

Gestión de Proyectos Según Metodología Lean.

Simulador Conductual SimuLean.

Estudiante: **Jose Antonio Rubio Torá**

Director: **Jaume Mussons Sellés**

1.- INTRODUCCIÓN	5
2.- METODOLOGÍA LEAN APLICADA A LA GESTIÓN DE PROYECTOS	9
2.1- ANTECEDENTES	9
2.1.1- ORIGEN DE LEAN	9
2.1.2 - PRINCIPIOS BÁSICOS LEAN	11
2.1.2.1- Valor	12
2.1.2.2- Flujo de valor	12
2.1.2.3- Flujo	12
2.1.2.4- Pull	13
2.1.2.5- Perfección	14
2.1.3- ORIGEN Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE CCPM	15
2.1.3.1- Planificación	15
2.1.3.2- Ejecución	16
2.1.3.3- Monitorización	16
2.2- LEAN APLICADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS	17
2.2.1- PROJECT SYSTEM	17
2.2.2- LIDERAZGO DE PERSONAS	21
2.2.3- CARTA DEL PROYECTO.	27
2.2.4- SOLUCIÓN CORRECTA	31
2.2.5- GESTIÓN DE LA VARIACIÓN	41
2.2.6- GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO	45
2.2.7- PLAN DE PROYECTO	49
2.2.8- EJECUCIÓN DEL PROYECTO	59
3.- DESARROLLO DEL SIMULADOR	63
3.1- DISEÑO DE LAS PREGUNTAS	63
3.1.1 - METODOLOGÍA APLICADA	63
3.1.2 - FASES DEL INBOX	64
3.1.3 - PLANTEAMIENTO DE LAS SITUACIONES	64
3.1.4 - PLANTEAMIENTO DE LAS RESPUESTAS	64
3.2 – ELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	67
3.2.1 - ENTORNO DE PROGRAMACIÓN VISUAL BASIC 6.0	67
3.2.2 - BASES DE DATOS SQL	69
3.2.3 - ENTORNO DE DISEÑO MACROMEDIA FLASH MX	71
3.3 – DESARROLLO DEL SIMULADOR	73
3.3.1 - ENTORNO USUARIO	73
3.3.2 - ENTORNO ADMINISTRADOR	75
3.3.3 - ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS	77
3.3.4 - FUNCIONES SIMULEAN	81
4.- CONCLUSIONES	91
5.- LINEAS FUTURAS	93
6.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.	95

ANEXO I - TRIZ (FUENTE WWW.TRIZ40.COM)	97
---	-----------

ANEXO II – MANUAL DE USUARIO - SIMULEAN	117
--	------------

1.1 – MANUAL DE USUARIO.....	119
1.1.1 - REQUISITOS MÍNIMOS DE INSTALACIÓN.....	119
1.1.2 – MANUAL EXPLICATIVO	120

ANEXO III – MANUAL DE USUARIO CC-PULSE	123
---	------------

1.1 - FUNCIONALIDADES CC-PULSE TM : ACCESO Y DESCRIPCIÓN.....	125
1.2 - VISTAS, FILTROS E INFORMES.	149
1.3 - FUNCIONALIDADES AVANZADAS Y TEMAS DE INTERÉS	159
1.4 - INSTALACIÓN, REGISTRO Y OTRAS FUNCIONALIDADES RELACIONADAS.....	163

1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo de este Proyecto Final de Carrera es el desarrollo de un software de simulación conductual, para la evaluación del nivel de conocimientos de los usuarios sobre la gestión de proyectos según la metodología Lean. Esta clase de simuladores, frecuentemente utilizados por numerosas entidades educativas, así como por empresas para la formación de alumnos o empleados, pertenecen a las herramientas de formación basadas en el uso de ordenadores (Computer-Based Training) y son empleados en metodologías de enseñanza Blended Learning (b-learning). Las metodologías de enseñanza B-learning se caracterizan por la combinación de clases presenciales con el uso de materiales tecnológicos para completar la formación mediante sesiones no presenciales (e-learning).

El propósito de este proyecto ha sido crear un simulador de propósito formativo, llamado SimuLean, que requerirá de la presencia de un administrador, habitualmente el profesor de la materia, para la evaluación de los resultados de los usuarios y para la resolución de las dudas que puedan surgir a los usuarios durante la resolución de las cuestiones planteadas por el simulador.

A continuación se enumeran las propiedades del software SimuLean:

- Software diseñado para que los usuarios puedan aplicar los conocimientos adquiridos sobre la gestión de proyectos según metodología Lean en la resolución de imprevistos de diferentes tipologías (tiempo, recursos, economía, diseño, etc.) que pueden ocurrir durante la ejecución de un proyecto.
- El simulador plantea a los usuarios diferentes situaciones e imprevistos, habituales en el transcurso de proyectos reales, en las cuales deberán elegir la solución más adecuada entre las cuatro propuestas, con el fin de gestionar correctamente dichos proyectos.
- SimuLean evalúa a los usuarios desde diferentes perspectivas puesto que la respuesta dada a cada situación se analiza desde 4 puntos de vista diferentes:
 - ❖ Satisfacción Personal.
 - ❖ Satisfacción Cliente.
 - ❖ Calidad.
 - ❖ Rentabilidad.
- Los usuarios pueden consultar en todo momento la evaluación de las decisiones que han tomado ante las situaciones planteadas en la gestión de los proyectos. A tal efecto, se han dispuesto unos gráficos que muestran las puntuaciones obtenidas según cada uno de los puntos de vista enumerados anteriormente. Adicionalmente, se ha creado un histórico que muestra las situaciones planteadas y las decisiones tomadas por los usuarios.
- Los usuarios recibirán un comentario de la junta directiva después de cada decisión adoptada, lo que les permitirá conocer el grado de idoneidad de la solución adoptada.
- Los usuarios pueden ejecutar el programa desde cualquier PC que lo tenga instalado sin necesidad de estar en un aula con el profesor, esto posibilita un alto grado de flexibilidad e independencia.

- Además de tomar decisiones ante situaciones surgidas en la gestión de proyectos, los usuarios de la aplicación deberán poner en práctica sus conocimientos teóricos, sobre la gestión de proyectos según metodología Lean, para la resolución de unos ejercicios, de carácter eminentemente teórico, que se propondrán a lo largo de la simulación.
- Se ha implementado una función de importación de los datos de los diferentes usuarios para facilitar la evaluación, por parte del profesor, de las decisiones adoptadas por dichos usuarios. Esta función facilita al profesor las respuestas proporcionadas así como la puntuación obtenida por cada uno de los usuarios en cada uno de los cuatro aspectos evaluados.
- Se ha dotado a la aplicación SimuLean de medidas de seguridad elementales. Así, todos los archivos se han codificado de forma que los usuarios sólo podrán visualizarlos durante la simulación. También se han cifrado los ficheros que se envían al profesor para la evaluación de los usuarios con el fin de que estos no puedan ser manipulados. Finalmente, la base de datos con las situaciones planteadas, las posibles respuestas, las puntuaciones y los comentarios se ha protegido mediante contraseña de forma que sólo el profesor pueda acceder a los datos que se almacenan en ella.

Los simuladores educativos son una importante herramienta pedagógica que permiten acelerar e incrementar la calidad del procesos de aprendizaje de los alumnos a través de la puesta en práctica de los conocimientos teóricos adquiridos en clase mediante el planteamiento de situaciones reales frente a las que adoptar soluciones.

En los simuladores educativos se pone a los alumnos en la necesidad de opinar, de implicarse, de tomar sus propias decisiones, situándolos en un contexto que imita algún aspecto de la realidad, y estableciendo en ese ámbito situaciones similares a las que se deberán enfrentar en su vida profesional, de forma que puedan experimentar sin riesgo y obtener conclusiones. Para ello, se les proporciona detalles de la situación y se les propone alternativas de actuación, proporcionándoles, a continuación, un feedback sobre los resultados de las acciones adoptadas.

El uso de simuladores informáticos en la formación en dirección de proyectos no tiene como objetivo que los participantes identifiquen las reglas implementadas en el simulador, sino que lo que se busca es que éstos construyan su propio modelo mental para entender la lógica de los proyectos.

El empleo de simuladores en la enseñanza presenta las siguientes ventajas y limitaciones:

- Permiten a los asistentes:
 - ❖ Aprender y demostrar lo aprendido.
 - ❖ Afrontar un proceso de toma de decisiones similar al que deberán enfrentarse durante su ejercicio profesional.
 - ❖ Autoevaluarse.
 - ❖ Acortar los periodos necesarios para el aprendizaje.
- Permiten al profesorado:
 - ❖ Que los asistentes apliquen criterios normalizados.
 - ❖ Idear ejercicios didácticos y de evaluación estrechamente ligados a las situaciones a las que los profesionales se enfrentan en la realidad.

- ❖ Determinar con exactitud las tareas concretas que los asistentes deben demostrar que saben realizar y establecer los criterios evaluativos.
- ❖ Concentrar el interés en los puntos claves para el éxito profesional en la materia tratada.

➤ Limitaciones:

- ❖ La simulación imita, pero no reproduce exactamente la realidad. Hay aspectos de la realidad, principalmente los relativos a las relaciones humanas, que no pueden ser simulados y, esto se debe tener presente siempre que se emplee cualquier tipo de simulación.
- ❖ Se debe ser muy cauto a la hora de predecir cuál será el comportamiento de una persona ante una situación real, basándose en las respuestas proporcionadas ante una situación simulada.
- ❖ No se debe restringir el desarrollo de las habilidades ni la evaluación del rendimiento de los alumnos únicamente al empleo de simuladores. Se debe, por tanto, combinar el empleo de diferentes métodos y recursos.

2.- METODOLOGÍA LEAN APLICADA A LA GESTIÓN DE PROYECTOS

La metodología Lean aplicada a la gestión de proyectos toma como punto de partida la metodología de la cadena crítica (CCPM), dotándole de herramientas propias de Lean para eliminar los desperdicios (waste) siguiendo los 5 principios Lean: valor, flujo de valor, flujo, “pull” y perfeccionamiento.

2.1- ANTECEDENTES

2.1.1- ORIGEN DE LEAN

La metodología de producción Lean es la forma de producir bienes mediante la eliminación de desperdicios y la implantación de un flujo, que surge como contraposición a la fabricación en cadena basada en un procesado y encolamiento masivo vigentes hasta la fecha, y es una derivación del método de producción de Toyota (TPS).

Los principios Lean tienen su origen en la industria manufacturera japonesa tras la segunda guerra mundial. Así, tomando como base el modelo de producción en cadena de Ford, e introduciendo mejoras en el mismo, surgen en Japón métodos como el método SMED (Single Minute Exchange of Die) cuyo principal objetivo es reducir los tiempos de preparación de las máquinas y herramientas implicadas en la cadena de producción. Asociado a este método surge el sistema Poka-Yoke (a prueba de errores) cuya idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. La finalidad del Poka-yoke es la de eliminar los defectos en un producto, ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Sin embargo, la principal fuente de inspiración de la producción Lean fue el modelo de producción implantado en Toyota por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Cuando Ohno asumió el control de Toyota, el primer reto con el que se encontró fue la necesidad de poder cambiar de modelo de producción fácilmente y poder cubrir la baja demanda que en ese momento tenía el mercado japonés. Taiichi Ohno se dio cuenta de que el modelo americano de producción en cadena de Henry Ford, y que él mismo había podido estudiar en la fábrica de Ford en River Rouge en Detroit (USA), no era viable en las fábricas de Japón.

Taiichi Ohno y Shigeo Shingo desarrollaron un nuevo sistema de gestión empresarial: el Sistema de Producción Toyota (TPS), la finalidad del cuál es la eliminación de los desperdicios (muda), cuyo pilar fundamental es la aplicación de Just in Time. La superioridad del sistema quedó demostrada cuando la crisis del petróleo y la fuerte recesión de mitad de los años 70 afectaban gravemente a empresas y gobiernos del mundo entero y, sin embargo, Toyota conseguía mantener unos ingresos superiores a los de otras compañías similares.

Lean es como denominaron James Womack y Daniel T. Jones, tras sus estudios en Japón durante los años 80, al conjunto de teorías emergentes en Japón y extendidas al mundo entero a finales del siglo XX, tal como ellos mismos describen en su publicación *Lean Thinking* debido a que la producción se “ajusta” a la demanda; es la demanda la que tira (PULL) de la producción. Los principales conceptos y teorías englobados en Lean son los siguientes:

- TPS (Toyota Production System). El sistema de producción Toyota es un sistema integral de producción y gestión surgido en la empresa japonesa de automoción del mismo nombre. El objetivo del sistema es eliminar los desperdicios (Muda). El sistema distingue siete tipos de posible desperdicio: Defectos, Exceso de producción,

Transporte, Esperas, Inventarios, Movimiento, Procesos innecesarios. El sistema TPS es un claro ejemplo de proceso de mejora continua (Kaizen).

- Just In Time. Sistema de producción bajo demanda que reduce considerablemente los costes de gestión, sobreproducción y de stocks inmovilizados. También se caracteriza por implantar el TPM (Total Productive Maintenance), que consiste en mantener todas las instalaciones en perfecto estado, de forma que no se penalice la producción. La gestión de stocks se realiza mediante tarjetas Kanban, que permiten controlar el flujo de trabajo de una fábrica actuando sólo cuando el cliente lo demanda (sistema “pull”). Los objetivos principales del JiT son los siguientes:
 - ❖ Minimizar tiempos de entrega.
 - ❖ Minimizar el stock.
 - ❖ Tolerancia cero a errores.
 - ❖ Reducción al máximo de las paradas técnicas.

- 6-SIGMA. Metodología de gestión de la calidad, basada en el control de procesos, cuyo objetivo es lograr disminuir el número de defectos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La aplicación de una metodología Six Sigma lleva asociado un notable incremento de la rentabilidad y la productividad.

- Poka-Yoke. Se denomina Poka-Yoke a cualquier dispositivo orientado a evitar los errores de las personas que los manipulan. Estos dispositivos fueron introducidos en Toyota en la década de los 60. Los objetivos del Poka-Yoke son los siguientes:
 - ❖ Imposibilitar el error humano (sistema de detección).
 - ❖ Resaltar el error cometido de tal manera que sea obvio para el que lo ha cometido (sistema de alarma)

- TOC (Theory of Constraints). La teoría de las limitaciones fue creada por Eliyahu M. Goldratt. Esta teoría establece que todo sistema de producción puede presentar dos tipos de limitaciones:
 - ❖ Limitaciones físicas. Son equipos o instalaciones, recursos humanos, etc., que impiden que el sistema cumpla con su meta de negocio. Se pueden explotar mediante el aumento de la capacidad del recurso o aprovechando al máximo dicha capacidad.
 - ❖ Limitaciones políticas. Son aquellas relativas a las normas que evitan que la empresa alcance su meta. La única forma de explotarlas es cambiando las normas.

- Kaizen (mejora continua). Es un sistema enfocado a la mejora continua, de manera proactiva, de toda la empresa. Es un sistema que permite vislumbrar resultados en un corto período de tiempo si se establece una buena estrategia y plan de implementación, y se forma adecuadamente al personal.

Naturalmente el concepto de Kaizen nos lleva al sistema de producción Toyota y consecuentemente a Lean.

2.1.2 - PRINCIPIOS BÁSICOS LEAN

La metodología Lean centra sus esfuerzos en dos elementos clave:

- Eliminar los despilfarros
- Maximizar la flexibilidad

Se define Despilfarro (muda) como toda actividad o consumo de recursos que no añada valor al producto. Por ello la gestión Lean trata de llevar a cabo cualquier proceso empleando únicamente los recursos imprescindibles. Se han establecido 7 tipos de despilfarros y son los siguientes:

- Defectos en los productos, referidos a los fallos de calidad que trascienden del puesto donde se han producido.
- Sobreproducción. Un claro ejemplo sería el método de producción basado en economías de coste sin tener en cuenta la demanda.
- Existencias. Acumulación de material que no está siendo objeto de ninguna actividad, esto es, cualquier tipo de stock.
- Sobreprocesamiento o procesamiento innecesario. Consiste en el empleo de procedimientos inadecuados para la elaboración de los productos.
- Movimientos de personal no necesarios. Por ejemplo, debidos a una mala asignación de tareas.
- Transporte de producto innecesario. Por ejemplo, por una distribución inadecuada de la planta.
- Esperas de materiales o puestos de trabajo por cualquier motivo. Incluyendo por supuesto las de los empleados debidas a que el equipo de procesamiento ha de terminar su tarea o a que se debe finalizar una actividad precedente.

El otro gran elemento clave del planteamiento propuesto para alcanzar un nivel muy elevado de competitividad es la flexibilidad. Dado que la metodología Lean se basa en el principio de que la oferta se debe ajustar a la demanda es necesario que todos los elementos que integran el sistema estén dotados de una gran flexibilidad que les permita cambiar rápidamente de tarea sin incurrir en pérdidas innecesarias de tiempo (despilfarros). Así pues, frente a metodologías tradicionales de economías de escala que apuestan por la especialización con el objetivo de obtener la mayor producción posible, en la metodología Lean es necesaria la versatilidad, puesto que es el mercado el que tira (pull) de la producción, esto es, la producción se debe ajustar siempre a lo que solicita el mercado.

Según estableció Womack hay 5 aspectos claves en la metodología Lean:

- Especificar con precisión el concepto de valor.
- Identificar el flujo de valor para cada producto.
- Hacer que el valor fluya sin interrupciones, siempre que alguien lo solicite.
- Dejar que el consumidor atraiga hacia sí (pull) el valor precedente del fabricante.
- Perseguir la perfección.

2.1.2.1- Valor

Hay que definir el valor desde la perspectiva del cliente. Una tarea crítica de cualquier actividad consiste en ponerse del lado del cliente para evaluar si una actividad crea valor. El cliente estará dispuesto a pagar únicamente por las cosas que cree que tienen valor. Se considera pues “Valor” cualquier cosa por la que un cliente estará dispuesto a pagar. Por lo tanto, cualquier actividad que no incremente el precio que pagaría el cliente sólo agrega costes al proyecto.

El valor sólo es significativo cuando se expresa en términos de un producto o servicio específico que satisface las necesidades del consumidor, a un precio concreto, en un momento determinado. Para conseguir esto, es imprescindible replantear el concepto de valor en las empresas, pues a menudo ocurre que las necesidades inmediatas de los accionistas de una empresa y la mentalidad económico-financiera de los directivos se ponen por encima de las realidades cotidianas consistentes en especificar y crear valor para el consumidor o cliente.

Una vez definido el producto, hay que determinar un coste objetivo, basado en la cantidad de recursos y esfuerzos necesarios para fabricar un producto con más capacidades y especificaciones determinadas si todos los despilfarros visibles se eliminaran del proceso.

2.1.2.2- Flujo de valor

El flujo de valor se compone de todas las tareas necesarias que deben ser completadas para entregar el producto o servicio final al cliente. Muchas de las tareas que emprendemos no agregan ningún valor adicional por el que el cliente estaría dispuesto a pagar. Creando un “mapa” de la corriente de valor, podemos separar fácilmente las tareas que agregan valor de aquellas que no agregan valor. Hay 3 corrientes clásicas del valor:

- Del concepto del diseño a la producción.
- De la iniciación a la realización de una orden.
- Del envío al pago de la factura.

Las tareas que no agregan valor al cliente se consideran despilfarros (despilfarros tipo 2 o Muda) y podrían eliminarse de la corriente del valor. Por su parte, algunas tareas son despilfarros pero necesarias para poder completar el proyecto en tiempo y forma (despilfarros tipo 1). El objetivo último del pensamiento Lean será quitar tanto despilfarro (muda) del flujo de valor como sea posible. Tenemos pues dos tipos de despilfarro:

- Despilfarro tipo 1. Actividad parcialmente sin valor añadido, pero necesaria para completar las tareas. Sólo agrega coste al proyecto.
- Despilfarro tipo 2. Actividad que carece de valor añadido. “Muda” a eliminar.

2.1.2.3- Flujo

El proceso tradicional en la fabricación de bienes se ha constituido en un entorno con colas y esperas. Dentro de un ambiente “Lean” debemos tomar un camino diferente. Hay que enfocarse en el cliente y crear una corriente de valor, diseñada específicamente para satisfacer sus necesidades. Se debe eliminar “muda” del flujo de valor y reducir el plazo de espera para la entrega del producto o servicio. Esto significa que debemos reducir los tiempos de demora en el flujo de valor al quitar obstáculos innecesarios en el proceso. Debemos reparar el flujo original y lograr un movimiento continuo del producto a través de la corriente de valor. Al realizar esto al inicio del proyecto, nos permitirá:

- Liberar espacios.
- Descubrir que tenemos demasiado stock en el proceso industrial.
- Cambiar un proceso ineficiente.
- Entender que los empleados pueden no ser multifuncionales.

Algunos de los obstáculos típicos a remover del flujo de valor son:

- Rigidez de los departamentos funcionales.
- Ciclos de aprobación recurrentes.
- Cambios constantes en los requerimientos del proyecto.
- Interferencia innecesaria de la gerencia general.

La clave es concentrarse en el producto y sus necesidades, y no en la organización o la maquinaria, para que todas las actividades que aportan valor sigan un flujo continuo. Pero, ¿cómo conseguir que el valor fluya? Para conseguirlo, inicialmente hay que concentrarse en el producto real para, posteriormente, concentrarse en los límites y fronteras tradicionales para implantar una metodología Lean, que elimine los impedimentos a dicho flujo. Finalmente, habrá que implantar las prácticas y herramientas específicas, que eliminan flujos hacia atrás, despilfarros e interrupciones de todo tipo. Estos tres puntos pueden llevarse a la práctica simultáneamente.

Uno de los aspectos fundamentales para alcanzar un flujo continuo de valor consiste en que todo el mundo debe poder observar todas las actividades que suceden a lo largo de un flujo de valor (que habitualmente fluye a través de muchos departamentos, funciones y empresas). Para conseguir este propósito son muy útiles las herramientas de control visual, de tipo Andon. De este modo, resulta más adecuado el uso de máquinas más sencillas, menos automatizadas y más lentas, aunque más precisas y, por tanto, menos costosas.

Otro aspecto fundamental será el mantenimiento ordenado de los lugares de trabajo tal y como establece TPM.

2.1.2.4- Pull

Aplicar el sistema *Pull* en una empresa consiste en adquirir la capacidad de diseñar, programar y hacer exactamente lo que el consumidor desea precisamente, y en el momento que lo desea, a un coste razonable. De esta manera sólo se fabrica lo que el cliente dice que necesita en cada momento. Este sistema es totalmente antagónico a otros que pretenden aumentar el nivel de ventas de un producto específico en un momento determinado, como son las promociones especiales.

Los equipos de proyectos deberían permitir a sus clientes que se involucren en el proceso del proyecto con el fin de poder extraer valor de ellos.

Por ejemplo, entregar tecnología por sí misma no agrega valor al Cliente. Sólo cuando los nuevos métodos o ideas resuelven un problema bien definido por el cliente es cuando tienen valor. Al trabajar en el flujo de valor, nos enfocamos en eliminar muda. De forma similar, sólo debemos construir lo que nuestro cliente necesita, cuando nuestro cliente lo necesita. De esta manera debemos permitir que nuestro cliente sea nuestro regulador de agendas y el que nos diga lo que debemos estar haciendo día a día.

2.1.2.5- Perfección

Un proyecto “lean” requiere vigilancia constante para mantener y mejorar su desempeño. Exige disciplina de equipo y una intolerancia total hacia el desperdicio de recursos. Es necesaria la búsqueda permanente de la perfección con el fin de evitar la Ley de la entropía según la cual “las cosas de nuestro mundo siempre tienden a ser cada vez más aleatorias y caóticas a lo largo del tiempo”.

Hay muchos obstáculos a vencer para lograr un ambiente “lean”. Más de una vez se han creado máquinas que pueden hacer un producto eficiente a velocidades increíbles. Sin embargo, tarde o temprano el producto se asienta en una línea hasta la próxima etapa de Procesado, y el proyecto vuelve al ambiente de parar-iniciar-parar-iniciar. Necesitamos vencer este y muchos otros obstáculos para eliminar permanentemente todo el despilfarro de la corriente de valor.

Esto será imposible de conseguirlo con un sólo proyecto ya que el ciclo continúa y con nuestro esquema “lean” cada vez podemos ser más eficientes.

2.1.3- ORIGEN Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE CCPM

Desarrollada por Eliyahu M. Goldratt, la gestión de proyectos según la cadena crítica (CCPM) está basada en métodos y algoritmos derivados de la Teoría de las Limitaciones (TOC). La idea original de CCPM fue inicialmente publicada en 1997 en el libro *Critical Chain*.

La gestión de proyectos según la cadena crítica es un método de gestión y planificación de proyectos elaborado por Eliyahu M. Goldratt que pone especial énfasis en los recursos necesarios para realizar las tareas. Esta teoría contraviene métodos más tradicionales como PERT y el método del camino crítico que enfatizan el orden de las tareas y una planificación rígida. Un proyecto gestionado según CCPM tenderá a mantener una asignación nivelada de los recursos pero precisará de gran flexibilidad por parte de éstos a la hora de comenzar las tareas y a la hora de cambiar entre tareas con el fin de mantener el proyecto completo dentro del calendario previsto. Los principales elementos diferenciadores de la cadena crítica respecto del camino crítico son los siguientes:

- El uso de dependencias de recursos generalmente implícitas. Implícitas se refiere a que no están incluidas en la red del proyecto pero tienen que ser identificadas mediante la búsqueda de los recursos requeridos.
- La falta de búsqueda de la solución óptima. Esto significa que una solución "suficientemente buena" es suficiente porque:
 - ❖ Hasta donde se sabe, no existe método analítico alguno que permita hallar un óptimo absoluto.
 - ❖ La incertidumbre inherente a los estimados es mucho más grande que la diferencia entre una solución óptima y una suficientemente buena.
- La identificación e inserción de buffers de tiempo:
 - ❖ Buffer de proyecto.
 - ❖ Buffers de alimentación.
 - ❖ Buffers de recursos.
- Monitorización del estado del proyecto mediante el análisis del ratio de utilización de los buffers, en lugar de a través de la revisión del estado de las diferentes tareas.

La metodología CCPM distingue 3 fases claramente diferenciadas: planificación, ejecución y monitorización

2.1.3.1- Planificación

Se crea la planificación del proyecto de manera similar a como se haría según la metodología del camino crítico. Se determinan dos duraciones para cada tarea: una estimación optimista de duración, es decir, aquella que se puede conseguir con un 50% de probabilidad, y otra estimación más realista, llamada de seguridad, de duración que se puede conseguir con un 90% o 95% de probabilidad.

A continuación se asignan los recursos a las tareas utilizando la estimación optimista. La secuencia más larga de tareas desde el principio del proyecto hasta el final del mismo se identifica como la cadena crítica.

Asumiendo que las tareas tienden a alargarse debido a la ley de Parkinson o al Síndrome del estudiante, se diseñan buffers que fijan fechas para la liberación de entregables y que posibilitan un seguimiento de la planificación en tiempo y coste del proyecto. La diferencia de tiempo entre la estimación realista y la optimista, formará el conocido como buffer de proyecto y estará situado al final de la cadena crítica. Además, se implementarán buffers al final de todos los procesos que alimentan a la cadena crítica.

2.1.3.2- Ejecución

Cuando la planificación del proyecto está completada y el proyecto está listo para comenzar, los tamaños de los buffers quedan bloqueados y no podrán ser modificados durante el proyecto en tanto que serán utilizados para el seguimiento de la planificación.

Sin márgenes en la duración de las tareas individuales, los recursos en la cadena crítica son empleados asegurándose que trabajan en la tarea asignada de la cadena crítica y sólo en ella. Se elimina la multitarea. Debido a que el tiempo asignado es la duración optimista, existe una cierta presión sobre los recursos para completar sus tareas tan pronto como sea posible, evitando de este modo la aparición del síndrome del estudiante y la ley de Parkinson.

2.1.3.3- Monitorización

La monitorización es, en cierto modo, la principal ventaja de CCPM. Dado que las tareas se han asignado según la estimación de duración optimista, no se puede forzar a que todas las tareas se completen a tiempo. En lugar de ello se monitorizan los buffers mediante el empleo de Fever Charts (Gráficos de Fiebre) que permiten ver rápidamente el nivel de consumo de tiempo de los buffers. Si el nivel de consumo del buffer es bajo, el proyecto está cumpliendo los plazos. Si el consumo de tiempo es tal que puede ser que al final del proyecto no va a sobrar buffer o va a sobrar muy poco, se deberán desarrollar planes o acciones correctivas que permitan recuperar parte del tiempo perdido. Cuando el consumo de buffer alcanza un valor crítico es el momento de implementar los planes alternativos que se desarrollaron cuando no se había alcanzado aún ese nivel de criticidad.

2.2- LEAN APLICADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS

La metodología Lean aplicada a la gestión de proyectos, en adelante LPM, es postulada por Lawrence P. Leach en su libro *Lean Project Management: Eight Principles for Success* publicado en 2005. En esta publicación, Leach combina elementos de la gestión de proyectos según la cadena crítica con elementos propios de Lean para acelerar el conjunto de proyecto centrando los esfuerzos en la eliminación de los despilfarros (muda). Todo ello lo hace dando las claves para la gestión y desarrollo de los siguientes puntos:

- Project System.
- Liderazgo de personas.
- Carta del proyecto.
- Solución correcta.
- Gestión de desviaciones.
- Gestión de riesgos del proyecto.
- Plan del proyecto.
- Ejecución.

2.2.1- PROJECT SYSTEM

LPM surge para explotar el conocimiento de la totalidad del sistema de ejecución de proyectos, no centrándose exclusivamente en la planificación como hace CCPM. Así, en lo que a la organización empresarial se refiere, se recomienda que la presencia de una oficina de gestión de proyectos (PMO) llegue mucho más allá y que la organización entera asuma la metodología de gestión de proyectos y la aplique en el día a día.

La metodología PMBOK afirma: “El equipo de gestión es responsable de determinar que es adecuado para cada proyecto”, porque cada proyecto es único por definición: “Un proyecto es un esfuerzo temporal para crear un único resultado, producto o servicio”. Sin embargo, según la metodología Lean, “Un proyecto es un elemento con propósitos de negocio, con un cliente detrás de las personas que efectúan el trabajo, que normalmente involucra a un equipo de personas y que se prolonga en el tiempo más allá de una semana”. En definitiva, “Un proyecto es algo que requiere de cierto grado de planificación para poder realizarse con éxito”.

Para realizar satisfactoriamente los proyectos, el Instituto de Gestión de Proyectos (PMI) establece procesos y áreas de conocimiento. Los procesos son agrupados de acuerdo con el flujo general de un proyecto (Inicio, planificación, ejecución, cierre y control y monitorización), quedando cada grupo definido en términos de inputs y outputs. Cada proceso tiene proveedores de inputs y genera outputs que van hacia los clientes (SIPOC). Las áreas de conocimiento definidas por PMI son integración, alcance, tiempo, coste, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgo y adquisiciones.

La metodología LPM aboga por simplificar el liderazgo del proyecto para satisfacer a las partes interesadas en el menor tiempo posible, mientras se minimizan los desperdicios y el nivel de stress en los participantes en el proyecto.

La teoría de las limitaciones (TOC) afirma que cualquier restricción limita el output de un sistema. Los principios TOC proponen centrarse en la meta, trabajando para maximizar el rendimiento en los sistemas de negocio. Desplegando para ello 5 pasos el primero de los cuales

es identificar la restricción. Siguiendo estos principios, y asumiendo que los proyectos se componen de tareas independientes con tiempos de duración independientes, LPM postula tres afirmaciones sobre la gestión de proyectos:

- No hay que finalizar cada tarea a tiempo para que el proyecto finalice a tiempo.
- Empezar un proyecto antes no significa que vaya a finalizar antes.
- Añadir “buffers” reduce la duración del proyecto y los costes.

Un principio que subyace LPM es “cualquier proyecto que merece la pena hacerlo, merece la pena hacerlo rápido”; esto es debido a que la mayoría de los proyectos no comienzan el retorno de la inversión (ROI) hasta que se han finalizado por completo.

Los principios de producción lean son 5: Valor, flujo de valor, flujo de actividades, pull a las actividades y perfección. A continuación trataremos de asociar estos 5 principios a la gestión de proyectos:

- El valor coincidirá con el foque TOC en la meta y con el enfoque six sigma en el cliente.
- Identificar el flujo de valor en los proyectos coincide con el sistema de ejecución de proyectos.
- Centrarse en el flujo sintoniza con la aproximación de múltiples proyectos de TOC/CCPM que busca maximizar el flujo de proyectos a través de la restricción.
- Para proyectos individuales la cadena crítica y la administración de buffers implementan PULL. Mientras que para sistemas con múltiples proyectos son la planificación del recurso tambor y el buffer de limitación de capacidad los que lo implementan.

La metodología LPM desarrolla una cadena crítica como objetivo principal del proyecto y trabaja para eliminar los desperdicios de tipo sobreproducción (elementos que no aportan valor al cliente), inventarios en espera de ser procesados y recursos humanos esperando tareas en las que trabajar. La cadena crítica incluye la dependencia lógica (secuencia de tareas técnicas) y la dependencia de recursos (quien va a realizar el trabajo). LPM establece la cadena crítica después de quitar las contenciones de recursos (resource contentions) en lugar de antes de la consideración de dichas limitaciones. La cadena crítica debe permanecer invariable durante la totalidad del tiempo que dure el proyecto y este debe ser el objetivo principal del Director del Proyecto.

La cadena crítica se identifica como el camino más largo a través de la red del proyecto después del nivelado de recursos. La cadena crítica no tiene falta de actividad una vez identificada y suele ser diferente del camino crítico.

A la hora de planificar las tareas, y en tanto que la duración de las mismas es variable de un proyecto a otro, es mejor estimarlas en su tiempo promedio que en su máximo tiempo. El tiempo restante se puede colocar en un buffer al final de la cadena de de tareas. Requiere menos tiempo colocar el tiempo en un buffer al final del proceso que proteger cada tarea porque excesos de tiempo en algunas tareas se compensarán con otras acabadas antes de plazo.

Hay situaciones en las que una tarea requiere de la finalización de varias predecesoras para poder comenzar, es lo que se conoce como fusión o “Merging”. Los problemas en la sincronización de esta fusión son habituales y suelen provocar retrasos. LPM soluciona estos problemas mediante el uso de buffers de alimentación (Feeding Buffers). Estos buffers se introducirán en aquellos puntos donde alguna cadena de actividades alimenta la cadena crítica,

ayudando de este modo a inmunizar la cadena crítica frente al retraso en los caminos de alimentación de este proceso.

La planificación de proyectos requiere determinar el momento en que han de comenzar las cadenas no críticas de tareas. Pueden empezar tan pronto como sea posible (“early start”) que es lo habitual, o tan tarde como sea posible (“late start”) sin retrasar la cadena crítica. La ventaja de “early start” es que ayuda a evitar problemas de sincronización, pero su desventaja es que requiere múltiples caminos a comenzar al principio del proyecto, cuando el equipo está todavía formándose, ocasionando a la vez que el flujo de caja del proyecto sea mayor del necesario al comienzo del proyecto. El empleo de buffers de alimentación permite comenzar las actividades tan tarde como sea posible a la vez que se protege el proyecto en su totalidad porque dichos buffers añaden suficiente tiempo para asegurar que las cadenas que alimentan estarán completadas cuando sea necesario, con una alta probabilidad. El inicio planificado de las cadenas de alimentación será posterior que el determinado según early-start lo que dota al proyecto de las ventajas de empezar más tarde, entre ellas, un mejor flujo de caja (“cash flow”).

El uso de la administración de los buffers durante la ejecución del proyecto sirve para resolver dos cuestiones de capital importancia:

- ¿Qué tarea es la próxima que se debe trabajar?
- ¿Cuándo tengo que tomar medidas para acelerar el proyecto?

Realizar el seguimiento de proyectos LPM conlleva identificar cuando las tareas comienzan y cuando finalizan; así como la obtención de estimaciones de la duración restante de las tareas en proceso. Es mejor utilizar una estimación del tiempo restante que una estimación del grado de avance porque la gente tiende a sobreestimar el grado de avance actual del proceso. Además, el tiempo restante es precisamente el número necesario para estimar el tiempo de finalización del proyecto. El seguimiento de proyectos en LPM usa la estimación de tiempo restante de tareas incompletas para calcular el impacto del estado de la tarea, incluyendo la absorción de la desviación por los buffers de alimentación, para determinar el nivel de buffer consumido. Los gestores de las tareas deberán priorizar aquellas tareas que realizan un mayor uso de los buffers asignando los recursos necesarios que permitan que se complete en el menor tiempo posible.

En la metodología LPM no existen Due Dates intermedias. Esto ayuda a prevenir la ley de Parkinson, según la cual todas las tareas tienden a extenderse durante todo el tiempo que se les ha asignado, y el síndrome del estudiante, según el cual las tareas no se empiezan hasta que la due date está próxima.

En cuanto a la priorización de tareas, la prioridad de una tarea no tiene porque coincidir necesariamente con la prioridad del proyecto, puesto que puede suceder que la prioridad de una cadena no crítica sea mayor que la de la cadena crítica debido a que alguna tarea predecesora se ha retrasado amenazando el buffer del proyecto no crítico.

Durante la ejecución del proyecto se debe realizar un seguimiento continuo del nivel de carga del buffer del proyecto. Si el nivel de carga del buffer está en su zona media se deben desarrollar planes para recuperar buffer. Si el nivel de carga llega a la zona alta se deben implantar las medidas desarrolladas cuando estaba en zona media. Es lo que se conoce como Fever Chart.

La gestión LPM aplicada a múltiples proyectos identifica la restricción como el recurso más usado entre todos los proyectos. El entramado ajusta el inicio de los diferentes proyectos de forma que los recursos se van asignando a las diferentes tareas entre todos los proyectos, a medida que se van necesitando, para que el sistema completo de proyectos fluya según el ritmo de la capacidad del recurso restricción, también denominado recurso tambor en tanto que es el

que marca el ritmo. El sistema de proyectos implementa de este modo una técnica PULL debido a que el recurso tabor es el que determina el secuenciado de las peticiones. Los retrasos en este recurso pueden afectar a la totalidad del proyecto, por lo que se hace necesario el uso de buffers para protegerlo. El recurso tabor es el recurso más cargado de entre todos los proyectos, esto asegura que el nivelado de proyectos a partir del recurso más cargado, garantizará suficiente tiempo para el resto de recursos.

El objetivo de LPM no es programar todos los recursos a lo largo de todos los proyectos porque el calendario cambia cada día conforme cambian las tareas del proyecto. Es pues esencial determinar la tarea correcta en la que trabajar basándose en los resultados obtenidos hasta el momento.

La metodología LPM requiere que la dirección determine como entramar los proyectos en el Project Delivery System. Se deben organizar los proyectos de forma que se mantenga la duración individual de los proyectos tan corta como sea posible. Todos los proyectos no son de la misma naturaleza, normalmente los proyectos realizados para clientes son más importantes que los proyectos realizados internamente, y a veces requieren de los mismos recursos, lo cual puede provocar conflictos. Una buena manera de solucionarlos es mediante el uso de una matriz de conflictos en la que los proyectos realizados para clientes tendrán prioridad sobre los efectuados internamente.

El objetivo de la gestión de múltiples proyectos simultáneos es completar lo más rápido posible los proyectos y resolver las preguntas ¿Cuándo va a estar acabado? y ¿Cuánto va a costar?

Una buena forma de responder a la primera pregunta es mediante el empleo de Fever-charts similares a las utilizadas para conocer el estado de los buffers. Para resolver la segunda pregunta se recomienda implementar un buffer de coste que permita realizar el seguimiento de costes. El coste total estimado será la suma de los costes de las tareas individuales más el buffer. El buffer de coste se debe calcular considerando la variación de cada uno de los elementos de coste de los proyectos. Una vez más, una forma de controlar estos buffers es mediante el empleo de fever-charts. Una herramienta de gestión de proyectos denominada “earned value cost variance” muestra la cantidad de buffer de coste consumido. Usar este tipo de buffers es un claro ejemplo de combinar métodos tradicionales de gestión de proyectos con LPM.

Todo sistema de ejecución de proyectos (PDS) debe contener al menos:

- Carta del Proyecto (“Project Charter”), definiendo la visión y el propósito del proyecto, y dotando de autoridad al director del proyecto para planificarlo.
- Plan del Proyecto, exponiendo la totalidad de entregables (empezando con un “Work Breakdown Structure”), la asignación de roles y responsabilidades, y los procedimientos para completar el alcance del proyecto.
- Procedimientos para introducir cambios en el proyecto.
- Seguimiento y Control.

2.2.2- LIDERAZGO DE PERSONAS

La gestión de proyectos se centra eminentemente en la gestión de personas. Es por ello que la fase de refrendo de las partes interesadas se debe afrontar al principio del proyecto para comenzar en una buena dirección. El objetivo de esta fase es lograr que todas las partes involucradas (“stakeholders”) del proyecto trabajen juntos para conseguir el éxito del mismo.

Una de las claves para satisfacer las necesidades del cliente es empezar satisfaciendo al equipo implicado en el proyecto, incluyendo a todos los participantes y proveedores. Una buena idea para conseguir un buen punto de partida es que todos los participantes firmen la carta del proyecto (“Project Charter”) y el plan del proyecto. Siempre se debe incluir entre los participantes del proyecto, entre otros, al cliente, al equipo de trabajo y al usuario final del resultado del proyecto.

Se debe analizar el grado de compromiso y de influencia de cada uno de los participantes con el fin de determinar la posición que deben ocupar. Una buena forma es completar una matriz de influencia con la posición en la que están los diferentes participantes y dibujar una flecha señalando el punto donde necesitarías que estuviesen. Se deben focalizar los esfuerzos en desplazar aquellos que presentan flechas más largas.

La asignación de las tareas es un proceso continuo a lo largo de todo el proyecto. Para ello se debe definir un buen procedimiento de comunicación para identificar quién tiene que ser informado de qué cosas durante el proyecto.

Una reunión formal de refrendo debe abarcar las siguientes tareas:

- Definir el objetivo del proyecto y el propósito de la reunión.
- Afirmar la visión del proyecto.
- Clarificar los beneficios del proyecto e identificar los responsables para asegurar el éxito.
- Revisar el plan del proyecto.
- Concluir la reunión con un compromiso verbal de los participantes de que apoyan el proyecto.
- Realizar un acta de la reunión indicando asistentes y afirmando su compromiso con el proyecto.

Entre las tareas asociadas al liderazgo de proyectos se pueden destacar las siguientes:

- Identificar los participantes en el proyecto.
- Entender las necesidades de todas las partes implicadas en términos de resultado del proyecto (producto) y procedimientos del proyecto (por ejemplo comunicación).
- Crear un plan de proyecto que satisfaga las necesidades de todos los participantes del mismo y que incluya metas, objetivos y asignaciones de responsabilidad.
- Ejecutar el proceso para alcanzar las metas y objetivos.
- Cerrar el proyecto una vez completado.

Un elemento clave en el liderazgo es la gestión de equipos. Todos los equipos pasan por las fases de formación, agitación, normalización y realización. Lograr que un equipo supere la fase de agitación, durante la que aparecen fricciones y maniobras para situar la posición que cada uno tendrá en el equipo y que suele provocar respuestas emocionales, requiere trabajar

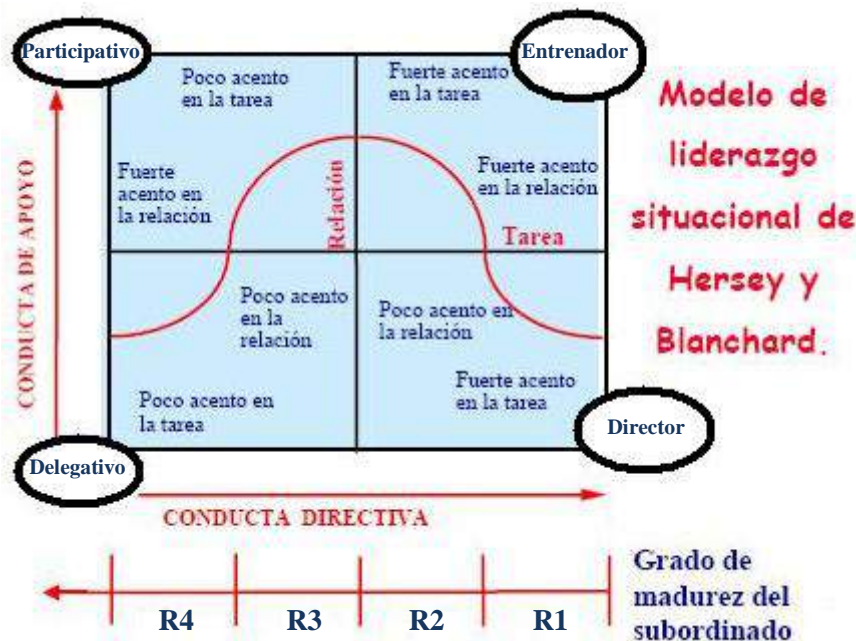
individualmente con cada uno de los miembros del equipo. Una buena forma de hacerlo es mediante el modelo de liderazgo de Hersey, Blanchard y Jhonson que incluye los estilos de liderazgo siguientes:

- S1 - Informante/Director: alto enfoque en la tarea y bajo enfoque en la relación.
- S2 - Entrenador/Vendedor: alto en foque en la tarea y alto enfoque en la relación.
- S3 - Soportativo/Participativo: bajo enfoque en la tarea y alto enfoque en la relación.
- S4 - Delegativo: bajo enfoque en la tarea y bajo enfoque en la relación.

También establece los siguientes estilos de seguimiento:

- R1 - Principiante entusiasmado: baja capacidad y alto grado de compromiso.
- R2 - Aprendiz desilusionado: cierta capacidad y bajo grado de compromiso.
- R3 - Capaz pero cauto: alta capacidad y grado de compromiso variable.
- R4 - Conseguidor de metas independiente: alta capacidad y alto grado de compromiso.

Se puede apreciar gráficamente en la siguiente ilustración:



Cabe mencionar que las posiciones de las personas en la matriz pueden cambiar de un proyecto a otro.

Los equipos de trabajo son únicos, suelen ser un grupo de personas reunidas para trabajar en un proyecto durante un tiempo acotado. Por eso, inicialmente dispones de un determinado número de personas que no se conocen, no confían unos en otros y que disponen de una serie de habilidades relacionadas con las tareas a realizar durante el proyecto. Lo primero que se debe conseguir en esta fase de formación es que todos tengan muy claro cuál es la meta, de forma que todos avancen, más o menos, en la misma dirección. Una buena forma de conseguir estos es involucrándolos en la definición del proyecto y en el desarrollo de la visión del proyecto, lo que proporcionará una meta común para todos ellos. Se habrán dado los pasos necesarios para la entrar en la fase de agitación. A continuación es necesario dotar de confianza al grupo, de forma que se alcance la fase de normalización, donde los miembros del equipo comienzan a conocer cómo trabajar entre ellos para conseguir el objetivo común. Conforme el equipo comienza a

funcionar y a avanzar hacia la meta habrá obstáculos que requerirán pequeños cambios de dirección o, en algunos casos, cambios drásticos (cambios de alcance). El director del proyecto debe proporcionar, no sólo la dirección correcta hacia la meta, sino los recursos necesarios para alcanzarla.

A continuación se describen los principales roles dentro de un proyecto:

- Director del Proyecto: es el principal responsable de que el proyecto sea un éxito. El director controla el flujo de valor del proyecto. Es el encargado de esbozar y aprobar el diseño del proyecto así como de la elaboración del plan del mismo. Además, es la persona encargada de crear y mantener las asignaciones del proyecto. Por otra parte, el director es el encargado de responder a la pregunta principal para el control del proyecto: ¿Cuándo debo actuar para recuperar buffer? Otras tareas propias de este cargo son las de mantener el flujo de trabajo, controlar los cambios que se produzcan en el proyecto y ayudar al equipo en la comunicación y resolución de problemas. Además, debe de tomar decisiones operacionales como:
 - ❖ Disposición de materiales no incluidos en las especificaciones.
 - ❖ Aprobar o rechazar solicitudes de tiempo o dinero para completar actividades.
 - ❖ Solventar peticiones de cambios de alcance.
 - ❖ Resolver conflictos con los recursos.
 - ❖ Acelerar actividades que puedan amenazar la fecha de entrega.
 - ❖ Responder frente a influencias externas no previstas.
 - ❖ Solucionar errores.

El director del proyecto se debe encargar de la monitorización del Project Buffer y de todos los buffers de alimentación según la periodicidad preestablecida. En el caso de que alguno de los buffers se encuentre en la zona intermedia de la “fever chart”, se encargará de planear medidas para la liberación de buffer. En caso de que alguno de los buffers se encuentre en zona roja, se encargará de dar la orden de ejecutar las medidas previstas para la liberación de buffer.

Algunas organizaciones designan un líder del proyecto y un director de proyecto. En estos casos el líder es la cabeza técnica del proceso y el director se encarga de la planificación y el control del proyecto.

- Gestor de Tareas: se encarga de que se mantenga el flujo del proyecto. Su misión es determinar cuál es la siguiente tarea que debe realizar. Una buena aproximación consiste en trabajar en aquellas tareas que facilitarán que el proyecto finalice lo antes posible. LPM no utiliza fechas de Inicio sino que utiliza administración de buffers para asignar las tareas dinámicamente. Toda tarea empezará cuando la tarea predecesora haya finalizado y el recurso esté disponible, y se finalizará tan pronto como sea posible. Cuando un recurso finaliza una tarea, el gestor de tareas debe asignarle la tarea que pueda comenzar y que esté causando un mayor uso de buffer. Esto aplica tanto a la gestión de proyectos individuales como a la gestión de múltiples proyectos. En el caso de múltiples proyectos los recursos disponibles se asignarán a las tareas con mayor uso de buffer sin tener en cuenta la prioridad del proyecto que contiene esa tarea.

Durante la ejecución de los proyectos, el gestor de tareas tiene un puesto clave para la correcta implementación del LPM puesto que es el encargado de reportar el estado de las tareas y estimar el tiempo restante de las que están procesándose. Este último parámetro determina el nivel de uso de buffer y por tanto afecta a la prioridad de las tareas de todas las personas implicadas en el proyecto. Por todo ello debe ser responsable a la hora de hacer estimaciones.

El gestor de tareas es responsable de liberar la tarea en el menor tiempo posible. Si en un momento determinado, el gestor de tareas no sabe cómo resolver un problema que permita la finalización de una tarea, éste deberá inmediatamente solicitar ayuda al director del proyecto

- Recursos: son las personas encargadas de la realización de las tareas y de la elaboración de los entregables. Son los responsables de obtener unos resultados de calidad en sus tareas en el menor tiempo posible y de facilitar este resultado a la tarea sucesora.
- Gestor de Recursos: son los encargados de proveer de recursos cualificados para la realización de las tareas que engloba un proyecto. El manager del recurso tambor puede actuar también como organizador maestro para la organización, desarrollando y manteniendo la planificación del recurso tambor.
- Otros roles pueden ser asignados en caso de ser necesarios para el desarrollo del proyecto.

A continuación se muestra un ejemplo de matriz de asignación de responsabilidades en la gestión de proyectos.

#	Tarea	Parte Implicada									
		Cliente	Lider del Proyecto	Planificador del Proyecto	Administrador del Proyecto	Director de Paquetes de Trabajo	Director de Recursos	Director de Tareas	Recurso	Gerencia	Contratista
1	Carta del Proyecto	A	R	I	I	I	I	I	I	I	
2	Plan del Proyecto	A	R	I	I	I	I	I	I	I	
3	Procesos del Proyecto		A	I	R	I	C	I	I	I	I
4	Requerimientos del Proyecto	A,R	C	I		C	C	I			I
5	Declaración del Alcance del Proyecto		A	R		C	C				I
6	Anotar los Cambios en el Proyecto		A	C	R	I	I	I	I	I	I
7	Registro de los Riesgos del Proyecto		A	C		C	C	C		I	I
8	Calendario del Proyecto		A	R	I	C	C	I	I	I	I
9	Presupuesto del Proyecto	A	R	I	I	C	C			I	I

Sigla	Rol	Traducción	Descripción
R	Responsable	Subordinado	Este rol realiza el trabajo y es responsable por su realización. Debe existir sólo un R, si existe más de uno, entonces el trabajo debería ser subdividido a un nivel más bajo.
A	Accountable	Responsable	Este rol se encarga de aprobar el trabajo finalizado y a partir de ese momento, se vuelve responsable por él.
C	Consulted	Consultado	Este rol posee la información o capacidad necesaria para terminar el trabajo.
I	Informed	Informado	Este rol debe ser informado sobre el progreso y los resultados del trabajo.

