



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA NAVAL**

**VISION GENERAL SOBRE LA UTILIZACION
DE SISTEMAS ASISTIDOS POR COMPUTADOR
EN LA INDUSTRIA NAVAL**

*Trabajo presentado para optar al Título
de: Ingeniero Naval*

Mención: Arquitectura Naval

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. RICHARD LUCO SALMAN

**JOSE RAUL ZUÑIGA URRUTIA
2005**

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de **Ingeniero Naval**, mención **Arquitectura Naval**.

EXAMEN DE TITULO:

Nota de Presentación	(Ponderada) (1)	: 4,176
Nota de Examen	(Ponderada) (2)	: 1,200
Nota Final de Titulación	(1 + 2)	: 5,38

COMISION EXAMINADORA:

PROF. FREDY RIOS M

DECANO



[Signature]
FIRMA

PROF. CARLOS SANGUINETTI V.

EXAMINADOR

[Signature]
FIRMA

PROF. NESTOR BARRIENTOS D.

EXAMINADOR

[Signature]
FIRMA

PROF. HECTOR LEGUIE L.

EXAMINADOR

[Signature]
FIRMA

PROF. MILTON LEMARIE D.

SECRETARIO ACADEMICO

[Signature]
FIRMA

Valdivia, MARZO 24 DE 2006

- Nota de Presentación = $NC/NA * 0,6 + \text{Nota de Tesis} * 0,2$
- Nota Final = $\text{Nota de Presentación} + \text{Nota Examen} * 0,2$
- NC = Sumatoria Notas de Currículo, sin Tesis
- NA = Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida Práctica Profesional.

RESUMEN

El presente escrito, describe el uso cooperativo de herramientas computacionales de diseño y fabricación en la Industria, como necesidad de mejorar la calidad, disminuir costos y acortar tiempos de producción, aprovechando la sinergia entre los métodos CAD, CAE, CAM y CIM.

Igualmente, se entregan datos relacionados al proceso denominado **CICLO DE UN PRODUCTO**, donde se ven en forma detallada las etapas que comprende la creación y fabricación de cualquier idea o proyecto y también las herramientas computacionales requeridas.

Ya en el término del documento se dedica un comentario más profundo a la evolución de la Construcción Naval y generalización de los procedimientos CAD, CAE, CAM como apoyo fundamental de creación y construcción de artefactos navales.

ABSTRACT

The following text, describes the cooperative use of computer design tools and production in the industry as a necessity to improve the quality, to diminish costs and to shorten productions time, taking advantage of the synergy among CAD, CAE, CAM and CIM methods.

Equally, the data is handed over to the process named **CYCLED OF A PRODUCT**, where you see in detail the stages that make up the development and production of any idea our project and also the required tools.

Near the end of the document comments are devoted to the evolution of Naval Construction and generalization of the procedures CAD, CAE and CAM like fundamental support of creation and construction of naval pieces.

INDICE

RESUMEN	.....	i
ABSTRACT	.....	ii
INTRODUCCION	.....	1
1. INGENIERIA Y COMPUTACION	.....	2
1.1 CAD (Computer Aided Design)	.....	2
1.2 CAE (Computer Aided Engineering)	.....	5
1.3 CAM (Computer Aided Manufacturing)	.....	7
1.3.1 Interfaz Directa	.....	7
1.3.2 Interfaz Indirecta	.....	8
1.3.3 Principales aspectos de Control Numérico	.....	8
1.4 CIM (Computer Integrated Manufacturing)	.....	21
2. CICLO DE FABRICACION DE UN PRODUCTO	.....	22
2.1 Herramientas CAD para el proceso de Diseño	.....	25
2.2 Herramientas CAM para el proceso de Fabricación	.....	25
3. DESARROLLO HISTORICO DE LOS METODOS COMPUTACIONALES		26
4. COMPONENTES DE UN SISTEMA ASISTIDO POR COMPUTADOR		28
5. APLICACION INFORMATICA INDUSTRIAL	.....	30
6. SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS GENERALES	.....	32
7. UTILIZACION DE SISTEMAS INFORMATICOS EN LA CONSTRUCCION NAVAL CONTEMPORANEA		34
8. INFORMACION ESTRUCTURAL DE BUQUES	.....	37
9. CONCLUSIONES	.....	43
10. BIBLIOGRAFIA	.....	44

INTRODUCCION

En el comienzo, se aborda la relación que han logrado las herramientas computacionales para el diseño y manufactura de un Producto, demostrando la real magnitud que poseen actualmente los sistemas computacionales, tanto Software como hardware. También, se pronuncia sobre el ciclo de fabricación de un producto, las necesidades y herramientas que se desarrollan en un entorno Industrial.

La evolución e historia de las técnicas computacionales se pueden encontrar en el tema 3. A continuación se explican los distintos elementos que son necesarios para un buen uso y comprensión de los métodos y técnicas informáticas, señalando la importancia del conocimiento de estas técnicas y así comprender los diferentes módulos de trabajo que existen. Casi al termino del documento veremos en que etapa se encuentra el uso de sistemas asistidos por computador y explicar el ¿por qué? las industrias se acogen a esta tecnología.

En el tema 7 se realiza un comentario dedicado a la evolución tecnológica y adelantos en los procedimientos CAD, CAE, CAM en la Construcción Naval, terminando en un ejemplo sencillo relacionado con identificación de piezas de un bloque estructural de un Buque, creadas en software de Módulos de Ingeniería, consiguiendo mayor información relacionada a la construcción, en un solo conjunto.

1. INGENIERIA Y COMPUTACION

El Diseño y la fabricación asistido por computador es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en la creación y construcción de cualquier tipo de producto. Esta disciplina se ha convertido en un requisito indispensable para todas las industrias buscando la necesidad de mejorar la calidad, disminuir los costos y acortar los tiempos de diseño y producción.

La única alternativa para conseguir este triple objetivo es la de utilizar la potencia de las herramientas informáticas actuales e integrar todos los procesos de fabricación.

El uso cooperativo de herramientas computacionales de diseño y de fabricación ha dado lugar a la aparición de una nueva tecnología denominada 'Fabricación Integrada por Ordenador' e incluso se habla de 'Gestión Integrada por Ordenador' como el último escalón de automatización hacia el que todas las empresas deben orientar sus esfuerzos. Esta tecnología consiste en la gestión integral de todas las actividades y procesos desarrollados dentro de una empresa mediante un sistema informático. Para llegar a este escalón sería necesario integrar, además de los procesos de diseño, análisis y fabricación, los procesos administrativos y de gestión de la empresa.

Al realizar una descripción de los sistemas asistidos por computador, se requiere establecer definiciones básicas referidas a estas tecnologías, debido a que con el desarrollo de estos han ido apareciendo siglas o acrónimos que es necesario entender e incorporar en el lenguaje diario.

1.1 CAD es el acrónimo de "Computer Aided Design" o diseño asistido por computador. Se trata de la tecnología implicada en el uso de ordenadores para realizar tareas de creación, modificación, análisis y optimización de un diseño.

De esta forma, cualquier aplicación que incluya una interfaz gráfica y realice alguna tarea de ingeniería se considera software de CAD. Las herramientas de CAD abarcan desde herramientas de modelado geométrico hasta aplicaciones a medida para el análisis u optimización de un producto específico.

En la primera fase de desarrollo de un producto el uso de la herramienta gráfica tiene un énfasis fundamental de modelación y concepción de formas, por lo que al seleccionar un sistema CAD se debe tener especial preocupación de que el sistema posibilite una tarea fluida en el inicio y sea compatible en las etapas seguidas en el proceso de producción.

Al examinar las aplicaciones gráficas, desde la perspectiva de ser un nexo de comunicación entre las etapas de concepción, análisis y manufactura, surgen otras exigencias que es importante tener presente al seleccionar un sistema CAD, como es ofrecer una arquitectura abierta y transparente que permita la necesaria integración con las otras funciones complementarias presentes en el proceso tales como: análisis de Ingeniería, planificación de la producción, manufactura y procesos de fabricación, control de calidad, inventarios de materiales y otros según la industria que se analice.

La geometría de un objeto se usa en etapas posteriores en las que se realizan tareas de ingeniería y fabricación. De esta forma se habla también de Ingeniería asistida por Ordenador para referirse a las tareas de análisis, evaluación, simulación y optimización desarrolladas a lo largo del ciclo de vida del producto.

