

# Tema 1: Introducción al Ciclo Productivo. CAD/CAM/CIM



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Fabricación Asistida por  
Computador**

**Producir** es un proceso de transformación por el que los materiales brutos se convierten en productos acabados, que tienen un valor en el mercado, con una combinación de mano de obra, maquinarias, herramientas especiales y energía.

## FASES DEL CICLO PRODUCTIVO

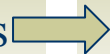
### PROCESADO

Conformado,  
montaje,  
desmontaje...



### INSPECCIÓN

Comprobación  
de los requisitos  
exigidos



### TRANSPORTE

Cambio de  
ubicación



### ALMACEN

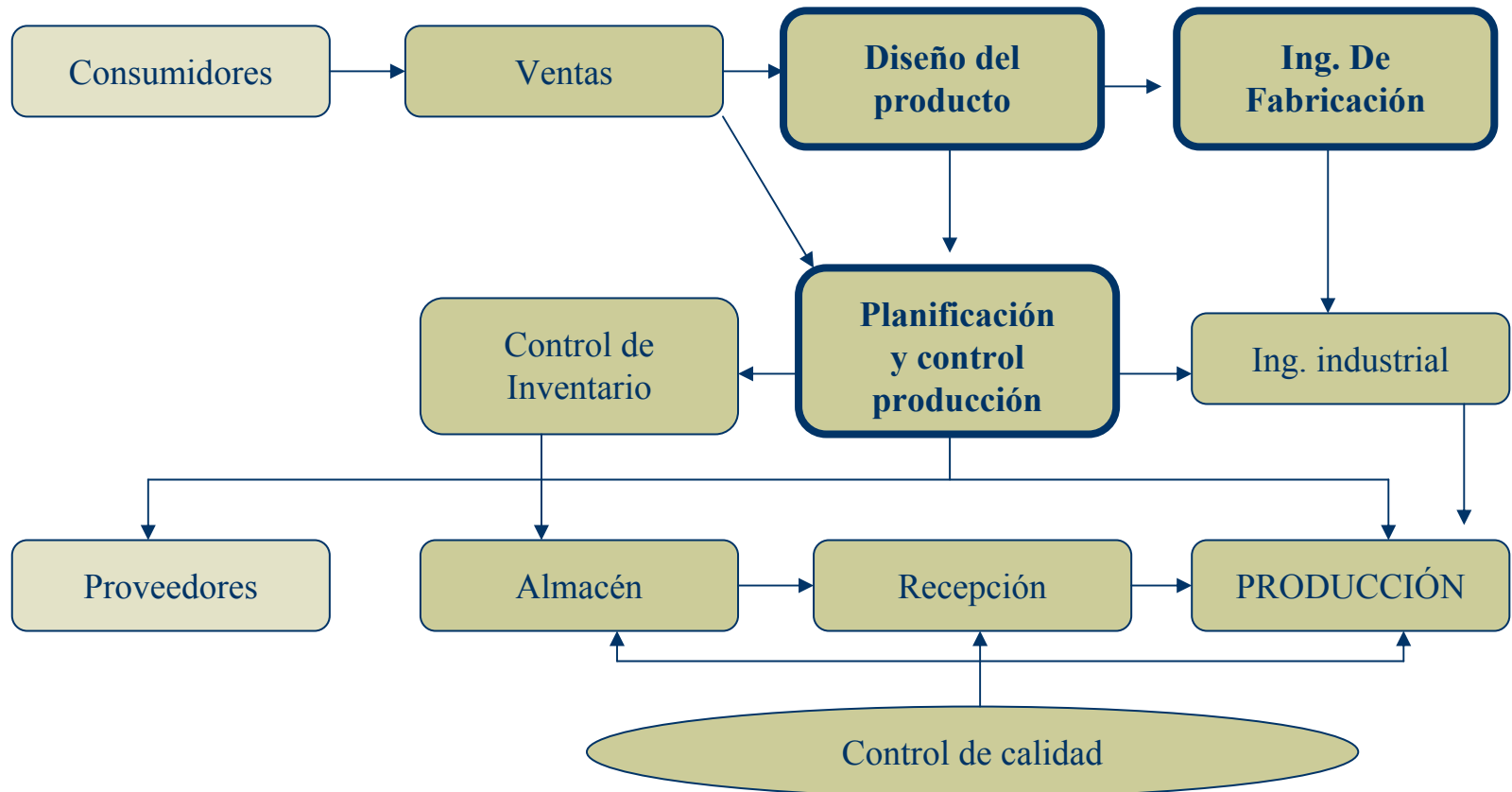
Ninguna de las  
anteriores

# Organigrama funcional de una Empresa



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Fabricación Asistida por  
Computador



# Clasificación de las Industrias



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Fabricación Asistida por  
Computador

Según:

## Producción:

- En forma discreta (coches, ordenadores, ...)
- Industrias de proceso (plástico, químicas, ...)

## Producto:

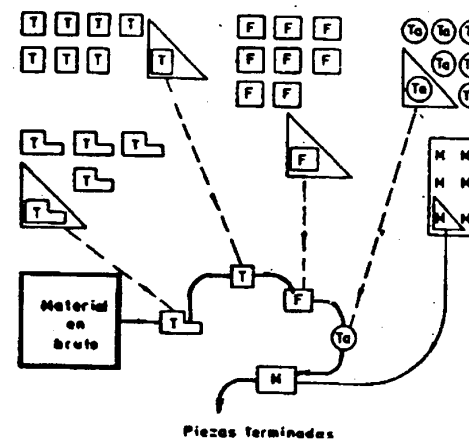
- Materias básicas
- Transformadoras
- Fabricantes de productos finales