Otro aspecto clave en el liderazgo es la gestión de los conflictos. La sinergia es el efecto que se produce en los equipos cuando el output del mismo es superior a la suma de lo que cada miembro podría obtener individualmente. Esto sucede cuando los miembros del equipo son capaces de apoyarse en las fortalezas individuales para compensar las debilidades individuales. Esta diversidad que posibilita que un equipo obtenga mejores resultados que la suma de sus

partes puede también producir conflictos. Estos conflictos pueden ser productivos si conllevan el desarrollo de mejoras. Existe una matriz de predicción del resultado de un conflicto en función de la actitud adoptada por las personas involucradas.

Actitud	Resolucion de problemas	Imposicion	Transigente	Tranquilo	Retraido
Resolucion de problemas	Resolucion de Problemas (WW)	RP o Imposicion (WW o WL)	Resolucion de Problemas (WW)	Resolucion de Problemas (WW)	Resolucion de Problemas (WW)
Imposicion	Imposicion (WL)	Compañeros Rancios (LL)	Imposicion (WL)	Imposicion (WL)	Imposicion (WL)
Transigente	Resolucion de Problemas (WW)	Imposicion (WL)	Transigente (LL)	Transigente (LL)	Transigente (LL)
Tranquilo	Resolucion de Problemas (WW)	Imposicion (WL)	Transigente (LL)	Tranquilo (LL)	Tranquilo (LL)
Retraido	Resolucion de Problemas (WW)	Imposicion (WL)	Transigente (LL)	Tranquilo (LL)	Retraido (LL)

Salvo si se está en una posición muy dominante la mejor solución para solventar un conflicto es la optar por la resolución del problema mediante una opción Win-Win. Una buena idea para tratar de resolver un conflicto consiste en entender el punto de vista de la otra persona antes de intentar explicarle el tuyo, es lo que se conoce como empatía. Una buena técnica para la resolución de conflictos es el método de la nube que se evapora (“evaporating cloud”) de Goldratt.

2.2.3- CARTA DEL PROYECTO.

No se debe empezar un proyecto para el que no se haya realizado la carta o definición del mismo (“Project Charter”). En caso de la incorporación a un proyecto en marcha, si no se ha establecido la carta del proyecto, se deberá escribir una y trabajar para que todos los participantes en el proyecto estén de acuerdo con la misma. Se debe tener presente que la carta del proyecto es tu autorización como director del proyecto.

Según PMBOK un proyecto debe tener las siguientes características:

- Objetivo establecido.
- Tiempo de vida establecido con inicio y fin.
- Involucración de diferentes departamentos o profesionales.
- Realización de algo que no se ha realizado antes (normalmente).
- Medidas específicas de tiempo, costes y rendimiento.

La carta del proyecto es el elemento necesario para alinear a las personas en la comprensión del proyecto y, por tanto, debe de ser accesible para todas las partes implicadas y no debe ocupar más de 3 páginas. Los elementos clave que debe incluir son:

- Visión: debe generar una foto mental del resultado del proyecto.
- Propósito: debe de proporciona el porqué de la realización del proyecto.
- Miembros: equipo que preparará el plan del proyecto, incluyendo la asignación de director.
- Vinculación de la organización: debe indicar qué partes de la organización están involucradas en el proyecto y a qué personas reportan los miembros del equipo.
- Fronteras: debe determinar qué se incluye en el proyecto y qué no.
- Asunciones clave y limitaciones.
- Responsabilidades individuales y del equipo en la elaboración del plan del proyecto.
- Directrices operativas para el equipo de planificación del proyecto.

Es recomendable que la aprobación de la carta del proyecto sea la autorización para desarrollar un plan de proyecto y que la aprobación del plan de proyecto signifique la aprobación del proyecto.

La carta del proyecto debe ilustrar la foto del resultado que queremos alcanzar con el proyecto. Este documento debe ser suficientemente claro para indicar la dirección a seguir en la ejecución del proyecto y, a la vez, suficientemente amplia para dar sentido a todo el mundo. Los pasos claves para proporcionar una correcta visión del proyecto son:

- Entender el propósito del cliente, metas y plan estratégico.
- Definir el propósito y las metas del proyecto.
- Determinar la foto mental del cliente del producto final del proyecto.
- Poner el documento a disposición de los miembros del equipo, la dirección y el resto de participantes.
- Revisión y evaluación continua.

Durante la definición del proyecto se han de definir claramente las hipótesis que se plantean durante la concepción y planificación del proyecto con el fin de mitigar las confusiones y conflictos que puedan surgir. Se debe tener presente que las hipótesis pueden hacer referencia a condiciones presentes y futuras dentro del dominio del proyecto. Por otra parte, en esta fase también se han de definir las limitaciones. Las limitaciones son entidades que puede ser que limiten el proyecto, y a veces son hipótesis que están fuera de nuestro control. En la definición de nuestro proyecto se deben incluir únicamente aquellas limitaciones que se sabe que son reales y que afectan materialmente al proyecto.

Todo proyecto debe tener un beneficio asociado. La mayoría de las compañías solicitan un análisis de retorno de la inversión (ROI) antes de la ejecución del proyecto. Es por ello que se necesita una estimación de costes (TCO - Total cost of ownership) que incluya todos los costes asociados a un proyecto hasta el fin de su ciclo de vida, y una estimación de los beneficios esperados.

Con el fin de desarrollar una adecuada definición del proyecto se deben completar los siguientes objetivos:

- Financieros.
 - ❖ Retorno de la Inversión (ROI).
 - ❖ Valor Actual Neto (VAN).
 - ❖ Periodo de Retorno
 - ❖ Tasa Interna de Retorno (TIR).
 - ❖ Análisis de flujos de caja.
- Metas del Proceso
 - ❖ Ciclo de vida.
 - ❖ Disponibilidad.
 - ❖ Eficiencia.
 - ❖ Persistencia.
 - ❖ Entregables del proyecto.
 - ❖ Éxito del nuevo producto.
 - ❖ Posicionamiento de la compañía.
- Satisfacción del Cliente
 - ❖ Elaboración de encuestas de satisfacción.
 - ❖ Análisis del servicio de atención al cliente (tiempo y respuesta).
 - ❖ Devoluciones/quejas del cliente.
 - ❖ Valor añadido económico.
- Formación de Empleados y Crecimiento del Número de Empleados
 - ❖ Satisfacción de empleados.
 - ❖ Formación.
 - ❖ Nuevos empleados.

El proceso de definición de proyecto comienza con la identificación de cuestiones a solucionar y de las acciones que deben acometerse para realizar el seguimiento de dichas cuestiones. Estas

cuestiones no deben de ser resueltas inmediatamente por la persona que las detecta sino que deben ser asignadas a alguien que será el encargado de resolverlas y cerrarlas. Se debe mantener un repositorio con la siguiente información sobre las cuestiones y sus resoluciones:

- Número de seguimiento.
- Fecha de introducción.
- Descripción.
- Estado (abierta/cerrada).
- Persona responsable de la cuestión.
- Fecha prevista de finalización o fecha de resolución.

Además, para un seguimiento efectivo se deben tener presentes los siguientes aspectos:

- Solo debe haber una persona responsable para una cuestión dada. Puede ser que sean necesarias más de una persona para resolver la cuestión, pero sólo una será responsable.
- No hay que intentar resolver las cuestiones conforme se descubren, sino que se debe asignar a alguien para que las resuelva.
- Siempre hay que tener una fecha de resolución. Si no se puede dar una fecha, se ha de solicitar una fecha en la que se pueda conocer la fecha de resolución.
- Se debe hacer un seguimiento semanal de todas las cuestiones abiertas.

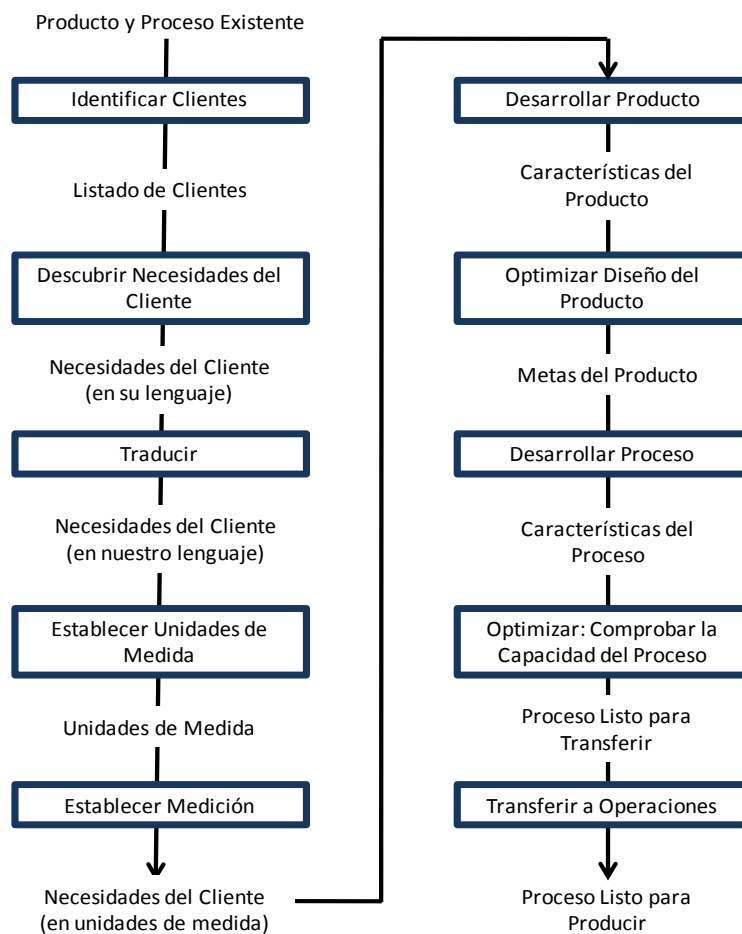
2.2.4- SOLUCIÓN CORRECTA

La solución correcta comienza con la comprensión de los requerimientos de las partes implicadas en el proyecto con el fin de alcanzar el éxito del mismo, y continúa plasmando estos requerimientos en un alcance adecuado y en una correcta asignación de responsabilidades. La solución correcta es el camino principal para reducir todos los tipos de despilfarros.

Dar una solución incorrecta al proyecto es el peor tipo de despilfarro que puede haber en la gestión de proyectos. Todo proyecto debe comenzar con la determinación de los requerimientos del cliente. Podemos en este punto distinguir entre dos tipos de proyectos principalmente. Unos comienzan con una detallada lista de especificaciones de proyecto, en cuyo caso es bastante sencillo detectar los requerimientos del cliente puesto que están escritos. Otros comienzan con un problema a resolver o una oportunidad a explotar. En este segundo tipo de proyectos es vital entender los requerimientos del cliente para obtener una solución efectiva.

La documentación del proyecto debe describir los requerimientos de negocio de un proyecto en forma de los resultados que el cliente espera. Según Mekelburg, “todo requerimiento debe poder plasmarse de la siguiente forma [parte implicada] espera ser capaz de [actividad de negocio]”.

El segundo punto clave en la definición de requerimientos consiste en determinar el modo en que se evaluará el grado de cumplimiento de los mismos. Los criterios de cierre se deben definir a la vez que se desarrollan los requerimientos con el fin de cerciorarse de que los requerimientos son evaluables. La herramienta utilizada para desarrollar y comunicar los requerimientos es la “Matriz de Juran”



Número	Requerimiento	Unidad de Medida	Sensor	Criterio
1	Los propietarios del proyecto esperan ser capaces de identificar el alcance completo del proyecto	Elementos del alcance entregado	Aprobación del propietario del proyecto	El dueño del proyecto aprueba el WBS a un nivel que se identifiquen todos los entregables
2	Los propietarios del proyecto esperan ser capaces de entender el calendario del proyecto	Fechas	Carta de secuencia de eventos del proceso	Los principales entregables tienen una fecha de entrega asociada
3	Las partes implicadas en el proyecto esperan ser capaces de identificar los elementos del presupuesto	Dinero	Tabla del presupuesto	Todos los entregables tienen un presupuesto asociado

Juran recomienda que la matriz permita una jerarquía de requerimientos. La idea consiste en que inicialmente se pueda definir un requerimiento general del proceso y a partir de este se pueden desarrollar requerimientos a un nivel más bajo de detalle. La jerarquía empleada no debe ser superior a 3 niveles y los requerimientos de la matriz deben estar en un lenguaje que entienda la totalidad de involucrados en el proyecto.

Escoger una dirección en la que encaminar la solución si un completo estudio de mercado es una solución no válida, ya que una vez que se toma una dirección es muy difícil volver atrás. El director de un proyecto debe asegurarse de que un número amplio de alternativas se han desarrollado y tenido en cuenta antes de seleccionar la solución que considera adecuada.

Nadler y Hibino definen 7 principios para la resolución creativa de problemas:

- Singularidad.
- Propósitos.
- Solución después-siguiente (after-next).
- Sistemas.
- Recolección limitada de la información.
- Diseño de las personas.
- Mejora de la línea de tiempos.

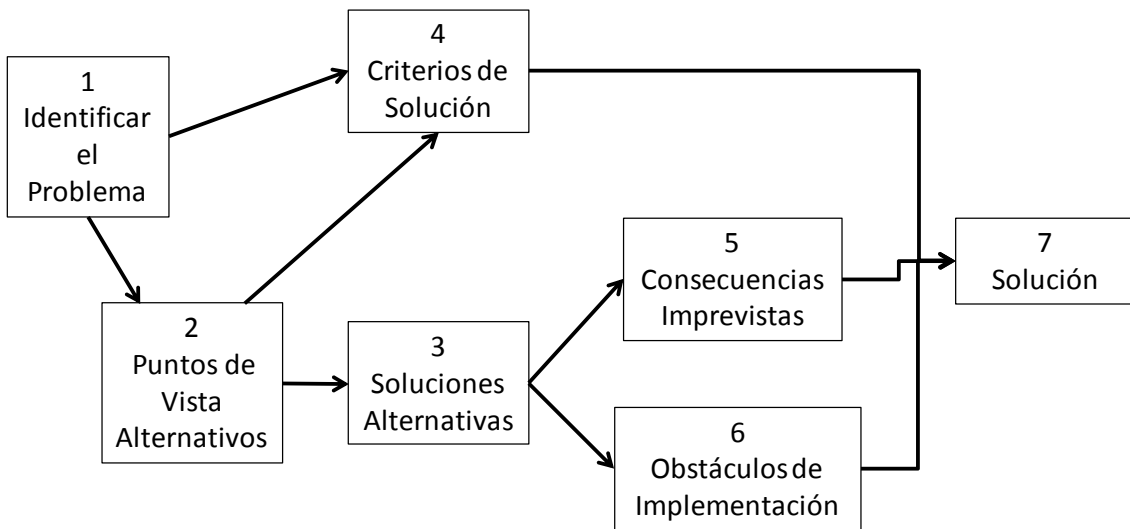
El principio de la recolección limitada de la información afirma que no se debe convertir uno en experto en la materia o el problema que a resolver, sino que debe enfocar la búsqueda en encontrar elementos que den soporte a las decisiones que se deben tomar. Los propósitos de este principio son:

- Focalizar los esfuerzos en obtener únicamente la información necesaria para un proyecto en concreto.
- Dar sentido a la información existente.
- Fomentar la creación de redes de trabajo para obtener información, contactos y resultados.
- Evitar la desorganización.
- Disminuir la preparación de documentos innecesarios que no son leídos.
- Evitar la recolección de información como fin en sí mismo sin importar los propósitos de uso de dicha información.
- Maximizar el uso de tiempo esfuerzos y recursos.

El pensamiento crítico es el pensamiento que conduce hacia las buenas decisiones y hacia las buenas soluciones a problemas. El pensamiento crítico es el resultado de la interpretación,

análisis, evaluación y la inferencia. A continuación se enumeran los pasos que definen el pensamiento crítico:

- Definir el problema en términos del objetivo a alcanzar.
- Considerar el problema desde varios puntos de vista.
- Considerar un mínimo de tres posibles soluciones al problema.
- Establecer y utilizar criterios claros para seleccionar una de las soluciones que se han desarrollado.
- Evaluar posibles consecuencias no deseadas de la solución adoptada.
- Evaluar posibles obstáculos de implementación.



Las habilidades asociadas al pensamiento crítico son útiles para la resolución de problemas, la toma de decisiones, la planificación y la argumentación.

Hay gente que contrapone el pensamiento crítico con el pensamiento creativo, pero el autor considera que el pensamiento creativo es una parte necesaria del pensamiento crítico.

DeBono es el inventor del pensamiento lateral y propone la siguiente lista de elementos a considerar para diseñar operaciones:

- Subir a un concepto más amplio.
- Bajar a una idea o concepto más específico.
- Considerar alternativas.
- Realizar un escaneo de los factores que pueden influir o afectar al diseño.
- Cuestionar las ideas básicas del proyecto.
- Considerar cambios fundamentales en lo que se tiene.
- Modificar lo que se ha pensado con anterioridad.
- Desarrollar nuevas ideas.
- Combinar posibles alternativas.
- Seleccionar un concepto o principio y trabajar sobre él.
- Mirar el contexto de las cosas para cambiarlas.

- Plantear nuevas cuestiones para redefinir el problema.
- Provocar otras ideas.
- Fortalecer las ideas que han sido propuestas pero rechazadas debidas a alguna objeción.
- Convertir en prácticos algunos acercamientos no prácticos.
- Analizar el problema y la oportunidad.

El método de los 6 sombreros

Otro método desarrollado por Debono es el método de los 6 sombreros que consiste en analizar un problema desde 6 puntos de vistas diferentes para comprender mejor el problema, y alcanzar mejores y más innovadoras soluciones. El método de los 6 sombreros nos permite centrar nuestro proceso de pensamiento y filtrar nuestras ideas. Este método hace uso del pensamiento paralelo que postula la resolución de problemas mediante el análisis de los mismos desde todo los ángulos posibles.

Un sombrero es algo que puede poner y quitarse fácilmente. Los sombreros son señales visuales que nos permiten cambiar fácilmente nuestro modo de pensar.

Los seis sombreros son:

- El sombrero azul: el sombrero organizador (liderazgo de procesos).
- El sombrero blanco: el sombrero de Dagnet o neutro (únicamente se consideran los hechos).
- El sombrero amarillo: el sombrero de lógica positiva (se considera todo desde un punto de vista positivo).
- El sombrero rojo: el sombrero emocional (sensaciones, sentimientos).
- El sombrero negro: el sombrero negativo (qué hay de malo en el proyecto).
- El sombrero verde: el sombrero creativo (qué pasaría si intentáramos...).

Cuando se utiliza el método de los 6 sombreros, todas las partes juegan todos los roles, es decir, no hay una persona que sea siempre el sombrero negro por ejemplo. Antes del comienzo de la sesión se debe establecer un orden secuencial de uso de los sombreros, aunque este orden puede cambiar en función de cómo discorra la sesión. No obstante se debe tener presente que todos los sombreros se pueden utilizar cuantas veces se deseen, con la única restricción de todos deben ser usados al menos una vez.

Normalmente el sombrero azul se utiliza el primero y el último. El primero para indicar el motivo de la reunión y definir el problema, los objetivos, el resultado que se quiere alcanzar y la secuencia inicial de los sombreros. Al final se utilizará para indicar lo que se ha conseguido, los entregables de la reunión, las conclusiones, los diseños, las soluciones, etc. No obstante también se podría utilizar el sombrero rojo al final para preguntar a la gente sobre sus opiniones acerca del resultado y si creen que se ha realizado un buen trabajo.

Método TRIZ

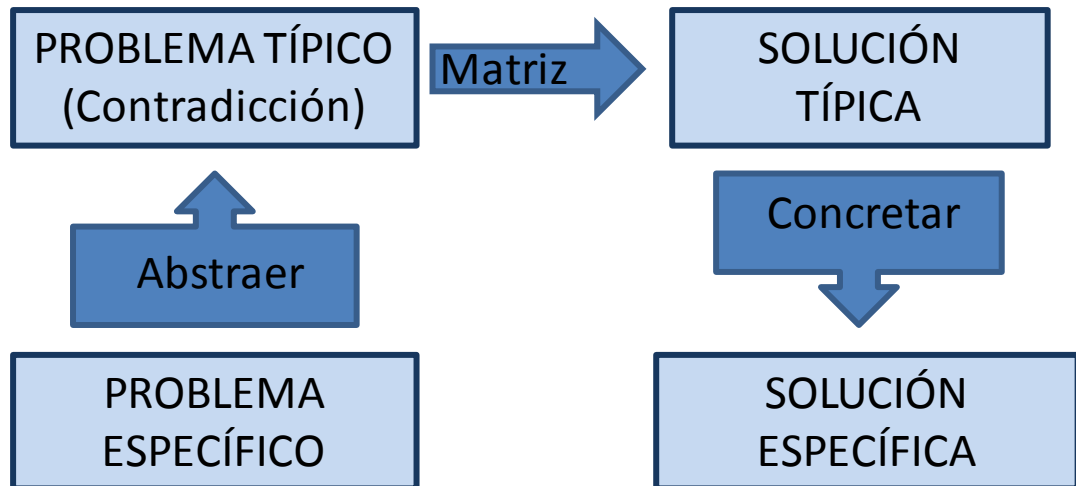
TRIZ es un acrónimo ruso para Teoría para Resolver Problemas de Ingeniería ("Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch" o Теория решения изобретательских задач), la teoría de resolución de problemas y de invención, desarrollada por Genrich Altshuller y sus colegas desde 1946. TRIZ es un método de resolución de problemas de Ingeniería y por tanto únicamente es

válido para la resolución de problemas técnicos que pueden surgir durante la elaboración del proyecto.

TRIZ es una teoría sobre la cual se ha desarrollado una metodología, un conjunto de herramientas basados en modelos para la generación de ideas y soluciones innovadoras para resolver problemas. TRIZ provee de herramientas y métodos para usarse en formulación de problemas, análisis de sistemas, análisis de fallas y patrones de evolución de sistemas. TRIZ nace del análisis de miles de documentos de patentes, de los cuales se extraía el problema y la solución aportada. La presencia de ciertas pautas inventivas repetidas en distintos sectores, el acceso al conocimiento externo al problema y la evolución de las tecnologías, sentaron las bases para la metodología. Triz reposa sobre un sistema de pensamiento dialéctico, que complementa lo anterior con la evolución constante de los sistemas y la presencia y resolución de contradicciones técnicas. A diferencia de técnicas como el Brainstorming (Tormenta de Ideas), basada en la generación de ideas aleatorias, TRIZ anima a crear un enfoque algorítmico para la invención de nuevos sistemas y el refinamiento de viejos.

Dicho algoritmo se puede resumir en los siguientes pasos:

- Ante un problema determinado, "MI PROBLEMA" hay que reconocer sus elementos y su modelo, entrando en la fase conceptual "PROBLEMA MODELO".
- TRIZ ha organizado sus herramientas para que a partir de un modelo de problema, se pueda identificar un modelo de solución "MODELO DE SOLUCIÓN".
- A partir de ahí TRIZ no aporta muchos elementos para pasar de la solución conceptual y abstracta a una aplicación concreta "MI SOLUCIÓN".



Triz postula que todo problema de ingeniería puede enfocarse como una serie de conflictos entre 39 parámetros. Los 39 parámetros de ingeniería definidos son:

1. Peso de un objeto en movimiento
2. Peso del objeto inmóvil
3. Longitud de un objeto en movimiento
4. Longitud de un objeto inmóvil
5. Área de un objeto en movimiento
6. Área de objeto inmóvil
7. Volumen de un objeto en movimiento
8. Volumen de un objeto inmóvil
9. Velocidad
10. Fuerza

11. Tensión, presión
12. Forma
13. Estabilidad del objeto
14. Intensidad
15. Durabilidad de un objeto en movimiento
16. Durabilidad de un objeto inmóvil
17. Temperatura
18. Brillo
19. Energía gastada por un objeto en movimiento
20. Energía gastada por un objeto inmóvil
21. Potencia
22. Gasto de energía
23. Gasto de sustancia
24. Pérdida de información
25. Pérdida de tiempo
26. Cantidad de sustancia
27. Fiabilidad
28. Precisión de medida
29. Precisión de fabricación
30. Factores nocivos que actúan sobre un objeto
31. Efectos secundarios nocivos
32. Fabricación
33. Conveniencia de uso
34. Facilidad de reparación
35. Adaptabilidad
36. Complejidad del dispositivo
37. Complejidad de control
38. Nivel de automatización
39. Productividad

Una vez se ha definido el problema como conflictos entre estas variables, Triz propone 40 técnicas para la resolución de conflictos entre los parámetros de ingeniería anteriormente definidos y que son los siguientes:

1. Segmentación
2. Extracción
3. Calidad local
4. Asimetría
5. Fusión
6. Universalidad
7. Introducir un objeto dentro de otro (“Nested doll”)
8. Anti-peso
9. Anti-acción preliminar
10. Acción preliminar
11. Amortiguación de antemano
12. Equipotencialidad
13. Invierte la acción
14. Esfericidad – Curvatura
15. Dinamismo
16. Acciones parciales o excesivas
17. Otra dimensión
18. Vibración mecánica
19. Acción periódica
20. Continuidad de acciones útiles

21. Omisión
22. Convertir limones en limonada
23. Retroalimentación
24. Intermediario
25. Autoservicio
26. Copia
27. Objetos baratos con corta esperanza de vida
28. Substitución Mecánica
29. Neumáticos e hidráulicos
30. Estructuras flexibles y coberturas delgadas
31. Materiales porosos
32. Cambios de color
33. Homogeneidad
34. Descartar y recuperar
35. Cambio de parámetros
36. Transición de fases
37. Expansión térmica
38. Oxidantes fuertes
39. Atmosfera inerte
40. Materiales compuestos

Se puede apreciar una descripción detallada de las técnicas antes mencionadas y los conflictos que resuelven en el Anexo I del presente documento.

TRIZ ayuda a técnicos de diseño, de calidad, de I+D, de oficina técnica, de fabricación, etc. en cuatro aspectos:

- Resuelve los conflictos técnicos (cuando la mejora de un parámetro o componente de un sistema, conlleva la penalización de otro), aplicando principios de invención estandarizados. TRIZ evita llegar a soluciones intermedias o de optimización del compromiso.
- Conduce hacia el conocimiento científico y técnico necesarios para resolver el problema. En muchas situaciones la dificultad del problema estriba en que la solución está fuera del campo de especialidad del técnico, de la empresa, del sector, o incluso de la industria en general.
- Es una excelente herramienta para la previsión tecnológica. Esto es, dada una necesidad funcional cualquiera, TRIZ predice con detalle, un abanico de diseños novedosos que satisfarán la función.
- Las soluciones obtenidas son en muchos casos patentables, y la propia metodología ayuda a conseguir una mejor calidad en la cartera de patentes.

En paralelo con el desarrollo de soluciones alternativas, se debe desarrollar un método que permita seleccionar la dirección correcta. Normalmente se utiliza lo denominado tabla de criterios ponderados (weighted criteria table). Además, en ocasiones, la solución debe cumplir criterios “GO - NO GO” (MUST CRITERIA) incluso antes de ponderarlos. Solo se deben considerar aquellas alternativas que cumplen con los criterios MUST.

La toma de decisiones robustas consiste en adoptar decisiones que son tan inmunes como sea posible a la incertidumbre, a la incompletitud y a la evolución de la información sobre la que se basan.

El valor monetario esperado (EMV - expected Monetary Value) es un método de elección entre alternativas con resultados incierto. Este método hace frente explícitamente a los resultados inciertos, cosa que no realizan ni la matriz de decisiones ni el método de la nube que se evapora. EMV utiliza un árbol de decisiones para estimar un valor y una probabilidad para cada elección de decisión y resultado posible. Behn y Vaupel extendieron EMV de forma que desarrollaron un modo para contabilizar el grado de confianza que uno puede asignar a un posible resultado. Asignar un nivel de confianza a una probabilidad es necesario para comparar elecciones donde el nivel de confianza varía.

Ullman lleva el proceso de toma de decisiones robustas un paso más allá. El proceso de toma de decisiones robustas genera mapas de confianza de las estimaciones del grado de cumplimiento de un criterio por una alternativa cumple un criterio contra el grado de conocimiento de la estimación. Existen programas específicos para realizar estos cálculos.

Una vez determinada la dirección a tomar hacia la solución, se está preparado para definir el alcance del proyecto. Este alcance dirige las estimaciones de coste y de planificación. La herramienta utilizada para organizar el alcance es el WBS (“Work Breakdown Structure”). WBS en sintonía con el pensamiento TOC proporciona elementos para organizar, integrar, asignar responsabilidades y controlar proyectos.

EL WBS se compone de paquetes de trabajo (“Work packages”), que son asignados a directores de WP para su estimación y ejecución, y que están compuestos por una o varias tareas. Las personas a las que se les asigna los elementos de un WBS tienen que definir un detallado alcance del trabajo, establecer la secuencia de las tareas, y estimar los recursos necesarios para realizar dichas tareas. Ellos son también responsables de identificar las relaciones entre sus WP y los de los demás. Los paquetes de trabajo se componen de:

- Alcance a ser repartido por el WP
- Especificaciones y estándares de los entregables
- Lógica de la actividad
- Estimación de recursos para la actividad
- Las bases para la estimación de recursos de la actividad

Las tareas componen el nivel más bajo dentro del WBS y a este nivel se desarrollan los costes y las estimaciones de duración.

Los elementos que componen un WBS deben proporcionar un resultado evaluable, tangible, que debe ser proporcionado para completar un proyecto mayor o una parte de un proyecto.

Las principales funciones de un WBS son:

- Crear una estructura para los entregables.
- Actuar como un vehículo para integrar y evaluar el rendimiento en coste y tiempo.
- Asociar entregables con sus responsables.
- Estructurar el análisis del proyecto y el reporte.

Una buena alternativa para la asignación de responsabilidades en uso conjunto del WBS y la matriz RACI:

WBS #	Entregable	Responsabilidad						
		Lider del Proyecto	Director de Diseño	Planificador del Proyecto	Administrador del Proyecto	Equipo del Proyecto	Gerencia	Cliente
1	Soporte del Proyecto (project support)	A						
1.1	Carta del Proyecto	A	R	I	I	I	I	I
1.2	Plan del Proyecto	A		C	R	I	C	C
1.3	Dirección del Proyecto	A,R						
1.4	Reportes de Progreso	A		R	I	C	C	I
1.5	Cierre	A		I	I	I	C	R
2	Diseño del Sistema		A					
2.1	Requerimientos Funcionales		A	R	I	C	C	I
2.2	Estudio Alternativo		A	I	I	C	C	

Sigla	Rol	Traducción	Descripción
R	Responsable	Subordinado	Este rol realiza el trabajo y es responsable por su realización. Debe existir sólo un R, si existe más de uno, entonces el trabajo debería ser subdividido a un nivel más bajo.
A	Accountable	Responsable	Este rol se encarga de aprobar el trabajo finalizado y a partir de ese momento, se vuelve responsable por él.
C	Consulted	Consultado	Este rol posee la información o capacidad necesaria para terminar el trabajo.
I	Informed	Informado	Este rol debe ser informado sobre el progreso y los resultados del trabajo.

La definición del alcance, del coste y de la planificación de un proyecto requiere establecer límites e hipótesis. Los límites delimitan qué se incluye dentro del proyecto y qué no. Por otro lado, todo plan de proyecto debe incluir las hipótesis necesarias para proporcionar una estimación razonable de los recursos necesarios para una tarea así como de la duración de la misma.

Una forma efectiva de desarrollar la lógica de un proyecto consiste en identificar inicialmente las principales fases del proyecto en términos de eventos clave para el proyecto. Cada evento debe tener asociado un entregable y no se incluyen fechas. El resultado es una carta de secuencia de eventos. Este es un proceso que se debe realizar en equipo de la siguiente manera:

- Todo el equipo debe estar de acuerdo con la visión final del proyecto.
- Trabajar para recoger hipótesis, riesgos y cuestiones.
- Desarrollar WBS de tres niveles asegurándose que se enfoca en los entregables.
- Desarrollar la secuencia de eventos de derecha a izquierda y hacia abajo.
- La única fecha permitida es la fecha de entrega final al cliente.

2.2.5- GESTIÓN DE LA VARIACIÓN

En la gestión de proyectos podemos distinguir principalmente entre dos tipos de variaciones:

- Variaciones de causa común: es la capacidad de un sistema para reproducir repetidas veces unos resultados medibles.
- Variaciones de causa especial: son variaciones debidas a causas externas al sistema.

El rango necesario para cubrir casi todas las posibles variaciones de causa común varía desde el -50% al +100% (95% de efectividad) del tiempo medio de ejecución.

LPM utiliza buffers para paliar las variaciones de causa común y la gestión de riesgos para paliar las variaciones de causa especial.

El primer impacto que produce la variación en la planificación y la ejecución del proyecto es la aparición de despilfarros debido a retrasos de los siguientes tipos:

- Externo a la tarea
 - ❖ Colas (el input está preparado, pero el recurso no)
 - ❖ Falta de sincronización (el recurso está disponible, pero el input no)
- Interno a la tarea:
 - ❖ Multitarea: No se deben hacer varias tareas a la vez puesto que se generan grandes ineficiencias (hasta 40%).
 - ❖ Ley de Parkinson.
 - ❖ Síndrome del Estudiante.

Se debe tener presente que el coste de retrasar un día un proyecto no es sólo el coste de los recursos afectados sino también el lucro cesante.

LPM implementa los siguientes buffers para la gestión de variaciones de causa común:

- Project buffer: buffer de tiempo al final de la cadena crítica del proyecto.
- Feeding buffer: buffer de tiempo que conecta cadenas no críticas con la cadena crítica.
- Capacity Constraint buffer
- Cost buffer: buffer monetario que comprende el coste total del proyecto.

Ocasionalmente pueden ser necesarios dos buffers adicionales:

- Drum buffer: buffer utilizado para acelerar el proceso en caso de que el recurso tambor quede disponible pronto.
- Resource buffer: buffer que alerta a los recursos necesarios para las tareas de la cadena crítica que pronto habrá una tarea a realizar.

El uso de buffers acompañados de una adecuada aproximación LPM posibilita menores líneas de tiempo y estimaciones de coste para alcanzar el mismo nivel de completitud. Esto se debe a que los buffers concentran matemáticamente la protección frente a riesgos de una manera que requieren menos protección total que la necesaria para todas las tareas.

La gestión de buffers debe siempre responder a dos preguntas:

- ¿Cuándo estará acabado el proyecto?
- ¿Cuánto va a costar?

La gestión de buffers requiere del conocimiento del estado actual de las tareas del proceso precisando un tiempo estimado de finalización de las mismas.

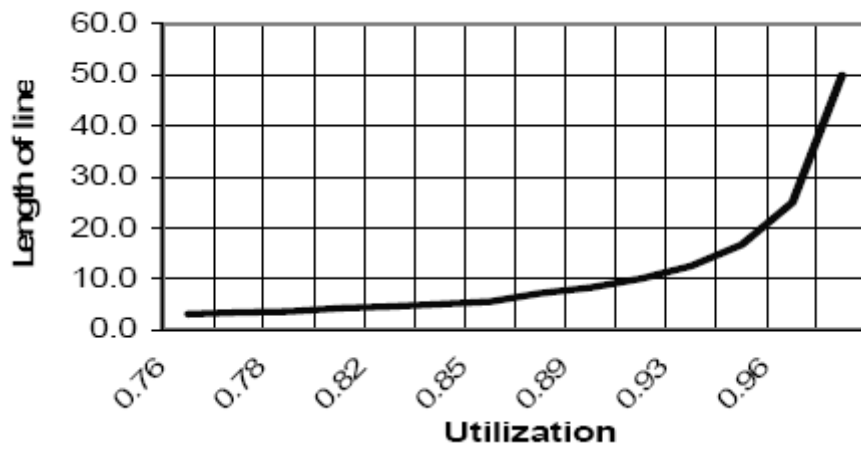
Para la asignación de tiempo a las tareas, Goldratt propone que a estas se les debe asignar un 50% del tiempo normal de ejecución y el buffer final debería de ser la mitad de la suma de las duraciones de las tareas de la cadena crítica, lo cual comprende, aproximadamente, un tercio del tiempo total del proyecto. Otras estimaciones LPM utilizan el mismo principio estadístico de PERT (LPM SSQ).

Leach recomienda el uso de SSQ junto con un tamaño de Project buffer mínimo del 25% de la duración de la cadena crítica y un 10% de mínimo buffer de coste para controlar el sesgo.

Todas estas aproximaciones (PERT, SSQ, Monte-carlo, etc.) reducen el tamaño relativo del buffer conforme el número de tareas crece. Esto implica que los proyectos más grandes son más propensos a acabar en tiempo (cosa que no suele suceder). Leach deduce que esta desviación se debe al sesgo ocasionado porque los métodos antes citados suponen que la variación de las tareas es independiente entre dichas tareas, cosa que no siempre es verdad. Es por ellos que Leach propone estimar los buffers como la suma de los cálculos según los métodos antes mencionados y el sesgo según la siguiente tabla:

Factor de Sesgo	Impacto en la Planificación	Impacto en el Coste
Omisiones	Alguno, no excede el impacto en coste	5%-10%
Fusión ("merging")	<20%	Muy pequeño
Errores	5-25%	5-50%
Exceso de confianza	Ninguno	Ninguno
Encolamiento	LPM: Nominal (Nivelado de Recursos y Buffer de Capacidad)	No impacto directo
Multi-tarea	LPM: Pequeña (Buffers de Alimentación)	Hasta el 40% más el impacto en LOE
Variación de Causa Especial	0-30%	0-30%
Síndrome del Estudiante	Pequeño (Administración de Buffers)	Escaso
Comportamiento de Fechas Fijas (Date Driven Behavior)	Pequeño	5%
Fallo al reportar re-trabajos	0-20%	Cubierto por errores
LOE	Ninguno	LA tasa de LOE genera retrasos en el calendario
TOTAL	10-25% (Buffer de Proyecto) Más con varias tareas paralelas	10-25% (Buffer de Coste)

El Capacity Constraint Buffer se utiliza con el fin de asegurar que el recurso con más demanda tiene suficiente capacidad para realizar la tarea en el tiempo indicado. El grado de utilización del recurso no puede ser del 100% porque si no, los tiempos de espera se disparan (teoría de colas). Es por ello que suele dimensionar el buffer para una utilización del recurso de un 75%.



El buffer de coste realiza la misma función que el buffer del proyecto, pero para coste. Aplica, pues, lo aplicado para dicho buffer. La única diferencia es que el buffer de coste suma todas las tareas en el proyecto, no solo aquellas en la cadena crítica.

2.2.6- GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO

La gestión de riesgos del proyecto es la forma de controlar las variaciones de causa especial que afectan a las tareas. Entendemos por riesgo del proyecto todo evento o condición cuya materialización tiene un efecto positivo o negativo en el objetivo del proyecto.

El riesgo combina probabilidad de que algo ocurra y el impacto de ese suceso. Siendo el riesgo el resultado de multiplicar ambas constantes.

Existen diferentes tipos de riesgos en un proyecto entre los que podemos destacar:

- Riesgo de Programa: Puede provocar insatisfacción en el cliente.
- Riesgo de Negocio: Impacto que el proyecto puede tener en el resto del negocio, incluyendo riesgos financieros y riesgos reputacionales.
- Riesgo de Coste: Potencial impacto en el buffer de costes.
- Riesgo de Planificación: Potencial impacto en el Buffer de planificación.
- Riesgos de Seguridad y Salud: Potencialmente pueden afectar a la salud del equipo de trabajo o al público.
- Riesgo Ambiental: potencialmente pueden afectar al entorno.
- Riesgo Regulatorio: Pueden afectar al proyecto desde algún punto de vista regulatorio (p.e. nuevas leyes).

Uno de los tipos de variaciones de causa especial que aparece en algunos proyectos es un tipo de incertidumbre denominada incertidumbre del diseño. Se suele dar en proyectos de investigación, donde el producto final se desconoce. La manera de manejar estos proyectos es una elaboración progresiva, es decir, solo se debe planear lo que se conoce en detalle, actualizando el plan del proyecto cuando se obtiene nueva información.

El otro tipo de incertidumbre es la conocida como incertidumbre medioambiental y hace referencia a sucesos naturales, nuevas leyes, accidentes, etc. Este tipo de incertidumbre es el objetivo principal de la gestión de riesgos.

El proceso de gestión de riesgos tiene 6 pasos:

- Planificación de la gestión del riesgo.
- Identificación de riesgos.
- Análisis cualitativo de riesgos.
- Análisis cuantitativo de riesgos.
- Monitorización y control de riesgos.

En todo punto de un proyecto donde se introducen hipótesis existe un riesgo asociado. Las mejores opciones para manejar el riesgo son:

- Prevenirlo.
- Identificarlo y monitorizar sus indicadores.
- Realizar acciones preventivas para reducir las consecuencias potenciales de la materialización del riesgo.
- Asegurarse frente al riesgo.

- Prepararse para mitigar el riesgo en caso de que este ocurra.
- Aceptar el riesgo.

Para una correcta gestión de riesgos se debe elaborar una matriz de riesgos que contemple el evento, la probabilidad, el impacto (el impacto se debe medir en función de la ocupación de buffer), el riesgo, los parámetros a monitorizar para controlar el riesgo, las acciones para prevenirlo y las acciones para mitigar sus consecuencias. A continuación se muestra un ejemplo de matriz de riesgos con una aproximación LPM

#	Evento de Riesgo	P	I	R	Comenzar a Monitorizar	Acciones de Prevención	Acciones Mitigantes
1	Como resultado de la presión del trabajo se podría producir reticencia de la dirección al cambio, lo cual podría derivar en un retraso de los beneficios de LPM	3	3	9	Baja asistencia de la dirección a la formación. Falta de liderazgo de la dirección	Sesiones de aceptación de la dirección. Establecimiento y seguimiento de las metas por la gerencia. Asegurarse de las habilidades y disponibilidad de la dirección para el uso de las herramientas	Soporte a la dirección que no esta apoyando la implementación. Consejos correctores de la gerencia.
2	Como resultado de incompatibilidades del sistema puede retrasarse la disponibilidad del software de LPM, lo que desembocaría en la imposibilidad de planificar proyectos en LPM	2	1	2	Reporte de Problemas.	Cuidadosa especificación de los requerimientos del sistema. Pruebas tempranas de la funcionalidad del sistema.	Uso del proveedor del software LPM para la resolución de incompatibilidades.
3	Como resultado de la falta de conocimiento de los socios o la voluntad de participar en LPM, es difícil obtener unos planes LPM integrados, lo que podría derivar en la imposibilidad de planificar adecuadamente el recurso tambor, y continuar con la multi-tarea	2	3	6	Quejas de los socios.		Tecnología alternativa.
4	Como resultado de los continuos cambios en los planes, puede ser requerido un mayor esfuerzo en la planificación, lo que puede derivar en un incremento de costes y/o un retraso en la planificación de los recursos	2	2	4	Quejas y preocupación porque los planes no reflejan la realidad.	Aplicar planificación de "onda móvil" para minimizar el retrabajo de planificación.	Introducir temporalmente apoyo a la planificación. Reducir el horizonte de tiempo de los planes.

P = Probabilidad (1 baja, 2 media, 3 alta)

I = Impacto (1 bajo, 2 medio, 3 alto)

R = Riesgo (P*I)

Una buena aproximación para la gestión del riesgo es distribuir responsabilidades en función del nivel del riesgo:

- Riesgo 6-9: Asignar el riesgo a una persona para que lo monitorice y para que planee y ejecute acciones preventivas y actividades para reducir el impacto.
- Riesgo 3-5: Asignar el riesgo a una persona para monitorizarlo y preparar acciones preventivas y mitigantes.
- Riesgo <3: Monitorizar mensualmente.

Para el proceso de identificar riesgos se pueden utilizar diferentes herramientas y métodos tales como:

- Checklists.
- Programas Informáticos.
- Brainstorming con el equipo.

Es recomendable agrupar los riesgos de la misma naturaleza para que la lista de riesgos a controlar sea manejable.

2.2.7- PLAN DE PROYECTO

El Plan de Proyecto proporciona a todas las partes implicadas en un proyecto la hoja de ruta para el éxito del proyecto. Proporciona tanto la descripción del proyecto como los procedimientos para alcanzar el resultado del mismo. La planificación del proyecto y su control son los elementos claves del Plan del Proyecto, y se basan en una carga efectiva de los recursos, una red nivelada de tareas del proyecto y la planificación de la cadena crítica. Los proyectos deben ser entramados a través de un recurso tabor (cuello de botella) para establecer cuando deber ser comenzados y completados. Todos los proyectos requieren procedimientos de ejecución, incluyendo al menos procedimientos de comunicación y procesos de control de cambios.

PMBOK describe el contenido de un Plan de Proyecto que de alguna forma se sobrevalora como esencial para el éxito, puesto que algunas de las cosas enumeradas son menos esenciales, o no necesarias en absoluto para algunos proyectos.

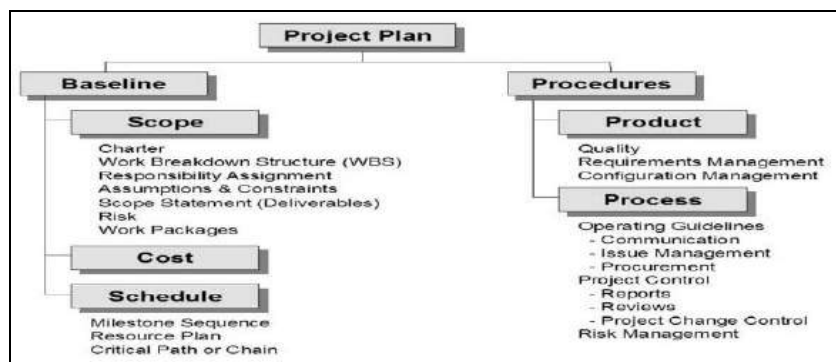
PMI describe el Plan de Gestión de Proyectos como un documento que indica “como el proyecto es ejecutado, monitorizado y controlado, y cerrado” y que se utiliza para:

- Guiar la ejecución del proyecto.
- Documentar las hipótesis del plan de proyecto.
- Documentar las decisiones del plan de proyecto.
- Facilitar la comunicación entre las partes implicadas.
- Definir revisiones por parte de la dirección de puntos clave.
- Proporcionar un baseline para medida y control de proyecto.

Se debe adecuar los contenidos del Plan de Proyecto al alcance del proyecto y otros factores, pero ciertos elementos clave son siempre necesarios de una forma u otra. Esto incluye todo lo que las partes implicadas necesitan conocer para triunfar en el proyecto. Los elementos necesarios incluyen:

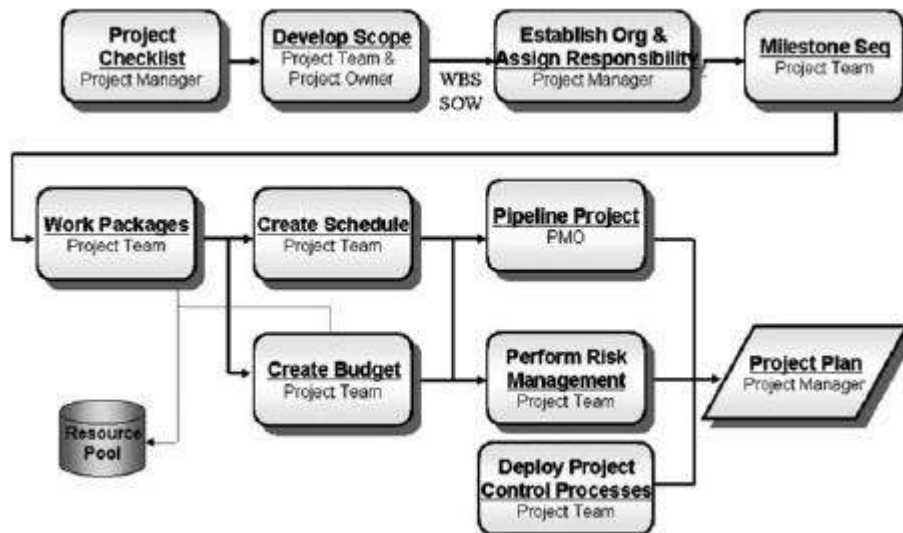
- Informe claro de qué va a entregar el proyecto (el Statement of Work, SOW).
- Asignación de responsabilidades para entregar el SOW.
- Estimación de coste.
- Planificación.

Se debe definir tanto el producto (baseline) como el proceso. La definición del producto incluye el alcance del proyecto, presupuesto, y planificación para el proyecto. La definición del proceso incluye todos los procesos necesarios para su ejecución.



Habitualmente los gestores de proyectos son juzgados basándose en objetivos cumplidos, y por tanto, la mayoría de ellos suelen ver la planificación como una pérdida de tiempo, y a menudo como un sobrecoste innecesario. Esta forma de pensar es del todo incorrecta ya que existen estudios que demuestran que cada dólar invertido en planificación ahorra aproximadamente 1000 dólares en el resultado final de proyecto mediante la reducción de costes, una planificación acelerada, una reducción de los problemas de calidad, etc.

El desarrollo del Plan de Proyecto requiere un proceso iterativo.



La figura no llega a mostrar la cantidad de veces que la mayoría de Planes de Proyecto tienen que retroceder, llegando incluso a empezar desde el Work Breakdown Structure (WBS) para asegurar un plan íntegro.

La figura solo muestra un bloque para los Procesos de Control de Proyecto. Como mínimo, se necesita un proceso para controlar el alcance de proyecto, planificación, y coste si es importante para el proyecto. Controlar estos elementos requiere un efectivo proceso formal de control de cambios del proyecto. Muchos de los directores de proyecto que se quejan sobre cambios en el alcance admiten tener un inefectivo proceso de control de cambios del proyecto.

La red de tareas modela como se desarrollará el proyecto. Esto conducirá a la planificación del proyecto y, a menudo, ayuda a desarrollar el presupuesto del proyecto también. Se usará la red durante todo el proyecto con el fin de autorizar y controlar el trabajo, y para progresar en el proyecto. Los propósitos de la red de tareas son principalmente los siguientes:

- Definir la fecha de entrega del proyecto.
- Determinar la secuencia de actividades necesarias para crear las entregas del proyecto.
- Estimar los recursos del proyecto.
- Planificar la entrega material.
- Determinar las planificaciones de orden material.
- Provee la baseline para la medición de la ejecución del proyecto.

Concentrándose en los elementos básicos de construcción y uso de la red de proyecto, se alcanzará el éxito del proyecto.

La red de tareas define todas las tareas necesarias en el proyecto para producir la totalidad del mismo. La creación de redes es un deporte de equipo. Cuantos más administradores de tareas y recursos se puedan contratar para llevar a cabo el trabajo en la construcción de redes, mayores serán las posibilidades de tener una red eficaz. Cuando se reúne el equipo para construir la red, ya se debe haber desarrollado:

- La visión del proyecto.
- El WBS del proyecto, incluyendo la asignación de responsabilidades.
- La secuencia gráfica de los eventos clave.
- Los supuestos globales de planificación del proyecto.
- La lista de problemas/acciones del proyecto.

Se debe configurar el espacio de planificación con “flip charts” para obtener:

- Las hipótesis del paquete de trabajo.
- Los riesgos.
- Nuevos problemas y acciones.

La red de tareas se desarrolla a partir de cada propuesta en el WBS, y trabajando hacia atrás preguntando: "¿Qué pasos necesito para esta propuesta?" El enfoque de planificación hacia atrás puede ser una herramienta poderosa, similar al diseño del proceso kanban para el trabajo en Lean manufacturing. La planificación hacia atrás puede ayudar a tomar el punto de vista kanban sobre el trabajo del proyecto.

Se crea una tarea para producir cada entrada. Las relaciones o vínculos de tarea unen la salida de una tarea con la entrada de otra tarea.

Se puede usar una variedad de herramientas para crear la red de tareas. Una de las más utilizadas es un caballete flip-chart y unas notas adhesivas amarillas. Se comienza con un entregable del WBS, y se trabaja hacia atrás hasta que se encuentra algo que se deba crear directamente desde la declaración de alcance del proyecto. Se están vinculando los resultados de las tareas para proporcionar las entradas necesarias de tareas siguientes.