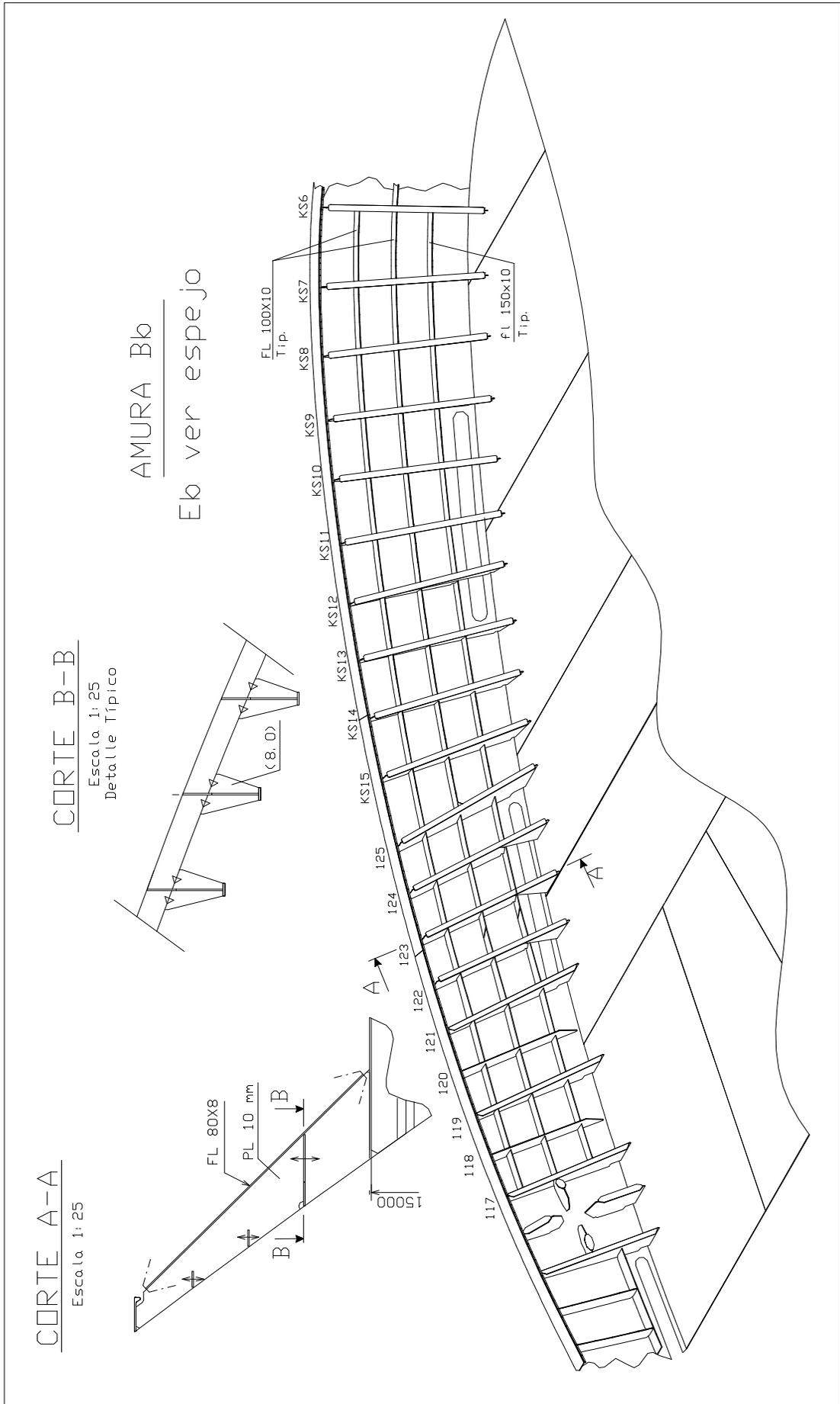


Fig. 1 Modelo geométrico tridimensional (Amura de un Barco)

1.2 CAE se entiende como Ingeniería Asistida por Ordenador o “Computer Aided Engineering” tecnología que se ocupa del uso de sistemas informáticos para analizar la geometría generada por las aplicaciones de CAD, permitiendo al diseñador simular y estudiar el comportamiento del producto para refinar y optimizar dicho diseño. Existen herramientas para un amplio rango de análisis.

Los programas de cinemática, por ejemplo, pueden usarse para determinar trayectorias de movimiento y velocidades de ensamblado de mecanismos.

El método de análisis por ordenador más ampliamente usado en ingeniería es el método de elementos finitos o FEM (Finite Element Method).

Se utiliza para determinar tensiones, deformaciones, transmisión de calor, distribución de campos magnéticos, flujo de fluidos y cualquier otro problema de campos continuos que serían prácticamente imposibles de resolver utilizando otros métodos.

En este método, la estructura se representa por un modelo de análisis constituido de elementos interconectados que dividen el problema en elementos manejables por el computador. Como se ha mencionado anteriormente, el método de elementos finitos no requiere más que un modelo abstracto de descomposición espacial de la propia geometría del diseño. Dicho modelo se obtiene eliminando los detalles innecesarios de dicha geometría o reduciendo el número de dimensiones. Por ejemplo, un objeto tridimensional de poco espesor se puede convertir en un objeto bidimensional cuando se hace la conversión al modelo de análisis. Por tanto, es necesario generar dicho modelo abstracto de forma interactiva o automática para poder aplicar el método de elementos finitos.

Una vez creado dicho modelo, se genera la malla de elementos finitos para poder aplicar el método.

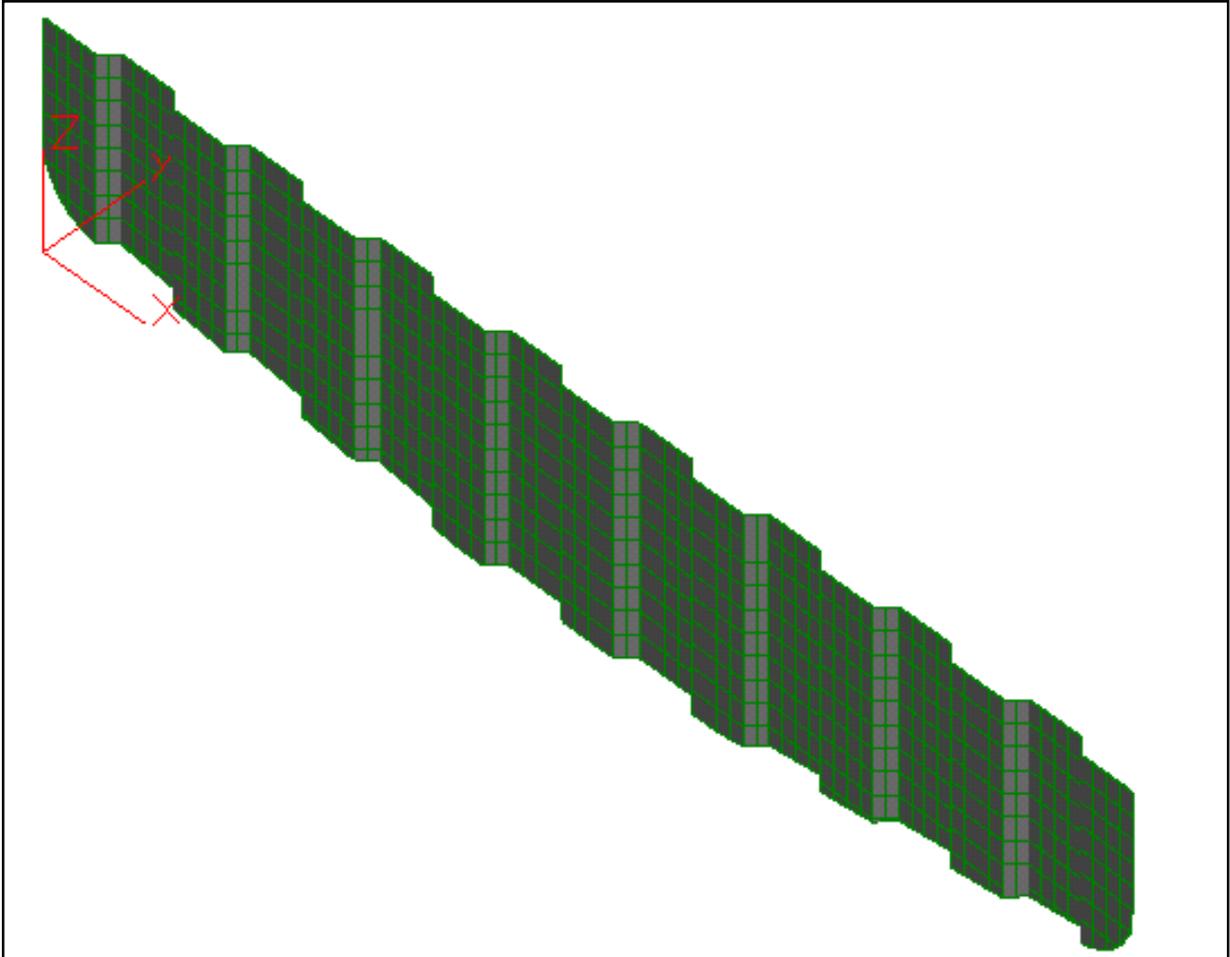


Fig. 2 Modelo geométrico tridimensional (Mamparo Corrugado) creado para análisis tensional y de deformaciones. Se observa entonces la estrecha relación que existe entre CAD y CAE.