## Índice de producción:

- Producción artesanal
- Producción masiva
- Producción por lotes

## Distribución en planta:

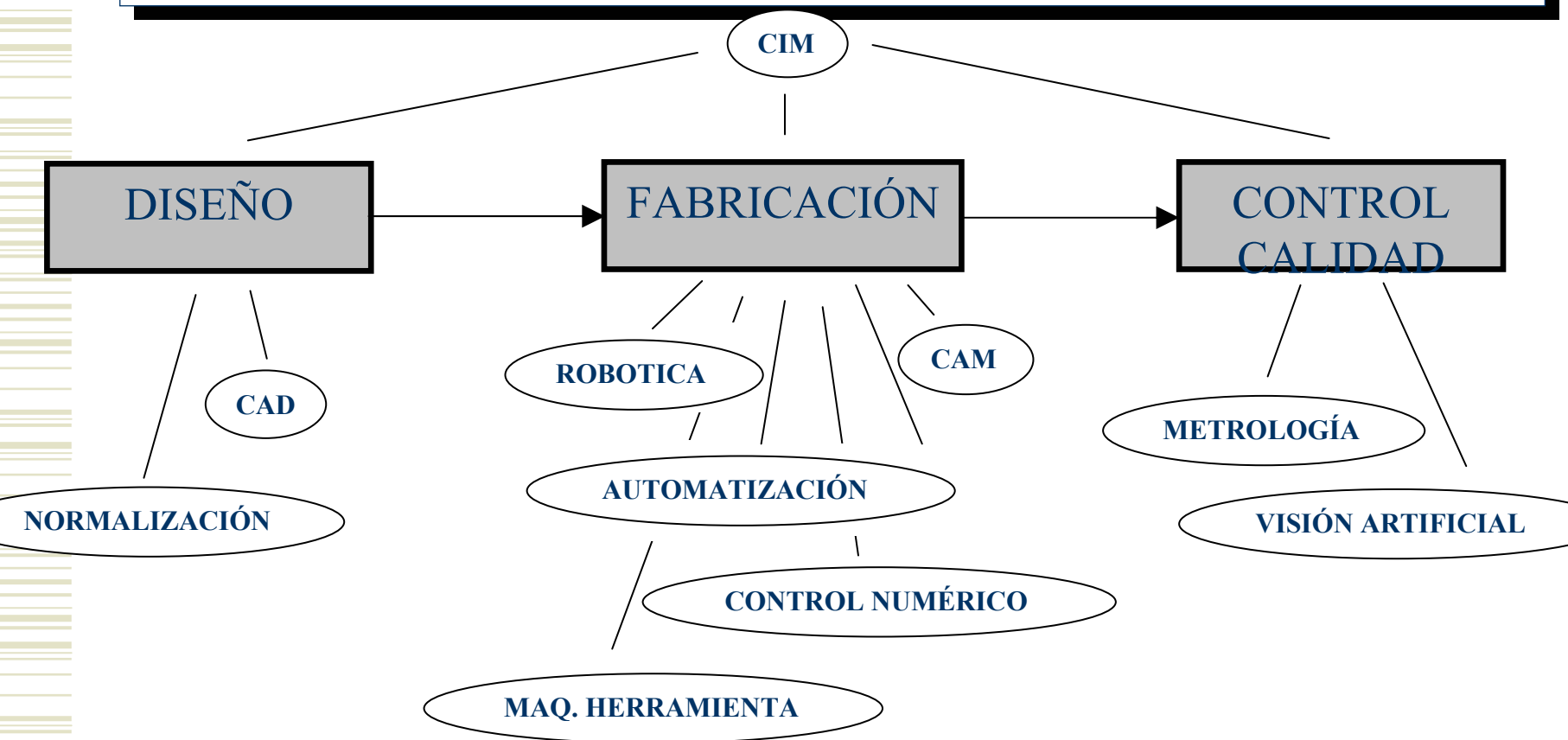
- Posiciones fijas
- Implantación por procesos
- Implantación por flujo del producto





# Tecnologías de Fabricación

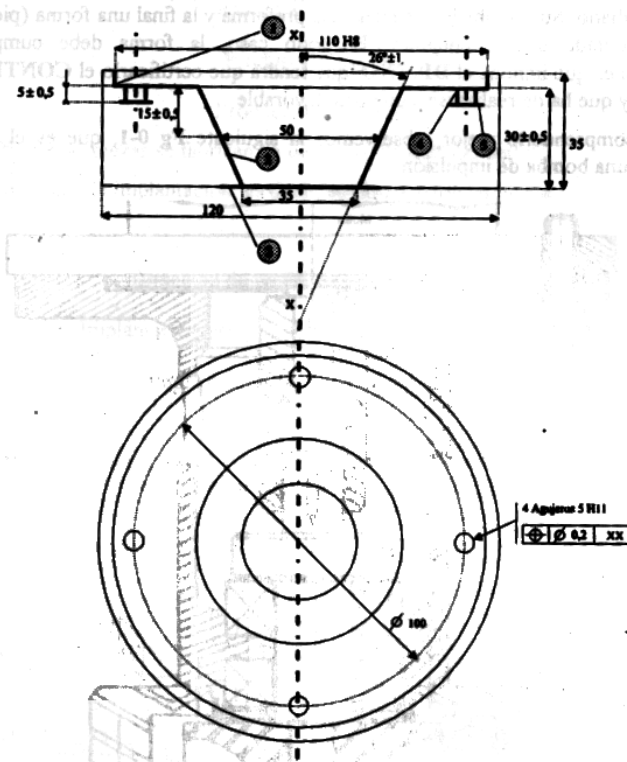
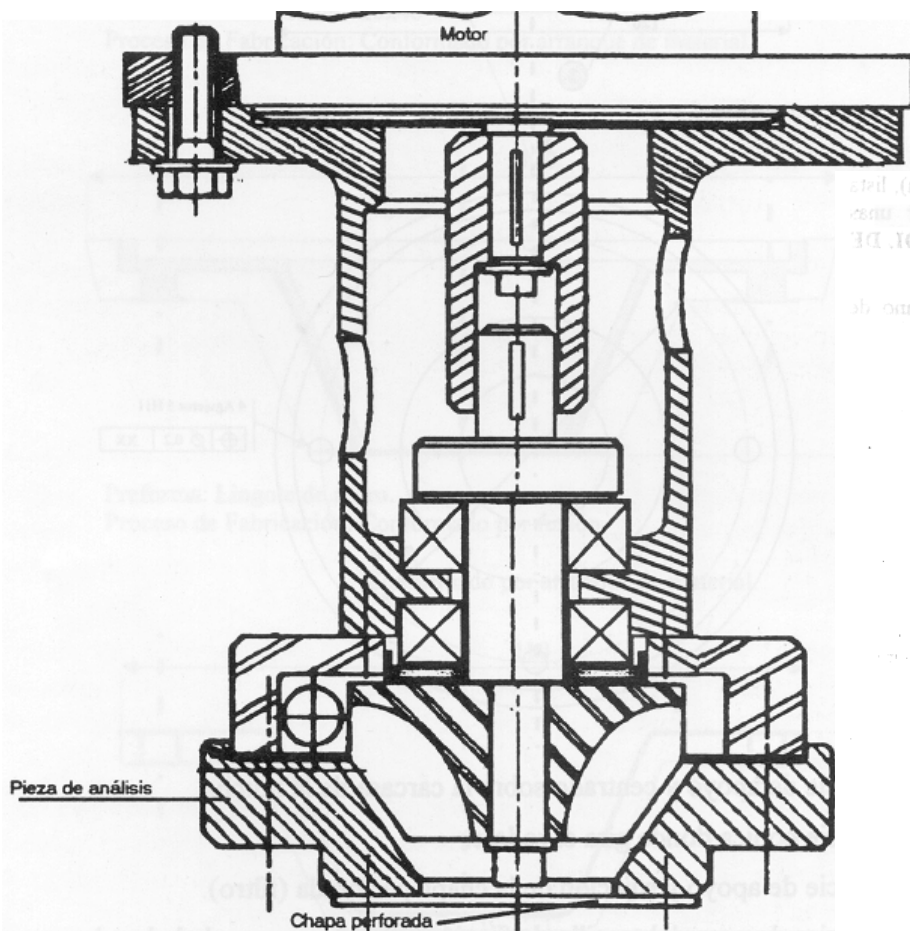
Las Tecnologías de Fabricación estudian los procesos de conformado que sufre un material desde que ha sido elaborado en bruto hasta que sale transformado en un producto acabado.





