.
  - Examinar todo el ciclo desarrollado para identificar errores.
  - Empezar un nuevo ciclo PDCA

### *El gran riesgo del ciclo PDCA*

Existe un gran peligro que hay que evitar en toda gestión de proyectos, que se resume en dedicar la mayor parte de los recursos en la etapa *hacer* y no prestar la suficiente dedicación a las también importantes fases de; *planificar, verificar, actuar*.

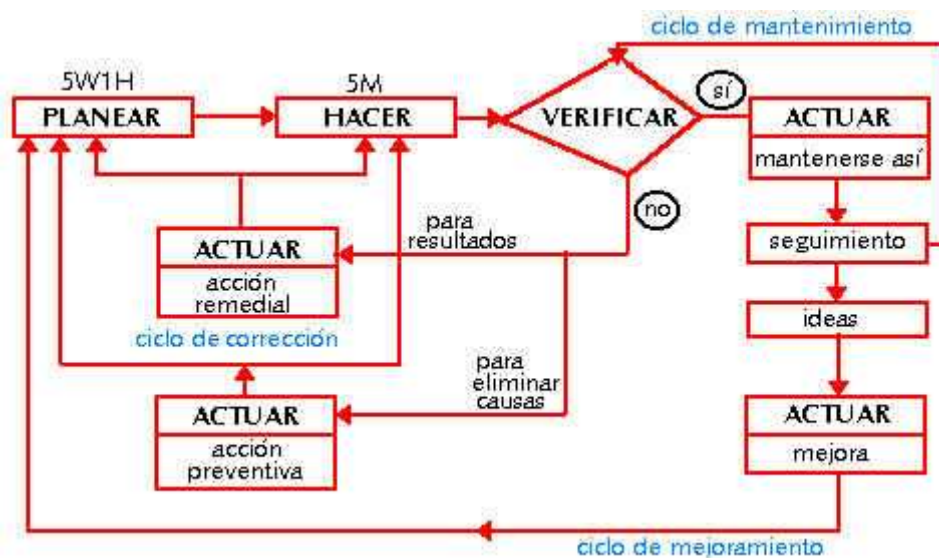
El siguiente gráfico muestra el típico error:



## 2.3 MEJORAS DEL CICLO DE SHEWART- DEMING

### 2.3.1 ESQUEMA DEL DR. MIYAUCHI

Versión moderna del Ciclo de Deming desarrollada por el Dr. Ichiro Miyauchi, con el enfoque en la resolución de problemas y el mejoramiento de la calidad. Miyauchi propone un gráfico explicativo y algo ampliado para el Ciclo PDCA:



En este gráfico el Dr. Miyauchi plasma los cuatro elementos de la mejora continua de forma gráfica donde utiliza los mismos elementos, pero introduce por medio de su diagrama de flujo una condicionante por si se detecta en el segundo elemento (Hacer)

que no se están llevando a cabo los planes de acuerdo a lo planeado se continúe con el proceso y de lo contrario se detenga y se regrese al primer elemento (Planear) para tomar otro curso de acción a seguir, también hace un enlace con el cuarto elemento (Actuar) para corregir y eliminar las causas por medio de una acción preventiva o tomar una acción correctiva y terminar el ciclo correctivo para el análisis de los resultados obtenidos, así como también toma en cuenta los aspectos que debemos cubrir para tener una planificación adecuada como son las 5W 1H en la fase de planeación como son:

- What (¿Que?)
- Who (¿Quién?)
- When (¿Cuándo?)
- Why (¿Por qué?)
- Where (¿Dónde?)
- How (¿Cómo?)

Y las 5 M que son los 5 factores a tomar en cuenta en el elemento Hacer:

- Materiales
- Mano de obra
- Métodos
- Maquinaria
- Medio Ambiente

### 2.3.2 EL APORTE DE ISHIKAWA

Ishikawa también hizo su aporte al modelo de mejora continua, dividiendo los dos primeros elementos del Ciclo PDCA en dos etapas cada uno, resultando un proceso de seis pasos:

*Planear:*

- 1- Determinar Metas y objetivos.
- 2- Determinar los métodos para alcanzar las metas.

*Hacer:*

- 3- Dar educación y capacitación.
- 4- Realizar el trabajo.

*Verificar:*

- 5- Verificar los efectos de la realización.

*Actuar:*

- 6- Empezar la acción tomada.

Este autor hace énfasis en lo importante que es la capacitación para la consecución de las metas y objetivos que se plantean en una determinada planeación.

### 2.4 EL ANÁLISIS DAFO (SWOT)

El análisis DAFO (en inglés SWOT- Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) es una herramienta de planificación estratégica que **permite analizar la situación**

**competitiva de un proyecto** dentro de su mercado y de las características internas del mismo, a efecto de determinar sus Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. Las debilidades y fortalezas son internas al proyecto y las amenazas y oportunidades se presentan en el entorno del mismo.

Esta herramienta fue creada a principios de la década de los setenta y produjo una revolución en el campo de la estrategia empresarial. El objetivo final del análisis DAFO es poder determinar las ventajas que tiene el proyecto y la estrategia genérica a emplear.

Durante la planificación estratégica del proyecto y a partir del análisis DAFO se debe poder contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede detener cada debilidad?
- ¿Cómo se puede aprovechar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede explotar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede defender de cada amenaza?

El análisis consta de cuatro pasos:

- Análisis Externo.
- Análisis Interno.
- Confección de la matriz DAFO.
- Determinación de la estrategia a emplear.

#### *Análisis Externo.*

Los elementos externos que se deben analizar durante el análisis DAFO corresponden a las oportunidades y amenazas que el proyecto tiene con sus proveedores, legislación, gobierno y subcontratas.

Algunas de las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo del análisis dependiendo de si representa una oportunidad o una amenaza son:

#### Oportunidades

- ¿A qué buenas oportunidades se enfrenta el proyecto?
- ¿Existe una coyuntura en la economía del país?
- ¿Qué cambios de tecnología se están presentando en el mercado?
- ¿Qué cambios en la normativa legal y/o política se están presentando?
- ¿Qué cambios en los patrones sociales y de estilos de vida se están presentando?

#### Amenazas

- ¿A qué obstáculos se enfrenta el proyecto?
- ¿Qué están haciendo los competidores?
- ¿Los requerimientos del producto están cambiando?
- ¿Se tienen problemas de recursos de capital?
- ¿Puede alguna de las debilidades afectar seriamente al proyecto?

#### *Análisis Interno*

Los elementos internos que se deben analizar durante el análisis DAFO corresponden a las debilidades y fortalezas que se tienen respecto a la disponibilidad de recursos de capital, personal, activos, calidad de producto, estructura interna, etc.

El análisis interno permite fijar las fortalezas y debilidades de la organización, realizando un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos con los que se cuenta.

Algunas de las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo del análisis dependiendo de si representan una debilidad o fortaleza son:

#### Debilidades

- ¿Qué se puede mejorar?
- ¿Qué se debería evitar?
- ¿Qué factores reducen las ventas o el éxito del proyecto?

#### Fortalezas

- ¿Qué ventajas tiene la empresa?
- ¿Qué hace al proyecto mejor que otros?
- ¿A qué recursos de bajo costo o de manera única se tiene acceso?
- ¿Qué elementos facilitan obtener una venta?

#### Matriz DAFO

Análisis DAFO	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	Capacidades distintas Ventajas naturales Recursos superiores	Recursos y capacidades escasas Resistencia al cambio Problemas de motivación del personal
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	Nuevas tecnologías Debilitamiento de competidores Posicionamiento estratégico	Altos riesgos – Cambios en el entorno

El análisis DAFO tiene unos claros beneficios:

- Esta herramienta puede utilizarse para la recolección y el análisis de información con fines de diagnóstico, seguimiento y evaluación.
- Supone que existen habitualmente dos caras distintas (positiva y negativa) de cualquier problema o situación y estimula la discusión de ambas. Ayuda a establecer la base para negociaciones y compromisos.

- Se facilitan las discusiones abiertas, profundas, más centradas y francas porque debe llegarse a un acuerdo para determinar lo que es un aspecto fuerte y lo que es una debilidad. Lo que una persona considera como un punto fuerte puede ser una debilidad para otra.
- Estimula la reflexión sobre la creación de oportunidades, la consideración de los aspectos fuertes y las debilidades, así como de las limitaciones que puedan existir. Esta herramienta permite que se examinen todas las ideas relativas a un problema específico.
- Utilizado consistentemente a lo largo del tiempo, esta herramienta puede registrar los cambios de actitudes y percepciones

### **3. HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS**

#### **3.1 Introducción**

Para poder realizar correctamente la planificación y el control del proyecto, es imprescindible disponer de una serie de herramientas que permitan conocer:

1. Duración del proyecto.
2. Fechas de inicio y final de cada una de las actividades.
3. Qué consecuencias tendrá sobre el proyecto el retraso de una actividad (margen libre y total).

Esta información se obtiene a partir de las duraciones de las tareas y las relaciones de dependencia que existen entre ellas, pero los cálculos a realizar no son triviales ni inmediatos. Los dos métodos manuales de cálculo de proyectos que se redactan a continuación se apoyan en la realización de algún tipo de gráfico. Estos métodos servirán para planificar y controlar el avance del proyecto que combinados con las herramientas de análisis del proyecto expuestas en el apartado anterior supondrán una gestión del proyecto excelente.

#### **3.2 GANTT**

##### **3.2.1 Introducción**

Las gráficas Gantt fueron ideadas por Henry L. Gantt, reconocido iniciador en el campo de la administración industrial, quien las utilizó como un instrumento de control del material de producción bélica.

El diagrama Gantt consiste en una representación gráfica sobre dos ejes; en el vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo. Es una herramienta que sirve (a menudo en complemento de una red PERT) para visualizar las distintas tareas de un proyecto en el tiempo. El Gantt permite representar de manera gráfica el progreso del proyecto y de manera más concreta también permite:

- Planificar la fecha de realización del proyecto.
- Identificar el margen que puede existir entre la previsión y la realidad.
- Visualizar en un solo vistazo el retraso del progreso de las misiones.

### 3.2.2 Construcción de un diagrama Gantt

#### *Nociones previas*

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.
- Por la forma en que se construye, muestra directamente los inicios y finales mínimos de cada tarea.

#### *Construcción*

**Paso 1: Listado y ordenamiento de las actividades del proyecto:** consiste en establecer la lista de actividades ordenadas según han de ser ejecutadas.

**Paso 2: Estimación del tiempo de duración de cada actividad:** se deberá estimar el período que lleva cada actividad para su realización. Como la ejecución de las actividades incluye dos variables estrechamente ligadas: tiempo y recursos, se debe tener presente la disponibilidad real de recursos humanos, materiales, financieros, etc. Y la posibilidad de desarrollar la actividad en el tiempo previsto; por lo que se estaría construyendo un calendario operativo.

**Paso 3: Construcción del gráfico:** En este tercer paso la tarea principal es la construcción del gráfico teniendo presente el calendario operativo. El eje horizontal corresponde al calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc. En el eje vertical se colocan las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal.

Las actividades que comienzan más temprano se localizan en la parte superior del diagrama y las que comienzan después se colocan de modo progresivo, empezando por la que empiece primero, en el eje vertical. De este modo, el diagrama parece la vista lateral de una corriente que fluye de una montaña, lo cual explica por qué los diagramas de Gantt también se conocen como diagramas de “cascada”. Además, el flujo desde la parte superior izquierda hacia la parte inferior derecha puede dar la idea de secuencia al colocar el número o la letra de la actividad precedente inmediata a la izquierda del extremo de la barra que representa la actividad.

### 3.2.3 Ventajas del diagrama Gantt

- El diagrama Gantt es una **herramienta muy visible e intuitiva**. No requiere grandes conocimientos para su utilización.
- Se representa **simultáneamente** la **planificación y el seguimiento**.
- Es un **modelo estándar de comunicación** de la planificación en las empresas.



### 3.2.4 Desventajas del diagrama Gantt

Los gráficos de barras no tienen mucho éxito en proyectos muy complejos o largos por las siguientes razones:

- La simplicidad del gráfico de barras evita mostrar suficiente detalle para habilitar la **detección a tiempo de las demoras en la programación** de las actividades con tiempos de duración relativamente largos.
- El gráfico de barras no muestra explícitamente las relaciones de dependencia entre las actividades. Es muy **difícil imputar los efectos de las demoras** en el proyecto a actividades individuales.
- El gráfico de barras es esencialmente un procedimiento gráfico manual, **difícil de mantener para proyectos largos** y tiene una tendencia a des-actualizarse rápidamente y perder utilidad.

## 3.3 PERT

### 3.3.1 Introducción

El PERT (Program Evaluating and Review Technique) es un modelo para la administración y gestión de proyectos inventado por la Armada de los Estados Unidos en 1957 para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos especiales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles. Fue utilizado originalmente por el control de tiempos del proyecto Polaris de misil balístico móvil lanzado desde un submarino.

### 3.3.2 Usos del PERT

El campo de acción de este método es muy amplio, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño. Este método de organización seguramente es uno de los más rigurosos y exigentes. Además es uno de los más competitivos. Para obtener los mejores resultados debe aplicarse a los proyectos que posean las siguientes características:

- El proyecto tiene que ser único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.
- Se debe ejecutar todo el proyecto o parte de él, en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir en un tiempo crítico.
- Se tiene que perseguir el coste más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

El Pert permite conocer los aspectos más importantes de un proyecto:

1. Duración del proyecto.
2. Fechas de inicio y final de cada una de las actividades.
3. Consecuencias que tendrá sobre el proyecto el retraso de una actividad (margen libre y total).
4. Tareas críticas del proyecto, es decir las tareas que pueden retrasar el proyecto si no son hechas en los plazos previstos.

### 3.3.3 Realización del PERT

Para calcular los requisitos de tiempo y dibujar un gráfico PERT, son necesarios cinco pasos:

- 1- Hacer una lista de todas las tareas y acontecimientos del proyecto.
- 2- Determinar las dependencias entre las tareas. Para cada tarea, se anotan las tareas que han de completarse antes y después de la terminación de la tarea en concreto.
- 3- Hacer una estimación de la duración de cada tarea. Esta estimación se realiza de la siguiente manera:
  - a) Calcular la cantidad mínima de tiempo que llevaría realizar la tarea. Este tiempo recibe el nombre de tiempo optimista (TO). El cálculo del TO supone que no sucederán ni siquiera las interrupciones o retrasos más probables.
  - b) Calcular la cantidad de tiempo máxima que llevaría realizar la tarea. Este tiempo recibe el nombre de tiempo pesimista (TP). El cálculo del TP supone la ocurrencia de todos los acontecimientos que puedan causar un retraso en el proyecto.
  - c) Calcular el tiempo más probable (TMP) que será necesario para realizar la tarea.
  - d) Calcular la duración esperada (DE) de la tarea de la siguiente manera:

$$E(d_{ij}) = \frac{TO + 4TMP + TP}{6}$$

Normalmente es difícil conocer de antemano la duración de una actividad, así que esta es una variable aleatoria. Por este motivo existe una varianza de la duración de cada actividad:

$$\sigma_{ij}^2 = \frac{(TP - TO)^2}{36}$$

La distribución utilizada para la estimación del tiempo de las actividades es la beta. Esta estimación se basa en el supuesto de que el tiempo de la actividad es una variable aleatoria cuya probabilidad tiene una distribución beta unimodal.

- 4- Calcular el tiempo mínimo de finalización y el tiempo máximo de finalización (TmF y TMF) para cada tarea.
- 5- Dibujar el gráfico PERT. Existen dos metodologías aceptadas para dibujar una malla PERT, la de “Actividad en el Arco” y las de “Actividad en el Nodo”, siendo ésta última la más utilizada en la actualidad en atención a que es la que usan la mayoría de las aplicaciones computacionales especializadas en este tema.

### 3.3.4 Parámetros y Conceptos

El análisis cuantitativo de un proyecto, exige determinar una serie de valores y parámetros, que nos permitan cuantificar el desarrollo del mismo y evaluar la corrección en su ejecución. Estos valores nos proporcionarán una imagen detallada del proyecto y serán de gran ayuda para mejorar la planificación y facilitar el control del mismo. A continuación se detallan los valores que se han de calcular, junto a una serie de conceptos que nos ayudarán a comprender su significado e importancia:

#### 1. Duración del proyecto

La duración del proyecto es el número de unidades de tiempo (horas, días, semanas, meses...) necesarias para llevar a cabo el proyecto y depende directamente de la duración de cada una de las tareas y de las relaciones de dependencia que existían entre ellas.

Dada una fecha de inicio, la duración del proyecto NO nos proporciona directamente la fecha de finalización del proyecto. Para conocer la fecha de finalización es necesario utilizar el calendario del proyecto y el de cada uno de los recursos que participan.

#### 2. Camino

Los caminos del proyecto son todas y cada una de las secuencias de tareas vinculadas entre sí por relaciones de dependencia.

#### 3. Inicio Mínimo ( $I_m$ )

Se entiende por inicio mínimo al tiempo mínimo que tiene que pasar desde el inicio del proyecto para poder empezar una determinada tarea, en el caso de que no se hayan producido retrasos en las tareas de las que depende, es decir que es la fecha más temprana en la cual puede iniciarse una tarea.

Cuando se calcula el inicio mínimo de una tarea se obtiene un valor numérico expresado en las unidades de tiempo del proyecto, y para poder convertir ese valor en una fecha es necesario utilizar el calendario del proyecto. Para poder reducir el inicio mínimo de una tarea es necesario reducir la duración de una o más tareas (dependerá de la estructura del proyecto) predecesoras de la tarea considerada.

A su vez, el inicio mínimo de una tarea depende directamente del mayor fin mínimo ( $F_m$ ) de sus tareas predecesoras, a partir de lo cual podemos deducir, que si las tareas  $j$  son predecesoras de la tarea  $k$ , entonces:

$$I_m^K = \max(F_m^j)$$

#### 5. Fin Mínimo ( $F_m$ )

Por su parte el fin mínimo es el tiempo mínimo que tiene que pasar desde el inicio del proyecto para poder finalizar una determinada tarea, en el caso de que no se hayan producido retrasos en la misma ni en las tareas de las que depende, es decir, la fecha más temprana en la que puede finalizarse una tarea.

Cuando se calcula el fin mínimo de una tarea se obtiene un valor numérico expresado en las unidades de tiempo del proyecto, y para poder convertir ese valor en una fecha es necesario utilizar el calendario del proyecto. Conocido el inicio mínimo de una tarea y su duración, el fin mínimo se calcula sumando la duración al inicio mínimo.

Sea  $I_m^k$  el inicio mínimo de la tarea k, y  $d^k$  su duración, el fin mínimo  $F_m^k$  viene dado por:

$$F_m^k = I_m^k + d^k$$

### 5. Fin máximo ( $F_M$ )

Es el tiempo que, como máximo, puede pasar desde el inicio del proyecto hasta la finalización de una tarea sin que se produzca un incremento en la duración del proyecto, es decir, es la fecha más tardía en la que puede finalizar una tarea. Cuando se calcula el fin máximo de una tarea se obtiene un valor numérico expresado en las unidades de tiempo del proyecto. Para poder convertir ese valor en una fecha es necesario utilizar el calendario del proyecto.

Si una tarea finaliza después de su máximo, aunque las tareas sucesoras de la misma se ejecuten sin retrasos, la finalización del proyecto sufrirá un retraso. El fin máximo de una tarea viene determinado por el menor inicio máximo de sus sucesoras.

Si las tareas j son sucesoras de la tarea k, entonces:

$$F_M^K = \min(I_M^j)$$

### 6. Inicio Máximo ( $I_M$ )

Es el tiempo que, como máximo, puede pasar desde el inicio del proyecto hasta el inicio de una tarea sin que se produzca un incremento en la duración del proyecto, en otras palabras, la fecha más tardía en la que puede iniciarse una tarea. Cuando se calcula el inicio máximo de una tarea se obtiene un valor numérico expresado en las unidades de tiempo del proyecto. Para poder convertir ese valor en una fecha es necesario utilizar el calendario del proyecto.

Conocido el fin máximo de una tarea y su duración, el inicio máximo se calcula restando la duración al fin máximo. Sea  $F_M^k$  el fin máximo de la tarea k, y  $d^k$  su duración. El inicio máximo  $I_M^k$  viene dado por:

$$I_M^k = F_M^k - d^k$$

### 7. Margen Libre ( $M_L$ ) ú Holgura Libre

Se define por margen libre como el margen de retraso del que dispone una tarea (o sea, lo que puede retrasarse su inicio o finalización) sin que afecte a los inicios mínimos de las tareas sucesoras. El margen libre de una tarea puede calcularse como la diferencia entre el menor inicio mínimo de sus sucesoras y su fin mínimo.

Si las tareas  $j$  son sucesoras de la tarea  $k$ , entonces:

$$M_L^K = \min(I_m^j) - F_m^k$$

### 8. Margen Total ( $M_T$ ) ú Holgura Total

Es el margen de retraso del que dispone una tarea (es decir, lo que puede retrasarse su inicio o finalización sin que afecte a la duración del proyecto). Se puede observar que el margen total es menos restrictivo que el margen libre. El margen total sólo hace referencia al retraso del proyecto, pero no a la posibilidad de retrasar el inicio de una tarea sucesora, es más, sí se consume el margen total de una tarea, todas las actividades sucesoras se tendrán que iniciar en su inicio máximo y, además, el margen total de las mismas se habrá agotado.

El margen total de una tarea es la diferencia entre su inicio máximo y su inicio mínimo. También se puede calcular como la suma de su margen libre y los márgenes libres de todas sus sucesoras.

Si  $I_m^k$  y  $I_M^k$  son el inicio mínimo e inicio máximo de la tarea  $k$ , entonces:

$$M_T^K = I_M^k - I_m^k$$

### 9. Actividades ficticias

Son actividades que no representan ninguna actividad real pero que se introducen para aclarar representaciones confusas o para poder dibujar relaciones de precedencia. No consumen ni tiempo ni recursos.

### 10. Camino crítico

Se entiende por camino crítico, como aquella secuencia de tareas en las que todas sus tareas tienen margen total igual a cero. Por otra parte, todo proyecto tiene, como mínimo, un camino crítico que, además, es el de mayor duración del proyecto. Por lo tanto las tareas del camino crítico (denominadas críticas), no pueden sufrir retrasos sin que, a su vez, los sufra el proyecto. Es importante determinar el camino crítico de un proyecto, ya que nos indicará las tareas que deben vigilarse especialmente durante su ejecución para evitar retrasos. Un retraso en una tarea del camino crítico dará lugar, si no se reduce la duración de otras tareas críticas, a un retraso en el proyecto.