Al software que se encarga de generar el modelo abstracto y la malla de elementos finitos se le denomina pre-procesador. Después de realizar el análisis de cada elemento, el ordenador ensambla los resultados y los visualiza mostrándolos en distinto color o formas, según sean los resultados. Las herramientas que realizan este tipo de visualización se denominan post-procesadores.

Se están realizando investigaciones para determinar automáticamente la forma de un diseño, integrando el análisis y la optimización. Para ello se asume que el diseño tiene una forma inicial simple a partir de la cual el procedimiento de optimización calcula los valores óptimos de ciertos parámetros para satisfacer un

cierto criterio al mismo tiempo que se cumplen restricciones, obteniéndose la forma optima con dichos parámetros.

La ventaja del análisis y optimización de diseños es que permite a los ingenieros determinar como se va a comportar el diseño y eliminar errores sin la necesidad de gastar tiempo y dinero en la construcción y evaluación de prototipos, ya que el costo de reingeniería crece exponencialmente en las últimas etapas del desarrollo de un producto y en la producción, la optimización temprana que permiten las herramientas CAE supone un gran ahorro de tiempo y una notable disminución de costos.

1.3 El término **CAM**, manufactura asistida por Computador o “Computer Aided Manufacturing”, se puede definir como el uso de sistemas informáticos para la planificación, gestión y control de las operaciones de una planta de fabricación mediante una interfaz directa o indirecta entre el sistema informático y los recursos de producción.

Una vez obtenido el modelo o en otras palabras luego de haber realizado el análisis CAE, normalmente viene la etapa de fabricación, la cual puede llevarse a cabo por medio de diversos procedimientos. Así pues, las aplicaciones del CAM se dividen en dos categorías:

1.3.1 Interfaz directa: Son aplicaciones en las que el computador se conecta directamente con el proceso de producción para monitorizar su actividad y realizar tareas de supervisión y control. Así pues estas aplicaciones se dividen en dos grupos:

Supervisión: implica un flujo de datos del proceso de producción al computador con el propósito de observar el proceso y los recursos asociados y recoger datos.

Control: supone un paso más allá que la supervisión, ya que no solo se observa el proceso, sino que se ejerce un control basándose en dichas observaciones.

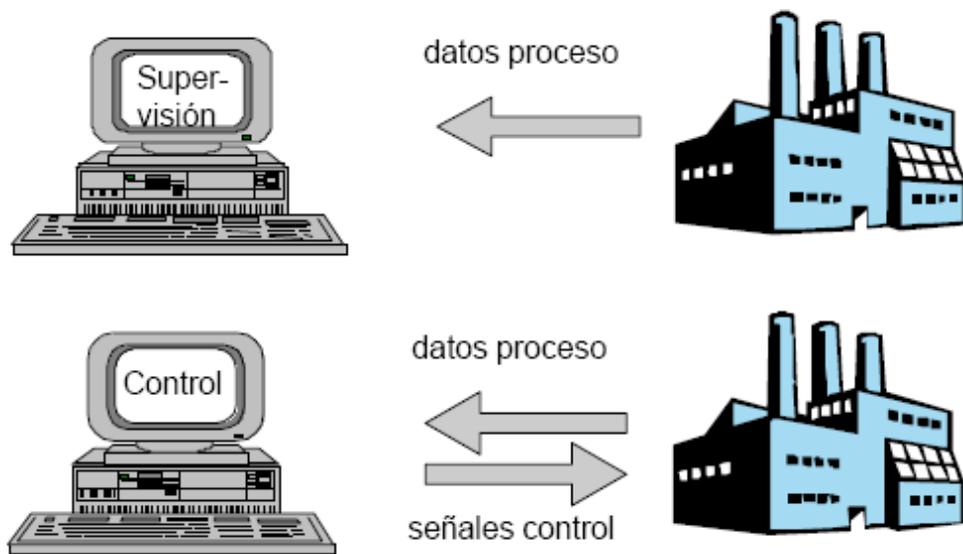


Fig. 3 Supervisión y control

1.3.2 Interfaz indirecta: Se trata de aplicaciones en las que el computador se utiliza como herramienta de ayuda para la fabricación, pero en las que no existe una conexión directa con el proceso de producción.

1.3.3 Principales aspectos de Control Numérico: Una de las técnicas más utilizadas en la fase de fabricación es el Control Numérico. Se trata de tecnología que utiliza instrucciones programadas para controlar máquinas herramienta que cortan, doblan, perforan o transforman una materia prima en un producto terminado. Las aplicaciones informáticas son capaces de generar, de forma automática, gran cantidad de instrucciones de control numérico utilizando la información geométrica generada en la etapa de diseño junto con otra información referente a materiales y máquinas, que también se encuentra en la base de datos.

Desde los orígenes del Control Numérico todos los esfuerzos se han encaminado a incrementar la productividad, precisión, rapidez y flexibilidad de las máquinas herramienta. Su uso ha permitido la mecanización de piezas muy complejas, que difícilmente se hubieran podido fabricar de forma manual.

Las Máquinas Herramienta de Control Numérico (MHCN), constituyen una modalidad de automatización flexible más utilizada, son máquinas programadas para fabricar grupos de piezas de formas complicadas. En la actualidad, los programas de software sustituyen a los especialistas que controlaban los cambios de las maquinas tales como temperatura, vibración, condición del material, desgaste de las herramientas, permitiendo proceder a los reajustes necesarios.

En la descripción de las MHCN se utiliza siempre el concepto de "eje", es decir, direcciones de los desplazamientos principales de las partes móviles de la máquina. Las MHCN están provistas de un número de ejes principales característico que hace factibles los trabajos de mecanizado sobre la pieza. Estos ejes se designan convencionalmente como X, Y, Z.

Generalmente las maquinas más comunes tienen de dos a tres ejes de desplazamiento, como los tornos y las fresadoras respectivamente, pero, en trabajos de mecanizado de formas complejas se requieren MHCN dotadas por más ejes.

Los ejes de coordenadas se nombran por la "Regla de la Mano Derecha". Las coordenadas 3D X, Y, Z de una pieza se obtienen estableciendo la posición de los puntos dimensionales (es decir, los vértices), en los tres ejes. Los ejes en el sistema de coordenadas presentan ángulos rectos entre sí. Cada eje tiene valores y direcciones negativos y positivos.

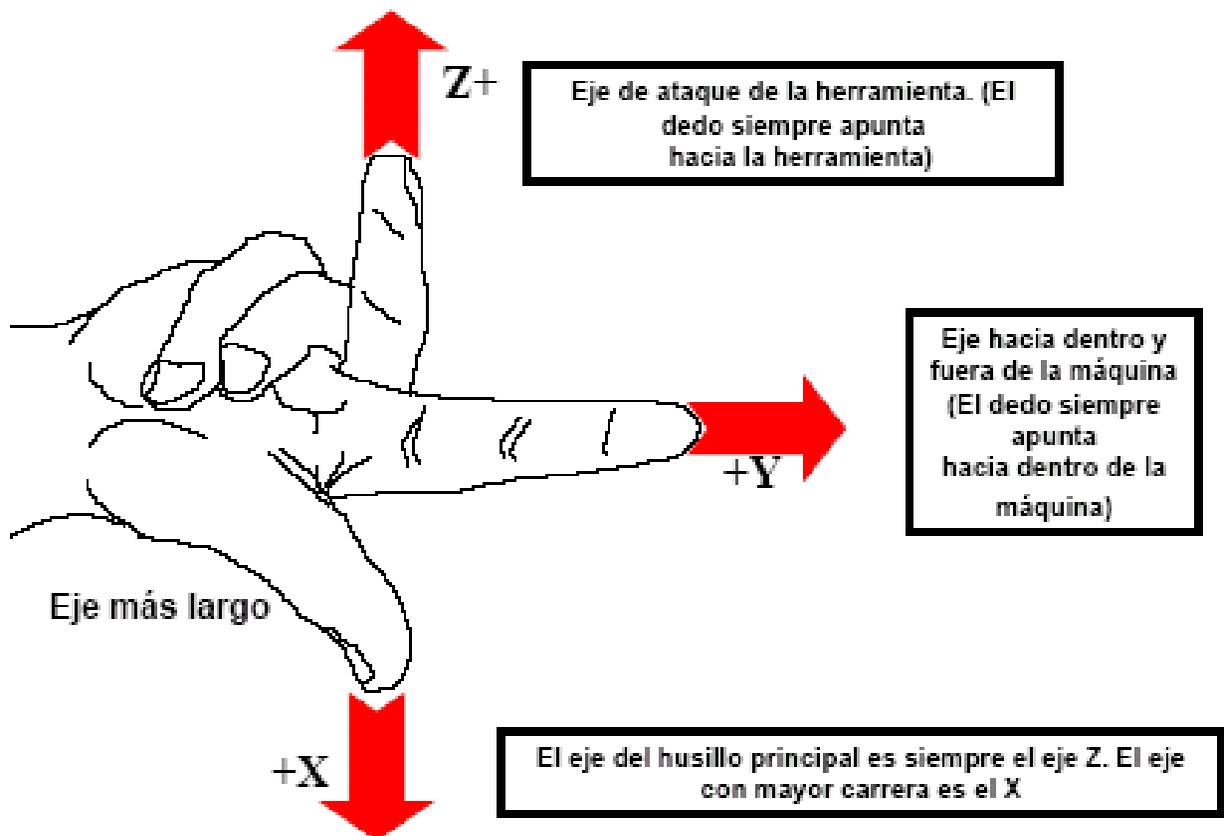


Fig. 4 Regla de la mano derecha

Algunas MHCN disponen de elementos giratorios y/o cabezales orientables como el caso de Máquinas de oxicorte. En ellas la pieza puede ser mecanizada por diferentes planos y ángulos de aproximación. Los ejes sobre los que giran estos elementos y cabezales se controlan de forma independiente y se conocen con el nombre de ejes complementarios de rotación.