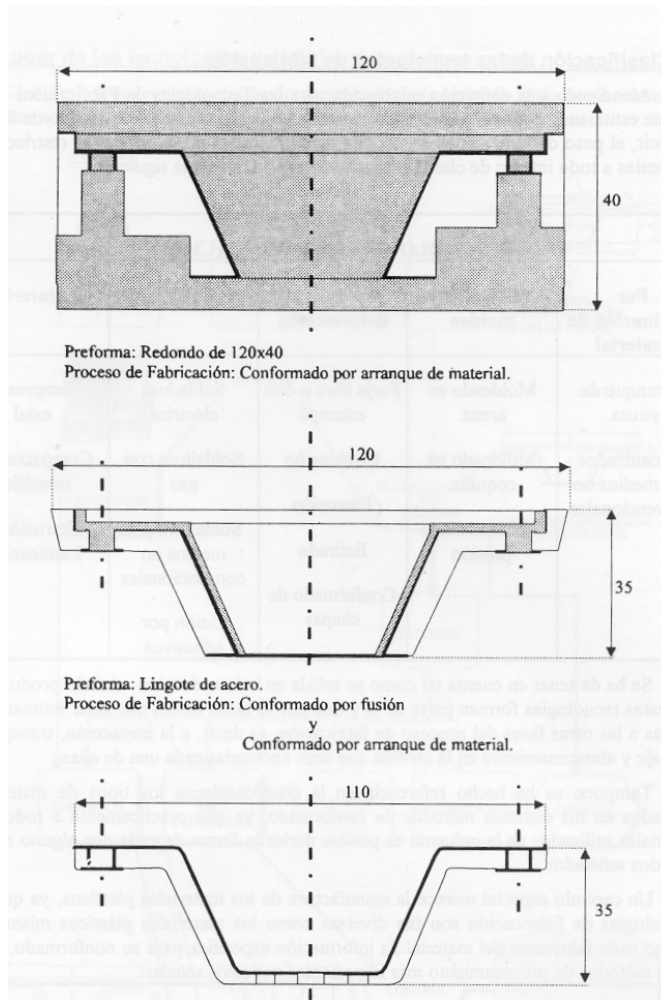
# Ejemplo. Tec. de Fabricación (1)

## 1.- DISEÑO





# Ejemplo. Tec. de Fabricación (2)



## 2.- FABRICACIÓN

### ARRANQUE DE MATERIAL

preforma: redondo de 120x40

Proceso de Fabricación: Conformado por arranque de material

### MOLDEO

preforma: Lingote de acero

Proceso de Fabricación: Conformado por fusión

### DEFORMACIÓN PLASTICA

preforma: Chapa de acero

Proceso de Fabricación: Conformado por embutición

# Clasificación de las Tecnologías de Fabricación



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Fabricación Asistida por  
Computador

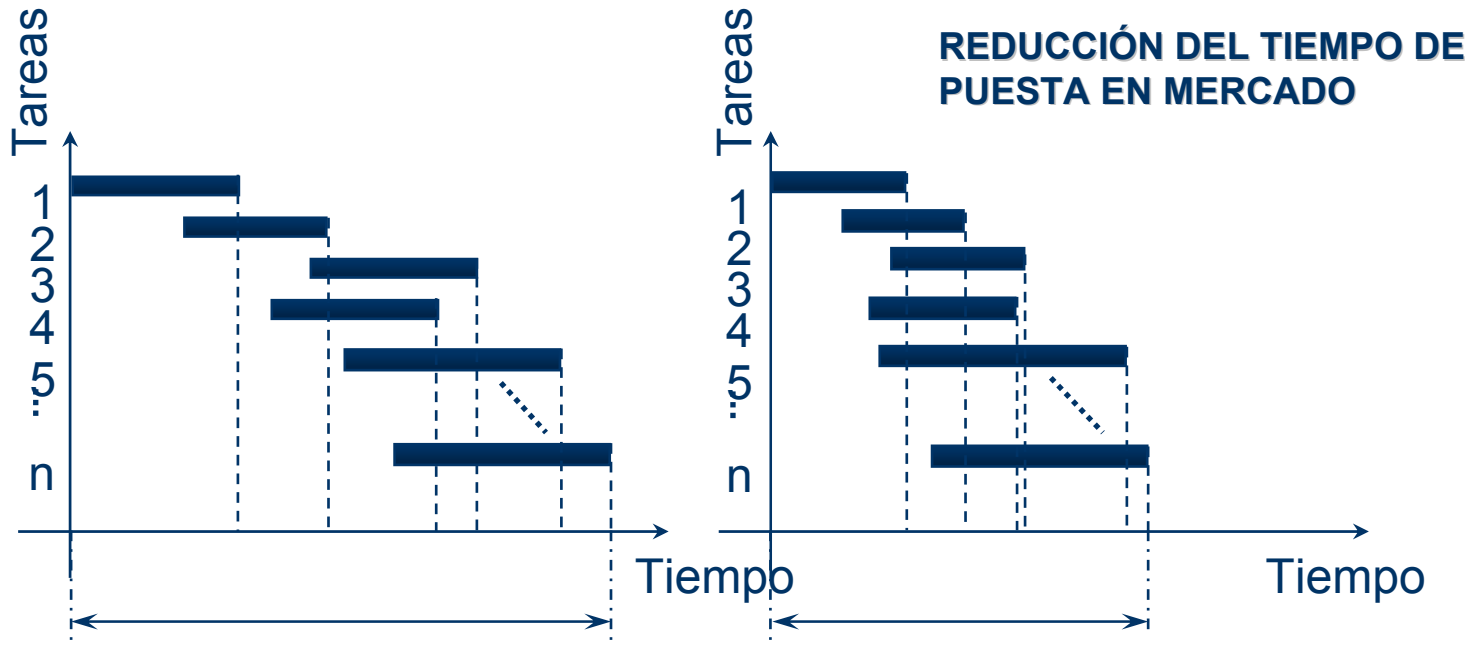
## Tecnologías de Fabricación

<b>Por eliminación de material</b>	<b>Por fusión y moldeo</b>	<b>Por deformación</b>	<b>Por soldadura</b>	<b>Por sinterizado</b>
Arranque de viruta	Moldeo en arena	Forja libre o con estampa	Soldadura eléctrica	Compresión axial
Mecanizados por medios no convencionales	Moldeo en coquilla	Laminación	Soldadura con gas	Compactación isostática
	Moldeo bajo presión	Extrusión	Soldadura por medios no convencionales	Extrusión y laminación
		Estirado		
		Conformado de chapas	Unión por abrasivos	

