

# Diagnóstico de las necesidades de las Pymes del sector del plástico en la ciudad de Barranquilla relacionado con el diseño de moldes

Armando Elías Robledo Acosta\*, José Ángel Quintero Arango y Jorge Eliécer Brito Asiachoque\*\*

\*Ingeniero Mecánico, Profesor de tiempo completo, Universidad Autónoma del Caribe.  
Grupo de investigación interinstitucional en Ingeniería Mecánica GIIMA. armando.robledo25@uautonoma.edu.co  
\*\* Semilleros de Investigación, Universidad Autónoma del Caribe.

## RESUMEN

El estudio se iniciará con un análisis estadístico con la base de datos de las PYMES del sector del plástico registradas en la cámara de comercio Barraquilla, para determinar la muestra representativa. Luego se diseñará un instrumento que nos permita establecer cuáles son las necesidades más críticas que tiene el sector del plástico de Barraquilla en relación con el diseño de moldes de inyección para aplicarlo a la muestra seleccionada. Con estos resultados dar recomendaciones a las empresas del sector del plástico en lo relacionado al diseño, mantenimiento y estándares de calidad de los moldes de inyección del plástico.

**Palabras clave:** Ingeniería concurrente; diagnóstico; Muestra representativa; diseño de moldes, Pymes.

## ABSTRACT

The study will begin with a statistical analysis with the data base of the PYMES of the registered sector of the plastic in the Chamber of Commerce Barraquilla, to determine the representative sample. Soon an instrument will be designed that allows us to establish which are the necessities more critics than it has the sector of the plastic of Barraquilla in relation to the design of injection molds to apply it to the selected sample. With these results of giving recommendations to the companies of the sector of the plastic in the related thing to the design, maintenance and standards of quality of the molds of injection of the plastic.

**Keywords:** Concurrent engineering; I diagnose; Representative sample; design of molds, Pymes

## INTRODUCCIÓN

Este estudio tiene el propósito de diagnosticar las necesidades actuales de los problemas de diseño, de los moldes de inyección de las Pymes del sector del plástico en la ciudad de Barranquilla. Como un punto de inicio para aplicar las teorías de la Ingeniería Concurrente en el desarrollo de dichos productos.

Para realizar esta investigación se solicitó a la Cámara de Comercio de la ciudad de Barranquilla la base de datos de las Pymes del sector del plástico, para luego

establecer cuáles de éstas tenían como proceso productivo la inyección de plástico y así tomar la muestra representativa utilizando la ecuación expuesta por Scheafer en su libro *Elementos de muestreo*. El siguiente paso consistió en realizar la herramienta tipo encuesta, aplicarla para así establecer los problemas de diseño y formular conclusiones y recomendaciones.

El estudio es de carácter descriptivo, porque se analizaron las necesidades que tiene este sector industrial en la ciudad de Barranquilla. La recolección de la información se realizó mediante entrevistas y diálogos

practicados a operarios y supervisores del área de inyección. Este proyecto se utilizará como insumo para iniciar un estudio del diseño de moldes de inyección de plásticos bajo un enfoque basado en la Ingeniería Concurrente.

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La cadena productiva del plástico es uno de los sectores que más participa en el PIB (producto interno bruto) de la región caribe colombiana, como lo comprueba el hecho de que el gobierno Colombiano haya decidido desarrollar en el sector de petroquímico dos macros proyectos estratégicos como son la “Ampliación de la refinería de Cartagena y el desarrollo de un Complejo Petroquímico de olefinas y polietilenos ubicados en la costa caribe colombiana”<sup>1</sup>. Esto obliga a las universidades de la región a estudiar e investigar en temas relacionados con el desarrollo de productos plásticos y dar apoyo a las Pymes del sector.

Por lo expuesto en el ítem anterior, el presente trabajo analiza el sector dedicado a la fabricación de moldes de inyección para polímeros con el objetivo de determinar sus fortalezas y oportunidad de mejoramiento dentro de su línea de trabajo especialmente las áreas de diseño, materia prima y calidad. Cabe resaltar además que las Pymes del sector del plástico en la ciudad no manejan la suficiente información de los parámetros de diseño de moldes de inyección teniendo mayoría la necesidad de importarlos, lo que no garantiza la calidad de los productos.