Debido a las exigencias impuestas por la complejidad de ciertas piezas, otras MHCN están dotadas de más de tres ejes de desplazamiento principal.

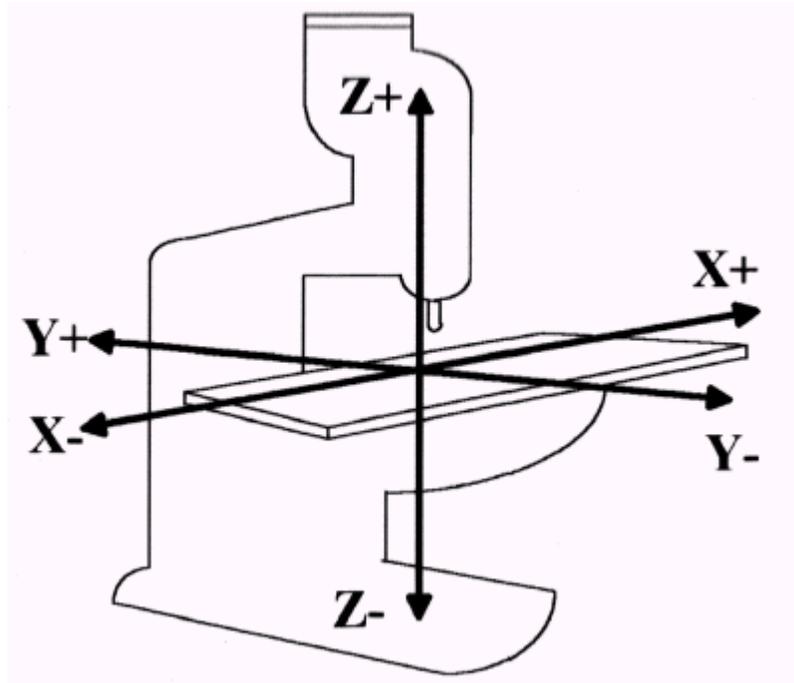


Fig. 5 Ejes de desplazamiento Principal

Los centros de mecanizado presentan usualmente en adición a los tres ejes principales, un cuarto eje para la orientación del cabezal, un quinto para el giro de la mesa y hasta un sexto de aproximación de la herramienta.

Al igual que en cualquier otro ordenador, el lenguaje básico de un sistema CN es un código binario. Esto supone que cualquier instrucción o letra que pueda introducirse, debe traducirse a una determinada combinación o cadena de bits.

Un bit se relaciona electrónicamente con el estado de un interruptor, que puede estar conectado / desconectado (ON/OFF) que se expresa de forma lógica con "1" o "0" respectivamente.

Un ordenador almacena y gestiona estas conexiones en combinaciones más largas, lo que permite una mayor velocidad de proceso. La unidad de trabajo, generalmente la conforma el octeto o cadena de 8 bits, que se denomina byte.

Las combinaciones posibles de 8 bits (1 byte) permiten la representación de 256 caracteres (letras, números y símbolos de escritura). Esta transcripción es lo que comúnmente se conoce como código binario de ASCII, (American Standard Code for Information Interchange o Código estándar americano para el intercambio de Información, utilizado para representar los caracteres de escritura en formato binario 7 bits para 128 caracteres o el modo extendido de 8 bits para 256 caracteres).

La cinta perforada adjunta dispone longitudinalmente de 8 filas (canales) equivalentes a una combinación de 1 byte. Los dos estados físicos relacionados con un bit, es decir, conectado y desconectado, se identifican en el canal apropiado de este soporte como "no perforado" y "perforado" respectivamente. Cada carácter, representado por un byte, aparece en la cinta como una combinación de agujeros en columna.

Es importante añadir que los lenguajes de programación para Control Numérico, se encuentran normalizados, en este sentido, podemos señalar:

- Norma DIN 66024; 66025 "Desarrollo de Maquinas para Control Numérico"
- Norma ISO 6983 "Control Numérico de Máquinas"
- Norma EIA RS274 Pertenciente a Electronic Industries Association

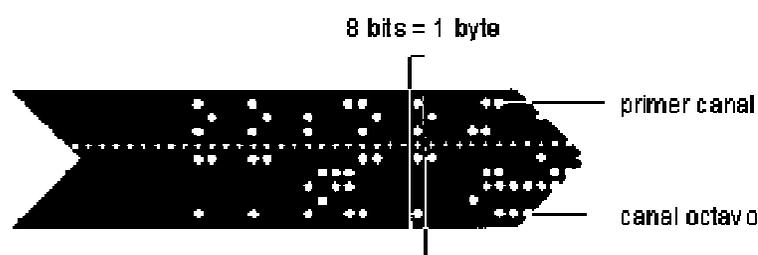


Fig.6 Interpretación del código binario en una cinta perforada

Actualmente las MHCN emplean como método de trabajo la modalidad CNC (Control Numérico por Computador) exclusivamente. Sin embargo, existen en el entorno de la máquina herramienta referencias continuas a la "tecnología CN". Es importante conocer los escalones de dicha tecnología y distinguir entre los términos CN y CNC.

- Sistemas CN (básicos)

En las primeras máquinas herramienta dotadas de unidades de control numérico, el programa se confeccionaba externamente y debía ser transferido a la MHCN mediante algún tipo de soporte físico (disquete, casete o cinta perforada). Estos programas CN podían ser puestos en marcha o detenidos a pie de máquina, pero no podían modificarse (editarse).

Las correcciones geométricas debidas a las dimensiones de las herramientas y de los dispositivos de sujeción tenían que preverse anticipadamente en la programación y ser gestionadas de manera exhaustiva. El operador montaba las herramientas y los amarres de la pieza en acuerdo estricto con aquellas consideraciones, utilizando generalmente hojas de proceso o de datos de herramientas.

- Sistemas CNC (controlados numéricamente por ordenador)

Presentan un ordenador como unidad de control que permite al operador comenzar (o terminar) el programa y además realizar modificaciones (editar) sobre el mismo a pie de máquina manipulando los datos con periféricos de entrada y salida.

Las dimensiones de herramientas y utillajes se definen durante el reglaje o iniciación de las mismas, de forma independiente al programa. Estos datos se incorporan automáticamente a la programación durante la ejecución para que sean llevadas a cabo las correcciones pertinentes. Por esta razón el operador puede editar los programas con menos información de partida, limitándose a seleccionar las herramientas o utillajes en esa fase.

Los desplazamientos de los ejes básicos de las MHCN están relacionados con los conceptos de interpolación lineal y circular.

Interpolación lineal: En este tipo de trayectoria el sistema CNC calcula un conjunto de posiciones intermedias a lo largo de un segmento recto definido entre dos puntos dados. Durante el desplazamiento de una posición intermedia a otra, los movimientos en cada uno de los ejes afectados se corrigen continuamente de tal manera que la trayectoria no se desvía de la recta prefijada más allá de la tolerancia permitida.

Interpolación circular: El sistema CNC calcula un conjunto de posiciones intermedias a lo largo del segmento circular definido entre dos puntos dados. Durante el desplazamiento de una posición intermedia a otra, los movimientos en cada uno de los ejes afectados se corrigen continuamente de tal manera que la trayectoria no se desvía de la circunferencia prefijada más allá de la tolerancia permitida.

De acuerdo al tipo de Control, los sistemas CNC se subdividen en tres categorías en nivel creciente de prestaciones: Punto a punto, Paraxial y Continuo.

El Control Punto a Punto permite el posicionamiento de la herramienta de acuerdo a puntos programados mediante movimientos simples en cada eje en vacío (Fig. 7 movimiento de la herramienta desde el pto. 2 al pto. 5).