# Ingeniería Simultánea o Concurrente (1)



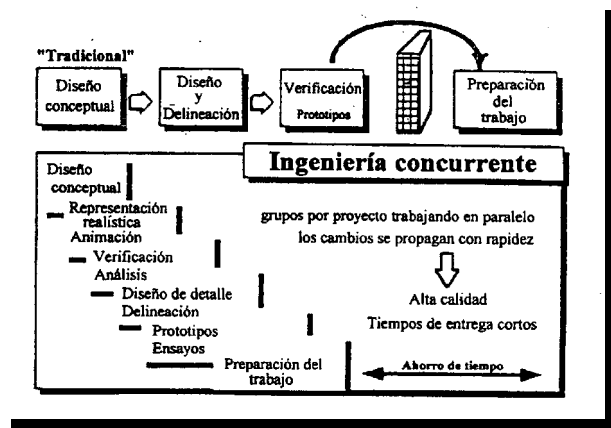
La ingeniería simultánea es un método sistemático para integrar el diseño, con el resto de las actividades desarrolladas a lo largo del ciclo de vida de un producto: ensayos, planificación, fabricación, montaje, calidad, mantenimiento, etc





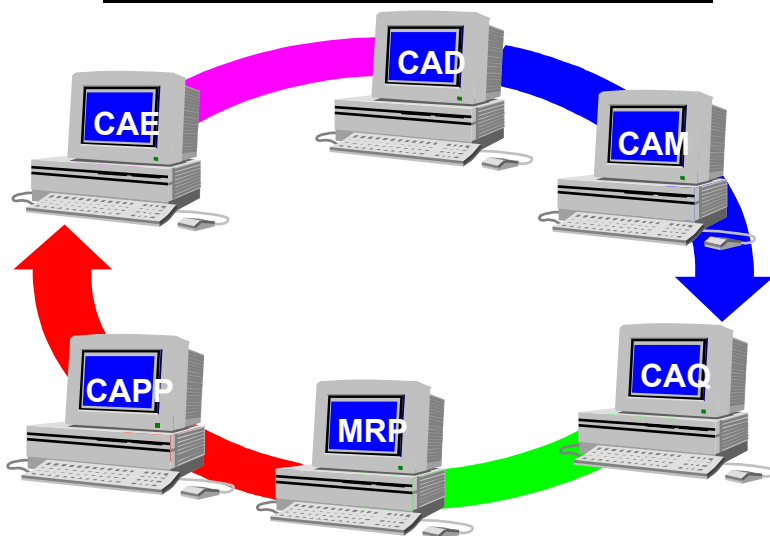


# Ingeniería Simultánea o Concurrente (2)



## Objetivos de la Ing. Concurrente

- Disminución del tiempo de puesta en el mercado de los productos.
- Reducción del coste del producto.
- Mejora de la calidad en los productos.
- Optimización del diseño.
- Etc.

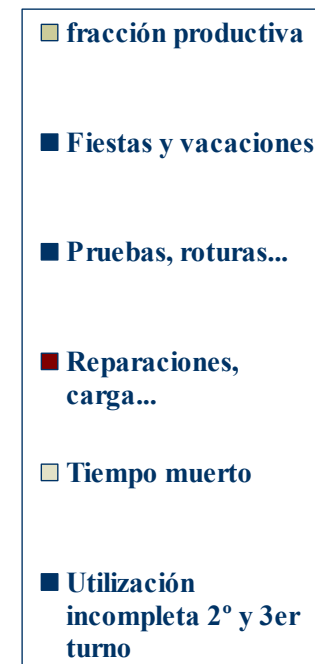
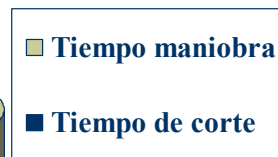
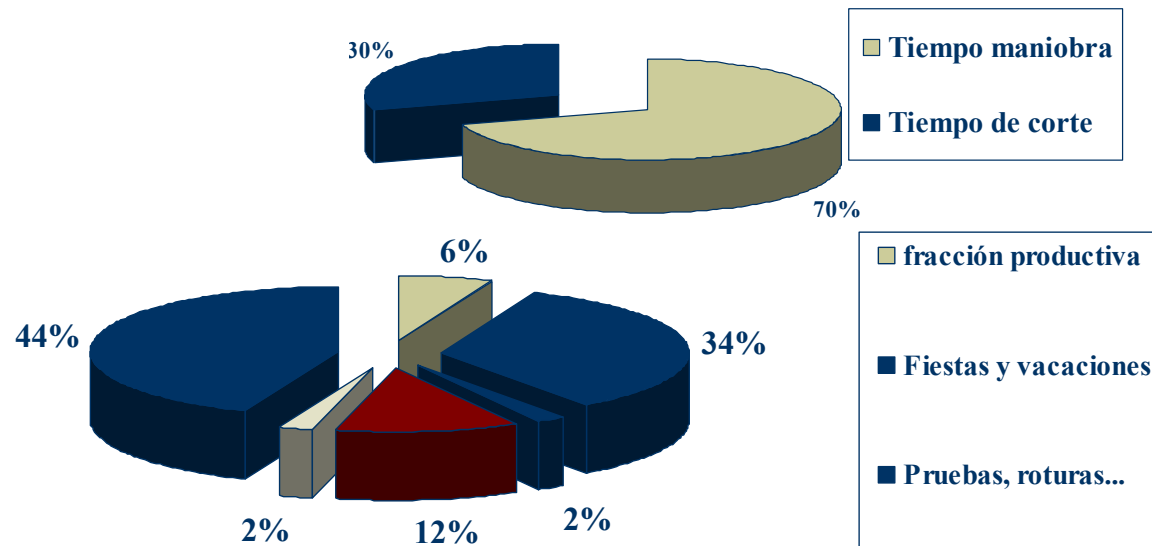
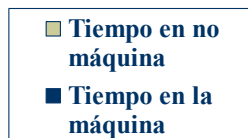
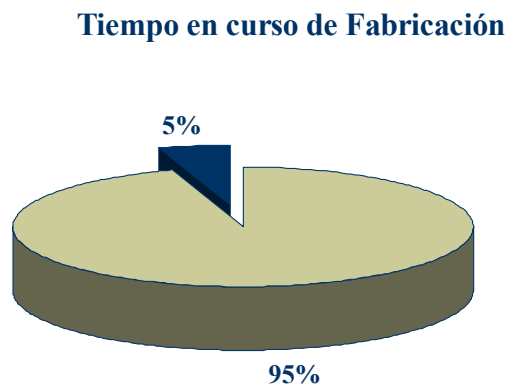