Una limitación significativa de utilizar la informática para introducir las tareas es que fomenta la planificación prospectiva y la vinculación de las tareas, frente al desarrollo hacia atrás sugerido anteriormente.

Habitualmente se introducen las tareas en un software de planificación usando el diagrama de Gantt. Este es el procedimiento que se puede utilizar para entrar tareas en MS Project:

- Introducir un nombre de entregable.
- Introducir las tareas según el entregable, en el orden general en que están relacionadas.
- Destacar las tareas según el entregable, y utilizar las flechas del menú para organizar que engloba el entregable.
- Destacar las tareas que enlazan de arriba abajo la cadena, y hacer clic en el icono de la cadena en el menú para vincularlos.
- Añadir otros enlaces a otras tareas. Se puede hacer de varias formas en MS Project.
- Volver a la tarea superior, e introducir la duración de la tarea principal y los recursos.

Una vez que se ha obtenido una red de tareas considerada válida, se necesita identificar los recursos necesarios para realizar cada tarea. La planificación LPM debe tener siempre un

recurso para una tarea. El administrador recurso puede ser el mismo que el de gestión de tareas, pero no tiene por qué serlo, y por lo general no lo es en proyectos de mayor envergadura. En proyectos de envergadura, el Administrador de tareas con frecuencia también desempeña la función de supervisor o jefe de trabajo. Si sólo se tiene un recurso, asignar el 100% de ese recurso para la tarea y estimar la duración en consecuencia. Si utiliza más de un recurso en la tarea, por lo menos un recurso debe ser al 100%: es el recurso que determina la duración de la tarea.

Siempre se debe poner la mayor cantidad posible de recursos a una tarea para llevarla a cabo con eficacia. No se debe asignar arbitrariamente una fracción de los recursos de la organización a un proyecto determinado, ni se deben asignar los recursos que determinan la duración de tareas para perder una fracción de su tiempo en diversos proyectos. No es adecuado tratar de realizar múltiples tareas en paralelo, lo que LPM llama mala multitarea.

Para organizaciones y proyectos mayores, generalmente es mejor identificar los recursos por tipo de habilidades inicialmente, en lugar de por su nombre. Esto proporciona la máxima flexibilidad lo que puede ayudar a agilizar los proyectos.

Se pueden tener varios recursos del mismo tipo en una tarea (por ejemplo: 5 Ingenieros, o 500%). También se puede tener múltiples tipos de recursos en una tarea. Los recursos de apoyo pueden ser necesarios en menos del 100% de la tarea. Se debe establecer un límite inferior, por ejemplo, 10%, y no incluir los recursos que serían necesarios en menos de ese porcentaje.

Se necesita una forma de alertar a los recursos de tareas a tiempo parcial cuándo una tarea es probable que los necesite, y ayudarles a priorizar cuál debe ser su próxima tarea.

Los recursos a tiempo parcial a menudo aparecen en las tareas de revisión del producto, por ejemplo, cinco personas deben revisar un documento importante. A menos que se proporcione una tarea para revisar este documento, la mayoría de los programas de ordenador extenderán las horas de revisión en toda la duración de la tarea. Incluso si se utiliza una tarea de revisión, la nivelación de recursos con frecuencia pasará la revisión de tareas de modo que no interfiera con cualquier otra tarea de todos los revisores, ya que éstos están programados al 100% en sus otras tareas. De este modo, se puede encontrar la revisión de un proceso completo del trabajo lejos de la programación real de la fecha prevista de finalización de los trabajos. Como en los recursos de apoyo, lo que se necesita es llegar a una forma eficaz para planificar las tareas de revisión. Generalmente no se cargan los recursos en caso de que se demanden sólo unas pocas horas del tiempo de un recurso determinado, sino que se añaden en las notas de tarea una lista de revisores determinados.

La duración estimada para toda tarea debe ser del tipo "50/50". Es decir, si el promedio de recursos del tipo asignados fueran para hacer esa tarea muchas veces, la mitad de las veces se debería tomar más tiempo de la duración estimada, y la mitad de las veces se debería tomar menos tiempo de la duración estimada. Los datos disponibles sugieren que en la mayoría de los casos, la estimación 50/50 debe ser la mitad o menos de la estimación 90/10. Por esta razón, la práctica común es que cuando se empieza con LPM es preguntar a la gente estimaciones de duración, y a continuación, poner la mitad de esa estimación de duración en la duración de la tarea en la planificación. Los buffers al final de las cadenas de tareas absorben la otra mitad de la duración de la tarea. Hay excepciones donde la duración de tarea no es impulsada por los recursos de trabajo, por ejemplo, una prueba de grabación de cinco días. En esos casos, se debe configurar la duración según sea necesario.

La mayoría de herramientas de planificación de proyectos proporcionan una variedad de relaciones entre tareas. Las dependencias por lo general incluyen:

- Finalizar para empezar.

- Empezar para comenzar.
- Finalizar para terminar.
- Empezar para finalizar.

Como norma general, establecer plazos de entrega intermedios es negativo. Es mejor utilizar sólo relaciones de finalizar para empezar.

La mayoría de herramientas de planificación de proyectos proporcionan un gran número de limitaciones que se pueden dar en las tareas. Pueden incluir:

- Empezar no antes de (SNET).
- Empezar no más tarde de.
- Deber empezar en.
- Debe terminar en.
- Finalizar no antes de.
- Finalizar no más tarde de.
- Tan pronto como sea posible.
- Tan tarde como sea posible.

Siempre que sea posible, se debe usar la limitación “tan pronto como sea posible” para el comienzo de las tareas. La razón por la que no se deberían utilizar limitaciones de fecha fija es que pueden influir negativamente en la identificación de la cadena crítica.

LPM requiere una nivelación de recursos de red antes de identificar la cadena de crítica. La nivelación de recursos mueve las tareas de modo que, para cualquier intervalo de tiempo, el total de recursos exigido por todas las tareas programadas en ese intervalo no es superior a la cantidad de recursos disponibles. Para que esto funcione, se tiene que especificar el número de recursos disponibles de cada tipo de recurso.

La nivelación de recursos retrasa las tareas, según sea necesario, para igualar la oferta y la demanda. El truco es decidir cuáles serán las tareas a retrasar, para que el proyecto concluya en el plazo más breve posible. El problema de la nivelación de recursos es lo que se conoce en matemáticas como problema *np-hard*: no puede haber una solución óptima para este tipo de problema. Por lo tanto, los algoritmos de nivelación de recursos tratan de ofrecer una buena respuesta.

La comprensión de la variación nos indica que el proyecto no se va a llevar a cabo como indican las barras en el diagrama de Gantt: cada tarea va a tener menos o más tiempo que la cantidad de tiempo que se muestra. La operación de la nivelación de recursos proporciona cierta garantía de que el tiempo total asignado para el proyecto es factible a tenor de los recursos disponibles. LPM proporciona información dinámica para responder, para cada recurso, "¿Cuál es la siguiente tarea en la que debo trabajar?" Esa respuesta depende de los progresos de las tareas predecesoras.

Existe un tipo de diagrama de red de tareas llamado gráfico PERT que ilustra las tareas y cierta información sobre ellas. El gráfico PERT es una buena ilustración visual de una red de tareas. Cada tarea tiene un determinado número WBS, un nombre y otra información. Si se puede, se debe suprimir la información de la fecha de tarea en los proyectos LPM, ya que las fechas de tarea no tienen importancia. El gráfico PERT proporciona una forma útil de mostrar un proyecto complejo en un gran formato de impresión. A veces es más fácil comprobar todos los vínculos predecesor / sucesor mediante el gráfico PERT. PERT incluye un método de planificación

probabilística, utilizando tres estimaciones para cada duración o coste de tarea. Aunque hay algunos puntos débiles con este enfoque como se aplica inicialmente, se puede utilizar para estimar buffers según se madura el enfoque LPM, y si no se desea ir al último paso de la simulación de Monte-Carlo para los tamaños de buffer.

Las siguientes buenas prácticas ayudan a crear redes de tarea eficaces:

- Mantener el mínimo número necesario de tareas para crear los resultados finales.
- Asegurarse de que el número de tareas son suficientes para orientar los entregables de la gestión de tareas.
- Las tareas deben establecer medidas de finalización de objetivos --- salida identificable.
- La cadena crítica debe tener al menos diez actividades, pero es mejor si tiene más.
- Ninguna tarea simple debería ocupar más de un 10% de la cadena crítica.
- Las tareas no deben ir más allá de un mes de duración.
- Revisar la red para que no haya trabajo no válido, y eliminarlo en caso de que lo haya.
- Revisar la red para reducir las siete causas de despilfarro.

Algunos errores comunes en las redes de tarea son:

- Tareas no unidas (alias cabos sueltos): todos los caminos de las tareas deben llevar a finalizar una sola etapa.
- Limitaciones innecesarias de fecha (hitos contractuales).
- Tareas sin salidas identificables.
- Duraciones de tareas basadas en multitarea.
- Lógica imperfecta.
- Enlaces a/desde tareas resumen.
- Ítems en la cadena crítica que no son críticos, por ejemplo, documentación.
- Enlaces extra.
- Entregables del proyecto no identificados en WBS.
- Tareas excesivamente largas sin resultados medibles.
- Demasiadas pocas tareas en la cadena crítica.
- Demasiados caminos paralelos.

El siguiente paso en la gestión de proyectos, según LPM, es identificar la limitación de un proyecto simple: la cadena crítica. La cadena crítica es el camino más largo a través del proyecto después de la nivelación de recursos. La cadena crítica puede saltar los caminos lógicos del proyecto, pero sólo cuando las tareas están saltando a compartir el mismo recurso crítico. La mejor manera de identificar la cadena crítica es trabajar hacia atrás a través de la red de caminos críticos nivelados, identificando las tareas de la cadena crítica.

El último paso para crear un plan de proyecto LPM es determinar el tamaño e insertar buffers. Este plan debe tener un Buffer de Alimentación y un Buffer de Proyecto. En este caso, el plan completo de cadena crítica es un poco más largo que el plan inicial de cadena crítica, pero significativamente más corta que lo que se hubiera obtenido simplemente por el plan de ruta crítica de la nivelación de recursos.

Para proyectos más grandes, la cadena crítica inicial que se propone no es habitualmente la correcta ya que:

- Por lo general es demasiado larga.
- A menudo contiene actividades que no deben retener el proyecto.

Por lo tanto, se deberá estudiar detenidamente la red inicial, y revisar lo que sea necesario para llegar a un plan viable. Algunas de las medidas que puede tomar son las siguientes:

- Uso de múltiples ciclos de Identificar-> Aprovechar-> Subordinar.
- Verificar la lógica de la tarea.
- Ver si existen lagunas en la cadena crítica.
 - ❖ ¿Se puede eliminar la causa?
 - ❖ ¿Se tienen limitaciones de tarea que se extienden a la cadena crítica?
 - ❖ ¿Se pueden hacer tareas en paralelo?
 - ❖ ¿Tiene que terminarse una tarea completamente antes de que otra pueda comenzar?
- Considerar la posibilidad de revisar las asignaciones de recursos
 - ❖ ¿Se pueden utilizar recursos adicionales en las tareas de la cadena crítica para reducir la duración y sacarlos de la cadena crítica?
 - ❖ ¿Se pueden aplicar diferentes recursos para llevar a cabo la tarea, cambiando la ruta seguida de recursos?

Una vez que se está satisfecho con la red y la cadena crítica, será necesario clasificar según el tamaño y colocar buffers para completar el plan de proyecto. La siguiente sección cubre el entramado de proyectos múltiples.

El último paso para establecer las programaciones de proyectos LPM en la mayoría de las organizaciones es entramar los proyectos. El entramado establece pull de proyecto mediante la fijación de fechas de inicio y fin de todos los proyectos en tramitación. El entramado es el último paso necesario en cualquier organización que realiza múltiples proyectos y permite acelerar la ejecución de los proyectos. El entramado retrasa el inicio de los proyectos en su conjunto, permitiendo así que todos los proyectos terminen antes. Impide la sobrecarga de los recursos de la organización con un buffer de limitación de capacidad.

Si no se dispone del software para automatizar el entramado, se puede hacer generando, en la misma escala de tiempo, gráficos de carga de recursos para el recurso tambor, y determinando cuánto se tiene que demorar un proyecto con relación a los demás a fin de mantener la capacidad de protección del buffer de limitación de capacidad. En general, se debe poner las “piedras grandes” (*big rocks*) en primer lugar.

El entramado crea una solución win-win para todos los proyectos. Si la madurez de la organización requiere evitar el uso de la palabra prioridad, es mejor no usarla. Se puede utilizar palabras como número de secuencia o número de pipeline, o lo que se quiera. La cuestión es salir del proceso del entramado con las fechas de inicio de proyectos que maximicen el rendimiento de la organización.

El entramado no pretende nivelar todos los recursos a través de todos los proyectos, y por tanto, tiene un resultado radicalmente distinto de cualquier enfoque no LPM a la planificación de múltiples proyectos. Nivelar todos los recursos a través de todos los proyectos extendería la duración de todos los proyectos. Asimismo, exigiría que todas las planificaciones de los

proyectos cambiaran según se añadieran nuevos proyectos al pipeline. No nivelar todos los recursos maximiza el rendimiento del proyecto.

El proceso de entramado utiliza un tipo de recurso compartido a través de los múltiples proyectos, llamado el recurso tambor, para retrasar el inicio del proyecto. El recurso tambor debe ser el recurso pensado para tener la carga más alta demandada al ratio de capacidad (utilización), y debería tener relativamente largas duraciones de tarea. El entramado mueve todos los proyectos hasta que la carga del recurso tambor esté nivelada, en promedio.

En general, el “bucket time” utilizado para el entramado debería ser más largo que el bucket time utilizado para nivelar recursos dentro de cada proyecto individual.

El entramado debe permitir un buffer de limitación de capacidad en la carga del recurso tambor. El buffer de limitación de capacidad planifica la carga del recurso tambor en menos que su plena capacidad. La razón de hacer esto es para evitar retrasos excesivos de espera para poder trabajar en las tareas con el recurso tambor.

El entramado puede dar lugar a aparente sobrecarga temporal de otros recursos que no sean el recurso tambor cuando los proyectos se inician secuencialmente. La duración total de los proyectos, incluidos los buffers, permitirá a todos los recursos completar su trabajo requerido dentro de la duración total. El enfoque de la ejecución de proyectos LPM proporciona las herramientas para gestionar esto. Ya que el recurso tambor es el recurso con la más alta carga demandada a la ratio de capacidad, y es nivelada, la demanda a la capacidad de todos los demás recursos será menor que la del recurso tambor.

En la propuesta y en la etapa Charter del proyecto, por lo general, se debe desarrollar el coste total de propiedad (TCO = Total Cost Ownership) para la solución propuesta. El TCO incluye el desarrollo, implementación y los costes de mantenimiento en curso para la solución propuesta. Comparar los beneficios previstos para con el TCO del proyecto para estimar el retorno de la inversión (ROI = Return of Investment).

Se debe estimar cada tarea en el plan a su valor medio, con una indicación de la incertidumbre de ese valor. Para cada estimación de los costes, se debe dar la Base de Estimación (BOE = Basis of Estimate).

Las estimaciones de costes son inseguras. Las herramientas estadísticas son la única forma eficaz de manejar tal variación.

La lista de posibles procesos y procedimientos de control del proyecto puede ser muy larga, pero consideraremos al menos algunos de los siguientes:

- Comunicación
- Recursos Humanos / Formación
- Requisitos de Gestión
- Calidad (incluyendo la aceptación del producto)
- Gestión de Configuración / Control de documentos
- Garantía
- Seguridad
- Privacidad
- Cierre del proyecto

Se debe estar seguro de que los procesos de control no introduzcan trabajo añadido sin valor ni despilfarros.

La gestión de riesgos del proyecto se ha convertido en un tema principal de los proyectos en los libros de los últimos años. Esto se debe en parte a algunas ideas erróneas sobre la naturaleza de la incertidumbre inherente a los planes de proyecto. Sin embargo, es importante considerar lo que podría salir mal en el proyecto, y adoptar las medidas necesarias para prevenir o mitigar los hechos que se pueden prever.

La herramienta de comunicación del proyecto más común y problemática son las reuniones. Se deben seguir las siguientes reglas para las reuniones:

- Asegurarse de que una reunión es necesaria.
- Asegurarse de que todas las personas que necesitan estar allí para asistir, y sólo aquellos que necesitan estar allí.
- Publicar un programa antes de la reunión.
- Aclarar el programa y las expectativas de la reunión al comienzo de la reunión.
- A menos que sea una reunión para resolver un asunto en particular, no tratar de resolver todas las cuestiones en la reunión. Apuntar las cuestiones, y asignar a una persona para dirigir la resolución de éstas.
- Resumir los resultados de la reunión al finalizar, y publicar los resultados como actas de las reuniones para informar a todos los que necesitan saber los resultados.
- Por encima de todo, hacer reuniones lo más breves posible.

Todos los proyectos sufren cambios. Una rigurosa gestión del cambio conduce a proyectos eficaces y a partes implicadas felices. Hay dos elementos clave para procesos de control de cambio efectivos:

- Deben operar rápidamente cambios de disposición. Una acumulación de cambios sin resolver es una señal segura de desastre de proyecto.
- Cambiar las solicitudes debe incluir una estimación de los impactos del proyecto en factores críticos de éxito, al menos incluyendo entre ellos el alcance del proyecto, coste y programa.

Un proyecto pequeño y de bajo riesgo sólo requerirá un charter, un WBS, un presupuesto y un programa. Por otra parte, los proyectos grandes y de alto riesgo pueden requerir un amplio esfuerzo de planificación y documentación, incluyendo un número de documentos específicos y procedimientos que apoyen y pongan en práctica el plan de proyecto.

Aunque se fije la configuración del plan de proyecto, se debe mantener un proceso de actualización rápida y sencilla. Se debe hacer un seguimiento de los cambios con un número de revisión, la fecha y la explicación, y garantizar la notificación a todas las partes interesadas del proyecto cuando el plan se actualiza.

2.2.8- EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La ejecución de proyectos Lean despliega el principio Lean de “Pull” para que los proyectos se realicen de principio a fin con una mínima generación de pérdidas. La analogía de la carrera de relevos de Ohno se aplica a la Gestión de Proyectos Lean, al igual que se hizo a la producción. En lugar de la tarjeta Kanban usada para aplicar flujo a través de control visual en la industria manufacturera, el flujo de proyecto es ejecutado por “hand-offs” o entregables desde las tareas del proyecto predecesor a las tareas del proyecto sucesor. La aplicación del “pull and enhance flow” a los proyectos requiere responder a tres preguntas:

- Para los proyectos, recursos, y administradores de tareas: "¿Cuál es la siguiente tarea que debo hacer?"
- Para el líder del proyecto, "¿Cuándo voy a tomar medidas para acelerar el proyecto"?
- Para algunos proyectos, el líder del proyecto y los cargos directivos también necesitan saber, "¿Cuánto va a costar?"

La respuesta a la primera cuestión, va dirigida a evitar una incorrecta multitarea. Se debe enfocar la ejecución del proyecto siguiendo la analogía de una carrera de relevos. Finalizando las tareas tan pronto como sea posible para dar el relevo a otras en espera. La respuesta a la segunda cuestión ayuda al equipo de proyecto a decidir cuándo tomar medidas para recuperar el buffer gastado en una proporción demasiado alta. La respuesta a la tercera cuestión ayuda al equipo de proyecto a decidir cuándo tomar las medidas de ahorro de costes, o solicitar un presupuesto adicional.

La función principal del director del proyecto durante la ejecución es ayudar a todas las partes implicadas en el proyecto a lograr el éxito mediante el suministro de feedback sobre el éxito del proyecto y mediante el uso del plan del proyecto.

Los proyectos LPM requieren el seguimiento de su estado en tiempo real, conocer cuándo realmente empiezan y terminan las tareas, y obtener estimaciones sobre el resto de la duración de las tareas en ejecución. Usar la priorización de tareas de esta manera permite a los recursos centrarse en una tarea de proyecto cada vez, completándola así en el mínimo tiempo posible. Las tareas no tienen fechas de vencimiento. Estas ayudas evitan tener la Ley de Parkinson o el Síndrome de Estudiante. La capacidad de actualizar la duración restante después de comenzar las tareas también fomenta la utilización de estimaciones de duración de tarea. Una política general de seguimiento de proyectos LPM sería la siguiente:

- Siempre que comienza una tarea.
- Cada vez que termina una tarea.
- Una vez por semana, el día antes de reunión de progreso del proyecto.

Los proyectos de corta duración con tareas de corta duración podrán exigir comprobación una vez cada turno. La duración de la comprobación depende principalmente de la duración media de las tareas.

El nivel de buffer consumido en un proyecto proporciona la señal para tomar acciones proactivas para recuperar el buffer. Si el buffer está en la región amarilla (media), se deben elaborar planes de recuperación de buffer. Si la penetración del buffer se mueve a la región roja (superior), hay que poner en práctica las acciones de recuperación de buffer. Los proyectos que están en la región verde (zona inferior) se están haciendo bien, y no requieren la atención del administrador. Los proyectos en la región amarilla (zona media) deberían crear de planes de

recuperación de buffer. Los proyectos en la región roja (zona superior) deben implementar planes de recuperación de buffer.

Cuando el coste del proyecto es importante, es necesario comparar el coste real con los costes estimados. El coste real se ve influenciado por la planificación. La comprensión de cómo un proyecto se está desarrollando en coste con respecto a la estimación requiere eliminar el efecto de confusión debido a que un proyecto puede estar por encima o por debajo en los costes, pero puede estar en realidad adelantado o retrasado con respecto a la planificación prevista.

Para la gestión adecuada de costes en un proyecto se debe utilizar un buffer de coste según promulga Leach. El buffer de coste es el equivalente para los costes de los buffers de tiempo para la planificación descritos anteriormente. Debería haber un buffer de coste para el proyecto. La estimación del coste total del proyecto es la suma de las estimaciones de tarea más el buffer de coste. Se debe calcular el buffer de coste teniendo en cuenta la variación de los costes de cada uno de los elementos de coste del proyecto. El seguimiento del nivel de utilización del buffer de coste se puede realizar utilizando los mismos gráficos que para el seguimiento de los buffers de planificación. Se debe estimar la penetración del buffer de coste como el porcentaje del buffer de coste consumido. La varianza del valor de coste obtenido (CV) es la cantidad de buffer de coste consumido. Utilizar el buffer de coste de esta manera es un excelente ejemplo de la combinación convencional de los métodos de gestión de proyectos con LPM.

Se ha de garantizar que los planes de recuperación de buffers consten por escrito, y se han de comunicar a las partes implicadas en el proyecto. También se debe realizar un seguimiento para garantizar que su aplicación se ha producido, y que tiene el efecto deseado.

No hay que pasar por alto los remedios sencillos para recuperar los buffers; por ejemplo, hacer posible que los recursos necesarios se centren en las tareas correctas siguiendo la analogía con las carreras de relevos, o autorizar horas extraordinarias o ampliar las semanas de trabajo para los recursos en las tareas que causan el consumo de buffer. Hay que tener en cuenta que no se debe forzar la recuperación de buffer en la tarea en la que se está trabajando: se puede mirar hacia abajo en la cadena para detectar las mejores oportunidades para recuperar buffer. Además, se debe tener en cuenta que la tarea de trabajo actual puede no ser la causa de la penetración de buffer ya que una de las tareas predecesoras en la cadena puede haber causado el retraso en la tarea actual.

Un segundo nivel de opciones de recuperación de buffer puede abarcar soluciones más elegantes, como por ejemplo la reasignación de recursos de manera que se puedan aprovechar mejor los recursos clave. Se pueden buscar formas de lograr las tareas más rápidamente o más barato. Si las opciones de recuperación de buffer no son requeridas inmediatamente, se puede profundizar a través de algunas herramientas creativas mencionadas en el principio cuatro.

Hay que tener presente que el seguimiento de la planificación y el buffer de coste puede dar a veces indicaciones contrarias: se puede estar en la zona roja simultáneamente en los costes y en la planificación. Algunas opciones para acelerar el programa pueden requerir gastos adicionales. Algunas opciones para reducir los costes pueden afectar negativamente a la fecha prevista de entrega. Comprender los impactos del proyecto sobre los beneficios puede ayudar a resolver tales conflictos.

		Buffer de Coste	
		Rojo	Verde
Buffer de Planificación	Rojo	Implementa medidas de aceleración del proyecto de bajo coste y/o medidas de ahorro de costes que no impliquen retrasos en la planificación.	Implementar medidas de aceleración del proyecto, incluyendo aquellas que conlleven un incremento de los costes.
	Verde	Implementar medidas de ahorro de costes	No tomar acciones de control

A veces se pueden dar situaciones en las que el buffer de coste o tiempo del proyecto tienda al alza o permanezca en un nivel de penetración superior al 100%, y el equipo no es capaz de encontrar alternativas de recuperación efectiva, incluso con un esfuerzo significativo en la aplicación de los procesos creativos. En esos casos, es el momento de realizar un cambio en el proyecto, y realizar una replanificación del mismo. Afortunadamente, con LPM las veces que esto sucede son poco comunes y generalmente está causado por alguno de los factores de riesgo preidentificados. En ese caso, la aprobación del plan revisado por los interesados es normalmente bastante fácil.

Los directores de proyecto deben velar por la ejecución de los procesos del proyecto establecidos en el plan del proyecto. Los procesos más importantes para todos los proyectos son los siguientes:

- Comunicación
- Calidad
- Procesos de control de cambio.

Cuando parece que surgen conflictos entre estos procesos y el alcance, el programa, o el control de los costes, se puede utilizar la nube de evaporación (Evaporating Cloud) para crear soluciones win-win.

La naturaleza de los proyectos es que se terminan. Se debe empezar el proyecto con el fin en la mente, planificando el cierre de proyecto desde el principio. Se debe poner fin al proyecto con el inicio en mente, llevando a todas las partes implicadas en el proyecto a celebrar el logro de su visión inicial. Planificar el final de los proyectos es un asunto serio, que no debe tomarse a la ligera. Los proyectos a veces tienen problemas cerca del final por no planificar adecuadamente la finalización y el cierre de los mismos.

El cierre del proyecto incluye el cierre administrativo (el cierre de los libros), y la garantía de que todos los implicados en el proyecto queden libres para sus siguientes asignaciones.

3.- Desarrollo del Simulador

3.1- DISEÑO DE LAS PREGUNTAS

Como buen simulador conductual, ‘Simulean’ está basado en gran parte en el planteamiento de una serie de situaciones a las que el usuario ha de hacer frente. Estas situaciones se presentan en forma de pregunta.

En este apartado explicaremos detalladamente cómo se han diseñado las preguntas, que metodología se ha seguido para su planteamiento, que fases de preguntas existen, que tipo de situaciones se han presentado así como un posible ejemplo, la manera de plantear sus posibles respuestas y los ratios que se han elegido para su puntuación.

3.1.1 - METODOLOGÍA APLICADA

Se ha decidido que la forma más correcta y aclaradora para la realización de preguntas en un simulador de proyectos era plantear situaciones con diferentes posibilidades de proceder.

Por ello, se ha decidido primero que todas las preguntas se realizarían en un apartado especial de Simulean, el apartado Inbox. Aquí es donde el usuario encontrará todas las situaciones a las que se ha de enfrentar. Es el cuerpo principal del simulador, donde realmente se ha de trabajar para aprender.

Este Inbox se ha planteado con el siguiente esquema:

Descripción de la situación:

En esta parte del Inbox se plantea la pregunta en sí. En la descripción siempre encontraremos el proyecto al que hace referencia y un planteamiento que nos introduce a la situación o problema que nos encontramos.

Como vemos, en la descripción de la información encontramos los datos básicos de la situación, pero normalmente para poder responder correctamente y saber en qué estado está el proyecto necesitaremos de diferentes ayudas o documentos.

Pregunta:

Aquí tendremos la pregunta final a la que tenemos que responder, este apartado no siempre estará activo, hay casos en los que la pregunta puede ubicarse dentro de la descripción de la situación.

Opciones:

Aquí se mostrarán todas las posibles respuestas.

Siempre se presentarán 4 posibles respuestas, todas ellas puntuables pero sólo una más correcta que las demás. Como explicaremos posteriormente, cada Simulador Conductual de Gestión de Proyectos pregunta esta puntuada bajo cuatro ratios, lo que implica que, una pregunta puede ser muy buena bajo un punto de vista pero nefasta bajo otro. Se ha de buscar la respuesta que mejor satisfaga a todos los ratios.

Botón de carga de documentos:

En las preguntas que tengan un documento asociado a la situación planteada, aparecerá un botón que decodificará y cargará el archivo al que se hace referencia. De manera que el usuario podrá navegar por éste buscando la mejor solución.

Imprimir:

Mediante este botón el usuario puede imprimir la pantalla del inbox por si le interesa visualizar el Project con las preguntas escritas o por si las necesita para plantear la mejor respuesta.

3.1.2 - FASES DEL INBOX

Para el desarrollo del Inbox se han creado grandes fases que separan en diferentes características todas las preguntas.

Estas fases son:

- Fase 1 - Entrevista.
- Fase 2 – Proyecto Migración.

En la primera Fase, la entrevista, se plantea una situación general por la que todo empleado tiene que pasar, la entrada a una empresa mediante la entrevista personal. Aquí no se plantea ninguna situación en concreto, sino que se realizan una serie de preguntas que toda empresa de proyectos haría a un posible candidato.

Las preguntas de esta fase sólo son puntuables bajo el punto de vista la satisfacción de personal, en este caso de los superiores, ya que como se verá posteriormente no tiene sentido puntuarlas bajo los otros ratios.

La segunda fase, Proyecto Migración plantea situaciones propias de un responsable de proyectos. Estas situaciones, normalmente, están siempre asociadas a diferentes documentos que las representan técnicamente a la vez que las completan, mostrando toda la información relacionada con el proyecto al que pertenece y la situación en la que se encuentra el mismo.

3.1.3 - PLANTEAMIENTO DE LAS SITUACIONES

Como se ha dejado claro, una gran parte de las preguntas realizadas plantean situaciones diversas. Para la creación de estas situaciones se ha buscado información referente a problemas que se encuentran las empresas cuando realizan diferentes proyectos.

Tras buscar información se llegó a la conclusión que normalmente los directores de calidad se encuentran situaciones donde el problema está relacionado con los recursos con los que dispone, con los costes que implica realizar una acción u otra o con el tiempo que poseen para realizar una parte del proyecto sin tener retrasos. Por ello se crearon principalmente situaciones derivadas de estos temas.

3.1.4 - PLANTEAMIENTO DE LAS RESPUESTAS

Las situaciones planteadas ofrecen un gran número de posibles soluciones, de manera que lo que nosotros ofrecemos a los usuarios son 4 posibilidades. Normalmente, todas las respuestas tienen algo de cierto, por esto son puntuables, pero siempre hay una más acertada que las demás de forma que si el usuario la elige sumará más puntos.

A continuación mostraremos los ratios que puntúan estas respuestas, de forma que antes de responder, se ha de pensar cómo puede afectar en estos ámbitos nuestra respuesta.

Para puntuar las preguntas hemos decidido utilizar los siguientes ratios:

- Satisfacción de los clientes.
- Satisfacción del personal.
- Calidad del proyecto.
- Rentabilidad inmediata.

Satisfacción de los clientes:

Este ratio representa la satisfacción del cliente para el que estamos trabajando, tanto interno como externo. Por lo tanto será más elevado contra más beneficioso sea la acción tomada para ellos. Para puntuar hemos estudiado qué situaciones consideran beneficiosas para las empresas.

Satisfacción del personal:

Este ratio muestra la satisfacción tanto del personal que tenemos a nuestro cargo como el de nuestros superiores, de manera que según la acción que tomemos puede agradar en mayor o menor medida a los recursos de nuestra empresa.

Calidad del proyecto:

Aquí puntuamos la calidad que reflejaría nuestra decisión en el proyecto. Puede que sea el corazón de nuestro proyecto, ya que Seis Sigma es una metodología de calidad, pero no por ello debemos olvidar el resto de ratios.

Rentabilidad inmediata:

Este ratio nos muestra la rentabilidad reflejada por nuestras decisiones en un momento determinado. Muchas de las decisiones deben plantearse desde el punto de vista económico de la empresa en ese momento.

La primera fase, como ya hemos dicho anteriormente, la entrevista personal únicamente tenemos puntuación para la ‘Satisfacción de personal’ y las puntuaciones se encuentran dentro del mismo rango que el resto de preguntas: del 0 al 10.

Para la segunda y tercera fase del Inbox las puntuaciones para cada ratio pueden ir desde 0 a 10, y la mayoría de respuestas puntuará en todos ellos (la rentabilidad empieza a puntuar en la parte media de cada proyecto, cuando comenzamos a obtener resultados). De manera que para tener las puntuaciones hemos de hacer una tabla del siguiente tipo:

RESPUESTA 1				RESPUESTA 2				RESPUESTA 3				RESPUESTA 4			
SC	SP	CP	RI	SC	SP	CP	RI	SC	SP	CP	RI	SC	SP	CP	RI
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

De manera que:

- SC = Satisfacción de clientes
- SP = Satisfacción de personal
- CP = Calidad del proyecto
- RI = Rentabilidad inmediata

Y donde X puede ir del 0 al 10 para calcular más adelante un tanto por ciento.

Estos ratios los podremos visualizar ya sea en tanto por ciento de puntuación obtenida, o en formato de gráfico que nos muestra las mejoras o los empeoramientos que tenemos a medida que vamos avanzando en las preguntas.

3.2 - ELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Lo primero que se realizó en el comienzo de esta fase fue la elección del lenguaje que se utilizaría en el simulador. Después de realizar un estudio de diferentes lenguajes, decidimos utilizar Visual Basic 6.0 por su facilidad para acceder a Bases de datos (en este caso Access) mediante el lenguaje SQL.

Para lograr mejorar la apariencia que ofrece la programación Visual Basic decidimos integrar Visual Basic con Flash MX.

3.2.1 - ENTORNO DE PROGRAMACIÓN VISUAL BASIC 6.0

Visual Basic 6.0 es uno de los lenguajes de programación que más entusiasmo despiertan entre los programadores de PCs, tanto expertos como novatos.

En el caso de los programadores expertos por la facilidad con la que desarrollan aplicaciones complejas en poquísimo tiempo (comparado con lo que cuesta programar en Visual C++, por ejemplo).

En el caso de los programadores novatos por el hecho de ver de lo que son capaces a los pocos minutos de empezar su aprendizaje. El precio que hay que pagar por utilizar Visual Basic 6.0 es una menor velocidad o eficiencia en las aplicaciones.

Visual Basic 6.0 es un lenguaje de programación visual, también llamado lenguaje de 4ª generación. Esto quiere decir que un gran número de tareas se realizan sin escribir código, simplemente con operaciones gráficas realizadas con el ratón sobre la pantalla. Es también un programa basado en objetos, aunque no orientado a objetos como C++ o Java. La diferencia está en que Visual Basic 6.0 utiliza objetos con propiedades y métodos, pero carece de los mecanismos de herencia y polimorfismo propios de los verdaderos lenguajes orientados a objetos como Java y C++.

Visual Basic 6.0 es una excelente herramienta de programación que permite crear aplicaciones propias (programas) para Windows XP o Windows2003. Con ella se puede crear desde una simple calculadora hasta una hoja de cálculo de la talla de Excel (en sus primeras versiones...), pasando por un procesador de textos o cualquier otra aplicación que se le ocurra al programador.

Sus aplicaciones en Ingeniería son casi ilimitadas: representación de movimientos mecánicos o de funciones matemáticas, gráficas termodinámicas, simulación de circuitos, etc.

Este programa permite crear ventanas, botones, menús y cualquier otro elemento de Windows de una forma fácil e intuitiva. El lenguaje de programación que se utilizará será el Basic, que describiré en siguientes capítulos.

Programas Secuenciales, Interactivos y Orientados a Eventos

Existen distintos tipos de programas. En los primeros tiempos de los ordenadores los programas eran de tipo secuencial (también llamados tipo Batch).

Un programa secuencial es un programa que se arranca, lee los datos que necesita, realiza los cálculos e imprime o guarda en el disco los resultados. De ordinario, mientras un programa secuencial está ejecutándose no necesita ninguna intervención del usuario. A este tipo de programas se les llama también programas basados u orientados a procedimientos o a

algoritmos (procedural languages). Este tipo de programas siguen utilizándose ampliamente en la actualidad, pero la difusión de los PCs ha puesto de actualidad otros tipos de programación.

Los programas interactivos exigen la intervención del usuario en tiempo de ejecución, bien para suministrar datos, bien para indicar al programa lo que debe hacer por medio de menús. Los programas interactivos limitan y orientan la acción del usuario. Un ejemplo de programa interactivo podría ser Matlab.

Por su parte los programas orientados a eventos son los programas típicos de Windows, tales como Netscape, Word, Excel y PowerPoint. Cuando uno de estos programas ha arrancado, lo único que hace es quedarse a la espera de las acciones del usuario, que en este caso son llamadas eventos.

El usuario dice si quiere abrir y modificar un fichero existente, o bien comenzar a crear un fichero desde el principio. Estos programas pasan la mayor parte de su tiempo esperando las acciones del usuario (eventos) y respondiendo a ellas. Las acciones que el usuario puede realizar en un momento determinado son variadísimas, y exigen un tipo especial de programación: la programación orientada a eventos.

Este tipo de programación es sensiblemente más complicada que la secuencial y la interactiva, pero Visual Basic 6.0 la hace especialmente sencilla y agradable.

Programas para el entorno Windows

Visual Basic 6.0 está orientado a la realización de programas para Windows, pudiendo incorporar todos los elementos de este entorno informático: ventanas, botones, cajas de diálogo y de texto, botones de opción y de selección, barras de desplazamiento, gráficos, menús, etc.

Prácticamente todos los elementos de interacción con el usuario de los que dispone Windows 95/98/NT/2000/XP pueden ser programados en Visual Basic 6.0 de un modo muy sencillo. En ocasiones bastan unas pocas operaciones con el ratón y la introducción a través del teclado de algunas sentencias para disponer de aplicaciones con todas las características de Windows. En el capítulo dedicado a la programación se introducirán algunos conceptos de este tipo de programación.

3.2.2 - BASES DE DATOS SQL

Las aplicaciones en red son cada día más numerosas y versátiles. En muchos casos, el esquema básico de operación es una serie de scripts que rigen el comportamiento de una base de datos.

Visual Basic ofrece una forma muy eficaz de interaccionar con estas bases de datos gracias al uso del componente ADO (ActiveX fecha Objects) el cual permite acceder a dichas bases de una forma sencilla.

Este ADO no es más que un conjunto de objetos que, utilizados en conjunto, permiten explotar de una forma muy versátil las bases de datos de nuestra aplicación. Por otra parte, las sentencias de código Visual Basic deben establecer un diálogo con la base de datos. Este diálogo se lleva a cabo a partir de un idioma universal: el SQL (Structured Query Language) el cual es común a todas las bases de datos.

La base de datos que ha sido utilizada es MS Access. No es por supuesto la única si bien es la más corriente en pequeños PCs y resulta absolutamente operativa. Debido a la diversidad de lenguajes y de bases de datos existentes, la manera de comunicar entre unos y otras sería realmente complicada a gestionar de no ser por la existencia de estándares que nos permiten el realizar las operaciones básicas de una forma universal.

El Structured Query Language (SQL) no es más que un lenguaje estándar de comunicación con bases de datos. Hablamos por tanto de un lenguaje normalizado que nos permite trabajar con cualquier tipo de lenguaje (Visual Basic, Visual C++, ASP o PHP) en combinación con cualquier tipo de base de datos (MS Access, SQL Server, MySQL...).

El lenguaje SQL está compuesto por comandos, cláusulas, operadores y funciones de agregado. Estos elementos se combinan en las instrucciones para crear, actualizar y manipular las bases de datos:

Comandos:

Existen dos tipos de comandos SQL:

Los DDL que permiten crear y definir nuevas bases de datos, campos e índices.

Los DML que permiten generar consultas para ordenar, filtrar y extraer datos de la base de datos.

COMANDOS DDL	
Comando	Descripción
CREATE	Utilizado para crear nuevas tablas, campos e índices
DROP	Empleado para eliminar tablas e índices
ALTER	Modifica las tablas agregando campos o cambiando su definición.

COMANDOS DML	
Comando	Descripción
SELECT	Utilizado para consultar registros de la base de datos que satisfagan un criterio determinado
INSERT	Utilizado para cargar lotes de datos en la base de datos en una única operación.
UPDATE	Utilizado para modificar los valores de los campos y registros especificados
DELETE	Utilizado para eliminar registros de una tabla de una base de datos

Cláusulas:

Las cláusulas son condiciones de modificación utilizadas para definir los datos que desea seleccionar o manipular.

Cláusula	Descripción
FROM	Utilizada para especificar la tabla de la cual se van a seleccionar los registros
WHERE	Utilizada para especificar las condiciones que deben reunir los registros que se van a seleccionar
GROUP BY	Utilizada para separar los registros seleccionados en grupos específicos
HAVING	Utilizada para expresar la condición que debe satisfacer cada grupo
ORDER BY	Utilizada para ordenar los registros seleccionados de acuerdo con un orden específico

Funciones de Agregado:

Las funciones de agregado se usan dentro de una cláusula SELECT en grupos de registros para devolver un único valor que se aplica a un grupo de registros.

Función	Descripción
AVG	Utilizada para calcular el promedio de los valores de un campo determinado
COUNT	Utilizada para devolver el número de registros de la selección
SUM	Utilizada para devolver la suma de todos los valores de un campo determinado
MAX	Utilizada para devolver el valor más alto de un campo especificado
MIN	Utilizada para devolver el valor más bajo de un campo especificado

3.2.3 - ENTORNO DE DISEÑO MACROMEDIA FLASH MX

Flash MX es una potente herramienta creada por Macromedia que ha superado las mejores expectativas de sus creadores. Inicialmente Macromedia Flash fue creado con el objeto de realizar animaciones vistosas para la web, así como para crear GIFs animados. Las posibilidades de Flash son extraordinarias, cada nueva versión ha mejorado a la anterior, y el actual Flash MX no ha sido menos. Aunque su uso más frecuente es el de crear animaciones, sus posibilidades son muchas más.

Flash ha conseguido hacer posible lo que más se echa en falta en Internet: Dinamismo, y con dinamismo no sólo nos referimos a las animaciones, sino que Flash permite crear aplicaciones interactivas que permiten al usuario ver la web como algo atractivo, no estático (en contraposición a la mayoría de las páginas, que están realizadas empleando el lenguaje HTML). Con Flash podemos crear de modo fácil y rápido animaciones de todo tipo.

Uno de las grandes virtudes y principales características de Simulean ha sido la integración de Flash MX en su diseño, contribuyendo a crear una interfaz gráfica muy atractiva y totalmente diferenciada de las aplicaciones de simulación empresarial existentes hasta la fecha (todas ellas basadas en la monótona apariencia de entorno Windows).

Comparando:



Así pues, y avanzando un paso respecto a la tecnología precedente, Simulean incorpora la capacidad de relacionar Flash MX con Visual Basic para crear programas potentes y robustos en entorno Windows (característica aportada por Visual Basic 6.0), pero de una calidad visual y de diseño superior (gracias a la aportación de Flash).

Flash utiliza un lenguaje de programación propio, el ActionScript. Este se puede utilizar para controlar objetos en las películas Flash con el fin de crear elementos interactivos y de navegación.

Programación Flash: Actionscript

El entorno Flash no solo sirve para “diseñar” bonitas imágenes animadas o películas.

También se le puede dotar de cierta “inteligencia” usando el ActionScript, su lenguaje de programación. Con él se pueden crear trozos de código interactivo que permitan al usuario realizar tareas tales como desplegar menús, crear formularios y juegos, etc.

Como lenguaje de programación por sí mismo, el ActionScript tiene definidos una serie de métodos que se pueden usar. Dentro de todos los posee el ActionScript para programar sentencias, existe el método FSCommand, básico para nuestro propósito, la comunicación entre Flash y Visual Basic.

FSCCommand: Este método permite comunicar Flash con cualquier aplicación externa a él. Su declaración sería así:

fscCommand(command, arguments)

Como se ve, el método utiliza 2 parámetros, el primero es el comando que se quiere ejecutar, y el segundo son los argumentos que se pueden pasar en caso de necesidad.

El FSCCommand se puede llamar desde cualquier parte de flash, ya sea en un clic de botón, durante la ejecución u otra parte del código.

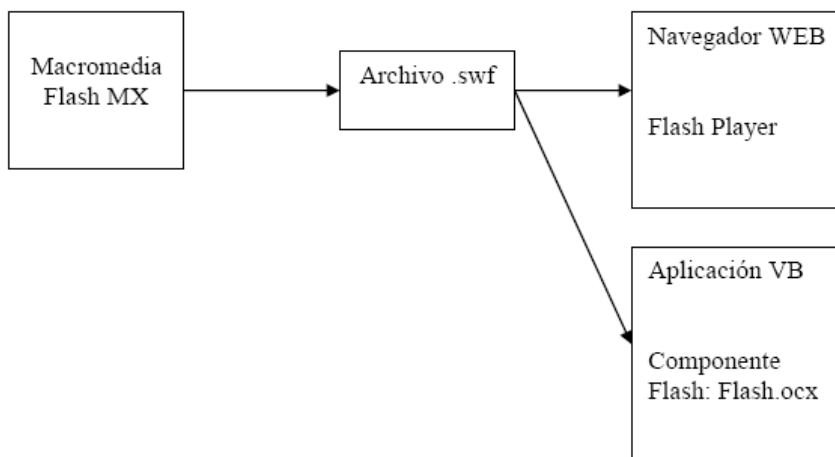
Flash y Visual Basic

Para ver ficheros flash de tipo .swf en Visual Basic se debe añadir un componente (objeto) Flash al proyecto.

Este componente se llama Flash.ocx, y se instala en el sistema donde se desarrolla la aplicación al instalar Macromedia Flash MX.

Consiste en un componente ActiveX (componentes externos a Visual Basic que se pueden agregar a un proyecto) que permite la relación entre aplicaciones Visual y películas swf utilizando tecnología COM de Microsoft.

La idea principal a conocer es que la integración de flash en VB simplemente significa la capacidad de ejecutar ficheros swf dentro de las aplicaciones VB usando este componente. El fichero swf (película flash) es exactamente el mismo que cualquier otro fichero flash que se utilice en navegadores y sitios Web:



Cuando se llama a la función FSCCommand en el ActionScript de un objeto flash que se está ejecutando dentro del componente Flash.ocx de VB, esto genera un evento en Visual Basic. Solo debemos escribir código para este evento para conseguir que nuestra aplicación responda a la interacción con el objeto Flash.

3.3 - DESARROLLO DEL SIMULADOR

Se ha realizado una plataforma de simulación correspondiente a la gestión que debe realizar un gerente de proyecto de la que se parte de una situación inicial, la cual es la misma para todos los participantes. El usuario deberá gestionar diferentes proyectos de una manera cronológica, empezará tomando decisiones en el inicio del proyecto y lo gestionará hasta su conclusión. El simulador se divide en dos entornos: usuario y el entorno administrador.

3.3.1 - ENTORNO USUARIO

Los usuarios tendrán que afrontar diferentes situaciones que se les irán planteando a lo largo de la simulación, éstas situaciones las deberán resolver en el Inbox, para ello los usuarios cuentan con documentación que les permitirá conocer a la perfección en el proyecto que se encuentran, y también dispondrán de unos archivos documentales en los cuales tendrán toda la información necesaria para afrontar las situaciones presentadas. El Inbox será analizado detalladamente más adelante.

Todas las decisiones se entrarán desde el entorno usuario. Este entorno está formado por pantallas estructuradas que permiten tanto la consulta de los documentos de los proyectos como la consulta de sus acciones hasta el momento.

El sistema almacena todas las decisiones que el usuario va tomando, cada decisión introducida se valora desde cuatro puntos de vista diferentes: Satisfacción de clientes, satisfacción del personal que forma el equipo de trabajo, la calidad del proyecto y la rentabilidad inmediata.

Pantalla de Inicio

La pantalla de inicio es la que se muestra al cargar la aplicación de forma transparente. Su misión es permitir el acceso a todo usuario registrado:

Es el paso previo y necesario para acceder al resto de pantallas que constituyen el entorno de trabajo del usuario.

Todos los usuarios que estén debidamente dados de alta, podrán entrar en la zona de usuarios, introduciendo previamente su nombre de usuario y su palabra clave o password.

Aquellos usuarios que no estén dados de alta tienen la opción de darse de alta como nuevos usuarios, para ello deberán introducir su información de usuario en un formulario.

Formulario de acceso nuevos usuarios

Los usuarios que no estén registrados deberán rellenar el siguiente formulario, en el que deberán introducir sus datos personales y el nombre de usuario y password con el que deseen que el simulador los identifique en un futuro.

Pantalla principal

A través de la aplicación Visual Basic, se verifica el pase del usuario y se entra propiamente al entorno Simulean.

La navegación por Simulean es sencilla gracias a la estructura de las pantallas y a la disposición de los menús. En la siguiente figura se muestra la “pantalla principal”, desde la cual se accede a todos los apartados que componen el entorno.

Oficina

En Oficina nos encontramos con la estructura organizativa de los diferentes proyectos que los que los usuarios deberán gestionar.

Documentación

En la pantalla Documentación el usuario dispondrá de toda la documentación disponible hasta el momento, como ya hemos mencionado anteriormente los proyectos se dirigen de manera cronológica, por lo tanto el usuario no dispondrá de documentación de periodos posteriores al que actualmente se encuentra.

Inbox

Referente al apartado “INBOX”, como ya hemos dicho se explicará en detalle posteriormente. Aquí simplemente haremos una descripción del funcionamiento de muestra de los acontecimientos y la interface de toma de decisiones. Si desde la pantalla principal se accede al apartado “Inbox”, la pantalla correspondiente a este apartado muestra la situación propuesta. Si la situación requiere de la consulta de documentos adicionales, éstos se mostrarán por pantalla. En la siguiente figura se muestra un ejemplo. Se presenta el caso y las opciones posibles. El usuario debe consultar la planificación correspondiente al proyecto para poder tomar una decisión acertada.

Outputs

En la pantalla de Outputs el usuario podrá visualizar como está siendo valorada su gestión de los diferentes proyectos mediante unos gráficos que mostrarán los diferentes ratios (satisfacción personal, satisfacción cliente, riesgos, calidad) así como visualizar un histórico con todas las situaciones que se le han presentado y con la decisión que el usuario ha tomado en cada caso.

Los usuarios desde esta pantalla, una vez finalizado la simulación, deberá exporta los datos de su gestión de proyectos a un fichero que deberán enviar mediante correo electrónico al administrador.

3.3.2 - ENTORNO ADMINISTRADOR

Desde la pantalla de Inicio, presentada antes, el administrador entra en su zona. La aplicación Visual Basic que verifica la autenticidad del usuario, a su vez detecta si el usuario que está entrando es el administrador. De esta forma se accede a la pantalla principal del entorno del administrador.

La pantalla principal del administrador es muy similar a la de usuario. Las funcionalidades en cada opción son diferentes a las de un usuario normal.

Oficina

Esta pantalla es igual que la pantalla de usuario. El administrador podrá consultar la estructura organizativa de cada proyecto.

Documentación

Al igual que el usuario el administrador podrá visualizar los documentos que proporcionan información acerca de las situaciones. El administrador ya está implementado de tal modo que dispondrá de la documentación de todos los proyectos y periodos.

Estadísticas

Esta es la pantalla principal del administrador desde la cual dispondrá de toda la información de los usuarios. El administrador dispone de la opción de importar los archivos procedentes de los usuarios que hayan finalizado la simulación, una vez importados estos archivos, la información se introducirá en la base de datos del administrador y éste podrá visualizar todos los ratios de la gestión del usuario así como el histórico en el que están registrados todas las decisiones que el usuario ha tomado (el administrador podrá imprimirse el informe para poder analizar detenidamente la gestión del usuario).

3.3.3 - ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS

Simulean utiliza una base de datos denominada db1.mdb, creada con la aplicación Microsoft Access pero la estructura es compatible con otros tipos. Se ha optado por esta aplicación por ser sencilla y absolutamente operativa, ya que las tablas utilizadas no son excesivamente grandes. Esta base de datos está protegida mediante un password que sólo el administrador conocerá, para que los usuarios no tengan acceso a todos los datos.