### 11. Duración esperada del proyecto

La duración esperada del proyecto  $E(D)$  es la suma de la duración esperada de las actividades del camino crítico:

$$E(D) = \sum_{ij \in U} E(d_{ij}), \text{ siendo } U \text{ el conjunto de actividades del camino crítico.}$$

### 12. Probabilidad de finalización de un proyecto

La duración final de un proyecto no es conocida con seguridad porque, como se ha dicho anteriormente las actividades tienen una variable aleatoria de duración. Bajo unos determinados supuestos:

$$D \sim N(E(D), \sigma_D^2)$$

$$E(D) = \sum_{ij \in U} E(d_{ij})$$

$$\sigma_D^2 = \sum_{ij \in U} \sigma_{ij}^2$$

### 3.3.5 CPM (critical path method)

Al igual que el PERT, es uno de los sistemas que siguen los principios de redes. Fue desarrollado también en 1957 en los EEUU por un centro de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto

### 3.3.6 Diferencias entre PERT y CPM

#### PERT

- Probabilístico, el PERT es más fiable cuando la duración de las actividades tienen un grado extremo de incertidumbre.
- Considera la variable tiempo como desconocida, de la cual solo se tienen datos estimados.
- La varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica.
- Considera tres estimativos de tiempos: el más probable, el tiempo optimista y el tiempo pesimista.

#### CPM

- Determinístico. Considera que los tiempos de las actividades se conocen y se pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados.
- A medida que el proyecto avanza, las estimaciones se utilizan para controlar y monitorear el progreso. Si existe algún retraso se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos.
- Considera que las actividades son continuas e interdependientes, siguen un orden cronológico y ofrece parámetros del momento oportuno del inicio de la actividad.

- Considera tiempos normales y acelerados de una determinada actividad, según la cantidad de recursos aplicados en la misma.

### **3.3.7 Ventajas PERT/CPM**

- Se utilizan en varias etapas de la dirección de proyectos.
- No son complejos matemáticamente.
- Se usan gráficos que ayuda a tener una visualización global del proyecto.
- Proporcionan un camino crítico y tareas críticas.
- Se pueden controlar costes.
- Son aplicables a innumerables tipos de proyectos.

### **3.3.8 Desventajas PERT/CPM**

- Gran dificultad a la hora de definir las tareas de forma clara e independiente.
- Hay que especificar las relaciones de precedencia que en algunos proyectos no son claramente diferenciables.
- Dificultades a la hora de establecer estimaciones de la duración de las actividades.
- El exceso de énfasis en el camino crítico puede conllevar a “dejar de lado” otras actividades que podrían pasar a ser críticas.

## CAPÍTULO 3: HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

### 1.- INTRODUCCIÓN

La complejidad de los proyectos es muy variable. Pueden involucrar a una sola persona o varios miles. Pueden necesitar menos de 40 horas para realizarse o más de 10.000.000. Pueden afectar a una simple división de una organización o a organizaciones extraordinariamente complejas. En los casos de pequeños proyectos se hace recomendable el uso de alguna herramienta informática que asista a las personas implicadas en la planificación y control del proyecto. En el caso de grandes proyectos esta recomendación se transforma en obligación, pasando a ser un elemento imprescindible.

Las herramientas informáticas tienen una gran importancia en la gestión de proyectos. Son de vital importancia para comunicar la información de las tareas a las partes involucradas, analizar desvíos en costes y plazos, reprogramar tareas, generar de forma rápida informes que permitan evaluar el estado del proyecto, etc. Incluso una vez concluido el proyecto, son de gran importancia para analizar la desviación de lo planificado respecto a lo ocurrido con el fin de mejorar las estimaciones de posteriores proyectos. Esta parte del proyecto analiza cuatro de las herramientas más utilizadas en planificación de proyectos: *Microsoft Project*, *CA Super-Project*, *Micro Planner Mannager* y *Primavera Project Planner*. Existen también otras herramientas de planificación en el mercado, entre las se puede citar *TurboProject*, *Time Line*, *Project Scheduler*, *Milestones* y *AutoPlan*.

Las herramientas tienen una serie de características comunes que les confieren la categoría de *herramienta de planificación* pero con sus propias características diferenciadoras. No todas ellas están dirigidas hacia el mismo conjunto de usuarios. Mientras que *Microsoft Project* está especialmente indicado para el gran público, otras como *Primavera Project Planner* se enfocan hacia un grupo de usuarios más profesional. Todas las herramientas disponen de interfaz gráfica de usuario y permiten la gestión de múltiples proyectos en entornos multiusuario. Como característica común todas ellas permiten la integración de los datos en mayor o menor medida con otras aplicaciones.

### 2.- MICROSOFT PROJECT

Sin duda es la herramienta de planificación más difundida entre todo tipo de público y sobre la que se centrará el posterior manual y programa. Desde sus primeras versiones mantiene un modo de trabajo sencillo e intuitivo para el usuario. Esta herramienta permite la planificación de proyectos incluso a personas no familiarizadas con la gestión de proyectos.

Independientemente de la facilidad de manejo, el punto fuerte de este programa es su integración con la familia de aplicaciones *Microsoft Office*. Ello permite de forma sencilla insertar un diagrama *Gantt* dentro de un documento de oferta que se esté realizando con *Word* de la misma forma que se insertaría otro tipo de objeto, labor que



no es tan sencilla ni evidente con otros programas de la comparativa, por ejemplo el *Super-Project*. También es de destacar la utilización de iconos estándar de *Microsoft*. En cuanto a su precio, este se encuentra en niveles muy competitivos.

Las vistas que integra el programa son clásicas en este tipo de aplicaciones: calendario, diagrama *Gantt*, diagrama *Pert*, hoja de recursos y otras vistas de información mostrada en tablas. El modo más cómodo es el diagrama *Gantt*, desde el que se suele introducir toda la información relativa a las tareas. Al igual que en las otras aplicaciones, el diagrama *Gantt* se actualiza automáticamente para reflejar cualquier cambio en la información.

Microsoft Project permite dividir tareas, trabajar con análisis probabilístico, mejora el enlace entre otros proyectos, posibilita la publicación de información del proyecto en la Web, mejora los informes, la gestión de la impresión y todo lo relacionado con la asignación de recursos, incluido el algoritmo para realizar la nivelación.

Como puntos débiles de *Microsoft Project* destacan la representación del diagrama *Pert*, que es poco clara. El punto más criticable del programa es su poca capacidad para la representación gráfica, siendo el más pobre en este sentido de los analizados en esta comparativa.

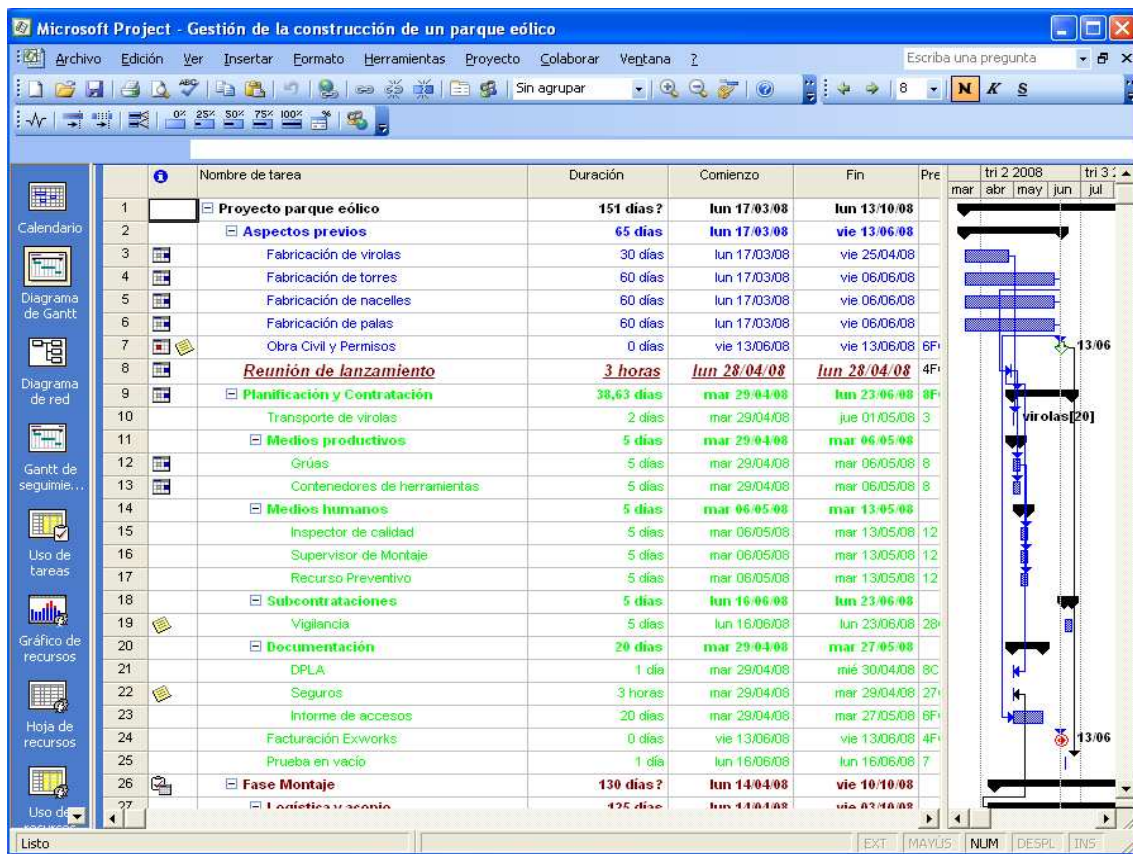


Figura 1- MS Project

### 3.- CA SUPER PROJECT

La herramienta de planificación de proyectos de *Computer Associates* también es una buena herramienta para personas que deseen iniciarse en el mundo de la planificación. Dispone de una buena facilidad de uso pero sin renunciar a las características más potentes de los programas de planificación. Esto se consigue organizando las funciones del programa en dos niveles de trabajo seleccionables por el usuario: modo básico y modo experto. Mientras se trabaja en el modo de manejo básico, sólo aparecen visibles las características tradicionales de este tipo de herramientas. En el momento en que se conmuta a modo experto, se despliega una amplia posibilidad de nuevas funciones para la gestión del proyecto. CA Super-Project es la herramienta de la comparativa que peor interfaz de usuario muestra, debido a la poca actualización del programa. A pesar de su “antigüedad” es muy completo en cuanto a características se refiere. No ocurre así en cuanto a operativa, donde existen cosas mejorables. El modo de trabajo normal, al igual que *Microsoft Project*, es la vista del diagrama *Gantt*. Además de este, permite visualizar el diagrama *Pert* (con mucho más detalle y precisión que *Microsoft Project*), el diagrama de descomposición de trabajo, el organigrama de los recursos, los calendarios, los recursos y un sin fin de informes diferentes. Todo esto además se combina con una serie de histogramas que el usuario puede representar, teniendo la posibilidad de reflejar casi cualquier información del proyecto: coste previsto respecto al programado, tiempos, coste, coste acumulado, etc. También es muy amplia la posibilidad de crear tablas e informes a medida.

Entre las faltas más notables del programa destaca que no dispone de integración con el correo electrónico para comunicar el plan ni tiene posibilidad de publicación automática de información en formato *Web*. Tampoco destaca por su integración con los paquetes ofimáticos, como puede ser el *Microsoft Office*, siendo difícil compartir información con otras aplicaciones donde, por ejemplo, se redactan ofertas o sobre las que se realizan informes. En cuanto al modo de trabajo es criticable la manera de enlazar tareas y la forma de gestionar el progreso de las tareas.

Proyecto de Construcción de un parque eólico en USA:  
Optimización de la gestión

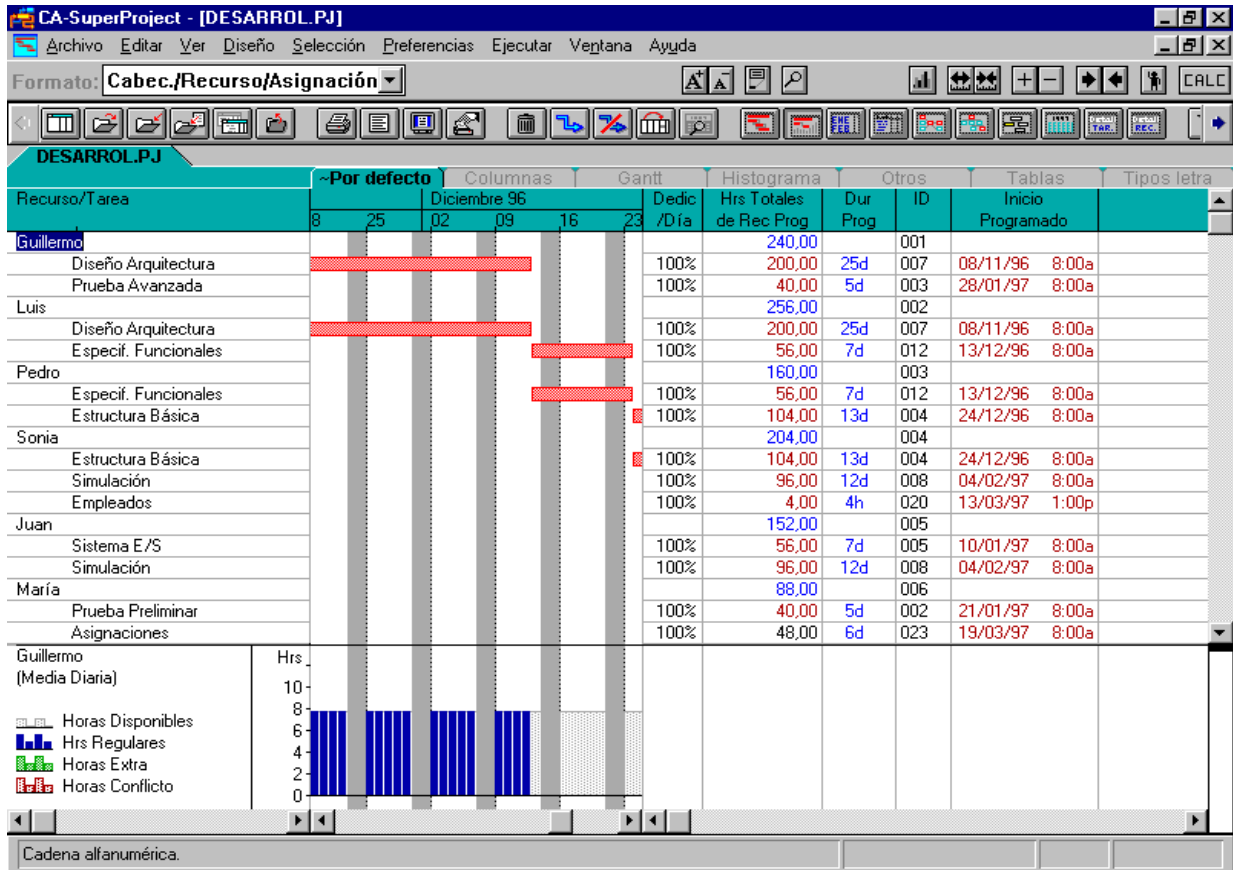


Figura 2- CA SuperProject

#### 4.- MICRO PLANNER MANAGER

Esta herramienta rompe con los esquemas tradicionales de trabajo en este tipo de aplicaciones. Tiene un modo de trabajo muy particular que resulta extraño al principio, pero que una vez que el usuario se habitúa es muy cómodo y práctico. Los proyectos se organizan en lo que en el programa se denomina “*Project Desktops*”, es decir, carpetas donde se guardan diferentes vistas del proyecto. Estas inicialmente son diagramas *Pert*, *WBS*, calendarios, recursos é informes. En lugar de trabajar desde el diagrama *Gantt* introduciendo las tareas desde una lista a modo de hoja de datos, esta aplicación trabaja directamente desde el diagrama *Pert*. A la hora de introducir las tareas, dispone de una gran variedad para decidir el tipo del que se trata: tareas que pueden dividirse, no pueden dividirse, retrasos, hitos, interfaces para enlaces, eventos, etc. Este particular modo de trabajo repercute en un mayor tiempo de aprendizaje por parte del usuario, pero una vez entendida su filosofía resulta más cómoda y rápida de usar que el resto de los programas analizados.

Uno de los puntos más destacados de la aplicación es que permite trabajar realmente con diagramas *Pert*. El resto de programas trabajan realmente con diagramas *ROY*. La diferencia es notable: mientras que en el diagrama *ROY* las tareas se representan por los nodos y las relaciones de precedencia se representan por las flechas, en el diagrama *Pert* las tareas se representan por las flechas y los nodos permiten indicar las precedencias. Son dos modos de trabajo duales. Las herramientas tradicionales, como *Microsoft Project* o *Super-Project* confunden el término, llamando *Diagrama Pert* a lo que realmente es un *Diagrama Roy*. Esta herramienta le deja al usuario la posibilidad de seleccionar el tipo de diagrama a utilizar, incluso combinarlos.

Se trata de una herramienta realmente potente y profesional que permite gestionar de forma sencilla grandes proyectos. Los gráficos e informes que se generan son sumamente intuitivos a la vez que precisos. Permite la gestión de múltiples proyectos, con un conjunto común de recursos. Destaca también por sus herramientas de análisis, orientadas tanto a tiempo como recursos y costes. Permite identificar rápidamente cosas como la cantidad de recursos que se necesitan para finalizar el proyecto a tiempo o cuál sería el plazo si sólo se usaran los recursos disponibles sin añadir nuevos. Esta herramienta puede ser complementada con otra adicional, *Predict!*, destinada a realizar análisis más potentes del proyecto.

Su principal punto débil es que no dispone de comunicación del plan por medio de correo electrónico ni posibilidad de publicación de la información en formato de páginas Web. Tampoco dispone de versión en castellano.

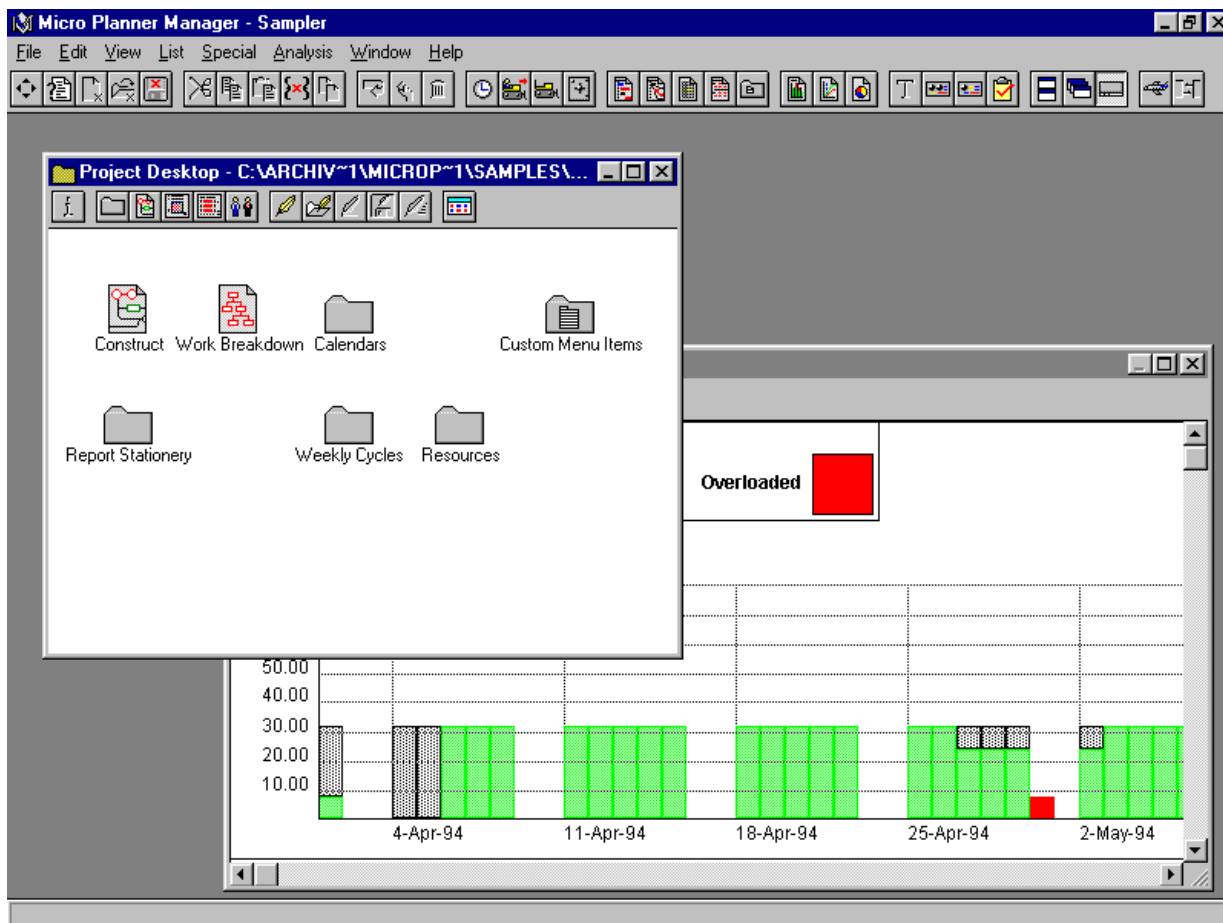


Figura 3- Micro Planner Manager

## 5.- PRIMAVERA PROJECT PLANNER

*Primavera* es un fabricante inglés de herramientas informáticas especializadas en planificación, control y gestión de proyectos. Probablemente, su producto *Primavera Project Planner (P3)* es la herramienta más completa de gestión de proyectos en el mercado. Ahora bien, esa potencia se logra a costa de una dificultad de manejo superior al resto de los programas, incluso en aspectos donde la potencia y la facilidad de manejo no tendrían por que estar reñidos.

*Primavera* dispone de otros productos más sencillos como *SureTrack*, más similares a las herramientas comparadas en este apartado. Sin embargo se analiza *Primavera Project Planner*, en una escala superior al resto de herramientas, para presentar un abanico más amplio de programas de gestión de proyectos. De hecho, el precio de este producto (2700 €) se dispara respecto al precio de los otros analizados. Sin embargo, otras herramientas de *Primavera*, como el programa *SureTrack* antes mencionado, tienen unos precios más asequibles (270 €).

*P3* permite la gestión de múltiples proyectos de gran tamaño. Permite crear grupos de proyectos, dispone de herramientas para realizar planificaciones y de nivelaciones avanzadas que pueden realizarse de forma manual o automática. Todo ello dentro de un entorno multiusuario, donde cada participante puede tener acceso a todo el proyecto o sólo a las partes deseadas mediante las capas. La comunicación de los planes entre los

diferentes usuarios se realiza mediante correo electrónico o a través de páginas Web. Esta herramienta dispone de todas las características de gestión de proyectos que se puedan necesitar, por complicado que sea el proyecto.

La herramienta, aunque puede ser adquirida por separado, se encuentra incluida dentro de una *suite* denominada “*Concentric Project Management*” que además de P3 integra un módulo para gestión de contratos de proyectos, *Expedition*, y una herramienta de seguimiento y control de proyectos, *Sure Track Project Manager*. Además, esta *suite* permite la integración con los sistemas *ERP* más utilizados en las empresas, como *SAP*, *Oracle*, *Baan* y *People Soft*.

La nueva versión introduce una serie de mejoras relacionadas con la publicación en páginas Web, las presentaciones gráficas, los informes, las capacidades para gestión de proyectos y el manejo de la aplicación.

La aplicación dispone de una opción en la que permite seleccionar el idioma en el que se desea trabajar, entre otros el Castellano. Los informes, calendarios, etc. aparecerán en el idioma especificado. Sin embargo no se puede decir que exista realmente una versión en Castellano de la aplicación, pues las barras de menús y los campos seguirán apareciendo en Inglés.