# Consideraciones sobre la eficacia de una planta industrial

## Curso de fabricación de una pieza

Tiempo en curso de Fabricación



## Distribución del tiempo en una máquina

# Estrategias a plantear



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Fabricación Asistida por  
Computador

- Control numérico
- Tecnología de grupos
- Diseño Asistido por Computador (CAD)
- Control de producción
- Sistemas de Fabricación Flexible
- Fabricación Integrada por Ordenador (CIM)

# CAD (I)



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Fabricación Asistida por  
Computador**

## 1. CAD, CAE, CAM, CIM: terminología general:

- CAD: *Computer Aided Design* o diseño asistido por computador
- CAE: *Computer Aided Engineering* o ingeniería asistida por computador
- CAM: *Computer Aided Manufacturing* o fabricación asistida por computador
- CIM: *Computer Integrated Manufacturing* o fabricación integrada por computador

## 2. Aplicaciones fundamentales de los sistemas CAD

Diseño mecánico

Arquitectura

Topografía

Obra civil

Presentaciones realistas de productos

**CONCLUSIÓN: Distintas herramientas adaptadas a cada necesidad. Nos centraremos en el diseño mecánico**

# CAD (II)



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Fabricación Asistida por  
Computador

## 3. Tipos fundamentales de CAD para diseño mecánico

### Sistemas antiguos o sistemas actuales elementales: Computer Aided Drafting

Se trabaja con **líneas en 2D**

Uso fundamental: creación de planos

Pueden hacerse representaciones 3D pero sólo se muestran las aristas de las piezas (modelos alámbricos o wireframe)

Resultados no aplicables directamente a programas de cálculo por elementos finitos. Interfaz costoso

### Sistemas actuales: Computer Aided Design

Se trabaja con **sólidos 3D**

Las piezas se *construyen* virtualmente más que representarse (extrusiones, agujeros, vaciados, etc)

Se pueden obtener planos (representaciones 2D) mediante proyección

Se pueden obtener secciones de las piezas

Se pueden obtener propiedades místicas (pesos, centros de gravedad, momentos de inercia, ...)

Interfaz sencillo con programas CAM. Se elimina la necesidad del plano.

Interfaz sencillo con programas de cálculo por elementos finitos.

En algunos casos CAD y CAE se encuentran integrados, haciendo los desarrollos de nuevas piezas mucho más rápidos.

# CAD (III)



## 4. Algunos paquetes CAD disponibles en el mercado

Programas de prestaciones elevadas para diseño mecánico

PAQUETE SOFTWARE	COMPAÑÍA
I-DEAS	SDRC (Structural Dynamics Research Corporation)
PRO-ENGINEER	PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION
CATIA	IBM

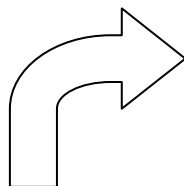
Otros paquetes CAD

PAQUETE SOFTWARE	COMPAÑÍA
AUTOCAD (2D)	AUTODESK
MECHANICAL DESKTOP	AUTODESK
IMAGINEER (2D)	INTERGRAPH
SOLID EDGE	INTERGRAPH