Concretamente se han diseñado 4 tablas, que se autogestionan por el simulador, no será necesario la modificación manual de ningún parámetro.

- Inbox
- Puntuaciones
- Salida
- Usuarios

Inbox

En esta tabla se almacenan todas las situaciones que se han planteado las diferentes opciones de solución propuestas con sus determinadas puntuaciones. El programa está implementado para que en un futuro se puedan añadir más situaciones sin que el administrador tenga que modificar el código, simplemente deberá añadir las situaciones a continuación del último registro de esta tabla.

Campo	Tipo	Descripción
Id	Numérico	Identificador de la pregunta.
Proyecto	Texto	Proyecto al que pertenece la pregunta.
Pregunta	Memo	Situación que se le plantea al usuario.
Ayuda	Memo	Consejo que se proporciona para poder solucionar la situación planteada (hay situaciones, las teóricas, que no tienen consejo)
A	Texto	Opción de respuesta a la situación planteada.
B	Texto	Opción de respuesta a la situación planteada.
C	Texto	Opción de respuesta a la situación planteada.
D	Texto	Opción de respuesta a la situación planteada.
Clientes_a	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los clientes (opción A)
Personal_a	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los integrantes del equipo de proyecto (opción A)
Calidad_a	Numérico	Puntuación de la calidad del proyecto (opción A)
Rentab_a	Numérico	Puntuación de la rentabilidad asumidos en el proyecto (opción A)
Clientes_b	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los clientes (opción B)
Personal_b	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los integrantes del equipo de proyecto (opción B)
Calidad_b	Numérico	Puntuación de la calidad del proyecto (opción B)
Rentab_b	Numérico	Puntuación de la rentabilidad asumidos en el proyecto (opción B)
Clientes_c	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los clientes (opción C)
Personal_c	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los integrantes del equipo de proyecto (opción C)

Calidad_c	Numérico	Puntuación de la calidad del proyecto (opción C)
Rentab_c	Numérico	Puntuación de la rentabilidad asumidos en el proyecto (opción C)
Clientes_d	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los clientes (opción D)
Personal_d	Numérico	Puntuación de la satisfacción de los integrantes del equipo de proyecto (opción D)
Calidad_d	Numérico	Puntuación de la calidad del proyecto (opción D)
Rentab_d	Numérico	Puntuación de la rentabilidad asumidos en el proyecto (opción D)
ComentarioA	Texto	Comentario que realiza la dirección la respuesta A
ComentarioB	Texto	Comentario que realiza la dirección la respuesta B
ComentarioC	Texto	Comentario que realiza la dirección la respuesta C
ComentarioD	Texto	Comentario que realiza la dirección la respuesta D
RespuestaOK	Texto	Respuesta correcta a la solución propuesta

Puntuaciones

En esta tabla se almacenan todas las respuestas que el usuario va contestando a lo largo de la simulación. Esta tabla se actualiza en el momento en que el usuario responde una respuesta.

Campo	Tipo	Descripción
Usuario	Numérico	Identificador del usuario.
Clientes	Numérico	Puntuación acumulada del ratio "Satisfacción de Clientes"
Personal	Numérico	Puntuación acumulada del ratio "Satisfacción Personal"
Calidad	Numérico	Puntuación acumulada del ratio "Calidad del proyecto"
Rentabilidad	Numérico	Puntuación acumulada del ratio "Rentabilidad inmediata"
R1	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta 1
R2	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta 2
R3	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta 3
...	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta n
...	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta n+1
R69	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta 69

Salida

Esta tabla está sin datos, se utiliza para la creación de los informes con los históricos de situaciones resueltas de cada usuario. Una vez que se genera el histórico se introducen los datos en esta tabla.

Campo	Tipo	Descripción
IDPregunta	Numérico	Identificador de pregunta.
Usuario	Texto	Identificador de usuario.
Nombre	Texto	Nombre del usuario.
Apellidos	Texto	Apellido del usuario.
Pregunta	Memo	Pregunta
RespuestaUser	Texto	Respuesta del usuario a la pregunta
RespuestaOK	Texto	Respuesta correcta a la pregunta
ComentarioOK	Texto	Comentario correcto a la pregunta

Usuarios

En esta tabla se almacena toda la información referente a los usuarios. Esta tabla se rellena automáticamente en el momento en que un usuario completa el formulario de acceso.

Campo	Tipo	Descripción
Id	AutoNumérico	Identificador del usuario.
Usuario	Texto	Nombre con el que se ha registrado el usuario
Clave	Texto	Clave de acceso elegida por el usuario
Pregunta	Numérico	Situación en la que se encuentra actualmente el usuario
Nombre	Memo	Nombre del usuario
Apellidos	Texto	Apellidos del usuario
Correo	Texto	Correo electrónico del usuario

3.3.4 - FUNCIONES SIMULEAN

A continuación a modo de ejemplo se mostrarán algunas de las funciones que hacen posible realizar algunas de las funcionalidades del simulador.

Codificación/descodificación de archivos

Inicialmente todos los archivos están codificados para que el usuario no tenga acceso a una información futura que le proporcionaría ventaja a la hora de responder a las situaciones presentes. Por este motivo ha sido necesaria la utilización de una función sencilla que permita codificar y descodificar al mismo tiempo.

Se ha pensado que una buena manera de realizar esto es mediante la función XOR, es por este motivo que se realiza una máscara al archivo utilizando la función XOR. Las variables de entrada son el nombre del fichero que está codificado y el nombre del fichero una vez se haya descodificado.

```
Sub FileEncodeAndDecode(inputfile As String, outputfile As String)
    Dim temp As Single
    Dim Char As String * 1
    Dim XORMask As Single
    Open inputfile For Binary As #1
    Open outputfile For Binary As #2
    For Z = 1 To FileLen(inputfile)
        'Generate random mask
        XORMask = 180 * Int(Rnd * 256)
        'Get the char & change it
        Get 1, , Char
        Char = Chr$(Asc(Char) Xor XORMask)
    Put 2, , Char
    Next Z
    Close #1
    Close #2
End Sub
```

Generación de los gráficos de los ratios.

Esta función se encarga de generar el gráfico que muestra la puntuación obtenida por el usuario respecto al ratio 'Satisfacción de los Clientes'. La función está en el formulario 'Outputs' que corresponde con la pantalla 'Estadística'.

En primer lugar se definen las variables que intervienen en la función:

```
Private Sub clientes()
    MSChart1.Visible = True
    CRViewer1.Visible = True
    Dim i As Integer
    MSChart1.ChartType = VtChChartType2dCombination
    Dim dbs As Database
    Dim tbl1 As ADODB.Recordset
    Dim tbl2 As ADODB.Recordset
    Dim sql As String
    Dim sql2 As String
    Dim LocalDatabase As String
```

```

Dim resp As String
Dim puntuacion As Integer
Dim max As Integer
Dim clientes1(1 To 48, 1 To 2)
Dim resultado As String
Dim res_ac As String

```

Lo más significativo en esta declaración de variables es la creación de vector, que será donde se almacenan las puntuaciones obtenidas por el usuario.

Con estas líneas de código se inicializa la conexión que accederá a la base de datos donde se encuentran todos almacenados todos los datos que maneja el programa. Aquí se especifica la ubicación de la base de datos y el password que se utiliza para acceder a ella.

```

With m_cn
    If .State <> adStateOpen Then
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;" & _
            "Data Source=" & App.Path & "\db1.mdb;" & _
            "Jet OLEDB:Database Password=*****"
    End If
End With

```

Id_pregunta_max es la variable global que al iniciar el programa almacena el número máximo de preguntas que el simulador tiene.

```
max = Id_pregunta_max + 1
```

Se debe diferenciar el comportamiento que el programa realizará con las 9 primeras preguntas, ya que estas preguntas no tienen puntuación para el ratio 'Clientes'.

```

i = 1
MSChart1.TitleText = "Satisfacción Clientes"
Do While i < 10
    clientes1(i, 1) = 0
    i = i + 1
Loop

```

Para el resto de preguntas se diferencia entre las preguntas que el usuario ha contestado y las preguntas que no ha contestado.

Las preguntas que el usuario ha contestado: se accede a la tabla 'puntuaciones' (donde se almacenan las respuestas de los usuarios) y se almacena en la variable 'resp' la respuesta que el usuario ha contestado (a, b, c, d) para la pregunta 'i'. Una vez que se obtiene la opción que el usuario ha elegido se accede a la tabla 'inbox' y se almacena la puntuación correspondiente al ratio 'clientes' opción 'resp' a la pregunta 'i' y se almacena en la variable tbl1.

```

resultado = 0
res_ac = 0
Do While i < max
    If i < Id_pregunta Then
        'selecciono la respuesta del usuario
        sql = "Select R" & i & " as R from puntuaciones where usuario= " & Id_user & ""
        Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
        resp = tbl1!r
        sql = "Select clientes_" & resp & " as clientes from inbox where Id= " & i & ""
        Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
    End If
End Do

```

Lo que se realiza a continuación es almacenar el resultado del ratio clientes en una variable 'res_ac' que almacena la puntuación acumulada.

```
res_ac = res_ac + tbl1!clientes
```

En la matriz clientes se almacenan los % que el usuario va obteniendo (en acumulado) de las diferentes preguntas.

```
clientes1(i, 1) = resultado
```

Para aquellas preguntas que el usuario no ha respondido todavía. Se almacena el valor 0, para que se muestre un valor en el correspondiente gráfico.

```
Else  
clientes1(i, 1) = 0  
End If  
i = i + 1  
Loop
```

Finalmente se muestra el gráfico de la "Satisfacción de los clientes".

```
MSChart1.ChartData = clientes1  
MSChart1.ChartType = VtChChartType2dLine  
End Sub
```

Generación de las estadísticas del usuario

Esta función se encarga de la generación de las estadísticas que se muestran en la pantalla 'Estadísticas'.

```
Private Sub estadistica()
```

En primer lugar se realiza la definición de las variables que intervienen en esta función.

```
Dim maximo As Integer  
Dim maximo2 As Integer 'para satisfacción de clientes  
Dim puntuacion As Integer  
Dim score As Integer  
Dim tscore As Integer  
Dim sql As String  
Dim tbl1 As ADODB.Recordset  
Dim pregunta As Integer  
Dim pregunta_max As Integer  
'selecciono la respuesta del usuario
```

Se inicializan todas las estadísticas a 0%.

```
Label3.Caption = " 0 %"  
LabelC.Caption = " 0 %"  
LabelSP.Caption = " 0 %"  
LabelSC.Caption = " 0 %"  
LabelR.Caption = " 0 %"  
LabelPC.Caption = " 0 / " & Id_pregunta_max & ""
```

Si el usuario todavía no ha respondido ninguna pregunta no se ejecuta esta función y todas las estadísticas permanecen a 0.

```
If Id_pregunta <> 1 Then
```

Se deben diferenciar las 9 primeras preguntas ya que sólo tienen puntuación del ratio 'Satisfacción Personal'. La variable 'maximo' sirve para saber cuál es la puntuación máxima que el usuario puede obtener respecto a los ratios 'Clientes', 'Renta' y 'Calidad'. En la variable 'maximo2' se almacena la puntuación máxima que un usuario puede obtener respecto al ratio 'Personal'. Estas variables nos serán de utilidad más adelante para calcular el grado de satisfacción en %.

```

If Id_pregunta > 10 Then
maximo = (Id_pregunta - 10) * 10 'las primeras preguntas no tienen puntuación
Else
maximo = (Id_pregunta - 1) * 10
End If
maximo2 = (Id_pregunta - 1) * 10

```

En esta parte se genera la estadística de la satisfacción de los clientes. Si el % es superior al 50% éste se muestra en color verde, en caso contrario se muestra rojo indicando que el usuario debe mejorar este aspecto en su gestión. Para obtener el % se divide la puntuación acumulada hasta el momento en el ratio 'Satisfacción clientes' (almacenado en la tabla puntuaciones) entre el valor máximo almacenado en la variable 'maximo'. Se realiza el mismo procedimiento para los diferentes ratios teniendo en cuenta que el % del ratio 'Satisfacción Personal' se calcula utilizando el valor de la variable 'maximo2'.

```

'estadística satisfacción clientes
sql = "Select * from puntuaciones where usuario= " & Id_user & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)

```

```

puntuacion = tbl1!clientes
score = (puntuacion / maximo) * 100
tscore = score
LabelSC.Caption = " " & score & " %"
If score > 49 Then
LabelSC.ForeColor = &HFF00&
Else
LabelSC.ForeColor = &H80&
End If

```

```

'estadística satisfacción personal
puntuacion = tbl1!personal
score = (puntuacion / maximo2) * 100
tscore = score + tscore
LabelSP.Caption = " " & score & " %"
If score > 49 Then
LabelSP.ForeColor = &HFF00&
Else
LabelSP.ForeColor = &H80&
End If

```

```

'estadística calidad
puntuacion = tbl1!CALIDAD
score = (puntuacion / maximo) * 100
tscore = score + tscore
LabelC.Caption = " " & score & " %"
If score > 49 Then
LabelC.ForeColor = &HFF00&
Else
LabelC.ForeColor = &H80&
End If

```

```

'estadística renta
puntuacion = tbl1!renta
score = (puntuacion / maximo) * 100

```

```

tscore = score + tscore
LabelR.Caption = " " & score & " %"
If score > 49 Then
    LabelR.ForeColor = &HFF00&
Else
    LabelR.ForeColor = &H80&
End If

```

En las anteriores funciones se ido almacenando el % acumulado en la variable 'tscore'. Esta nos servirá para hacer una valoración global de la gestión que está realizando el usuario.

Se debe diferenciar si el usuario ha respondido ya las 9 primeras preguntas, en caso de haberlo hecho este total acumulado se divide entre 4, ya que hemos considerado que todos los ratios tienen la misma importancia. El resultado de la valoración global se muestra por pantalla en la correspondiente 'etiqueta'. Se ha realizado el mismo procedimiento que en los ratios anteriores, en caso de que el ratio sea superior al 50% se muestra de color verde, en caso contrario se muestra en color rojo.

```

If Id_pregunta > 10 Then
    tscore = tscore / 4
End If
pregunta = Id_pregunta - 1
pregunta_max = Id_pregunta_max - 1

LabelPC.Caption = "" & pregunta & "/" & pregunta_max & ""
Label3.Caption = " " & tscore & " %"
If tscore > 49 Then
    Label3.ForeColor = &HFF00&
Else
    Label3.ForeColor = &H80&
End If
End If
End Sub

```

Creación del histórico con las situaciones

Esta función es la que se encarga de almacenar todos los datos en la tabla 'salida' para poder generar el histórico con todas las situaciones de usuario.

```
Private Sub generar_prevision()
```

En primer lugar se definen las variables que se van a utilizar en la función:

```

Dim dbs As Database
Dim i As Integer
Dim pregunta As String
Dim respuesta As String
Dim respuestaOK As String
Dim comentario As String
Dim resp As String 'letra respondida por el usuario
Dim tbl1 As ADODB.Recordset
Dim sql As String
Dim RS As String
Dim LocalDatabase As String
Dim nombre As String
Dim apellido As String

```

Para la generación del histórico se almacenarán todos los datos en una tabla ('salida') en la base de datos que ha sido diseñada especialmente para eso. El primer paso es eliminar todos los datos almacenados en la tabla 'salida'.

```
sql = "DELETE * FROM salida"
m_cn.Execute (sql)
```

Lo primero que se realiza es la introducción de los números de pregunta en la tabla ‘salida’, esto nos servirá para tomar el identificador de la pregunta como referencia para introducir los diferentes valores necesarios para crear el informe.

```
sql = "INSERT INTO salida (IDPregunta) VALUES (" & i & ")"
m_cn.Execute (sql)
```

Una vez introducidos los identificadores, usando este identificador se selecciona la pregunta correspondiente al identificador de la tabla ‘inbox’ y se guarda en una variable ‘pregunta’.

```
'selecciono la pregunta
sql = "Select pregunta from inbox where Id= " & i & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
pregunta = tbl1("pregunta")
```

Se selecciona la respuesta correcta de la tabla ‘inbox’ y se almacena en la variable ‘respuestaOK’.

```
'selecciono la respuesta correcta
sql = "Select respuesta_ok from inbox where Id= " & i & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
respuestaOK = tbl1("respuesta_ok")
```

Se selecciona la respuesta que ha contestado el usuario de la tabla ‘inbox’ y se almacena en la variable ‘respuesta’.

```
'selecciono la respuesta del usuario
sql = "Select R" & i & " as R from puntuaciones where usuario= " & Id_user & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
resp = tbl1!r
```

Se selecciona la opción de respuesta que ha contestado el usuario de la tabla ‘inbox’ y se almacena en la variable ‘respu’.

```
sql = "Select " & resp & " as respu from inbox where Id= " & i & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
respuesta = tbl1!respu
```

Seleccionamos el nombre y apellido del usuario de la tabla ‘usuarios’ correspondiente con el identificador de usuario ‘Id_user’ (es una variable global que se inicializa al comenzar la simulación) y los almacenamos en las variables ‘nombre’ y ‘apellidos’ respectivamente.

```
sql = "select * from usuarios where Id=" & Id_user & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
nombre = tbl1!nombre
apellido = tbl1!apellidos
```

Una vez que tenemos todos los datos almacenados en variables locales procedemos a la introducción de estos datos en la tabla ‘salida’.

```
sSQL = "Update salida Set Nombre = " & nombre & ", Apellidos= " & apellido & ", Usuario = " &
usuario & ", Pregunta = " & pregunta & ", respuestaUser = " & respuesta & ", respuestaOK = " &
respuestaOK & " Where IdPregunta = " & i & ""
Set RS2 = m_cn.Execute(sSQL)
```

i = i + 1

Este caso se da cuando la variable 'i' es superior a las preguntas que ha contestado el usuario.

```
Else  
sSQL = "Update salida Set Nombre = ", Apellidos= ", Usuario = ", Pregunta = ", respuestaUser = ",  
comentarioOK=", respuestaOK = " Where IdPregunta = " & i & ""  
Set RS2 = m_cn.Execute(sSQL)  
Exit Do  
End If
```

Loop

Para el resto de preguntas se repiten los mismos pasos que para las 9 primeras preguntas incorporando un nuevo dato, los comentarios que la dirección proporciona acerca las decisiones que ha tomado el usuario.

Do While i > 9

```
If i < Id_pregunta Then  
sql = "INSERT INTO salida (IDPregunta) VALUES (" & i & ")"  
m_cn.Execute (sql)  
  
'selecciono la pregunta  
sql = "Select pregunta from inbox where Id= " & i & ""  
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)  
pregunta = tbl1("pregunta")  
  
'selecciono la respuesta correcta  
sql = "Select respuesta_ok from inbox where Id= " & i & ""  
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)  
respuestaOK = tbl1("respuesta_ok")  
  
'selecciono la respuesta del usuario  
sql = "Select R" & i & " as R from puntuaciones where usuario= " & Id_user & ""  
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)  
resp = tbl1!r  
  
sql = "Select " & resp & " as respu from inbox where Id= " & i & ""  
'MsgBox sql  
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)  
respuesta = tbl1!respu  
  
sql = "Select comentario" & resp & " as com from inbox where Id= " & i & ""  
'MsgBox sql  
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)  
comentario = tbl1!com  
sql = "select * from usuarios where Id=" & Id_user & ""  
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)  
nombre = tbl1!nombre  
apellido = tbl1!apellidos  
  
sSQL = "Update salida Set Nombre = " & nombre & ", Apellidos= " & apellido & ", Usuario = " &  
usuario & ", Pregunta = " & pregunta & ", respuestaUser = " & respuesta & ", comentarioOK=" &  
&  
comentario & ", respuestaOK = " & respuestaOK & " Where IdPregunta = " & i & ""  
  
'MsgBox sSQL  
Set RS2 = m_cn.Execute(sSQL)  
i = i + 1  
  
Else
```

```
sSQL = "Update salida Set Nombre = ", Apellidos= ", Usuario =", Pregunta = ", respuestaUser = ",
comentarioOK=", respuestaOK = " Where IdPregunta = " & i & ""
Set RS2 = m_cn.Execute(sSQL)
Exit Do
End If
```

```
Loop
```

```
End Sub
```

Exportar fichero

Esta función es la encargada de realizar la exportación del fichero que se le enviará al administrador para que pueda evaluar al usuario. Se ha considerado que una manera de garantizar la integridad de los datos es crear una base de datos con una contraseña para que el usuario no sea capaz de modificar la información.

```
Private Sub SWFEXP_FSCommand(ByVal command As String, ByVal args As String)
If command = "ButtonClick" Then
```

Se definen las variables.

```
'Variable para utilizar Microsoft Scripting Runtime
Dim fso As FileSystemObject
Dim rutaOrigen As String
Dim rutaDestino As String
Dim sql As String
Dim tbl1 As ADODB.Recordset
Dim usuario As String
Dim filename As String
```

Esta instrucción lo que se encarga es de recoger todos los errores que se puedan originar durante el proceso. Si se origina un error se interrumpe la ejecución del programa y se pasa directamente a ejecutar el código que se encuentra en la etiqueta 'error'

```
On Error GoTo error
```

Se ha creado un objeto de la clase Common Dialog que nos permite selección el nombre con el cual deseamos exportar el fichero.

```
CD.filename = ""
CD.Filter = " Base de datos (*.mdb)|*.mdb"
CD.ShowSave
CD.CancelError = False

rutaDestino = CD.filename
sql = "select * from usuarios where id=" & Id_user & ""
Set tbl1 = m_cn.Execute(sql)
```

Se crea una instancia de la clase FileSystemObject que nos permitirá la creación de un nuevo fichero.

```
Set fso = New FileSystemObject ' Se crea la instancia
'Copiamos el directorio entero incluyendo sus archivos
rutaOrigen = App.Path & "\db1.mdb"
fso.CopyFile rutaOrigen, rutaDestino
```


Una vez que se ha creado el archivo se procede a compactar la base de datos para que de éste modo el archivo se reduzca considerablemente de tamaño.

```
compactar (rutaDestino)
```

Una vez compactado procedemos a eliminar el objeto que hemos creado.

```
'Eliminamos el objeto  
Set fso = Nothing  
ok.Label1.Caption = "El fichero se ha generado correctamente"  
ok.Show  
End If
```

Los errores que se produzcan durante el proceso generarán el siguiente mensaje de error

```
error:  
ok.Label1.Caption = "No se ha podido exportar el fichero"  
ok show  
End Sub
```

Compactar fichero

Esta función es la encargada de compactar la base de datos. La variable de entrada es la ruta en la cual se compactará el archivo.

```
Private Sub compactar(ByVal rutaDestino As String)
```

Se realiza la creación de las variables.

```
' Compactar una base de datos con ADO  
Dim sDBTmp As String  
Dim je As JRO.JetEngine
```

Esta instrucción lo que se encarga es de recoger todos los errores que se puedan originar durante el proceso. Si se origina un error se interrumpe la ejecución del programa y se pasa directamente a ejecutar el código que se encuentra en la etiqueta 'ErrCompactar'

```
On Error GoTo ErrCompactar
```

Se crea una instancia de la clase JRO.JetEngine que nos permitirá realizar la compactación de la base de datos.

```
Set je = New JRO.JetEngine  
  
' Crear un nombre "medio" aleatorio  
sDBTmp = "DBT_" & Format$(Minute(Now), "00") & Format$(Second(Now), "00") & ".mdb"  
  
' Asegurarnos de que no existe una base con el nombre temporal  
If Len(Dir$(sDBTmp)) Then  
Kill sDBTmp  
End If
```

Con esta instrucción se compacta la base de datos.

```
je.CompactDatabase "Data Source=" & rutaDestino & ";" & _  
"Jet OLEDB:Database Password=*****", _  
"Data Source=" & sDBTmp & ";" & _  
"Jet OLEDB:Database Password=*****"
```

Con esta instrucción se Elimina la base de datos original.

```
Kill rutaDestino
```

Se le cambia el nombre de la base de datos creada por el nombre de la base de datos original.

```
Name sDBTmp As rutaDestino  
Exit Sub
```

En caso de que se produzca un error se ejecutará el siguiente código. Se mostrará un mensaje indicando ***** Error al compactar la base de datos *****

```
ErrCompactar:  
'Mostrar el mensaje de error  
MsgBox "Error al compactar la base de datos:" & vbCrLf & _  
Err.Number & " " & Err.Description, _  
vbExclamation, "Error al compactar la base de datos"  
Err.Clear  
'lblInfo.Caption = " *** Error al compactar la base de datos ***"  
'lblInfo.Refresh  
End Sub
```

Abrir fichero externo (Microsoft Word, Microsoft Excel)

Esta función nos permite abrir ficheros externos desde el simulador.

```
Sub Abrir_Fichero(filename As String, OwnerhWnd As Long)  
Dim SEI As SHELLEXECUTEINFO  
Dim r As Long  
Dim suHProcess As Long  
  
With SEI  
'Set the structure's size  
.cbSize = Len(SEI)  
'Set the mask  
.fMask = SEE_MASK_NOCLOSEPROCESS 'Or _  
SEE_MASK_INVOKEIDLIST Or SEE_MASK_FLAG_NO_UI  
'Set the owner window  
.hWnd = OwnerhWnd  
'Show the properties  
.lpVerb = "open"  
'Set the filename  
.lpFile = filename & Chr(0)  
.lpParameters = vbNullChar  
.lpDirectory = vbNullChar  
.nShow = 10 ' default  
.hInstApp = 0  
.lpIDList = 0  
End With  
  
If ShellExecuteEx(SEI) <> 0 Then  
suHProcess = SEI.hProcess  
Else  
MsgBox "No se ha podido abrir el fichero"  
End If  
  
End Sub
```

4.- CONCLUSIONES

El empleo de la simulación en la formación de Dirección de Proyectos acelera el proceso de aprendizaje, especialmente el de habilidades, y es aplicable tanto al aprendizaje como a la evaluación. Sin embargo, bajo mi experiencia, no debe constituir un elemento aislado del proceso formativo, sino que debe contemplarse como una vía más de aprendizaje. Su utilización debe tener una relación lógica dentro del plan de desarrollo profesional de una persona, para que se corresponda con las necesidades y requerimientos estratégicos de la organización.

Simulean cumple con lo comentado, ya que para su correcta utilización es necesario poseer conocimientos teóricos sobre la gestión de proyectos sin los cuales sería imposible poder seguir las situaciones planteadas. Y a la vez, presenta casos claros de situaciones reales que sólo explicándolas de manera teórica serían muy complicadas de entender y de asimilar. Además está generado de manera que deja las situaciones abiertas para que cada usuario trate las situaciones desde su punto de vista, sin tener marcada la respuesta de antemano.

Como conclusión final se puede decir que Simulean ayuda a completar un tema que aún estaba bastante inexplorado: la aplicación de la metodología Lean de producción a la gestión de proyectos.

5.- LINEAS FUTURAS

El proyecto Simulean ha sido diseñado para el aprendizaje y práctica de futuros gerentes de proyectos según metodología Lean. Un ejemplo claro de personas que deberían utilizar un simulador de este estilo son los gerentes de consultorías, pues en la vida real, se encuentran con situaciones reales que aquí se les plantean de manera virtual.

Este proyecto se ha realizado en parte, para ser utilizado en el Máster de Gestión de Proyectos, y es una de las posibles salidas futuras que tiene.

Los Máster de este tipo necesitan, aparte de toda la documentación de que disponen, apoyarse en ejemplos prácticos que ayuden a comprender las situaciones expuestas. Como hemos dicho, es un simulador muy adecuado para empleados de las consultorías, y ésta podría ser una buena salida ya que actualmente existen pocos simuladores que traten este tema tan concretamente.

De hecho, la mayoría de empresas de este ámbito, tiene unos períodos de tiempo (STAFF) en que sus empleados no están asignados a ningún proyecto y se les recomienda realizar cursos de aprendizaje. Para estos casos sería muy adecuado el uso de simuladores conductuales como Simulean.

Pero para ello, se debería implementar una opción para presentar por pantalla las respuestas correctas de forma que el usuario pueda conocer aquellas en las que ha fallado. Además se debería de añadir información sobre los motivos que hacen que esa sea la respuesta adecuada. Actualmente no se presentan porque como se ha dicho, el simulador será utilizado en un Máster, por lo que el educador debe puntuarles. Si los alumnos supieran la respuesta correcta, podrían repetir el simulador y falsear los resultados.

También se ha de destacar que el simulador creado consta actualmente de un proyecto y esto podría ampliarse a los que cada empresa necesitara, ya que la parte de programación no se debe modificar, únicamente se han de cargar los nuevos diseños de proyectos y actualizar las bases de datos con las situaciones nuevas que se quieran plantear.

6.- BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

Lawrence P. Leach - "Lean Project Management: Eight Principles for Success". – Advanced Projects, Inc., 2005.

James P. Womack - "Lean Thinking". – Free Press, 2003.

Lluís Cuatrecasas - "Claves de Lean Management". – Gestión 2000, 2006.

Lluís Cuatrecasas - "Lean Management: Volver a Empezar". – Gestión 2000, 2005.

Ronald Mascitelli - "Building a Project-Driven Enterprise". – Free Press, 2005.

James P. Womack - "The Machine that Changed the World". – Free Press, 2007.

Referencias web:

www.advanced-projects.com

www.projectmanagement.com

www.triz40.com

www.pmi.org

www.lean.org

www.goldratt.com

www.wikipedia.org

www.sphericalangle.com

Anexo I - TRIZ (fuente www.triz40.com)

1. Segmentation

Divide an object into independent parts.

- Replace mainframe computer by personal computers.
- Replace a large truck by a truck and trailer.
- Use a work breakdown structure for a large project.

Make an object easy to disassemble.

- Modular furniture
- Quick disconnect joints in plumbing

Increase the degree of fragmentation or segmentation.

- Replace solid shades with Venetian blinds.
- Use powdered welding metal instead of foil or rod to get better penetration of the joint.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/13	1/18	1/27	1/32	2/4	2/13	2/20	2/29	2/31	2/32	2/33	2/36	2/39	3/11	3/12	3/13	3/21	3/24	3/30	3/32	3/34	3/35	3/36	3/37	4/11	4/16	4/30	4/35	4/36	5/30
5/32	5/34	5/36	6/10	6/31	6/36	7/3	7/5	7/12	7/13	7/27	7/31	7/32	7/36	8/34	8/36	9/13	9/28	9/30	9/32	10/1	10/2	10/6	10/20	10/30	10/32	10/33	10/34	11/4	11/32
11/36	12/13	12/28	12/30	12/31	12/32	12/34	12/35	12/36	12/38	13/2	13/3	13/12	13/17	13/38	14/1	14/2	14/3	14/30	15/32	15/35	16/4	16/30	16/33	16/34	16/38	17/13	18/1	18/19	18/20
18/22	18/23	18/24	18/25	18/26	18/35	19/28	19/30	19/34	20/32	20/39	21/3	22/18	22/33	23/7	23/18	23/31	24/3	24/30	25/18	25/20	25/34	26/32	27/12	27/29	27/34	27/36	27/39	28/18	28/27
28/33	28/34	29/27	29/33	30/3	30/4	30/5	30/12	30/14	30/16	30/18	30/19	31/2	31/6	31/10	31/12	31/23	31/25	31/26	31/36	31/37	32/2	32/3	32/5	32/7	32/9	32/11	32/12	32/13	32/14
32/15	32/18	32/19	32/20	32/21	32/26	32/28	32/34	32/36	32/37	32/38	32/39	33/2	33/3	33/5	33/7	33/16	33/18	33/19	33/29	33/34	33/35	33/38	33/39	34/3	34/8	34/10	34/12	34/14	34/16
34/18	34/19	34/22	34/25	34/27	34/32	34/33	34/35	34/36	34/39	35/1	35/3	35/4	35/12	35/15	35/18	35/21	35/22	35/28	35/32	35/33	35/34	35/37	36/3	36/5	36/8	36/11	36/27	36/31	36/32
36/34	36/38	37/2	37/7	37/12	37/21	37/23	37/35	38/12	38/13	38/32	38/33	38/34	38/35	39/18	39/20	39/27	39/28	39/29	39/33	39/34	39/35								

2. Taking out

Separate an interfering part or property from an object, or single out the only necessary part (or property) of an object.

- Locate a noisy compressor outside the building where compressed air is used.
- Use fiber optics or a light pipe to separate the hot light source from the location where light is needed.
- Use the sound of a barking dog, without the dog, as a burglar alarm.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

<u>1/7</u>	<u>1/9</u>	<u>1/22</u>	<u>1/33</u>	<u>1/34</u>	<u>2/6</u>	<u>2/8</u>	<u>2/14</u>	<u>2/16</u>	<u>2/30</u>	<u>2/34</u>	<u>2/38</u>	<u>3/22</u>	<u>3/25</u>	<u>4/8</u>	<u>4/29</u>	<u>4/33</u>	<u>5/1</u>	<u>5/10</u>	<u>5/13</u>	<u>5/17</u>	<u>5/23</u>	<u>5/29</u>	<u>5/31</u>	<u>5/37</u>	<u>5/39</u>	<u>6/2</u>	<u>6/13</u>	<u>6/16</u>	<u>6/26</u>
<u>6/29</u>	<u>6/30</u>	<u>6/37</u>	<u>7/1</u>	<u>7/18</u>	<u>7/24</u>	<u>7/25</u>	<u>7/29</u>	<u>7/31</u>	<u>7/39</u>	<u>8/4</u>	<u>8/10</u>	<u>8/12</u>	<u>8/27</u>	<u>8/37</u>	<u>8/39</u>	<u>9/1</u>	<u>9/17</u>	<u>9/21</u>	<u>9/31</u>	<u>9/34</u>	<u>10/8</u>	<u>10/15</u>	<u>10/38</u>	<u>11/13</u>	<u>11/17</u>	<u>11/22</u>	<u>11/30</u>	<u>11/31</u>	<u>11/34</u>
<u>11/37</u>	<u>12/8</u>	<u>12/19</u>	<u>12/21</u>	<u>12/30</u>	<u>12/34</u>	<u>13/1</u>	<u>13/5</u>	<u>13/11</u>	<u>13/22</u>	<u>13/23</u>	<u>13/34</u>	<u>13/35</u>	<u>13/36</u>	<u>14/31</u>	<u>14/33</u>	<u>14/36</u>	<u>15/3</u>	<u>15/7</u>	<u>15/10</u>	<u>15/18</u>	<u>15/27</u>	<u>16/35</u>	<u>17/9</u>	<u>17/11</u>	<u>17/21</u>	<u>17/30</u>	<u>17/31</u>	<u>17/35</u>	<u>17/36</u>
<u>17/38</u>	<u>18/2</u>	<u>18/7</u>	<u>18/15</u>	<u>18/38</u>	<u>18/39</u>	<u>19/10</u>	<u>19/12</u>	<u>19/18</u>	<u>19/31</u>	<u>19/36</u>	<u>19/38</u>	<u>20/18</u>	<u>20/30</u>	<u>21/9</u>	<u>21/10</u>	<u>21/12</u>	<u>21/17</u>	<u>21/28</u>	<u>21/29</u>	<u>21/30</u>	<u>21/31</u>	<u>21/34</u>	<u>21/38</u>	<u>22/3</u>	<u>22/13</u>	<u>22/23</u>	<u>22/30</u>	<u>22/31</u>	<u>22/34</u>
<u>22/38</u>	<u>23/5</u>	<u>23/13</u>	<u>23/22</u>	<u>23/33</u>	<u>23/34</u>	<u>23/35</u>	<u>24/8</u>	<u>25/3</u>	<u>25/7</u>	<u>26/6</u>	<u>26/13</u>	<u>26/28</u>	<u>26/34</u>	<u>27/8</u>	<u>27/15</u>	<u>27/30</u>	<u>27/31</u>	<u>28/10</u>	<u>28/26</u>	<u>28/35</u>	<u>28/38</u>	<u>29/4</u>	<u>29/6</u>	<u>29/7</u>	<u>29/19</u>	<u>29/21</u>	<u>29/22</u>	<u>29/36</u>	<u>30/2</u>
<u>30/6</u>	<u>30/11</u>	<u>30/17</u>	<u>30/20</u>	<u>30/21</u>	<u>30/22</u>	<u>30/24</u>	<u>30/27</u>	<u>30/32</u>	<u>30/33</u>	<u>30/34</u>	<u>31/5</u>	<u>31/7</u>	<u>31/11</u>	<u>31/14</u>	<u>31/17</u>	<u>31/19</u>	<u>31/21</u>	<u>31/22</u>	<u>31/27</u>	<u>31/37</u>	<u>31/38</u>	<u>32/30</u>	<u>32/33</u>	<u>32/35</u>	<u>33/1</u>	<u>33/11</u>	<u>33/21</u>	<u>33/22</u>	<u>33/23</u>
<u>33/28</u>	<u>33/30</u>	<u>33/32</u>	<u>34/1</u>	<u>34/2</u>	<u>34/7</u>	<u>34/12</u>	<u>34/13</u>	<u>34/14</u>	<u>34/21</u>	<u>34/23</u>	<u>34/26</u>	<u>34/28</u>	<u>34/30</u>	<u>35/3</u>	<u>35/16</u>	<u>35/17</u>	<u>35/23</u>	<u>36/2</u>	<u>36/13</u>	<u>36/14</u>	<u>36/17</u>	<u>36/19</u>	<u>36/22</u>	<u>36/28</u>	<u>37/5</u>	<u>37/6</u>	<u>37/8</u>	<u>37/18</u>	<u>37/31</u>
<u>37/33</u>	<u>38/10</u>	<u>38/17</u>	<u>38/19</u>	<u>38/21</u>	<u>38/30</u>	<u>38/31</u>	<u>39/7</u>	<u>39/8</u>	<u>39/15</u>	<u>39/32</u>	<u>39/37</u>																		

3. Local quality

Change an object's structure from uniform to non-uniform, change an external environment (or external influence) from uniform to non-uniform.

- Use a temperature, density, or pressure gradient instead of constant temperature, density or pressure.

Make each part of an object function in conditions most suitable for its operation.

- Lunch box with special compartments for hot and cold solid foods and for liquids.

Make each part of an object fulfill a different and useful function.

- Pencil with eraser
- Hammer with nail puller
- Multi-function tool that scales fish, acts as a pliers, a wire stripper, a flat-blade screwdriver, a Phillips screwdriver, manicure set, etc.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

<u>1/23</u>	<u>1/26</u>	<u>1/27</u>	<u>1/33</u>	<u>1/39</u>	<u>2/27</u>	<u>4/17</u>	<u>4/18</u>	<u>4/28</u>	<u>4/34</u>	<u>5/14</u>	<u>5/15</u>	<u>5/28</u>	<u>6/28</u>	<u>8/26</u>	<u>9/14</u>	<u>9/15</u>	<u>9/37</u>	<u>10/27</u>	<u>10/31</u>	<u>10/33</u>	<u>10/39</u>	<u>11/14</u>	<u>11/15</u>	<u>11/23</u>	<u>11/29</u>	<u>12/2</u>	<u>12/23</u>	<u>13/16</u>	<u>13/18</u>
<u>13/39</u>	<u>14/5</u>	<u>14/10</u>	<u>14/11</u>	<u>14/15</u>	<u>14/25</u>	<u>14/27</u>	<u>14/28</u>	<u>14/29</u>	<u>14/32</u>	<u>14/34</u>	<u>14/35</u>	<u>14/37</u>	<u>15/5</u>	<u>15/9</u>	<u>15/11</u>	<u>15/13</u>	<u>15/14</u>	<u>15/23</u>	<u>15/26</u>	<u>15/28</u>	<u>15/29</u>	<u>16/13</u>	<u>16/26</u>	<u>17/5</u>	<u>17/10</u>	<u>17/19</u>	<u>17/26</u>	<u>17/27</u>	<u>17/37</u>
<u>18/13</u>	<u>18/29</u>	<u>19/17</u>	<u>19/28</u>	<u>20/26</u>	<u>22/21</u>	<u>22/37</u>	<u>23/8</u>	<u>23/11</u>	<u>23/12</u>	<u>23/15</u>	<u>23/26</u>	<u>25/13</u>	<u>25/14</u>	<u>26/10</u>	<u>26/11</u>	<u>26/15</u>	<u>26/16</u>	<u>26/17</u>	<u>26/20</u>	<u>26/23</u>	<u>26/27</u>	<u>26/31</u>	<u>26/35</u>	<u>26/36</u>	<u>26/37</u>	<u>26/39</u>	<u>27/1</u>	<u>27/2</u>	<u>27/7</u>
<u>27/10</u>	<u>27/15</u>	<u>27/17</u>	<u>27/26</u>	<u>27/28</u>	<u>28/4</u>	<u>28/5</u>	<u>28/6</u>	<u>28/19</u>	<u>28/21</u>	<u>28/31</u>	<u>29/11</u>	<u>29/14</u>	<u>29/15</u>	<u>29/18</u>	<u>30/12</u>	<u>30/38</u>	<u>31/9</u>	<u>31/26</u>	<u>31/28</u>	<u>32/14</u>	<u>33/14</u>	<u>33/15</u>	<u>33/38</u>	<u>34/4</u>	<u>35/14</u>	<u>35/17</u>	<u>35/26</u>	<u>36/26</u>	<u>37/9</u>
<u>37/14</u>	<u>37/17</u>	<u>37/22</u>	<u>37/26</u>	<u>38/33</u>	<u>39/2</u>	<u>39/13</u>																							

4. Asymmetry

Change the shape of an object from symmetrical to asymmetrical.

- Asymmetrical mixing vessels or asymmetrical vanes in symmetrical vessels improve mixing (cement trucks, cake mixers, blenders).
- Put a flat spot on a cylindrical shaft to attach a knob securely.

If an object is asymmetrical, increase its degree of asymmetry.

- Change from circular O-rings to oval cross-section to specialized shapes to improve sealing.
- Use astigmatic optics to merge colors.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/17	3/5	3/7	3/9	3/10	3/23	3/28	3/33	3/39	5/1	5/3	5/7	5/9	5/12	5/25	6/25	6/26	6/27	6/33	7/3	7/5	7/9	7/12	7/15	7/37	8/17	8/31	9/36	11/12	11/25
12/3	12/5	12/7	12/13	12/21	13/12	13/20	15/18	15/32	15/36	17/8	17/34	20/13	20/32	21/26	25/5	25/6	25/11	25/12	25/27	25/32	25/33	26/6	27/3	27/6	27/25	29/31	30/3	31/8	31/29
32/15	32/20	32/25	33/8	33/24	33/25	34/12	34/17	34/35	35/34	36/15	37/7	37/9	38/35	39/3															

5. Merging

Bring closer together (or merge) identical or similar objects, assemble identical or similar parts to perform parallel operations.

- Personal computers in a network
- Thousands of microprocessors in a parallel processor computer
- Vanes in a ventilation system
- Electronic chips mounted on both sides of a circuit board or subassembly

Make operations contiguous or parallel; bring them together in time.

- Link slats together in Venetian or vertical blinds.
- Medical diagnostic instruments that analyze multiple blood parameters simultaneously
- Mulching lawnmower

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/15	1/23	1/35	2/8	2/23	5/12	9/15	10/23	12/3	12/5	12/23	15/1	15/9	19/14	19/23	23/12	23/19	24/2	25/2	25/4	25/5	25/7	25/10	25/13	25/22	28/3	28/27	32/33	33/32	35/28
37/32	37/33	38/23	38/39	39/38																									

6. Universality

Make a part or object perform multiple functions; eliminate the need for other parts.

- Handle of a toothbrush contains toothpaste
- Child's car safety seat converts to a stroller
- Mulching lawnmower (Yes, it demonstrates both Principles 5 and 6, Merging and Universality.)
- Team leader acts as recorder and timekeeper.
- CCD (Charge coupled device) with micro-lenses formed on the surface

This principle is proposed to solve the following contradictions:

<u>1/17</u>	<u>1/22</u>	<u>2/16</u>	<u>2/26</u>	<u>2/33</u>	<u>4/22</u>	<u>5/15</u>	<u>5/26</u>	<u>7/11</u>	<u>7/15</u>	<u>7/21</u>	<u>7/25</u>	<u>7/39</u>	<u>8/17</u>	<u>8/21</u>	<u>9/11</u>	<u>11/7</u>	<u>11/9</u>	<u>11/28</u>	<u>12/19</u>	<u>12/21</u>	<u>13/22</u>	<u>15/19</u>	<u>15/38</u>	<u>16/2</u>	<u>16/27</u>	<u>16/37</u>	<u>17/1</u>	<u>17/8</u>	<u>18/10</u>
<u>18/15</u>	<u>18/22</u>	<u>18/24</u>	<u>18/36</u>	<u>19/15</u>	<u>19/21</u>	<u>19/30</u>	<u>19/31</u>	<u>20/2</u>	<u>20/39</u>	<u>21/7</u>	<u>21/8</u>	<u>21/18</u>	<u>21/19</u>	<u>21/25</u>	<u>22/1</u>	<u>22/2</u>	<u>22/3</u>	<u>22/4</u>	<u>22/13</u>	<u>23/1</u>	<u>23/2</u>	<u>23/18</u>	<u>23/26</u>	<u>25/21</u>	<u>25/36</u>	<u>26/1</u>	<u>26/23</u>	<u>27/16</u>	<u>28/7</u>
<u>28/11</u>	<u>28/12</u>	<u>28/14</u>	<u>28/15</u>	<u>28/17</u>	<u>28/18</u>	<u>28/19</u>	<u>28/21</u>	<u>28/26</u>	<u>28/32</u>	<u>30/19</u>	<u>31/19</u>	<u>32/37</u>	<u>33/2</u>	<u>35/1</u>	<u>35/14</u>	<u>35/18</u>	<u>35/39</u>	<u>36/6</u>	<u>36/7</u>	<u>36/25</u>	<u>37/2</u>	<u>37/16</u>	<u>38/15</u>	<u>39/7</u>					

7. Nested doll

Place one object inside another; place each object, in turn, inside the other.

- Measuring cups or spoons
- Russian dolls
- Portable audio system (microphone fits inside transmitter, which fits inside amplifier case)

Make one part pass through a cavity in the other.

- Extending radio antenna
- Extending pointer
- Zoom lens
- Seat belt retraction mechanism
- Retractable aircraft landing gear stow inside the fuselage (also demonstrates Principle 15, Dynamism).

This principle is proposed to solve the following contradictions:

<u>3/7</u>	<u>3/22</u>	<u>4/6</u>	<u>4/12</u>	<u>4/39</u>	<u>5/7</u>	<u>6/4</u>	<u>6/22</u>	<u>6/39</u>	<u>7/3</u>	<u>7/5</u>	<u>7/14</u>	<u>7/22</u>	<u>7/26</u>	<u>8/12</u>	<u>9/7</u>	<u>12/4</u>	<u>12/8</u>	<u>14/7</u>	<u>22/3</u>	<u>22/4</u>	<u>22/6</u>	<u>22/7</u>	<u>22/8</u>	<u>22/17</u>	<u>22/25</u>	<u>22/26</u>	<u>22/36</u>	<u>26/22</u>	<u>34/35</u>
<u>34/38</u>	<u>35/5</u>	<u>35/34</u>	<u>39/4</u>	<u>39/6</u>	<u>39/33</u>																								

8. Anti-weight

To compensate for the weight of an object, merge it with other objects that provide lift.

- Inject foaming agent into a bundle of logs, to make it float better.
- Use helium balloon to support advertising signs.

To compensate for the weight of an object, make it interact with the environment (e.g. use aerodynamic, hydrodynamic, buoyancy and other forces).

- Aircraft wing shape reduces air density above the wing, increases density below wing, to create lift. (This also demonstrates Principle 4, Asymmetry.)
- Vortex strips improve lift of aircraft wings.
- Hydrofoils lift ship out of the water to reduce drag.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/3 1/9 1/10 1/35 2/10 2/23 2/27 3/1 3/9 3/11 3/12 3/13 3/14 3/19 4/8 4/21 8/4 9/3 9/14 9/19 9/32 10/1 10/23 12/1 13/38 14/1 14/3 14/9 19/9 21/1
26/38 27/1 27/2 27/10 27/35 32/9 32/38 33/15 33/27 35/1 35/12 35/27 37/27 38/18

9. Preliminary anti-action

If it will be necessary to do an action with both harmful and useful effects, this action should be replaced with anti-actions to control harmful effects.

- Buffer a solution to prevent harm from extremes of pH.

Create beforehand stresses in an object that will oppose known undesirable working stresses later on.

- Pre-stress rebar before pouring concrete.
- Masking anything before harmful exposure: Use a lead apron on parts of the body not being exposed to X-rays. Use masking tape to protect the part of an object not being painted

This principle is proposed to solve the following contradictions:

2/32 5/27 6/4 7/14 8/14 10/3 10/7 11/14 12/15 13/14 14/6 14/8 15/3 17/3 17/4 19/14 20/2 22/2 27/3 29/2 32/34 34/9 34/14 36/33 37/25 38/15

10. Preliminary action

Perform, before it is needed, the required change of an object (either fully or partially).

- Pre-pasted wall paper
- Sterilize all instruments needed for a surgical procedure on a sealed tray.

Pre-arrange objects such that they can come into action from the most convenient place and without losing time for their delivery.

- Kanban arrangements in a Just-In-Time factory
- Flexible manufacturing cell

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/10	1/11	1/12	1/24	1/25	2/4	2/10	2/11	2/12	2/14	2/24	2/25	2/27	2/29	2/36	3/10	3/12	3/17	3/23	3/27	3/29	3/34	4/6	4/10	4/16	4/23	4/29	5/11	5/21	5/23
5/34	5/39	6/11	6/16	6/23	6/25	6/39	7/13	7/17	7/18	7/23	7/25	7/34	7/39	8/2	8/23	8/29	8/39	9/18	9/23	9/26	9/29	9/35	9/36	9/38	10/4	10/5	10/12	10/13	10/14
10/17	10/19	10/25	10/28	10/36	10/37	11/1	11/2	11/3	11/5	11/6	11/7	11/12	11/19	11/21	11/23	11/26	11/27	11/39	12/1	12/2	12/4	12/5	12/10	12/11	12/14	12/25	12/27	12/39	13/7
13/10	13/15	13/34	14/7	14/10	14/11	14/12	14/17	14/19	14/21	14/25	14/26	14/32	14/39	15/7	15/14	15/21	15/24	15/25	15/26	15/34	15/36	15/38	16/24	16/25	16/28	16/32	16/39	17/10	17/14
17/27	17/34	18/7	18/9	18/38	20/27	20/30	21/3	21/11	21/14	21/15	21/22	21/24	21/25	21/32	21/33	21/34	22/24	22/25	22/27	22/39	23/3	23/4	23/5	23/6	23/9	23/11	23/25	23/26	23/27
23/29	23/31	23/35	23/36	23/37	23/38	23/39	24/1	24/2	24/15	24/16	24/21	24/22	24/27	24/30	24/31	25/1	25/2	25/6	25/7	25/10	25/12	25/15	25/16	25/21	25/22	25/23	25/27	25/33	25/34
25/37	26/11	26/14	26/15	26/23	26/33	26/34	26/36	27/1	27/2	27/5	27/7	27/10	27/11	27/17	27/22	27/23	27/24	27/25	28/16	28/23	28/31	28/36	28/38	28/39	29/3	29/4	29/8	29/9	29/23
29/30	29/34	29/39	30/20	30/24	30/29	30/34	31/23	31/24	32/14	32/39	33/21	33/24	33/25	34/3	34/10	34/17	34/21	34/25	34/26	34/27	34/28	34/29	34/30	34/32	34/39	35/9	35/23	35/28	36/9
36/15	36/22	36/23	36/26	36/28	36/37	37/21	37/23	37/36	38/2	38/9	38/23	38/28	38/36	39/5	39/6	39/7	39/8	39/10	39/11	39/12	39/14	39/15	39/16	39/17	39/19	39/21	39/22	39/23	39/27
39/28	39/29	39/33	39/34																										

► The 40 TRIZ Principles are brought to you by [TRIZ40](#)

11. Beforehand cushioning

Prepare emergency means beforehand to compensate for the relatively low reliability of an object.