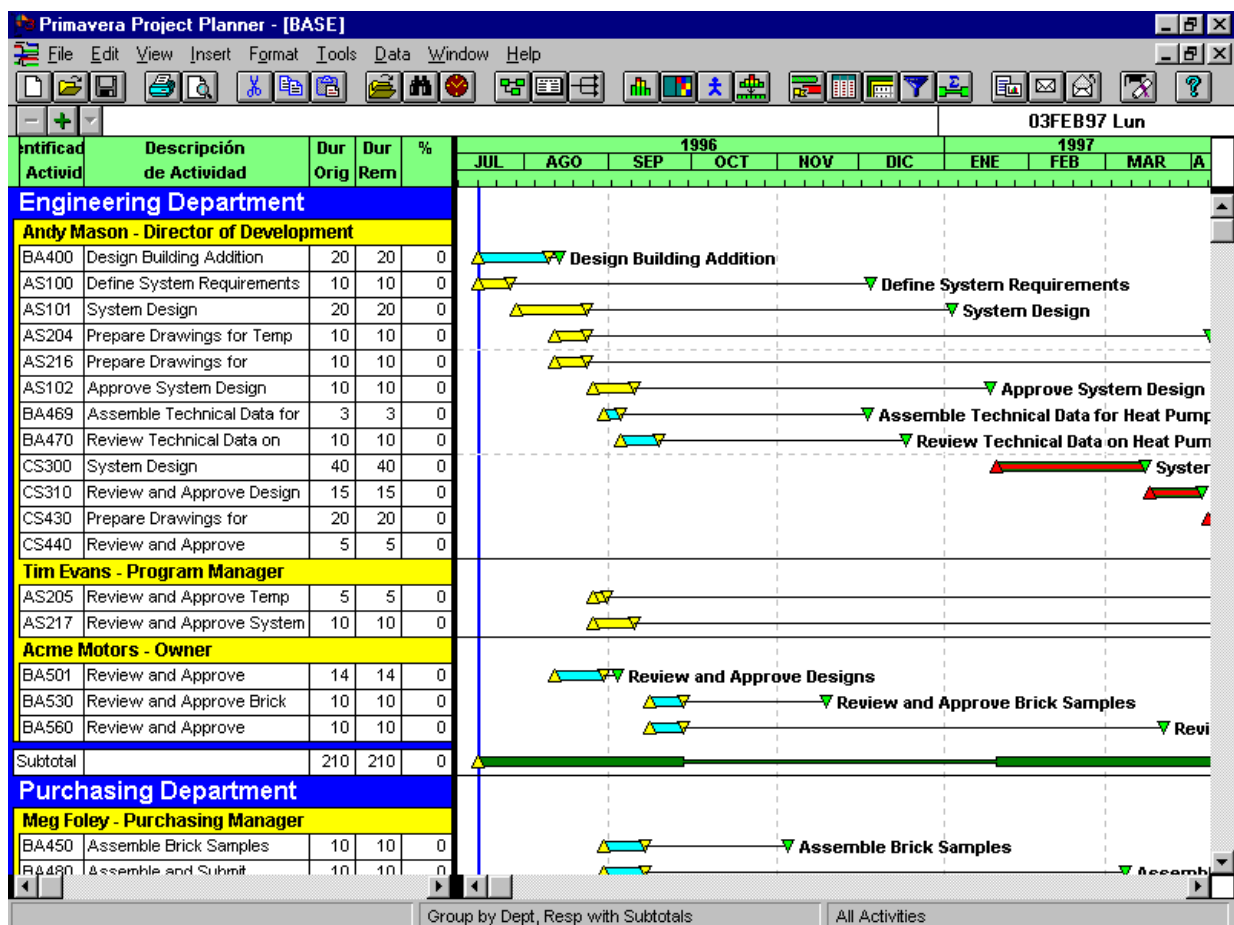


Figura 4- Primavera Project Planner

## 6.- CONCLUSIONES

Con esta breve comparativa se puede tener una idea global de las diferentes herramientas informáticas para gestionar proyectos que hay en el mercado; con sus ventajas y desventajas. La decisión final de que programa utilizar dependerá en gran medida de las características del usuario final, la utilización prevista y el desembolso económico que se esté dispuesto a realizar. Si se busca una herramienta con la que iniciarse en el mundo de la planificación de proyectos es recomendable Microsoft Project o CA Super-Project. Si las necesidades van más allá de lo común y se necesita llevar el control de grandes proyectos, sería recomendable la utilización de Micro Planner Mannager y si realmente se necesita una herramienta profesional con la que ser capaz de abordar cualquier tipo de proyecto en grandes organizaciones y que transmita la máxima confianza sobre los cálculos que realice, sin duda la mejor elección es Primavera Project Planner. Las diferencias funcionales más sonables entre herramientas son:

	MS- Project	Super- Project	Micro Planner	P3
Plataformas	Win y Mac	Win, Sun, Hp, Vax	Win, Mac, Sun, Hp, Vax	Win
Versión en Castellano	SI	SI	NO	NO
Actividades en las flechas	NO	NO	SI	NO
Compatibilidad con formato MPX	SI	SI	SI	SI
Posibilidad de exportar DXF	NO	NO	NO	SI
Correo electrónico	SI	NO	NO	SI
Publicación de datos en Web	SI	NO	NO	SI
Combinar diferentes unidades en el mismo proyecto	SI	SI	SI	SI
Distinción tipo recursos	SI	SI	SI	SI
División tareas	SI	NO	SI	SI
Precio aproximado	340 €	300 €	770 €	2.700 €

## CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA GAMESA. DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN.

### 1. HISTORIA

En 1976 nace Grupo Auxiliar Metalurgico desarrollando nuevas tecnologías aplicadas a actividades emergentes como robótica, microelectrónica, medioambiente o materiales compuestos. Mas tarde, en 2002, se modifica la denominación social a Gamesa Corporación Tecnológica S.A.

Gamesa Eólica se crea en 1994 como empresa ensambladora de aerogeneradores. Sin embargo, no será hasta 1996 cuando se empiecen las actividades de promoción, construcción y explotación de parques eólicos.

La empresa cotiza en Bolsa desde el 31 de octubre del año 2000 y entró en el grupo IBEX 35 el 24 de abril de 2001.

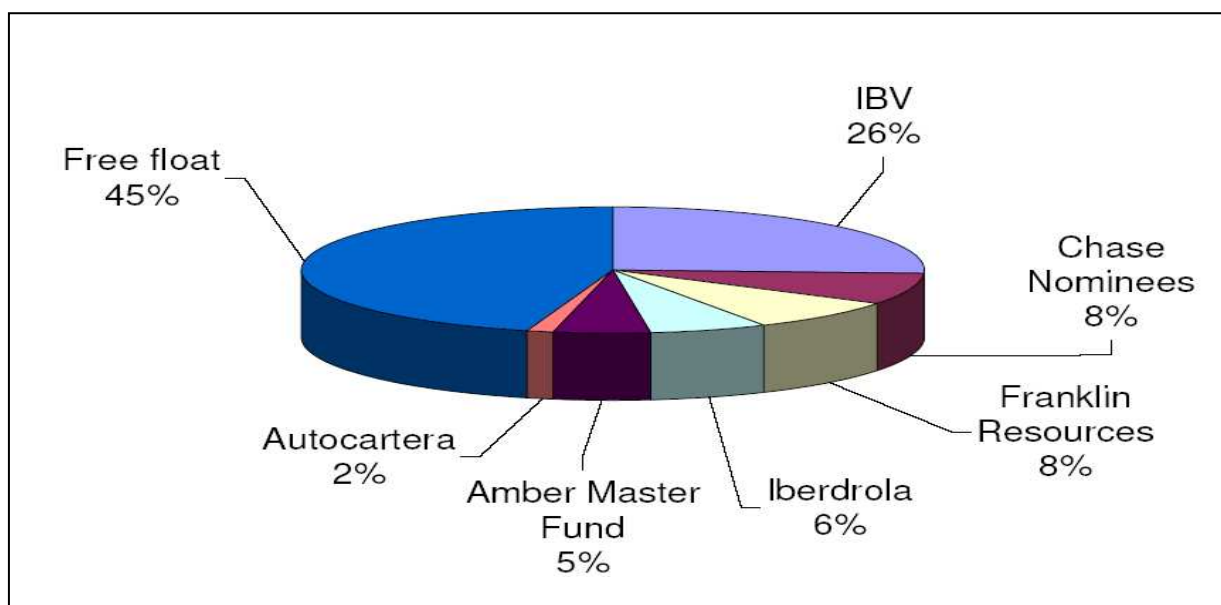
Desde 2006 Gamesa se centra en las tecnologías para la sostenibilidad energética, principalmente la eólica. Este mismo año se culminan las desinversiones en Aeronáutica y Servicios que serán seguidas por la desinversión en solar en 2008.

Las operaciones corporativas, la adaptación paulatina de su estructura organizativa y societaria al proceso de desarrollo de sus actividades y su fuerte posicionamiento en el sector estratégico de las tecnologías renovables, colocan a Gamesa en una posición afianzada y potente para encarar el futuro con sólidas perspectivas de crecimiento y rentabilidad.

### 2 GAMESA CORPORATIVA

#### 2.1 Composición accionarial

En la actualidad Gamesa forma parte del IBEX 35 y su composición accionarial es la siguiente:





## 2.2 Núcleos de Negocio. Área de energías renovables.

Hasta el año 2008 Gamesa se dedicaba casi en exclusividad a la energía renovable en diversas variantes, eólica y solar, pero principalmente la primera. El siguiente esquema muestra gráficamente los núcleos de negocio:

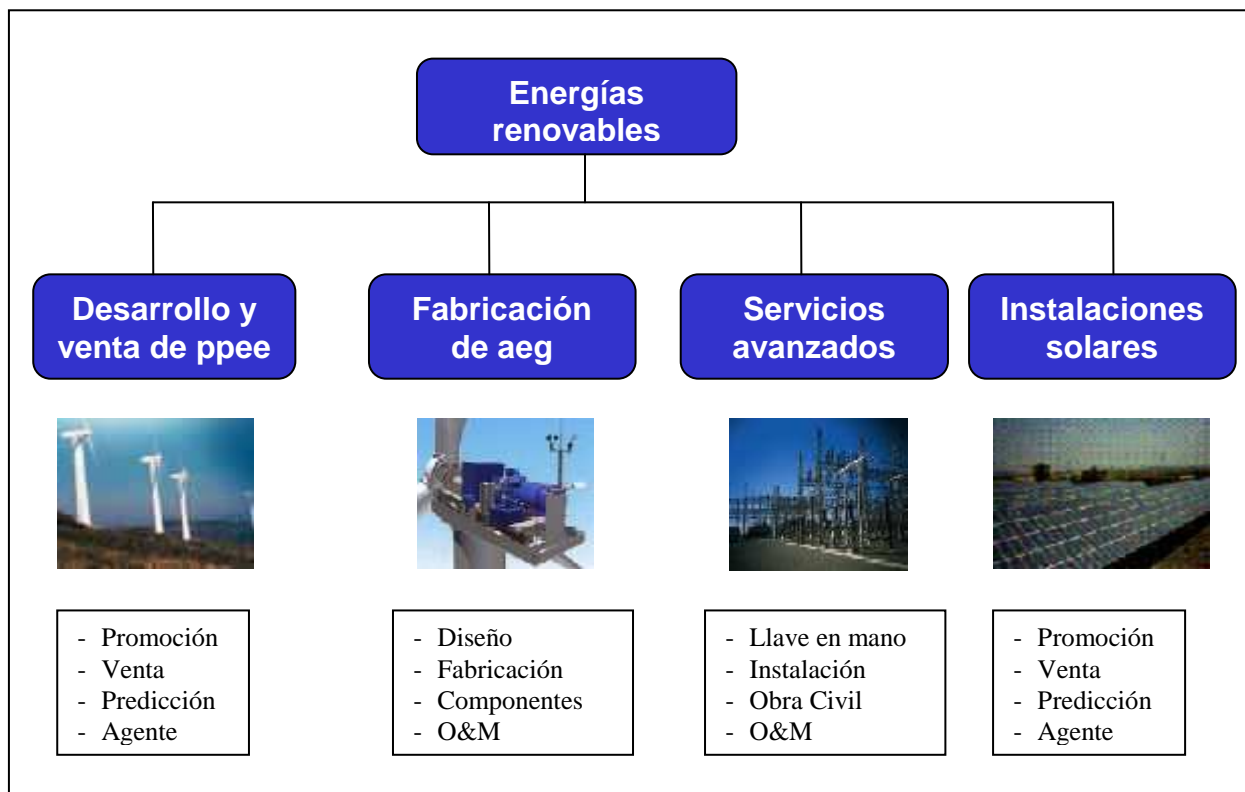
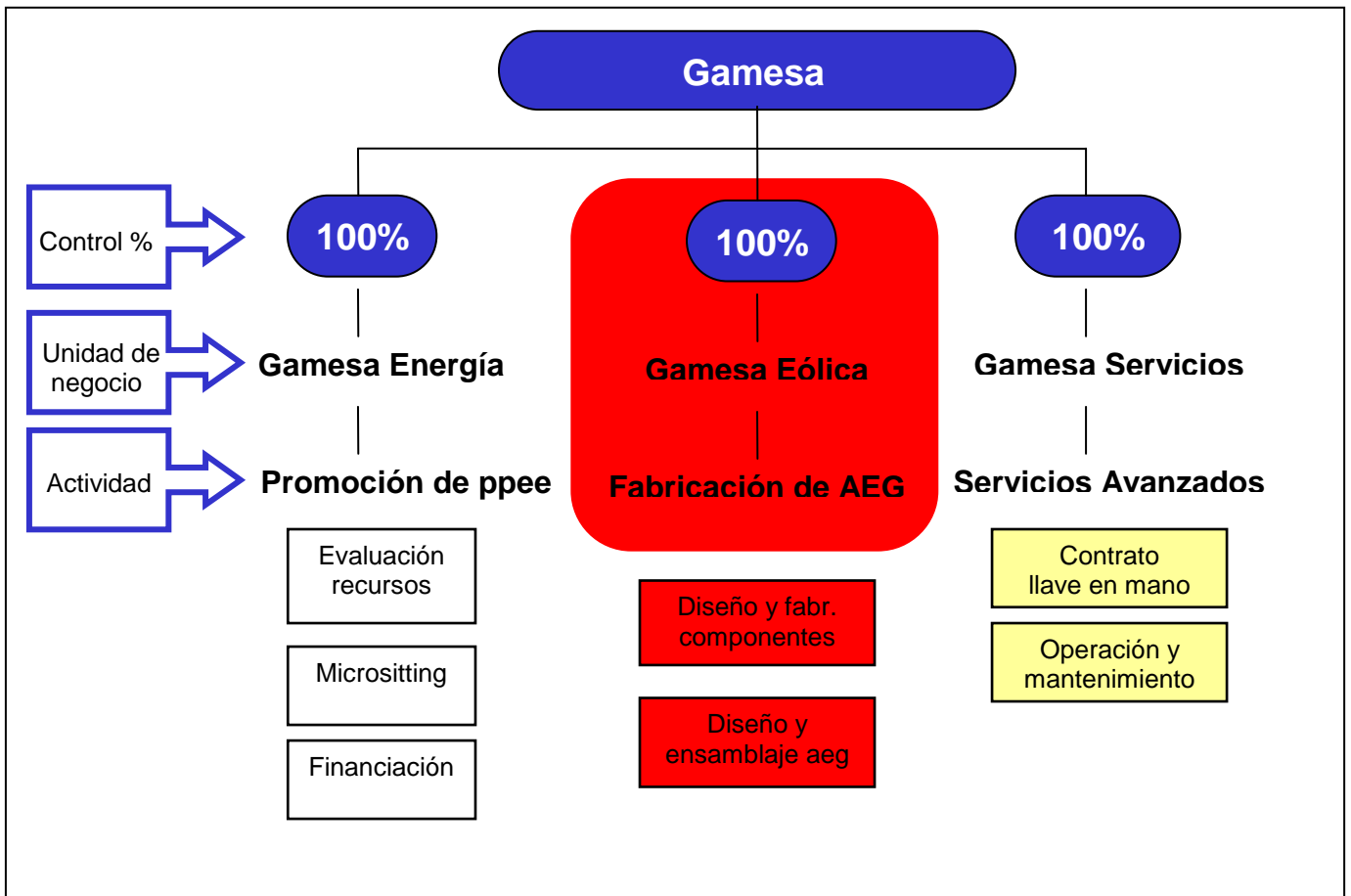


Figura 2- Esquema de los núcleos de negocio.

Gamesa opera en el sector eólico mediante tres unidades de negocio claramente definidas: promoción, fabricación y servicios. Dependiendo de las necesidades de los promotores locales, Gamesa puede proveer una solución completa o soluciones parciales.

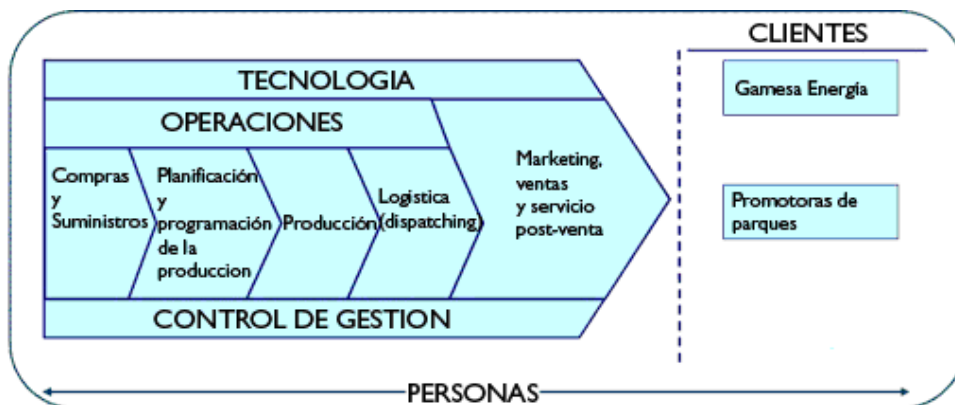
Dentro del propio organigrama de la empresa se puede distinguir entre dos empresas, Gamesa Eólica la encarga de diseñar, fabricar, montar y vender aerogeneradores y Gamesa Energía que se encarga de promocionar y vender parques eólicos a otros clientes como Iberdrola, Endesa, Acciona, etc.

Entre estas dos empresas existe una relación de cliente interno; es decir Gamesa Energía es un cliente para Gamesa Eólica aunque ambas empresas pertenezcan a la misma que es Gamesa.



### 2.3 Organización

Gamesa se centra principalmente en la promoción y desarrollo de energía eléctrica de origen renovable, especialmente la eólica. Su organización se orienta al cliente y a la diferenciación tecnológica.



Esta organización fusiona los procesos verticales relacionados con la ingeniería, diseño, fabricación y venta de aerogeneradores. Además separa las actividades

horizontales, distinguiendo entre la actividad de aerogeneradores y la promoción, construcción, gestión y venta de parques eólicos.

La siguiente figura muestra el organigrama de primer nivel



### 3. GAMESA EÓLICA


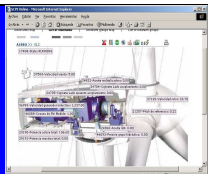



#### 3.1 Introducción

Como se ha explicado en apartados anteriores Gamesa Eólica se dedica única y exclusivamente a la fabricación de aerogeneradores y al ensamblaje y montaje de los mismos en parque. A continuación se verá a grandes rasgos la dirección estratégica de la empresa y los productos que se ofrecen.

#### 3.2 Integración Vertical

Gamesa Eólica se caracteriza por la integración vertical en la que está organizada. Esto conlleva desde la producción de las diferentes partes de los aerogeneradores hasta la construcción del propio aerogenerador en un parque eólico.

Las partes del aerogenerador que se producen son: palas, multiplicadora, generador, nacelle y torres. El siguiente cuadro muestra el tanto por ciento de cada parte que se encarga Gamesa Eólica:

					
	Palas	Nacelle	Multiplicadora	Generador	Torres
<b>Diseño</b>	100% Interno	100% Interno	50% Interno	50% Interno	100% Interno
<b>Fabricación</b>	100% Interno	100% Interno	50% Interno	50% Interno	30% Interno
<b>O&amp;M</b>	100% Interno	100% Interno	100% Interno	100% Interno	100% Interno
<b>% coste AEG</b>	<b>20%</b>	<b>5%</b>	<b>15%</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>

Actualmente Gamesa Eólica tiene 7 fábricas de ensamblaje de nacelle, en Pamplona, Oroso, Tauste, Ágredda, Imarcain, Medina del Campo y Fairless Hills; 2 fábricas de fabricación de torres en Olazagutia y Cadrete; 6 fábricas de palas en Alsasua, Somozas, Albacete Miranda de Ebro, Tudela y Pennsylvania; además de varias fábricas de multiplicadoras, generadores, convertidores y moldes de pala.

### 3.3 Catálogo de productos. Modelos y versiones.

Los productos de Gamesa se pueden dividir en dos grandes grupos de aerogeneradores: máquina pequeña, G-5X y máquina grande G-8X. Actualmente se está trabajando en la G-10X que supondría una clara mejora y un gran avance en el campo de la energía eólica. Además se está trabajando en el desarrollo de un aerogenerador de 10MW con un consorcio europeo que verá la luz posiblemente en 2015 y cuyo destino será los parques marinos.