### INGENIERÍA CONCURRENTE IC

La ingeniería concurrente (IC) se entiende extensamente en muchas industrias, como un término común para desarrollar nuevos productos cruzando e integrando funciones en los equipos de trabajo; implica intervenir desde el inicio en todas las funciones de la empresa que contribuyen al desarrollo de un producto y al traslape de actividades hasta ahora secuenciales.

La idea original y la mayoría de las definiciones importantes de la IC fueron proporcionadas por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzadas de la Defensa (Darpa) de EEUU en 1982. En 1986 el Instituto para el Análisis de la Defensa (IDA) en su informe R-338 (Zamanillo y otros, 1988), definió la Ingeniería Concurrente como sigue: La “ingeniería concurrente es un acercamiento sistemático al diseño concurrente integrado de productos y de sus procesos relacionados incluyendo la fabricación y el apoyo. Este acercamiento se piensa para encauzar y detectar inconvenientes, desde el principio, para considerar todos los elementos de la vida del concepto del producto con toda la 1 Plan maestro de desarrollo de la refinería de Cartagena. Ecope-rol 2005.

disposición incluyendo calidad, costo, tiempo y la exigencia del consumidor”.

### Objetivo de La IC

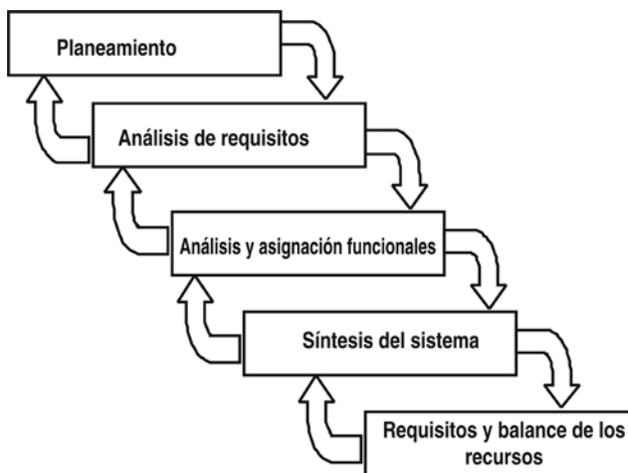
Reducir el tiempo de puesta en mercado, a través de la integración de todas las actividades a desarrollar dentro del ciclo de vida de un producto, desde su fase de definición hasta su reciclado o reutilización, teniendo disminución y mejor control de costos y procesos, maximizar la calidad y el posicionamiento en los mercados (José Ríos y otros).

### Actividades de la IC

Son actividades a realizar de la IC las siguientes (Jack Michaels y otros):

- ✓ Planeamiento. Explicar el alcance y la profundidad de las tareas que abarcan el proceso del IC, entradas al proceso y las salidas del proceso.
- ✓ Análisis de requisitos. Definir, derivar y refinar los requisitos de funcionamiento (es decir, qué hace el producto a desarrollar y qué bien lo hace).
- ✓ Análisis y asignación funcionales. Derivar y refinar los requisitos funcionales de nivel inferior (es decir, qué necesidades cumple el producto a desarrollar y qué bien lo hace desde un nivel inferior).
- ✓ Síntesis del sistema. Definir y refinar las alternativas del desarrollo del producto y la selección a la solución preferida.
- ✓ Requisitos y balance de los recursos. Balance de requisitos y recursos disponibles para satisfacer requerimientos de los estudios, el análisis de la eficacia, los riesgos comerciales del gravamen y el progreso del desarrollo del proceso de la IC.

Figura 1: Actividades de la IC.



### DIAGNÓSTICO

Quienes desarrollan los detalles del producto, deben

interactuar directamente con los clientes por medio de la experiencia de ambiente de uso de producto. El proceso de identificación de las necesidades del cliente es una parte integral del proceso de desarrollo de proceso del producto.

El proceso de desarrollo del concepto que ilustra la figura 2, implica una relación entre las necesidades del cliente y las especificaciones del producto.

