

Técnicas modernas en la Gestión de Ingeniería

Ingeniería Concurrente o Simultánea

Datalde-SPRI

1.- INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Concurrente es un procedimiento de trabajo por el cual la función de Ingeniería de una Organización industrial (que reside en I+D, Ingeniería de Producto, Ingeniería de Calidad, Ingeniería de Fabricación, Ingeniería de Mantenimiento e Ingeniería post-venta) es considerada de forma integral para concebir el desarrollo de nuevos productos o su mejora por Análisis de Valor. Las técnicas que emplea son principios elementales:

- Solapar a tiempo las decisiones que pueden afectar a varios departamentos.
- Trabajar en equipo y eliminar barreras entre departamentos.
- Liderazgo de proyecto.
- Rigor, fiabilidad y detalle en la información manejada en el diseño.
- Cierta metodología (lo menos burocrática posible).

El concepto de Ingeniería Concurrente no es muy nuevo aunque el término sea de cuño reciente. La necesidad de trabajar concurrentemente en la función

de valor, ha ido apareciendo en la medida en que el mercado se ha ido haciendo más competitivo:

1.- La competencia está en todas partes y cada vez es más fuerte.

2.- La vida del producto se ha reducido drásticamente y sigue la misma tendencia (Gráfico 1.1).

3.- El mercado no perdona los fallos. Es difícil ganar un cliente, fácil perderlo e irrecuperable si se le defrauda

4.- Por lo tanto, hay que llegar al mercado rápidamente (casi siempre empujados por la competencia) y sin el menor fallo.

5.- La variabilidad del producto en un momento dado y la rapidez de su evolución hacen que la estrategia de fabricación cobre gran importancia, y que su consecución empiece por el desarrollo del producto.

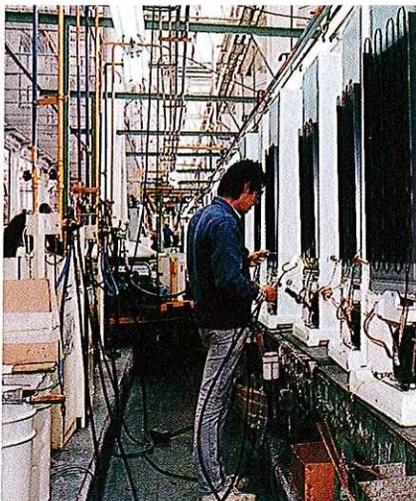
6.- La Dirección no confía en una I+D costosa que tarda o no acaba de encajar sus actividades en la estrategia, expectativas y dinero disponible.

7.- La situación actual exige a la empresa una gran capacidad de maniobra.

Una organización industrial tiene que aumentar su capacidad de maniobra y esto pasa por aumentar el Valor Añadido Tecnológico (VAT) y el Valor Añadido Económico relativo (es decir, el cociente entre valor aña-



de Ingeniería y la consecuencia de concebir a ésta como una función amplia para enfocar el desarrollo del producto y el análisis



La consideración desde el diseño posterior de su fabricación es la clave para obtener un producto competitivo

Gráfico 1.1

El ciclo de vida del producto y del proceso de fabricación asociado

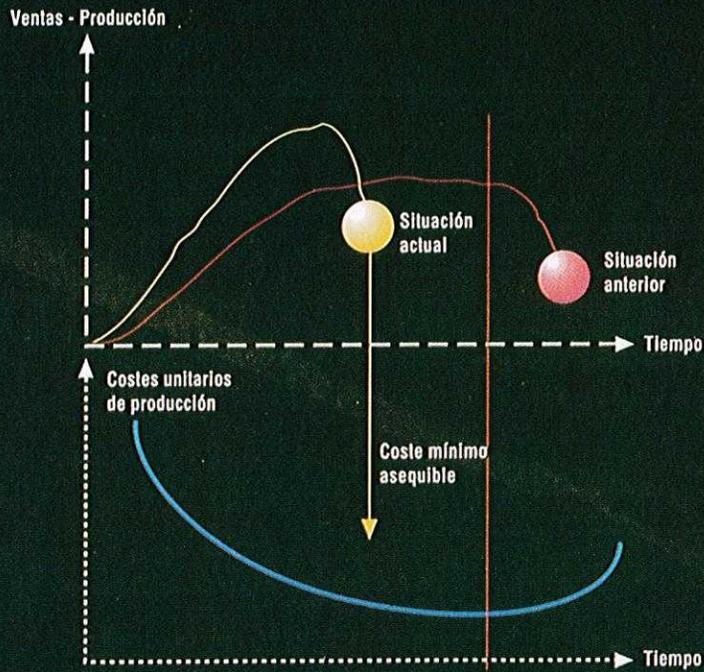


FIG. 1.2

El equilibrio, polivalencia, flexibilidad y velocidad - alta automatización

LOS POLOS TECNOLOGICOS DE LA CURVA DE VIDA DEL PRODUCTO

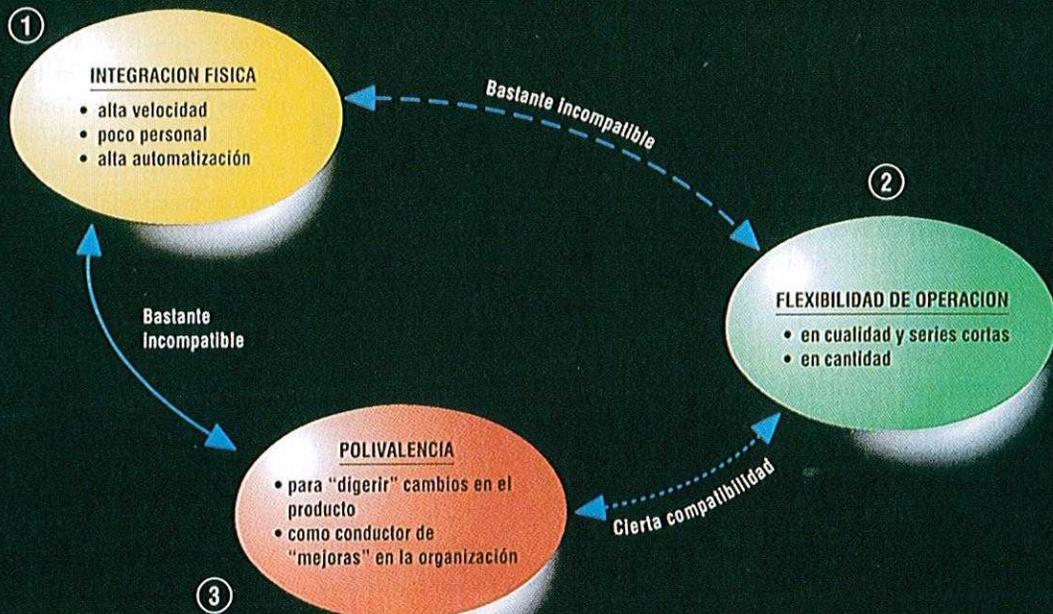
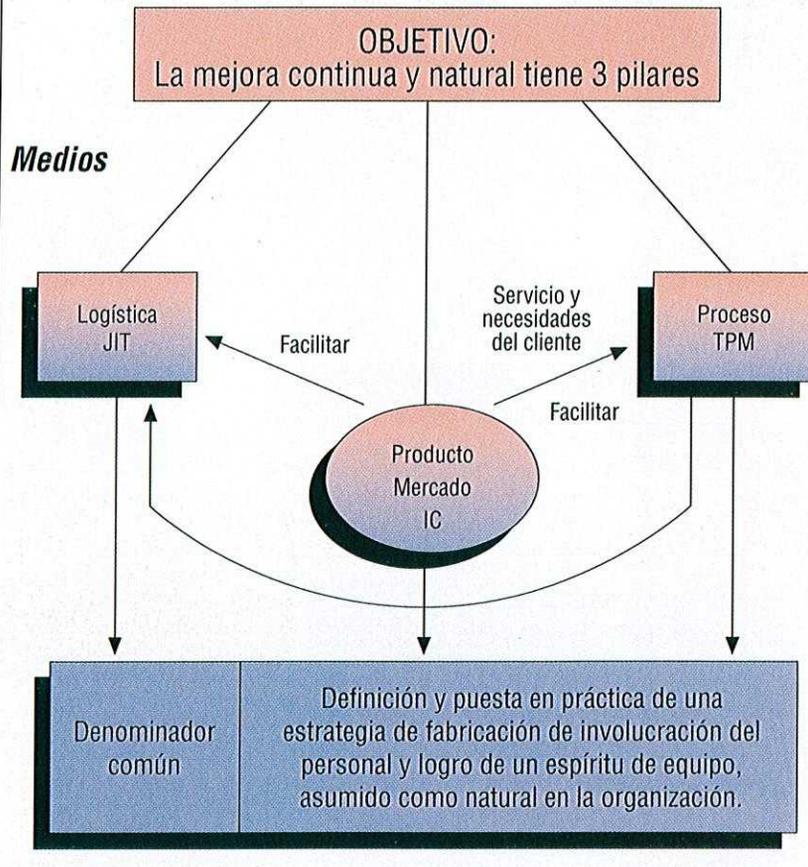