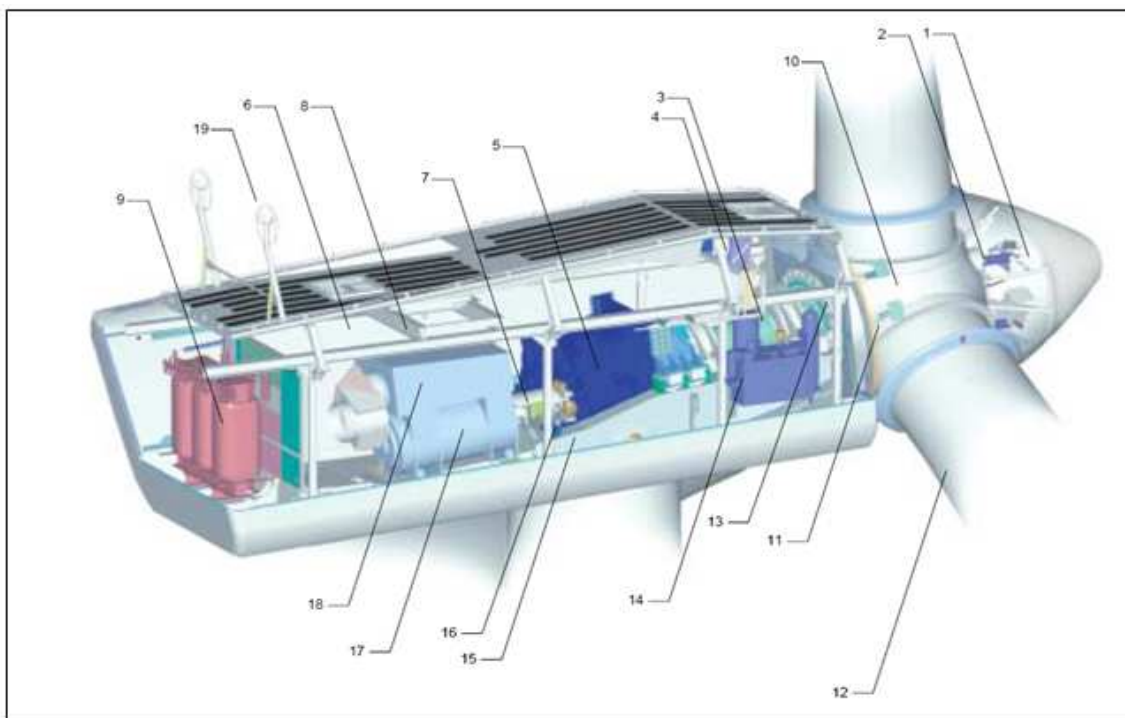


Modelo	Pot. Nominal	Altura Torre
G52	850 KW	44, 49, 55, 60, 65, 74
G58	850 KW	44, 55, 60, 65 71



G80	2.0 MW	60, 67, 78, 100
G83	2.0 MW	67, 78
G87	2.0 MW	67, 78, 100
G90	2.0 MW	67, 78, 100

### 3.4 Partes de un aerogenerador



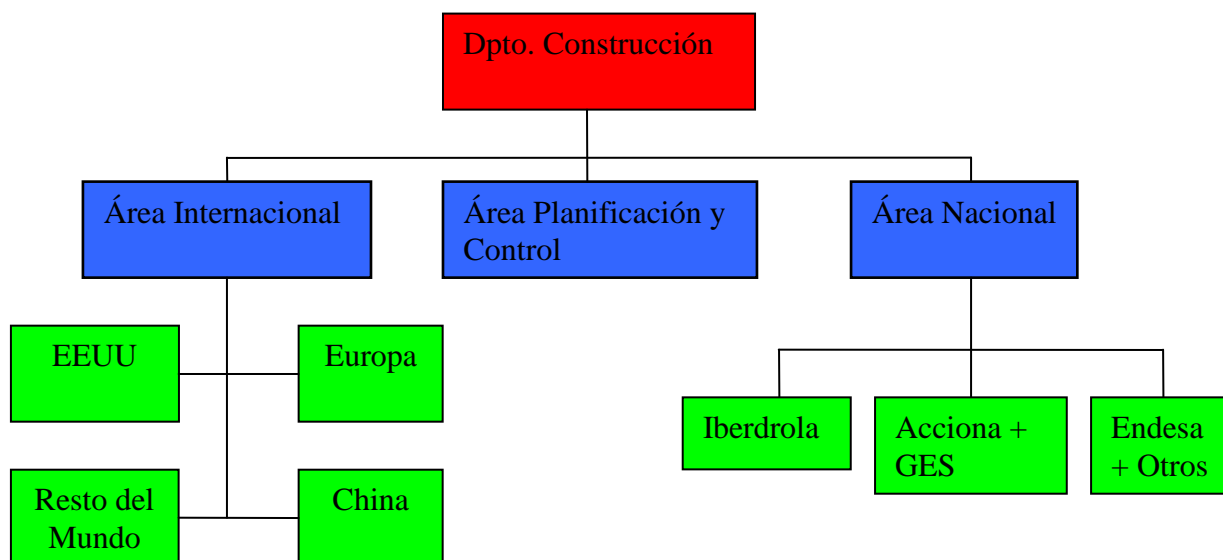
1. Controlador del buje.	10. Buje
2. Cilindro de control de paso.	11. Soporte de pala
3. Eje principal.	12. Pala
4. Refrigeración de aceite.	13. Sistemas de bloqueo de rotor
5. Multiplicadora	14. Grupo hidráulico
6. Controlador VMP-Top con convertidor	15. Chasis
7. Freno de parada prolongada	16. Motor de orientación
8. Grúa de mantenimiento	17. Generador OptiSpeed
9. Transformador	18. Refrigerador del generador
	19. Sensores ultrasónicos

## 4. DEPARTAMENTO CONSTRUCCIÓN

### 4.1 Introducción

El Departamento Construcción fue creado en 2006 naciendo de una escisión del Departamento Servicios. Debido al gran crecimiento de la empresa se tuvo que tomar la opción de crear un nuevo departamento que estuviera exclusivamente dedicado a llevar la construcción de parques eólicos. Se puede decir que el departamento está en una fase de inmadurez, debido a la poca experiencia que existe como departamento. Una de las razones por la gran rotación puede ser la poca experiencia que hay en cuanto al funcionamiento como departamento. Hoy día este departamento forma parte de la unidad operativa de Marketing, Ventas, y Servicios.

### 4.2 Organigrama del Departamento Construcción.



### 4.3 Descripción del Departamento Construcción.

El Departamento de Construcción esta constituido por una dirección en España de la que dependen los dos grandes mercados en expansión en la actualidad, Estados Unidos y China.

En un principio, durante la rápida expansión de la empresa en dichos mercados debida a las oportunidades que estos mercados brindaban, ambos bloques tenían una gran dependencia de la sede central nacional, pero en la actualidad esta dependencia este tendiendo a desaparecer, habiendo creado una infraestructura sólida en ambos mercados capaz de responder a las necesidades específicas.

La estructura en estados unidos es más extensa que la presente en otras áreas debido a la mayor complejidad de los proyectos que allí se desarrollan.

El jefe de departamento es el que supervisa todos los parques en construcción del país, cada uno de los cuales cuenta con su propio Director de Proyecto presente en parque durante todo el proceso. Por debajo del Director de Proyecto se encuentra el Manager de Proyecto, que es un apoyo en las labores del Director de Proyecto.

El Manager de Asistentes Tecnicos se encarga de gestionar todo el equipo de campo que supervisa la construccion. A su vez el Manager de Calidad gestiona todo el equipo de campo encargado de la Calidad en la construccion.

Los recursos tanto personales como materiales empleados en los parques del mercado americano son mucho mas extensos que los utilizados en Europa.

El Área de Planificación y Control tiene como misión asegurar la satisfacción del cliente y maximizar el beneficio para Gamesa en la construcción de parques eólicos, acumulando, procesando y distribuyendo la adecuada información del proyecto a todas las áreas de la empresa, mientras controla la ejecución del proyecto y prevé las operaciones y los aspectos financieros. Se podrían resumir las funciones de esta área en las siguientes:

- Representar al Departamento de Construcción en la reunión de planificación.
- Consolidar toda la información a través de la planificación y la ejecución del proyecto.
- Analizar las fechas de planificación y montaje.
- Pedir el material y los suministrables para cada parque.
- Desarrollo de SAP y actualización de la base de Construcción.
- Controlar los Certificado de Aceptación Provisional (CAPs), los contratos con subcontratas y las reclamaciones del cliente.

Consolidar, analizar y compartir los costes y desviaciones del proyecto.

## **CAPÍTULO 5: MANUAL PARA LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO**

### **1. OBJETIVOS DEL MANUAL.**

El objetivo del “Manual para la Gestión de la Construcción de un Parque Eólico” es establecer las directrices que ayudaran al Director de Proyecto (DP) y al equipo de proyecto a alcanzar los objetivos establecidos.

Los principales objetivos que todos los directores de proyecto seguirán en todos los proyectos son los siguientes:

- Seguridad – llevar a cabo todos los trabajos sin ningún accidente.
- Alcance – cumplir con el alcance de lo acordado en el contrato.
- Tiempo – cumplir con la previsión de lo acordado contractualmente sin sobrepasar el tiempo del proyecto.
- Coste - facturar a tiempo
- Calidad – cumplir con los estándares de calidad de Gamesa y del cliente.
- Satisfacción – completa satisfacción del cliente.

Para cumplir con los objetivos anteriores el DP debe:

- Conocer el Contrato y los Procedimientos Técnicos y de Calidad.
- Planificar y controlar todas las actividades y tareas.
- Liderar el Equipo de Proyecto ayudando a conseguir sus objetivos particulares.

### **2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**

#### **2.1 Introducción**

Cuando Gamesa acepta un proyecto involucra a determinados departamentos, empresas secundarias y recursos (bien sean propios o subcontratados).

Debido al gran número de departamentos, empresas secundarias y subcontratas que están trabajando juntos, mucha información es intercambiada entre los diferentes grupos para permitir a cada departamento/empresa cumplir sus objetivos y los objetivos finales del proyecto. El DP es el responsable de dirigir el contrato y de garantizar que toda la información circule eficientemente y permita a los grupos conseguir sus objetivos. El DP asume este role en el KOM, donde la responsabilidad es traspasada del Dpto. Comercial al Dpto. Construcción.

El DP es también el contacto con el cliente para cualquier cuestión relacionada con el proyecto, es decir, toda la información que llegue al cliente tiene que ser a través del DP. Sólo en casos excepcionales el Supervisor de Proyectos contactará con el cliente.



## **2.2 Estructura departamental del proyecto**

Los departamentos involucrados directamente en el proyecto están relacionados con cada fase:

### **Diseño**

- Dpto. Ingeniería

### **Compras y Producción**

- Dpto. Servicios
- Compras
- Producción y compañías secundarias

### **Subcontratas**

- Servicios
- Logística

### **Transporte**

- Logística

### **Montaje**

- Servicios
- Logística

### **PEM**

- Mantenimiento

Durante todas las actividades el Dpto. Calidad verificará que el Procedimiento de Gamesa ha sido seguido estrictamente.

## **2.3 Miembros del Equipo de Proyecto**

A continuación, hay una lista de personas que componen el Equipo de Proyecto. Una pequeña descripción de sus responsabilidades se adjunta en este texto.

### **Jefe de Departamento (JD)**

El CDP no está directamente involucrado en el proyecto como el DP, pero tienen plena responsabilidad del proyecto, como el DP.

Responsabilidades:

- Responsables de asignar un DP y subcontratar las empresas.
- Involucrados en la fase de Inicio (planificando y subcontratando).

- Comunicación con el cliente solamente si existen serios problemas que sólo el DP no podría solucionar.
- Recibir periódicamente reportes del DP y controlar la progresión del proyecto de acuerdo a tiempo y presupuesto. Cualquier desviación seria de estas variables requerirá la intervención del JD junto con el DP para establecer acciones correctivas.
- El JD también apoya al DP cuando algún problema interno paraliza el proyecto.

En caso de que surgiera un problema grave el JD alertará al director del Dpto. involucrado, por ejemplo, Logística, Comercial, Producción, Ingeniería, etc.

### **Director de Proyecto**

Los objetivos claves de un DP están descritos en 1.1 Plan del Director de Proyecto-Objetivos. Sus responsabilidades son:

- Tomar la entera responsabilidad del proyecto.
- Liderar el equipo de proyecto porque tiene un conocimiento global y un proceso de comunicación.
- Principal medio de contacto del cliente.
- Servirá de medio de comunicación entre el cliente y el equipo de proyecto.
- Asegurarse de que el equipo de proyecto consigue sus objetivos particulares y los del proyecto
- Planificar, ejecutar y controlar todas las actividades del proyecto para asegurarse el cumplimiento del contrato y los estándares de calidad de Gamesa.
- Realizar acciones correctivas e implementarlas en caso de desviación del plan del proyecto.
- Reportar al JD y al equipo de proyecto sobre el progreso del proyecto.

### **Director Financiero**

- Facturar al cliente
- Pagar las subcontratas
- Control pagos/costes del proyecto
- Relación con los bancos- mandar documentación pertinente a los bancos
- Todo lo relacionado con la garantía de los bancos.

### **Director Producción de Nacelles**

- Producción de nacelles cumpliendo con las especificaciones técnicas dadas por el Dpto. Ingeniería para las nacelles estándares y para las personalizadas.
- Asegurarse que la producción está de acuerdo al plan de proyecto.

### **Director Producción de Torres**

- Producción de torres cumpliendo con las especificaciones técnicas dadas por el Dpto. Ingeniería para las torres estándares y para las personalizadas.

- Asegurarse que la producción está de acuerdo al plan de proyecto.

En el caso de que el cliente se haga responsable de la producción de torres el Director Producción de Torres le facilitará toda la documentación y dibujos acorde con el contrato y se asegurará de que la producción de torres se efectúa de acuerdo a los estándares de calidad de Gamesa. También supervisará la reparación cuando sea requerido los Dpto. Servicios y Calidad.

### **Director de Logística**

- Transporte del equipo y accesorios desde la fábrica hasta parque.
- Proporcionar la documentación necesaria.
- Inspeccionar el equipo a la salida, a la llegada y en los puertos.

### **Director de Ingeniería**

- Diseño de cualquier personalización requerida por el contrato o por las condiciones del parque.
- Preparar las especificaciones técnicas para la compra y el ensamblaje.
- Proporcionar la Lista de Materiales.
- Obtener cualquier certificado requerido por el contrato, por ejemplo, las medidas de la curva de potencia.
- Apoyar técnicamente al DP a lo largo del proyecto (cualquier cambio en el alcance de los suministrables o reparaciones importantes requeridas por el Dpto. Ingeniería).
- Suministro de la documentación Técnica, por ejemplo, croquis o documentos de interfaces.

### **Encargado Suministros (Logística)**

- Suministro de todos los elementos, incluidos las personalizaciones, especificadas por Dpto. Ingeniería.

### **Dirección de Compras/ Dpto. Servicios**

- Suministro de herramientas, faltantes y kits de reparación.

### **Director Calidad, Salud & Seguridad y Medio Ambiente (CSSMA)**

- Crear el plan de CSSMA.
- Suministrar la documentación CSSMA.
- Gestión de las no conformidades.
- Asegurarse de que las compañías subcontratadas cumplen con las prácticas de calidad de Gamesa.

### **Supervisor de proyecto (SP)**

En proyectos de escala pequeña, el SP es el mismo que DP. Solo cuando el proyecto es suficientemente grande y tiene una gran duración el puesto de SP es llevado a cabo por otra persona que no es DP.

- Coordinación de todos los trabajos realizados en parque junto con el supervisor del cliente.
- Cumplir con los objetivos de montaje, coordinando el transporte en parque con el montaje y cualquier subcontrata.
- Control del trabajo en parque.
- Resolver cualquier problema que pueda afectar a los trabajos de montaje siempre y cuando la solución se pueda llevar a cabo localmente.
- Medición de Trabajo & Costes.

### **Especialista en campo – Montaje**

- Liderar el equipo de montaje y las grúas de las empresas subcontratadas haciendo posible alcanzar los objetivos de montaje.
- Resolver cualquier problema técnico que pueda surgir durante el montaje y pueda ser resuelto en el mismo lugar.
- Ordenar todos los accesorios y herramientas necesarios para llevar a cabo los trabajos de montaje.

### **Especialista en campo – PEM**

- Liderar el equipo de PEM para asegurar que se logran los objetivos de esta fase.
- Apoyar técnicamente al equipo durante la inspección de defectos.
- Organizar las herramientas especiales, accesorios, faltante y softwares de aplicación.
- Instalación del sistema SCADA

### **Inspector de calidad**

- Verificar que las empresas subcontratadas cumplen con las prácticas de calidad de Gamesa.

La estructura organizativa sería la siguiente:

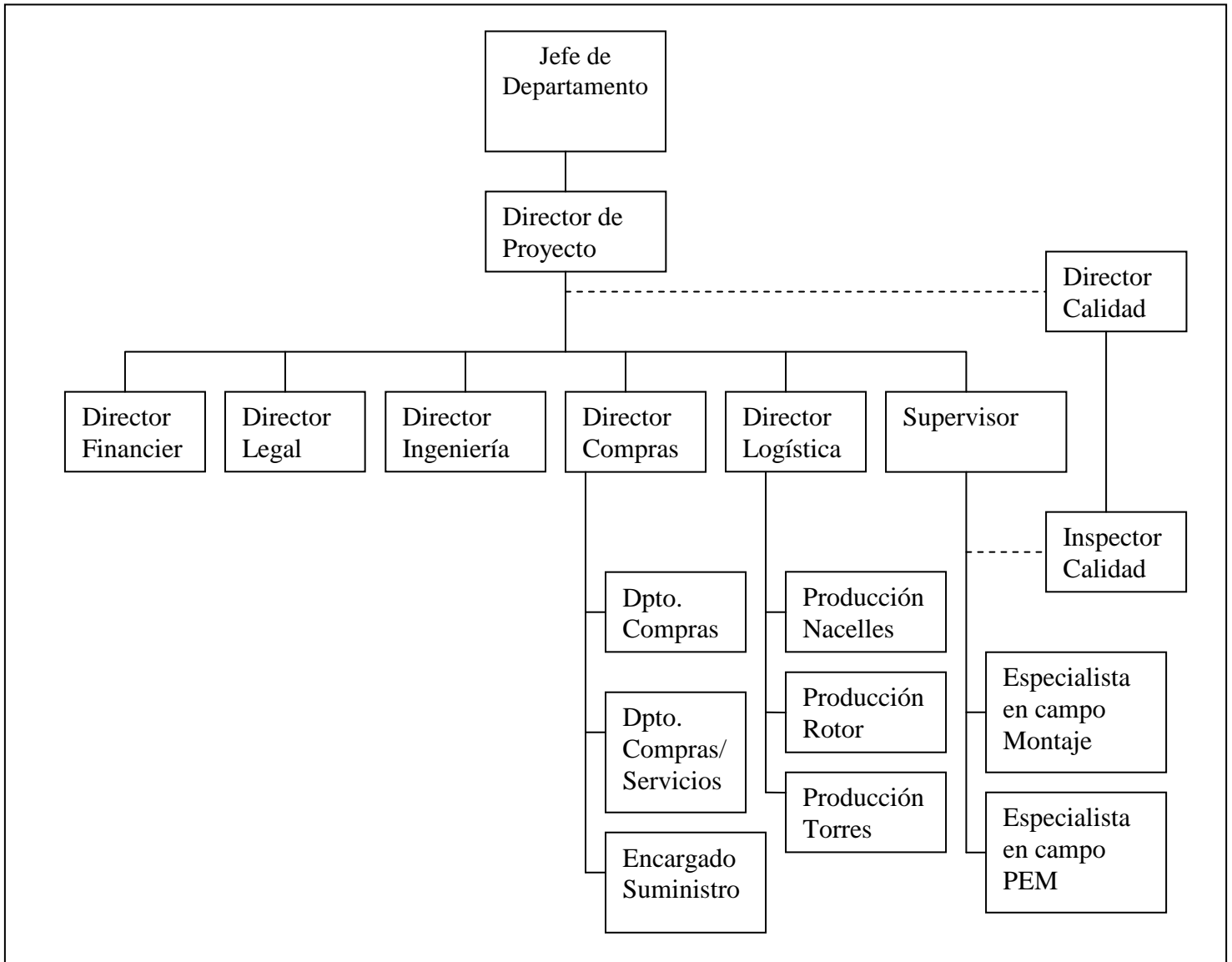


Figura 2- Esquema de la Estructura Organizativa

### 3. ESQUEMA DE LAS ETAPAS DE UN PROYECTO

La construcción de un parque eólico se puede dividir en seis etapas:

- Inicio del Proyecto.
- Diseño, Producción/ Subcontratas.
- Logística.
- Montaje.
- PEM.
- Cierre del proyecto.

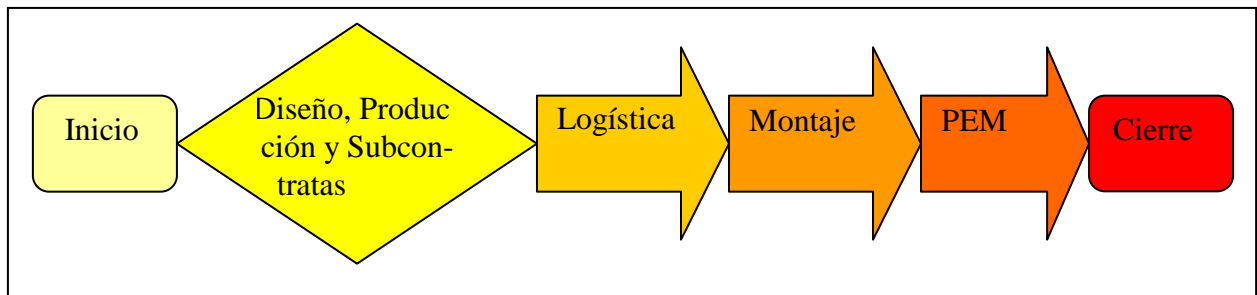


Figura 3- Esquema de las seis fases del proyecto.

A continuación se adjunta un mapa de procesos en el que se explica esquemáticamente todos los procesos que se llevan a cabo desde que el director de proyecto toma el parque hasta que lo termina. El siguiente gráfico es un esquema temporal que muestra las etapas a lo largo del tiempo:



## 4. ETAPAS DEL PROYECTO.

### 4.1 Introducción

Como ha sido mencionado en la sección anterior, la ejecución del proyecto se divide en seis etapas:

- Inicio del Proyecto.
- Diseño, Producción/ Subcontratas.
- Logística.
- Montaje.
- PEM.
- Cierre del Proyecto.

El siguiente diagrama muestra las principales actividades durante la ejecución de un proyecto típico de Gamesa. La fase de Inicio tiene la intención de producir todos los planes de proyecto para guiar a cada miembro del EP. Una vez se ha iniciado el proyecto el DP debe controlar las actividades principales, como, Subcontratas, Diseño, Compras, Fabricación, Logística, Montaje y PEM y proporcionar toda la documentación requerida de acuerdo al Contrato.