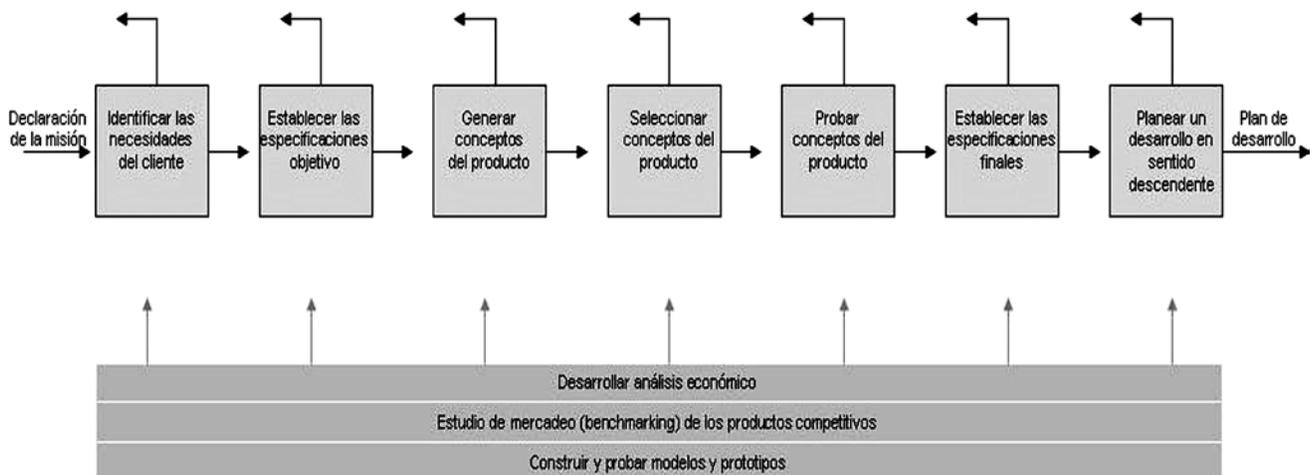
“Las necesidades son independientes de cualquier producto particular que se pudiera desarrollar como son específicas en cuento al concepto elegido Un equipo debe tener la capacidad de identificar las necesidades del cliente, sin conocer si se abordaran esas necesidades. Las especificaciones dependen del concepto

seleccionado, para el producto elegido, dependerán de sí son técnicas o económicamente factibles”<sup>2</sup>.

La identificación de las necesidades del cliente es un proceso para el cual se presenta un método de cinco etapas (Kart Ulrich y otros):

- ✓ Recopilar datos sin procesar de los cliente.
- ✓ Interpretar los datos sin procesar en términos de las necesidades del clientes.
- ✓ Organizar las necesidades en una jerarquía de necesidades primarias, secundarias y hasta terciarias, si es necesario.
- ✓ Establecer la importancia relativa de las necesidades.
- ✓ Reflejarla en los resultados y en el proceso.

**Figura 2 .** La actividad de enfoque de las necesidades del cliente en relación con otras actividades de desarrollo de concepto.



Las necesidades del cliente deberán expresar en términos de lo que el producto tiene que hacer, no términos de cómo debería ser implementado el producto. Adherirse a este principio confiere al equipo de desarrollo una mayor flexibilidad para generar soluciones en los conceptos del producto.

Los beneficios claves de este método son: Asegurar que los moldes por inyección estén enfocados en las necesidades del cliente y que no se haya olvidado ninguna necesidad fundamental; desarrollar un claro entendimiento entre los elementos del equipo de desarrollo según las necesidades de los clientes en el mercado objetivo; generar una base de hechos que se utilizarán para generar conceptos, seleccionar un concepto de los moldes por inyección y establecer las especificaciones y crear un registro de la fase de necesidades del proceso de desarrollo.

### El arte de obtener datos de las necesidades del cliente

La técnica más común es la entrevista de los usuarios finales. El enfoque básico es ser receptivos a la información que proporcionen los clientes, la meta es obtener una expresión honesta de las necesidades. En la mayoría de los casos, las interacciones con los clientes será verbal; los entrevistadores hacen preguntas y el cliente responde. Es muy valioso tener una guía de entrevistas preparada para estructurar este diálogo.

### Población y muestra

El universo son las Pymes del sector del plástico registradas en la Cámara de Comercio de Barranquilla: 99 empresas, de las cuáles 27 empresas utilizan el moldeo

<sup>2</sup> ULRICH Kart, Eppinger Steven. *Diseño y desarrollo de productos*. McGraw Hill. 3ª edición. México 2004.

por inyección, constituyendo estas últimas el universo de estudio.

### DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Una vez organizadas las bases de datos, se procedió a utilizar un modelo estadístico para población finita, que permitió trabajar con margen de error mínimo.