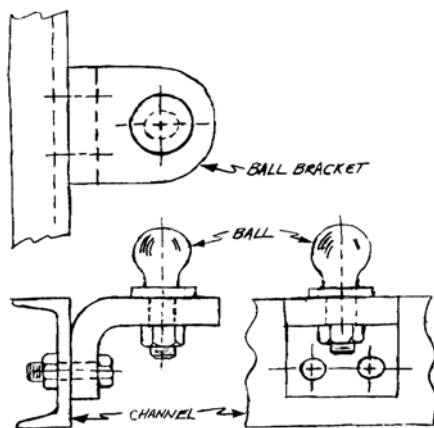


# CAD (IV)

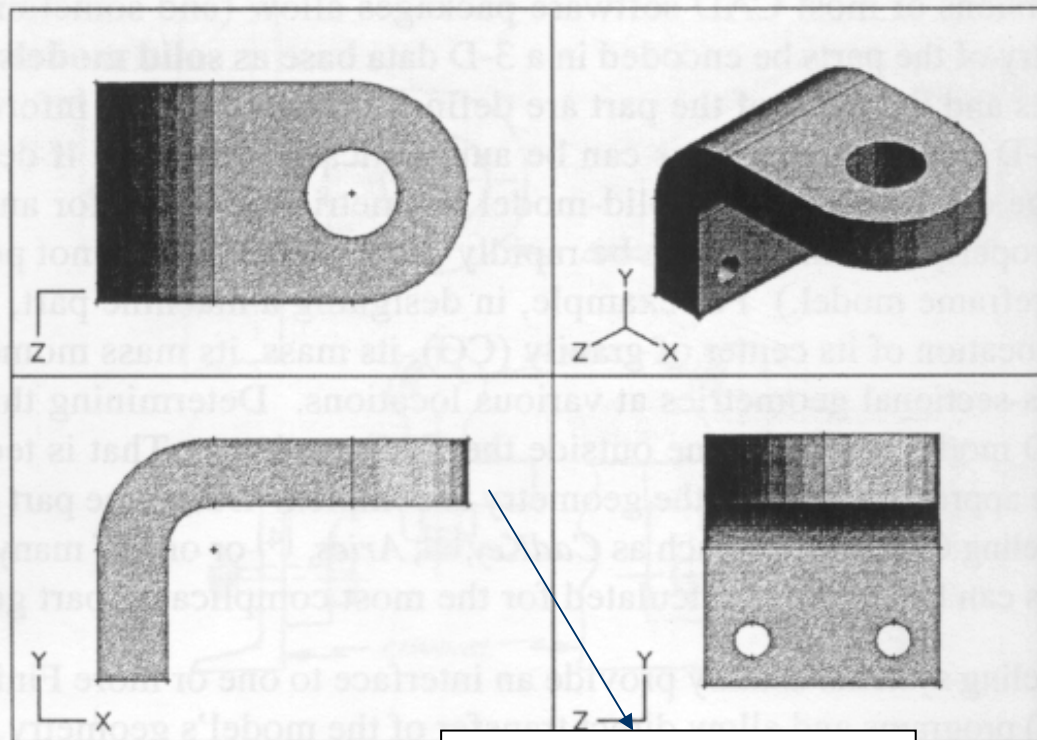
## 5. Etapas en el diseño de una pieza



### 1: boceto en papel



### 2: modelado en CAD



**Paso 1: dibujo perfil básico**

**Paso 2: extrusión**

**Paso 3: agujeros**

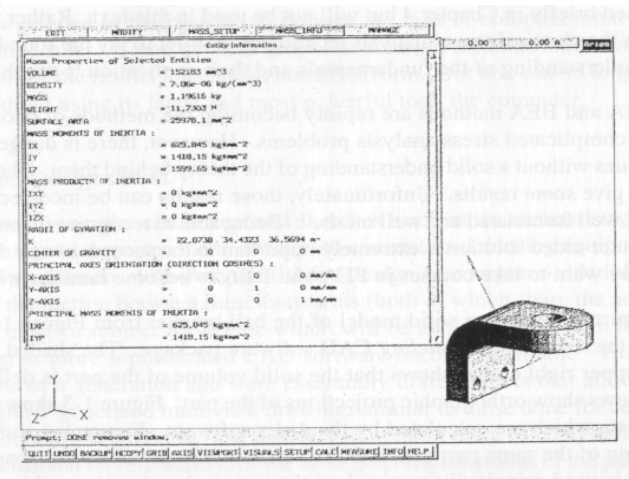
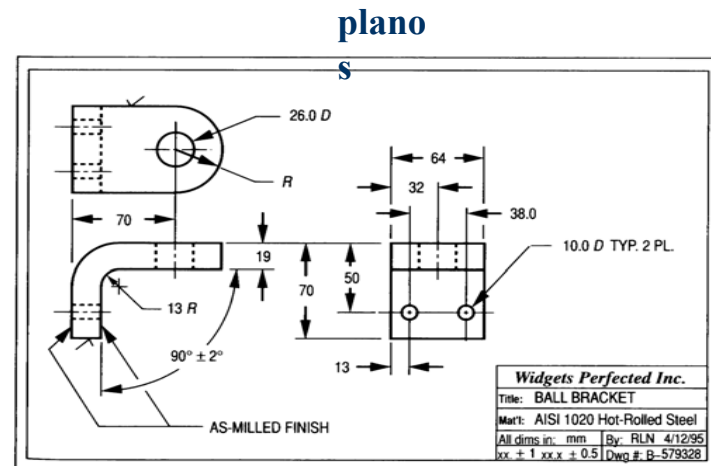
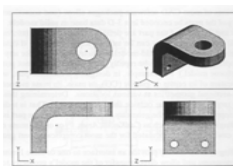
**Paso 4: redondeos**

**Paso 5: ensamblaje**

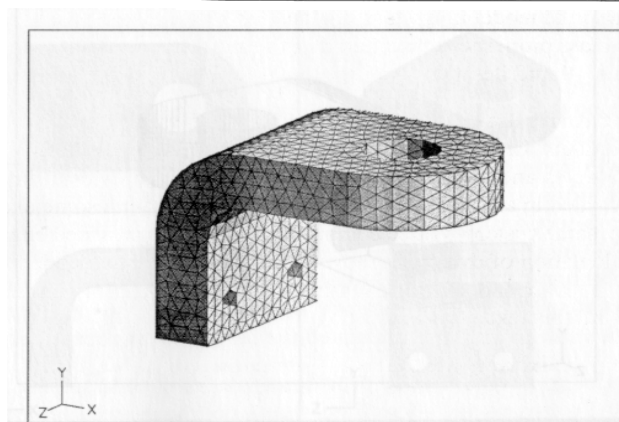


# CAD (V)

## 6. Elementos generados automáticamente a partir del diseño



datos máscos



mallado para análisis por elementos finitos



# CAM (I)



## **Sistemas que facilitan la codificación de instrucciones**

- Se utiliza un interfaz fácil de manejar
- El código es generado automáticamente
- El usuario indica gráficamente las trayectorias que desea sobre un modelo CAD

## **Sistemas que generan automáticamente las trayectorias para las herramientas**

- El usuario indica las superficies a mecanizar, herramientas a utilizar y otros datos
- El programa genera las trayectorias
- El programa también genera el código para la máquina de CN

## **Sistemas que permiten simular el resultado de un proceso de mecanizado**

- Las trayectorias pueden ser generadas manual o automáticamente
- Dos posibles formas de ver los resultados:
  - ✓ dibujo de las trayectorias seguidas
  - ✓ representación de la pieza tras el mecanizado

## **Sistemas que permiten detectar colisiones**

- Considerando la herramienta en su soporte y la pieza a mecanizar
- Considerando también la mesa, las sujecciones y los elementos del entorno

# CAM (III)

## lenguajes de alto nivel



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Fabricación Asistida por  
Computador**

### **APT: Automatically Programmed Tool**

- Creado en 1956 en el MIT
- Actualmente va por la cuarta versión
- Representa las piezas a fabricar mediante superficies tridimensionales y puntos (ni importa CAD)
- Los movimientos de la herramienta se interpolan linealmente
- La interpolación cuida de respetar las tolerancias pedidas

### **AUTOSPOT: Automatic System for Positioning Tools**

- Creado por IBM
- Restringido a dos dimensiones:
  - ✓ La herramienta se posiciona en X,Y
  - ✓ A continuación se hace el mecanizado (taladrado, torneado, etc)

### **ADAPT: Adaptation of APT**

- Creado por IBM
- Reduce las funcionalidades del APT para permitirle funcionar en pequeños ordenadores
- Operaciones 3D limitadas

### **COMPACT: Extended Subset of APT**

- Creado por Manufacturing Data Systems
- Elimina la necesidad del post-procesador

# CAM (IV)

## software comercial



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Fabricación Asistida por  
Computador**

### **NC Vision**

- Desarrollado por Computervision
- Posee un programa propio de CAD (CADD4)
- Permite elegir entre distintos métodos de mecanizado
- Biblioteca de herramientas
- Genera trayectorias en función de los parámetros de corte especificados

### **CATIA**

- Programa CAD con utilidades CAM
- Es capaz de generar trayectorias completas

### **NC Programmer**

- Basado en AUTOCAD
- El usuario debe marcar los puntos iniciales y finales de las trayectorias sobre el dibujo CAD

### **I-DEAS**

- Programa CAD con utilidades CAM
- Capaz de generar trayectorias completas
- Modelos sólidos: es capaz de detectar interferencias (colisiones)

### **PRO-ENGINEER**

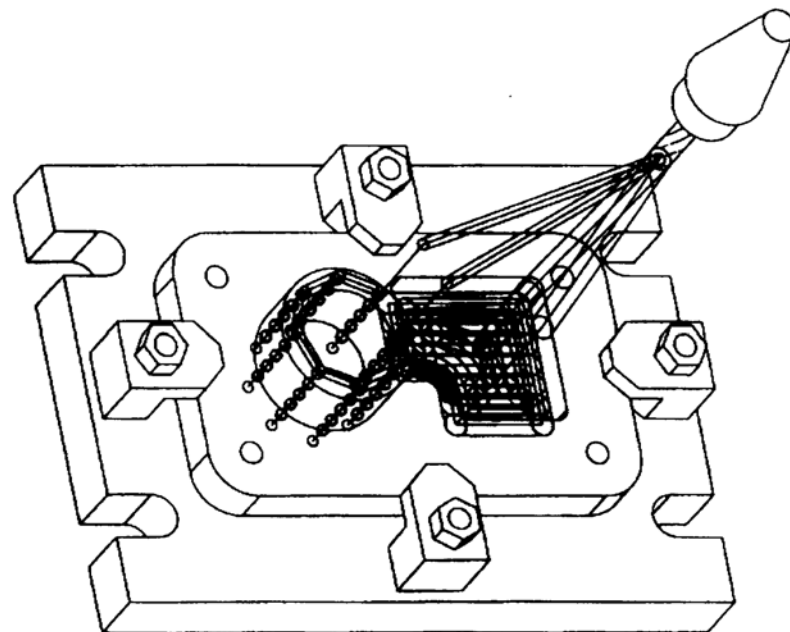
- Características similares a las de I-DEAS