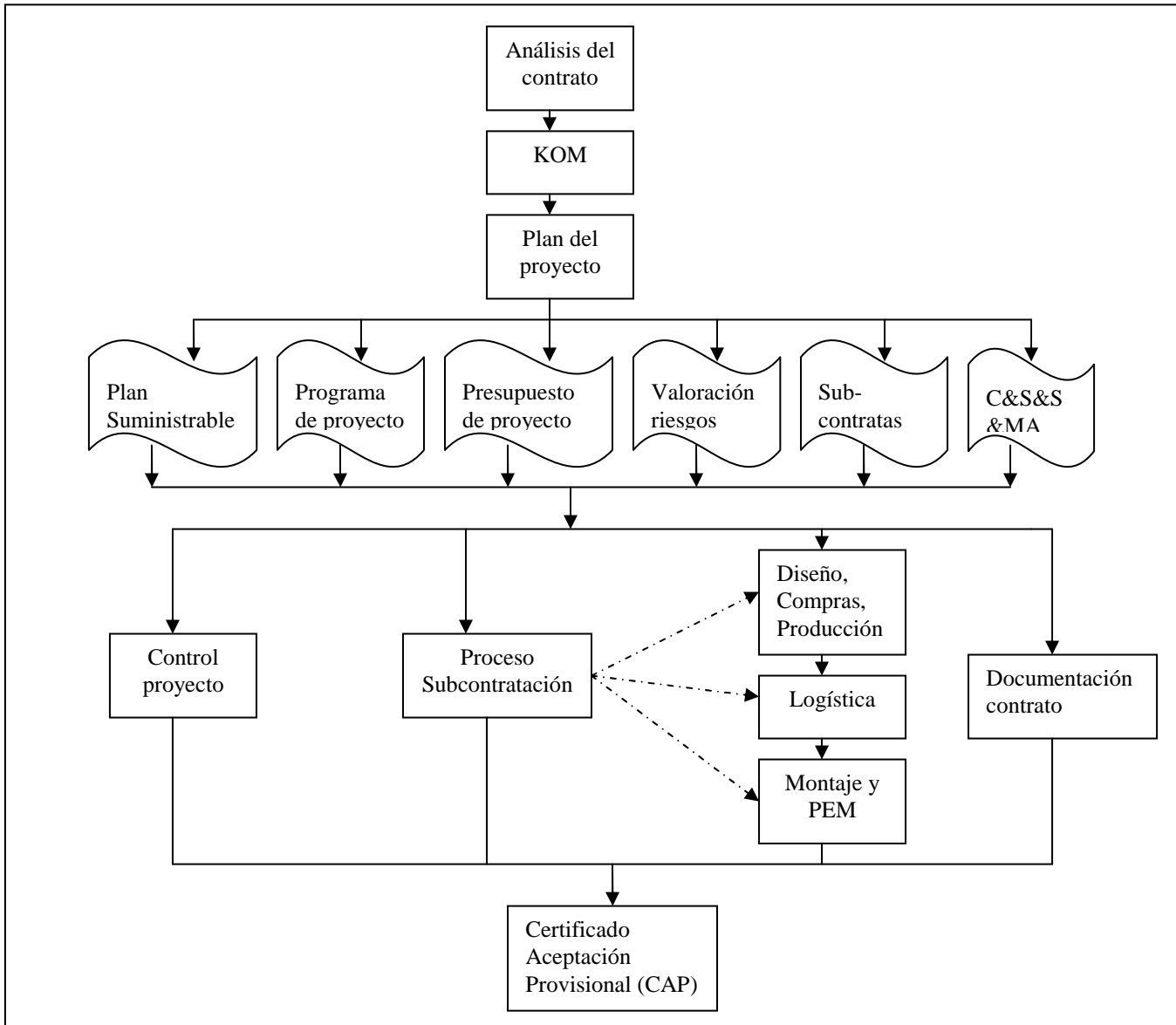


Figura 4- Principales actividades de un proyecto típico en Gamesa.

## 4.2 Inicio del Proyecto

*Punto inicial:* Una vez el Contrato haya sido adjudicado a Gamesa, el Dpto. Comercial empieza el proyecto notificándolo a los departamentos clave, como Financiero, Servicios, Construcción. El CDP nombrará un DP para llevar a cabo la ejecución del Contrato.

*Objetivos:* El principal objetivo de esta fase es iniciar el proyecto Planeando todas las actividades necesarias para producir los suministrables, hacer la matriz de responsabilidades y asignar las principales tareas a su correspondiente responsable como se ha indicado en la Sección 1.3 Análisis de la Estructura Organizativa.

#### 4.2.1 Análisis del Contrato

Una vez se le haya asignado un DP al proyecto, éste necesita hacer un análisis minucioso del Contrato. Este análisis tiene que cubrir todos los suministrables contractuales (alcance), Gamesa tiene que contar con todos los suministrables (tiempo) y con el presupuesto para que el DP pueda llevar a cabo todos los trabajos y deberes (costes), otro hito a tener en cuenta con las obligaciones de Gamesa. Estas obligaciones muestran como llevar a cabo las obligaciones, garantías relevantes, regulaciones a seguir, liquidación de daños, protocolos de comunicación, etc. También las obligaciones del cliente tienen que ser aclaradas.

#### 4.2.2 Reunión de lanzamiento. Kick Off Meeting (KOM)

Una vez el DP ha aclarado todo el Contrato con el Dpto. Ventas, puede preparar la agenda para el KOM. Los principales objetivos son:

- Establecer el Equipo del Proyecto (EP) e informar al EP que el proyecto será realizado.
- Presentar el alcance de los suministrables.
- Perfilar el trayecto del proyecto y los hitos.
- Hacer el Programa de Proyecto.
- Consensuar a todas las partes del Proyecto gracias a la Matriz de Responsabilidades.

**El DP tiene que explicar que tiene que hacerse (suministrables), en que fechas (hitos) y que presupuesto que tiene el EP para llevar a cabo el proyecto (costes).**

En esta reunión, los miembros del EP presentan al DP sus preocupaciones, dificultades para llevar a cabo los trabajos requeridos, las no conformidades de los compromisos contractuales, riesgos, etc., mirando el Plan Oficial de acuerdo con el Contrato. De ahí el objetivo principal del DP durante el KOM es llegar a un consenso entre todas las partes del EP, así el puede hacer un esbozo del Plan de Proyecto, uniéndolo con el Plan Oficial.

El KOM permite al DP saber que puntos necesitan ser discutidos con el cliente para permitir al EP continuar o empezar el trabajo. Esta información se presentará después al cliente.

#### 4.2.3 Planificación del Proyecto.

El DP tendrá que preparar todos los planes como se explicará en la Sección 9 Planificación del Proyecto, teniendo en cuenta toda la información generada en el KOM. Esta es la parte final de la Fase de Inicio. El output final es el Plan de Proyecto que permitirá al EP llevar a cabo sus tareas bajo una guía previamente acordada.

### 4.3 Diseño, Compras y Fabricación/Subcontratación

*Punto inicial:* La Fase de Diseño y Subcontratas comienza inmediatamente después que el DP haya completado todo el Plan de Proyecto. Sin embargo, a veces las subcontrataciones pueden empezar durante las negociaciones entre el Cliente y Gamesa, ya que puede existir un pre-acuerdo con el Cliente. Esta es la opción más recomendable, ya que permite a Gamesa realizar las actividades de subcontratación sin ningún retraso una vez el Contrato con el Cliente haya sido confirmado.

*Objetivos (Fase de Diseño, Compras y Fabricación):* El principal objetivo de esta fase es producir todos los suministrables contractuales. Estos pueden ser divididos en las principales áreas:

- Equipo principal.
- Accesorios principales.
- Otros accesorios.
- Documentación.

*Objetivos (Fase de Subcontratación):* El principal objetivo de esta fase es implementar el plan de subcontratación para tener todos los servicios cubiertos por compañías antes de que el equipo haya llegado al país de destino. Esta Fase de Subcontratación termina cuando el contratista ha sido elegido y el KOM ha finalizado.

#### 4.3.1 Diseño

El objetivo de este proceso es especificar todas las características del equipo que no son estándares para ser implementadas en los estándares del aerogenerador de Gamesa para llevar a cabo las particularidades del contrato. Para permitir al Dpto. Ingeniería el buen diseño y especificaciones no estándares, el DP tiene que garantizar que toda la información relevante es transmitida al departamento. El DP actuará como un canal de comunicación solo cuando la información provenga del Cliente. Normalmente esta información proviene del contrato con el cliente, condiciones ambientales en el parque y regulaciones locales.

Outputs de este proceso:

- Especificaciones para comprar el equipo con los no- estándares. El Dpto. Compras es el que utiliza esta información y perfila el documento “Lista de Materiales”.
- Especificaciones para el ensamblaje y testeado del equipo. Construcción y Servicios utilizarán esta información.

### 4.3.2 Compras

Una vez el Dpto. Ingeniería provee de todas las especificaciones para la compra, el Dpto. Compras puede proceder a la orden de compra para los no estándares. Sin embargo, el Dpto. Compras puede proceder a la orden de compra (antes que el Dpto. Ingeniería complete la Lista de Materiales) para las partes estándar, que son suministradas por el Dpto. Logística.

### 4.3.3 Subcontratación

Consiste en la implementación del Plan de Subcontratación. El DP debe asegurarse que todos los servicios necesarios para llevar a cabo el proyecto (transporte, montaje y PEM) han sido contratados antes que las partes del aerogenerador lleguen al puerto de destino. Inmediatamente después de que el DP haya hecho el Plan de Proyecto al final de la Fase de Inicio, los departamentos involucrados dejarán a las Subcontratas hacer sus ofertas e invitarán a las empresas a pujar.

Es muy importante proveer el paquete completo de documentación a las subcontratas para que puedan hacer una oferta acorde con los trabajos requeridos para cada tarea. Una vez las ofertas hayan sido hechas, el DP y los departamentos involucrados deben verificar que la subcontrata está cualificada para realizar el trabajo, que el alcance de las actividades está cubierto y que el precio es el más bajo posible.

## 4.4 Logística

*Punto inicial:* El transporte comienza una vez el equipo principal y sus accesorios han sido fabricados. Otra pre-condición que debe ser aplicada también, (si es aplicable por el contrato) es el acuerdo con el cliente en coordinar el transporte y la obra civil. Si no hay ningún sitio para acopiar el material cerca del parque eólico de destino, la fase de transporte no empezará. El comienzo del transporte tiene que tenerse en cuenta en el Plan de Proyecto.

*Objetivos:* El objetivo primordial de esta fase es entregar en parque todo el equipo principal y accesorios prioritarios para empezar el montaje y la PEM.

### 4.4.1 Campas de acopio

Las campas de acopio son muy importantes sobre todo en el extranjero por la dificultad de coordinar el transporte en barco con la obra civil, que son responsabilidad del cliente y se sale fuera del control de Gamesa. Las campas permiten al DP tener una compensación entre la obra civil, logística y el montaje del parque.

La necesidad y diseño de las campas de acopio dependen de la fiabilidad de la infraestructura logística del país y de la coordinación entre la obra civil, montaje y transporte. Esta decisión tiene que ser tomada durante la Fase de Inicio, y tiene que ser completada antes de la llegada del primer aerogenerador.

#### 4.4.2 Inspección de la Obra Civil

Antes de que cualquier parte principal del aerogenerador sea transportada desde puerto hasta parque, el DP tiene que inspeccionar las condiciones del parque para verificar que los transportes podrán llegar a las campas de acopio, como, los caminos de las grúas, las áreas de alrededores y las campas de acopio.

Los puntos críticos son:

- Carreteras de acceso desde carreteras nacionales hasta la entrada al parque.
- Caminos internos que conectan la entrada del parque con cada camino de grúas.
- Caminos internos desde las campas de acopio hasta la entrada del parque.
- Caminos de grúas y las áreas de alrededores.

Lo primero, el parque y más importante los carriles de grúas deben ser accesibles desde la carretera interna; se puede realizar una prueba de vacío (camión sin material y desplegable en parque) por el parque para asegurar que las carreteras son transitables. También la medición de la ruta, hecha con la compañía de transporte justo después de que la fase de subcontratación haya terminado, debe ser realizada para poder identificar todos los problemas a lo largo de la ruta. Los problemas que impidan a los transportes hacer la ruta correctamente, tendrán que ser solucionados antes de la llegada del primer barco. En caso de que no haya posibilidad de resolverlos, se debe encontrar una ruta alternativa. Una vez la ruta haya sido ajustada a los requisitos del transporte, el DP acordará con la compañía de transporte un test, donde un camión con la máxima largura y anchura hará la ruta hasta la entrada al parque.

Los caminos de las grúas y las áreas de alrededores tienen que ser inspeccionadas también antes de la llegada de los camiones, para planificar el acopio del material cerca de los puntos de montaje.

#### 4.4.3 Gestión de los Hitos Administrativos

Un hito muy crítico observando el transporte especial del equipo principal, es que las regulaciones administrativas que afectan al transporte por tierra sean cumplidas por Gamesa.

Todos los requerimientos administrativos para transportes especiales tienen que ser hechos antes de que el primer camión o tren abandone la factoría. Esto no se puede hacer antes de que se haya contratado a la subcontrata encargada del transporte terrestre del equipo y del material. Así, inmediatamente después de que el Plan de Subcontratación haya finalizado, el DP deberá asegurarse que todos los requerimientos del transporte especial sean hechos. Algunos puntos relevantes que tienen que ser chequeados con la subcontrata de transporte son:

- Permisos legales necesarios.
- Limitaciones del transporte en ese país.
- Definición del modo de transporte.

Estas limitaciones y condiciones afectan a los diferentes modos de transporte que pueden ser utilizados, el período del año cuando están permitidos los transportes especiales y la velocidad a la que pueden circular.

#### **4.4.4 Plan de Logística**

El objetivo de este proceso es definir la fecha cuando el equipo principal puede transportarse desde las plantas donde es fabricado a parque en caso de transporte terrestre o al puerto de embarque y desde el puerto destino hasta el parque en caso de transporte marítimo. Estas fechas son críticas porque el transporte no puede pararse, y cualquier parada en un país extranjero representa un coste muy elevado que es difícil de cubrir con el presupuesto del proyecto.

Además de definir la fecha cuando el equipo puede transportarse, también es muy importante definir el tipo de transporte para los barcos (dependen directamente del tipo de producción) y del tipo de transporte desde el puerto o fabrica hasta el parque, que dependerá directamente del transcurso de la obra civil, de la disponibilidad de las campas de acopio y de los permisos.

Este proceso es muy importante porque el plan de transporte cambia frecuentemente a lo largo del proyecto porque depende de muchas variables, como la obra civil, la disponibilidad de las campas de acopio, la empresa de grúas, etc.

#### **4.4.5 Gestionando el equipo en ruta**

Una vez el material ha salido de las plantas de fabricación, el DP, vía el Dpto. Logística debe controlar el transporte del material, mediante programas de inspecciones en todos los puntos donde haya un cambio del modo de transporte.

Es muy importante que el DP posea una actualización del progreso actual de los suministrables en cada puerto, campa de acopio y parque. Esta información es actualizada por el Dpto. Logística y reportada semanalmente al DP.

### **4.5 Montaje**

*Punto inicial:* Antes de comenzar la Fase de Montaje, todos los accesorios importantes y todo lo necesario para llevar a cabo los trabajos de montaje, deben estar en parque. Se realizará un previo acuerdo con el cliente para coordinar todo este proceso con la obra civil.

*Objetivos:* El objetivo de esta fase es montar todos los aerogeneradores completamente, con todos sus accesorios para que puedan ser energizados.

#### **4.5.1 Movilización del equipo de montaje**

Quando hay un cierto número de aerogeneradores acopiados en las campas y los cimientos de las virolas y caminos de grúas están listos, el DP puede empezar la movilización del equipo de montaje para dejar todo preparado para los trabajos de

montaje. Esto consiste principalmente en las grúas, las personas y las herramientas especiales.

#### **4.5.2 Inspección del equipo**

Antes de comenzar con los trabajos de montaje, el material acopiado deberá ser inspeccionado para verificar que todas las partes que serán ensambladas estén en buenas condiciones. Las partes que no pasen la inspección no serán montadas. Por lo tanto es obligatorio realizar esta inspección y en caso de que haya algún problema el DP deberá coordinar al personal necesario para reparar los daños que tenga el equipo.

#### **4.5.3 Gestión de los trabajos en parque**

Esta es una de las tareas más importantes del DP. Este proceso cubre todas las actividades llevadas a cabo en parque. Este proceso tiene la intención de cubrir todas las herramientas de gestión del DP o del Supervisor con el objetivo de coordinar el transporte, el montaje y la obra civil. El objetivo es planificar cuidadosamente el trabajo en parque de Gamesa con la obra civil del cliente.

Para poder llevar a cabo todos los trabajos en parque continuamente, el DP o el Supervisor debe planificar los trabajos de las semanas siguientes con el Cliente y las subcontratas y controlar los trabajos de la semana actual para conseguir los objetivos semanales.

Al mismo tiempo, el DP o el Supervisor deberá resolver todos los problemas diarios que impidan trabajar a cualquier Unidad de Trabajo, como, logística, grúas, personal. De esta manera el DP o el Supervisor debe estar en continuo contacto con Gamesa para resolver cualquier incidente.

#### **4.6 Puesta en Marcha y Prueba de Disponibilidad**

*Punto inicial:* El comienzo de la PEM está sujeto a la completa instalación del primer lote de aerogeneradores en términos de montaje, cableado interno y los trabajos eléctricos en parque que permiten la energización de los aerogeneradores.

*Objetivos:* Esta es la fase final cuando los aerogeneradores son energizados y pasan la Prueba de Disponibilidad. El principal objetivo es poner los aerogeneradores en marcha y que todos ellos cumplen los requerimientos contractuales. Cuando los aerogeneradores pasan la Prueba de Disponibilidad comienza el Período de Garantía.

Antes de proceder con la PEM el DP, el cliente, el Supervisor y las subcontratas tendrán que coordinar todos los trabajos que sean necesarios realizar antes de la energización de los aerogeneradores.

El Supervisor del parque realizará un check-list con todas las tareas que necesitan ser realizadas para permitir la PEM y pasar la Prueba de Disponibilidad para conseguir la aceptación final del cliente. El DP debe verificar que todos los medios para la PEM se han utilizado, que el cliente está listo para energizar el parque, que se ha hecho una

reunión para planificar los trabajos y que todos los aerogeneradores han sido inspeccionados y se ha concluido que no tienen ningún defecto crítico que impiden poner la máquina en marcha.

El DP tiene que verificar que todos los aerogeneradores están completamente ensamblados y cableados, mecánicamente y eléctricamente testados, todos los supervisores y personal de montaje desplegados, partes faltantes y herramientas, consumibles y documentación enviada y hay una fecha acordada para la energización de los aerogeneradores.

Una vez todo haya sido confirmado, Gamesa puede proceder a la PEM de los aerogeneradores. El DP o el Supervisor deberá resolver todos los problemas previendo que el equipo haya terminado su trabajo, así, normalmente cuando hay un problema es debido al cliente o algo que necesita el apoyo de Gamesa. Una vez los aerogeneradores hayan sido puestos en marcha, el DP se pondrá de acuerdo con el Cliente cuando y como se llevará a cabo la Prueba de Disponibilidad. Este test representa el último paso para probar al cliente que los aerogeneradores del parque funcionan de acuerdo a lo establecido en el Contrato.

#### **4.7 Cierre del proyecto**

Después de completar la Prueba de Disponibilidad, el DP tiene que estar de acuerdo con el Cliente para firmar el Contrato de Aceptación Parcial (CAP). El CAP tiene que estar claramente definido y el plazo para resolver los pequeños problemas que pueda haber. Una vez el Cliente esté de acuerdo se firmará el CAP que certifica que comienza el Período de Garantías y el parque pasará a ser responsabilidad del Dpto. Mantenimiento.



## 5. COMUNICACIÓN DURANTE EL PROYECTO.

Durante la ejecución del proyecto, el equipo de proyecto necesita comunicar e intercambiar información para permitir a las Unidades de Trabajo realizar sus actividades dentro del plan de proyecto. Figura 2- Se muestra el intercambio de información.

Emisor	Receptor	Documento	Frecuencia
Dpto. Ventas	D.P	Contrato	Una vez
D.P	E.P	Plan de proyecto- Programa	Una vez revisado
		Suministrables	Una vez
		Registro Documentos de Contrato	Una vez
		Datos KOM	Una vez
D.P	Dpto. Ingeniería	Condiciones del parque & Esp. Téc.	Una vez
D.P	Dpto. Logística	Suministrables contractuales	Una vez
D.P	Dpto. Servicios	Suministrables contractuales	Una vez
D.P	Mantenimiento	Suministrables contractuales	Una vez
D.P	Scada	Suministrables contractuales	Una vez
Dpto. Ingeniería	Director compras	Lista de Materiales	Una vez
Dpto. Ingeniería	DP/Cliente	Doc. Interface	Una vez
		Certificados	Una vez
		Doc. Técnicos	Una vez
Dpto. Producción	Logística	Nº Serie	Una vez
Dpto. Calidad	Logística	Check list Inspección cambio modo transporte	Una vez
Logística	DP/Superviso	Check list Inspección cambio modo transporte	Una vez
DP/Superviso	Producción palas	Nº Serie Equipo montado	Mensualmente
DP/Superviso	Dpto. Financiero	Hoja facturación	Semanalmente
		Presupuesto del proyecto	Una vez
DP/Superviso	CDP	Presupuesto del proyecto	Una vez
		Progress- Report- Trabajo	Semanalmente
		Progress- Report- Costes	Cada dos semanas
		Nº Serie Equipo montado	Semanalmente
		Hoja facturación	Cada dos semanas
DP/Superviso	Dpto. Servicios	Check list Montaje	Una vez
		Check list PEM	Una vez

Figura 5- Comunicación en el Plan de Proyecto

## 6. PLANNING DEL PROYECTO.

### 6.1 Introducción

Una de las primeras tareas del DP es elaborar un Plan de Proyecto. En el Plan de Proyecto todas las actividades están ordenadas / relacionadas de manera que asegure conseguir los principales objetivos. El KOM revela suficiente información de otras partes (Dpto. empresas secundarias, empresas subcontratadas y cliente) para estimar la duración de cada actividad y así preparar un Plan de Proyecto oficial. El objetivo del Plan de Proyecto es guiar al DP y al EP durante la ejecución y control del proyecto.

Esta lista perfila los planes que deben ser preparados por el DP:

- **Alcance** – Suministrables
- **Alcance** – Registro Documentos del Contrato
- **Tiempo** – Programa del proyecto
- **Coste** – Presupuesto del proyecto
- **Coste** – Plan de facturación
- **Riesgo** – Cálculo del riesgo
- **Calidad** – Plan de calidad
- **Subcontratas** – Plan de subcontratas

Durante la fase de planificación, el CDP trabaja conjuntamente con el DP para verificar que todos los objetivos y obligaciones contractuales están relacionados. Es muy importante que cualquier desviación substancial del contrato en términos de tiempo, costes y alcance sean reportados, así los planes de acción pueden ser trazados por el DP y encontrar la unidad de trabajo responsable del retraso/desviación.

El siguiente cuadro muestra todos los planes que el DP debe controlar.

Plan	Responsable
Registro documentación del contrato	DP
Registro Suministrables del contrato	DP
Programa de proyecto	DP
Presupuesto de proyecto	DP
Plan de facturación	DP
Cálculo de riesgo	DP
Plan de subcontratas	CDP/DP
Plan de calidad	Director Calidad
Plan Seguridad & Salud	Director Calidad
Plan medio ambiental	Director Calidad

Figura 6 – Lista de los planes de proyecto.

## 6.2 Suministrables de proyecto

Los suministrables de proyecto están agrupados:

- Documentos: debe de existir un registro tanto de la documentación contractual como de la que se vaya generando a lo largo de todo el proyecto. Una lista de la documentación contractual tiene que hacerse para planificar que Departamento/Empresa/Subcontrata es responsable de la provisión de cada documento. Es importante asegurarse de que todas las partes aceptan dicha documentación.
- Equipo y accesorios.
- Servicios.

El DP tiene que preparar una tabla con todo el equipo, accesorios y servicios que tienen que ser provistos por el cliente. Esta información se consigue del contrato.

## 6.3. Programa de Proyecto

- Una vez todos los suministrables hayan sido identificados, las tareas requeridas son planificadas para cada responsable.
- El programa de proyecto refleja todas las actividades que tienen que hacerse durante el proyecto para alcanzar todos los hitos contractuales.
- Cualquier desviación de los hitos contractuales, el DP debe preparar un plan de contingencia con el equipo de proyecto y/o CDP.
- El Programa de Proyecto es mostrado en diagramas GANTT.
- Las actividades principales durante la ejecución del proyecto son:
  - Fase de Inicio- Activar el Contrato, KOM, Planning
  - Fase de Producción – Diseño/Interfaz, Compras, Producción y Subcontratación
  - Fase de Transporte – Ex Works para transportar, por mar y por tierra.
  - Fase de Montaje – Montaje de los aerogeneradores en parque.
  - PEM – puesta en marcha y prueba de disponibilidad.
  - Cierre- firma de CAP y traspaso de responsabilidades.