- Magnetic strip on photographic film that directs the developer to compensate for poor exposure
- Back-up parachute
- Alternate air system for aircraft instruments

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/27	1/34	2/34	5/13	7/27	9/27	10/11	10/34	11/33	13/5	14/27	14/32	14/34	15/27	18/28	19/27	22/27	27/4	27/9	27/12	27/14	27/18	27/19	27/21	27/22	27/28	27/29	27/34	27/38	28/27	
28/34	29/27	30/35	32/13	32/34	32/37	34/1	34/2	34/7	34/10	34/14	34/15	34/27	34/32	34/36	35/30	37/13	37/32	38/27												

12. Equipotentiality

In a potential field, limit position changes (e.g. change operating conditions to eliminate the need to raise or lower objects in a gravity field).

- Spring loaded parts delivery system in a factory
- Locks in a channel between 2 bodies of water (Panama Canal)
- Skillsets in an automobile plant that bring all tools to the right position (also demonstrates Principle 10, Preliminary Action)

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[1/19](#) [1/21](#) [4/21](#) [7/33](#) [9/33](#) [10/7](#) [10/9](#) [15/33](#) [19/1](#) [19/3](#) [19/12](#) [19/22](#) [19/39](#) [23/20](#) [32/5](#) [32/10](#) [32/21](#) [32/28](#) [33/3](#) [33/11](#) [33/26](#) [33/32](#) [33/34](#) [33/36](#) [33/38](#) [34/33](#) [36/39](#) [37/34](#) [38/33](#) [38/39](#)
[39/36](#) [39/38](#)

13. The other way round

Invert the action(s) used to solve the problem (e.g. instead of cooling an object, heat it).

- To loosen stuck parts, cool the inner part instead of heating the outer part.
- Bring the mountain to Mohammed, instead of bringing Mohammed to the mountain.

Make movable parts (or the external environment) fixed, and fixed parts movable.

- Rotate the part instead of the tool.
- Moving sidewalk with standing people.
- Treadmill (for walking or running in place.)

Turn the object (or process) 'upside down'.

- Turn an assembly upside down to insert fasteners (especially screws).
- Empty grain from containers (ship or railroad) by inverting them.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[2/6](#) [2/11](#) [2/12](#) [2/23](#) [2/33](#) [3/9](#) [4/12](#) [5/13](#) [5/18](#) [5/26](#) [5/32](#) [5/33](#) [5/34](#) [5/36](#) [7/18](#) [7/21](#) [7/22](#) [7/33](#) [9/1](#) [9/3](#) [9/10](#) [9/18](#) [9/23](#) [9/24](#) [9/32](#) [9/33](#) [10/2](#) [10/9](#) [10/27](#) [10/31](#)
[11/2](#) [11/27](#) [12/4](#) [12/18](#) [12/34](#) [12/37](#) [13/3](#) [13/5](#) [13/15](#) [13/19](#) [13/28](#) [14/9](#) [14/13](#) [14/36](#) [15/13](#) [15/27](#) [15/35](#) [17/15](#) [18/7](#) [18/9](#) [18/22](#) [18/23](#) [18/34](#) [18/36](#) [19/7](#) [19/13](#) [19/35](#) [21/6](#) [22/3](#) [22/18](#)
[23/9](#) [23/18](#) [23/37](#) [24/39](#) [26/28](#) [26/36](#) [26/39](#) [27/18](#) [27/35](#) [27/36](#) [27/38](#) [28/7](#) [28/9](#) [28/13](#) [28/33](#) [28/34](#) [28/35](#) [29/1](#) [29/22](#) [30/2](#) [30/10](#) [30/18](#) [30/39](#) [32/2](#) [32/3](#) [32/5](#) [32/7](#) [32/9](#) [32/12](#) [32/13](#)
[32/33](#) [32/35](#) [33/1](#) [33/2](#) [33/3](#) [33/5](#) [33/9](#) [33/10](#) [33/17](#) [33/18](#) [33/19](#) [33/22](#) [33/28](#) [34/5](#) [34/11](#) [34/12](#) [34/18](#) [34/28](#) [34/36](#) [34/38](#) [35/15](#) [35/19](#) [35/23](#) [35/27](#) [35/32](#) [36/5](#) [36/12](#) [36/14](#) [36/17](#) [36/18](#)
[36/22](#) [36/26](#) [36/27](#) [36/32](#) [36/34](#) [37/1](#) [37/2](#) [37/5](#) [37/12](#) [38/3](#) [38/5](#) [38/7](#) [38/11](#) [38/12](#) [38/14](#) [38/19](#) [38/26](#) [38/32](#) [38/34](#) [39/24](#) [39/30](#)

14. Spheroidality - Curvature

Instead of using rectilinear parts, surfaces, or forms, use curvilinear ones; move from flat surfaces to spherical ones; from parts shaped as a cube (parallelepiped) to ball-shaped structures.

- Use arches and domes for strength in architecture.

Use rollers, balls, spirals, domes.

- Spiral gear (Nautilus) produces continuous resistance for weight lifting.

- Ball point and roller point pens for smooth ink distribution

Go from linear to rotary motion, use centrifugal forces.

- Produce linear motion of the cursor on the computer screen using a mouse or a trackball.

- Replace wringing clothes to remove water with spinning clothes in a washing machine.

- Use spherical casters instead of cylindrical wheels to move furniture.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/12	2/8	2/12	3/27	3/35	3/39	4/8	4/11	4/12	4/14	4/25	4/39	5/3	5/7	5/14	5/36	5/38	6/2	6/23	7/14	7/27	8/2	8/3	8/4	8/14	9/3	9/14	9/22	10/14	10/22
10/26	11/4	11/19	11/21	11/26	11/39	12/4	12/7	12/11	12/14	12/15	12/17	12/19	12/22	12/25	13/22	13/23	14/4	14/7	14/8	14/9	14/10	14/39	15/12	15/39	17/12	17/21	19/11	19/17	21/12
21/17	22/13	23/3	23/10	23/13	25/4	26/3	26/5	26/10	26/11	26/12	26/14	27/3	27/5	27/7	35/9	35/13	36/5	38/3	38/5	39/4	39/11	39/12							

15. Dynamics

Allow (or design) the characteristics of an object, external environment, or process to change to be optimal or to find an optimal operating condition.

- Adjustable steering wheel (or seat, or back support, or mirror position...)

Divide an object into parts capable of movement relative to each other.

- The *butterfly* computer keyboard, (also demonstrates Principle 7, *Nested doll*.)

If an object (or process) is rigid or inflexible, make it movable or adaptive.

- The flexible boroscope for examining engines

- The flexible sigmoidoscope, for medical examination

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/3	1/9	1/35	2/21	2/22	2/24	2/35	2/37	2/39	3/1	3/5	3/13	3/17	3/25	3/30	3/31	3/33	3/35	4/12	4/14	4/27	4/32	5/3	5/11	5/14	5/17	5/18	5/22	5/33	5/34
5/35	6/11	6/35	6/39	7/10	7/12	7/14	7/22	7/33	7/35	8/14	9/10	9/12	9/19	9/35	10/5	10/7	10/9	10/22	10/32	10/34	10/35	11/5	11/6	11/12	12/2	12/7	12/9	12/11	12/18
12/33	12/35	12/37	12/38	13/3	13/9	13/14	13/26	14/1	14/3	14/4	14/7	14/8	14/31	14/35	14/37	14/38	15/30	15/36	17/3	17/4	17/19	17/39	18/20	18/28	18/30	18/34	18/35	18/37	19/5
19/18	19/22	19/34	19/35	21/9	21/13	21/28	22/1	22/5	22/18	22/37	23/10	23/25	23/32	23/35	24/39	25/3	26/5	26/7	26/13	26/35	27/3	27/4	30/15	31/1	31/3	31/14	31/15	32/1	32/4
32/23	32/35	33/1	33/6	33/7	33/12	33/35	33/39	34/5	34/18	34/19	34/21	34/22	34/33	35/1	35/2	35/6	35/7	35/10	35/12	35/22	35/23	35/26	35/33	35/36	36/12	36/15	36/35	36/37	36/38
37/14	37/22	37/35	37/36	38/12	38/36	39/2	39/10	39/24																					

16. Partial or excessive actions

If 100 percent of an object is hard to achieve using a given solution method then, by using 'slightly less' or 'slightly more' of the same method, the problem may be considerably easier to solve.

- Over spray when painting, then remove excess. (Or, use a stencil--this is an application of Principle 3, Local Quality and Principle 9, Preliminary anti-action).
- Fill, then *top off* when filling the gas tank of your car.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

3/35	3/38	5/17	5/33	6/24	6/32	6/33	6/34	6/35	7/22	7/29	7/38	8/25	8/27	9/37	10/20	11/4	11/32	12/27	12/36	13/10	13/18	13/34	14/28	15/10	15/29	15/31	16/2	16/21	16/23
16/25	16/39	17/18	17/34	17/36	17/38	18/3	18/22	18/34	18/39	19/10	19/26	19/35	20/37	21/16	21/18	21/19	21/37	22/9	23/16	23/28	24/6	25/5	25/8	25/16	25/26	26/19	26/25	27/5	27/12
28/3	28/4	28/23	31/3	31/16	32/1	32/6	32/16	32/24	32/33	33/5	33/6	33/7	33/16	33/35	34/6	34/19	34/27	34/30	34/35	35/2	35/4	35/6	35/11	35/16	35/33	35/34	36/5	36/8	36/10
37/3	37/6	37/7	37/9	37/17	37/20	37/21	38/7	39/16																					

17. Another dimension

To move an object in two- or three-dimensional space.

- Infrared computer mouse moves in space, instead of on a surface, for presentations.
- Five-axis cutting tool can be positioned where needed.

Use a multi-story arrangement of objects instead of a single-story arrangement.

- Cassette with 6 CD s to increase music time and variety
- Electronic chips on both sides of a printed circuit board
- Employees *disappear* from the customers in a theme park, descend into a tunnel, and walk to their next assignment, where they return to the surface and magically reappear.

Tilt or re-orient the object, lay it on its side.

- Dump truck

Use 'another side' of a given area.

- Stack microelectronic hybrid circuits to improve density.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/5	2/29	2/37	3/5	3/7	3/10	3/30	3/31	3/32	3/38	4/6	4/32	5/1	5/7	5/22	5/31	5/33	6/21	6/22	6/39	7/5	7/31	8/14	8/37	10/3	10/19	10/35	12/25	12/32	12/39
13/14	14/8	14/13	15/5	15/39	16/30	17/19	17/21	17/22	17/26	17/36	18/25	18/34	19/13	19/34	19/35	21/2	21/6	21/17	21/35	21/38	22/5	22/6	25/6	25/12	25/18	26/13	26/17	27/5	27/33
28/33	29/31	30/3	30/16	31/3	31/5	31/7	31/29	32/3	32/4	33/3	33/5	33/18	33/27	33/36	35/10	36/13	36/17	36/18	36/39	37/3	37/5	38/3	38/5	39/6	39/18	39/36			

18. Mechanical vibration

Cause an object to oscillate or vibrate.

- Electric carving knife with vibrating blades

Increase its frequency (even up to the ultrasonic).

- Distribute powder with vibration.

Use an object's resonant frequency.

- Destroy gall stones or kidney stones using ultrasonic resonance.

Use piezoelectric vibrators instead of mechanical ones.

- Quartz crystal oscillations drive high accuracy clocks.

Use combined ultrasonic and electromagnetic field oscillations.

- Mixing alloys in an induction furnace

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/10	1/14	1/21	1/26	1/29	1/30	1/38	2/11	2/20	2/21	2/22	2/26	2/28	4/17	4/30	5/3	5/21	5/31	5/37	6/2	6/10	6/23	6/25	6/26	6/29	6/36	6/37	7/17	7/21	8/10
8/25	8/31	9/11	9/12	9/13	9/38	10/1	10/2	10/6	10/8	10/11	10/21	10/26	10/30	10/32	10/35	10/36	11/2	11/14	11/31	12/9	12/13	13/9	13/12	13/20	13/29	13/30	14/10	14/11	14/30
15/19	15/23	15/25	16/17	16/23	17/5	17/7	17/16	17/25	17/35	19/1	19/7	19/15	19/21	19/23	19/25	19/26	20/13	20/23	20/31	21/23	21/31	22/2	22/6	22/7	22/25	22/26	23/6	23/8	23/10
23/15	23/16	23/19	23/21	23/25	23/37	23/38	25/8	25/14	25/15	25/17	25/19	25/22	25/23	25/26	25/29	25/30	25/31	25/37	26/1	26/2	26/3	26/6	26/19	26/22	26/25	26/27	26/37	28/32	29/1
29/6	29/13	29/25	29/36	29/38	29/39	30/4	30/10	30/13	30/14	30/25	30/29	31/5	31/8	31/11	31/20	31/21	31/39	32/17	32/24	32/28	33/6	33/8	33/9	34/4	35/22	37/5	37/8	37/21	37/23
37/25	37/26	37/39	38/1	38/13	38/23	38/29	39/3	39/14	39/15	39/29	39/31	39/37																	

19. Periodic action

Instead of continuous action, use periodic or pulsating actions.

- Hitting something repeatedly with a hammer
- Replace a continuous siren with a pulsed sound.

If an action is already periodic, change the periodic magnitude or frequency.

- Use Frequency Modulation to convey information, instead of Morse code.
- Replace a continuous siren with sound that changes amplitude and frequency.

Use pauses between impulses to perform a different action.

- In cardio-pulmonary respiration (CPR) breathe after every 5 chest compressions.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/13	1/18	1/22	1/38	2/10	2/16	2/17	2/18	2/20	2/21	2/22	2/26	2/30	2/35	3/15	3/17	3/36	5/10	5/18	5/19	5/21	6/16	8/2	8/3	8/30	9/10	9/15	9/18	9/21	9/22
9/26	10/3	10/5	10/15	10/19	10/21	10/37	11/15	11/17	11/27	11/36	12/17	13/7	13/19	13/32	14/18	14/19	15/1	15/3	15/5	15/7	15/10	15/11	15/17	15/18	15/21	15/37	15/39	16/2	16/17
17/3	17/4	17/11	17/12	17/15	17/16	17/19	17/27	17/28	17/38	18/1	18/3	18/5	18/9	18/10	18/14	18/15	18/17	18/19	18/25	18/26	18/30	18/31	18/32	18/33	18/35	19/5	19/13	19/14	19/17
19/18	19/21	19/25	19/27	19/33	20/2	20/18	20/31	20/37	21/2	21/5	21/15	21/18	21/19	21/24	21/26	21/27	21/30	21/35	21/36	21/37	22/1	22/2	22/17	22/24	22/34	24/18	24/21	24/22	25/18
25/19	27/11	27/19	28/17	29/10	29/17	30/8	30/18	30/21	30/23	30/36	30/37	31/1	31/18	31/20	31/36	32/11	32/22	33/22	34/22	35/2	35/19	35/21	36/3	36/11	36/13	36/21	36/30	36/31	37/10
37/15	37/20	37/22	37/30	38/17	38/18	39/18	39/19																						

20. Continuity of useful action

Carry on work continuously; make all parts of an object work at full load, all the time.

- Flywheel (or hydraulic system) stores energy when a vehicle stops, so the motor can keep running at optimum power.
- Run the bottleneck operations in a factory continuously, to reach the optimum pace. (From theory of constraints, or takt time operations)

Eliminate all idle or intermittent actions or work.

- Print during the return of a printer carriage--dot matrix printer, daisy wheel printers, inkjet printers.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[1/25](#) [2/25](#) [9/22](#) [10/35](#) [15/25](#) [16/25](#) [16/39](#) [21/25](#) [21/36](#) [25/1](#) [25/2](#) [25/15](#) [25/16](#) [25/21](#) [26/7](#) [35/10](#) [36/21](#) [39/16](#) [39/21](#)

► The 40 TRIZ Principles are brought to you by [TRIZ40](#)

21. Skipping

Conduct a process, or certain stages (e.g. destructible, harmful or hazardous operations) at high speed.

- Use a high speed dentist s drill to avoid heating tissue.
- Cut plastic faster than heat can propagate in the material, to avoid deforming the shape.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[1/30](#) [7/30](#) [9/31](#) [10/11](#) [10/13](#) [10/17](#) [10/27](#) [11/10](#) [13/1](#) [13/10](#) [15/31](#) [17/10](#) [17/18](#) [17/22](#) [17/23](#) [17/25](#) [19/10](#) [19/27](#) [22/30](#) [22/31](#) [23/17](#) [24/31](#) [25/17](#) [27/9](#) [27/19](#) [27/21](#) [27/26](#) [30/1](#) [30/9](#) [30/22](#)
[31/16](#) [31/22](#) [31/24](#) [31/37](#) [37/31](#) [37/38](#) [39/17](#)

22. *Blessing in disguise* or *Turn Lemons into Lemonade*

Use harmful factors (particularly, harmful effects of the environment or surroundings) to achieve a positive effect.

- Use waste heat to generate electric power.
- Recycle waste (scrap) material from one process as raw materials for another.

Eliminate the primary harmful action by adding it to another harmful action to resolve the problem.

- Add a buffering material to a corrosive solution.
- Use a helium-oxygen mix for diving, to eliminate both nitrogen narcosis and oxygen poisoning from air and other nitrox mixes.

Amplify a harmful factor to such a degree that it is no longer harmful.

- Use a backfire to eliminate the fuel from a forest fire.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[1/30](#) [1/31](#) [2/17](#) [2/21](#) [2/30](#) [2/31](#) [5/30](#) [6/31](#) [7/24](#) [7/30](#) [11/30](#) [12/7](#) [12/17](#) [12/26](#) [12/30](#) [13/12](#) [13/36](#) [13/37](#) [14/31](#) [15/30](#) [15/31](#) [16/31](#) [17/1](#) [17/2](#) [17/12](#) [17/14](#) [17/30](#) [17/31](#) [19/22](#) [20/30](#)
[20/31](#) [21/11](#) [21/30](#) [22/30](#) [22/31](#) [23/2](#) [23/30](#) [24/8](#) [24/30](#) [24/31](#) [24/33](#) [25/13](#) [25/31](#) [28/30](#) [30/1](#) [30/2](#) [30/5](#) [30/7](#) [30/9](#) [30/11](#) [30/12](#) [30/15](#) [30/17](#) [30/20](#) [30/21](#) [30/22](#) [30/23](#) [30/24](#) [30/35](#) [30/36](#)
[30/37](#) [30/39](#) [31/1](#) [31/2](#) [31/3](#) [31/6](#) [31/14](#) [31/15](#) [31/16](#) [31/17](#) [31/20](#) [31/22](#) [31/25](#) [31/39](#) [33/24](#) [35/18](#) [36/13](#) [36/30](#) [37/13](#) [37/24](#) [37/30](#) [39/13](#) [39/30](#) [39/31](#)

23. Feedback

Introduce feedback (referring back, cross-checking) to improve a process or action.

- Automatic volume control in audio circuits
- Signal from gyrocompass is used to control simple aircraft autopilots.
- Statistical Process Control (SPC) -- Measurements are used to decide when to modify a process. (Not all feedback systems are automated!)
- Budgets --Measurements are used to decide when to modify a process.

If feedback is already used, change its magnitude or influence.

- Change sensitivity of an autopilot when within 5 miles of an airport.
- Change sensitivity of a thermostat when cooling vs. heating, since it uses energy less efficiently when cooling.
- Change a management measure from budget variance to customer satisfaction.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[3/23](#) [5/38](#) [6/38](#) [9/30](#) [10/28](#) [13/16](#) [13/37](#) [13/39](#) [16/13](#) [19/11](#) [19/26](#) [20/27](#) [22/7](#) [22/36](#) [22/37](#) [23/1](#) [23/39](#) [24/27](#) [24/39](#) [27/20](#) [27/28](#) [28/27](#) [29/7](#) [29/33](#) [29/38](#) [30/7](#) [30/28](#) [31/9](#) [32/26](#) [33/29](#)
[38/4](#) [38/22](#) [38/29](#) [39/23](#) [39/24](#)

24. 'Intermediary'

Use an intermediary carrier article or intermediary process.

- Carpenter s nailset, used between the hammer and the nail

Merge one object temporarily with another (which can be easily removed).

- Pot holder to carry hot dishes to the table

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[1/24](#) [1/33](#) [1/39](#) [3/19](#) [3/24](#) [3/30](#) [3/36](#) [3/37](#) [3/38](#) [4/23](#) [4/24](#) [5/32](#) [7/38](#) [8/11](#) [9/28](#) [9/31](#) [10/28](#) [10/31](#) [11/8](#) [11/19](#) [11/38](#) [13/30](#) [16/28](#) [17/28](#) [17/29](#) [17/31](#) [19/13](#) [19/17](#) [19/22](#) [19/23](#)
[21/27](#) [23/4](#) [23/19](#) [23/26](#) [23/29](#) [23/33](#) [23/36](#) [24/1](#) [24/25](#) [24/26](#) [25/4](#) [25/24](#) [25/28](#) [25/29](#) [25/38](#) [26/23](#) [26/24](#) [27/7](#) [27/8](#) [27/11](#) [27/35](#) [28/9](#) [28/16](#) [28/17](#) [28/25](#) [28/30](#) [28/37](#) [29/23](#) [30/2](#) [30/13](#)
[30/19](#) [30/27](#) [30/32](#) [30/39](#) [31/17](#) [31/18](#) [31/26](#) [31/27](#) [32/18](#) [32/21](#) [32/24](#) [32/26](#) [32/30](#) [33/18](#) [33/19](#) [33/23](#) [35/27](#) [36/3](#) [36/18](#) [36/29](#) [36/33](#) [36/38](#) [37/3](#) [37/18](#) [37/23](#) [37/28](#) [38/25](#) [38/36](#) [39/1](#) [39/30](#)
[39/32](#) [39/36](#)

25. Self-service

Make an object serve itself by performing auxiliary helpful functions

- A soda fountain pump that runs on the pressure of the carbon dioxide that is used to *fizz* the drinks. This assures that drinks will not be flat, and eliminates the need for sensors.
- Halogen lamps regenerate the filament during use--evaporated material is redeposited.
- To weld steel to aluminum, create an interface from alternating thin strips of the 2 materials. Cold weld the surface into a single unit with steel on one face and copper on the other, then use normal welding techniques to attach the steel object to the interface, and the interface to the aluminum. (This concept also has elements of Principle 24, Intermediary, and Principle 4, Asymmetry.)

Use waste resources, energy, or substances.

- Use heat from a process to generate electricity: *Co-generation*.
- Use animal waste as fertilizer.
- Use food and lawn waste to create compost.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[2/37](#) [4/18](#) [4/33](#) [7/28](#) [7/29](#) [8/29](#) [9/29](#) [10/33](#) [11/22](#) [11/28](#) [12/15](#) [14/33](#) [14/36](#) [15/12](#) [16/37](#) [17/21](#) [18/39](#) [19/5](#) [19/11](#) [20/37](#) [21/8](#) [21/17](#) [22/26](#) [26/22](#) [26/33](#) [26/34](#) [27/15](#) [28/2](#) [28/32](#) [29/8](#)
[29/34](#) [30/33](#) [33/1](#) [33/2](#) [33/15](#) [33/16](#) [33/28](#) [33/30](#) [34/3](#) [34/6](#) [34/7](#) [34/25](#) [34/26](#) [34/29](#) [37/15](#) [37/16](#) [38/14](#) [38/37](#) [39/34](#)

26. Copying

Instead of an unavailable, expensive, fragile object, use simpler and inexpensive copies.

- Virtual reality via computer instead of an expensive vacation
- Listen to an audio tape instead of attending a seminar.

Replace an object, or process with optical copies.

- Do surveying from space photographs instead of on the ground.
- Measure an object by measuring the photograph.
- Make sonograms to evaluate the health of a fetus, instead of risking damage by direct testing.

If visible optical copies are already used, move to infrared or ultraviolet copies.

- Make images in infrared to detect heat sources, such as diseases in crops, or intruders in a security system.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

[1/26](#) [1/28](#) [1/29](#) [1/36](#) [1/37](#) [1/38](#) [2/13](#) [2/25](#) [2/26](#) [2/28](#) [2/36](#) [2/38](#) [3/36](#) [3/37](#) [3/38](#) [4/14](#) [4/24](#) [4/36](#) [4/37](#) [4/39](#) [5/22](#) [5/24](#) [5/25](#) [5/28](#) [5/32](#) [5/37](#) [5/39](#) [6/4](#) [6/28](#) [7/1](#)
[7/28](#) [7/36](#) [7/37](#) [8/37](#) [9/14](#) [9/24](#) [9/35](#) [10/36](#) [12/2](#) [12/15](#) [12/33](#) [12/39](#) [13/2](#) [13/36](#) [14/2](#) [14/4](#) [14/9](#) [14/15](#) [14/21](#) [15/12](#) [16/28](#) [17/32](#) [17/33](#) [17/38](#) [18/5](#) [18/10](#) [18/25](#) [18/32](#) [18/33](#) [18/38](#)
[19/10](#) [19/32](#) [21/2](#) [21/10](#) [21/14](#) [21/27](#) [21/32](#) [21/33](#) [22/5](#) [22/14](#) [24/3](#) [24/4](#) [24/5](#) [24/9](#) [24/25](#) [25/2](#) [25/5](#) [25/18](#) [25/24](#) [25/29](#) [26/2](#) [27/21](#) [27/31](#) [28/1](#) [28/2](#) [28/3](#) [28/5](#) [28/6](#) [28/16](#) [28/22](#)
[28/30](#) [28/37](#) [29/17](#) [29/25](#) [29/30](#) [29/31](#) [29/36](#) [29/38](#) [30/28](#) [30/29](#) [31/28](#) [31/29](#) [32/5](#) [32/17](#) [32/19](#) [32/36](#) [33/17](#) [33/34](#) [33/36](#) [34/33](#) [35/18](#) [36/1](#) [36/2](#) [36/3](#) [36/4](#) [36/7](#) [36/10](#) [36/28](#) [36/29](#) [36/32](#)
[36/33](#) [37/1](#) [37/3](#) [37/4](#) [37/8](#) [37/18](#) [37/28](#) [37/34](#) [38/1](#) [38/2](#) [38/17](#) [38/28](#) [38/29](#) [38/32](#) [38/39](#) [39/1](#) [39/4](#) [39/5](#) [39/18](#) [39/38](#)

27. Cheap short-living objects

Replace an inexpensive object with a multiple of inexpensive objects, comprising certain qualities (such as service life, for instance).

- Use disposable paper objects to avoid the cost of cleaning and storing durable objects. Plastic cups in motels, disposable diapers, many kinds of medical supplies.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

<u>1/14</u>	<u>1/27</u>	<u>1/28</u>	<u>1/30</u>	<u>1/32</u>	<u>1/34</u>	<u>2/14</u>	<u>2/16</u>	<u>2/34</u>	<u>4/32</u>	<u>6/30</u>	<u>7/30</u>	<u>8/30</u>	<u>9/27</u>	<u>9/34</u>	<u>9/37</u>	<u>10/14</u>	<u>11/15</u>	<u>11/31</u>	<u>13/15</u>	<u>13/18</u>	<u>13/20</u>	<u>13/21</u>	<u>13/25</u>	<u>13/31</u>	<u>14/2</u>	<u>14/15</u>	<u>14/26</u>	<u>14/28</u>	<u>14/29</u>	
<u>14/34</u>	<u>14/37</u>	<u>15/11</u>	<u>15/14</u>	<u>15/23</u>	<u>15/29</u>	<u>15/32</u>	<u>15/33</u>	<u>15/34</u>	<u>16/2</u>	<u>16/23</u>	<u>16/27</u>	<u>17/32</u>	<u>17/33</u>	<u>17/35</u>	<u>17/37</u>	<u>18/13</u>	<u>19/27</u>	<u>19/30</u>	<u>19/36</u>	<u>20/2</u>	<u>20/13</u>	<u>20/23</u>	<u>21/2</u>	<u>21/23</u>	<u>22/23</u>	<u>23/15</u>	<u>23/16</u>	<u>23/20</u>	<u>23/21</u>	
<u>23/22</u>	<u>23/34</u>	<u>24/33</u>	<u>26/2</u>	<u>26/32</u>	<u>26/36</u>	<u>26/37</u>	<u>26/39</u>	<u>27/16</u>	<u>27/19</u>	<u>27/30</u>	<u>27/33</u>	<u>27/37</u>	<u>27/38</u>	<u>28/22</u>	<u>28/36</u>	<u>29/2</u>	<u>29/14</u>	<u>29/15</u>	<u>30/1</u>	<u>30/6</u>	<u>30/8</u>	<u>30/19</u>	<u>30/27</u>	<u>31/11</u>	<u>31/13</u>	<u>31/37</u>	<u>32/2</u>	<u>32/4</u>	<u>32/12</u>	
<u>32/15</u>	<u>32/17</u>	<u>32/18</u>	<u>32/19</u>	<u>32/21</u>	<u>32/36</u>	<u>33/17</u>	<u>33/24</u>	<u>33/27</u>	<u>34/1</u>	<u>34/2</u>	<u>34/15</u>	<u>34/23</u>	<u>35/17</u>	<u>35/38</u>	<u>36/19</u>	<u>36/26</u>	<u>36/32</u>	<u>36/33</u>	<u>37/1</u>	<u>37/12</u>	<u>37/14</u>	<u>37/17</u>	<u>37/24</u>	<u>37/26</u>	<u>37/27</u>	<u>38/21</u>	<u>38/27</u>	<u>38/35</u>	<u>38/37</u>	
<u>39/2</u>	<u>39/37</u>																													

28 Mechanics substitution

Replace a mechanical means with a sensory (optical, acoustic, taste or smell) means.

- Replace a physical fence to confine a dog or cat with an acoustic *fence* (signal audible to the animal).

- Use a bad smelling compound in natural gas to alert users to leakage, instead of a mechanical or electrical sensor.

Use electric, magnetic and electromagnetic fields to interact with the object.

- To mix 2 powders, electrostatically charge one positive and the other negative. Either use fields to direct them, or mix them mechanically and let their acquired fields cause the grains of powder to pair up.

Change from static to movable fields, from unstructured fields to those having structure.

- Early communications used omnidirectional broadcasting. We now use antennas with very detailed structure of the pattern of radiation.

Use fields in conjunction with field-activated (e.g. ferromagnetic) particles.

- Heat a substance containing ferromagnetic material by using varying magnetic field. When the temperature exceeds the Curie point, the material becomes paramagnetic, and no longer absorbs heat.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

<u>1/7</u>	<u>1/14</u>	<u>1/25</u>	<u>1/28</u>	<u>1/29</u>	<u>1/32</u>	<u>1/34</u>	<u>1/37</u>	<u>2/14</u>	<u>2/17</u>	<u>2/20</u>	<u>2/22</u>	<u>2/27</u>	<u>2/28</u>	<u>2/32</u>	<u>2/34</u>	<u>2/37</u>	<u>2/39</u>	<u>3/28</u>	<u>3/29</u>	<u>3/34</u>	<u>3/39</u>	<u>4/2</u>	<u>4/10</u>	<u>4/14</u>	<u>4/22</u>	<u>4/23</u>	<u>4/27</u>	<u>4/28</u>	<u>5/11</u>	
<u>5/28</u>	<u>5/30</u>	<u>5/38</u>	<u>6/28</u>	<u>7/13</u>	<u>7/28</u>	<u>7/29</u>	<u>8/13</u>	<u>9/1</u>	<u>9/10</u>	<u>9/13</u>	<u>9/17</u>	<u>9/23</u>	<u>9/27</u>	<u>9/28</u>	<u>9/29</u>	<u>9/30</u>	<u>9/33</u>	<u>9/34</u>	<u>9/36</u>	<u>10/2</u>	<u>10/4</u>	<u>10/9</u>	<u>10/29</u>	<u>10/33</u>	<u>10/39</u>	<u>11/5</u>	<u>11/28</u>	<u>12/28</u>	<u>12/32</u>	
<u>12/36</u>	<u>13/3</u>	<u>13/7</u>	<u>13/8</u>	<u>13/9</u>	<u>14/4</u>	<u>14/6</u>	<u>14/21</u>	<u>14/23</u>	<u>14/25</u>	<u>14/36</u>	<u>15/12</u>	<u>15/19</u>	<u>15/23</u>	<u>15/25</u>	<u>15/30</u>	<u>16/25</u>	<u>17/9</u>	<u>17/25</u>	<u>17/39</u>	<u>18/32</u>	<u>18/33</u>	<u>19/1</u>	<u>19/3</u>	<u>19/15</u>	<u>19/32</u>	<u>19/34</u>	<u>19/36</u>	<u>19/39</u>	<u>20/23</u>	
<u>21/14</u>	<u>21/23</u>	<u>21/38</u>	<u>21/39</u>	<u>22/1</u>	<u>22/39</u>	<u>23/4</u>	<u>23/9</u>	<u>23/14</u>	<u>23/15</u>	<u>23/20</u>	<u>23/21</u>	<u>23/28</u>	<u>23/33</u>	<u>23/36</u>	<u>23/39</u>	<u>24/25</u>	<u>24/26</u>	<u>24/27</u>	<u>25/14</u>	<u>25/15</u>	<u>25/16</u>	<u>25/24</u>	<u>25/28</u>	<u>25/29</u>	<u>25/32</u>	<u>25/33</u>	<u>25/35</u>	<u>25/37</u>	<u>25/38</u>	
<u>26/9</u>	<u>26/24</u>	<u>26/27</u>	<u>26/28</u>	<u>27/2</u>	<u>27/4</u>	<u>27/9</u>	<u>27/10</u>	<u>27/14</u>	<u>27/24</u>	<u>27/26</u>	<u>27/37</u>	<u>28/1</u>	<u>28/2</u>	<u>28/3</u>	<u>28/4</u>	<u>28/5</u>	<u>28/6</u>	<u>28/9</u>	<u>28/11</u>	<u>28/12</u>	<u>28/14</u>	<u>28/15</u>	<u>28/17</u>	<u>28/23</u>	<u>28/25</u>	<u>28/30</u>	<u>28/37</u>	<u>28/38</u>	<u>28/39</u>	
<u>29/1</u>	<u>29/2</u>	<u>29/3</u>	<u>29/5</u>	<u>29/9</u>	<u>29/10</u>	<u>29/25</u>	<u>29/30</u>	<u>29/38</u>	<u>30/5</u>	<u>30/9</u>	<u>30/15</u>	<u>30/28</u>	<u>30/29</u>	<u>30/33</u>	<u>31/9</u>	<u>31/10</u>	<u>32/1</u>	<u>32/12</u>	<u>32/18</u>	<u>32/19</u>	<u>32/25</u>	<u>32/37</u>	<u>32/38</u>	<u>32/39</u>	<u>33/10</u>	<u>33/12</u>	<u>33/14</u>	<u>33/23</u>	<u>33/25</u>	
<u>33/30</u>	<u>33/39</u>	<u>34/3</u>	<u>34/15</u>	<u>34/19</u>	<u>34/26</u>	<u>35/25</u>	<u>35/36</u>	<u>35/39</u>	<u>36/9</u>	<u>36/12</u>	<u>36/14</u>	<u>36/15</u>	<u>36/19</u>	<u>36/23</u>	<u>36/35</u>	<u>36/37</u>	<u>36/39</u>	<u>37/1</u>	<u>37/2</u>	<u>37/10</u>	<u>37/14</u>	<u>37/25</u>	<u>37/27</u>	<u>37/28</u>	<u>37/30</u>	<u>37/32</u>	<u>37/36</u>	<u>38/1</u>	<u>38/2</u>	
<u>38/3</u>	<u>38/9</u>	<u>38/21</u>	<u>38/22</u>	<u>38/25</u>	<u>38/28</u>	<u>38/29</u>	<u>39/2</u>	<u>39/3</u>	<u>39/10</u>	<u>39/14</u>	<u>39/17</u>	<u>39/22</u>	<u>39/23</u>	<u>39/28</u>	<u>39/32</u>	<u>39/33</u>	<u>39/35</u>	<u>39/36</u>												

29. Pneumatics and hydraulics

Use gas and liquid parts of an object instead of solid parts (e.g. inflatable, filled with liquids, air cushion, hydrostatic, hydro-reactive).

- Comfortable shoe sole inserts filled with gel
- Store energy from decelerating a vehicle in a hydraulic system, then use the stored energy to accelerate later.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/3	1/5	1/7	1/17	1/35	1/37	2/4	2/11	2/12	2/35	3/1	3/12	3/14	3/23	3/25	3/26	3/27	3/29	3/32	3/33	3/39	4/2	4/25	4/27	5/1	5/9	5/12	5/26	5/27	6/29
7/1	7/9	7/12	7/26	7/32	7/35	7/37	9/5	9/7	9/26	10/26	10/29	11/2	12/1	12/3	12/23	12/35	12/36	13/20	14/5	14/25	14/26	14/39	15/34	15/36	15/37	17/23	19/12	19/36	20/13
21/12	22/39	23/3	23/7	23/12	23/27	23/31	25/3	25/14	25/17	25/36	26/3	26/5	26/7	26/9	26/19	26/30	26/32	26/33	26/35	26/37	26/39	27/4	27/23	27/39	29/3	29/5	29/6	30/26	30/36
30/37	31/24	32/1	32/3	32/7	33/12	33/15	34/15	35/2	35/3	35/5	35/7	35/19	35/21	35/36	36/12	36/19	36/23	36/25	36/30	36/35	37/7	37/15	37/26	37/30	37/32	39/14	39/22		

30. Flexible shells and thin films

Use flexible shells and thin films instead of three dimensional structures

- Use inflatable (thin film) structures as winter covers on tennis courts.

Isolate the object from the external environment using flexible shells and thin films.

- Float a film of bipolar material (one end hydrophilic, one end hydrophobic) on a reservoir to limit evaporation.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/36	2/6	2/23	4/25	4/39	5/9	5/10	5/22	5/24	5/26	5/35	5/38	6/2	6/16	6/22	6/24	6/37	7/26	7/33	8/21	8/31	9/5	9/17	12/14	12/29	13/23	13/30	13/33	13/35	14/12
14/17	15/7	17/9	17/14	17/18	17/26	18/12	19/32	21/8	21/36	22/5	22/6	23/7	23/13	23/30	24/5	24/6	25/4	25/27	25/38	26/29	27/25	29/12	29/13	29/26	30/13	31/8	33/13	35/5	35/13
36/1	36/21	37/6	37/10	37/13	38/25	39/4																							

► The 40 TRIZ Principles are brought to you by [TRIZ40](#)

31. Porous materials

Make an object porous or add porous elements (inserts, coatings, etc.).

- Drill holes in a structure to reduce the weight.

If an object is already porous, use the pores to introduce a useful substance or function.

- Use a porous metal mesh to wick excess solder away from a joint.
- Store hydrogen in the pores of a palladium sponge. (Fuel *tank* for the hydrogen car--much safer than storing hydrogen gas)

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/15	1/19	1/21	1/23	1/26	1/31	8/36	13/21	14/23	15/1	16/26	17/23	17/37	19/1	20/23	20/26	21/1	21/13	21/27	21/30	23/5	23/6	23/8	23/14	23/17	23/20	23/22	23/28	23/29	26/1
26/16	26/20	26/30	27/21	28/23	29/23	30/21	30/26	30/35	31/15	31/36	33/8	34/4	35/30	35/32	37/8	39/5													

32. Color changes

Change the color of an object or its external environment.

- Use safe lights in a photographic darkroom.

Change the transparency of an object or its external environment.

- Use photolithography to change transparent material to a solid mask for semiconductor processing. Similarly, change mask material from transparent to opaque for silk screen processing.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/18	1/37	2/17	2/18	2/33	3/18	3/28	4/28	4/29	5/18	5/19	5/21	5/28	5/29	6/21	6/27	6/28	8/25	9/28	9/29	9/33	12/17	12/18	12/28	12/29	12/32	12/33	12/38	13/17	13/18
13/21	13/26	13/33	14/32	14/33	14/35	17/2	17/12	17/13	17/18	17/28	18/1	18/2	18/3	18/5	18/12	18/13	18/17	18/19	18/20	18/21	18/28	18/29	18/31	18/36	18/37	19/28	19/38	20/18	21/6
21/13	21/28	21/29	22/18	22/25	22/28	22/33	23/2	23/33	24/9	24/25	24/32	25/8	25/22	25/24	25/28	25/34	25/37	26/34	27/6	27/18	27/28	27/29	28/1	28/4	28/5	28/6	28/7	28/9	28/10
28/11	28/12	28/13	28/14	28/15	28/18	28/19	28/21	28/22	28/25	28/26	28/34	28/37	28/39	29/1	29/4	29/5	29/7	29/9	29/12	29/18	29/19	29/21	29/22	29/25	29/26	29/27	29/33	29/39	30/18
31/18	32/14	32/24	33/11	33/13	33/14	33/23	33/29	33/34	33/36	34/5	34/21	34/22	34/25	34/39	35/14	35/30	36/29	37/11	37/25	37/28	38/12	38/18	38/19	38/27	39/29	39/34			

33. Homogeneity

Make objects interacting with a given object of the same material (or material with identical properties).

- Make the container out of the same material as the contents, to reduce chemical reactions.

- Make a diamond cutting tool out of diamonds.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

5/30	9/13	11/13	11/31	12/13	13/9	15/30	16/30	17/30	23/30	23/32	24/37	26/29	26/30	28/31	29/5	30/5	30/15	30/16	30/17	30/23	30/26	30/28	30/38	31/11	31/15	31/28	32/23	37/24	38/24	
38/30																														

34. Discarding and recovering

Make portions of an object that have fulfilled their functions go away (discard by dissolving, evaporating, etc.) or modify these directly during operation.

- Use a dissolving capsule for medicine.

- Sprinkle water on cornstarch-based packaging and watch it reduce its volume by more than 1000X!

- Ice structures: use water ice or carbon dioxide (dry ice) to make a template for a rammed earth structure, such as a temporary dam. Fill with earth, then, let the ice melt or sublime to leave the final structure.

Conversely, restore consumable parts of an object directly in operation.

- Self-sharpening lawn mower blades

- Automobile engines that give themselves a *tune up* while running (the ones that say *100,000 miles between tune ups*)

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/3	1/5	1/15	1/19	1/22	1/36	3/1	3/13	3/14	5/9	5/12	5/39	7/9	7/17	7/23	7/25	7/38	7/39	8/13	8/16	8/23	8/30	9/5	9/7	9/12	9/34	9/36	9/37	10/12	12/3
12/5	12/9	12/11	12/19	12/25	12/39	13/8	13/35	14/5	15/1	16/8	16/27	16/37	17/7	19/26	21/26	21/32	21/34	21/35	21/36	21/39	23/28	23/31	23/32	23/34	25/7	25/12	25/28	25/30	25/32
25/33	26/9	26/14	26/19	27/16	28/25	28/33	28/36	28/38	28/39	29/10	29/31	30/8	30/25	30/38	31/23	31/29	32/23	32/25	33/9	33/12	33/21	33/25	33/28	33/35	33/38	34/9	34/23	34/38	35/33
35/38	36/1	36/7	36/9	36/21	36/28	37/16	37/38	38/28	38/33	38/37	39/5	39/7	39/12	39/28															

35. Parameter changes

Change an object's physical state (e.g. to a gas, liquid, or solid.)

- Freeze the liquid centers of filled candies, then dip in melted chocolate, instead of handling the messy, gooey, hot liquid.
- Transport oxygen or nitrogen or petroleum gas as a liquid, instead of a gas, to reduce volume.

Change the concentration or consistency.

- Liquid hand soap is concentrated and more viscous than bar soap at the point of use, making it easier to dispense in the correct amount and more sanitary when shared by several people.

Change the degree of flexibility.

- Use adjustable dampers to reduce the noise of parts falling into a container by restricting the motion of the walls of the container.
- Vulcanize rubber to change its flexibility and durability.

Change the temperature.

- Raise the temperature above the Curie point to change a ferromagnetic substance to a paramagnetic substance.
- Raise the temperature of food to cook it. (Changes taste, aroma, texture, chemical properties, etc.)
- Lower the temperature of medical specimens to preserve them for later analysis.

This principle is proposed to solve the following contradictions:																																
1/12	1/13	1/15	1/19	1/23	1/24	1/25	1/28	1/29	1/31	1/33	1/38	1/39	2/4	2/6	2/8	2/10	2/18	2/24	2/25	2/29	2/31	2/38	2/39	3/7	3/11	3/14	3/19	3/21	3/22			
3/26	3/33	3/37	4/2	4/8	4/11	4/13	4/16	4/17	4/23	4/35	5/10	5/23	6/10	6/17	6/25	6/27	6/30	6/37	7/3	7/10	7/11	7/15	7/19	7/21	7/30	7/38	8/2	8/4	8/11			
8/12	8/13	8/16	8/17	8/23	8/25	8/26	8/27	8/29	8/31	8/32	8/39	9/12	9/15	9/19	9/21	9/22	9/27	9/30	9/31	9/32	10/12	10/13	10/14	10/17	10/21	10/23	10/27	10/28	10/30			
10/36	10/38	10/39	11/3	11/4	11/7	11/8	11/9	11/10	11/12	11/13	11/17	11/21	11/27	11/29	11/32	11/35	11/36	11/38	11/39	12/8	12/9	12/10	12/23	12/30	12/31	13/1	13/8	13/10	13/11			
13/15	13/16	13/17	13/21	13/25	13/26	13/30	13/31	13/32	13/33	13/34	13/35	13/36	13/37	13/38	13/39	14/3	14/12	14/13	14/18	14/19	14/20	14/21	14/22	14/23	14/30	14/31	14/39	15/9	15/13			
15/17	15/18	15/19	15/21	15/26	15/35	15/37	15/39	16/4	16/8	16/13	16/26	16/32	16/37	17/2	17/5	17/6	17/8	17/10	17/11	17/13	17/22	17/25	17/27	17/30	17/31	17/37	17/39	18/2	18/14			
18/17	18/20	18/31	18/32	19/7	19/9	19/9	19/14	19/15	19/23	19/25	19/30	19/31	19/33	19/37	19/39	20/14	20/18	20/26	20/37	21/3	21/7	21/9	21/10	21/11	21/13	21/15	21/22	21/25	21/31			
21/33	21/34	21/37	21/39	22/9	22/23	22/27	22/30	22/31	22/33	22/37	22/39	23/1	23/2	23/5	23/12	23/14	23/19	23/22	23/25	23/27	23/29	23/34	23/36	23/37	23/38	23/39	24/1	24/2	24/26			
24/37	24/38	25/1	25/6	25/8	25/13	25/17	25/19	25/21	25/23	25/26	25/30	25/31	25/32	25/35	25/38	26/1	26/2	26/3	26/9	26/10	26/12	26/14	26/15	26/16	26/20	26/21	26/24	26/25	26/30			
26/31	26/32	26/33	26/38	27/6	27/8	27/9	27/11	27/12	27/15	27/17	27/22	27/23	27/30	27/31	27/35	27/36	27/39	28/1	28/2	28/13	28/32	28/35	28/36	29/2	29/8	29/11	29/23	29/33	30/6			
30/7	30/9	30/10	30/12	30/13	30/14	30/17	30/22	30/25	30/26	30/32	30/34	30/35	30/39	31/2	31/8	31/9	31/10	31/12	31/13	31/14	31/17	31/19	31/21	31/22	31/39	32/8	32/9	32/10	32/11			
32/16	32/22	32/25	32/26	32/28	32/34	32/39	33/7	33/10	33/13	33/21	33/26	33/29	34/1	34/2	34/7	34/13	34/23	34/30	34/32	34/36	34/38	35/3	35/4	35/5	35/7	35/9	35/11	35/13	35/14			
35/15	35/17	35/19	35/25	35/26	35/27	35/28	35/30	35/38	35/39	36/2	36/11	36/22	36/23	36/27	37/9	37/11	37/16	37/17	37/19	37/20	37/22	37/24	37/39	38/1	38/2	38/7	38/10	38/11	38/23			
38/24	38/25	38/26	38/34	38/35	38/39	39/1	39/6	39/8	39/13	39/15	39/17	39/19	39/21	39/22	39/23	39/26	39/27	39/30	39/31	39/32	39/35	39/37	39/38									

36. Phase transitions

Use phenomena occurring during phase transitions (e.g. volume changes, loss or absorption of heat, etc.).

- Water expands when frozen, unlike most other liquids. Hannibal is reputed to have used this when marching on Rome a few thousand years ago. Large rocks blocked passages in the Alps. He poured water on them at night. The overnight cold froze the water, and the expansion split the rocks into small pieces which could be pushed aside.
- Heat pumps use the heat of vaporization and heat of condensation of a closed thermodynamic cycle to do useful work.

This principle is proposed to solve the following contradictions:																													
1/11	1/21	1/32	1/36	5/11	5/37	6/10	6/11	6/29	6/36	7/10	7/11	7/23	9/17	10/3	10/6	10/8	10/20	10/25	10/26	10/29	10/31	10/37	11/1	11/3	11/5	11/6	11/9	11/10	11/22
11/23	11/25	11/26	11/37	12/26	16/17	17/1	17/9	17/16	17/23	20/10	20/27	21/1	21/10	22/10	23/7	23/11	23/17	25/10	25/11	26/11	27/20	29/6	29/10	29/30	32/2	36/1	36/6	37/11	39/10

37. Thermal expansion

Use thermal expansion (or contraction) of materials.

- Fit a tight joint together by cooling the inner part to contract, heating the outer part to expand, putting the joint together, and returning to equilibrium.

If thermal expansion is being used, use multiple materials with different coefficients of thermal expansion.

- The basic leaf spring thermostat: (2 metals with different coefficients of expansion are linked so that it bends one way when warmer than nominal and the opposite way when cooler.)

This principle is proposed to solve the following contradictions:																													
1/10	1/11	1/39	2/30	3/29	4/13	6/11	7/10	7/11	8/10	8/39	10/1	10/6	10/7	10/8	10/20	10/21	10/25	10/29	10/32	10/37	10/39	11/1	11/6	11/19	11/23	11/25	11/30	11/37	11/39
12/10	13/4	14/30	19/21	20/10	20/30	21/3	21/19	22/23	23/11	25/1	25/10	25/11	29/3	30/7	30/11	30/14	30/20	32/11	35/12	35/36	35/39	36/35	36/37	37/11	37/36	39/1	39/8	39/11	39/35

38. Strong oxidants

Replace common air with oxygen-enriched air.

- Scuba diving with Nitrox or other non-air mixtures for extended endurance

Replace enriched air with pure oxygen.

- Cut at a higher temperature using an oxy-acetylene torch.
- Treat wounds in a high pressure oxygen environment to kill anaerobic bacteria and aid healing.

Expose air or oxygen to ionizing radiation.

- No specific example

Use ionized oxygen.

- Ionize air to trap pollutants in an air cleaner.

Replace ozonized (or ionized) oxygen with ozone.

- Speed up chemical reactions by ionizing the gas before use.

This principle is proposed to solve the following contradictions:																														
1/5	1/9	1/17	4/17	6/13	6/17	7/9	8/16	9/1	9/11	9/19	9/21	9/23	9/26	15/21	16/8	16/23	16/39	17/1	17/6	17/22	19/25	19/37	21/1	21/5	21/6	21/7	21/15	21/22	21/23	
22/4	22/9	22/10	22/17	22/21	23/9	23/16	23/21	25/19	25/26	26/25	27/39	37/19	39/3	39/16	39/19	39/26	39/27													

39. Inert atmosphere

Replace a normal environment with an inert one.

- Prevent degradation of a hot metal filament by using an argon atmosphere.

Add neutral parts, or inert additives to an object.

- Increase the volume of powdered detergent by adding inert ingredients. This makes it easier to measure with conventional tools.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/13	1/31	2/13	2/31	2/36	3/22	4/13	5/13	5/23	5/31	6/4	6/17	6/23	6/30	7/13	7/17	7/23	8/23	8/30	11/17	12/37	13/1	13/2	13/6	13/7	13/16	13/22	13/31	13/37	15/17	
15/31	15/37	16/13	17/5	17/7	17/11	17/15	17/26	18/31	22/13	23/3	23/6	23/8	23/17	23/27	25/23	25/31	26/17	26/31	27/23	28/31	29/39	30/1	30/3	30/6	30/8	30/10	30/33	31/1	31/2	
31/5	31/13	31/16	31/18	31/26	31/27	31/39	33/6	33/8	33/30	36/2	37/6	37/12	37/13	37/15	39/13	39/31														

40. Composite materials

Change from uniform to composite (multiple) materials.

- Composite epoxy resin/carbon fiber golf club shafts are lighter, stronger, and more flexible than metal. Same for airplane parts.

- Fiberglass surfboards are lighter and more controllable and easier to form into a variety of shapes than wooden ones.