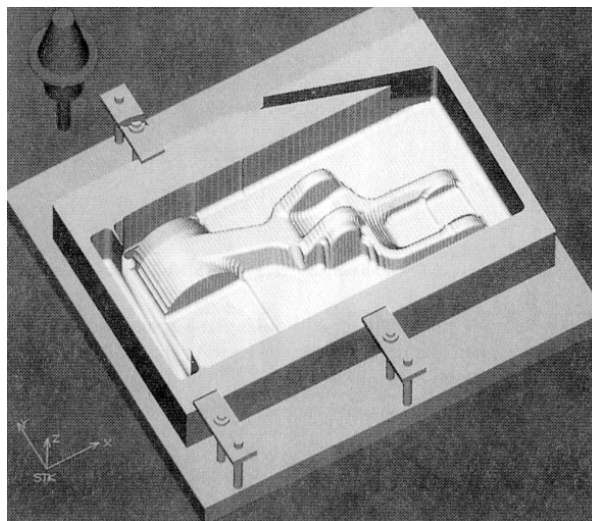
# CAM (V)

## Sistemas de simulación de mecanizado

- Disponibles en la mayor parte de los programas CAM
  - Dos posibilidades:
    - ✓ representación de las trayectorias de la herramienta
    - ✓ simulación del arranque de material
- En ningún caso se consideran las condiciones de corte



**Simulación de trayectorias**



**Simulación de arranque  
de material en  
mecanizado**

# CAE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Fabricación Asistida por  
Computador

## CAE: Datos de partida y principales análisis realizables

<b>Datos de partida</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Geometría de la pieza o del conjunto (restricciones de movimiento)</li><li>◆ Materiales empleados</li></ul>
<b>Análisis realizables</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Comportamiento frente a cargas mecánicas fijas<ul style="list-style-type: none"><li>■ Aplicación de cualquier tipo de carga puntual o distribuida</li><li>■ Obtención de tensiones en los distintos puntos de la pieza</li><li>■ Obtención de deformaciones de la pieza</li></ul></li><li>◆ Comportamiento frente a vibraciones<ul style="list-style-type: none"><li>■ Respuesta en frecuencia</li><li>■ Respuesta a choques</li><li>■ Respuesta frente a sollicitaciones aleatorias</li></ul></li><li>◆ Comportamiento frente a cargas térmicas<ul style="list-style-type: none"><li>■ Distribución de temperaturas</li><li>■ Transferencias térmicas</li></ul></li><li>◆ Análisis cinemático para mecanismos<ul style="list-style-type: none"><li>■ Permite simular comportamientos y detectar posibles colisiones</li></ul></li><li>◆ Análisis dinámico<ul style="list-style-type: none"><li>■ Herramientas más comunes: Adams, Working Model</li></ul></li></ul>



# CIM

CIM ↔ CAD/CAM.

Uso de los computadores en:

- Diseño de la producción
- Planificación de la producción
- Control de las operaciones





## EJEMPLO SISTEMA CAD/CAM: I-DEAS generalidades

I-DEAS: paquete integrado de herramientas de ingeniería mecánica.

- Objetivo: posibilitar la ingeniería concurrente en el diseño y análisis de productos
- Estructuración: en base a un conjunto de aplicaciones

### **El modelador**

Sistema de diseño 3D paramétrico

Capacidad de utilizar tanto sólidos como superficies

Es la base del resto de aplicaciones de I-DEAS

### **La aplicación de diseño**

Trabaja sobre las geometrías definidas mediante el modelador

Posibilidades:

Creación de conjuntos (ensamblajes)

Vaciados (carcasas)

Doblados de metal

Análisis de mecanismos

# EJEMPLO SISTEMA CAD/CAM: I-DEAS

## generalidades



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Fabricación Asistida por  
Computador**

### La aplicación de dibujo

Permite generar planos en papel

Dibuja automáticamente vistas, secciones, acotaciones, perspectivas, etc.

### Simulación y test

Frecuencias propias, modos de vibración, etc.

Análisis de estático de esfuerzos-desplazamientos

Análisis de fatiga

Análisis dinámico para el caso de fuerzas que varían rápidamente

Análisis no-lineales para deflexiones grandes

En todos los casos es posible relacionar la variación del comportamiento en función de los parámetros de diseño: optimización

### CAM

Generación de trayectorias para la herramienta

Evaluación de la complejidad de fabricación

### Otras aplicaciones

Cálculos térmicos por conducción y convección

Creación de moldes

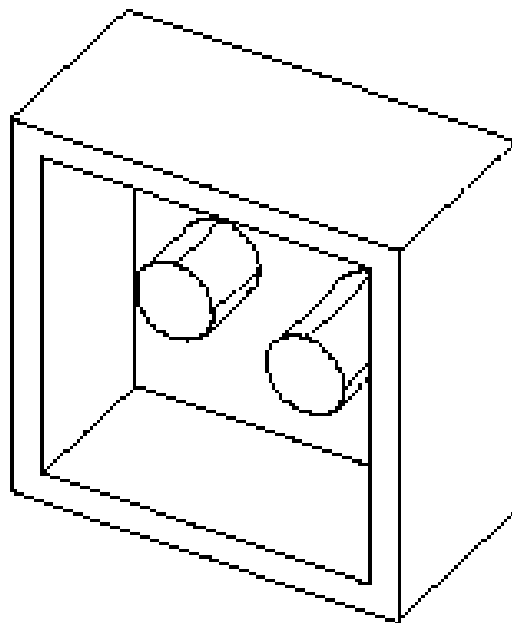
Simulación de procesos de inyección de plásticos, etc.