## 6.4. Presupuesto de Proyecto

- El Presupuesto Comercial lo entrega el Dpto. Comercial al DP en el KOM.
- Una vez el DP haya completado el Programa de Proyecto, puede ajustar el presupuesto a las condiciones actuales (esto se le conoce como Presupuesto de Proyecto).
- El DP debe ajustar el Presupuesto de Proyecto al Presupuesto Comercial. En caso de desvíos substanciales del Presupuesto Comercial, el DP preparará un plan de contingencia con el equipo de proyecto para reducir costes.
- Los costes son reducidos en las siguientes partes:
  - Ex Works.
  - Costes de seguros y financieros.
  - Logística.
  - Grúas.

- Equipo de Montaje.
- DP
- Supervisión.
- SCADA.
- Mantenimiento.
- Otras: herramientas, equipo de PEM, Plan Calidad S&S y Medio Ambiente.

### 6.5. Cálculo de Riesgos

- El DP y el equipo de proyecto necesita identificar y priorizar los riesgos que pueden causar un impacto negativo en el proyecto en términos de tiempo o costes (la experiencia y la historia son buenas guías de la identificación de riesgos).
- Los riesgos son ordenados por fases del proyecto. En cada fase, hay siempre actividades o tareas que pueden conllevar una desviación de tiempo y/o costes.
- Es muy importante focalizar los riesgos que pueden impactar más en el proyecto, para conseguir controlarlos.

#### *Fase de Inicio*

- Identificar cualquier punto que pueda evitar la activación del proyecto bajo la responsabilidad de Gamesa.

#### *Diseño, Compras, Producción/Subcontratas*

- Identificar cualquier tarea o actividad que retrase el diseño de la Lista de Materiales del Dpto. Compras.
- Identificar elementos o partes para que la fase de producción tenga un largo período de tiempo de entrega en la Fase de Compras.
- Identificar el equipo que supone un coste muy elevado y no ha sido tomado en cuenta en el Presupuesto Comercial.

#### *Fase de Logística*

- Identificar cualquier retraso de la fábrica de producción al parque (tener especial consideración en países extranjeros donde las incertidumbres son mayores).

#### *Fase de Montaje*

- Identificar la época del año en la que el montaje está planeado y las condiciones medio- ambientales.
- Verificar la fiabilidad del plan de proyecto del cliente, especialmente para esos trabajos de los que el montaje depende directamente, por ejemplo, la obra civil.

#### *Fase de PEM*

- Diseño pobre o inmaduro del aerogenerador que puede causar un retraso en la PEM o interrumpir una operación.

### *Plan de Respuesta*

Una vez hayan sido enumerados todos los riesgos, priorizados y asignados una probabilidad, el DP y el equipo de proyecto necesita preparar un Plan de Respuesta proponiendo diferentes alternativas para cada situación.

### **6.6. Plan de Calidad, Seguridad & Salud y Medio Ambiente (C&S&S&MA)**

- El Plan de Calidad es el documento que explica como el Equipo de Proyecto va a implementar la Política de Calidad de Gamesa.
- Procedimientos de Calidad aplicables a la Gestión del Proyecto son:
  - Planning de fabricación.
  - Inspección en parque.
  - Control de no conformidades.
  - Control de no conformidades en transportes, montaje, cableado y PEM.
- Para redactar el Plan de Calidad, Seguridad & Salud y Medio Ambiente el DP junto con el Director de Calidad regulan el Plan de acuerdo al país donde el parque eólico va a ser construido.

### **6.7. Plan de Subcontratación**

Los servicios que tienen que ser subcontratados son Logística, grúas, montaje y apoyo para la PEM. Durante el proceso de subcontrata hay que llevar a cabo las siguientes actividades:

- Tener en cuenta las ofertas de todas las subcontratas y reunirse con ellas para explicar toda la documentación. Los paquetes de las subcontratas constan de:
  - Condiciones del parque, layout del parque, número de aerogeneradores.
  - Especificaciones tecnológicas de los aerogeneradores.
  - Anteproyecto del contrato
    - Alcance del servicio y definición de las interfaces.
    - Programa oficial.
    - Penalizaciones.
    - Términos de pago.
    - Documentos a presentar.
    - Otras responsabilidades.
- Tabla de comparación de las diferentes ofertas
  - Comparación de precios.
  - Desviaciones del alcance y las responsabilidades establecidas en el anteproyecto del contrato.
- Negociaciones con los diferentes ofertantes para mejorar precios y condiciones.
- Conceder el contrato a la mejor opción.
- Carta de Intenciones, firma del Contrato y la Notificación para proceder.

Se tendrá en consideración el Sistema de Calidad de la subcontrata y se le requerirá Certificados de Calidad. En caso de no tenerlos, el Dpto. Calidad hará una auditoria para certificar la subcontrata. La documentación intercambiada se muestra en la figura 5

<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>Documento</i>
Subcontrata	Gamesa	Certificado de Calidad
		Copia de la póliza de seguro
		Garantía del banco
		Relación de gastos
Gamesa	Subcontrata	Especificaciones técnicas
		Manuales
		Plan de Calidad
		Manual S&S&MA

Figura 7- Flujo de documentación entre Gamesa y la Subcontrata.

## 7. CONTROL DEL PROYECTO.

### 7.1 Introducción

El proyecto es controlado por el DP durante la ejecución para garantizar que todos los objetivos del proyecto sean conseguidos. El control de actividades es llevado a cabo de acuerdo al Plan de Proyecto de una forma regular para comparar el progreso actual VS Plan de proyecto y detectar cualquier desviación del Plan de Proyecto. Una vez sean detectadas las desviaciones, se llevan a cabo las acciones correctoras o los planes de contingencia para corregirlas.

Debajo están las áreas del proyecto que necesitan constante y cuidadosa monitorización por el DP durante la ejecución:

- **Tiempo** – Control del programa
- **Costes** – Control del presupuesto
- **Costes** – Control de la facturación
- **Calidad** – Control de la calidad

**Control de Proyecto es una comparación regular entre el Plan de Proyecto y el Progress. En caso de desviación, un plan tendrá que ser desarrollado para resolverla.**

El DP debe acordarse de consultar y obtener la aceptación de los Dpto. involucrados en el proceso de planificación e implementación de acciones correctivas.

### 7.2 Control del programa

Durante el proyecto, desde el inicio hasta la fase de PEM, el DP mide el desarrollo del proyecto semanalmente.

Durante las fases de Inicio, Producción y Transporte, el control del programa es elaborado mediante reuniones periódicas con la persona responsable de cada unidad de trabajo con lo que se actualiza el Programa de Proyecto (diagrama de GANTT).

En los trabajos en el parque, el Montaje y la PEM, el control se hace mediante actualizaciones del Progress Report. La información es guardada en el Progress Report por cuantía y porcentaje:

- Equipo almacenado en puerto (si es aplicable)
- Equipo acopiado en carpa (si es aplicable)
- Equipo acopiado en cada carpa de la grúa.
- Maniobras de Montaje por cada aerogenerador.
- Cableado de los aerogeneradores.
- PEM de los aerogeneradores.

**El Progress Report debe ser remitido al final de cada semana al CDP.**

### 7.3 Control del Presupuesto

El DP controla los costes durante los trabajos en parque. El coste es calculado, calculando el tiempo de trabajo en parque del personal y los recursos utilizados.

- Personal de Gamesa, por ejemplo: DP, Supervisores, Inspector de Calidad
  - Tiempo trabajado en horas.
  - Número de días trabajados.
  - Costes de movilización.
- Equipo de Montaje
  - Tiempo de trabajo en horas.
  - Costes de movilización.
- Grúas
  - Tiempo trabajado en días.
  - Costes de movilización.
- Equipo de PEM
  - Tiempo trabajado en horas.
  - Costes de movilización.
- Otros posibles recursos, por ejemplo: grúas auxiliares, camiones, etc.
- Otros costes, por ejemplo: reparaciones, compra de herramientas, transporte de material extra, seguridad...

Una vez haya terminado, el coste se obtiene aplicando el precio negociado con la subcontrata. En caso de que el contrato haya sido hecho con una cantidad fijada, el DP debe estimar el rango de precio fijo con el tiempo que crea que tardará en realizarse el proyecto.

El DP junto con el Responsable de la subcontrata rellena el diario de obra todas las semanas. En el diario de obra se tiene que redactar el trabajo llevado a cabo, el tiempo empleado, medios utilizados y problemas que afectan al progreso normal del trabajo. Este diario de obra será usado en el futuro como referencia para cualquier desviación en tiempo y/o coste.

## **7.4 Control de facturación**

Dos veces por semana, el DP verifica si cualquier hito contractual relacionado con el plan de facturación se ha realizado. Una vez verificado el DP debe notificarlo al Dpto. Financiero.

El DP tiene que negociar con el cliente la aceptación para permitir la facturación cuando el DP cree que un hito se puede facturar. El DP no puede facturar en caso de que el cliente no haya aceptado el hito de facturación.

## **7.5 Control de Calidad**

El Control de Calidad llevado a cabo durante el proyecto se hace acuerdo a la Política de Calidad de Gamesa. Diversas inspecciones se realizan en las principales actividades del proyecto en cada punto del Plan de Calidad.

### **7.5.1 Producción**

Se hace una revisión una vez las partes del aerogenerador han sido fabricadas y previas a ser transportadas.

### **7.5.2 Logística**

Se realizarán inspecciones del material transportado cada vez que haya un cambio en el modo de transporte o si el material está acopiado en una carpa temporal.

### **7.5.3 Montaje y PEM**

- Desde que el material llega a parque y durante el montaje y la PEM, el Inspector de Calidad en parque se encargará de verificar que los trabajos se han hecho de acuerdo a los Manuales Técnicos y de Calidad de Gamesa.
- En el momento que se observa una desviación durante la inspección, el DP debe proceder a exponerlo como una no conformidad de acuerdo al procedimiento de Gamesa.

## **7.6 Plan de Contingencia**

- En caso de que haya una desviación substancial en el progreso de las actividades comparando con el Programa de Proyecto, el DP junto con el responsable de esa actividad procederá a un Plan de Contingencia para corregirlo.
- El Plan de Contingencia debe cubrir varias alternativas para corregir la desviación, que tendrán diferentes consecuencias en términos de tiempo, coste y calidad.
- El CDP, DP y el Equipo de Proyecto necesita tener claro el objetivo principal para minimizar las consecuencias relacionadas con él.
- Si es posible, el DP debe negociar posibles soluciones con el Cliente para intentar relajar las situaciones tensas que puedan darse.



Una vez haya sido escogido el plan definitivo, el responsable de la Unidad de Trabajo lo implementará y el DP medirá el resultado y las consecuencias.

### 7.7 Reporte y Control de Documentos.

La mayor responsabilidad del DP es reportar al CDP y al Equipo de Proyecto el estado del proyecto para asegurar que todo el mundo está involucrado en controlar el proyecto. Que esta información siga el flujo correcto y llegue a todas las personas es crucial para una ejecución exitosa.

Aquí se presenta una lista de todos los documentos que el DP debe entregar y recibir del CDP/EP (en formato electrónico) para llevar a cabo el reporte y la documentación necesarias.

Descripción del Control de Documentos	Responsable	Reportado a	Frecuencia
<b>Registro del alcance</b>			
Contrato de los suministrables; Equipo y Servicios	DP	Control propio	Semanalmente
Documento del Contrato	DP	Control propio	Cada dos semanas
<b>Medida de los indicadores del progreso</b>			
Actualización del Programa de Proyecto	DP	CDP/EP	Semanalmente
Progress Report Trabajos Vs. Programa de Proyecto	DP	CDP	Semanalmente
Progress Report Costes Vs. Presupuesto de Proyecto	DP	CDP	Cada dos semanas
<b>Otros registros</b>			
Hoja de control de facturación	DP	CDP / Financiero	Cada dos semanas
Hoja Control N° Serie	DP	CDP	Mensualmente

Figura 8- Documentación necesaria del DP durante el proyecto.

## **CAPÍTULO 6: MICROSOFT PROJECT; HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE PROYECTOS. MANUAL MICROSOFT PROJECT**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Microsoft Project es una aplicación que, aunque no muy extendida ni utilizada entre los usuarios domésticos, resulta extremadamente útil a nivel de empresa. La principal finalidad de este programa es la creación, organización y gestión de proyectos en los cuales sea preciso que intervengan varios factores: personal, material, tiempo, etc.

Gracias a un programa como Microsoft Project, el responsable de cualquier empresa de servicios puede crear sus proyectos teniendo en cuenta las tareas que se deben llevar a cabo, las personas que van a intervenir, el tiempo que deberán emplear, el material que será necesario utilizar o el coste al cual se deberá hacer frente.

En Project, todos los factores que intervienen en un proyecto se denominan con nombres concretos; por ejemplo, los trabajos para los cuales se crea el proyecto se conocen como tareas y tanto el material como las personas que intervienen en él, recursos. En cualquier caso, el programa pone a disposición del usuario varias vistas para mostrar los proyectos según distintos factores. Para ello, la interfaz de la aplicación muestra una barra con todas las opciones de visualización.

Microsoft Project es un programa muy sencillo y con grandes prestaciones gráficas, puesto que la gestión de los proyectos creados se lleva a cabo ante todo sobre diagramas, tablas o gráficos.

### **2. CREAR UN PROYECTO**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

##### **2.1.1 Introducción a Project.**

Microsoft Project es un programa que dispone de las herramientas necesarias para gestionar cualquier tipo de proyecto. Puesto que pertenece a la familia Microsoft y, en concreto al paquete Office, la apariencia y el modo de trabajar con él son parecidos al del resto de programas pertenecientes al mismo paquete tales como Excel, Access, Visio o PowerPoint. Muchas de las opciones y comandos del programa se encuentran en el mismo lugar y muestran el mismo aspecto, por lo que si se ha manejado anteriormente algún programa del paquete Office no le resultará complicado familiarizarse con las herramientas básicas del programa y tan sólo tendrá que prestar especial atención a aquellas novedades que le brinda el programa. Con Project, se puede crear, gestionar y controlar un proyecto del primer al último día.

El área de trabajo de Microsoft Project se encuentra en la parte central, donde se muestran las diferentes vistas del proyecto con el que se está trabajando. Para crear un proyecto se dispone de dos opciones: introducir manualmente los datos necesarios

(tareas, recursos, etc.) o utilizar una de las múltiples plantillas que Microsoft Project 2002 pone a disposición del usuario. Además, en esta versión, Project dispone de la Barra de Herramientas Guía de Proyectos gracias a la cual podrá introducir los elementos básicos para la creación de un proyecto de manera ordenada y rápida.

### 2.1.2 El área de trabajo de Project

El área de trabajo de Microsoft Project variará según el tipo de vista activo en cada momento. El área de trabajo, al margen de las barras de menús y las barras de herramientas, siempre está dividida en dos partes. La parte izquierda está reservada para la Barra de vistas o el panel Guía de proyectos. Por defecto, el panel Guía de proyectos aparece cada vez que abrimos un proyecto nuevo. La Guía de proyectos puede permanecer oculta si se desea. Por el contrario, la “Barra de vistas”, que en versiones anteriores aparecía de forma permanente en esta parte izquierda del área de trabajo, ahora permanece desde un principio oculta y deberá ser el usuario quien la active. La Barra de vistas es un elemento que conviene tener activo en todo momento, puesto que permitirá visualizar los diferentes elementos que componen el proyecto y su combinación a lo largo del proyecto. Las vistas más utilizadas son las que aparecen por defecto al iniciarse el programa, aunque si se desea, se pueden añadir o eliminar los iconos con las vistas que se crean necesarias a través de la opción “Más vistas”.

La parte central de la plantilla la comprende el área de trabajo propiamente dicha, puesto que en ella se muestran las diversas tablas en las que se añadirán o eliminarán los elementos que conforman el proyecto. Project dispone de diferentes tipos de vistas, como el Diagrama Gantt, el cual se divide en dos partes cuyo tamaño podrá ser modificado.

### 2.1.3 Propiedades de un proyecto

Si bien todos los proyectos en blanco o creados a partir de un tipo de plantilla determinada poseen una características específicas, si se desea, se puede personalizar cada uno de los proyectos e identificarlos con un nombre concreto y unas características determinadas. De este modo, todos los proyectos tienen características comunes y características propias. Para identificar los proyectos es preciso acudir al cuadro de diálogo Propiedades.

El cuadro de diálogo Propiedades está dividido en cinco apartados: General, Resumen, Estadísticas, Contenido y Personalizar. El apartado General muestra las características generales del programa y la compatibilidad con el equipo que se está utilizando. El apartado Resumen actúa con las funciones de una ficha en la que se podrá especificar desde el título del proyecto hasta el nombre del autor, el administrador y el organizador y se podrá, asimismo, insertar breves comentarios referentes a cualquiera de estos elementos. Por su parte, los apartados Estadísticas y Contenido mostrarán características específicas del proyecto, con la fecha de creación y la última vez que se modificó en el primer caso y la duración del proyecto, las horas de trabajo y el porcentaje del trabajo completado en el segundo. Por último, el apartado Personalizar permitirá añadir o

eliminar propiedades del proyecto pudiendo vincular el contenido de dichas propiedades o mostrarlas de forma independiente.

#### **2.1.4 Organizar proyectos y vistas**

El área de trabajo de Microsoft Project permite trabajar con varias vistas a la vez e, incluso, con dos o más proyectos distintos.

Para trabajar con dos vistas de un mismo proyecto, se deberá seleccionar la opción Dividir en el menú Ventana. El área de trabajo se dividirá en dos partes. En la parte superior se mantendrá la vista actual del proyecto, mientras que en la parte inferior del área de trabajo aparecerá una nueva ventana con la vista Formulario, donde se muestra con detalle cada una de las tareas que conforman dicho proyecto. A pesar de pertenecer al mismo proyecto, cada ventana se comporta de manera independiente, por lo que la ventana con la que se desee trabajar en cada momento deberá estar activa. A la vez, éstas se actualizarán automáticamente cada vez que se modifique alguno de los datos del proyecto utilizando la otra ventana. Del mismo modo, se podrá trabajar con la vista que se crea más adecuada y necesaria en cada momento, sin repercutir para nada sobre la otra ventana.

También, si se desea, se puede visualizar en pantalla dos o más proyectos. Esto evitará tener que minimizar y maximizar constantemente los diferentes proyectos con los que se estén trabajando. Ésta es una opción muy utilizada para la comparación de proyectos.

#### **2.1.5 Calendario laboral**

Microsoft Project posee un calendario laboral estándar que se podrá modificar para que se adapte a los recursos y las tareas de cada proyecto. Los valores de un calendario estándar son de lunes a viernes, de 8:00 a.m. a 5:00 p.m. con una hora de descanso para el almuerzo. Si se desea, se puede modificar estas opciones o bien crear un nuevo calendario con sus propios horarios. Los nuevos calendarios pueden crearse tomando como base un calendario ya existente o siguiendo un calendario estándar.

Las plantillas del programa también disponen de calendarios específicos, los cuales se rigen, en muchas ocasiones, por calendarios modelos referentes a cada uno de los campos que se señalan. De este modo, si se elige una plantilla referente a la construcción, se puede encontrar diversos calendarios además del estándar. Cada tarea corresponde a un calendario concreto dependiendo del trabajo que desempeñe en el proyecto.

#### **2.1.6 Guardar, vincular y cerrar proyectos**

Los proyectos de Microsoft Project se almacenan con la extensión .mpp y cabe la posibilidad de guardarlos con o sin línea base. Para guardar un documento tal cual, bastará simplemente con guardar el documento sin línea base, pero si se desea analizar el funcionamiento del proyecto es necesario compararlo con su plan original. El plan original se denomina línea de base del plan o, simplemente, línea base. Denominamos línea base al grupo de valores importantes de un proyecto, tales como las fechas de

inicio y final o los presupuestos. Gracias a la línea base, al crear una imagen estática del proyecto con los valores existentes, Microsoft Project permite acceder a futuras comparaciones.

Por defecto, los valores específicos que almacena una línea base son las tareas, los recursos y las asignaciones y los campos temporales, como el campo de comienzo y fin o la duración.

Si se desea, también se puede vincular el proyecto o las tareas de un proyecto a distintas páginas web o a documentos de la familia Office, como Word, Access o Excel, así como a otros tipos de documentos compatibles con Project.

## 2.2 ORGANIZAR TAREAS

### 2.2.1 Especificar tareas

Antes de diseñar un proyecto, han de tenerse dos conceptos claros: las tareas y los recursos. Las tareas son las diferentes actividades con principio y fin que divide en diferentes partes el trabajo o el proyecto que se quiere organizar. Cada tarea constituye una fase del trabajo y el tiempo disponible para realizarlo viene determinado en gran parte por los recursos. Los recursos son los medios de los que se disponen para realizarlo cada tarea. Por norma general, la falta de recursos aumentará el tiempo, a menos que las tareas se ajusten estrictamente a este elemento.

Las tareas suelen ser los primeros datos que se especifican en un proyecto, puesto que de ellas dependerá si se ha de utilizar más o menos recursos en función del tiempo del que se dispone. Las tareas pueden ser individuales o agruparse en varios grupos, en el caso en que éstas estén relacionadas.

Cada tarea tiene una duración. Esta duración se podrá definir estableciendo un principio y un final o bien se podrá dejar que sea el propio programa quien la establezca, según las tareas existentes, los recursos y la totalidad del proyecto. Para definir un espacio de tiempo, se puede utilizar las abreviaturas min (para minutos), h (para horas), sem (para semana) y ms (para mes). Además, se puede utilizar la palabra día.

### 2.2.2 Grupos de tareas

Microsoft Project permite dividir una tarea en subtareas que ayudarán a planificar más cómodamente el proyecto. Para crear un grupo de tareas, es necesario especificar la tarea principal, es decir, la que engloba el resto de las tareas; seguidamente, se deben seleccionar las subtareas en la Tabla de tareas, y, por último, pulsar el comando Aplicar sangría. La tarea principal queda resaltada en negrita y el resto se desplazan sensiblemente hacia la derecha, lo que indica que dependen de la tarea situada en el nivel superior y en negrita. Al determinar una tarea como principal de un grupo de tareas, aparece un pequeño recuadro con los signos menos y más. Estos signos permiten expandir o contraer la lista de tareas que dependen de la principal. Del mismo modo, en

el Diagrama de Gantt la tarea principal aparece representada por una barra de color negro con dos hitos en los extremos.

En cuanto a la duración, se deberá determinar el tiempo de duración de cada una de las subtareas y el programa, de forma, automática, calculará el total de días y meses que durará el conjunto de tareas según el calendario laboral seleccionado y aplicado en cada uno de los casos.

### **2.2.3 Tareas repetitivas**

En ocasiones, en un proyecto es necesario incluir una misma tarea en varios intervalos de tiempo. Este tipo de tarea se conoce como Tarea repetitiva y Microsoft Project dispone de las opciones necesarias para configurarlas de manera que se pueda establecer la cadencia de repetición, el tiempo invertido en cada momento, el patrón de repetición o el calendario para programarlas.