Gráfico 2.1

Técnicas de mejora continua. La Ingeniería Concurrente y su contribución con otras técnicas de gestión a la mejora continua

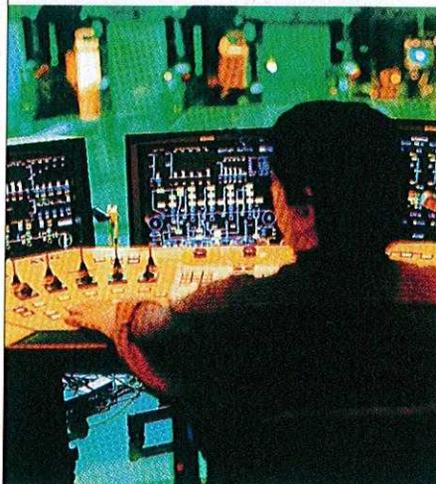


dido y gastos de personal más amortizaciones). El VAT tiene una característica más dinámica que el Valor Añadido Económico y se manifiesta en la capacidad de la organización para crear una barrera competitiva temporal bien por las características del producto, o bien en la forma en que éste se produce. El VAT es, por lo tanto, un condicionante de posición competitiva.

Sin embargo, el tiempo nos ha demostrado que el VAT en el producto (por sus características innovadoras intrínsecas) concede una ventaja efímera en el tiempo, puesto que se copia todo con bastante rapidez.

Y también ha demostrado que aquel ya lejano y despreciado "yo también" japonés de la permanente imitación, ha sido capaz de poner fuera de juego a buena parte de la industria occidental. Su estrategia estu-

vo y está clara: producir y servir al cliente de forma idealizada, limpia y estética. Es el VAT en cómo producir.



Hay que pensar particularmente bien en diseñar el producto para un montaje y mantenimiento sencillos

El VAT en el producto es, a la idea y concepción, lo que el VAT en cómo producirlo es a la puesta en práctica. Pensamos que conseguir el VAT en el producto puede crear de por sí una ventaja competitiva sostenida y esto es cierto, pero no es menos cierto que cada vez es más difícil para la mayor parte de las empresas (incluso para las más competitivas) obtener innovaciones significativas en el producto.

Lamentablemente, en muchos casos, la mentalidad excesivamente orientada a obtener VAT en el producto hace que se considere a la fábrica como un subcontratista que debe ejecutar los conceptos e ideas, que no acaban, además, de estar muy bien definidos porque el tiempo de Ingeniería es "precioso" y debe emplearse en generar más y brillantes asuntos.

Así, la Industria confía en sus capacidades tecnológicas funcionales y descuida la fabricación. Mejor dicho, intenta arreglar los problemas productivos por separado, como si la fábrica fuera un mundo aparte y en casi todos los casos ésta es la realidad. El período de maduración o "lead-time" (cuya disminución sistemática es quizá el mejor índice que un VAT en cómo producir es alto) es grande e imprevisible, tanto en Ingeniería como en Fabricación, donde su tamaño llega con efectos amplificados. El efecto de un "lead-time" grande y errático es, en algunos sectores, como el de fabricación de bienes de equipo, fatal: afecta a los plazos de entrega, a las necesidades financieras y a gastos enormes de financiación, y arrastra costes de todo tipo y conflictos por cada minuto de permanencia en fábrica del producto.

En un fabricante de bienes de equipo el "lead-time" es como un "chicle" extendido: si se reduce (y hay muchos puntos para lograrlo), se puede mejorar la productividad de forma muy importante. Esto significa que hay una importante capacidad de mejora, y por lo tanto de competir.