En este caso, el tamaño de la población fue de 27 empresas, escogidas mediante base de datos suministrada por la Cámara de Comercio de la ciudad de Barranquilla la cual contiene 99 empresas dedicadas a la producción del plástico en sus diferentes formas de las cuales solo tomamos para nuestro estudio las 27 empresas que trabajan con el proceso de moldeo por inyección y las empresa fabricantes de moldes para dicho proceso.

Se Trabajó con fórmula de Scheafer para la estimación de una proporción poblacional<sup>3</sup> de tamaño de muestra para estimar P con un límite para el error de estimación:

N=27  
 P=0.7  
 q=0.01  
 D=0.000625

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D + pq}$$

Donde:

$$q = 1-p \quad y \quad D = \frac{B^2}{4}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población
- p = Promedio de los valores 0 y 1 de la población
- q = Margen de error
- B = Error de estimación

$$n = \frac{27(0.7)(0.01)}{(27-1)0.0000625 + (0.7)(0.01)} = 7.91$$

Las empresas seleccionadas son ocho y se tendrían en cuenta empresas que fabrican moldes y empresas que son usuarias de moldes (ver tabla 1).

**Tabla N° 1.** Empresas seleccionadas para el diagnóstico.

Lista de empresas seleccionadas para estudio del proyecto				
Item	Nombre	Dirección	Categoría	Teléfono
1	PET DEL CARIBE S.A	Vía 40 #70-134	ESTABLECIMIENTO	3493185
2	INDUSTRIAS TECNOPLAS DE COLOMBIA S.A.	Vía 40 #70-62	ESTABLECIMIENTO	3440422
3	ANALISIS Y SOLUCIONES LTDA.	Calle 76 # 65-35	ESTABLECIMIENTO	3660420
4	INDUSTRIAS PLASTICAS DE BARRANQUILLA LTDA.	Calle 37 # 33-45	ESTABLECIMIENTO	3798473
5	TECNOMOLDES LTDA.	Calle 44 # 45-235	ESTABLECIMIENTO	3797347
6	PLASTICOS COHEN	Calle 39 #46-53	ESTABLECIMIENTO	3781740
7	PRIXMAPLAST LTDA.	Cra. 51 # 46-73 L1	ESTABLECIMIENTO	3492990

### DISEÑO DEL INSTRUMENTO

El instrumento desarrollado en forma de encuesta con preguntas cerradas si-no (dicotómicas) toma como factores de analisis el diseño, calidad y mantenimiento desarrollado en las empresas para el diseño y desarrollo de sus productos plásticos.

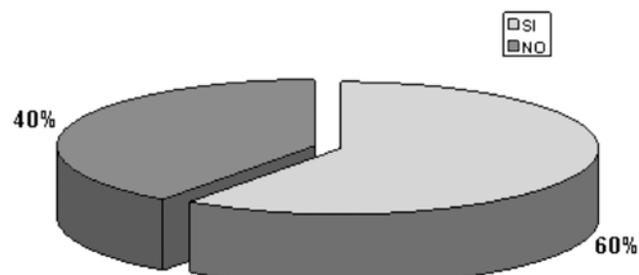
El objeto principal es determinar si las Pymes del sector del plástico de la ciudad de Barranquilla aplican metodologías de diseño, desarrollan programas de mejoramiento basados en la norma ISO 9000, tienen estandarizados y desarrollan programas de mantenimiento preventivo, etc.

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### Con respecto al diseño de moldes

✓ De las empresas que utilizan moldes para su producción en Colombia el 60% lo compra en el país, mientras que el 40% restante lo compra en el exterior. Aunque son más costosos los moldes importados, ofrecen más garantías que los fabricados en Colombia. (Ver figura 3)

**Figura 3.** ¿Los moldes utilizados por esta empresa son moldes realizados en el país?



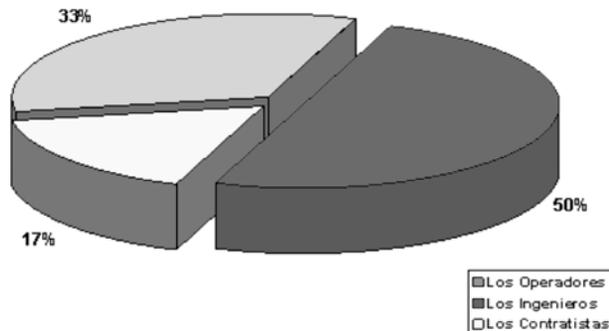
✓ De las empresas que compran los moldes solo el 60% de estas tienen parámetros establecidos y definidos para recibir los moldes que han sido comprados. El 40% restante no tiene documentando ningún parámetro. De las empresas dedicadas al diseño y fabricación de moldes, el 29% posee un departamento de diseño, de las cuales el 50% de esta labor la hacen los

<sup>3</sup> Scheafer-Mendenhall-Ott. Elementos de muestreo. pag. 59

ingenieros y diseñadores; el 33% deja esta labor a los operadores y un 17% a personal externo a la empresa (ver figura 4). Además de estas, solo el 43% cuentan con un software de diseño especializado y únicamente el 29% lo actualizan anualmente.