This principle is proposed to solve the following contradictions:

1/7	1/11	1/12	1/14	2/13	3/27	4/2	4/6	5/14	6/14	6/26	6/27	6/31	6/32	7/1	7/27	7/31	7/32	8/13	9/11	10/12	10/23	10/30	11/1	11/13	11/14	12/1	12/10	12/14	12/27
12/29	13/2	13/8	13/11	13/23	13/31	13/39	14/1	14/2	14/5	14/6	14/11	14/12	14/17	14/23	14/33	14/37	15/26	15/29	16/4	16/17	16/27	16/30	17/7	17/14	17/16	21/12	23/1	23/10	23/13
23/14	23/30	26/6	26/13	26/15	26/27	26/31	27/1	27/6	27/16	27/26	27/30	27/31	27/33	27/37	29/12	29/15	30/16	30/23	30/27	30/36	30/37	31/6	31/7	31/10	31/13	31/27	32/6	32/7	33/14
33/27	36/30	37/10	37/27	39/12																									

Anexo II – Manual de Usuario - SimuLean

MANUAL DEL USUARIO SIMULEAN

1.1 - MANUAL DE USUARIO

A continuación se presentan los manuales que permiten tanto al alumno como al administrador de Simulean desenvolverse dentro del simulador.

1.1.1 - REQUISITOS MÍNIMOS DE INSTALACIÓN

La aplicación, tanto en su versión alumno como en su versión administrador, emplea unos requerimientos mínimos en cuanto a software (programas necesarios para el correcto funcionamiento) y hardware (capacidad suficiente en disco y velocidad de procesador mínima para asegurar un rendimiento óptimo), requerimientos que se detallan a continuación:

Software imprescindible

- Sistema Operativo Windows 2000 o XP o superior
- Microsoft office 2000 o superior

Hardware requerido

- 100 Mb de espacio en disco duro
- Procesador Pentium III con frecuencia mínima de 800 Mhz

Instalación y Configuración

El primer paso para acceder al simulador es mediante la instalación de la aplicación, a través del soporte CD que se proporciona.

Una vez introducido, la aplicación lanza el sistema de ayuda a la instalación que nos guía paso a paso por la misma.

Una vez finalizada la instalación, todos los componentes del programa ya estarán configurados correctamente y a punto para el correcto funcionamiento de la aplicación (incluida la configuración del acceso a datos y la instalación del plugin Shockwave Flash que, como hemos comentado, nos permitirá acceder al diseño dinámico de las pantallas).

Así mismo, se recomienda una resolución de pantalla de 1024x768 para una correcta visualización de las pantallas que componen el simulador.

1.1.2 – MANUAL EXPLICATIVO

Nuevos usuarios

La base de datos está creada e inicializada con el usuario Administrador. Los nuevos usuarios deberán registrarse, para ello estos son los pasos que han de seguir:

- Tendrán que rellenar el formulario.

Una vez que se hayan completado todos los campos con los datos correspondientes se deben confirmar, si falla algo la propia aplicación nos informará de que debemos hacer.

Usuarios registrados

Los usuarios que ya han rellenado el formulario de acceso para nuevos usuarios, deberán introducir los datos de usuario y password.

Tanto si ponemos un usuario incorrecto como si la contraseña es mala, SimuLEAN no nos permitirá entrar.

Menú principal

Una vez se han introducido correctamente los datos de usuario, se muestra el menú principal de SimuLEAN.

El programa principal está compuesto por 6 posibilidades más el botón de salida. En el menú principal también se puede observar el progreso actual, esto se muestra en la barra de tareas.

Oficina

Mediante el botón OFICINA, el usuario accede a los datos relacionados con la cadena de proyectos con los que tendrá q trabajar. Desde aquí se visualizaran todos los recursos disponibles para los proyectos, así como los diferentes subproyectos con los que se deberá lidiar.

Seleccionando los diferentes proyectos del menú principal se visualizará la estructura organizativa de los diferentes proyectos.

Inbox

Mediante este botón el usuario entrará en la parte principal del simulador: las situaciones a resolver.

Como podemos ver, existe la opción de volver al menú principal, mediante la cual podremos volver atrás sin modificar la base de datos ni tener que responder en ese momento a la pregunta.

La parte principal de la pantalla es la descripción del problema planteado... mediante una pregunta, un consejo, y las diferentes opciones a responder.

Cada opción está valorada según 4 puntos de vista: el de los clientes, el de nuestro propio personal, el de la calidad y el de los riesgos. Siendo únicamente una respuesta realmente válida, aunque todas ellas puntuables.

Una vez pulsada una respuesta la base de datos se actualizará quedando marcada tu respuesta y tus puntuaciones conseguidas, y dando paso al siguiente problema a resolver. Antes de ello nos aparecerá un comentario de nuestros superiores ya sea conforme a nuestro criterio o avisándonos de nuestros errores.

Las preguntas pueden ser de varias índoles distintas; destacando que en muchas es necesario abrir el Project deseado para poder responder correctamente. Esto se realizará mediante el botón "Ver Ficha Cliente", situado en la parte inferior de la pantalla de pregunta en aquellas en las que sea recomendado mirarlo.

Una vez pulsado ese botón se abrirá directamente el Project relacionado con la pregunta en la que nos encontramos.

Una vez cerrado el Project volveremos a la pantalla del Inbox, pudiendo responder, ahora sí, de manera acertada.

Todos los Inbox son imprimibles, en caso de que haya alguna duda a resolver antes de contestar, mediante el botón "Imprimir".

Outputs

En esta ventana se podrán visualizar las estadísticas correspondientes a la gestión realizada hasta el momento en los diferentes proyectos.

También se podrá ver unos gráficos de los ratios de puntuaciones (clientes, personal, calidad y riesgos) para saber si estamos actuando de manera correcta o incorrecta.

De manera que tenemos lo siguiente:

- Se pueden obtener los resultados gráficos de los diferentes ratios pulsando sobre el menú "Outputs periodo"
- El usuario podrá visualizar un informe en el cual podrá visualizar cuales han sido sus respuestas durante todo el ejercicio. Para ello deberá seleccionar la opción 'informe' del menú "Histórico"

En el informe se podrá visualizar las preguntas que se han respondido hasta el momento así como los comentarios que ha realizado la junta directiva respecto a las decisiones que se han tomado.

En el informe se muestra la siguiente información:

1. Número de pregunta.
2. Pregunta.
3. Respuesta contestada.
4. Comentario de nuestros superiores a la respuesta dada.

Se ha decidido no mostrar la respuesta correcta para que no se pueda hacer trampa realizando varias veces el programa.

Una vez finalizado la simulación se deben exportar los datos para que éstos puedan ser evaluados por el profesor, para ello se debe seleccionar la opción "Exportar Datos", mediante la que nos pedirá una ruta y un nombre para exportar los datos.

Finalmente, si todo ha ocurrido con éxito se nos generará el archivo que el usuario deberá enviar al profesor.

Ayuda

Mediante este botón podremos acceder a la ayuda en la que nos encontramos actualmente.

Documentos

En esta pantalla se muestran todos los documentos que se pueden consultar hasta la fecha (nunca se mostrarán datos de proyectos en los cuales no se hayan realizado las preguntas correspondientes), por lo tanto a medida que se vaya avanzando en el simulador se nos abrirán más posibilidades de datos que utilizar.

Aquí debes seleccionar el proyecto del cual quieres observar la documentación en uno de los menús. Una vez se ha seleccionado el proyecto, se muestra un menú desplegable en el que se muestran la diferente documentación que se puede consultar.

De entrada podremos visualizar los proyectos iniciales de todos nuestros proyectos, pero no se podrán visualizar todos los documentos, únicamente los proyectos de las preguntas que se hayan superado. Al pulsar sobre los botones se nos cargarán los proyectos seleccionados.

Existe la posibilidad de consultar una serie de documentos son de mucha utilidad para poder comprender los proyectos que se están gestionando, éstos documentos se muestran al comienzo de cada proyecto y están disponibles para su consulta a lo largo del proyecto.

Coffee break

Esta opción nos permite tomarnos un descanso en nuestro simulador.

Salida

Mediante el botón de salida, el usuario podrá salir de SimuLEAN dejando grabadas todas sus respuestas en la base de datos, de modo que al volver a entrar pueda continuar desde donde lo dejó. Antes de salir SimuLEAN nos pide la confirmación.

Anexo III – Manual de Usuario CC-Pulse

**MANUAL DEL USUARIO
CC-PULSE**

1.1 - FUNCIONALIDADES CC-PULSE™: ACCESO Y DESCRIPCIÓN.

Al instalar cc-Pulse™ aparece dentro del Microsoft® Project la barra de herramientas específica de cc-Pulse™. Se puede acceder a las diferentes funcionalidades aportadas por cc-Pulse™ a través del menú despegable o bien clicando sobre los iconos de acceso en la barra de herramientas. Según el modo de funcionamiento, planificación o seguimiento en el que se esté trabajando, se ofrecen diferentes funcionalidades

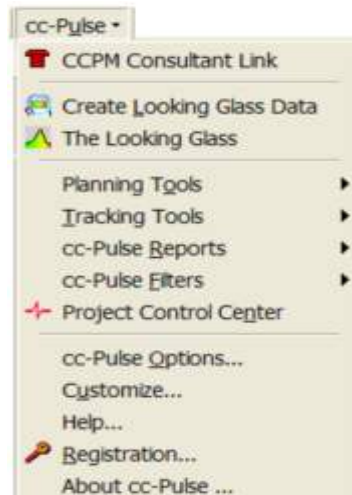
Modo de Planificación.

En el modo de planificación, la barra de herramientas disponibles es la siguiente:

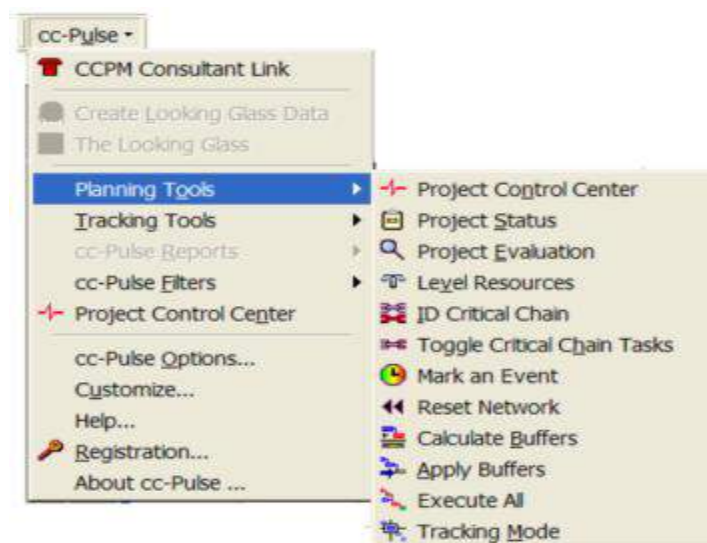


Barra de herramientas del modo de Planificación.

Las funcionalidades también son accesibles a través de menús despegables:



Menú desplegable: cc-Pulse – primer nivel.



Menú desplegable: cc-Pulse – nivel de herramientas del modo de Planificación.

A continuación se presentan las funcionalidades ofrecidas dentro del modo de planificación:



Centro de Control de Proyecto

Ventana del Centro de Control de Proyecto.

La ventana del centro de control contiene información del proyecto y parámetros de configuración. Los contenidos son:

- **“Current Project Information”**, información del proyecto activo.

Centro de Control: Información de proyecto.

- **“Project Status”**, estado del proyecto activo -> da acceso a una ventana resumen del estado del Proyecto, donde se incluyen algunos datos que resumen la situación del proyecto en la Fecha de Estado. (información adicional en apartados posteriores).

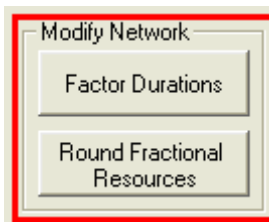
- **“Planning Tools”**, herramientas de planificación -> botones que llaman a las funciones del modo de planificación: evaluación del proyecto, nivelado de recursos, identificación de cadena

crítica, cálculo de márgenes, ejecución de todos los pasos y paso a modo de seguimiento (información adicional en apartados posteriores).



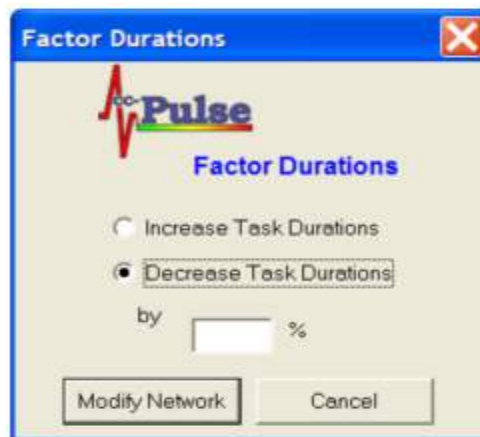
Centro de Control: Herramientas de planificación.

- *“Network Modification Tools”*, herramientas de modificación de red -> botones que llaman a dos funciones de modificación de red, diseñados para adaptar un proyecto planificado en Microsoft ® Project a las necesidades de CCPM.



Centro de Control: Herramientas de modificación de red.

La herramienta “Factor Durations” permite asignar un factor de conversión para calcular las duraciones medias a partir de duraciones fijas en el Microsoft ® Project.



Herramientas de modificación: Ventana de configuración del factor de duración.

La herramienta “Round Fractional Resources” permite modificar las asignaciones de recursos inferiores al 100%: se asigna a cada tarea afectada las unidades máximas del recurso y se recalculan las duraciones de las tareas. El objetivo es eliminar la multitarea que se hubiese permitido en anteriores planificaciones.

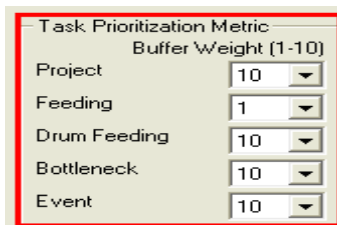
- “*Network Reset Tool*”, herramienta de reset de red -> permite deshacer los pasos de CCPM: nivelado de recursos, identificación de cadena crítica, cálculo de márgenes y posicionamiento de márgenes (información adicional en apartados posteriores).



Herramientas de modificación: Herramienta de reset de red.

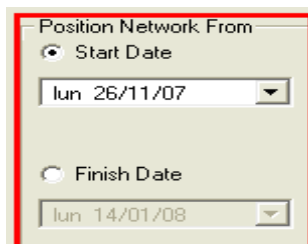
Junto con la herramienta de reset de red, en el centro de control aparece deshabilitada la herramienta de actualización del pool de recursos. Está deshabilitada porque solo tiene sentido en el entorno multiproyecto (herramienta cc-MPulse™). Así como la sección “Constraint Resources” que hace referencia a los recursos tambor y cuello de botella.

- “*Task Prioritization Metric*”, métrica de priorización. Se asigna una prioridad a cada tarea basada en su tipología, su estado y pesos configurables por el usuario desde el centro de control. Esta métrica (valor inferior indica más prioridad) se utiliza para priorizar tareas asignadas inicialmente a un mismo recurso de manera simultánea (información adicional en apartados posteriores). Las tareas de la cadena crítica tienen prioridad máxima.



Centro de Control: Métrica de Priorización de Tareas.

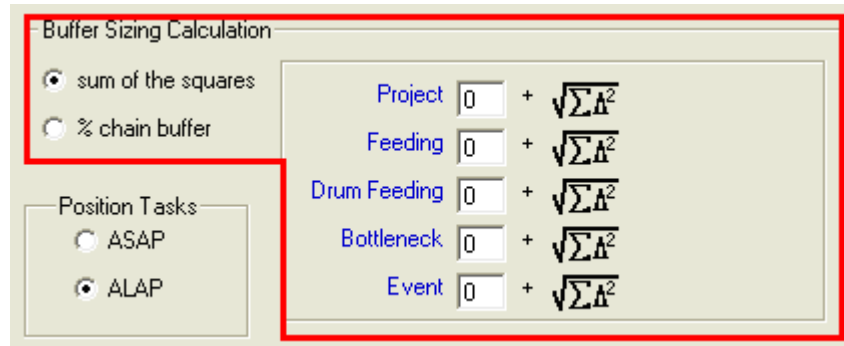
- “*Position Network From*”, origen del posicionamiento de la red -> permite definir si el posicionamiento de la red se ha de hacer desde la fecha de inicio, fijada en esta sección por el usuario, y hacia el futuro; o bien se ha de hacer a partir de la fecha de finalización, posicionamiento de las tareas hacia tiempos anteriores.



Centro de Control: Origen de Posicionamiento de Red.

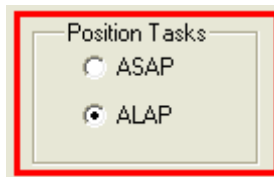
- **“Throughput per Project (\$)”,** “throughput” del proyecto.

- **“Buffer Sizing Calculation”,** método para el dimensionado de los márgenes (información adicional en apartados posteriores).



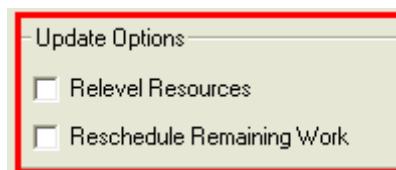
Centro de Control: Método Dimensionado Márgenes.

- **“Position Tasks”,** posición de las tareas -> permite definir si las tareas se planifican tan pronto como sea posible (“ASAP”, As Soon As Possible) o tan tarde como sea posible (“ALAP”, As Late As Possible).



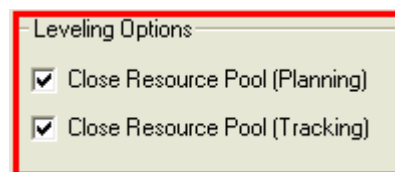
Centro de Control: Posición de Tareas.

- **“Update Options”,** opciones de actualización -> permite definir si en cada actualización quiere realizarse un nivelado de recursos y/o una replanificación del trabajo pendiente.



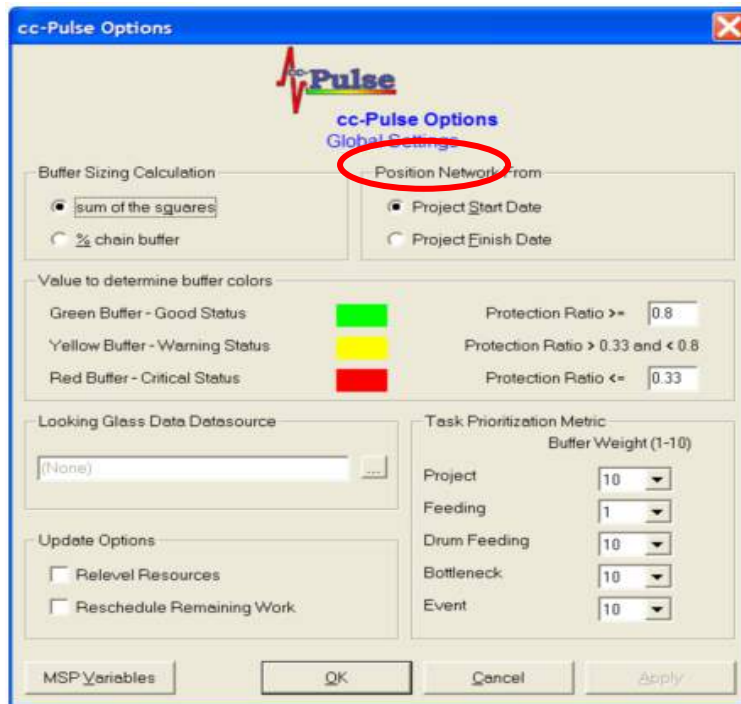
Centro de Control: Opciones de Actualización.

- **“Leveling Options”,** opciones de nivelado -> permite definir si durante los procesos de nivelado de recursos se quiere mantener conexión con el pool de recursos, en el caso de que el proyecto trabaje con un pool de recursos compartido con otros proyectos. Si la conexión se mantiene abierta, se tendrá en cuenta el uso de los recursos en otros proyectos durante el nivelado, de manera que el resultado del nivelado será coherente con el conjunto de recursos.



Centro de Control: Opciones de Nivelado de Recursos.

- “*cc-Pulse™ Options*”, opciones cc-Pulse™ -> da acceso a la ventana de configuración de opciones generales aplicables a todos los proyectos. Dentro de cada proyecto, e incluso a la hora de ejecutar pasos concretos sobre proyectos abiertos, pueden modificarse puntualmente estas opciones.



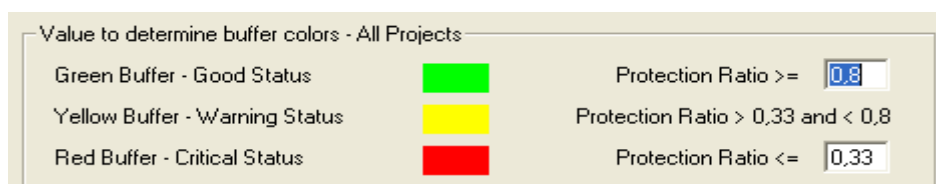
Ventana de Opciones de Configuración Global.

Se pueden agrupar los parámetros incluidos en la ventana de opciones de configuración global en dos grupos:

Parámetros modificables en cada ejecución: son parámetros también incluidos en la ventana principal del centro de control (método de dimensionado de márgenes, origen de posicionamiento de la red, opciones de actualización, métrica de priorización); la diferencia es que desde la ventana principal del centro de control pueden modificarse las configuraciones definidas a nivel global, para cada ejecución de algunos de los procesos.

Parámetros sólo configurables a nivel global: configuración de los límites del ratio de protección de los márgenes, asignación del origen de datos para los informes Looking Glass (información adicional en apartados posteriores), modificación de variables de Microsoft® Project.

- “*Value to determine buffer colors*”, configuración de los límites del ratio de protección -> se define Ratio de Protección con el ratio existente entre el margen de proyecto aún disponible y el margen necesario para proteger la duración pendiente. Los valores por defecto son: $\geq 0,8$ estado correcto; entre 0,8 i 0,33 zona de planificación; $\leq 0,33$ zona de actuación.



Configuración Global: Definición Límites del Ratio de Protección.



Evaluación de Proyecto

cc-Pulse™ realiza una evaluación del proyecto y devuelve un listado de problemas potenciales existentes en la red de tareas. Algunos de estos problemas potenciales son considerados como situaciones no recomendables que es mejor evitar o reducir (marcados en **letra negra negrita**), y otros son de obligada resolución antes de poder comenzar con los pasos de CCPM (marcados en **letra roja negrita**).

La evaluación del proyecto puede lanzarse bajo demanda desde el Centro de Control de Proyecto (botón “Project Eval”), a través del icono anterior, o bien a través de los menús desplegables, pero también se realiza automáticamente previo a la ejecución de los pasos de CCPM.

La figura siguiente contiene la ventana resultado de la evaluación de un proyecto.

The screenshot shows a window titled "cc-Pulse Evaluation" with the cc-Pulse logo. A note states: "Note: The problems highlighted in red text must be fixed before cc-Pulse will complete the scheduling process. cc-Pulse recommends fixing the problems highlighted in bold text." Below the note is a table with the following data:

	Info	Count	Goal	Task ID(s) / Fix
Non finish to start links	?	1	0	198,202
Avg Duration > Safe Duration	?	1	0	9
Task with constraints	?	39	0	5,91,92,93,94,95,9
Non-started tasks with actual start date	?	0	0	
Tasks with redundant links	?	0	0	
Tasks with fractional resources	?	20	0	107,113,115 Fix
Tasks with no resources	?	6	0	264,267,270,273,2
Tasks using links with lags	?	4	0	5,7,103,105,217,2
Summary task links	?	0	0	
Predecessors After Successors	?	1	0	333
Tasks Started With Open Predecessors	?	0	0	
Work Remaining Before Status Date	?	0	0	
Work Completed After Status Date	?	0	0	
Entry points to the project	?	1	< 25%	3
Exit points from the project	?	1	<4	335
Total numbers of the tasks	?	335	<1000	

Buttons for "Export" and "Close" are located at the bottom right of the window.

Ventana de Evaluación de Proyecto.

En la primera columna, podemos ver el listado de problemas potenciales analizados, marcados en letra según su criticidad: los **de obligada solución**, los de **recomendable solución** y el resto que no es necesario tratar, ya que entran dentro de los parámetros recomendados. Cada tipología de problema potencial incluye un botón “?” que nos permite obtener una descripción del problema.

La segunda columna “Count” contiene el número de veces que se produce cada tipología de problema potencial dentro del proyecto analizado, mientras que la tercera columna “Goal” incluye el valor recomendado.

Por último, en la cuarta columna “Task ID(s)” se incluye un listado de las tareas afectadas por los diferentes problemas potenciales. Para algunas de las tipologías, existe en esta columna un botón “Fix” que permite resolver automáticamente el problema potencial identificado (los algoritmos empleados son muy simples y se recomienda analizar cada problema con el fin de resolverlo de manera individualizada y ajustada a las necesidades del proyecto).

El listado extraído de la evaluación puede exportarse en formato HTML.

Project Evaluation Report			
Project Name: Exemple			
Description	Count	Goal	Task ID
Non finish to start links	1	0	198,202
Avg Duration > Safe Duration	1	0	9
Task with constraints	39	0	5,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331
Non-started tasks with actual start date	0	0	
Tasks with redundant links	0	0	
Tasks with fractional resources	20	0	107,113,115,117,142,144,145,146,154,196,197,200,202,204,215,223,224,242,245,246
Tasks with no resources	6	0	264,267,270,273,278,332
Tasks using links with lags	4	0	5,7,103,105,217,218,333,335
Summary task links	0	0	
Predecessors After Successors	1	0	333
Tasks Started With Open Predecessors	0	0	
Work Remaining Before Status Date	0	0	
Work Completed After Status Date	0	0	
Entry points to the project	1	< 25%	3
Exit points from the project	1	<4	335
Total numbers of the tasks	335	<1000	

Resultado de la evaluación del proyecto en formato HTML.

Los problemas analizados son:

- “*Non finish to start links*”, relaciones entre tareas de tipología diferente fin - inicio.



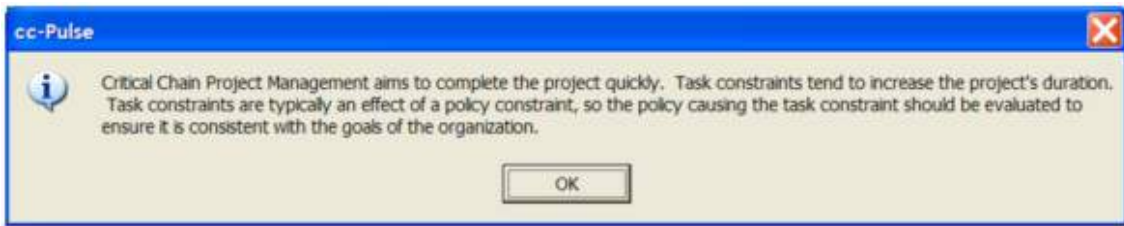
Relaciones no de inicio a fin – descripción.

- “*Avg Duration > Safe Duration*”, la duración media no puede ser superior a la duración segura. Con el botón “Fix” se ofrece, para cada tarea afectada, la opción de modificar su duración.



Duración media > Duración segura – solución automática.

- **“Task with constraints”**, tareas con restricciones.



Tareas con restricciones – solución automática.

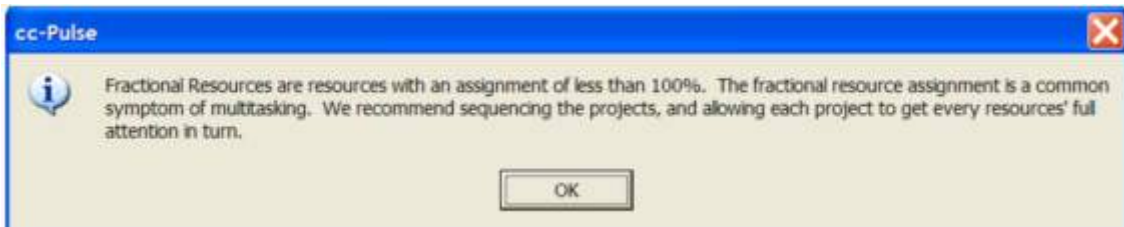
- **“Non-started tasks with actual start date”**, tareas no iniciadas con fecha de inicio informada.



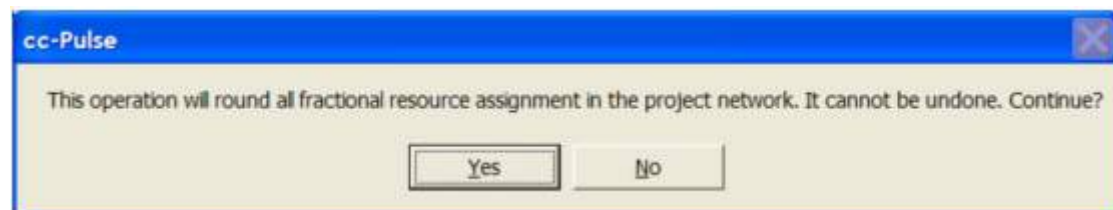
Tareas no iniciadas con fecha de inicio informada.

- **“Tasks with redundant links”**, relaciones directas entre dos tareas que ya están relacionadas a través de tareas intermedias. Si la tarea A es predecesora de B y B es predecesora de C, un enlace redundante es una relación A -> C.

- **“Tasks with fractional resources”**, tareas que tienen recursos asignados con dedicación inferior al 100 %, posible síntoma de multitarea.

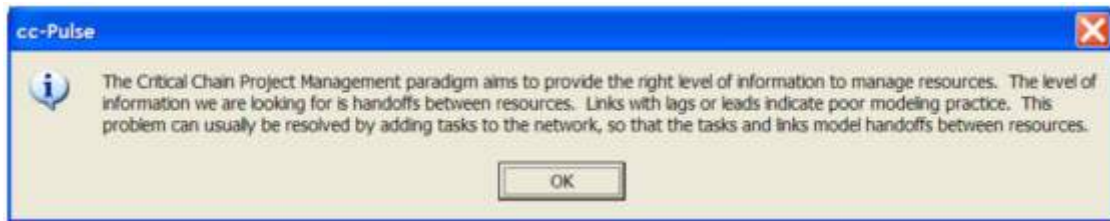


Recursos con dedicación parcial – descripción.



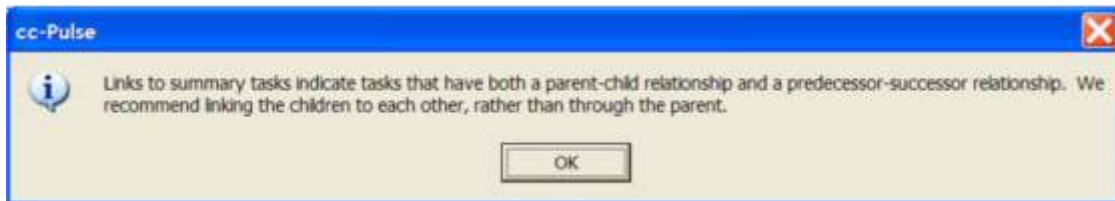
Recursos con dedicación parcial – solución automática.

- **“Tasks using links with lags”**, relaciones con desfases.



Relaciones con desfases – descripción.

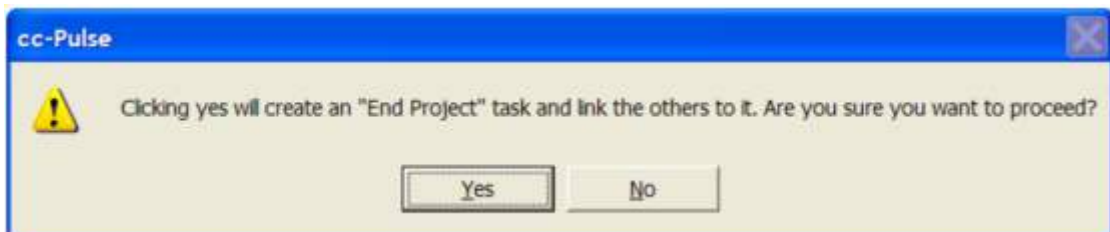
- **“Summary task links”**, relaciones a tareas resumen. Las tareas resumen del Microsoft® Project, agrupan un conjunto de tareas con el objetivo de esquematizar mejor el proyecto, pero no representan por sí solas trabajo a ejecutar. Como cualquiera de las tareas puede marcar el inicio y el final de la tarea resumen según su ejecución real, cc-Pulse™ no admite relaciones a tareas resumen, sino que exige al usuario que establezca las relaciones directamente a las tareas que sí constituyen actividades a realizar.



Relaciones a tareas resumen – descripción.

- **“Entry points to the project”**, tareas sin predecesores. Es recomendable incluir siempre una tarea de inicio o lanzamiento del proyecto como única tarea sin predecesores, de manera que se puede utilizar como predecesora de todas las tareas que no requieren entradas. El cc-Pulse™, permite un máximo del 25% de tareas sin predecesores, pero recomienda reducirlos.

- **“Exit points from project”**, tareas sin sucesores. Es recomendable incluir siempre una tarea de finalización de proyecto como única tarea sin sucesores, de manera que puede utilizarse como sucesora de todas las tareas que no aportan entradas a otras tareas. En el caso de aplicar CCPM, múltiples puntos de salida provocan la detección de múltiples cadenas críticas. El cc-Pulse™, permite un máximo de 4 tareas sin sucesores, pero recomienda reducirlos.



Tareas sin sucesores – solución automática.

- **“Total numbers of the tasks”**, el cc-Pulse™ permite un máximo de 1000 tareas.



Nivelado de Recursos

Esta función realiza una resolución automática de los conflictos de recursos.

A la hora de priorizar tareas, el cc-Pulse™ da prioridad máxima a las tareas de la cadena crítica y para el resto utiliza la tabla de prioridades de las tareas del Microsoft® Project.

Cuando se lanza el nivelado de recursos, el cc-Pulse™ realiza una evaluación del proyecto y se para si detecta problemas críticos no resueltos.



Identificación de la Cadena Crítica

Esta función, propia de CCPM, identifica la cadena de tareas que determinan la cadena más larga considerando tanto las relaciones entre tareas como las dependencias de recursos.

Como resultado, las tareas incluidas en la Cadena Crítica son marcadas en el diagrama de Gantt con color rojo.

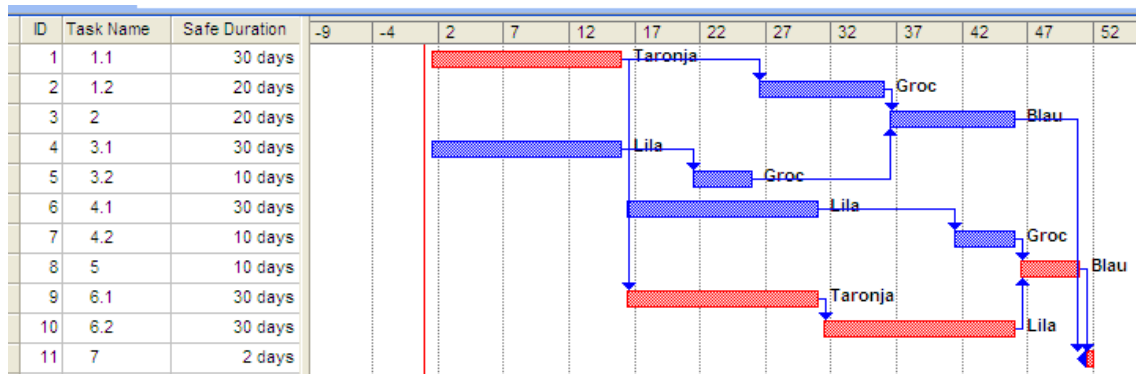


Diagrama de Gantt: Identificación de la Cadena Crítica + ALAP.

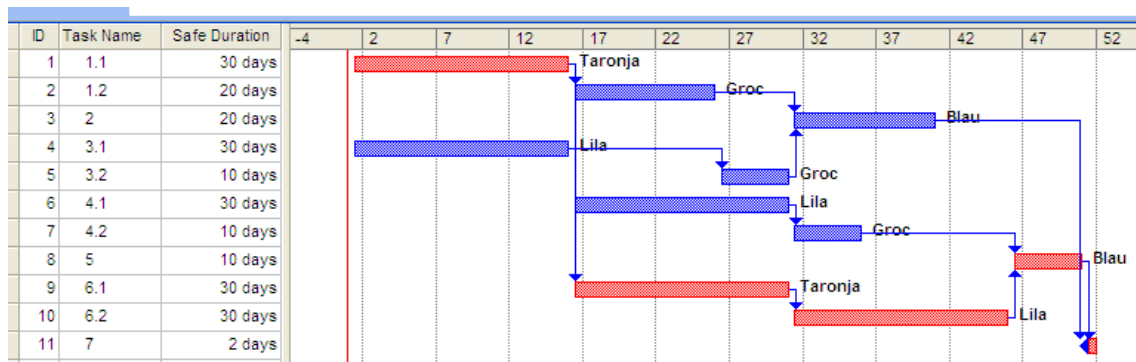


Diagrama de Gantt: Identificación de la Cadena Crítica + ASAP.



Liberación de Tareas de la Cadena Crítica

En algunas redes pueden identificarse más de una Cadena Crítica, y es por eso que cc-Pulse™ incorpora una herramienta que permite modificar la asignación de una tarea a la cadena crítica. En el caso de que se identifiquen múltiples cadenas críticas, el usuario puede decidir cuál de ellas quiere considerar como la cadena crítica de su proyecto y, por tanto, desasignar manualmente el resto de tareas.



Selección Acontecimientos

Esta es una funcionalidad añadida a la metodología CCPM. Permite identificar como acontecimientos, tareas no incluidas en la cadena crítica, con el objetivo de que reciban un tratamiento igual al de las tareas de la cadena crítica. Por ejemplo, la entrega o presentación de una parte del proyecto. De esta forma, cc-Pulse™ asignará un margen de evento a esta tarea y realizará su control.

Hay dos tipos de acontecimientos: el tipo I (por defecto) permite que la tarea comience antes en el caso de que todas sus predecesoras se completen, y el tipo II que mantiene la fecha fija. Para conseguir que el acontecimiento comience en la fecha establecida es necesario añadir una restricción de tipo “Inicio No Antes De”.



Cálculo de los Márgenes

Esta función analiza la red de tareas para identificar donde hay que posicionar los márgenes de protección, determinando las cadenas que alimentan las tareas a proteger y, a partir de sus duraciones, dimensiona los márgenes.

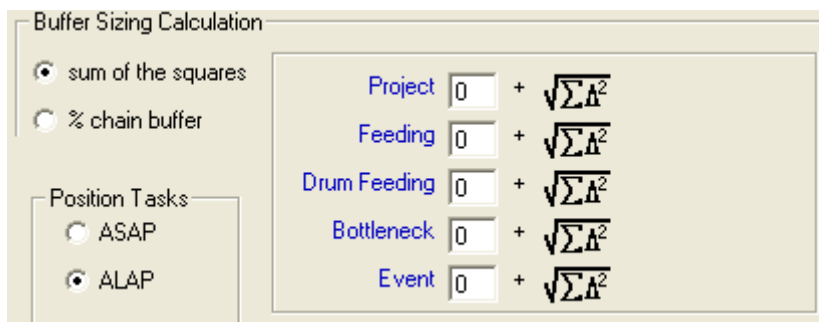
Como ya se ha comentado anteriormente, además de los márgenes definidos por CCPM (Margen del Proyecto, Margen d Alimentación), cc-Pulse™ también contempla los Márgenes de Acontecimientos que protegen leas tareas marcadas como acontecimientos. Para entornos multiproyecto, Spherical Angle ha desarrollado el aplicativo cc-MPulse™ que, además del Margen de Tambor de CCPM, incluye el Margen de Cuello de Botella para proteger las tareas asignadas a un recurso, diferente del tambor, que se ha marcado como Cuello de Botella, con el objetivo de que sea tratado como el recurso tambor.

En el modo de Planificación, los márgenes se identifican en el diagrama de Gantt como tareas de color verde. Pero cuando se trabaja en modo de Seguimiento, el color de los márgenes varía en función de su estado, más concretamente, en función del Ratio de Protección y según unos límites definibles por el usuario (información adicional en apartados posteriores).

Para el cálculo del tamaño de los márgenes, cc-Pulse™ ofrece dos opciones que pueden seleccionarse desde el centro de control:

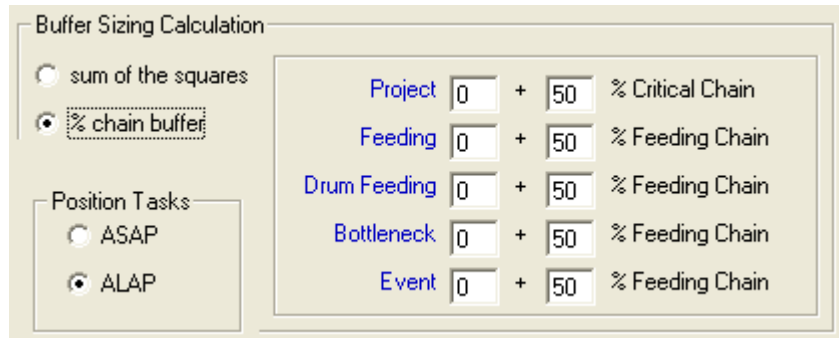
- “Sum of The Squares”: Cada margen se dimensiona como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las varianzas de las tareas más una duración fija, tomando como varianza la diferencia entre la duración segura que incluye el margen de protección y la duración media sin protección. Desde el centro de control se ha de marcar el método de dimensionado de márgenes como la suma de los cuadrados y se puede definir el margen fijo para cada uno de los tipos de márgenes de protección (por defecto toma valor 0).

$$\text{Margen} = \sqrt{[(D_{\text{segura}} - D_{\text{media}})_{T1}]^2 + (D_{\text{segura}} - D_{\text{media}})_{T2}^2 + \dots + (D_{\text{segura}} - D_{\text{media}})_{Tn}^2]} + \text{Margen Fijo}$$



Centro Control: Sección de configuración del método de dimensionado de márgenes - 1.

- “% Chain buffer”: Cada margen se calcula como un porcentaje de la duración total de la cadena predecesora a la tarea a proteger, más un margen fijo. Desde el centro de control se ha de marcar el método de dimensionado de márgenes como % de la cadena y se puede definir tanto el porcentaje como el margen fijo (por defecto el porcentaje es 50% y el margen fijo 0).



Centro Control: Sección de configuración del método de dimensionado de márgenes - 2.

Una vez más, no puede realizarse el dimensionado de los márgenes si no se han resuelto previamente los problemas críticos detectados durante la evaluación del proyecto. Además, Se debe haber identificado la cadena crítica. Si se intenta dimensionar los márgenes sin haber resuelto los problemas críticos o sin haber identificado la cadena crítica, aparece un mensaje de error.

En la siguiente figura se puede apreciar el resultado de dimensionar los márgenes en el ejemplo:

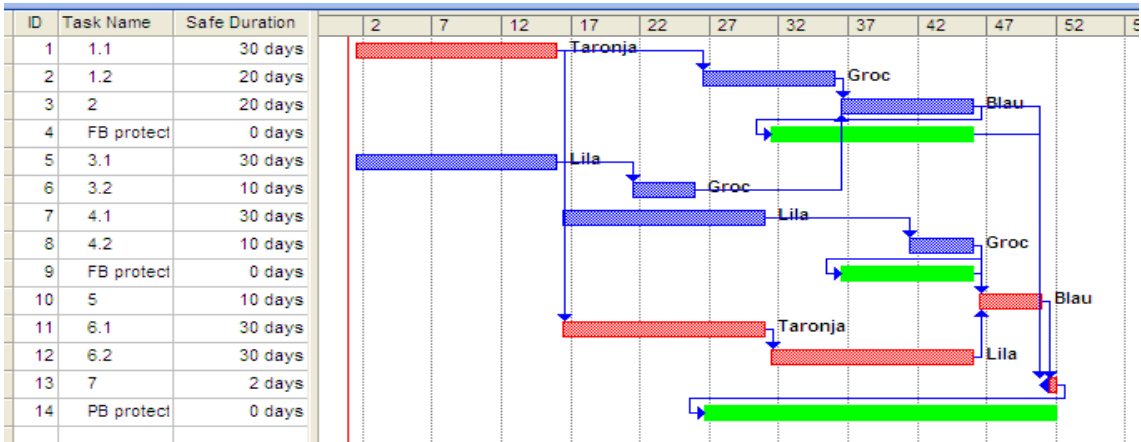


Diagrama de Gantt: Dimensionado de los márgenes + ALAP.

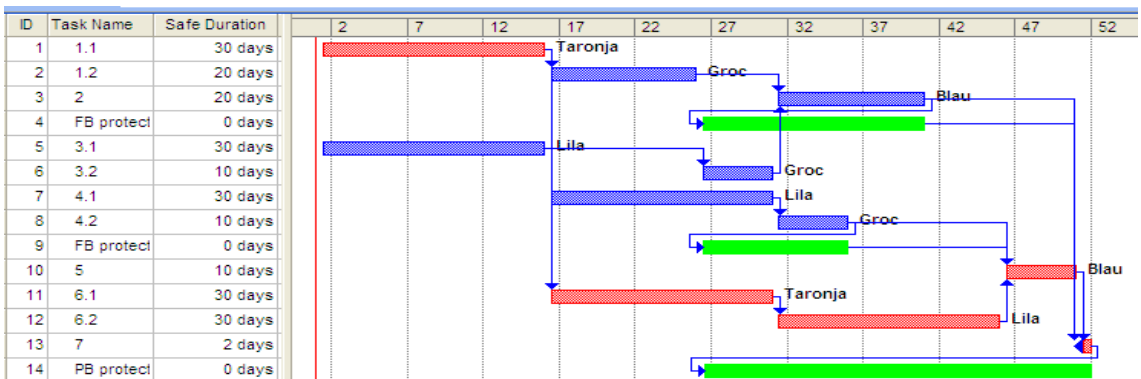


Diagrama de Gantt: Dimensionado de los márgenes + ASAP.



Aplicación de los Márgenes

Esta función revisa y modifica la red de tareas a partir de la incorporación de los márgenes. Si en el centro de control se ha marcado la opción de “Position Network From Start Date”, es decir que toda la red de tareas se posiciona a partir de la fecha de inicio del proyecto hacia el futuro, la inserción de los márgenes implica posponer todas las tareas posteriores a cada uno de los márgenes. Si por el contrario, se ha marcado la opción de “Position Network From Finish Date”, es necesario posicionar todas las tareas hacia el pasado y a partir de la fecha final del proyecto, por tanto, la inserción de los márgenes implica avanzar todas las tareas anteriores a cada uno de los márgenes.

Durante esta redistribución de la red pueden aparecer discontinuidades (“gaps”), dentro de la cadena crítica. cc-Pulse™ ofrece herramientas de análisis de discontinuidades (información adicional en apartados posteriores).

Otro efecto que puede producirse debido a esta redistribución de tareas es que aparezcan nuevos conflictos de recursos. En este caso cc-Pulse™ notifica que han aparecido recursos sobreasignados y permite decidir si queremos o no realizar un proceso de nivelado de recursos.

Una vez más, y siguiendo el orden lógico de aplicación de los pasos, la aplicación de los márgenes no puede realizarse si no se han resuelto previamente los problemas críticos detectados durante la evaluación del proyecto, si no se ha identificado la cadena crítica y si no se han calculado los márgenes. Si se intentan aplicar los márgenes sin haber completado alguno de los pasos anteriores, aparece un mensaje de error.

En la siguiente figura se puede apreciar el resultado de aplicar los márgenes en el ejemplo:

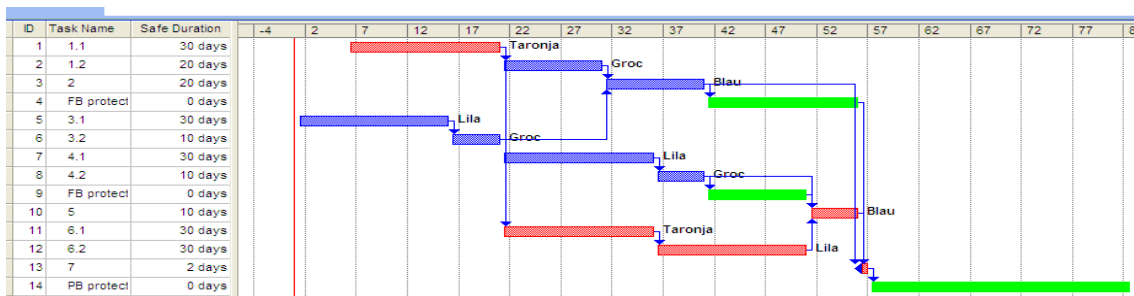


Diagrama de Gantt: Aplicación de los márgenes + ALAP.

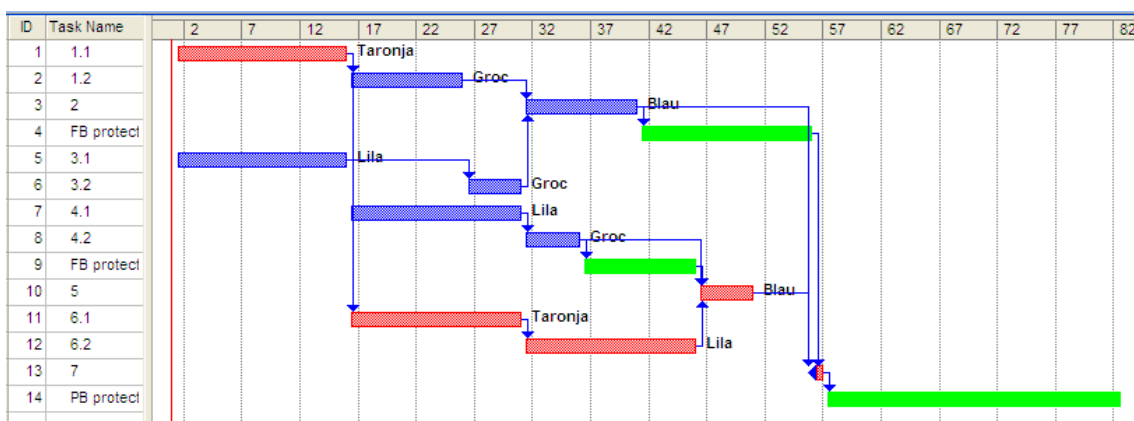


Diagrama de Gantt: Aplicación de los márgenes + ASAP.

Inicialmente la duración del proyecto teniendo en cuenta las duraciones medias (sin margen) era de 51 días, una vez aplicados los márgenes, la duración total es de 81,5 días.



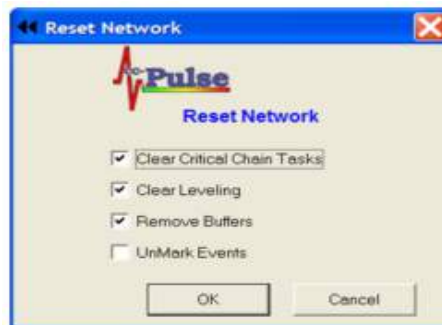
Ejecución Todos los Pasos

La función “Execute All” realiza de forma continua los 4 pasos vistos anteriormente: nivela recursos, identifica la cadena crítica, dimensiona y aplica los márgenes de protección.



Reset de la Red

La función “Reset Network” permite deshacer los 4 pasos vistos anteriormente y desmarcar los acontecimientos definidos. Cuando seleccionamos esta función, se nos presenta una ventana que nos permite seleccionar cuál de los pasos queremos deshacer:



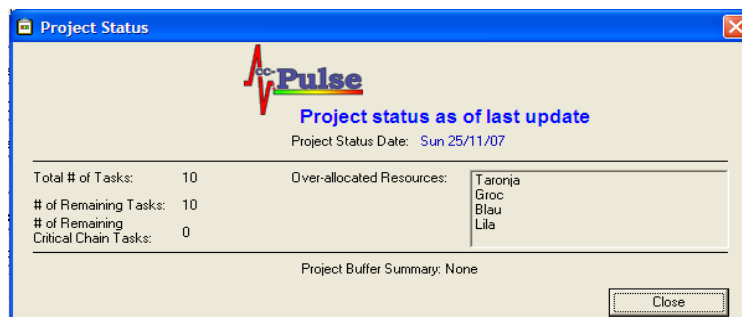
Ventana para el reset de la red.