Gráfico 2.2

El solapamiento e involucración temprana

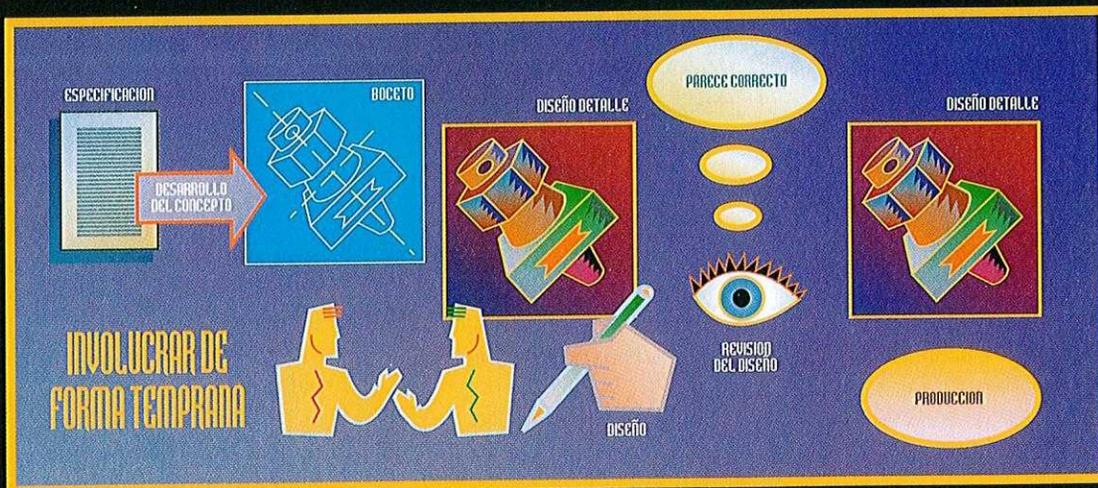
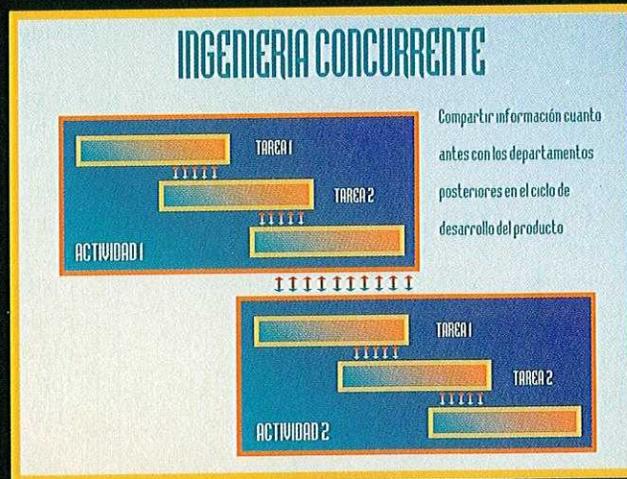
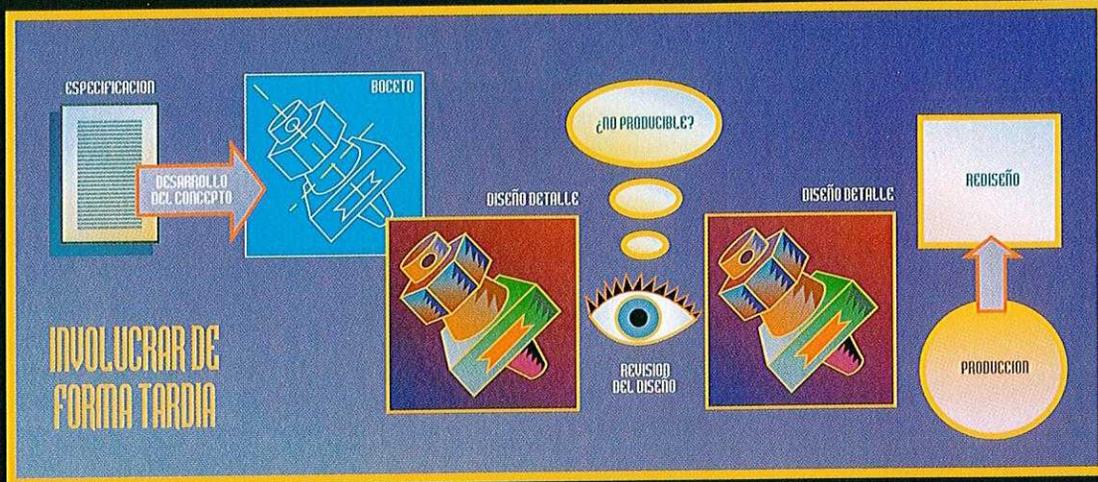
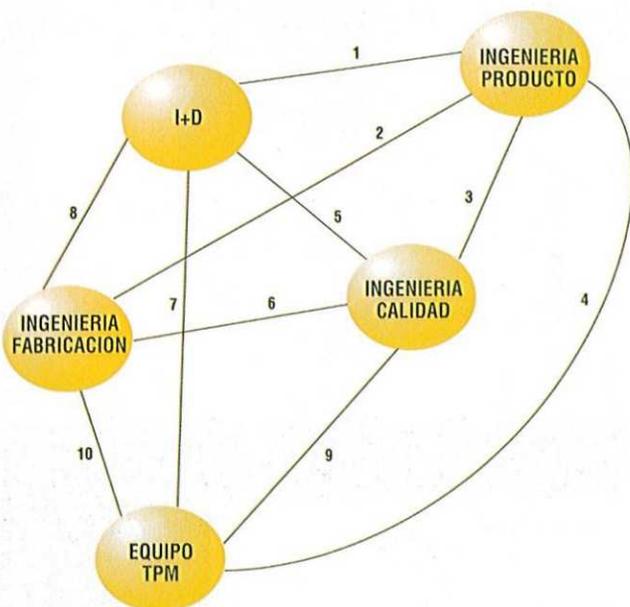


Gráfico 2.3

Interacciones en la organización

EQUIPO 1



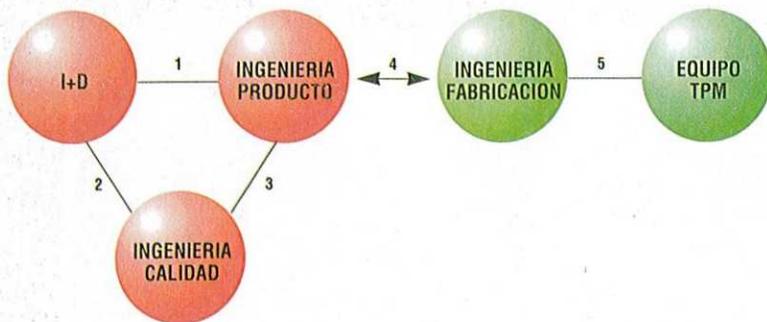
$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{5 \times 4}{2} = 10$$



10 INTERACCIONES

EQUIPO 1A

EQUIPO 1B



Los equipos 1A y 1B **actúan simultáneamente** pero con menos interacciones entre ellos

$$3 + 1 + 1 = 5 \text{ INTERACCIONES}$$

En este contexto, la Ingeniería Concurrente es la disciplina que intentará conseguir:

- Agilidad para presentar un producto robusto al mercado.
- Un producto que refleje la calidad de la organización que lo sustenta.
- Aumentar la productividad interna de la mano de obra indirecta de I+D, Ingeniería de producto, Ingeniería de fabricación, Métodos, Calidad, Mantenimiento y otros.
- Obtener una seguridad en el coste objetivo. Una vez fijado en las primeras etapas, debe conservarse, diseñando el ciclo completo con un coste-objetivo.
- Optimizar el circuito total del producto minimizando en conjunto el coste de diseño, fabricación, distribución, utilización post-venta y reciclado futuro del producto

Y como resumen, a obtener un valor añadido tecnológico (VAT) en la fabricación. Particularmente, y debido al hecho inevitable que hemos mencionado de que los ciclos de vida del producto van en disminución, hay una cierta incompatibilidad entre un sistema rápido de proceso, integrado y altamente automatizado y su capacidad para ser flexible (trabajo con series cortas y con pocas existencias) y polivalente (capaz de digerir los cambios en el producto sin grave deterioro de la eficacia productiva). La I.C. tiene un papel determinante en ayudar a construir un equilibrio apropiado.