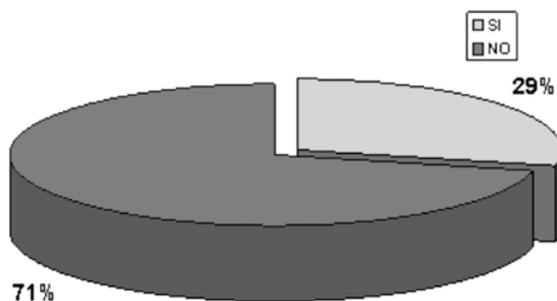
**Figura 4:** ¿Quién (nes) son las personas encargadas del diseño de los moldes dentro de esta empresa?

- Los operadores de la maquinas
- Los ingenieros
- Personal externo a la empresa (contratistas)



✓ Las empresas que no poseen departamento de diseño delegan estas funciones de diseño y construcción de los moldes a los operarios o a personal externo a la empresa (contratistas). El 29% de las empresas fabricantes de moldes tiene su proceso de fabricación automatizado (ver figura 5), el 100% de las empresas desconocen la existencia de empresas dedicadas al asesoramiento en el diseño y fabricación de moldes. En cuanto a materiales El 100% de las empresas compran los insumos para la fabricación de los moldes en Colombia y para la fabricación de sus productos plásticos.

**Figura 5:** ¿El proceso de fabricación de los moldes es automatizado?

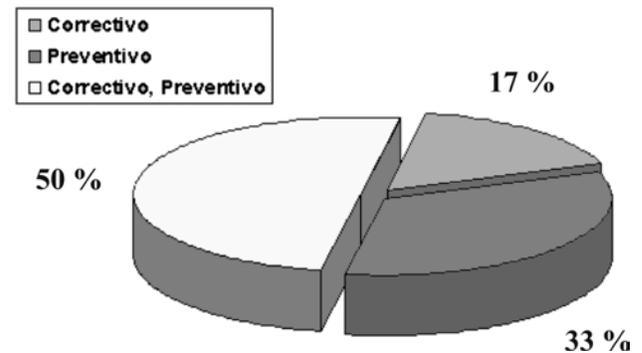


**Con respecto al mantenimiento**

✓ Dentro de las empresas utilizadoras y fabricantes de moldes, el 50% de estas le realizan mantenimiento a sus moldes (preventivo y correctivo), seguidas de 33% de las empresas que solo realizan mantenimiento (preventivo) cerrando con 17% de las empresas que solo

realizan a sus moldes mantenimiento (correctivo). Actualmente el 43% de las empresas esta desarrollando algún proyecto de mejoras en el mantenimiento de los moldes, el 57% restante de las empresas no. Solo 29% de las empresas posee un documento que contiene los posibles modos de fallas de los molde. El 71% de las empresas está utilizando maquinaria recientemente nueva para la producción de moldes como para la producción de los plásticos, contra un 29% que está utilizando máquinas con varios años de uso.

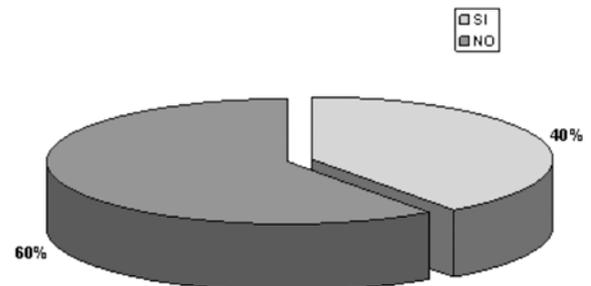
**Figura 6:** ¿Se les realiza mantenimiento a los moldes?



**Respecto a procesos de calidad**

✓ El 60% de las empresas transformadoras del plástico por el proceso de moldes por inyección no cuentan con un departamento de calidad, mientras el 40% restante posee estándares de calidad y departamento de calidad bien definidos bajo la norma ISO 9000 (ver figura 7).