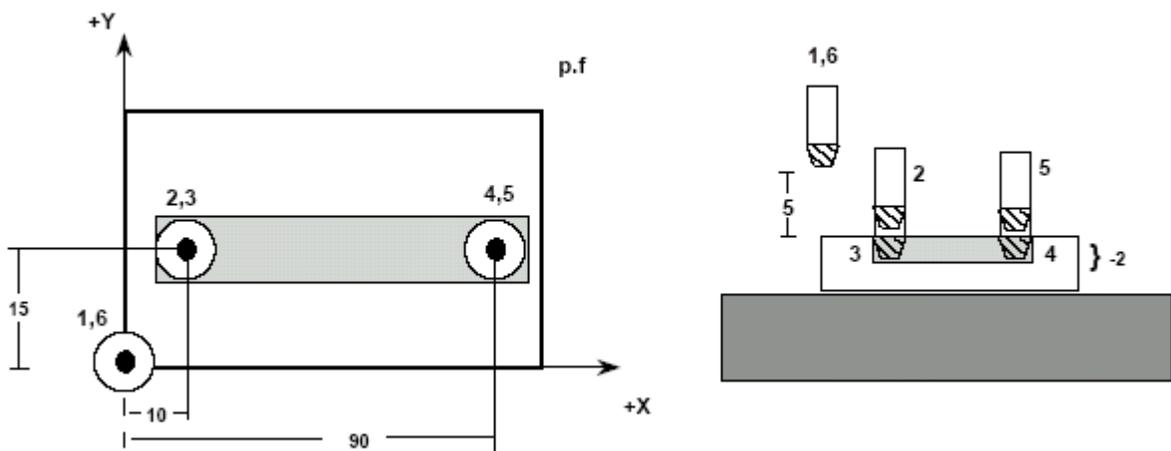


Fig.7 Control punto a punto

El Control Paraxial permite, adicionalmente a los desplazamientos rápidos en vacío, el avance de la herramienta en carga, según trayectorias paralelas a los ejes básicos de la MHCN (Fig. 8 movimiento de la herramienta desde el pto. 3 hasta el pto. 4).

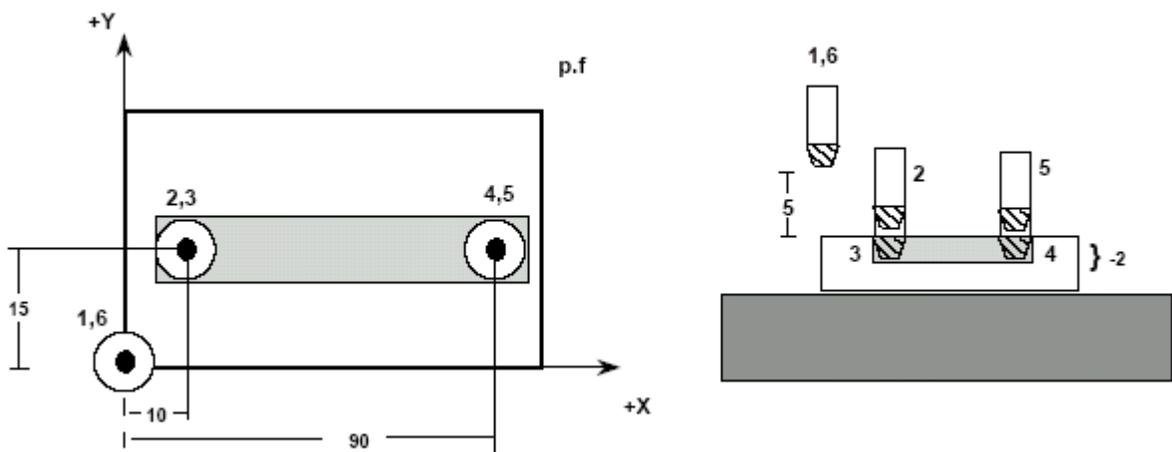


Fig. 8 Control Paraxial

El control continuo permite los desplazamientos rápidos de la herramienta en vacío. Avances en carga paralelos a los ejes básicos. Avances en carga hasta cualquier punto arbitrario de la pieza utilizando interpolaciones rectas o circulares (Fig. 9 movimiento en vacío de la herramienta desde el origen hasta un punto i,j y posterior desplazamiento en vacío hasta el pto. 2, donde inicia la carga en el pto. 3 hasta el pto. 4 para terminar en el pto. 5)

Máquinas herramientas de control numérico computarizado distribuido (CNCD), se refiere al modo de operación en la cual múltiples máquinas de CNC y otros equipos de producción son conectados a una computadora.

La transmisión directa de datos elimina el medio de almacenamiento usado tradicionalmente como: disquetes, cintas magnéticas, cintas perforadas, etc.

La característica esencial de un sistema CNCD es la administración y control de información para múltiples máquinas de CN, en la cual la computadora puede llegar a asumir responsabilidad sobre funciones del CNC.

En un principio, las MHCNC tenían poca capacidad de memoria, y tenían que transmitir información bloque por bloque en tiempo real. Ahora los controles de MHCNC modernos ya no tienen una dependencia crítica de la computadora del CNCD, ya que pueden trabajar independientemente una vez que tengan el programa almacenado. Las MHCNC y las computadoras de CAD CAM están enlazadas directamente a través de una red industrial Ethernet (Tecnología de redes de área local, descrita en el estándar IEEE 802.3, que provee velocidades de hasta 10Mbps. Utiliza cables coaxiales y de par de cobre, aunque también existe en formato inalámbrico).

La comunicación para cargar programas entre componentes de un taller de maquinados se denomina CNC en red, donde ya no existen la computadora personal y la comunicación serial. Lo anterior mejora la velocidad de transferencia y permite que los programas realizados en el sistema de CAD-CAM aparezcan como si ellos estuvieran en la memoria del CNC o en el disco duro.

La MHCNC posee las siguientes ventajas

- Mayor precisión y mejor calidad de productos.
- Mayor uniformidad en los productos producidos.
- Un operario puede operar varias máquinas a la vez.
- Fácil procesamiento de productos de apariencia complicada.
- Flexibilidad para el cambio en el diseño y en modelos en un tiempo corto.

- Fácil control de calidad.
- Reducción en costos de inventario, traslado y de fabricación en los modelos y abrazaderas.
- Es posible satisfacer pedidos urgentes.
- No se requieren operadores con experiencia.
- Se reduce la fatiga del operador.
- Mayor seguridad en las labores.
- Aumento del tiempo de trabajo en corte por maquinaria.
- Fácil control de acuerdo con el programa de producción lo cual facilita la competencia en el mercado.
- Fácil administración de la producción e inventario lo cual permite la determinación de objetivos o políticas de la empresa.
- Permite simular el proceso de corte a fin de verificar que este sea correcto.

Sin embargo no todo es ventajas y entre las desventajas podemos citar:

- Alto costo de la maquinaria.
- Falta de opciones o alternativas en caso de fallas.
- Es necesario programar en forma correcta la selección de las herramientas de corte y la secuencia de operación para un eficiente funcionamiento.
- Los costos de mantenimiento aumenta, ya que el sistema de control es más complicado y surge la necesidad de entrenar al personal de servicio y operación.
- Es necesario mantener un gran volumen de producción a fin de lograr una mayor eficiencia de la capacidad instalada.

El Factor Humano y las Máquinas C.N.C.

- El operador de CNC deberá tener conocimientos en geometría, álgebra y trigonometría.
- Deberá conocer sobre la selección y diseño de la Herramienta de Corte.
- Dominar los métodos de sujeción.
- Uso de medidores y conocimientos de metrología.
- Interpretación de Planos.

- Conocimientos de la estructura de la máquina CNC.
- Conocimientos del proceso de transformación mecánica.
- Conocimientos de la programación CNC.
- Conocimientos del Mantenimiento y operación CNC.
- Conocimientos generales de programación y computadores personales.
- Una persona puede operar varias máquinas simultáneamente.
- Mejora el ambiente de trabajo.
- No se requiere de una gran experiencia.
- El programa tiene el control de los parámetros de corte.

Cómo se decide la alternativa de usar o no CNC en términos de producción:

- Cuando se tienen altos volúmenes de producción.
- Cuando la frecuencia de producción de un mismo artículo no es muy alta.
- Cuando el grado de complejidad de los artículos producidos es alto.
- Cuando se realizan cambios en un artículo a fin de darle actualidad o brindar una variedad de modelos.
- Cuando es necesario un alto grado de precisión.

Veamos ahora el contraste entre una Máquina convencional MHCN y una Máquina convencional MHCNC.

Máquina Convencional MHCN	Máquina Convencional MHCNC
Se opera por una sola persona	Una persona puede operar muchas máquinas.
Es necesario la experiencia	No es necesario la experiencia.
El operador tiene el control de profundidad, avance, etc.	El programa tiene todo el Control de los parámetros de corte
Existen trabajos que es imposible realizar.	Luego que se ejecuta el Programa virtualmente se realiza cualquier trabajo.