2.- PRINCIPIOS ORGANIZATIVOS

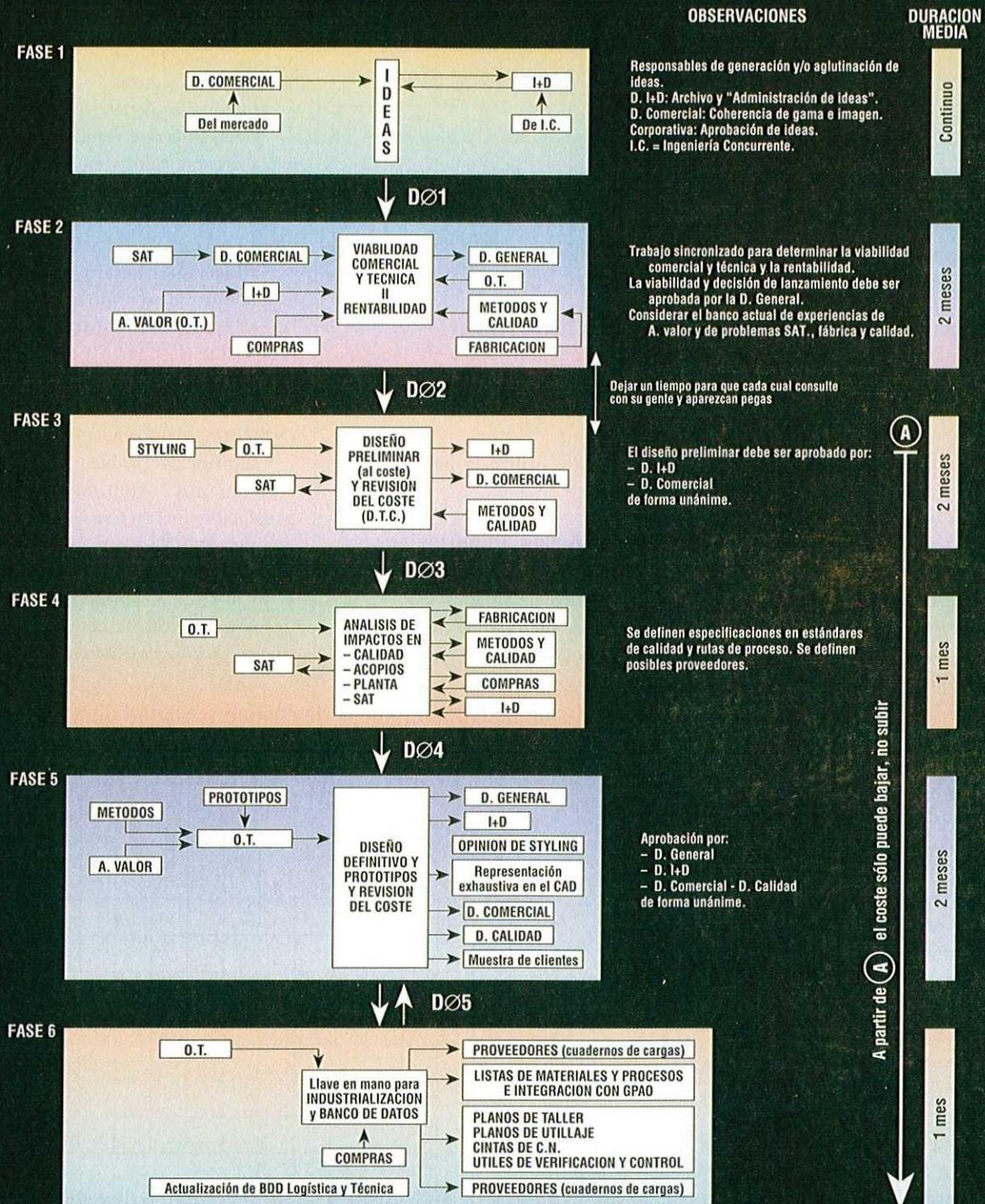
Los principios organizativos en los que se basa la I.C. son los siguientes:

- Solape de tareas y participación temprana de personas en decisiones que aparentemente no les competen (Gráfico 2.2).
- Grupos de trabajo interdisciplinares.
- Simplificar y minimizar el flujo de documentos: documentos con cambios interactivos (ofimática aplicada).

Gráfico 2.4

Ejemplos de proceso de organización de equipos de I.C. (para lanzar un nuevo producto)

PROCESO DE LANZAMIENTO DE UN NUEVO PRODUCTO



A partir de A el coste sólo puede bajar, no subir

FASE 7 Control exhaustivo de calidad (incluso en casa del cliente) de primeras series y entregas (I+D y CALIDAD)
 Entre las FASES 5 y 6 puede haber un test de prototipo que alargaría el proceso. Usar selectivamente.

Gráfico 3.1

Conversión de expresiones del cliente en datos reformulados

expresiones de clientes	datos reformulados	medios y observaciones
desea más de dos botones de mando	maniobra fácil poder manejar cosas difíciles	incrementar número de botones de mando
necesita un control neutral en el transmisor	el movimiento es estable poder hacer maniobras complicadas	añadir un control neutral al transmisor

- Organización interactiva, cuyos rasgos se definen en el Gráfico 2.1.

- Gestionar activamente la resolución de detalles de Diseño e Ingeniería.

El Gráfico 2.1 establece la posición organizativa de la I.C. y su contribución en relación con las otras dos grandes técnicas industriales; la fabricación sincronizada (J.I.T.), que es el objetivo final, y la moderna Ingeniería de proceso, que integra a un Mantenimiento Renovado (T.P.M. o Mantenimiento Productivo Total).

La I.C. es, como puede observarse, una técnica que facilita el que puedan desarrollarse el resto. Sin una forma de trabajar fundada en los principios de la I.C. resulta extremadamente complejo lograr:

- Un proceso sincronizado que tienda al J.I.T.

- Un proceso de fabricación robusto y unos equipos fiables y que duran.

- Una implantación efectiva de técnicas de mejora continua.

Así pues, la I.C. es la base para trabajar en la mejora de una organización industrial moderna.

La base fundamental para poder trabajar en I.C. es tener una "organización interactiva", es decir, que presente los siguientes síntomas:

- Se viven los datos y problemas por todo el personal.

- Hay pocos papeles.
- Resolución rápida de incidencias.

- Es sensible, se mueve y atiende rápidamente.

- Nadie utiliza la palabra "Departamento".

Rasgos de una organización interactiva

- Agrupa actividades.
- Tiene un organigrama plano.
- Tiene un equipo aquilatado en

número y comprometido en la ejecución.

- Huye de los formalismos.
- Reuniones no aburridas.
- Hay un liderazgo claro e implicado en el día a día.

- El jefe es un catalizador de tareas, educador.

- Se esfuerza en informar y en hacer que se informe.

- Cuida los detalles.

- Se esfuerza en que un mensaje tenga siempre valor y en educar a dar un determinado tipo de respuesta.

- Gestiona sistemas pero apoya y motiva personas.

- Lucha por hacer trabajar como es evidente y de sentido común.

- Usa un Banco de Datos que hace viable el esfuerzo a realizar y enfoca a la informática más como tecnología de coordinación que como tecnología de información.