Se puede crear una tarea repetitiva de dos formas diferentes: determinando un número fijo de veces para la repetición o estableciendo un número de inicio y fin con una cadencia de repetición diaria, semanal, mensual o anual.

No se debe confundir las tareas repetitivas con las facilidades que Microsoft Project ofrece para facilitar la inclusión de tareas o recursos. Si, por ejemplo, se debe incluir una misma tarea más de una vez pero no se desea considerar repetitiva, no es necesario que se introduzca el texto completo en cada ocasión, sino que simplemente se deberán insertar los dos primeros campos; a continuación, tras seleccionarlos, se deberá arrastrarlos hasta el nuevo campo. En este caso, a pesar de tener dos o más tareas o recursos con el mismo nombre el programa no las considerará como tareas repetitivas.

### **2.2.4 Hitos y tareas relacionadas**

En Microsoft Project se entiende por hito un espacio de tiempo concreto o un evento significativo que transcurre mientras dura el proyecto. Para insertar un hito en un proyecto basta con seguir los mismos pasos que los necesarios para crear una tarea. La diferencia radica en que la duración será siempre de 0 días. Al especificar este valor, el programa entiende que la tarea es sólo un evento puntual dentro del proyecto y lo transforma en un hito. En el Diagrama de Gantt, los hitos aparecen representados por un icono en forma de diamante acompañado por la fecha del evento.

Microsoft Project permite establecer dependencias y delimitaciones entre tareas. Las relaciones entre tareas servirán para activar el inicio de una tarea en función de si la anterior u otra función del proyecto ya está lo suficientemente avanzada. Existen muchos tipos de relaciones entre tareas. Por un lado se encuentra el tipo de vínculo Fin a comienzo, que permite que una tarea empiece justo al finalizar otra; por otro lado, el vínculo Comienzo a comienzo no permite empezar una tarea hasta que no lo ha hecho otra. El vínculo Fin a fin limita la relación a que una tarea no puede finalizar hasta que no finalice otra y, por último, la relación Comienzo a fin no permite finalizar una tarea hasta que no ha empezado otra.

### 2.2.5 Control de hitos

Los hitos pueden convertirse en partes fundamentales de un proyecto, dado que, en ocasiones es imprescindible cumplir unos plazos de entrega de una determinada parte del proyecto. Los hitos sirven en gran parte precisamente para marcar este cumplimiento de plazos. Puede suceder que un vínculo de tarea no sea suficiente para mostrar con exactitud la relación existente entre varias tareas y es entonces cuando resulta importante saber situar un hito en el lugar adecuado. Para mostrar un retraso en las tareas, se debe incluir un tiempo de posposición, mientras que si lo que se desea es indicar un tiempo de adelanto se deberá establecer una superposición de tareas.

El tiempo de adelanto indica superposición entre tareas con una relación de dependencia. Este tiempo puede especificarse tanto en porcentajes como en días, semanas o meses. El tiempo de adelanto de una fecha puede especificarse en el cuadro de diálogo de información de la tarea en números negativos, como -3d, para indicar tres días de adelanto, o -25%, para indicar un adelanto del 25% del total de la tarea.

El tiempo de posposición o de retraso se especificará en tiempo positivo, indicando los días, las semanas o los meses de retraso con valores positivos.

### 2.2.6 Fechas límites

Por defecto, Microsoft Project calcula de manera automática el final de un proyecto en función de las tareas, los recursos y el calendario laboral establecido. La modificación de uno de estos factores puede alterar la duración de un proyecto alargándolo o reduciéndolo. Por ello, en ocasiones, es importante establecer una fecha límite en lugar de contemplar delimitaciones semi-flexibles o inflexibles.

Si bien una fecha límite puede reducir considerablemente la flexibilidad del proyecto, es tremendamente útil si se desea entregarlo en los plazos establecidos desde un principio. La inclusión de una fecha límite se identifica en el diagrama de Gantt con un marcador de límite establecido como tal. Por defecto, el icono representativo de una fecha límite es una pequeña flecha con el contorno de color verde, aunque, si se desea, se puede modificar su aspecto o su color para mostrar dicho elemento de forma más llamativa.

Es importante saber que la fecha límite se puede introducir en cualquier momento en el proyecto, puesto que no afecta a la programación de las tareas. Tan sólo se tendrá la posibilidad de modificar la programación de las tareas en el momento en que se desee cumplir de manera imperiosa la fecha límite y se vea que, por la evaluación real del proyecto, se trata de una tarea imposible.

### 2.2.7 Reorganizar tareas

Por regla general, la inclusión de tareas en Microsoft Project se va sucediendo a medida que avanza el proyecto y se establecen los pasos a seguir en cada momento. Pero puede suceder que una vez iniciado el proyecto se necesite alterar el orden de algunas de las tareas. Reorganizar las tareas de un proyecto puede comportar algunos problemas. Por ejemplo, si se ha asignado fecha límite a algunas de las tareas, éstas pueden sufrir un conflicto de programación al tenerse que atrasar debido al aumento de tareas.

Existen varios métodos para reorganizar las tareas de un proyecto. Por un lado, se puede arrastrar las diferentes tareas hacia la situación que se crea más adecuada en cada momento teniendo en cuenta la posible alteración en el tiempo debida al cambio de posición. Otro método es cortar y pegar una tarea utilizando las opciones de la Barra de herramientas estándar o las opciones existentes en el menú contextual de cada tarea.

### **2.2.8 Insertar columnas**

Del mismo modo que se puede aumentar o reducir el número de tareas, también se puede añadir nuevas columnas que aporten otros datos. Las columnas pueden contener cualquier información referente a las tareas pero, en concreto, una de las informaciones que permite “jugar” con las tareas de un proyecto es el llamado código de estructura de descomposición del trabajo (EDT).

Un código de estructura de descomposición de trabajo (EDT) permite crear una máscara personalizada que el propio programa utilizará para asignar los códigos EDT correspondientes a cada tarea en función del lugar que ocupe de la jerarquía del proyecto.

Se puede especificar una cadena de código EDT de varias maneras: por números (ordenados), por letras mayúsculas (ordenadas), por letras minúsculas (ordenadas) o por caracteres desordenados. También, si se desea, se puede añadir un breve texto para completar la información u ocultar la columna en caso de que ésta estorbe.

## **2.3 ORGANIZAR RECURSOS**

### **2.3.1 Especificar recursos**

Los recursos en Microsoft Project lo forman las personas, el material necesario para llevar a cabo el proyecto o el equipamiento de las personas que trabajarán en él. Están relacionados directamente con las tareas y ambos son piezas imprescindibles para realizar un proyecto. Las tareas necesitan los recursos para llevarse a cabo.

Básicamente, existen dos tipos de recursos: recurso de trabajo y recursos materiales. Los recursos de trabajo son las personas. Por el contrario, los recursos materiales lo forman aquellos elementos consumibles necesarios para realizar las tareas de un proyecto. La diferencia más evidente entre ambos es que mientras los recursos de trabajo consumen tiempo para llevar a cabo las tareas y se ha de establecer un coste en función del tiempo empleado en el proyecto, los recursos materiales pueden tener un coste fijo y su deterioro y rendimiento dependerá también del tipo de material que sea y el tiempo que se empleará. En este sentido, se podrá seleccionar un consumo de material variable en función del tiempo que se utilizará a lo largo del proyecto o bien un consumo de material fijo con una tasa de consumo también fijo indicando que la cantidad de material utilizado será constante.



La inclusión de recursos podrá ser individual o en conjunto. El conjunto de recursos puede englobar diferentes tipos, tanto de material como de trabajo.

### 2.3.2 Recursos materiales

Los recursos materiales están compuestos por todos aquellos objetos o artículos que actúan como suministro o elementos consumibles que permiten completar las diferentes tareas de un proyecto. Por ejemplo, en la construcción de un parque eólico se puede considerar recursos materiales las palas, las torres, las nacelles, herramientas utilizadas o grúas.

Se puede diferenciar entre dos tipos de recursos materiales: los recursos de material variable y los recursos de material fijo. Los recursos de material variable engloban una cantidad determinada de material en función del tiempo que se utilizará. Esto implicará que el material utilizado también modificará su duración si la tarea a la que está vinculado modifica su tiempo o intensidad. Por otro lado, los recursos de material fijo contienen todos aquellos recursos materiales que se utilizarán de manera completa. Esto quiere decir que la porción del recurso material será constante y con coste “cerrado”. Este tipo de recurso no variará aunque las tareas modifiquen su duración o constancia dentro del proyecto.

Cuando se determine un recurso material, quedarán inactivos los campos Tasa de horas extra y grupo de trabajo y la disponibilidad de unidades no podrá ser especificada. Tampoco se podrá atribuir un calendario de recursos y el coste funcionará de manera distinta a los recursos de trabajo, puesto que sólo se podrá establecer valores totales.

### 2.3.3 Organizar recursos en grupos

Con Microsoft Project se podrá organizar los recursos de un proyecto de tres modos distintos:

1. Creando un esquema de recursos mediante códigos de esquema personalizados.
2. Asignando nombres de recursos que representen una categoría de recursos.
3. Utilizando el campo Grupo para diferenciar las categorías de los recursos.

La técnica más utilizada para agrupar los diferentes recursos de un proyecto es mediante el campo Grupo. Con este campo se podrá ordenar, filtrar o agrupar recursos según criterios concretos. El nombre de los grupos, por regla general debe de ser identificativo y claro.

Se pueden configurar grupos de recursos con el mismo nombre, aunque en el caso de tener varios recursos de un mismo tipo es aconsejable asignar y realizar un seguimiento de trabajo como un grupo consolidado en lugar de hacerlo como recursos individuales. Así, para mostrar un nombre de recurso consolidado, es necesario en el campo Nombre del recurso especificar el nombre del grupo, y en el campo Capacidad máxima, delimitar en porcentajes la cantidad de recursos que englobará dicho grupo.

### **2.3.4 Asignar recursos a tareas**

En Microsoft Project, se entiende por asignación a asociar un recurso a una tarea para la realización del proyecto. De nada sirve crear una lista de tareas y una lista de recursos si no se vinculan entre sí. La asignación de recursos a tareas es el elemento que necesita el programa para generar de manera automática una larga lista de cálculos y gráficos que permitirán administrar y plantear un plan de viabilidad al proyecto.

Básicamente existen dos formas para recursos. En el cuadro de diálogo Información de la tarea, se puede acceder al apartado Recursos y asignar aquellos recursos que se crea necesarios. Por otro lado, se puede visualizar de forma permanente la ventana con el nombre “Asignar recursos” y seleccionar los recursos que se crean necesarios para cada tarea. La ventana “Asignar recursos” muestra todos los recursos incluidos en la hoja de recursos, tanto materiales como de trabajo.

Es posible asignar un número ilimitado de recursos. En el caso de asignar recursos materiales, se deberá especificar la cantidad de recursos asignados a cada tarea por unidades.

### **2.3.5 Costo de tareas y recursos**

Tras asignar los costos de las tareas y las tasas a los recursos, es importante comprobar el costo total del proyecto. La comprobación del coste total del proyecto es preciso realizarla de manera regular a medida que se van introduciendo las tareas y los recursos puesto que esto permitirá comprobar que se están cumpliendo las expectativas.

Microsoft Project permite realizar una rápida comprobación del costo individual de cada uno de los recursos o bien analizar el costo total del proyecto. Si el costo total de una tarea no se ajusta a la cantidad que en un principio estaba prevista se podrá modificar los datos y reducir los costos en aquellos recursos que se crea conveniente.

En ocasiones el problema de los costos puede venir de la mala aplicación del calendario laboral o la sobreasignación de tareas. Si el costo total de un proyecto se desborda no sólo habrá que comprobar el costo de cada uno de los recursos sino que se debe tener presente la distribución de recursos y el tiempo que dedican en cada una de las tareas.

### **2.3.6 Ajuste de tiempo de trabajo**

Gracias a los calendarios laborales es posible definir el tiempo de trabajo de cada uno de los recursos del proyecto, tanto para los recursos individuales como para las tareas que conforman el proyecto. Establecer un calendario laboral que se ajuste al tiempo disponible para completar el proyecto y los recursos de que se dispone es imprescindible.

Uno de los problemas más habituales que pueden surgir al planificar un proyecto es la sobreasignación de tareas. La sobreasignación surge al establecer un número de tareas muy por encima del tiempo disponible en algunos de los recursos del proyecto. Por ello,

es muy importante mantener controlado el calendario laboral y aumentar las horas de trabajo diarias y semanales teniendo en cuenta los días festivos, no laborables.

Es aconsejable no utilizar siempre un calendario estándar. Del mismo modo que se diseña un “planning” de trabajo con unas tareas y unos recursos, es muy importante ajustar el tiempo de trabajo teniendo en cuenta los recursos y las tareas que se deben realizar. El mejor modo de ajustar el tiempo de trabajo es creando calendarios “personalizados” que se ajusten en todo momento a los recursos y las tareas.

### **2.3.7 La sobreasignación**

Se entiende por sobreasignación aquel proceso en el que se asigna a un recurso más tareas de las estipuladas en un principio. Es decir, si se establece que la capacidad máxima de un recurso sea del 100% trabajando durante 8 horas y, por el contrario, la suma de la distribución de tareas del mismo recurso alcanza, por ejemplo, las diez horas, se puede encontrar una sobreasignación de trabajo. Microsoft Project expresa la sobreasignación en unidades y, en el campo Capacidad máxima, un recurso a tiempo completo tendrá un valor del 100%.

¿Cómo se puede detectar si hay sobreasignación y en qué recursos? Es recomendable acceder de manera frecuente a la vista Gráfico de recurso y visualizar los gráficos referentes a la asignación y la sobreasignación. De manera automática, Project mostrará un gráfico con una franja de color rojo que indica si los elementos visualizados poseen o no alguna sobreasignación.

Para solucionar el asunto de la sobreasignación, se pueden modificar varios aspectos del proyecto: el tiempo empleado en cada tarea, el número de recursos necesarios para cada una o el calendario laboral.

### **3. TRABAJAR CON UN PROYECTO.**

#### **3.1 AJUSTAR DETALLES DE TAREAS**

##### **3.1.1 Ajuste de relaciones de tarea**

Microsoft Project permite crear relaciones de dependencia entre las tareas que permitirá ordenar el proyecto en función de si una tarea se ha iniciado, está por la mitad o ha acabado. La relación de tareas evitará tener que calcular manualmente el tiempo de inicio y final de cada tarea. A partir de unas tareas básicas se puede relacionar el resto de modo que el propio programa organice las diferentes tareas en la línea de tiempo en función de la tarea predecesora y el tiempo de adelanto o posposición respecto a ésta establecido para el inicio de cada una de ellas.

Básicamente, existen tres tipos de relaciones: Fin a comienzo, Comienzo a fin y Fin a fin. La relación de tipo Fin a comienzo permite determinar la fecha de comienzo de la tarea sucesora; la relación de tipo Comienzo a comienzo determina que la fecha de comienzo de la tarea sucesora es igual a la de la tarea predecesora; por último, la relación del tipo Fin a fin determina que la tarea finaliza a la vez que la tarea predecesora.

Una misma tarea puede estar determinada por varias tareas predecesoras, las cuales, a su vez, pueden estar relacionadas de distintas maneras. De ello depende la duración, los recursos para cada tarea y la cantidad de trabajo que se debe realizar.

##### **3.1.2 Reorganizar fases y tareas**

Las tareas en Microsoft Project pueden duplicarse tantas veces como se crea necesario. Si se desea incluir una misma tarea en grupos distintos se puede hacer. Para copiar una tarea se puede utilizar dos opciones: por un lado, se puede copiar el nombre de la tarea y añadir nuevamente las características que se crean necesarias tales como fecha de inicio y finalización, recursos utilizados o la relación que ésta puede tener con tareas predecesoras o sucesoras. Por otro lado, se puede copiar una tarea con todas sus características. Esta acción duplicará todos los aspectos de la tarea, desde el nombre hasta el día de inicio y finalización y los recursos asignados. Esto puede provocar un conflicto ya que se estará duplicando los recursos en el mismo tiempo de trabajo.

Por otro lado, también se puede vincular varias tareas. Esta acción suele utilizarse para tener controlados los grupos de tareas. Para vincular las tareas existentes en varios grupos se pueden seleccionar todas o sólo los nombres de las tareas principales de cada grupo.

##### **3.1.3 Insertar subproyectos**

Microsoft Project permite crear diferentes subdivisiones dentro de un mismo proyecto. De este modo, una tarea resumen o un grupo de tareas muestra la información de todo el proyecto en una sola fila, con la opción de mostrar la totalidad de opciones o tan sólo los

niveles necesarios en cada momento. Así, si, por ejemplo, el proyecto que se desea desarrollar es demasiado extenso se puede dividir en subproyectos consolidados dentro de un archivo de proyecto principal.

Se entiende por proyecto principal aquel que permite contener otros proyectos denominados proyectos insertados o subproyectos. Por otro lado, se entiende por subproyecto un proyecto incluido o albergado dentro de otro, el cual no necesariamente debe ser un proyecto principal. Los subproyectos también se denominan proyectos insertados.

Por último, existen los denominados “Archivos consolidados” que contienen uno o más archivos de proyecto insertados. Todos los subproyectos pueden vincularse entre sí siempre y cuando no dependan de otros subproyectos.

## **3.2 AJUSTAR DETALLES DE RECURSOS**

### **3.2.1 Ajustar períodos laborables de recursos**

Microsoft Project permite ajustar el horario de los recursos de modo que éstos puedan utilizarse con mayor o menor intensidad en cada una de las partes del proyecto que se crea oportuno. Los ajustes del horario de trabajo de los recursos determinan el momento en que un recurso está disponible para trabajar. Aun así, se puede limitar la capacidad de trabajo para controlar el horario en que el recurso podría estar exento.

Se pueden aplicar varios horarios para un mismo recurso modificando la capacidad de trabajo en cada uno de ellos. Esto permitirá regular la cantidad de trabajo de cada uno y rentabilizar al máximo los recursos. Además, el ajuste de la disponibilidad de los recursos durante el transcurso de un proyecto permitirá controlar con exactitud el valor de capacidad máxima de los recursos disponibles en cada proyecto.

En el apartado “Información del recurso”, aparecen las opciones necesarias para establecer las diferentes fechas para cada uno de los recursos. Por un lado, se debe especificar cuándo empieza la disponibilidad del recurso y, por otro, cuándo termina dicha disponibilidad. A su vez, se debe especificar las unidades o la capacidad de cada uno de los recursos.

### **3.2.2 Redistribuir recursos asignados**

Se entiende por redistribución de recursos la acción de retrasar o dividir una tarea para la resolución de una sobreasignación. La redistribución puede realizarse de manera automática o bien de forma manual. Si se realiza de manera manual, se pueden crear algunos conflictos entre elementos del mismo proyecto sobre los cuales Project advertirá en cada momento. Los conflictos pueden ser “corregidos” según el criterio del usuario. Por el contrario, si se activa la opción redistribución automática, el programa utilizará los criterios que crea correctos en cada caso para redistribuir un recurso.

Project suele aumentar o disminuir el tiempo de trabajo al redistribuir un recurso, pero, si se realiza de manera manual, una buena opción es aumentar el número de recursos.

Por ejemplo, si el tiempo es excesivo para los recursos destinados para una sola tarea, se puede aumentar el número de recursos y respetar el tiempo determinado para cada uno de ellos en cada tarea o bien aumentar el tiempo total de la tarea y mantener el tiempo parcial.

Una forma de visualizar si es necesario redistribuir un recurso es accediendo a la vista “Gráfico de recursos”. Las zonas azules y rojas muestran si un recurso posee sobreasignación y, por tanto, precisa una redistribución en el proyecto o bien permanece acorde con el tiempo y los horarios establecidos en un principio.

### **3.2.3 Reemplazar recursos asignados**

Una de las opciones más útiles para redistribuir las opciones de un proyecto es sustituir o añadir nuevos recursos a un proyecto. Por regla general, un recurso suele reasignarse debido a varios motivos: por la falta de recursos en determinadas tareas en relación al volumen de trabajo o por razones económicas, si en la fase final del proyecto se observa que las cantidades económicas aumentan más de lo que se tenía previsto o simplemente porque se desea incluir un nuevo recurso mucho más capacitado para realizar una tarea específica.

En ocasiones es mejor sustituir una asignación en lugar de eliminarla y añadir una nueva. Si se elimina una asignación, Project reordenará y reasignará los recursos y tareas, de modo que, al faltar un recurso, es muy posible que se advierta de la posibilidad de encontrar sobreasignaciones.

Se puede sustituir todo tipo de asignaciones, incluso recursos materiales. Del mismo modo, también se puede ajustar el valor de las unidades del recurso, aunque por el contrario no se podrá sustituir los recursos materiales por recursos de trabajo y viceversa.

### **3.2.4 Aplicar perfiles de asignación**

Los perfiles son un procedimiento muy utilizado en Microsoft Project para describir de forma gráfica el modo de distribuir las diferentes tareas y recursos de un proyecto. Los perfiles los puede especificar el propio usuario de forma manual estableciendo en la hoja de trabajo a través de la vista “Uso de recursos” o “Uso de tareas”.

Si no se desea aplicar perfiles de asignación de forma manual o se desea establecer un número determinado de perfiles con unas mismas características, se puede automatizar este proceso utilizando los perfiles predefinidos del programa. La nueva versión de Microsoft Project ha incorporado nuevos perfiles mucho más ajustados a las necesidades del usuario.

Es importante tener en cuenta que durante la aplicación de perfiles, ya sea manual o automática, la tarea tenderá a aumentar en tiempo y duración. Si se desea que las tareas no varíen su tiempo en función de los nuevos perfiles, se deberá especificar una duración fija antes de aplicar el perfil.

### 3.3 EL TIEMPO REAL EN UN PROYECTO

#### 3.3.1 Comprobar el trabajo completado

Aunque Microsoft Project es un completo administrador de tareas capaz de reordenar los recursos para su correcto funcionamiento, es muy importante revisar los datos del proyecto a medida que se va creando. Una de las opciones que se debe tener en cuenta es el control de las asignaciones de recursos de un proyecto y comprobar que, efectivamente, los recursos completan en su totalidad las tareas dentro de los límites y el tiempo establecido en un principio.

Si se deja que Microsoft Project genere los cambios que éste crea oportunos de manera automática, es muy posible que genere cambios que, por un lado, sean positivos pero que, por otro, sean perjudiciales para los intereses del proyecto. Por ello, es muy práctico comprobar siempre que sea posible la información real de las tareas con las líneas base y el trabajo completado.

Para comprobar el estado de los elementos que conforman el proyecto en cada momento se puede activar la “Barra de seguimiento” con las opciones necesarias para comprobar en todo momento el estado de todas las tareas e, incluso, se ofrece la posibilidad de realizar estadísticas del proyecto con datos en tiempo real.

#### 3.3.2 Fechas reales y duración

La “Barra de herramientas Seguimiento” permiten tener controlado en todo momento el trabajo completado a medida que avanzan los días. El cuadro de diálogo Actualizar tareas permitirá comprobar el estado real de las tareas y modificar alguna de las opciones referentes a la duración y el tiempo real de cada tarea, así como establecer la fecha real de comienzo y final de la tarea.