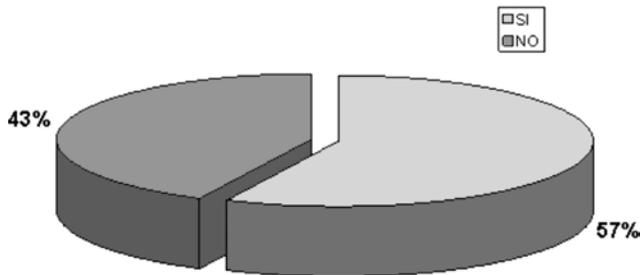
**Figura 7:** ¿Hay un departamento de control de calidad?



✓ Solo el 14% de las empresas está exportando actualmente y el 86% restante dice no tener una alta calidad para poder llevar sus productos al mercado extranjero. Aunque ese mismo grupo de empresas se encuentra desarrollando proyectos de mejoras continuas en sus procesos. El 57% afirma que sus productos son competitivos a nivel nacional, y el 43% restante dice que sus productos solo son competitivos en la Costa Atlántica. El 57% de las empresas no invierten en capacitaciones para sus operarios en cuanto a las nuevas tecnologías del mercado ni en retroalimentaciones de los procesos. Frente a un 43% que lo realizan con baja frecuencia. Solamente el 57% de las empresas tienen sus

procesos de fabricación estandarizados mientras un 43% de las empresas aún esta en proceso de estandarizar de los procedimientos de fabricación.(ver figura 8)

**Figura 8:** ¿Todos los procesos de fabricación están estandarizados?



### CONCLUSIONES:

- Las Pymes del sector del plástico en la ciudad de Barranquilla deben iniciar mejoras en las áreas de diseño, calidad y mantenimiento. Una buena opción podría ser aplicar las metodología de la Ingeniería Concurrente, puesto que garantizan satisfacción de los clientes tanto externos como internos, logrando disminuir los tiempos de desarrollo y diseño de productos, además permite un ambiente de trabajo agradable y colaborativo dentro de la empresa y el precio del producto disminuye.
- El método de trabajo basado en I.C. dispone que el moldista participe en el diseño de la pieza desde las primeras etapas a fin de contemplar desde un primer momento su conocimiento sobre la fabricabilidad de la misma, de esta forma se disminuye la posibilidad de modificaciones posteriores, con las consiguientes mejoras de diseño y reducción de tiempo.
- Con la conformación de los equipos de trabajo cruz-funcionales muchas actividades en el desarrollo del producto se pueden realizar en paralelo como son la ingeniería de producto y la ingeniería

de producción y el personal de la empresa se involucra en el proceso de desarrollo del producto.

- Uno de los pilares para un buen desarrollo de la Ingeniería Concurrente es la aplicación y control de normas y la estandarización de piezas, por lo cual se sugiere a las Pymes aplicar planes de mejoramiento continuo basados en la norma ISO 9000 e implementación de planes y programas de mantenimiento preventivo.
- La Ingeniería Concurrente se apalanca en las ventajas que proporciona las modernas tecnologías informáticas, creando un entorno en el que las diferentes aplicaciones CAD/CAM/CAE puedan interaccionar y cooperar para obtener un buen diseño. Las Pymes del sector del plástico tienen que apropiarse de estas tecnologías que pueden permitir la comunicación entre sistemas CAD-CAE-CAM para realizar las actividades de diseño, planificación de operaciones y generación de programas de CN en un entorno de diseño y fabricación de moldes.

### BIBLIOGRAFÍA:

- MICHAEL Jack, Younker Del. Value engineering in the TQM environment. Save proceedings, 1994.
- RÍOS José, Vizán Antonio, Pérez Jesús M<sup>a</sup>, Márquez Juan, Barreiro Joaquín, Labarga Julio, Pastor Xavier, Montano Miquel. *Ingeniería concurrente en el diseño de moldes de inyección*. Universidad Politécnica de Madrid.
- SCHEAFER-MENDENHALL-OTT. *Elementos de muestreo*.
- ULRICH Kart, Eppinger Steven. *Diseño y desarrollo de productos*. McGraw Hill. 3ª edición. México 2004
- ZAMANILLO, José Domingo; García Manrique Juan Antonio. *Integración del diseño y la fabricación*. Editorial UPV. 2004.