Funciones de un sistema CNCD moderno

- Almacenamiento y administración de programas de CNC con un respaldo periódico automático de la información.
- Transferencia de programas corregidos desde el CNC de regreso hacia el almacenamiento central de los datos.
- Monitoreo de funciones de seguridad básicas diseñadas para prevenir la no autorizada modificación de programas.
- Adicionalmente, puede almacenar y administrar datos de herramientas, valores de compensación y su transferencia a los controles.
- Recolección de datos de manufactura.
- Despliega el status de los controles del taller y el registro histórico de cada una de las maquinas.

Otra función significativa del CAM es la programación de robots que operan normalmente en células de fabricación seleccionando y posicionando herramientas y piezas para las máquinas de control numérico. Estos robots también pueden realizar tareas individuales tales como soldadura, pintura o transporte de equipos y piezas dentro del taller (No utilizadas en la Construcción Naval).

La planificación de procesos es la tarea clave para conseguir la automatización deseada, sirviendo de unión entre los procesos de CAD y CAM (Asumiendo CAE incorporado al CAD). El plan de procesos determina de forma detallada la secuencia de pasos de producción requeridos para fabricar y ensamblar, desde el inicio a la finalización del proceso de producción. Aunque la generación automática de planes de producción es una tarea compleja, el uso de la Tecnología de Grupos supone una gran ayuda, ya que permite generar nuevos planes a partir de los planes existentes para piezas similares.

Además, los sistemas informáticos pueden usarse para determinar el aprovisionamiento de materias primas y piezas necesarias para cumplir el programa de trabajo de la manera más eficiente, minimizando los costos financieros y de almacenaje. Esta actividad se denomina Planificación de Recursos Materiales (Material Requirement Planning o MRP).

También es posible ejercer tareas de monitorización y control de la actividad de las máquinas del taller que se integran bajo el nombre de Planificación de Recursos de Manufactura (Manufacturing Requirement Planning o MRPL).

Así pues, CAD CAE y CAM son tecnologías que logran automatizar las tareas del ciclo de un producto y hacerlas más eficientes. Dado que se han desarrollado de forma separada, aun no se han conseguido todos los beneficios potenciales de integrar las actividades desde el diseño hasta la fabricación del producto. Para solucionar este problema ha aparecido una nueva tecnología: la fabricación integrada por ordenador o

1.4 CIM, manufactura integrada por computador o “Computer Integrated Manufacturing” tiene el objetivo de unir las islas de automatización para que cooperen en un sistema único y eficiente. El CIM trata de usar una única base de datos que integre toda la información de la empresa y a partir de la cual se pueda realizar una gestión integral de todas las actividades de la misma, repercutiendo sobre todas las actividades de administración y gestión que se realicen en la empresa, además de las tareas de ingeniería propias del CAD y el CAM.

Se dice que el CIM es más una filosofía de negocio que un sistema informático. Agrupa a todos los otros descritos anteriormente y busca la integración computacional de las diversas etapas del que hacer industrial tanto en lo relacionado a la producción como el administrativo.

Es importante hacer notar que la integración de los procesos productivos no debe ser el objetivo final, sino que debe considerarse como un medio para solucionar problemas del medio existente, no debe olvidarse que el computador no es más que una herramienta que aumenta la velocidad de resolución de las tareas, pero que por si sola no soluciona problemas de tipo conceptual ni mucho menos organizativo.

2. CICLO DE FABRICACION DE UN PRODUCTO

En la práctica, el apoyo informático se utiliza de distintas formas, para producción de dibujos y diseño de documentos, animación por computador, análisis de ingeniería, control de procesos, control de calidad.

Por tanto, para clarificar el ámbito de las técnicas CAD/CAM, las etapas que abarca y las herramientas actuales y futuras, se hace necesario estudiar las distintas actividades y etapas que deben realizarse en el diseño y fabricación de un producto.

Para referirnos a ellas emplearemos el termino **Ciclo de Producto**, que aparece reflejado en la figura 10.

Para convertir un concepto o idea en un producto, se pasa por dos procesos principales, diseño y fabricación. A su vez, el proceso de diseño se puede dividir en una etapa de síntesis, en la que se crea el producto y una etapa de análisis en la que se verifica, optimiza y evalúa el producto creado. Una vez finalizadas estas etapas se aborda la ruta de fabricación en la que, en primer lugar se planifican los procesos a realizar y los recursos necesarios, pasando después a la construcción del producto.

Como último paso se realiza un control de calidad del producto resultante antes de pasar a la fase de marketing y distribución. Para un Astillero significa la aprobación de los Inspectores responsables y el Armador.

Debido a la demanda del mercado de productos, de mayor calidad, se hace necesaria la intervención de los computadores para poder satisfacer estas exigencias. Mediante el uso de técnicas de CAD/CAM se consigue abaratar costos, aumentar la calidad y reducir el tiempo de diseño y producción. Estos tres factores son vitales para la industria actual.

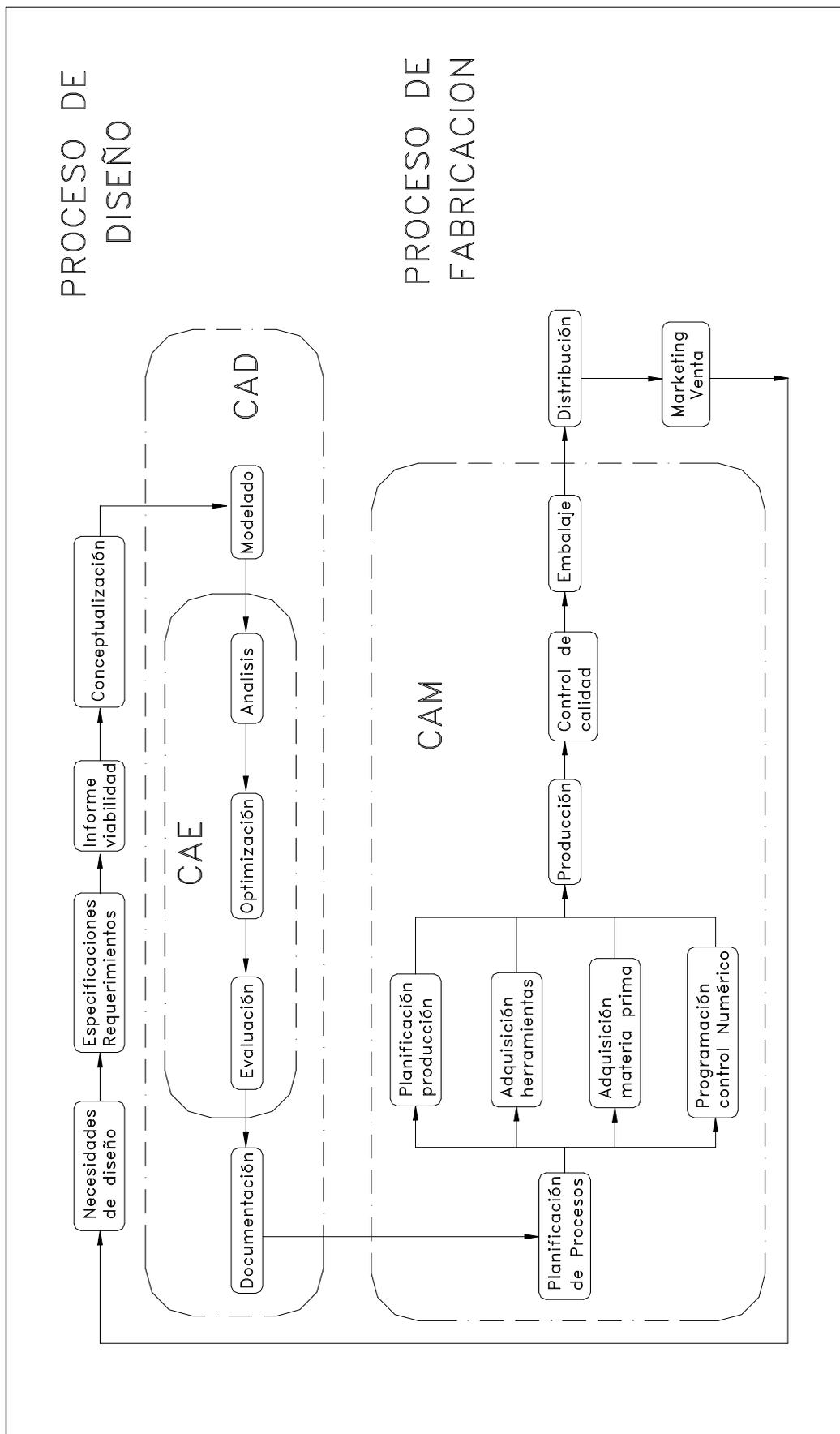


Fig. 10 Esquema Ciclo de un Producto

Dentro del ciclo de producto descrito se ha incluido un conjunto de tareas agrupadas en proceso CAD y otras en proceso CAM, que, a su vez, son subconjuntos del proceso de diseño y proceso de fabricación respectivamente. Las figuras muestran ambos procesos con más detalle.