El principal problema de un funcionamiento sostenido de una organización interactiva es el número de interacciones que se crean. ¿Cómo resolver esto? El Gráfico 2.3 muestra el problema y establece la técnica de participación de equipos que actúan de forma concurrente. Lo esen-

Despliegue de características de calidad y calidad demandadas

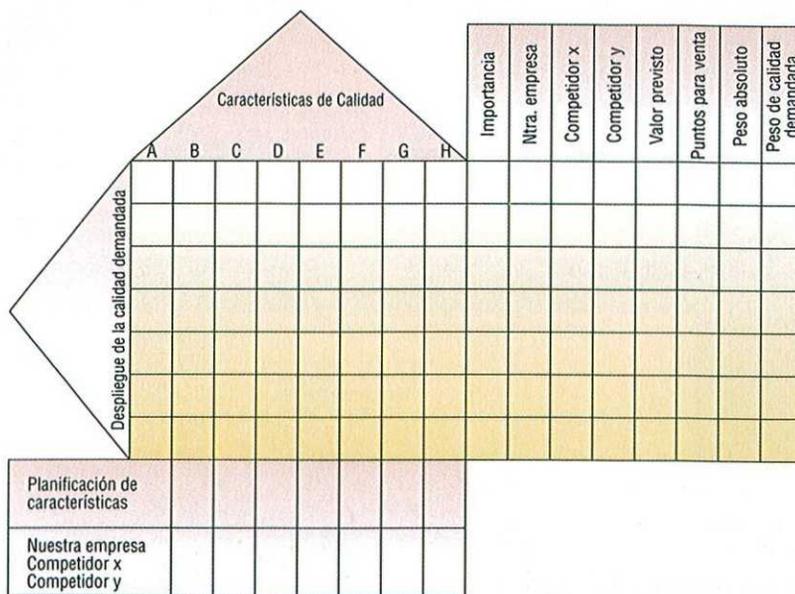
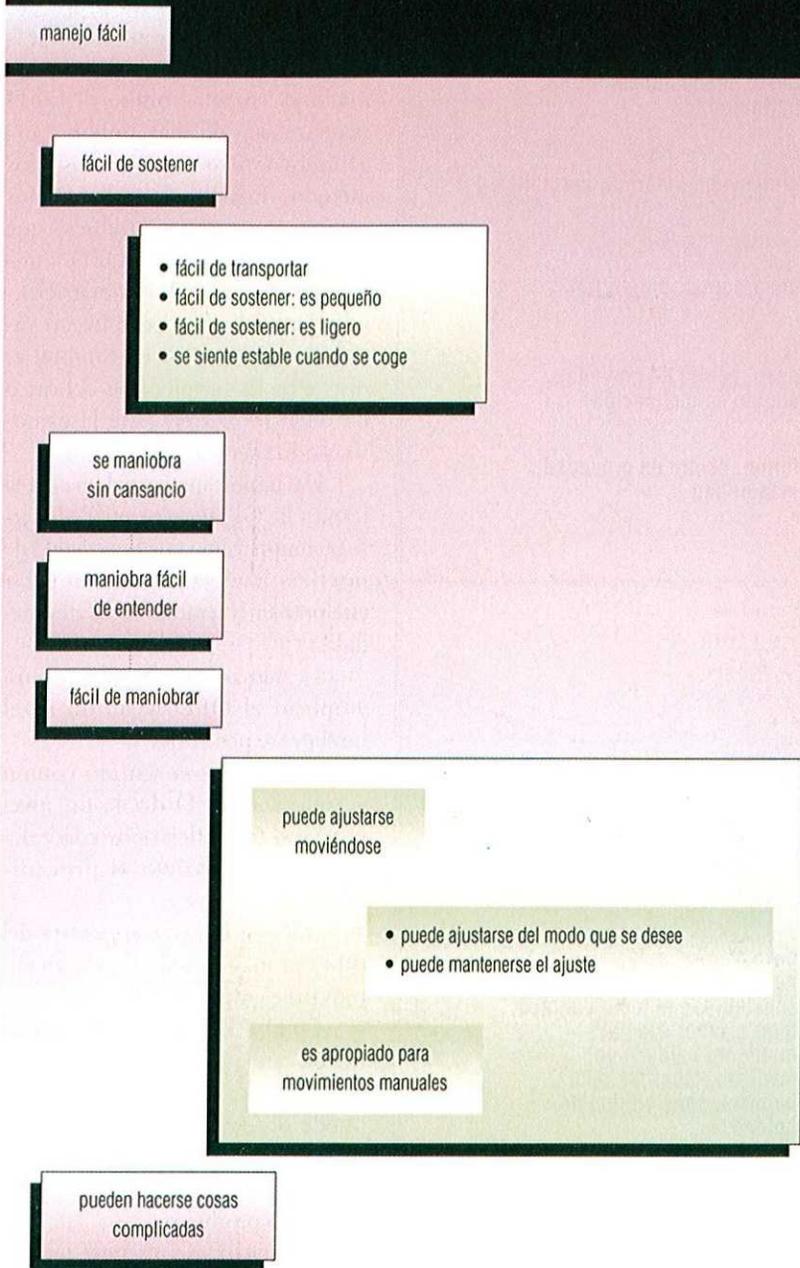


Gráfico 3.2

Método KJ para agrupar la información expresada en palabras



cial es la simplificación de la organización previa y la partición en equipos menores que trabajen en paralelo.

Uno de los síntomas más destacados de poseer una organización interactiva se traduce en poder lograr productos robustos a ojos del mercado con naturalidad. Un producto robusto no es algo que simplemente

responde a especificaciones, sino en el que se ve que la organización suministradora ha cuidado los últimos detalles con la intuición de un utilizador inteligente.

Esto implica gestionar activamente los detalles en la organización:

- Integrar información del SAT (Servicio Asistencia Post-Venta).
- Evitar ambigüedades técnicas

en todas y cada una de las fases del diseño.

- Esfuerzo en informar con rigor en todas y cada una de las fases del diseño.

- Organización rigurosa (con cierto nivel) que la tenga en cuenta.

- Una base de datos que informe de alarmas ("reactiva") como cierto apoyo a lo anterior.

El Gráfico 2.4 muestra una forma de organizar el trabajo de equipos para lanzar un nuevo producto en un caso de bienes de equipo semi-repetitivos de período de maduración intermedio (Dos meses). En este Gráfico, los D01, D02,... etc. son los documentos básicos, que estarían soportados en una red ofimática con correo electrónico. Su contenido es el siguiente:

D O1

- Idea y descripción.
- Objetivos de mercado y coste.
- Impacto en productos propios y de la competencia.

- Observaciones.

D O2

- Idea.

Análisis profundo de impactos de fabricación, calidad, proveedores. Elementos a utilizar del banco anterior de experiencias de Análisis de Valor y Diseño.

- Coste objetivo años A, A+1, A+2 (Ptas. constantes).

- Evolución del mercado A, A+1, A+2 y de precios. Inversiones, VAN y TRI (Valor añadido neto y tasa interna de rentabilidad).

- Impacto final en estrategias de mercado.

- Pert-Gantt de gestión de proyecto.

D O3

- Coste alcanzado por conjunto y elementos-clave y total coste-objetivo.

- Pre-diseño de conjuntos y elementos clave por CAD.

D O4

- Hojas de ruta y pautas principales provisionales más notables.