## EJEMPLO SISTEMA CAD/CAM: I-DEAS fresado de una pieza simple

### Punto de partida: diseño CAD de la pieza a mecanizar

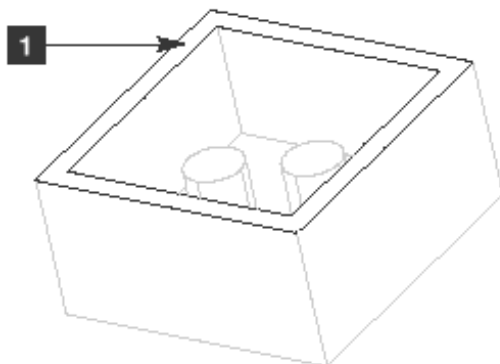


- Supondremos que partimos de un bloque macizo rectangular
- Deseamos realizar los siguientes procesos:
  - ✓ Planear el borde superior (se considera que el bloque de partida tiene una cierta sobremedida)
  - ✓ Realizar el vaciado conservando los dos pivotes (ojo a las distintas alturas de ambos)



## EJEMPLO SISTEMA CAD/CAM: I-DEAS fresado de una pieza simple

### Primera operación: rectificado del borde superior



#### Datos a especificar:

- tipo de operación: fresado
- ✓ estilo de fresado: planeado
- superficie a mecanizar (sobre el plano)
- exceso de material (medida bloque partida)
- datos herramienta
- velocidades mecanizado
- forma de entrada de la herramienta: **periférica**

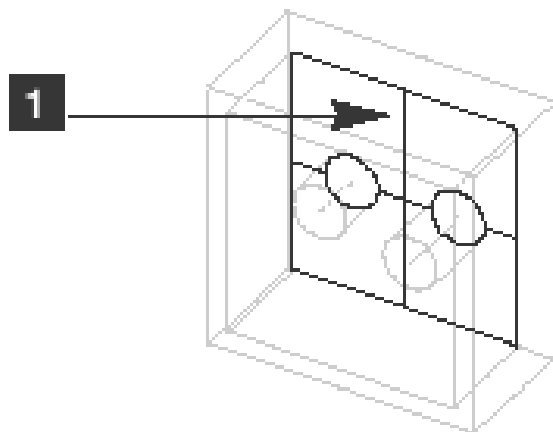
resultado





## EJEMPLO SISTEMA CAD/CAM: I-DEAS fresado de una pieza simple

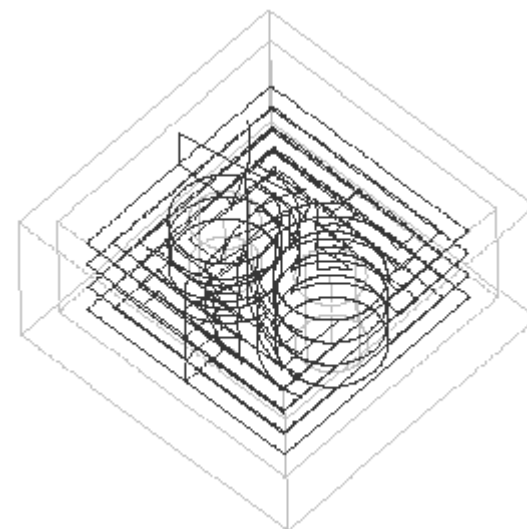
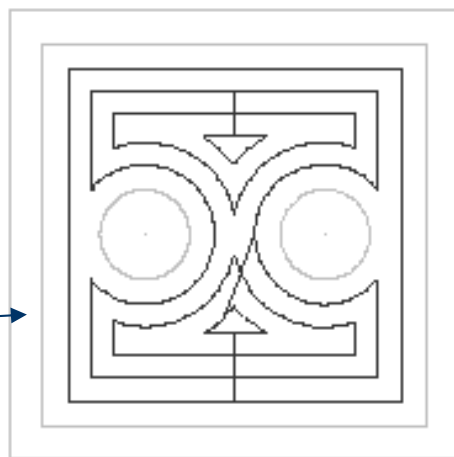
### Segunda operación: vaciado de la pieza (respetando los pivotes)



#### Datos a especificar:

- tipo de operación: fresado
- ✓ estilo de fresado: planeado
- superficie a mecanizar (sobre el plano)
- exceso de material (ya conocido)
- datos herramienta
- velocidades mecanizado
- forma de entrada de la herramienta: **axial**

resultado

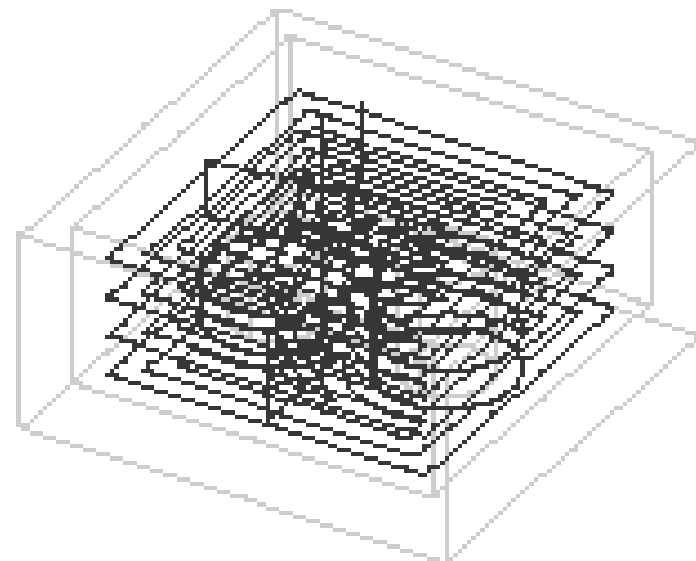
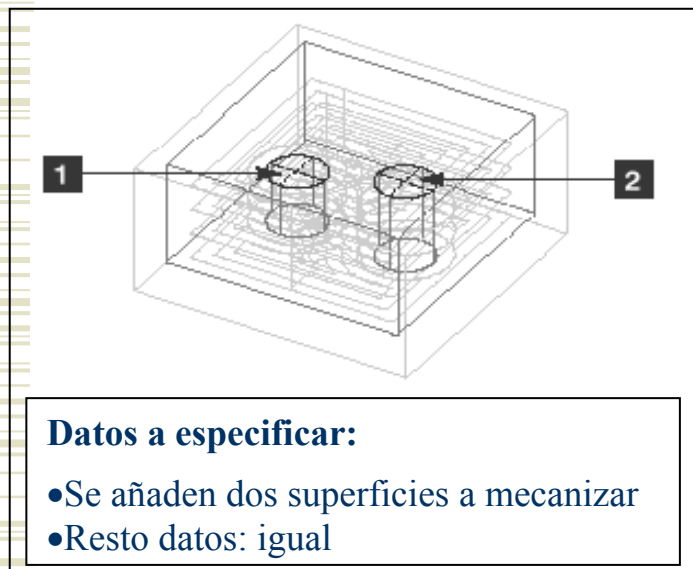




# EJEMPLO SISTEMA CAD/CAM: I-DEAS

## fresado de una pieza simple

### Segunda operación modificada: vaciado de la pieza y planeado de los pivotes



resultado