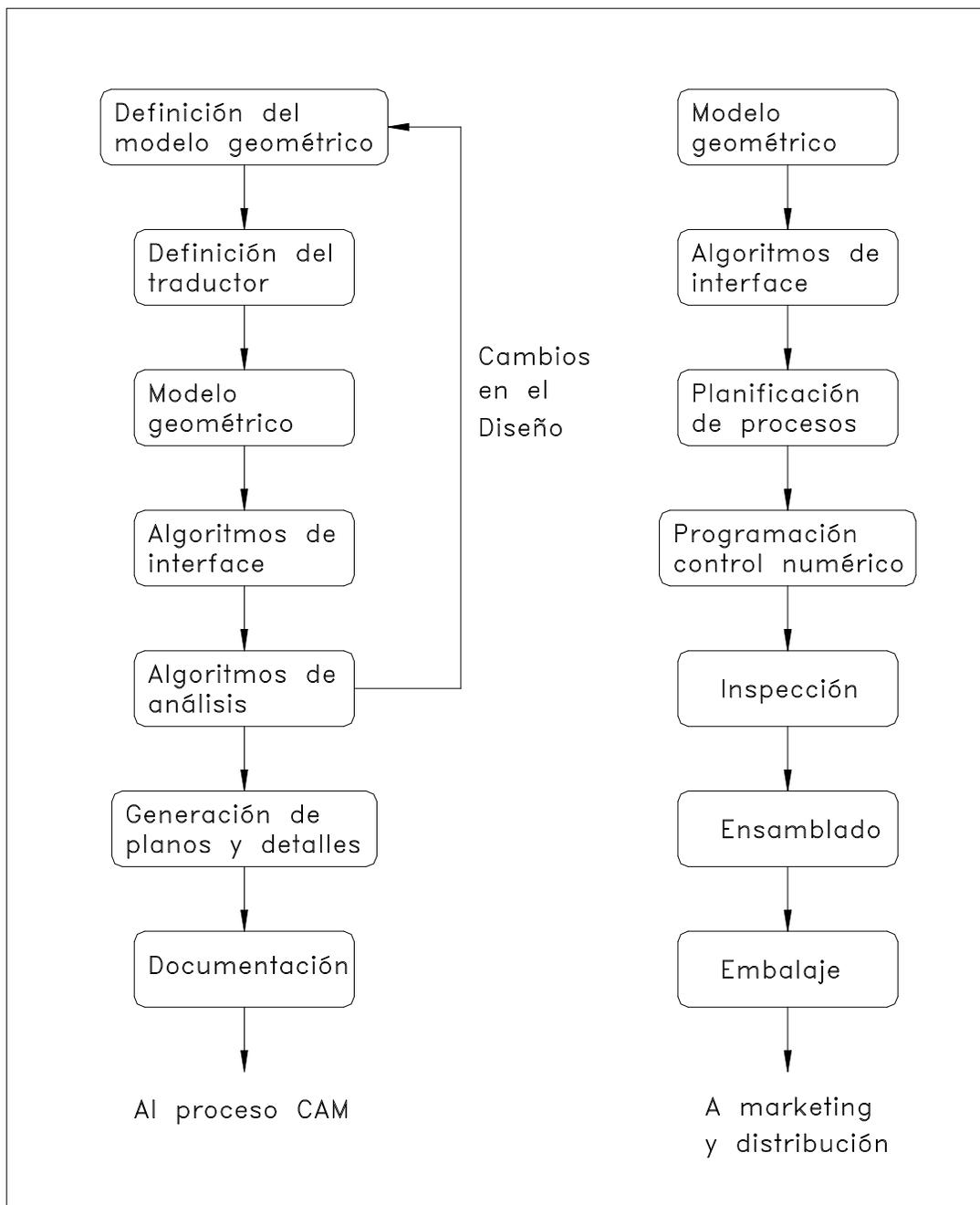


Fig. 11 Procesos CAD y CAM

Las herramientas requeridas para cada proceso aparecen en las tablas siguientes.

2.1 Herramientas CAD para el proceso de diseño

FASE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS CAD REQUERIDAS
Conceptualización del diseño Modelación del diseño y Simulación	Herramientas de modelado geométrico Las anteriores más herramientas de animación, ensamblaje y aplicaciones de modelado a medida
Análisis del diseño	Aplicaciones de análisis generales (FEM), aplicaciones a medida
Optimización del diseño	Aplicaciones a medida, optimización estructural
Evaluación del diseño	Herramientas de acotación, tolerancias, listas de materiales
Informes y documentación	Herramientas de dibujo de planos y detalles Imágenes, documentación.

2.2 Herramientas CAM para el proceso de Fabricación

FASE DE FABRICACION	HERRAMIENTAS CAM REQUERIDAS
Planificación de procesos	Herramientas, análisis de costos, Especificaciones de materiales y herramientas
Mecanizado de piezas	Programación de Control Numérico
Inspección	Aplicaciones de inspección
Ensamblaje	Simulación y programación de robots (Sin usos importantes en Construcción Naval)

3. DESARROLLO HISTORICO DE LOS METODOS COMPUTACIONALES

En la historia del CAD/CAM se pueden encontrar precursores de estas técnicas en dibujos de civilizaciones antiguas como Egipto Grecia o Roma. Los trabajos de Leonardo da Vinci muestran técnicas CAD actuales como el uso de perspectivas. Sin embargo, el desarrollo de estas técnicas esta ligado a la evolución de los computadores que se produce a partir de los años 50.

A principios de la década 1950 aparece la primera pantalla gráfica capaz de representar dibujos simples de forma no interactiva. En esta época se desarrolla el concepto de programación de control numérico. A finales de la década aparecen las primeras máquinas herramienta y General Motors comienza a usar técnicas basadas en el uso interactivo de gráficos para sus diseños.

La década de los 60 representa un período crucial para el desarrollo de los gráficos por ordenador. Aparece el termino CAD y varios grupos de investigación dedican gran esfuerzo a estas técnicas. Fruto de este esfuerzo es la aparición de unos pocos sistemas de CAD. Un hecho determinante de este periodo es la aparición comercial de pantallas de ordenador.

En la década de los 70 se consolidan las investigaciones anteriores y la industria se percata del potencial del uso de estas técnicas, lo que lanza definitivamente la implantación y uso de estos sistemas, limitada por la capacidad de los ordenadores de esta época. Aparecen los primeros sistemas 3D (prototipos), sistemas de modelado de elementos finitos y control numérico.

En la década de los 80 se generaliza el uso de las técnicas CAD/CAM propiciada por los avances en hardware y la aparición de aplicaciones en 3D capaces de manejar superficies complejas y modelado sólido. Aparecen multitud de aplicaciones en todos los campos de la industria que usan técnicas de CAD/CAM, y se empieza a hablar de realidad virtual.

La década de los 90 se caracteriza por una automatización cada vez más completa de los procesos industriales en los que se va generalizando la integración de las diversas técnicas de diseño, análisis, simulación y fabricación. La evolución del hardware y las comunicaciones hacen posible que la aplicación de técnicas CAD/CAM esté limitada tan solo por la imaginación de los usuarios.

En la actualidad, el uso de estas técnicas ha dejado de ser una opción dentro del ámbito industrial, para convertirse en la única opción existente.

Podemos afirmar por tanto que el uso de la Informática es una tecnología de supervivencia. “Solo aquellas empresas que la utilizan de forma eficiente son capaces de mantenerse en un mercado cada vez más competitivo”.

4. COMPONENTES DE UN SISTEMA ASISTIDO POR COMPUTADOR

Los fundamentos de los sistemas de Diseño y fabricación asistidos por ordenador son muy amplios, abarcando múltiples y diversas disciplinas, entre las que cabe destacar las siguientes:

- **Modelado geométrico:** Se ocupa del estudio de métodos de representación de entidades geométricas. Existen tres tipos de modelos: alámbricos, de superficies y sólidos, y su uso depende del objeto a diseñar y la finalidad para la que se construya el modelo. Se utilizan modelos alámbricos para crear perfiles, trayectorias, redes, u objetos que no requieran la disponibilidad de propiedades físicas (áreas, volúmenes, masa). Los modelos de superficie se utilizan para crear objetos como carrocerías, fuselajes, personas, donde la parte fundamental del objeto que se está modelando es el exterior del mismo. Los modelos sólidos son los que más información contienen y se usan para desarrollar piezas mecánicas, moldes, y en general, objetos en los que es necesario disponer de información relativa a propiedades físicas como masas, volúmenes, centro de gravedad, momentos de inercia, etc.
- **Técnicas de visualización:** Son esenciales para la generación de imágenes del modelo. Los algoritmos usados dependerán del tipo de modelo, abarcando desde simples técnicas de dibujo 2D para el esquema de un circuito eléctrico, hasta la visualización realista usando trazado de rayos o radiosidad para el estudio de la iluminación de un Buque en navegación.

Es habitual utilizar técnicas específicas para la generación de documentación dependiente de la aplicación, como por ejemplo, curvas de nivel, secciones o representación de funciones sobre sólidos o superficies.