Gráfico 3.2

Extracción de elementos de calidad

Elementos demandados (nivel 3)	Elementos de calidad
fácil de transportar	▶ peso, dimensiones, forma, portabilidad
suficientemente pequeño para moverlo fácilmente	▶ dimensiones, forma, portabilidad
suficientemente ligero para moverlo fácilmente	▶ peso, forma, portabilidad
se siente estable cuando se sostiene	▶ peso, centro de gravedad, ángulo de inclinación
estable cuando se coloca	▶ forma, centro de gravedad, estabilidad
incluso los principiantes pueden operar fácilmente	▶ localización de botones, sensibilidad al tacto
puede operarse fácilmente, incluso aunque es pequeño	▶ peso, forma, esfuerzo necesario para mover taco, sensibilidad al tacto del taco, fuerza necesaria para mantener palanca en posición, localización de botones, sensibilidad de botones

- Análisis y recomendación de proveedores.
- Aprobación y comentarios finales, por calidad.
- Puntos de especial atención en industrialización y en preseries.
- Fecha de primera entrega.

3.-TÉCNICAS DE APLICACIÓN

Básicamente hay dos técnicas de I.C. a utilizar: los “Métodos Taguchi”

(MT) y el “Despliegue organizativo de la función de calidad” (QFD - *Quality - Function - Deployment*), además del ya muy difundido AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos). Los primeros tienen mayor sentido cuando la problemática de obtención de un producto en condiciones tiene que ver, fundamentalmente, con el ajuste de parámetros del proceso y su influencia en las propiedades básicas

del producto. Se basa en el diseño de experimentos que correlacionan las variables de proceso con el efecto que producen en las propiedades del producto. Emplea una técnica matricial para detectar las mayores correlaciones. El QFD tiene un sentido más amplio y organizativo, pero se pueden usar los métodos Taguchi en determinados componentes de un producto que se haya estudiado por QFD. Ambas son técnicas del tipo matricial.

Ejemplos: El diseño de un yate sería QFD pero, en cambio, el diseño de las propiedades del casco de GRP (poliéster) ante la ósmosis, podría ser por Taguchi.

Un importante problema de la técnica de QFD es que puede hacerse incomprensible por la cantidad de matrices manejadas. Para superar este problema serán precisas tres medidas:

1) Actuar con sentido común y aplicar el QFD hasta un nivel inteligente necesario.

2) Actuar con sentido común y aplicar el QFD desde un nivel necesario (no reflejar obviedades).

3) Informatizar el procedimiento.

Aunque la técnica prevista del QFD es más compleja, presentaremos un ejemplo de aplicación.

QFD - Despliegue de funciones de calidad

En el caso más sencillo, se puede obtener un “despliegue de tecnología” como una matriz de partida para enfocar el diseño de un nuevo producto.

La matriz a conseguir tendrá una estructura como la del gráfico siguiente:

Para llegar a una matriz similar es importante proceder por etapas.

Como ejemplo, consideramos el estudio de un mecanismo de control remoto.

1) Obtener el despliegue de la calidad demandada.

1.1. Convertir las declaraciones del consumidor (las propias palabras

Gráfico 3.3.1

Gráfico bi-dimensional de calidad

gráfico de despliegue de elementos de calidad			elementos de calidad		maniobrabilidad		función eléctrica				
			1º nivel	2º nivel	portabilidad (6)		características TRS (7)		características IS		
gráfico de despliegue de calidad demandada			3º nivel	valores meta de características	medición	forma	peso	consumo eléctrico	características temperatura eléctrica	características rango de voltaje operación	frecuencia
			1.º nivel		2.º nivel	3.º nivel					
1. fácil de maniobrar	11. fácil de sostener (1)	111. fácil de transportar 112. fácil de sostener porque es pequeño 113. fácil de sostener porque es ligero 114. estable cuando se sostiene 115. estable cuando se coloca			○	○	○				
	12. maniobra sin cansancio (2)	121. tiene un peso apropiado 122. tiene un tamaño apropiado									
	13. maniobra fácil de entender (3)	131. uso fácil de entender 132. fácil de maniobrar incluso principiantes								○	○
	14. maniobra fácil (4)	141. fácil de maniobrar incluso si es pequeño 142. indicador fácil de leer			○	○	○				○

2) Obtener el despliegue de las características de la calidad.

2.1. Extraer y listar los elementos de calidad de cada calidad demandada (Gráfico 3.2).

2.2. Escribir cada calidad en una tarjeta

2.3. Utilizando éstos como detalles aproximados de tercer nivel, agruparlos en los niveles segundo y primero y asignar titulares descriptivos.

2.4. Rearreglar desde el primer nivel de detalles hasta los niveles segundo y tercero, añadiendo elementos si es necesario.

2.5. Asignar números de clasificación y organizarlos en un gráfico.

2.6. Emplear la fila inferior (tercer nivel de detalle) como características de calidad. Asegurarse que son características de calidad mensurables.

3.- Obtener el Gráfico bi-dimensional de calidad (Gráfico 3.3.1)

3.1. Construir un gráfico de despliegue de calidad demandada.

del consumidor) en "datos con expresión clarificada" utilizando expresiones simples limitadas a un solo significado (Gráfico 3.1).

1.2. Agrupar los datos clarificados y asignarles un titular que describa más ampliamente dichos datos. Escribir esto en una tarjeta.

1.3. Utilizar estos titulares descriptivos como detalles aproximativos de tercer nivel. Agruparlos en categorías similares asignando titulares descriptivos en los niveles segundo y primero, como se hace en el método KJ (Gráfico 3.2).

1.4. Clarificar cuáles son los detalles de primer nivel de la calidad demandada. Afinar, si es necesario, añadiendo elementos a los detalles de los niveles segundo y tercero.

1.5. Asignar número de clasificación y organizar todo en un gráfico de despliegue de la calidad demandada.

Gráfico 3.3.2

calidad demandada		plan de calidad								
		grado de importancia	análisis competitivo		plan			peso		
			nuestra compañía	otras compañías		plan de calidad	% de mejora	puntos para venta	peso absoluto	peso de calidad demandada
1.º nivel	2.º nivel	Compañía Y	Compañía Z							
fácil de maniobra	11. fácil de sostener	3	3	4	4	5	1,67	○	7,5	8,4
	12. no me canso mientras hago maniobras	3	4	5	4	5	1,25		3,8	4,2
	13. maniobra fácil de entender	3	4	5	3	5	1,25	○	4,5	5,1
	14. maniobra fácil	3	3	3	3	4	1,33		4,0	4,5
	15. pueden hacerse cosas complicadas	3	4	4	3	5	1,25	○	4,5	5,1
5. seguridad	51. no hacer movimientos erróneos	4	5	4	4	5	1,0		4,0	4,5
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
		TOTAL Σ(8)								

3.2. Construir un gráfico de despliegue de características de calidad.

3.3. Combinar los dos anteriores en una matriz (gráfico bi-dimensional).

3.4. Marcar la relación entre elementos con símbolos como:

- OOO Correlación fuerte
- OO Correlación media
- O Alguna correlación

4) Determinar el grado de importancia de las características demandadas más relevantes (se solicita a los consumidores) y obtener evaluaciones del producto del consumidor.

5) A partir del valor obtenido como "peso de calidad demandada" lo podemos utilizar para perfilar la calidad de diseño puesto que lo que deseamos es responder y desplegar las demandas que tengan los más altos grados de importancia.

6) Las características demandadas más importantes se convierten a su vez en características trasladadas al producto o características de imagen.