- Clear Critical Chain Tasks, equivale a deshacer el paso de identificación de la cadena crítica y deja todas las tareas como tareas normales.
- Clear Leveling, equivale a deshacer el nivelado de recursos, por tanto reposiciona las tareas teniendo en cuenta sólo las relaciones entre tareas y permitiendo la multitarea.
- Remove Buffer, equivale a deshacer los pasos de dimensionado y posicionamiento de los márgenes, por tanto, vuelve a posicionar las tareas como estaban antes de la redistribución hecha durante el paso de aplicación de márgenes.
- UnMark Events, desmarca las tareas definidas como acontecimientos.



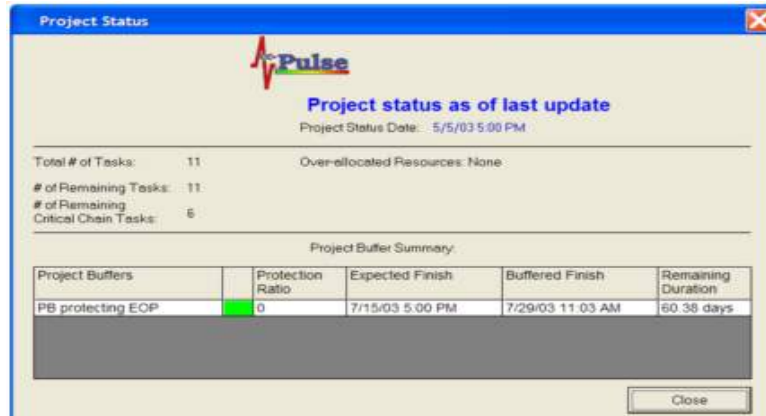
Estado del Proyecto

Esta función presenta una ventana resumen del Estado de Proyecto, donde se incluyen algunos datos que resumen la situación del proyecto en la fecha de estado (también accesible desde el Centro de Control). Contiene un apartado con el recuento del total de tareas, de las tareas pendientes y de las tareas pendientes de la cadena crítica. En otro apartado hay un resumen del estado del Margen de Proyecto, indicando el nombre del margen, el ratio de protección, la fecha esperada de finalización, la fecha de finalización del margen y la duración pendiente.



Ventana de Estado del Proyecto- 1.

Esta primera figura muestra el estado del proyecto ejemplo antes de nivelar recursos y de aplicar los pasos de CCPM. Vemos que el proyecto, a fecha 25 de noviembre del 2007, consta de 10 tareas, todas ellas pendientes de ejecutar. El número de tareas pendientes de la cadena crítica es cero, porque todavía no se ha realizado el paso de identificación de la cadena crítica. Hay 4 recursos sobreasignados, ya que no se ha realizado el nivelado de recursos. Por último, como no se han definido márgenes de protección, no hay información referente a su estado.



Ventana de Estado del Proyecto– 2.

En la figura anterior se puede apreciar el estado de un proyecto de 11 tareas, todas pendientes, a fecha 5 de mayo del 2003. En este caso sí que se ha realizado el nivelado de recursos y, por tanto, ya no hay recursos sobreasignados; También se ha realizado la identificación de la cadena crítica y, por tanto, se puede apreciar que hay 6 tareas de la cadena crítica pendientes; y por último, también se han definido márgenes de protección y, por tanto, tenemos información referente al margen de proyecto, que se ha denominado “PB protecting EOP”, es decir, margen de proyecto protegiendo el final del proyecto (“EOP, End Of Project”). Como información del margen se indica el ratio de protección, la fecha prevista de finalización de la última tarea, la fecha prevista de finalización del margen, y la duración pendiente del proyecto.



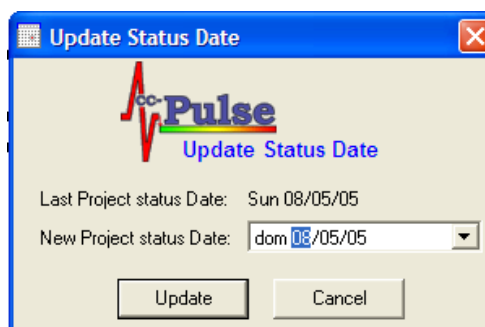
Cambio Modo de Funcionamiento: Planificación <-> Seguimiento

Con este icono realizamos el cambio entre modos de funcionamiento y, por tanto, se activan y desactivan las funciones correspondientes a cada uno de los dos modos.



Actualización fecha de Estado

Nos permite actualizar la nueva fecha de estado en la siguiente ventana:



Ventana de Actualización de la fecha de Estado.



Enlace para Consultas

cc-Pulse™ ofrece un formulario para dirigir dudas a sus consultores.

Critical Chain Project Management'."/>

Formulario de Consultas.

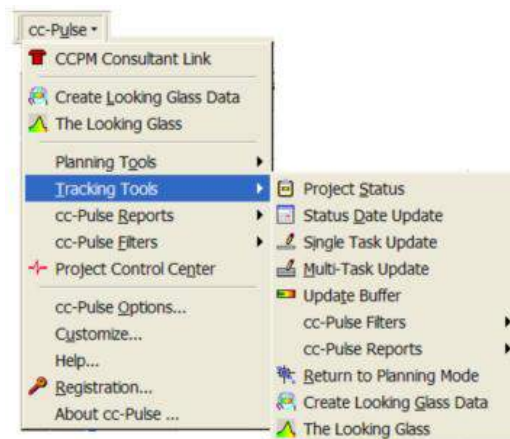
Modo de Seguimiento.

En el modo de Seguimiento, la barra de herramientas es la siguiente:



Barra de herramientas del modo de Seguimiento

Las funcionalidades son también accesibles a través de menús desplegables:



Menú desplegable: cc-Pulse – nivel de herramientas del modo de Seguimiento.

A continuación se presentan las nuevas funcionalidades ofrecidas dentro del modo de seguimiento:



Actualización Estado de una Tarea

Teniendo una tarea seleccionada, podemos invocar la función de actualización de estado de una tarea y se nos presenta una ventana como la siguiente:

Ventana de Actualización de Estado de una Tarea.

En esta ventana se nos presenta información referente a la tarea, algunos campos a introducir por el usuario y algunos botones.

Como campos informativos, se incluye información de la tarea (Nom, ID, ID_únic), información referente a su planificación (duración media, duración segura y fechas previstas de inicio y final) y el listado de los recursos asignados a la tarea.

Dentro de los campos a introducir por el usuario podemos distinguir los datos a actualizar referentes a la tarea (fecha de estado, duración pendiente, fecha de inicio y fecha de fin, si aplica) y las opciones de actualización. Estas opciones permiten definir si una vez aplicados los datos a actualizar referentes a la tarea, quiere realizarse un nuevo proceso de nivelado de recursos y/o quiere realizarse una revisión de la planificación del trabajo pendiente. Estas opciones pasan por encima de las definidas en el centro de control, pero sólo para la actualización en curso.

Por último, están los botones “Ok”, “Apply” y “Cancel” para confirmar o cancelar la actualización, y los botones “Previous Task”, “Next Task” y “Go To Task” para moverse entre tareas sin salir de la ventana de actualización de estado de una tarea.

Cuando se cierra la ventana de actualización de estado de una tarea, se realiza un proceso de actualización del estado de los márgenes.

Es recomendable actualizar la fecha de estado antes de actualizar las tareas, ya que cc-Pulse™ realiza algunos cálculos en función de la fecha de estado. Respecto a la fecha de finalización: si se marca una tarea como incompleta (duración pendiente \neq 0), es toma como fecha de finalización la fecha de estado más la duración pendiente; si se marca una tarea como acabada (duración pendiente = 0) sin indicar la fecha de finalización, se toma como fecha de fin el mínimo entre la fecha prevista de finalización y la fecha de estado. Respecto a la fecha de inicio: si la fecha de inicio marcada es mayor que la fecha de estado, es toma como fecha de inicio la fecha de estado.



Actualización Estado de Múltiples Tareas

La ventana de actualización de estado de Múltiples Tareas, tiene unas secciones de encabezado, una sección principal que incluye un listado de las tareas a actualizar y los botones “Ok”, “Apply” y “Cancel”.

En las secciones de encabezado podemos seleccionar el límite de la fecha de inicio de las tareas a incluir en el listado de tareas a actualizar (por defecto se incluyen todas las tareas que tienen fecha prevista de inicio anterior a la fecha actual de estado + 4 semanas), la nueva fecha de estado y las opciones de actualización pasan por encima de las definidas en el centro de control, pero sólo para la actualización en curso).

Task ID	Unique ID	Task Name	Remaining Duration	Projected			Actual		
				Average/Safe	Start	Finish	Duration	Start	Finish
3	128	Excavation		67 days/10 days	30/03 8:00 A	31/03 2:20 P		1/30/03 8:00 AM	N/A
4	129	Sitework		2 days/3 days	31/03 2:20 P	1/4/03 2:20 PM		1/31/03 2:20 PM	N/A
5	130	Foundation		5 days/10 days	1/4/03 2:20 PM	1/11/03 2:20 P		2/4/03 2:20 PM	N/A
7	131	Water		4 days/6 days	1/11/03 2:20 P	1/17/03 2:20 P		2/11/03 2:20 PM	N/A
13	138	Structural Steel		4 days/6 days	1/11/03 2:20 P	1/17/03 2:20 P		2/11/03 2:20 PM	N/A

Ventana de actualización de estado de Múltiples Tareas.

En la sección principal, se incluye una línea para cada una de las tareas a actualizar, columnas donde se indica información de cada tarea y columnas donde se permite al usuario introducir información.

Como campos informativos, se incluye información de la tarea (Nom, ID, ID_únic), información referente a su planificación (duración media, duración segura y fechas previstas de inicio y final), el listado de los recursos asignados a la tarea y el listado de tareas predecesoras pendientes de finalizar. Hay también una columna de duración real, que se calcula automáticamente una vez introducidas las fechas reales de inicio y fin.

Para actualizar cada tarea, se ha de introducir la duración pendiente, la fecha real de inicio y, si se ha completado (duración pendiente = 0), la fecha real de fin.

Cuando se cierra la ventana de actualización de estado de múltiples tareas, se realiza un proceso de actualización del estado de los márgenes.

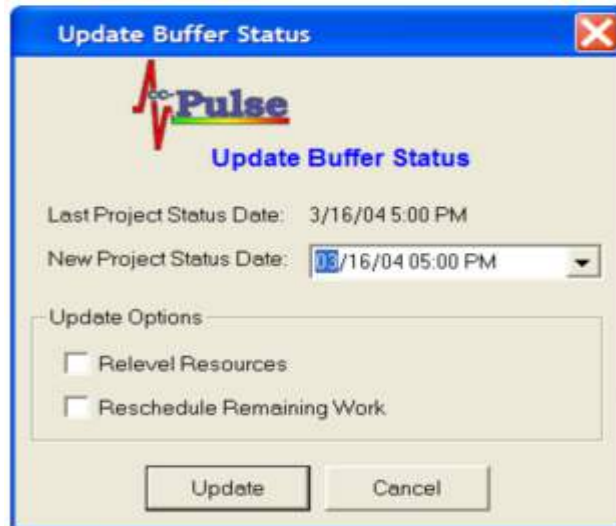


Actualización Estado de los Márgenes

La función de actualización del estado de los Márgenes, calcula el ratio de protección, marca los indicadores de estado de margen según los límites definidos, y actualiza los campos de incursión de los márgenes. Cabe destacar que se define la incursión de un margen como la diferencia entre la fecha de fin de la tarea predecesora y la fecha de inicio del margen. Si la incursión es positiva, implica que se prevé que la cadena de tareas protegida por el margen

consume tiempo del margen. Si la incursión es negativa, implica que se prevé que la cadena de tareas acabe antes del inicio previsto del margen, obteniendo una desviación positiva.

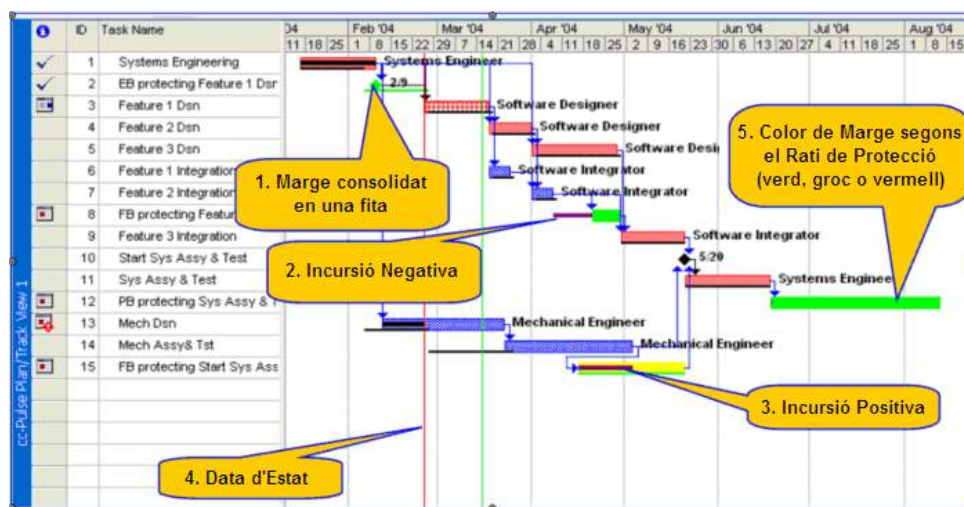
Como acciones adicionales, se puede realizar una reprogramación del trabajo pendiente y/o un nivelado de los recursos; estas opciones se definen en la ventana de actualización de estado de los márgenes, o bien desde el centro de control.



Ventana de actualización de Márgenes.

La siguiente figura muestra como se visualizan diferentes estados de los márgenes durante la fase de seguimiento:

1. Cuando una cadena de alimentación finaliza, su margen se consolida en una cota (duración = 0), permitiendo el inicio de las tareas sucesoras.
2. Cuando se prevé que una cadena finalice antes del principio de su margen sucesor, se muestra una línea lila entre ambas fechas, marcando gráficamente la incursión negativa.
3. Cuando se prevé que una cadena finalice después del principio de su margen sucesor, se muestra una línea lila entre ambas fechas, superpuesta en la barra del margen, marcando gráficamente la incursión positiva.
4. Una línea vertical roja marca la fecha de estado (fecha de la última actualización).



Gantt de seguimento: fechas y márgenes.

Por último, cabe mencionar que la función de actualización del estado de los márgenes se realiza automáticamente después de actualizar tareas, pero puede forzarse también desde la barra de herramientas y desde los menús desplegables.



Creación datos por el Looking Glass™

Paso previo para la generación de informes Looking Glass™ (información adicional en apartados posteriores).



Generación Looking Glass™

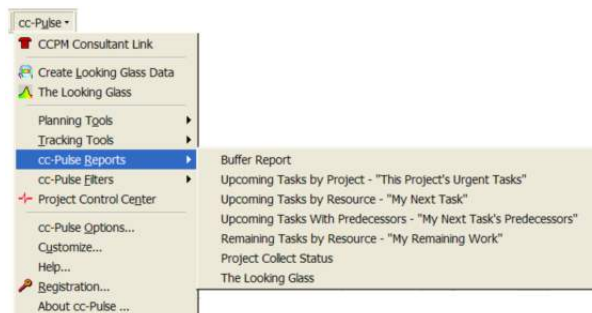
El Looking Glass™ es un sistema de información gráfica. En el entorno de proyecto único, proporciona informes gráficos de evolución y de control estadístico. En entornos multiproyecto ofrece informes de portafolio, que presentan de forma resumida el estado de todos y cada uno de los proyectos.

Esta funcionalidad se analiza en detalle en apartados posteriores.

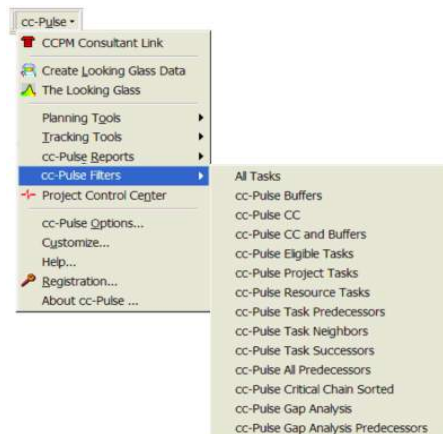
Filtros e informes

Al instalar cc-Pulse™ se añaden a los informes y filtros estándares del Microsoft® Project, un conjunto de informes y filtros específicos. Los informes evalúan parámetros específicos de CCPM y los filtros establecen criterios de filtrado relacionados con CCPM. En apartados posteriores se analizan con más detalle cada uno de los filtros e informes.

Son accesibles a través del menú de Microsoft® Project y a través del menú cc-Pulse.



Menú desplegable: cc-Pulse – nivel de informes.



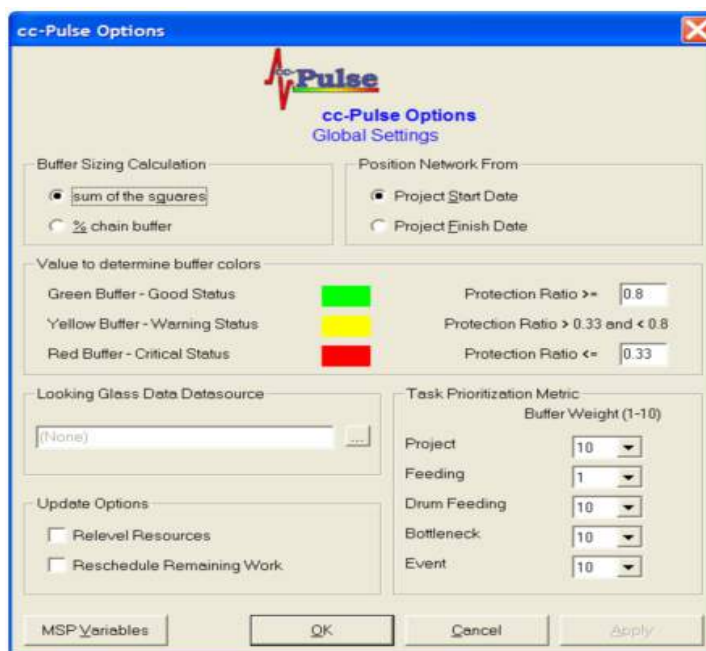
Menú desplegable: cc-Pulse – nivel de filtros.

Otras funciones genéricas.

Para cerrar la revisión del menú principal desplegable de cc-Pulse™, se presentan a continuación las 5 últimas funciones incluidas tanto en el modo de planificación como en el modo de seguimiento:

cc-Pulse Opciones...

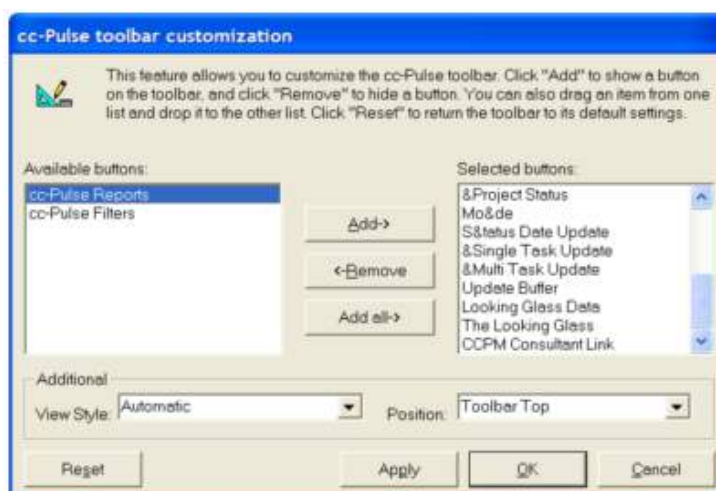
Da acceso a la ventana de configuración de opciones generales aplicables a todos los proyectos. Dentro de cada proyecto, e incluso a la hora de ejecutar pasos concretos sobre proyectos abiertos, pueden modificarse puntualmente estas opciones.



Ventana de Opciones de Configuración.

Customize...

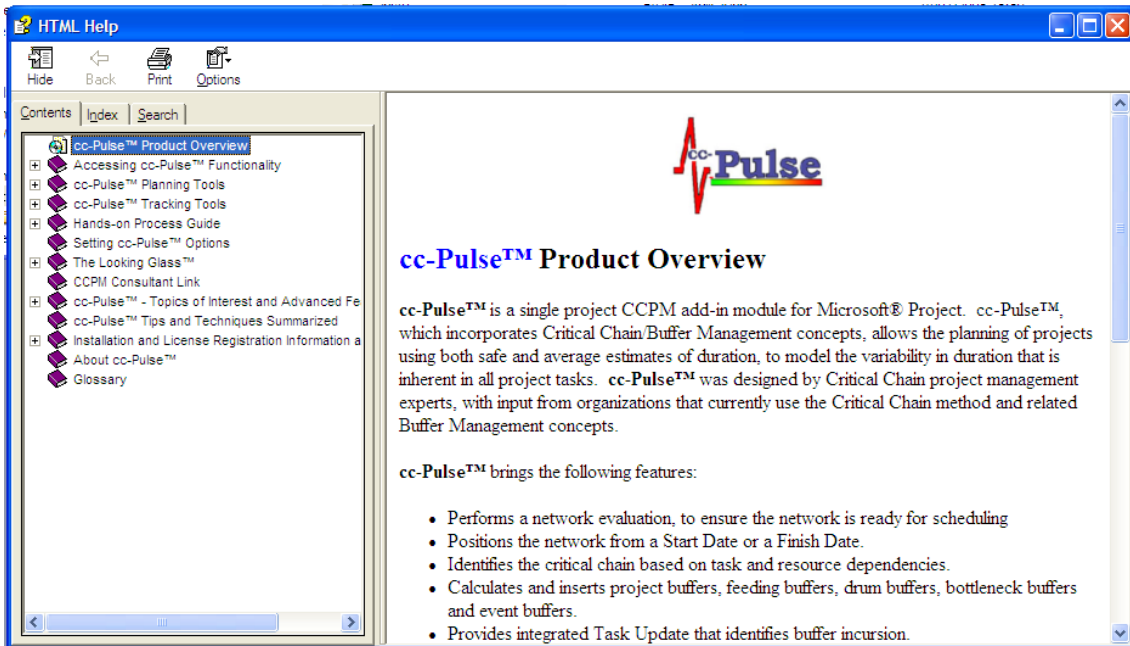
Permite personalizar la barra de herramientas del cc-Pulse™, con el fin de excluir o incluir funcionalidades.



Ventana de Personalización de la barra de herramientas.

Help...

cc-Pulse™ ofrece un manual de ayuda.



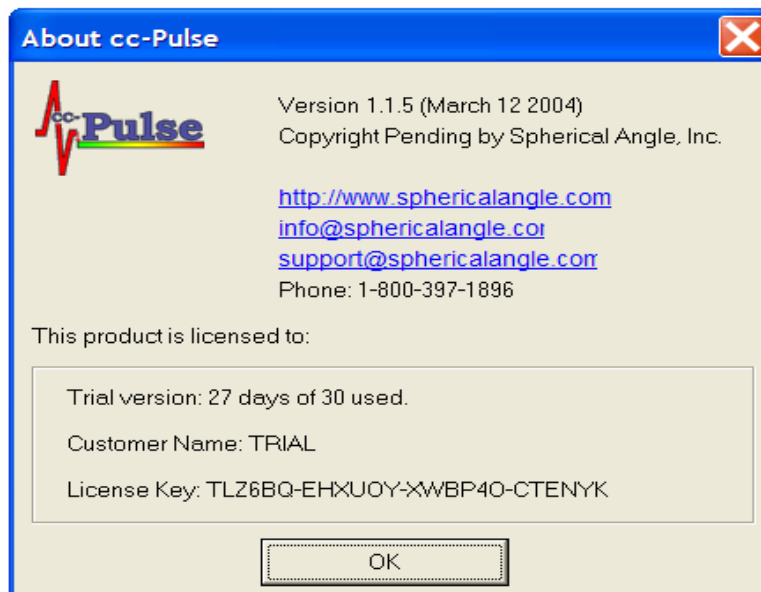
Ventana de Ayuda.

Registration...

Da acceso a las ventanas de registro del programa (ver apartado de Instalación).

About cc-Pulse...

Da información sobre la versión del cc-Pulse™ instalado.



Ventana de Información sobre el cc-Pulse™ instalado.

1.2 - VISTAS, FILTROS E INFORMES.

Vistas.

Desde los menús de Microsoft ® Project, el usuario puede acceder a un conjunto de vistas definidas por el programa y puede personalizarlas en función de las necesidades de cada momento. Con el fin de facilitar la aplicación de CCPM, cc-Pulse™ ofrece 3 vistas adicionales:

cc-Pulse™ Network Diagram

Ofrece un diagrama completo del proyecto donde cada nodo, correspondiente a una tarea, contiene la información principal referente a la tarea: el identificador de tarea (Task ID), el nombre (Task Name), los identificadores de las tareas predecesoras y de las sucesoras, la duración segura (Duration1), la duración media (Duration), el identificador único (Unique ID) y el listado de los recursos asignados.

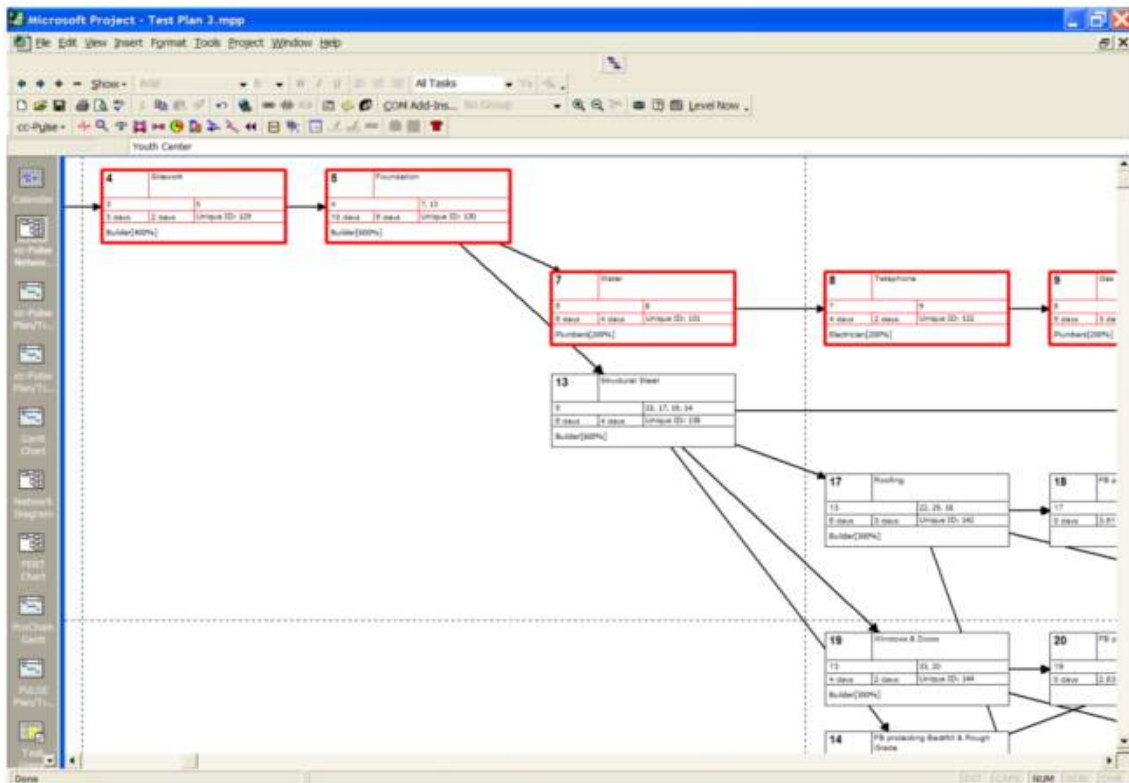


Diagrama de Red cc-Pulse™.

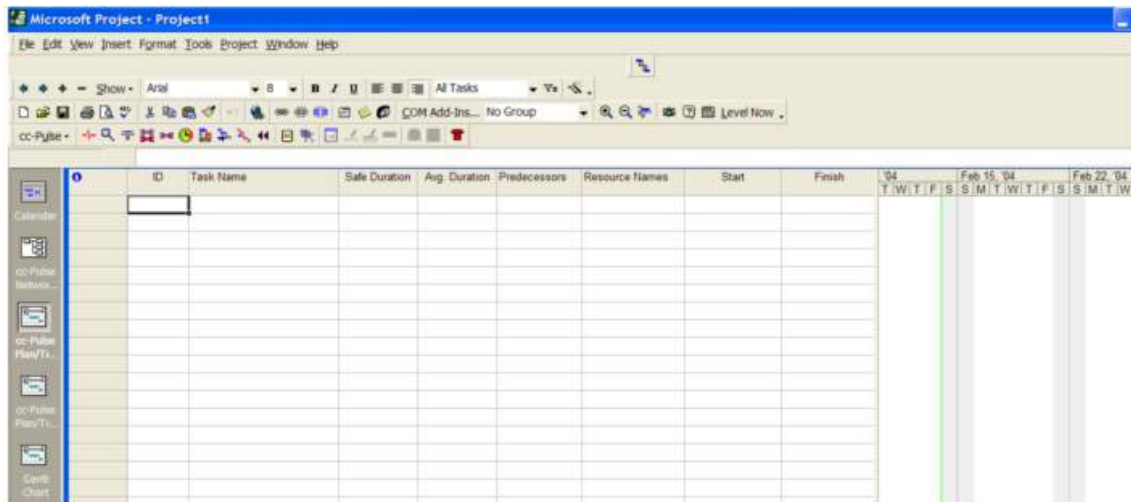
[ID]	[Name]	
[Predecessors]		[Successors]
[Duration1]	[Duration]	Unique ID: [Unique ID]
[Resource Names]		

Nodo del Diagrama de Red cc-Pulse™.

cc-Pulse™ Plan/Track View 1

La vista definida como Plan/Track View 1, es un diagrama de Gantt donde se incluye como información principal de la tarea: el identificador de tarea (Task ID), el nombre (Task Name), la duración segura (Safe Duration), la duración media (Avg Duration), los identificadores de las tareas predecesoras, el listado de los recursos asignados, la fecha de inicio y la fecha de fin.

El hecho de incluir la duración segura y la duración media, es lo que hace que esta vista sea idónea para la aplicación de CCPM, tanto en la fase de planificación como en la fase de seguimiento.

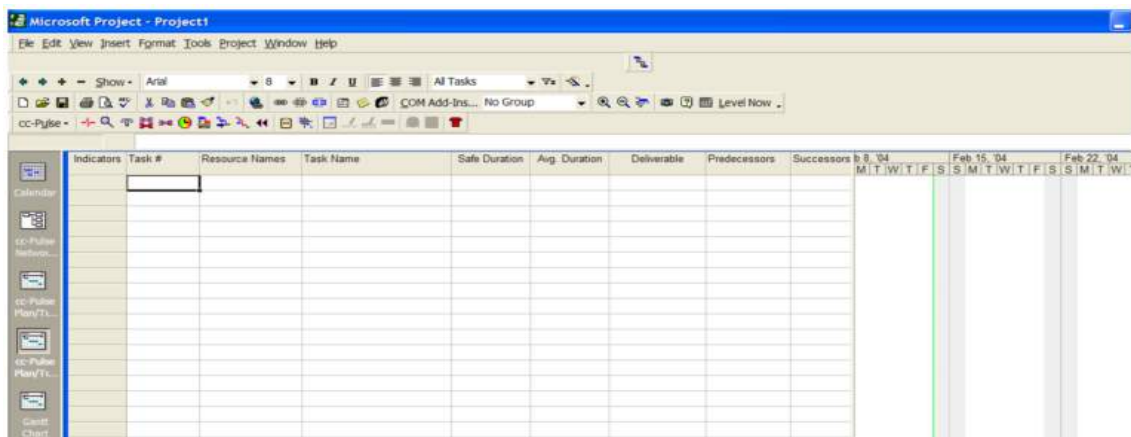


Vista Plan/Track 1 de cc-Pulse™.

cc-Pulse™ Plan/Track View 2

La vista definida como Plan/Track View 2, es un diagrama de Gantt donde se incluye la siguiente información de la tarea: el identificador de tarea (Task ID), el nombre (Task Name), la duración segura (Safe Duration), la duración media (Avg Duration), un listado de los documentos a entregar al finalizar la tarea y los identificadores de las tareas predecesoras y sucesoras.

Una vez más, el hecho de incluir la duración segura y la duración media, es lo que hace que esta vista sea idónea para la aplicación de CCPM, tanto en la fase de planificación como en la fase de seguimiento. Pero esta vista centra la atención en los documentos a entregar, en lugar de hacerlo en las fechas de inicio y fin.



Vista Plan/Track 2 de cc-Pulse™.

Filtros.

Al instalar cc-Pulse™ se añaden a los filtros estándar de Microsoft® Project, un conjunto de filtros específicos, que establecen criterios de filtrado relacionados con CCPM. A continuación se incluye un listado de estos filtros con una breve descripción:

Filtro “All Tasks” -> Como mecanismo de limpieza de cualquier otro filtro, se define el filtro “All Tasks” que muestra todas las tareas, ordenadas por identificador.

Filtro “Buffers” -> Sólo se muestran los márgenes.

Filtro “CC” -> Muestra las tareas de la Cadena Crítica.

Filtro “CC and Buffers” -> Muestra las tareas de la Cadena Crítica y los márgenes.

Filtro “Eligible Tasks” -> Este filtro excluye las tareas y márgenes ya completados y muestra las tareas pendientes de finalizar, es decir, aquellas que se pueden escoger para ser actualizadas.

Filtro “Project Tasks” -> Muestra las tareas no finalizadas con fecha de inicio dentro de un margen especificado por el usuario.

Filtro “Task Predecessors” -> A partir de una tarea seleccionada en el diagrama de Gantt, este filtro muestra todos los caminos predecesores a la tarea en cuestión, de manera que se muestra todo el trabajo que ha de estar acabado antes de su comienzo.

Filtro “Task Successors” -> A partir de una tarea seleccionada en el diagrama de Gantt, este filtro muestra todos los caminos sucesores de la tarea en cuestión, de manera que se muestra todo el trabajo que no puede iniciarse hasta que ésta finalice.

Filtro “Task Neighbours” -> A partir de una tarea seleccionada en el diagrama de Gantt, este filtro muestra sólo sus tareas inmediatamente predecesoras y sucesoras, no los caminos completos como en los filtros “Task Predecessors” y “Task Successors”.

Filtro “All Predecessors” -> A partir de una tarea seleccionada o diversas, este filtro muestra todas las tareas que la/las preceden en tiempo, independientemente de que tengan o no relaciones con ellas.

Filtro “Critical Chain Sorted” -> Muestra todas las tareas de la Cadena Crítica y los márgenes de proyecto ordenados según su fecha prevista de inicio.

Filtro “Gap Analysis” -> Muestra todas las tareas de la Cadena Crítica y los márgenes (no sólo del proyecto) ordenados según su fecha prevista de inicio. Hay que seleccionar este filtro, antes de seleccionar el filtro “Gap Analysis Predecessors”.

Filtro “Gap Analysis Predecessors” -> A partir de un margen seleccionado en el diagrama de Gantt resultante de la aplicación del Filtro “Gap Analysis”, este filtro muestra todas las tareas de la cadena crítica, todos los márgenes de proyecto, el margen seleccionado y todas las tareas que lo preceden en el tiempo.

En algunas redes, la inserción de márgenes de alimentación comporta la introducción de discontinuidades temporales entre tareas de la cadena crítica. Este filtro es útil para analizar la causa de estos saltos. Es recomendable identificar el margen que origina el salto y analizarlo con detalle. Eso debería permitir rediseñar la red con el fin de reducir el salto y, consecuentemente, reducir la duración de la cadena crítica y del proyecto. Hay que intentar reducir la variabilidad de los caminos de tareas que convergen en el margen causante del salto, ya sea reduciendo la diferencia entre las duraciones media y segura, reduciendo ambas duraciones, o bien modificando las dependencias entre tareas. Con el fin de identificar el margen causante del salto, se ha de ir aplicando estos filtros sobre todos y cada uno de los márgenes sospechosos de provocarlo.

Nota: Si la identificación del margen causante del salto no es obvia, puede ser de ayuda pasar al modo de seguimiento y revisar si algún margen tiene una línea lila de incursión negativa justo delante de él, ya que eso los elimina como candidatos.

Informes.

cc-Pulse™ ofrece una serie de informes dentro de su modo de seguimiento.

Los informes son elaborados en HTML y pueden ser guardados como ficheros de texto, como páginas web o como hojas de cálculo. La opción de guardarlos como páginas web facilita el intercambio de información ya que pueden publicarse en Internet o en la Intranet y de esta forma ser accesibles por las partes involucradas en el proyecto, como por ejemplo el cliente. La opción de exportarlos a Microsoft® Excel, permite editarlos con comodidad.

Para configurar los informes, hay que acceder a la ventana de opciones de informe clicando en el botón de “Options” situado sobre el informe.

Desde la sección de opciones generales se puede definir la fecha de inicio del informe, el intervalo contemplado y las unidades de tiempo; desde la sección “Report for” se puede seleccionar si el informe a generar lo queremos referente al proyecto activo o bien a todos los proyectos abiertos. Marcando la opción de “Launch in Internet Explorer”, el informe será presentado en el Microsoft® Internet Explorer.



Ventana de Opciones de Informe.

A continuación se incluye un listado de los informes disponibles, con una breve descripción y un ejemplo.

Informe de Márgenes.

El informe de márgenes (“Buffer Report”) es útil tanto para los directores de proyectos individuales, como para los directivos de empresas que quieren evaluar el entorno multiproyecto. Para cada uno de los márgenes, el informe incluye la siguiente información: el identificador de tarea, el nombre, la fecha de fin, la fecha prevista de fin, la duración, la guía de margen (“buffer guide”, unidades de tiempo que hay que añadir al margen para conseguir el mismo nivel de protección que tenía al inicio del proyecto), el ratio de protección, la duración no consumida del margen (“Buffer Left”), la duración pendiente de la cadena protegida por el margen (“Chain Left”), la verificación de tarea (“check task”, identificador de la tarea que amenaza al margen) y comentarios. Los mejores indicadores sobre el estado de los márgenes son la guía de margen y el ratio de protección.

Task ID	Buffer Name	Buffer End Date	Expected Finish	Buffer Length	Buffer Guide	Protection Ratio	Buffer Left	Chain Left	Check Task	Comments
14	FB protecting Backfill & Rough Grade	11/14/01 2:30 PM	10/11/01 2:30 PM	2 days	0 days	8	2 days	4 days	3	
18	FB protecting Plumbing	11/01/02 2:30 PM	11/02/02 2:30 PM	3:01 days	0:39 days	3.32	5:01 days	7 days	3	
20	FB protecting Drywall	12/11/01 2:30 PM	11/02/02 2:30 PM	2:40 days	24.17 days	9.64	2:03 days	6 days	3	
30	FB protecting Interior Complete	12/25/02 2:30 PM	11/11/02 2:30 PM	4:12 days	25.08 days	7.26	4:12 days	11 days	3	
32	FB protecting Interior Complete	12/25/02 2:30 PM	12/15/02 2:30 PM	2 days	14 days	8	2 days	2 days	3	
39	FB protecting PART TOUCH UP	1/30/04 3:30 PM	12/29/02 2:30 PM	2 days	6:10 days	4.06	2 days	4 days	3	
41	FB protecting PART TOUCH UP	1/30/04 3:30 PM	12/31/02 2:30 PM	2 days	4:10 days	3.06	2 days	2 days	3	
45	FB protecting PART TOUCH UP	1/30/04 3:30 PM	12/29/02 2:30 PM	2 days	6:10 days	6.06	2 days	2 days	3	
47	FB protecting FINAL INSPECTION	1/15/04 3:30 PM	11/15/02 2:30 PM	1 day	40:16 days	41.16	1 day	1 day	3	
49	FB protecting LOCKSETS AND DOORSTORES	12/31/03 3:30 PM	12/29/02 2:30 PM	0:10 days	0 days	1	0:16 days	10 days	3	
51	FB protecting PART TOUCH UP	1/30/04 3:30 PM	1/16/04 2:30 PM	2 days	0 days	1	2 days	3 days	3	
52	FB protecting Civil Utilities	1/15/04 3:30 PM	12/29/02 2:30 PM	14:5 days	4:21 days	1	14:5 days	10:47 days	3	

Informe de Márgenes.

Informe de Próximas Tareas por Proyecto.

El informe de próximas tareas por proyecto (“Upcoming Tasks by Project – “This Project’s Urgent Tasks””) contiene, para cada uno de los proyectos, un listado de las tareas incompletas que tienen fecha de inicio prevista dentro del margen temporal considerado por el informe, ordenadas por métrica de prioridad ascendente (la tarea más urgente es la que tiene métrica de prioridad inferior).

Además, este informe tiene un encabezado donde se indican los recursos sobreasignados, el estado del proyecto y los márgenes de proyecto.

Upcoming Tasks by Project
"What should I monitor in SA Office Building Plan?"

Overallocated resources: (None)

Project Status:
 Project Status Date: 10/15/03 5:00 PM
 Total # of Tasks: 37
 # of Remaining Tasks: 37
 # of Remaining Critical Chain Tasks: 27

Project Buffers:

Buffer Name	Protection Ratio	Expected Finish	Buffered Finish	Remaining Duration
PS protecting End Of Project	1	1/22/04 3:39 PM	2/12/04 9:02 AM	14.3 days

Tasks:

Task Metric	Expected Start Date	Remaining Duration (Days)	Task ID	Resource Name	Task Name	Comments
0.24	10/15/03 8:00 AM	1.67 days	3	Equipment Operator	Excavation	
0.24	10/16/03 2:20 PM	2 days	4	Builder	Sitework	
0.24	10/20/03 2:20 PM	5 days	5	Builder	Foundation	Concrete Ordered
0.24	10/27/03 2:20 PM	4 days	7	Plumbers	Water	
0.24	10/31/03 2:20 PM	2 days	8	Electrician	Telephone	1-800-397-1896
0.24	11/4/03 2:20 PM	3 days	9	Plumbers	Gas	
0.24	10/27/03 2:20 PM	4 days	13	Builder	Structural Steel	
1	10/31/03 2:20 PM	3 days	17	Builder	Roofing	Roofing supplies delivered
1	10/31/03 2:20 PM	2 days	19	Builder	Windows & Doors	

Informe de Próximas Tareas por Proyecto.

Informe de Próximas Tareas por Recurso.

El informe de próximas tareas por Recurso (“Upcoming Tasks by Resource – “My Next Tasks””) contiene, para cada uno de los recursos, un listado de las tareas incompletas que tiene asignadas y que tienen fecha de inicio prevista dentro del margen temporal considerado por el informe, ordenadas por métrica de prioridad ascendente (la tarea más urgente es la que tiene métrica de prioridad inferior).

Upcoming Tasks by Resource
 Project Status Date: 10/15/03 5:00 PM

"Builder: What task should I complete next?"

Resource: Builder

Resource Name	Task Name	Project Name	Task Prioritization Metric	Expected Start	Remaining Duration (Days)	Task ID	Notes
Builder[4]	Sitework	SA Office Building Plan	0.24	10/16/03 2:20 PM	2 days	4	
Builder[6]	Foundation	SA Office Building Plan	0.24	10/20/03 2:20 PM	5 days	5	Concrete Ordered
Builder[6]	Structural Steel	SA Office Building Plan	0.24	10/27/03 2:20 PM	4 days	13	
Builder[3]	Roofing	SA Office Building Plan	1	10/31/03 2:20 PM	3 days	17	Roofing supplies delivered
Builder[3]	Windows & Doors	SA Office Building Plan	1	10/31/03 2:20 PM	2 days	19	

"Electrician: What task should I complete next?"

Resource: Electrician

Resource Name	Task Name	Project Name	Task Prioritization Metric	Expected Start	Remaining Duration (Days)	Task ID	Notes
Electrician[2]	Telephone	SA Office Building Plan	0.24	10/31/03 2:20 PM	2 days	8	1-800-397-1896

Informe de Próximas Tareas por Recurso.

Informe de Próximas Tareas con Predecesoras por Recurso.

El informe de próximas tareas con predecesoras por recurso (“Upcoming Tasks With Predecessors – “My Next Task’s Predecessors””) contiene, para cada recurso y cada una de las tareas incompletas, un listado de las predecesoras no finalizadas, de manera que cada recurso puede realizar un análisis aguas arriba del progreso de las predecesoras.

Upcoming Tasks With Predecessors					
Project Status Date: 10/15/03 5:00 PM					
"Builder: Are any of my inputs for this task being delayed?"					
Project Name: SA Office Building Plan					
Expected Start	Remaining Duration	Task ID	Task Name	Notes	
10/16/03 2:20 PM	2 days	4	Sitework		
Predecessor details:					
Expected Finish	Remaining Duration	Task ID	Task Name	Expected Delay	
10/16/03 2:20 PM	1.67 days	3	Excavation	0 days	
"Electrician: Are any of my inputs for this task being delayed?"					
Project Name: SA Office Building Plan					
Expected Start	Remaining Duration	Task ID	Task Name	Notes	
10/31/03 2:20 PM	2 days	8	Telephone	1-800-397-1896	
Predecessor details:					
Expected Finish	Remaining Duration	Task ID	Task Name	Expected Delay	
10/31/03 2:20 PM	4 days	7	Water	0 days	
10/27/03 2:20 PM	5 days	5	Foundation	0 days	
10/20/03 2:20 PM	2 days	4	Sitework	0 days	
10/16/03 2:20 PM	1.67 days	3	Excavation	0 days	
"Plumbers: Are any of my inputs for this task being delayed?"					
Project Name: SA Office Building Plan					
Expected Start	Remaining Duration	Task ID	Task Name	Notes	

Informe de Próximas Tareas con Predecesoras por Recurso.

Informe de Tareas Pendientes por Recurso.

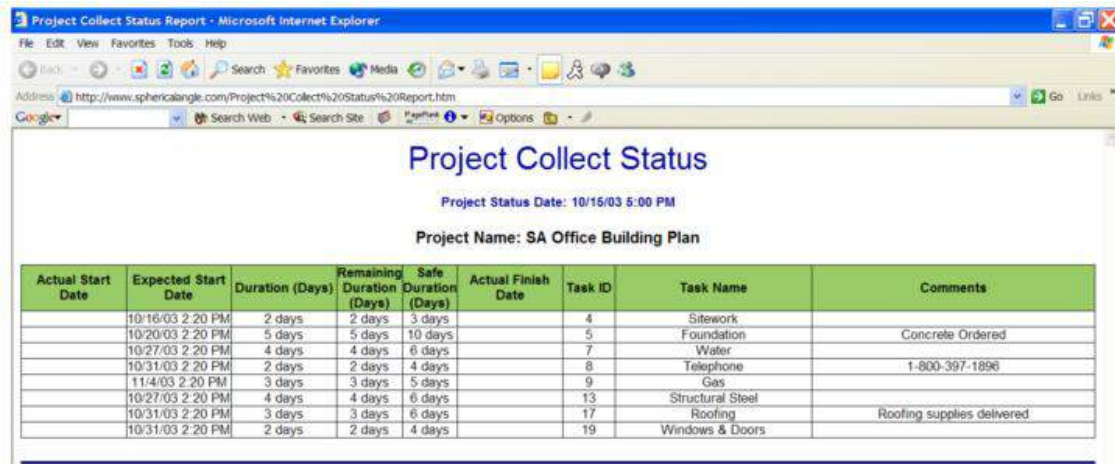
El informe de tareas pendientes por recurso (“Remaining Tasks by Resource – “My Remaining Work””) contiene, para cada recurso, un listado de las tareas pendientes.

Remaining Tasks by Resource					
Project Status Date: 10/15/03 5:00 PM					
"Equipment Operator: What tasks remain for me in project ?"					
Expected Start	Remaining Duration (Days)	Task ID	Task Name	Project Name	Notes
10/15/03 8:00 AM	1.67 days	3	Excavation	SA Office Building Plan	
11/14/03 2:20 PM	2 days	15	Backfill & Rough Grade	SA Office Building Plan	
11/18/03 2:20 PM	1 day	46	Landscape	SA Office Building Plan	
"Builder: What tasks remain for me in project ?"					
Expected Start	Remaining Duration (Days)	Task ID	Task Name	Project Name	Notes
10/16/03 2:20 PM	2 days	4	Sitework	SA Office Building Plan	
10/20/03 2:20 PM	5 days	5	Foundation	SA Office Building Plan	Concrete Ordered
10/27/03 2:20 PM	4 days	13	Structural Steel	SA Office Building Plan	
10/31/03 2:20 PM	2 days	19	Windows & Doors	SA Office Building Plan	
10/31/03 2:20 PM	3 days	17	Roofing	SA Office Building Plan	Roofing supplies delivered
11/5/03 2:20 PM	4 days	29	Insulation	SA Office Building Plan	
11/18/03 2:20 PM	3 days	16	Concrete Flat Work	SA Office Building Plan	
11/27/03 2:20 PM	2 days	23	HVAC	SA Office Building Plan	
12/11/03 2:20 PM	3 days	33	Drywall	SA Office Building Plan	
12/16/03 2:20 PM	3 days	34	Floor Coverings	SA Office Building Plan	
12/19/03 2:20 PM	2 days	35	Paint Walls	SA Office Building Plan	
1/8/04 3:39 PM	2 days	52	PAINT TOUCH UP -	SA Office Building Plan	
1/12/04 3:39 PM	3 days	53	FINAL CLEANING -	SA Office Building Plan	
1/15/04 3:39 PM	3 days	54	FINAL INSPECTION -	SA Office Building Plan	
1/20/04 3:39 PM	2 days	55	PROJECT CLOSEOUT -	SA Office Building Plan	
"Electrician: What tasks remain for me in project ?"					

Informe de Tareas Pendientes por Recurso.

Informe de Recogida del estado del Proyecto.

El informe de recogida del estado del Proyecto (“Project Collect Status”) contiene un listado de las tareas incompletas que tienen fecha de inicio prevista dentro del margen temporal considerado por el informe, ordenadas por métrica de prioridad ascendente (la tarea más urgente es la que tiene métrica de prioridad inferior). Este informe es útil para llevarlo imprimido a las reuniones de seguimiento y rellenar las columnas vacías con la nueva información aportada por los recursos correspondientes.



Actual Start Date	Expected Start Date	Duration (Days)	Remaining Duration (Days)	Safe Duration (Days)	Actual Finish Date	Task ID	Task Name	Comments
	10/16/03 2:20 PM	2 days	2 days	3 days		4	Sitework	
	10/20/03 2:20 PM	5 days	5 days	10 days		5	Foundation	Concrete Ordered
	10/27/03 2:20 PM	4 days	4 days	6 days		7	Water	
	10/31/03 2:20 PM	2 days	2 days	4 days		8	Telephone	1-800-397-1896
	11/4/03 2:20 PM	3 days	3 days	5 days		9	Gas	
	10/27/03 2:20 PM	4 days	4 days	6 days		13	Structural Steel	
	10/31/03 2:20 PM	3 days	3 days	6 days		17	Roofing	Roofing supplies delivered.
	10/31/03 2:20 PM	2 days	2 days	4 days		19	Windows & Doors	

Informe de Recogida del estado del Proyecto.

Informe Looking Glass.

El Looking Glass™ es un sistema de información gráfica. En el entorno de proyecto único, proporciona informes gráficos de evolución y de control estadístico. En entornos multiproyecto ofrece informes de portafolio, que presentan de forma resumida el estado de todos y cada uno de los proyectos.

El informe de portafolio permite mantener informado a un directivo de una empresa del estado de todos los proyectos, con un único y sencillo documento. Si algún margen aparece marcado en rojo, habría que preguntarse *¿Qué está pasando?*, *¿Qué estamos haciendo para solucionarlo?* (hay que gestionar los márgenes, no limitarnos a visualizarlos), y *¿Qué haremos para evitar esta situación en el futuro?*

Clicando sobre el nombre del margen de proyecto dentro de la vista de portafolios, se abre un historial del proyecto donde ese muestra gráficamente el estado del proyecto en cada una de las fechas de estado almacenadas en la base de datos. Desde aquí puede accederse a una gráfica de control estadístico de la duración del proyecto, que permite filtrar el ruido introducido por las causas de variación común. Esta gráfica muestra la duración prevista del proyecto en cada fecha de estado. Se evalúan los datos con las reglas “Western Electric Zone” con el fin de detectar causas de variación especial y, si se detectan, se activa una alerta que solicita una intervención por parte del gestor del proyecto.