Por otro lado, a través de las opciones de la “Barra de herramientas Seguimiento” se podrá regular el estado de cada tarea, de manera que se podrá aumentar o disminuir el trabajo realizado según se seleccionen los porcentajes 0, 25, 50, 75 y 100%. Hay que tener en cuenta que, si se modifica alguno de los porcentajes del trabajo realizado por alguna tarea, es muy probable que conlleve también modificaciones en la duración de otras tareas relacionadas a las tareas modificadas.

El progreso de una tarea se puede indicar de varias maneras: mediante la introducción del porcentaje de la duración de la tarea que se ha completado o de forma visual a través de las líneas de progreso que se muestran en los elementos mostrados en la vista “Gantt de Seguimiento”.

### 3.3.3 Actualizar fechas y comprobación

Una de las opciones que Microsoft Project permite realizar es actualizar una tarea de forma automática registrando la actividad según la fecha de inicio y teniendo en cuenta la fecha final, en caso de que ésta esté especificada como tal o bien la haya especificado el propio programa. Actualizar fechas automáticamente permitirá en todo momento tener controladas las fechas y comprobar que se cumplen los plazos previstos.

Para comprobar que todos los plazos se cumplen adecuadamente se puede recurrir a las diferentes opciones que ofrece la “Tabla de tareas”. De este modo, se podrá visualizar en todo momento el trabajo total de cada tarea, el trabajo completado y el restante, además de poder anticiparse a los hechos haciendo previsiones de tiempo restante y recursos necesarios.

### 3.3.4 Personalizar las líneas de progreso

La línea de progreso es uno de los elementos más importantes de Microsoft Project. Gracias a las líneas de progreso se puede conocer en todo momento la duración de cada una de las tareas y si el proyecto evoluciona según lo previsto, así como las relaciones existentes entre cada uno de los elementos que conforman el proyecto. Se podría decir que una línea de progreso es una foto fija de una fecha concreta del proyecto.

Por defecto Microsoft Project muestra las líneas de progreso en la vista “Diagrama de Gantt” como una línea vertical que une las tareas que se encuentran activas en un punto concreto del proyecto y que están relacionadas con otras tareas ubicadas en un punto distinto. Esta línea vertical crea una forma de zig-zag con picos que apuntan hacia la derecha y que indican que una tarea concreta se encuentra por delante del plan, mientras que los picos hacia la izquierda indican las tareas se están retrasando.



## **4. DAR FORMA A UN PROYECTO**

### **4.1 EL COSTE REAL DE UN PROYECTO**

#### **4.1.1 Análisis de costos reales de un proyecto**

Los costos de un proyecto pueden ir cambiando a medida que el proyecto avanza. En ocasiones, esta variación de los costos puede provocar desfases en algunas partes del proyecto que pueden afectar el conjunto de todos los elementos que lo conforman. Para evitar “sorpresas” cuando se está a punto de finalizar un proyecto, como el empleo de mucho más presupuesto que el establecido en un principio, es necesario realizar un seguimiento de los costos para determinar el momento en que deben realizarse las variaciones necesarias para ajustarse al presupuesto inicial.

Es muy útil aplicar costos fijos. Los costos fijos permiten asignar una cantidad fija a una tarea que se acumule al principio o al final de dicha tarea y que se prorratee o divida a lo largo del proyecto. Esto, en ocasiones, puede provocar que si el proyecto se demora y la tarea dura más de lo previsto los recursos estén trabajando por debajo de lo que se indicó en un principio, por lo que es recomendable, aun así ir comprobando la evolución del proyecto, así como los costos de cada tarea.

#### **4.1.2 Los filtros**

Los filtros son muy utilizados en Microsoft Project, puesto que permiten realizar búsquedas de elementos que siguen unas condiciones concretas, así como ocultar elementos que no cumplan el criterio especificado. El filtrado de elementos no modifica ninguna de las características de éstos, simplemente permite visualizar u ocultar unos elementos determinado.

Microsoft Project permite utilizar los filtros de dos modos distintos: aplicando filtros predefinidos con características que se pueden especificar antes de aplicarlo o utilizando un Autofiltro. Los filtros predefinidos son muchos más concretos y destacan realmente la información de la tarea o el recurso que coincide con el criterio del filtro. El Autofiltro se aplica de forma directa en la totalidad de los elementos que forman una tabla de forma automática. Una vez vez activado el Autofiltro, aparecen unas pequeñas flechas junto a los nombres de encabezados de columna que permitirán acceder a diferentes menús con los distintos criterios que Project ofrece para aplicar un determinado tipo de filtro.

Una vez finalizado el filtrado, es preciso volver a mostrar la totalidad de los elementos que conforman el proyecto, puesto que, de lo contrario, se puede llegar a confusiones al creer que sólo se dispone de los elementos resultantes tras el filtrado.

## 4.2 MANIPULAR UN PROYECTO

### 4.2.1 Modificar filtros predefinidos

Microsoft Project permite modificar los filtros predeterminados y cambiar la forma en que se combinan. De este modo, se pueden utilizar los parámetros Y/O, Nombre de campo, Criterio y valores. El parámetro Y/O determina si deben cumplirse las dos condiciones establecidas o sólo una de las dos; por otro lado, el parámetro Nombre de campo permite especificar el campo que contiene el valor diferenciándolo del resto de opciones. Como tercer parámetro, nos encontramos la opción Criterio que permite comprobar que una condición se cumpla al especificar filtros del tipo mayor que, menor que u otros. Por último, el parámetro Valor permite indicar si los valores que servirán para filtrar los elementos del proyecto serán valores absolutos o porciones de cantidades expresadas en porcentajes.

Las opciones especificadas anteriormente se encuentran en el cuadro de diálogo Definición de filtro al que se accede través de la opción “Más filtros” y el comando Modificar.

### 4.2.2 Crear filtros

En ocasiones, es posible que ningún filtro predefinido se adecue a las necesidades del usuario. En estos casos será necesario crear unos filtros propios. El proceso para crear un filtro es muy parecido al que se indicó anteriormente para modificar un filtro ya existente, sólo que en este caso no se deberá modificar ninguna de las opciones existentes sino que se deberán determinar.

Es importante tener en cuenta que no todos los parámetros son compatibles. Esto puede provocar que al aplicar el filtro creado no aparezca ninguna de las tareas del proyecto, con lo cual los valores habrán sido incluidos de manera incorrecta o con unos parámetros demasiado estrictos. Los nuevos filtros se irán almacenando de forma automática en la lista de filtros por si se desea volverlos a utilizar. En el caso de querer disponer del nuevo filtro, se podrán eliminar mediante el cuadro de diálogo “Más filtros”.

### 4.2.3 Dar formato al proyecto

El aspecto final de un proyecto es muy importante, puesto que no sólo se debe presentar correctamente todos los elementos que lo componen sino que además estos deben estar claros y perfectamente relacionados para que aparezcan bien estructurados. Microsoft Project permite dar formato a las vistas para presentarlas e imprimirlas según las necesidades de cada usuario. De este modo, se podrá imprimir un proyecto, publicar la información en formato web generando un código HTML o, incluso, incluir el proyecto en una presentación de PowerPoint. Para facilitar la creación de un formato específico para el proyecto de Microsoft Project, éste pone a disposición del usuario un asistente que guiará al usuario paso a paso en este proceso.

Una forma de dar formato a un proyecto a partir de un Diagrama de Gantt es cambiando el formato de las barras de Gantt. Es una acción no muy complicada y que permitirá disponer de un proyecto personalizado.

#### **4.2.4 Agrupar recursos**

Las tareas y los recursos de un proyecto pueden organizarse en grupos. La creación de grupos es un procedimiento muy utilizado por los usuarios de Microsoft Project puesto que permite organizar los datos existentes en recursos y tareas según el criterio utilizado para seleccionarlos. Un buen sistema de agrupaciones puede evitar en muchas ocasiones tener que aplicar filtros a recursos y tareas.

Además, gracias a la agrupación de tareas y recursos, se pueden añadir valores de resumen e intervalos de tiempo y costo. Esto puede provocar una variación en el aspecto de la tabla, tal y como sucede al realizar un filtrado de elementos. De todos modos, el agrupamiento, no modifica la estructura del plan de proyecto, sino que organiza y resume los datos existentes.

Para la agrupación, Project dispone de criterios predefinidos que se podrán utilizar siempre que se crea necesario e, incluso, si se desea se puede aplicar los propios criterios de agrupamiento o modificar los criterios ya existentes.

#### **4.2.5 Imprimir proyectos**

Microsoft Project permite imprimir todas las vistas y los informes. La impresión de vistas en ocasiones puede conllevar algunos problemas debido, en gran parte, al tamaño de los archivos. Los proyectos realizados con Microsoft Project son, normalmente, de gran envergadura y concentrarlos todos en una sola página de impresión puede ser complicado. Para ellos el programa dispone de la opción “Vista previa” con las opciones necesarias para configurar las páginas que abarcará el proyecto, cerciorarse de que la vista y los elementos aparecen tal y como se tenía previsto y realizar una vista en detalle y general de todos estos elementos.

El cuadro de diálogo “Configurar página” permite definir la orientación de la página antes de imprimir, ajustar el dibujo al tamaño del papel, así como definir las medidas de la hoja de impresión. También es posible determinar el espacio entre márgenes y escribir el texto que se crea necesario como encabezado o pie de página.

#### **4.2.6 Publicar un proyecto**

Una de las opciones más interesantes que ofrece Microsoft Project es la posibilidad de crear informes y publicarlos como páginas web. El propio programa genera el archivo con el código HTML que permite publicar de manera fácil un proyecto aun sin tener conocimientos de HTML o de creación de páginas web.

Si hasta el momento era muy utilizada la exportación del proyecto como una imagen y, seguidamente, incrustarla en un documento de la familia Office, como Word o

PowerPoint, ahora se dispone de una opción mucho más atractiva: la exportación de datos exactos y agrupados en tablas incrustadas en documentos HTML. Para crear estos archivos, Project dispone del Asistente para la exportación que guiará de forma muy sencilla hasta la completa creación del tipo del archivo que se desea exportar.

## CAPÍTULO 7: GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO CON MICROSOFT PROJECT

### 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la gestión de la construcción de un parque eólico con Microsoft Project. Se plasma de manera más sencilla el manual para directores de proyecto, con todas las tareas que se realizan estableciendo el vínculo entre las tareas, la duración, los medios, los gastos, etc.

El programa que se presenta a continuación ha sido elaborado con ayuda del manual para Microsoft Project y han sido utilizadas muchas de las opciones que se han explicado detalladamente en el capítulo anterior.

El objetivo de este capítulo es optimizar el trabajo de los directores de proyecto; que tengan una herramienta de gestión fiable y puedan planificar y controlar todos sus proyectos de una forma fiable.

### 2. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO

Para la realización del programa de este capítulo se ha creado un parque eólico ficticio, con unas características estándares, que presentan la mayoría de los parques eólicos que se construyen.

Por motivos de privacidad hay datos que no se han podido tener en cuenta, por lo tanto han sido inventados. Esto no influye sobre el programa y el fin de este, optimizar la gestión de un parque eólico permanece intacto.

A continuación se exponen todas las características que tiene este parque:

- El parque eólico consta de **20 aerogeneradores G-90**.
- El **plan de montaje es just in time**. Cada suministrable principal que llegue a parque se montará en el momento, es decir, no existirán acopios. Con esta estrategia el ritmo de montaje, es más o menos de un aerogenerador cada dos días, contando la movilización de grúas y suponiendo paradas por meteorología.
- Como medios para el montaje solo se han contabilizado dos grúas, una principal y otra retenida. Otras herramientas como pueden ser tornillos, llaves dinamométricas, etc, no han sido tenidas en cuenta, puesto que el precio de todas las herramientas es despreciable respecto al de las grúas.
- Las plataformas serán de medidas estándares para que no exista ningún problema con las descargas de los suministrables principales.

- El director de proyecto es el responsable del parque después de la reunión de lanzamiento. Anteriormente el departamento de Comercial habrá realizado el pedido de los suministrables principales.
- El cliente será el encargado de la obra civil. El director de proyecto verificará que cumple la normativa y que se puede transportar todo el material. Además el cliente será en el encargado del transporte y de la colocación de las virolas.
- El proyecto finalizará con la firma del Certificado de Aprobación Provisional.

### 3. CONCLUSIONES

El programa que se ha realizado todavía no ha sido testado con proyectos reales, pero la idea es plantearlo en algunos proyectos bases para poder valorar el impacto sobre el proyecto de gestionarlo de esta manera. A pesar de ello, algunos directores de proyecto ya han intentado gestionar sus parques con Microsoft Project y sus opiniones son buenas respecto al programa.

Evidentemente el programa tiene sus limitaciones que a pesar de la sencillez del proyecto ya han salido a la luz. Las principales conclusiones son:

- Dificultada para representar demoras en las tareas y ver los efectos que causan, puesto que no se guardan un histórico y no se puede obtener la trazabilidad del parque. Es decir, si alguna tarea se retrasa, se puede observar si influye negativamente en el planning o no, pero una vez realizado el cambio no queda reflejada la anterior planificación en ningún lado. Por lo tanto hay que guardar diferentes programas, uno por cada retraso que exista, para luego poder obtener los errores de planificación que han existido.
- Microsoft Project tiene alguna limitación como por ejemplo la programación de tareas repetitivas. En el programa se han programado varias, pero es imposible indicar a Project que una tarea se repite cada medio día o varias veces en un día. En el programa no ha existido este problema, pero si el montaje hubiera sido en dos fases (se monta hasta la nacelle todos los aerogeneradores y posteriormente se monta el rotor) y no just in time, hubiera surgido este problema. Es bastante molesto, puesto que habría que programarlo manualmente, lo que conlleva una pérdida de tiempo muy grande.
- Microsoft Project permite un **control muy bueno del tiempo** y del **control de camino crítico**. Además permite un buen **control del presupuesto**, haciendo comparaciones del costo real y el costo previsto.
- Una gran ventaja de Project es su fácil manejo, no requiere un conocimiento extraordinario del programa y es muy intuitivo, asemejándose a cualquier programa del paquete Microsoft Office.
- Finalmente se concluye que el programa satisface las necesidades principales que se requerían, aunque evidentemente es mejorable. Posteriormente habrá que depurar este programa y si verdaderamente funciona se podría intentar automatizar. Esto requerirá el soporte de un técnico informático además de un cambio a otro programa más potente como puede ser el Primavera Project Planner.

## CAPÍTULO 8: SUGERENCIAS Y CONCLUSIONES

### 1. Introducción

Gamesa es conocida por su alto nivel de rotación de personal. Además el departamento de Construcción tiene el mayor índice de rotación de toda la empresa debido al alto nivel de movilidad requerido y las grandes responsabilidades que tiene un director de proyecto. También hay que apuntar que dicho departamento es el más joven de la empresa y se encuentra en un período de adaptación.

En este apartado se considerarán una serie de sugerencias que desde mi punto de vista son aplicables al Departamento de Construcción y que se podrían intentar aplicar para evitar tanta rotación y conseguir que el puesto de director de proyecto sea un puesto estable, ganando en experiencia de los directores, fiabilidad de la gestión de proyectos y reducción de costes debida a la experiencia. Algunas de estas sugerencias ya se han abordado a lo largo del proyecto, pero otras se salen fuera del alcance de este proyecto, como se verá a continuación.

### 2. Problemas y sugerencias

En este apartado se valorarán los problemas que se han detectado a lo largo de estos 6 meses de trabajo, aunque como se explica en el siguiente punto algunos de estos problemas ya han sido solucionados y otros han sido trabajados en este proyecto para que se solucionen. Sin embargo, como todo es mejorable, todavía existen problemas pendientes de solucionar.

A continuación se exponen diferentes problemas y sugerencias para solucionarlos:

- **Falta unanimidad** a la hora de realizar tareas y **estandarización** en la dirección de proyectos. Sería interesante tener un manual para el director de proyecto donde se especifique:
  - Partes en las que se divide el proyecto.
  - Deberes/Responsabilidades en cada parte del proyecto.
  - Penalizaciones.
  - Documentación necesaria.
  - Presupuesto del proyecto.

Además se puede procedimentar todos las labores del director de proyectos que tengan que realizar dentro de la empresa como puede ser abrir seguros para el parque, reclamación a los proveedores, realización de pendientes de los clientes, etc. De estas dos soluciones, la primera se ha elaborado en este proyecto, ya que el **MANUAL PARA GESTIONAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO** responde a las necesidades de una guía que sirva como soporte.

- Durante estos nueve meses la **falta de personal** en el departamento ha sido uno de los mayores problemas. Tanto supervisores de montaje como directores de proyectos eran escasos. La falta de supervisores hace que aumente el riesgo de accidente en parque y aumente el descontrol. El número de directores de proyectos también era

muy escaso puesto que han llegado a “gestionar” hasta 11 proyectos, incurriendo en una mala gestión, con costes elevados, mala planificación, etc.

La solución a este problema ha sido muy simple: contratar a más personal. Además se sugiere limitar el número de parques por director de proyecto a un máximo de 3 parques. Con ello se conseguirá más tiempo de dedicación a cada parque con lo que evidentemente bajará el riesgo de accidente y supondrá una gran aportación en cuanto al recorte de gastos, mejora en la calidad, etc.

- Actualmente no existe una buena **gestión de la documentación** que se crea durante todo el proceso de construcción de un parque eólico. Evidentemente esto supone una pérdida de tiempo para los directores de proyecto debido a la dificultad para buscar documentos necesarios, información necesaria, etc.

Una buena iniciativa sería realizar una base de datos con todos los documentos generados a lo largo del proyecto. Para que esta base sea útil, se tendrá que actualizar en cada proyecto por el director de proyecto, evitando así que trabajen con documentación en emails, que puede perderse o en caso de abandonar el proyecto se perdería la información con él. En un apartado del “MANUAL PARA GESTIONAR LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EÓLICO” se elaborará un listado con los documentos que son necesarios para un proyecto, así como quién es el emisor y quién es el receptor.

El objetivo de esta mejora es claro, y es dotar al director de proyecto de la información necesaria para que no tener ningún problema con la documentación y facilitar así la tarea administrativa.

- La gestión de la construcción de un parque eólico es por sí sola complicada debido a la dependencia de la climatología. Evidentemente solucionar este problema es imposible, y lo único que se puede hacer, como se ha hecho en el programa elaborado en Microsoft Project es planificar días de no trabajo por climatología. Además, como en toda gestión de proyectos existe una gran dificultad de planificar demoras por otros motivos, como puede ser logística, accidentes, etc.

### 3. Conclusiones

Como se ha dicho anteriormente el proyecto ha sido elaborado en el Departamento de Construcción de Gamesa Eólica, y he podido estar presente en el día a día del trabajo de los directores de proyecto. A lo largo de estos 9 meses he podido observar un gran cambio en todo el departamento, pero sobre todo en el puesto de director de proyecto.

La clave de este cambio radical se basa en la aplicación de varias medidas básicas que se han nombrado en el apartado anterior. Como se ha expuesto en dicho apartado las medidas que se han tomado han sido tan eficientes como fáciles de llevar a cabo.

Una de la medidas tomadas y que se ha explicado en el apartado de propuestas y mejoras ha sido contratar a más directores de proyectos con todas las mejoras que ello ha conllevado; ahora el director de proyecto se centra en gestionar dos o tres proyectos y no en “intentar controlar” once proyectos a la vez. Se generaba malestar general, además de malas gestiones, baja calidad del trabajo y pérdida de dinero. Se puede concluir que no hace falta buscar soluciones complicadas que impliquen una forma de gestión totalmente informatizada, sino que primero hay que tomar medidas básicas que garanticen estabilidad al trabajo y verdaderamente se trabaje en dirección de proyectos. Muchas medidas básicas, como contratar a más gente son las más útiles y es por donde hay que comenzar. Primero asentar los cimientos del departamento, para luego poder crecer y mejorar con el tiempo.

Esta no es la única medida que se ha llevado a cabo para cambiar la situación. A día de hoy el director de proyecto tiene más responsabilidades en la gestión del proyecto; gestiona costes y gastos del proyecto.

Hay que explicar que la empresa se encuentra en su etapa de crecimiento, por lo tanto los costos nunca han sido objetivo primordial de la empresa. Sin embargo, este año el objetivo primordial del departamento y de la empresa es minimizar costos. Ahora, el director de proyecto juega un papel importante puesto que él es el responsable de una buena gestión con la correspondiente minimización de gastos. Además se hará un seguimiento más estricto de los daños de material en parque, lo que requerirá una correcta imputación de todos los defectos que surjan en el montaje. Es decir, a partir de ahora la empresa culpable de los fallos en el parque eólico tendrá que hacer frente a ellos, gracias a un control mucho mayor basado en la figura del inspector de calidad y del supervisor de montaje.

Este proyecto solo abarca la gestión del proyecto, pero creo que hay mucho margen de mejora en otros aspectos del montaje que no han sido abordados en este documento. Pienso que hay que tener al sector de la automoción como ejemplo porque es un sector maduro donde el sistema de gestión está muy depurado.

Existen fallos de gestión que en el sector de la automoción nunca ocurrirían como parar un montaje por falta de tornillería. Se podrían poner más ejemplos parecidos pero no es la idea de este proyecto, aunque el siguiente paso, después de mejorar por la base la gestión de proyectos será evitar todos aquellos fallos fácilmente evitables.



Por último, para trazar una estrategia del departamento sería mejorar la posición como cliente y presionar más a los proveedores. El departamento está sufriendo un contrato marco firmado con las subcontratas de montaje y logística muy desfavorable para la empresa. Una vez venza este contrato habrá que mejorarlo teniendo en cuenta la potencia de la empresa y presionar para que el contrato de un giro de 180 grados y la presión la tenga las subcontratas y no Gamesa Eólica. Tampoco es el objeto de este proyecto analizar todos los contratos marco y realizar un estudio de las mejoras posibles, pero por la experiencia y los comentarios de los directores de proyecto habrá que renegociar bien el contrato, ya que las subcontratas tienen unos privilegios en cuanto a horas de paradas y penalizaciones que no son recíprocos.

Resumiendo, hay mucho margen de mejora, pero hay que empezar por mejorar el propio trabajo del departamento, para ser eficientes y no sufrir penalizaciones por mala gestión y planificación. Una vez mejorado el propio trabajo, habrá que evitar todos aquellos fallos que no están al alcance del departamento pero que influyen negativamente sobre el proyecto. Finalmente, cuando se consiga ser eficiente habrá que mejorar la posición como cliente respecto a los proveedores.

Creo que este proyecto que se empezó en septiembre se está llevando por buen camino y prueba de ello son las medidas tomadas, aunque no hay que olvidar que esto es un largo camino y que hay que progresar poco a poco para intentar llegar a que la gestión de un parque eólico sea cada día más eficiente.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Chatfield, Carl S. Microsoft Office Project step by step  
Edit. Aravaca : McGraw-Hill
- 2) Gestion de proyectos con Microsoft Project 2007
- 3) <http://safemanuals.com>
- 4) <http://www.microplanning.co.uk>
- 5) <http://www.scribd.com>

## Proyecto de Construcción de un parque eólico en USA: Optimización de la gestión