7) Finalmente se desarrolla la calidad de diseño (a través de sus principales elementos) y se definen los métodos de aseguramiento de la calidad y los métodos de ensayo.

Conclusión sobre el QFD

No hay que olvidar que el origen de cualquier matriz se basa en las demandas de los consumidores y que, por lo tanto, lo principal es conseguir y recoger dicha información. Podrá ser a base de envíos por correo con cuestionarios, entrevistas, estudios de mercado...

4.- LA INFORMÁTICA

La informática puede ayudar a trabajar en I.C. si la estrategia de implantación que se fija con ella está enfocada con precisión para este propósito. La informática para esta aplicación tiene dos pilares fundamentales:

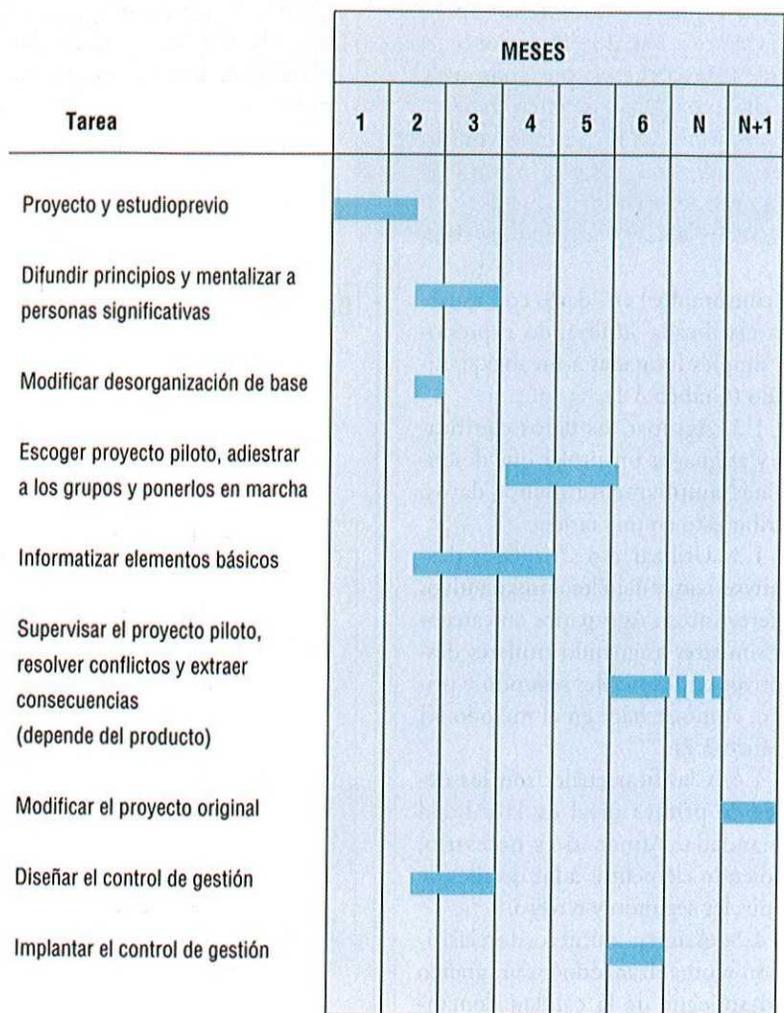
a) El CAD/CAM/CAE, que puede favorecer el trabajo en I.C.:

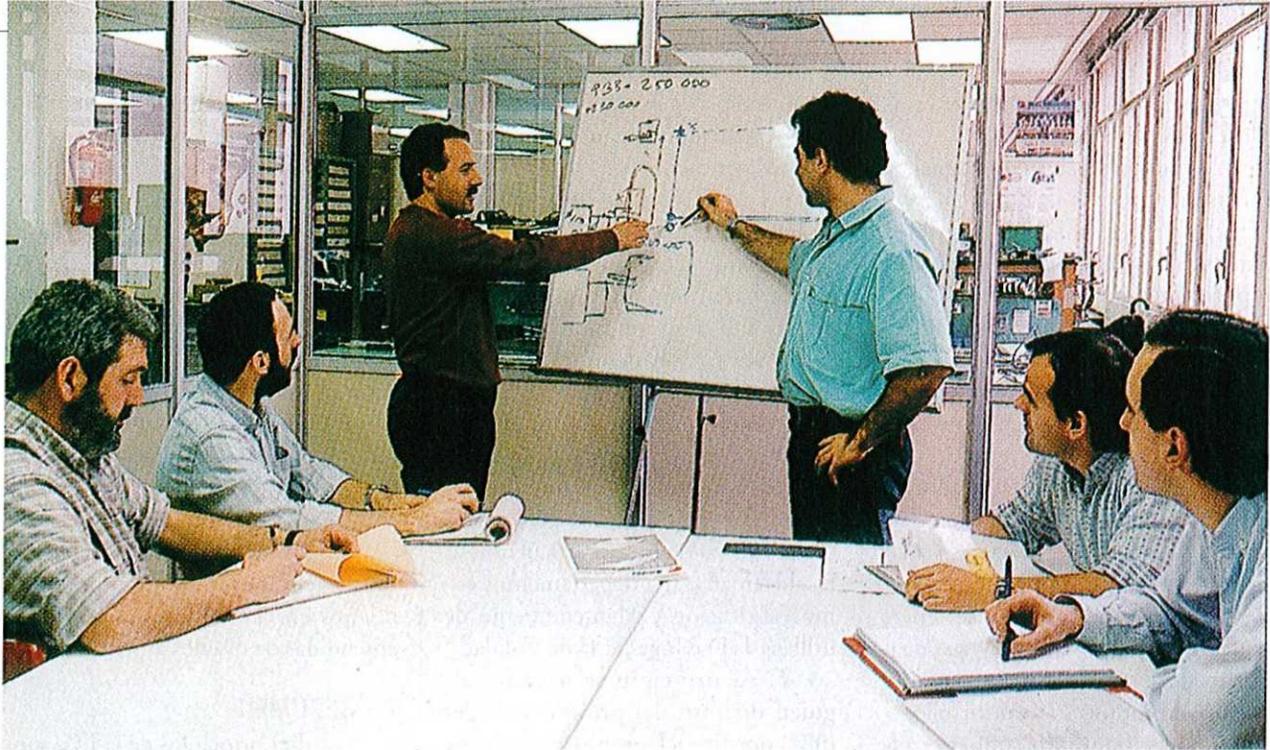
- Por la objetividad de comunicación con un modelo numérico.



Gráfico 6.1

Calendario de implantación de un sistema de I.C.





- Porque, por utilización apropiada de técnicas de simulación con rapidez, favorece el que pensemos que distintos departamentos trabajen juntos en torno a un terminal, sin esperar a que uno obtenga determinados resultados para otro.

- Por simplificar o agilizar el alcance del prototipo y su fase de obtención.

La estrategia de implantación del CAD/CAM/CAE hay que hacerla con este preciso enfoque si queremos que realmente favorezca el cambio organizativo hacia un modelo de I.C.

b) La ofimática (redes locales) con técnicas de correo electrónico, exploración, multimedia y bases de datos distribuidas, que también puede favorecer el trabajo en I.C.:

- Por la rapidez de circulación de documentos electrónicos.