Con el fin de utilizar las funcionalidades del Looking Glass, hay que seguir los tres pasos siguientes:

- 1.- Crear una base de datos.
- 2.- Almacenar datos.
- 3.- Ejecutar el Looking Glass™.

Crear una base de datos donde almacenar los datos de los diferentes análisis realizados. cc-Pulse™ suporta bases de datos Microsoft® Access, SQL, Excel i ODBC Oracle. En un apartado posterior se muestra como configurar bases de datos de estos cuatro tipos.

Almacenar datos.

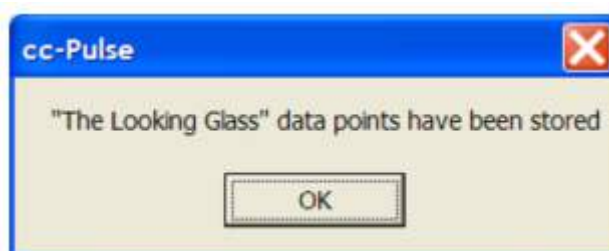
En el modo de seguimiento, hay que ir almacenando datos del estado del proyecto en diferentes fechas de estado con el fin de poder evaluar después la evolución a lo largo del tiempo. Mediante la función de creación de datos Looking Glass, el cc-Pulse™ toma información del estado del proyecto en una fecha concreta, la fecha de estado, y la almacena en la base de datos configurada previamente. Los datos almacenados servirán para crear los informes gráficos del Looking Glass.

Cuando se llama a la función de Creación de Datos Looking Glass, se muestra la siguiente ventana:



Ventana de Creación de Datos Looking Glass.

A través de las Opciones, hay que especificar cuál es el tipo y el origen de datos a utilizar. A continuación, se puede lanzar la Creación de Datos. La herramienta nos presenta una ventana solicitando nombre de usuario y contraseña de acceso a la base de datos y, una vez superado este control de seguridad, procede a recoger los datos y guardarlos:



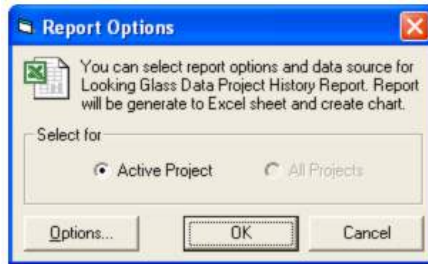
Ventana de Confirmación de Creación de Datos Looking Glass.

Periódicamente, después de actualizar el estado de las tareas del proyecto, habrá que realizar un nuevo proceso de creación de datos Looking Glass, con el fin de almacenar un nuevo punto de control de evolución.

Ejecución de Looking Glass™.

Con el fin de ejecutar correctamente Looking Glass y obtener así el informe gráfico correspondiente, se deben haber realizado los pasos anteriores. Si no se han realizado correctamente, la herramienta mostrará mensajes de error.

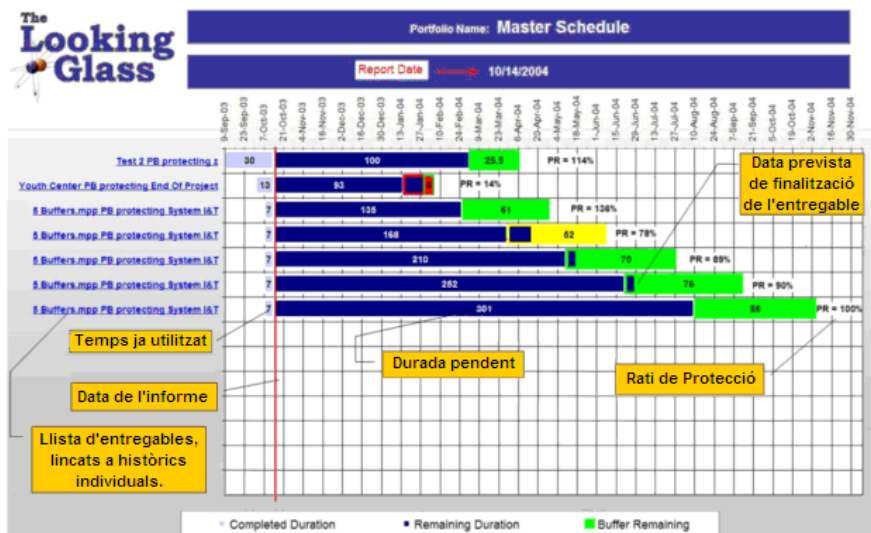
Cuando lanzamos la ejecución de Looking Glass, lo primero que nos solicita la herramienta es si queremos ejecutar el informe referente al proyecto activo o referente a todos los proyectos abiertos.



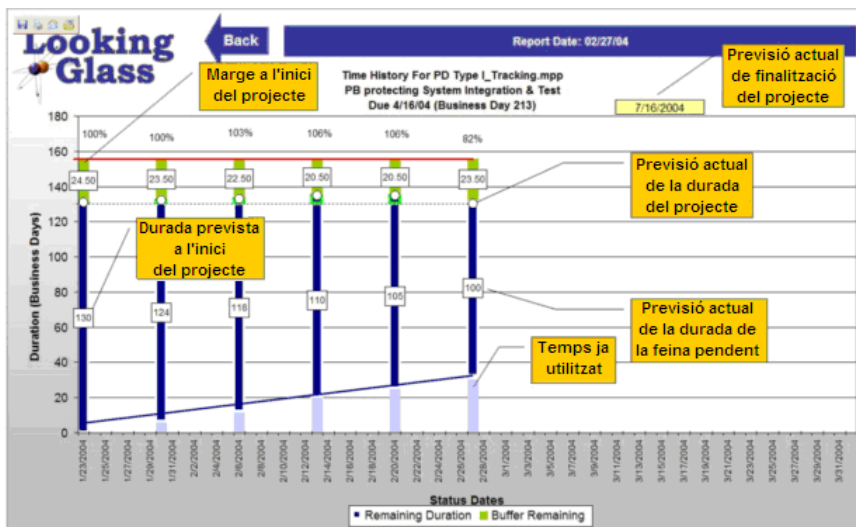
Ventana de Opciones de Informes.

Una vez se pulsa el botón “OK”, se generan los informes y se muestran en Excel, de manera que pueden ser tratados y gravados sobre una página web, para ser publicados en Internet o en la Intranet de la empresa.

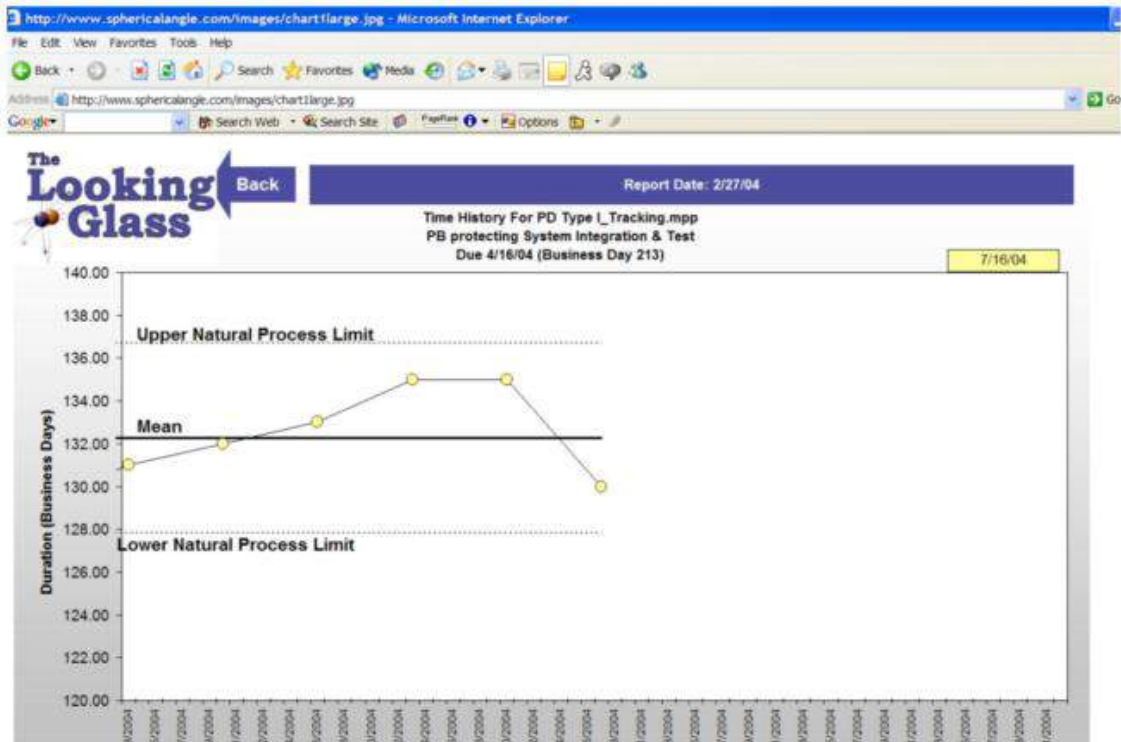
A continuación se incluye un ejemplo de las tres vistas generadas dentro de Looking Glass:



Looking Glass™: Vista Portafolios.



Looking Glass™: Evolución Temporal de un Proyecto.



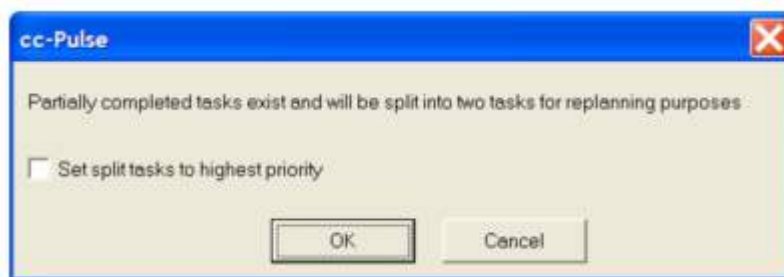
Looking Glass™: Gráfico SPC.

1.3 - FUNCIONALIDADES AVANZADAS Y TEMAS DE INTERÉS

Reposicionamiento de la Red

Como ya se ha visto, cc-Pulse™ permite definir si la red de tareas se planifica a partir de la fecha de inicio del proyecto o a partir de la fecha de finalización, a través de las opciones del Centro de Control. Además, dentro del modo de Planificación, cuando se ejecuta un nivelado de recursos o se aplican los márgenes, la red se reposiciona según la configuración definida dentro de las opciones del Centro de Control. Con el fin de que funcione correctamente, hace falta que todo el trabajo ya completado sea eliminado de la red.

Se puede utilizar la función de reset de red para dividir las tareas parcialmente acabadas en dos partes (una completada y una pendiente), de manera que se crea una nueva tarea correspondiente a la porción pendiente de ejecución y tiene el mismo nombre de la tarea originaria acabado con “-replanned”. Una ventana nos permite asignar máxima prioridad a estas nuevas tareas, con el fin de garantizar que se completen, ya que están iniciadas.



División de tareas parcialmente completadas.

Verificación de tarea

Cuando un margen está amenazado hasta el punto que puede requerir de la intervención del gestor de proyectos, es vital conocer cuál es la tarea que está amenazando al margen en cuestión con el fin de focalizar las acciones correctivas. Dentro del informe de márgenes, hay una columna “Check Task” donde se indica, para cada margen, qué tarea pone en peligro el consumo del margen.

Métrica de Priorización de Tareas

Para evitar la multitarea en un entorno multiproyecto, es necesario definir la mejor secuencia de tareas para cada tipo de recurso y para el conjunto de proyectos. Para conseguirlo hace falta una buena planificación de cada uno de los proyectos y una buena programación entre proyectos.

Para garantizar que en cada momento, cada recurso tenga claro en qué tarea de qué proyecto ha de trabajar, cc-Pulse™ utiliza la métrica de priorización de tareas (TPM o Task Priorization Metric). Para dos proyectos dados, el proyecto que tenga el margen de proyecto más amenazado será el proyecto más urgente; cualquier tarea que ponga en peligro el margen de proyecto del proyecto más urgente se habrá de completar antes.

Reglas Básicas:

Las tareas que amenazan los márgenes de proyecto, márgenes de tambor, márgenes de cuellos de botella o márgenes de acontecimientos, tienen asignada una prioridad 10 veces superior (valor modificable) a la de las tareas que amenazan márgenes de alimentación.

Si dos tareas amenazan al mismo tipo de margen, la que pone en peligro el margen que tiene menos ratio de protección es más prioritaria.

Fórmula:

Métrica de priorización de tarea = $10 * \text{Ratio de Protección del Margen} / \text{Peso del Margen}$.

El peso del margen puede configurarse a nivel global dentro de la ventana de opciones, o bien a nivel de proyecto dentro del Centro de Control, y puede tomar valores enteros del 1 al 10.

Uso:

En los informes de “Próximas Tareas por Proyecto” i “Próximas Tareas por Recurso”, las tareas se presentan ordenadas primero por orden ascendente de la fecha prevista de inicio, después por orden ascendente de la métrica de priorización de cada tarea y, por último, por el identificador de tarea.

Evaluación del estado de los márgenes

La Guía de Margen mide las unidades de tiempo que hay que añadir al margen para conseguir el mismo nivel de protección que tenía al inicio del proyecto: una guía de margen de -2 días, equivale a decir que tendríamos que añadir 2 días al margen para garantizar el nivel de protección inicial, mientras que un margen de + 2 días, equivale a decir que podemos perder 2 días sin incrementar significativamente el riesgo de acabar cuando estaba previsto.

Proceso de Control Estadístico: Causa de Variación Especial

Cuando se genera un informe Looking Glass, bajo la gráfica de histórico de proyecto único, se incluye una gráfica de control estadístico (SPC) que permite filtrar el ruido introducido por las causas de variación común. Los datos de la gráfica se evalúan usando 4 reglas para definir la falta de control, estas reglas se conocen como “Western Electric Zone Tests”. Cuando se vulnera alguna de estas reglas, se muestra un mensaje en la parte superior derecha de la gráfica, indicando que se ha detectado una causa de variación especial.

Las reglas son las siguientes:

Regla 1: un punto fuera de los límites de control 3sigma

Regla 2: dos puntos de tres sucesivos en el mismo lado de la línea central, alejados de esta más de 2sigma

Regla 3: cuatro puntos de cinco sucesivos en el mismo lado de la línea central, alejados de esta más de 1sigma

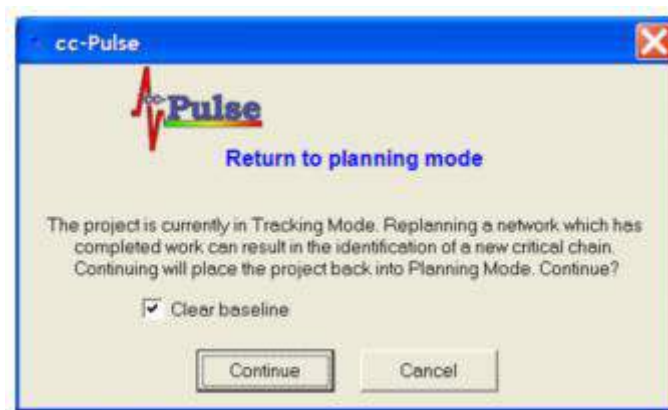
Regla 4: ocho puntos consecutivos al mismo lado de la línea central.

A cada fecha del informe, la duración prevista del proyecto se muestra con círculos tanto en la gráfica de histórico com en la gráfica SPC.

Replanificación

Cuando en un proyecto en ejecución se producen pequeñas modificaciones como añadir o eliminar alguna tarea, estos cambios pueden hacerse dentro del modo de seguimiento. Cuando se producen cambios importantes puede ser necesario volver al modo de planificación, por ejemplo si la fecha de finalización se modifica ya sea por la aparición de nuevos requerimientos del proyecto, o por renegociación de términos por baja probabilidad de cumplimiento.

Cuando se pasa del modo de seguimiento al modo de planificación, se nos presenta una ventana donde se puede seleccionar si se quiere borrar la línea base anterior y donde se avisa que la cadena crítica puede variar.



Ventana de retorno al modo de planificación.

Desde el modo de planificación, hace falta resetear la red para eliminar los márgenes, deshacer el nivelado de recursos i limpiar la cadena crítica. Una vez reseteada la red, hay que eliminar las tareas finalizadas con el fin de poder utilizar correctamente la función de reposicionamiento.

Relaciones entre tareas de diferentes proyectos.

Microsoft® Project permite crear relaciones entre tareas de diferentes proyectos. Cuando se está trabajando con cc-Pulse™, hay que tener presente que estas relaciones se han de crear entre dos proyectos en modo de seguimiento, ya que no permite cambios de modo de funcionamiento cuando hay relaciones externas.

Es conveniente seguir los siguientes procedimientos para crear relaciones entre tareas de diferentes proyectos planificados con cc-Pulse™.

Para proyectos planificados a partir de la fecha de fin:

1. Se planifica el proyecto sucesor y se anota la fecha en la que este proyecto necesita la entrada del proyecto antecesor.
2. Se pone el proyecto sucesor en modo de seguimiento.
3. Se planifica el proyecto predecesor. Se añade una tarea de tipo hito como predecesora de un margen de proyecto, de acontecimiento o de alimentación. De esta manera, el margen será también margen de protección de la relación externa entre proyectos.
4. Se sitúa el proyecto predecesor con el fin de que el margen de relación externa finalice cuando la entrada es requerida por el proyecto sucesor o antes, modificando la fecha de fin en la sección "Position Network From" del centro de control.
5. Se pone el proyecto predecesor en modo de seguimiento.
6. Se selecciona la tarea del proyecto sucesor que requiere de la entrada del predecesor.

- Se añaden como tareas predecesoras suyas, el hito del proyecto predecesor y el margen de protección.

Para proyectos planificados a partir de la fecha de inicio:

- Se planifica el proyecto predecesor y se añade una tarea de tipo hito como predecesora de un margen de proyecto, de acontecimiento o de alimentación. De esta manera, el margen será también margen de protección de la relación externa entre proyectos.
- Se pone el proyecto predecesor en modo de seguimiento y se anota la fecha en la que finaliza el margen de protección, que es la fecha protegida en que la salida estará disponible para el proyecto sucesor.
- Se planifica el proyecto sucesor.
- Se sitúa el proyecto sucesor con el fin de que la tarea que requiere la salida de la tarea del proyecto antecesor comience cuando finaliza el margen de protección de la relación externa o más tarde, modificando la fecha de fin en la sección “Position Network From” del centro de control.
- Se pone el proyecto sucesor en modo de seguimiento.
- Se selecciona la tarea del proyecto sucesor que requiere la entrada del predecesor.
- Se añaden como tareas predecesoras suyas, el hito del proyecto predecesor y el margen de protección.

En el diagrama de Gantt de ambos proyectos se ve reflejada la relación externa con tareas de color gris claro. En el proyecto predecesor, aparece la tarea sucesora del proyecto sucesor. En el proyecto sucesor, se muestra el hito como un rombo representando la fecha prevista de disponibilidad de la salida del proyecto predecesor, y el margen de relación externa (equivalente al margen de protección sucesor en el proyecto antecesor). La finalización del margen marca la fecha más fiable de disponibilidad de la salida del proyecto predecesor.

En la siguiente figura se puede ver que la tarea “Mech Assy & Test” del proyecto Mech Design es predecesora de la tarea “System Integration & Test” del proyecto PD Type I.

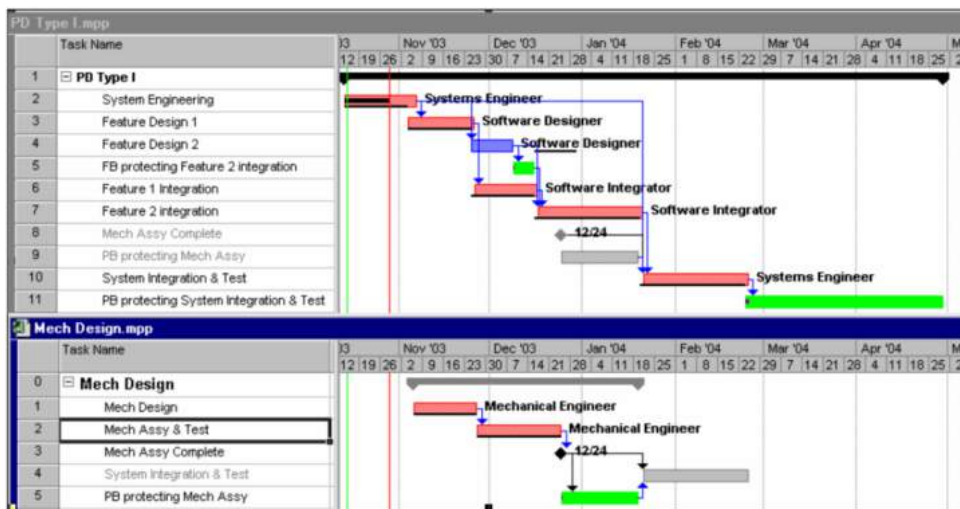


Diagrama de Gantt de dos proyectos relacionados.

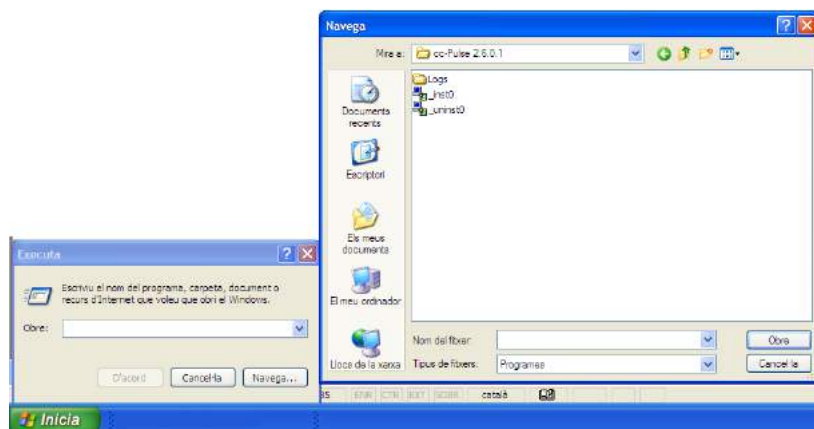
1.4 - INSTALACIÓN, REGISTRO Y OTRAS FUNCIONALIDADES RELACIONADAS.

Instalación

Para instalar cc-Pulse™ hay que ejecutar el programa de instalación Setup.exe, mediante una de las siguientes opciones:

Si se dispone de un CD de instalación, el programa de instalación se lanza automáticamente al insertarlo en el lector de CDs.

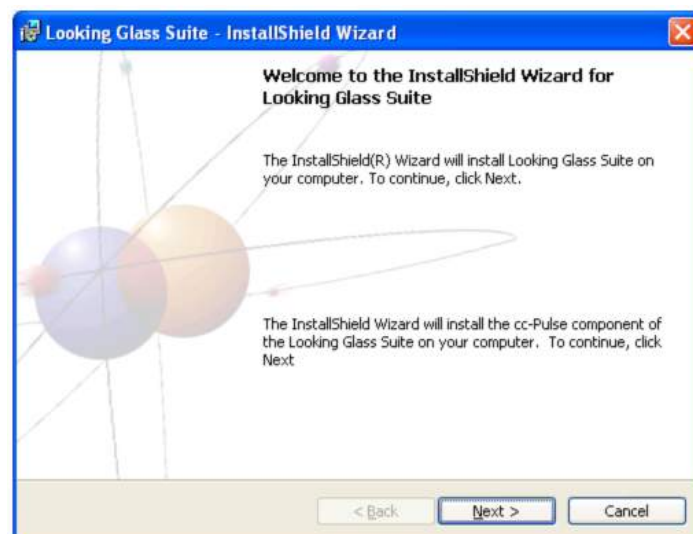
Puede lanzarse la ejecución del programa de instalación manualmente desde la herramienta “Ejecuta...” del menú Inicio de Windows, seleccionando el programa Setup.exe a través del botón “Navega...”, tanto si disponemos del CD-Rom del programa como si tenemos el instalable grabado en el ordenador:



Lanzamiento del proceso de instalación de cc-Pulse™.

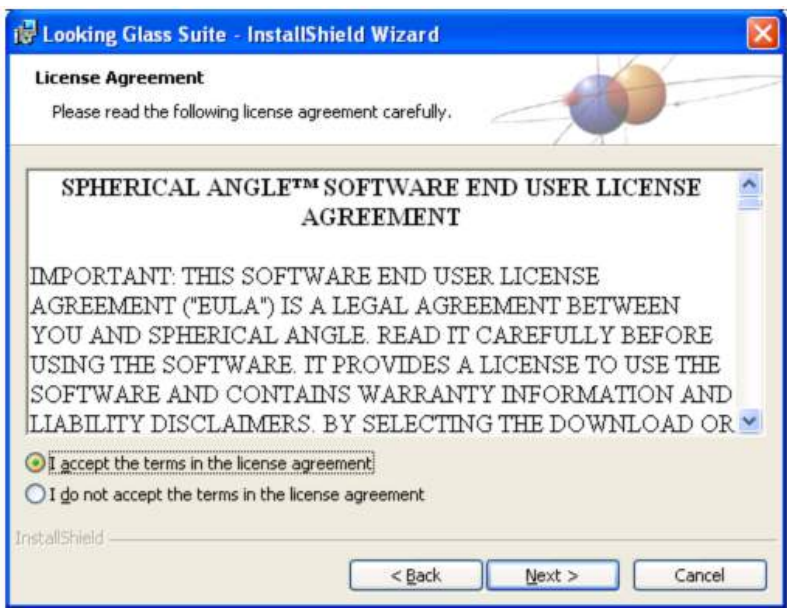
La última opción es ejecutar el programa de instalación haciendo doble clic sobre él, tanto si disponemos del CD-Rom del programa como si tenemos el programa grabado en el ordenador.

Cualquiera de las opciones comentadas conducen al mismo proceso de instalación, que se inicia con la siguiente ventana del Wizard de ayuda para la instalación:



Ventana del Wizard de instalación del cc-Pulse™.

Haciendo clic en “Next >”, se accede a la ventana de aceptación de la licencia del programa:



Ventana de aceptación de la licencia.

Haciendo clic en el botón “Next >”, se accede a la ventana de introducción de los datos de usuario:



Ventana de introducción de datos de usuario.

Haciendo clic en el botón “Next >”, se accede a la ventana de selección de la carpeta destino:



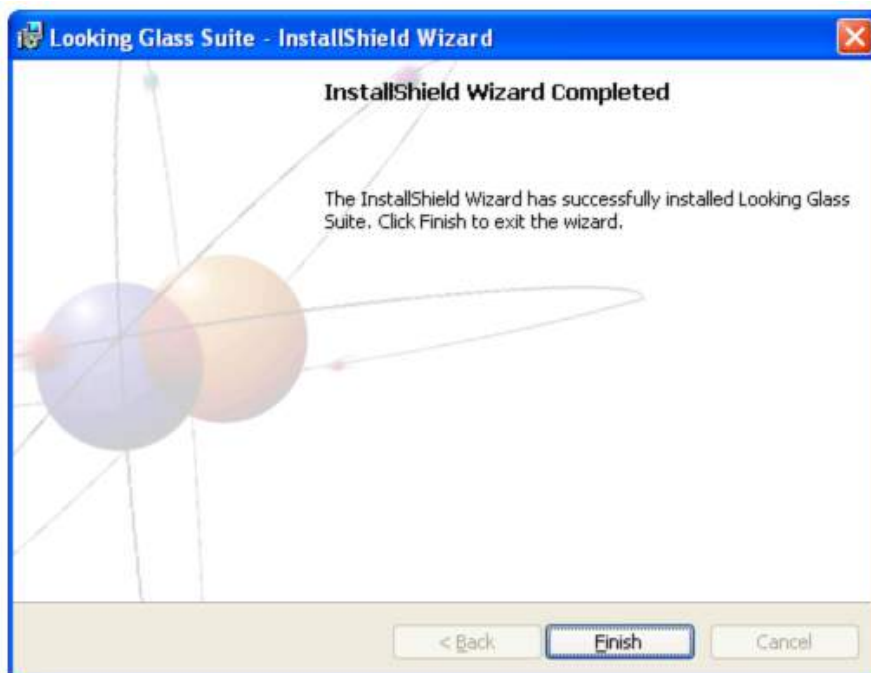
Ventana de selección de carpeta destino.

Haciendo clic en el botón “Next >”, se inicia el proceso de instalación propiamente dicho. La siguiente ventana nos muestra la barra de progreso de la instalación:



Ventana con barra de progreso de la instalación.

La siguiente ventana indica la finalización de la instalación:



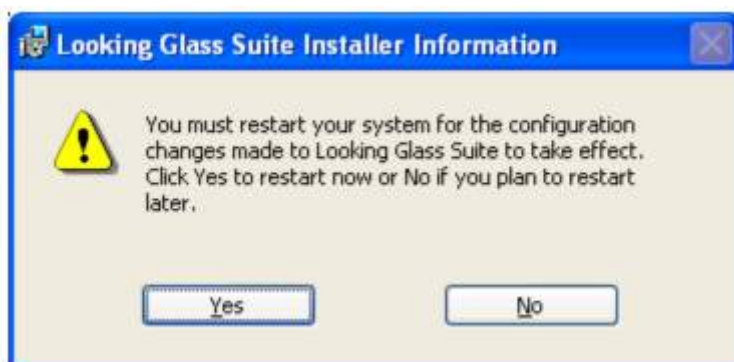
Ventana de fin de instalación.

A continuación, haciendo clic sobre el botón “Finish”, se lanza la instalación de las barras de herramientas:



Ventana de instalación de barras de herramientas.

Al finalizar la instalación, se ofrece la posibilidad de abrir el fichero README.TXT asociado y posteriormente se solicita reiniciar el equipo para que la configuración de cc-Pulse™ concluya correctamente.



Solicitud de reinicio.

La función “About cc-Pulse” del menú desplegable, abre una ventana de información sobre la versión del cc-Pulse™ instalada.

Cabe destacar que durante la instalación de cc-Pulse™ se modifican algunas opciones de configuración de Microsoft® Project. Por un lado, la opción de planificación de división de tareas en curso (“Split In-Progress Tasks”) puede deshabilitarse durante la instalación, por otro lado, se modifican las siguientes opciones de nivelado de recursos:

- “Automatic Calculation” se deshabilita durante la instalación.
- “Leveling can create splits in remaining work” se deshabilita cada vez que se ejecuta cc-Pulse™.
- Se recomienda deshabilitar manualmente la opción de “Leveling can adjust individual assignments on a task”.

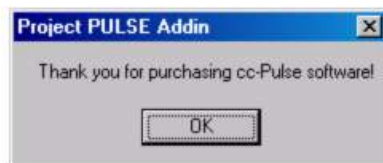
Registro.

Desde el menú cc-Pulse, función “Registration...”, se accede a la ventana de registro que permite al usuario realizar el registro de la licencia de la aplicación, indicando el nombre de usuario, el nombre de la empresa y la clave de licencia:



Ventana de Registro de Licencia.

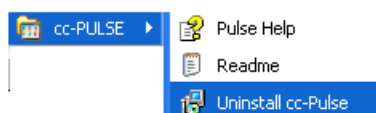
Haciendo clic sobre el botón “Activate”, se comprueba la clave de licencia y, si es correcta, se finaliza el proceso de registro y el programa queda activado y disponible para ser empleado. El siguiente mensaje confirma la finalización correcta del proceso de registro:



Mensaje de Fin Correcto del Registro.

Desinstalación.

Para desinstalar cc-Pulse hay que, con el Microsoft® Project cerrado, ejecutar el programa de desinstalación Uninstall cc-Pulse.exe, bien con la función “Ejecuta...” del menú Inicio, bien haciendo doble clic sobre el ejecutable.



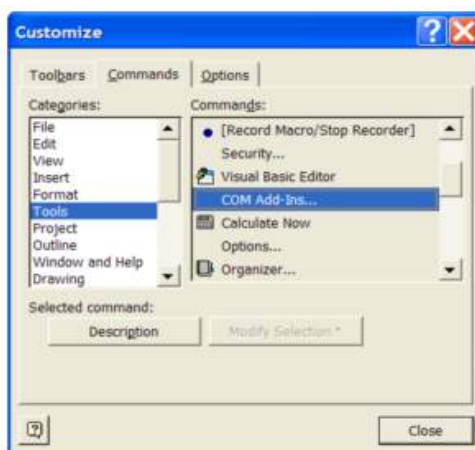
Ejecutable de Desinstalación.

Un mensaje solicita confirmar que se quiere desinstalar el programa y, se procede a la desinstalación del programa.

Deshabilitar cc-Pulse sin desinstalarlo.

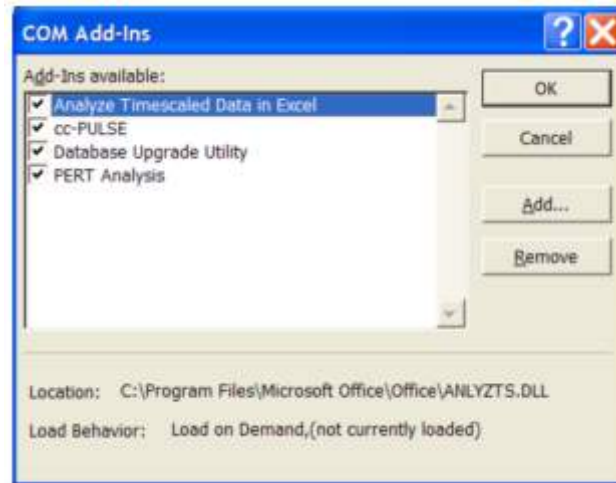
Una opción que ofrece Microsoft® Project es la gestión de los módulos de programas que corren sobre él. Una de las funciones que ofrece esta gestión es la de deshabilitar módulos sin desinstalarlos.

Para deshabilitar cc-Pulse™ de manera temporal, hay que acceder a la funcionalidad COM Add-in. Como no está incluida en la barra de herramientas por defecto, el primer paso a seguir es personalizar la barra de herramientas para incluir el botón correspondiente:



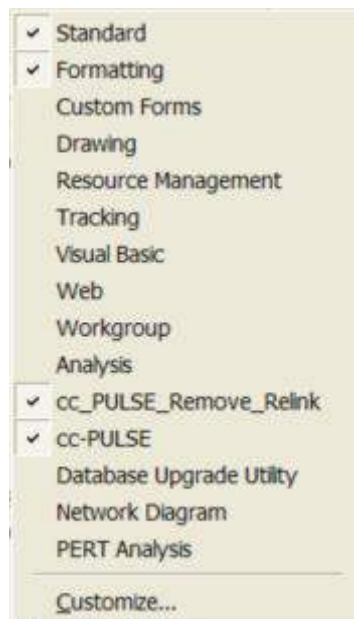
Personalización Barra Herramientas – COM Add-Ins...

A partir de la función “Add-Ins...”, se abre la ventana de gestión de módulos que permite habilitar o deshabilitar los módulos instalados como cc-Pulse™, seleccionándolo o deseleccionándolo del listado.



Función COM Add-Ins...

A pesar de deshabilitar cc-Pulse™, su barra de herramientas no se oculta automáticamente. Para ocultarla hay que hacer clic con el botón derecho del ratón sobre la barra de herramientas y desmarcar la opción cc-Pulse™:



Ocultar las barras de herramientas de cc-Pulse™.

Versiones.

En la página web de Spherical Angle (<http://www.sphericalangle.com>) se ofrecen las diferentes versiones de su programa:

cc-Pulse™ -> para entorno de proyecto único

cc-MPulse™ -> para entorno multiproyecto

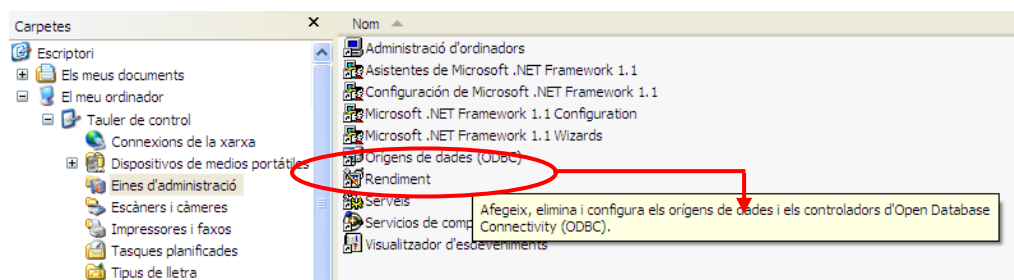
Además de poder adquirir las versiones completas de estos programas, se ofrece la posibilidad de descargar una versión de prueba de cc-Pulse™, habilitada para 30 días. Se ofrece también una versión de 180 días para formación, que puede ser solicitada desde centros educativos.

Configuración Fecha Looking Glass.

Como se ha comentado anteriormente, previamente a la creación de datos para el posterior procesado y generación de los informes Looking Glass, hay que configurar su base de datos, es decir, dónde se almacenarán los datos de cada captura y a partir de las cuales se generarán los informes. Las bases de datos admitidas son Microsoft® Access, Microsoft® Excel, Microsoft® SQL y Oracle. A continuación se detalla el proceso de configuración de cada una de estas opciones.

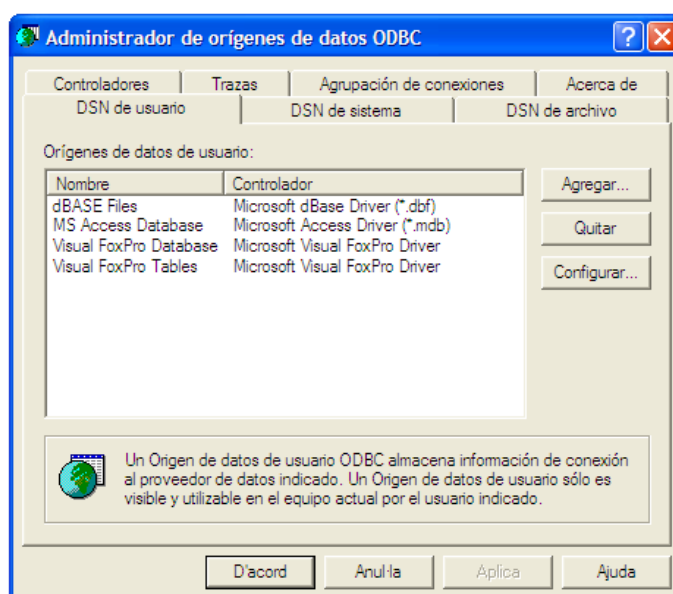
Configuración Microsoft® Access.

Desde Inicio/Panel de Control/Herramientas Administrativas, se accede a la ventana de administración de Orígenes de datos (ODBC).



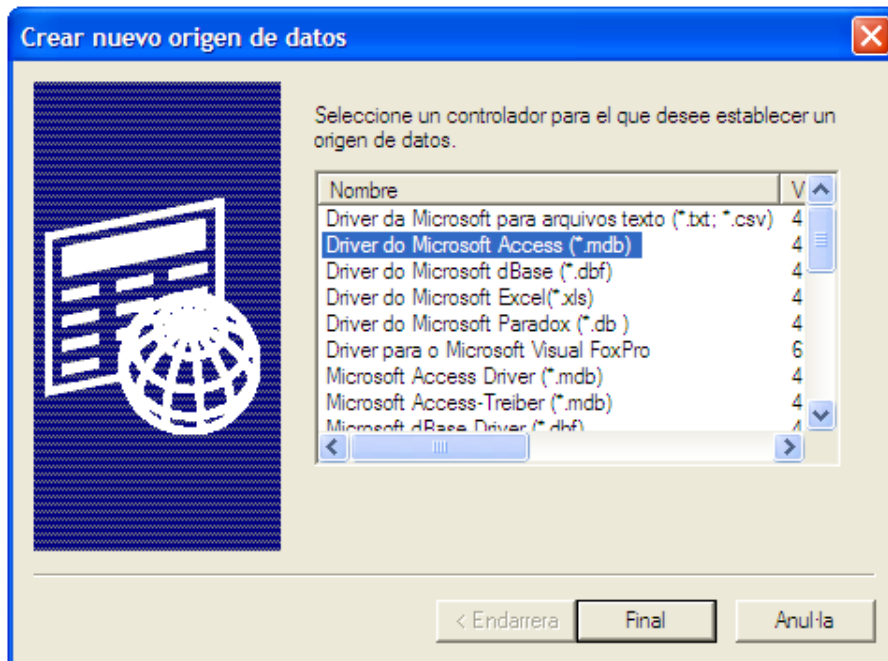
Acceso a la herramienta de administración de ODBCs.

En la pestaña “DSN de usuario”, se encuentran los botones que permiten añadir, quitar y configurar orígenes de datos. En nuestro caso, hemos de clicar en el botón “Agregar...” para añadir el origen de datos de Looking Glass.



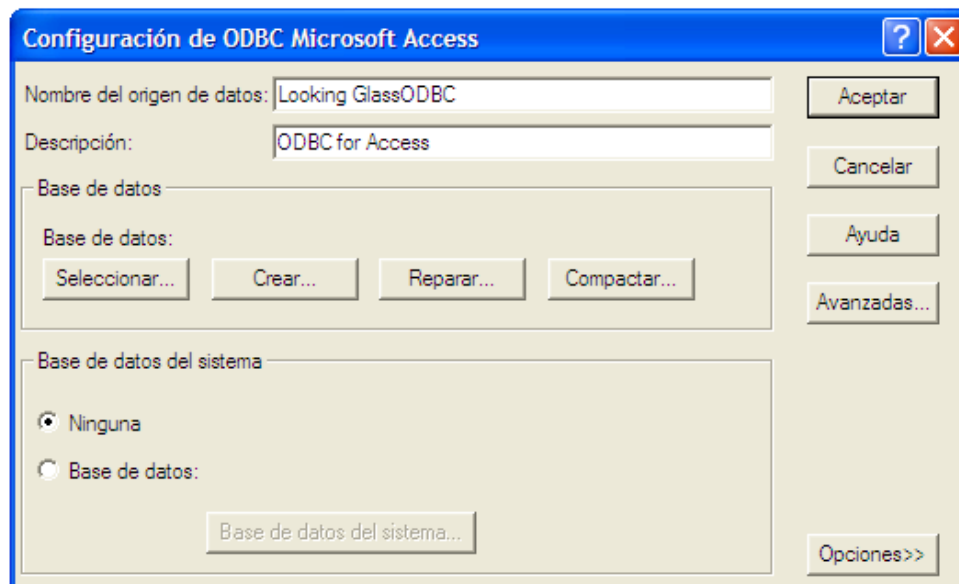
Ventana de administración de ODBCs.

Habrá que seleccionar el tipo de origen de datos que queremos crear, en este caso, el controlador de Microsoft® Access y clicar en el bot  “Final”.



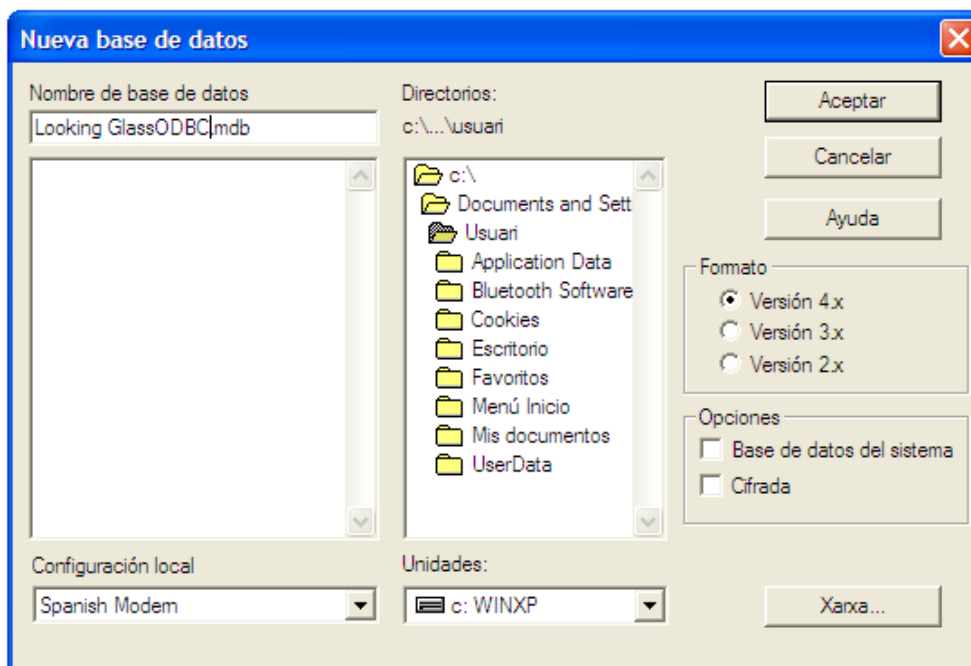
Ventana de creación de ODBC.

De esta manera se accede a la ventana de configuración de órdenes de datos Microsoft® Access, donde hay que introducir el Nombre, la Descripción y clicar en el botón “Crear...” para crear una nueva base de datos, o bien clicar sobre el botón “Seleccionar...” para asociar el origen de datos de Looking Glass con una base de datos existente.



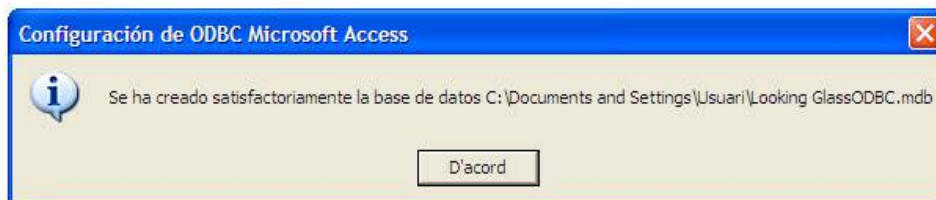
Ventana de configuración de ODBC de Microsoft® Access.

Para crear una base de datos nueva, hemos de darle nombre y seleccionar su ubicación en la ventana de creación de nueva base de datos y, posteriormente, clicar en el botón “Aceptar”.



Ventana de creación de nueva base de datos Microsoft® Access.

Si se completa con éxito la creación del origen de datos, se muestra el siguiente mensaje:



Fin creación origen de datos Microsoft® Access.

Configuración de Microsoft® Excel.

Para crear un origen de datos de Microsoft® Excel, hay que seguir el mismo proceso que para el caso de Microsoft® Access, pero con diferentes parámetros de configuración.

Desde Inicio/Panel de Control/Herramientas Administrativas, se accede a la ventana de administración de Orígenes de datos (ODBC).

En la pestaña “DSN de usuario”, se encuentran los botones que permiten añadir, quitar y configurar orígenes de datos. En nuestro caso, hemos de clicar en el botón “Agregar...” para añadir el origen de datos de Looking Glass.

Habrà que seleccionar el tipo de origen de datos que queremos crear, en este caso, el controlador de Microsoft® Excel y clicar en el botón “Final”.

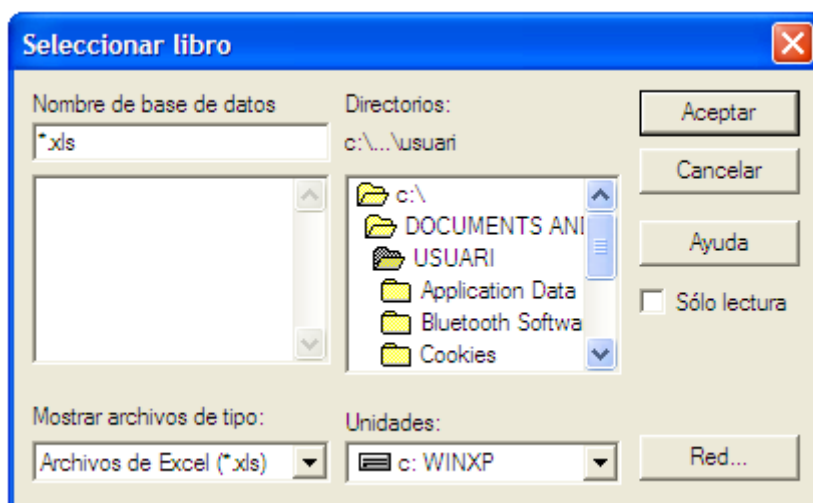
De esta manera se accede a la ventana de configuración de orígenes de datos de Microsoft® Excel, dónde hay que introducir el Nombre, la Descripción, la versión y clicar en el botón

“Seleccionar libro...” para buscar el fichero, ya existente, que se asociará como origen de datos de Looking Glass.



Ventana de configuración de ODBCs de Microsoft® Excel.

Desde la ventana de selección de libro Excel, hemos de seleccionar su ubicación, comprobar que no está marcada la opción de sólo lectura y, para concluir, clicar en el botón “Aceptar”.



Ventana de selección de base de datos Microsoft® Excel.

Configuración Origen de Datos de Microsoft® SQL.

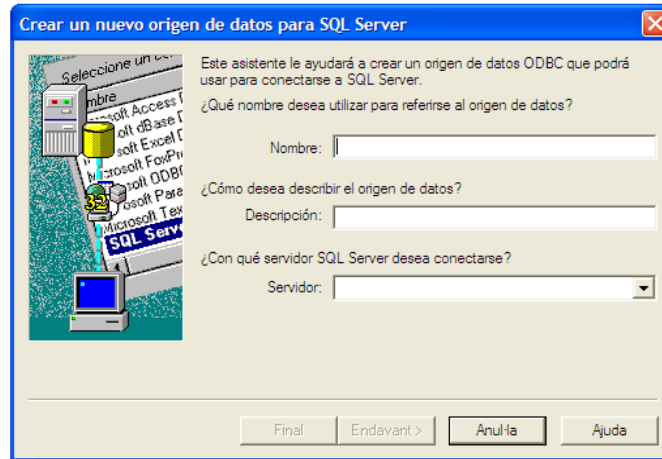
Para crear un origen de datos Microsoft® SQL, hay que seguir el mismo proceso que para los casos anteriores, pero con diferentes parámetros de configuración.

Desde Inicio/Panel de Control/Herramientas Administrativas, se accede a la ventana de administración de Orígenes de datos (ODBC).

En la pestaña “DSN de usuario”, se encuentran los botones que permiten añadir, quitar y configurar orígenes de datos. En nuestro caso, hemos de clicar en el botón “Agregar...” para añadir el origen de datos de Looking Glass.

Habrá que seleccionar el tipo de origen de datos que queremos crear, en este caso, el controlador de Microsoft® SQL y clicar en el botón “Final”.

DE esta manera se accede a la ventana de configuración de orígenes de datos Microsoft® SQL, donde hay que introducir el Nombre, la Descripción y seleccionar el servidor SQL asociado, clicar en el botón “Siguiente>” y seguir las indicaciones del asistente de configuración.



Ventana de creación de ODBC SQL.

Configuración de Oracle.

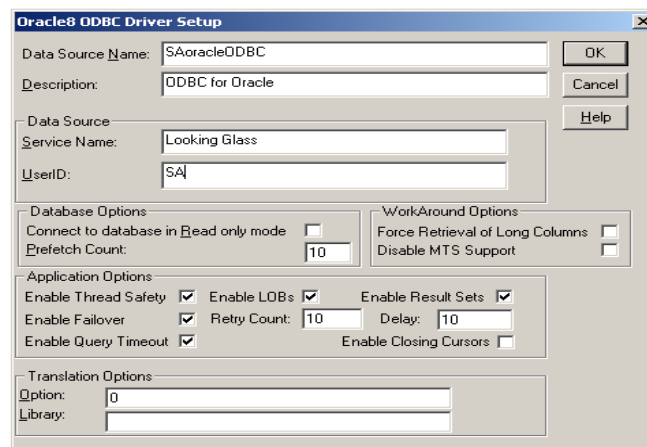
Para crear un origen de datos de Oracle, hay que seguir el mismo proceso que para los casos anteriores, pero con diferentes parámetros de configuración.

Desde Inicio/Panel de Control/Herramientas Administrativas, se accede a la ventana de administración de Orígenes de datos (ODBC).

En la pestaña “DSN de usuario”, se encuentran los botones que permiten añadir, quitar y configurar orígenes de datos. En nuestro caso, hemos de clicar en el botón “Agregar...” para de añadir el origen de datos de Looking Glass.

Habrá que seleccionar el tipo de origen de datos que queremos crear, en este caso, el controlador Oracle ODBC y clicar el botón “Final”.

De esta manera se accede a la ventana de configuración de orígenes de datos Oracle, donde hay que introducir el Nombre, la Descripción, el Nombre del Servidor, el usuario y clicar el botón “OK”.



Ventana de creación de ODBC Oracle.