- Por la concurrencia de presentación de información, y por la generación de "alarmas" para que alguien tome decisiones ante cambios o sugerencias que se produzcan durante el trabajo de los equipos.

- Por la eliminación de papeles, cuya abundancia siempre abruma y desmoraliza.

También es preciso aplicar este enfoque a la ofimática para que favorezca la implantación de la I.C. en la organización.

5.- EL JEFE DE PROYECTO

La formación de grupos interdisciplinarios para el trabajo en equipo en I.C. es una de las claves para poder funcionar en esta disciplina. La tarea no es fácil en una organización habituada a trabajar de forma interdepartamental. Aparecen los siguientes problemas:

1) Dificultad de comunicación, normalmente por la carencia de formación de cada uno en el campo del otro.

2) Falta de hábito de trabajar en grupo, lo que resulta incómodo para determinadas personas y funciones.

3) Aparente pérdida de tiempo que supone "reunirse para trabajar".

4) Conflictos de intereses y pérdidas de *status*.

La resolución de estas dificultades pasa por las siguientes acciones:

1) Formación selectiva de determinadas personas en técnicas concretas (los de Ingeniería de Fabricación en Análisis de Valor, los de Ingeniería

de Producto en los medios de producción, etc.)

2) Resolver, por la Dirección, problemas organizativos generales que dificultan el trabajo en equipos. Normalmente son problemas del tipo de dependencia, funciones de personas y enfoques erróneos del sentido de determinadas tareas.

3) Establecer los recursos humanos necesarios para comenzar (que son algo mayores que los definitivos, una vez que ya se está trabajando en I.C.).

4) Nombrar y formar a un buen Jefe de Proyecto.

Este Jefe de Proyecto tiene una ocupación añadida a las tradicionales que un "project-manager" realiza en una forma habitual de desarrollo del producto: debe preocuparse también de las técnicas de funcionamiento y de organización de los propios equipos multidisciplinares en sí. Esta es una dificultad añadible a la siempre complicada figura del Jefe de proyecto. Las recomendaciones en este terreno son las siguientes:

1) El jefe de proyecto debe tener conocimientos técnicos suficientes para:

- Gestionar las relaciones (técnicas y organizativas) entre funciones,

departamentos, empresa-cliente, empresa proveedor, etc.

- Ayudar a resolver problemas, y ganarse a la gente.

2) Tener no sólo una autoridad natural, sino también una autoridad explícita delegada.

3) Aprender los detalles y matices, e impulsar su persecución.

4) Evitar a toda costa que las ambigüedades técnicas se den donde son evitables.

5) Ser también un facilitador de información y tareas para la gente de los equipos (toma parte activa y realiza parte de las tareas).

6) El Jefe de proyecto se refiere continuamente al cliente y su "cuaderno de cargas", y es la "voz del cliente" en el proceso de desarrollo.

7) Debe transmitir confianza a la Dirección haciéndole ver los progresos en un lenguaje que entienda (el control de gestión de proyectos de I+D tiene una naturaleza distinta dependiendo tanto del tipo de proyecto como de la fase en que se encuentre).

6.- PROBLEMÁTICA DE LA IMPLANTACIÓN Y PASOS A SEGUIR

La implantación de la I.C. no es algo fácil, presentándose las siguientes dificultades:

- Comodidad en las capas superiores del diseño. Nada más cómodo que trabajar con independencia y autonomía dentro de la organización, y pasar el resultado de una labor intelectual y pura al escalón siguiente que debe industrializar.

- La burocracia. ha de ser la mínima, manteniendo la creatividad y el humor del "caos calculado". Lo más acertado es disponer de una información integrada y fiable para soportar un diseño. Particularmente, hay que tener precaución con la burocracia que puede crearse si se aplican las normas ISO-9000 al pie de la letra.

- La organización de equipos y de transmisión de información, que no es trivial.

- Visión de sistemas e integrada, que desafortunadamente escasea en muchos gestores.

- Los problemas organizativos de base. Departamentos o personas con dependencia o funciones erróneas que hacen imposible siquiera empezar a hablar de aplicar la I.C.

- Ser capaces de estructurar una información suficiente sobre lecciones aprendidas de diseños anteriores.

Para compensar estos problemas, el método a seguir es el siguiente:

1) Arreglar algunos problemas organizativos de base. Particularmente, suelen afectar a departamentos como Fabricación y Mantenimiento de utillaje, I+D e Ingeniería de Calidad.

2) Al principio se necesita alguien distinto del project manager que coordine el propio método de I.C. que se haya diseñado. Normalmente, será un equipo directo de la Dirección General.

3) También al principio del cambio a I.C., todo el que tiene que ver con Ingeniería (I+D, Ingeniería de productos, métodos, Calidad, Mantenimiento, etc.) no sabe qué tiene que hacer y piensa que sus funciones han cambiado mucho (efecto del departamentalismo). Por eso hay que guiar el cambio con cuidado y determinación.

4) Utilizar explícitamente la potencia del CAD/CAM, como trabajo que permite comodidad, y una informática muy interactiva para hacer funcionar a la organización de Ingeniería de una forma distinta. La accesibilidad y no redundancia de toda la información relevante para diseñar es el mayor problema.

5) Orientar la mejora interna resolviendo problemas concretos en los clientes. Adiestrar a la gente para que se ponga en el lugar del "cliente que compara". Hacer esto resucitando problemas anteriores y hacerlo con humor.

6) La información del SAT (Servicio de Asistencia Técnica), si existiese, es sagrada. Merece la pena aumentar su precisión y captar todos

los matices y detalles. Este Servicio no suele estar muy motivado porque se considera un departamento "pasivo" (de coste inevitable).

7) Utilizar el Pert y los Gantt asociados como herramientas de comunicación permanente de la marcha del proyecto. Es esencial mantenerlos al día y referirse a ellos de forma permanente. Es importante que el Sistema de Información derivado del Pert sea muy fácil y cómodo de entender, y enfoque los puntos críticos de actuación.

8) Establecer un sistema jerarquizado y relacional simple para el tratamiento en el QFD de las lecciones aprendidas de diseños anteriores.

7.- RESUMEN

Los diez principios de la I.C. son:

1. Arreglar problemas organizativos de base.

2. Mejorar la comunicación con el cliente y cuidar todos los detalles adelantándose a las necesidades (imaginación del mercado).

3. Equipos de desarrollo de producto multidisciplinares pero segmentados (y concurrentes) para evitar muchas interacciones.

4. Considerar las actividades y minimizar su coste a lo largo de todo el ciclo de diseño, fabricación, producción, post-venta, utilización y reciclado del producto.

5. Involucrar las etapas posteriores (fabricación, distribución, post-venta) y a los proveedores de forma temprana.

6. Utilizar la informática (CAD/CAM/CAE y la ofimática) de forma inteligente y focalizada.

7. Simular cuanto antes la capacidad de fabricación del producto.

8. Usar técnicas como QFD (sobre todo) con sentido común, hasta y desde un nivel.

9. Incorporar las "lecciones aprendidas" de diseños anteriores en el proceso de diseño.

10. Mejorar la propia aplicación de las técnicas de gestión de I.C. continuamente. ■