- **Técnicas de interacción gráfica:** Son el soporte de la entrada de información geométrica del sistema de diseño. Entre ellas, las técnicas de posicionamiento y selección tienen una especial relevancia. Las técnicas de

posicionamiento se utilizan para la introducción de coordenadas 2D o 3D. Las técnicas de selección permiten la identificación interactiva de un componente del modelo, siendo por tanto esenciales para la edición del mismo.

- **Interfaz de usuario:** Uno de los aspectos más importantes de una aplicación CAD/CAM es su interfaz. Del diseño de la misma depende en gran medida la eficiencia de la herramienta.
- **Base de datos:** Es el soporte para almacenar toda la información del modelo, desde los datos de diseño, los resultados de los análisis que se realicen y la información de fabricación. El diseño de las bases de datos para sistemas CAD/CAM plantea una serie de problemas específicos por la naturaleza de la información que deben soportar.
- **Métodos numéricos:** Son la base de los métodos de cálculo empleados para realizar las aplicaciones de análisis y simulación típicas de los sistemas informáticos.
- **Conceptos de fabricación:** Referentes a máquinas, herramientas y materiales, necesarios para entender y manejar ciertas aplicaciones de fabricación y en especial la programación de Control Numérico.
- **Conceptos de comunicaciones:** Necesarios para interconectar todos los sistemas, dispositivos y máquinas de un sistema CAD/CAM.

5. APLICACION INFORMATICA INDUSTRIAL

Históricamente, el CAD/CAM es una tecnología, (tanto hardware como software) guiada por la industria. Las industrias Aeroespacial, Automotriz, y Naval, principalmente, han contribuido al desarrollo de estas técnicas. Por lo tanto, el conocimiento de como se aplican la técnicas CAD/CAM en la industria es fundamental para la comprensión de las mismas.

La mayoría de las aplicaciones incluyen diferentes módulos entre los que están modelado geométrico, herramientas de análisis, de fabricación y módulos de programación que permiten personalizar el sistema.

Las herramientas de modelado geométrico realizan funciones tales como transformaciones geométricas, planos y documentación, sombreado, coloreado y uso de niveles. Las herramientas de análisis incluyen cálculos de masas, análisis por elementos finitos, análisis de tolerancias, modelado de mecanismos y detección de colisiones. En algunas ocasiones, estas aplicaciones no cubren las necesidades específicas de un determinado trabajo, en cuyo caso se pueden utilizar las herramientas de programación para suplir estas carencias.

Una vez que el modelado se completa (CAD, CAE), se realizan los planos y la documentación con lo que el trabajo queda listo para pasar a la fase de CAM en la que se realizan operaciones tales como planificación de procesos, generación y verificación de trayectorias de herramientas, inspección y ensamblaje.

El conocimiento y comprensión de las herramientas Informáticas actuales y las relaciones entre ellas constituyen la base esencial para el proceso de aprendizaje.

Por lo tanto, conocer el fundamento de las técnicas existentes mejora tanto la utilización de los sistemas actuales, como el desarrollo de nuevas aplicaciones de diseño y fabricación.

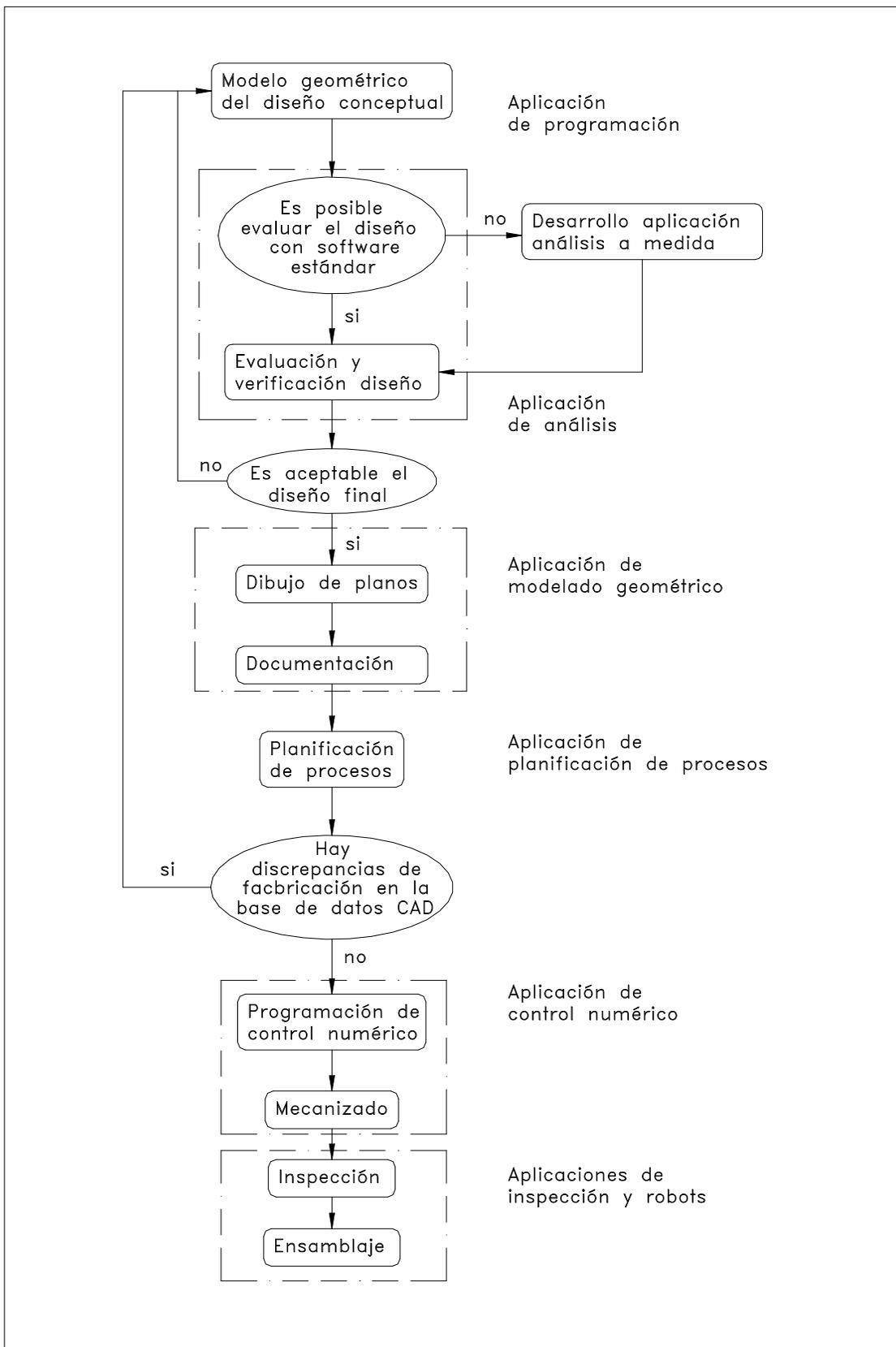


Fig. 12 CAD/CAM en el entorno Industrial

6. SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS GENERALES

El diseño y la fabricación asistidos por ordenador han alcanzado actualmente un gran nivel de desarrollo e implantación y se han convertido en una necesidad esencial para la supervivencia de las empresas en un mercado cada vez más competitivo. El uso de estas herramientas permite reducir costos, acortar tiempos y aumentar la calidad de los productos fabricados. Estos son los tres factores críticos que determinan el éxito comercial de un producto en la situación social actual en la que la competencia es cada vez mayor y el mercado demanda productos de mayor calidad. Un ejemplo sencillo y evidente de estas circunstancias es la industria Naval, donde cada día aparecen nuevos modelos de Buques con diseños cada vez más sofisticados.

Las tecnologías CAD/CAE/CAM se encuentran ya en una fase de madurez. Su utilidad es indiscutible y han abierto posibilidades para el rediseño y fabricación impensables sin estas herramientas. El factor tiempo también repercute de forma prioritaria en el desarrollo de prototipos.

Los fabricantes de maquinaria informática que permiten soportar programas de CAD/CAE/CAM, van a proporcionar en los próximos años ordenadores más veloces, con más memoria y mayor potencia gráfica. En el campo de los periféricos CAD/CAE, los plotters, consolidada la tecnología de inyección de tinta, van a ser cada vez más rápidos y de mejor resolución.

Otra tendencia de futuro es la popularización de los dispositivos de impresión 3D. Hasta el presente, las tecnologías de Rapid Prototyping, aunque consolidadas, no se han utilizado intensivamente dado su elevado coste. Los aparatos de reproducción tridimensionales de diseños compartirán un lugar con el plotter en la oficina técnica del mañana.

Mayor integración con las tecnologías CAE y CAM, con una especial potenciación del CAE: actualmente la mayoría de los desarrolladores CAD cubren con su producto las necesidades de diseño, ingeniería y fabricación de la empresa, ofreciendo soluciones compactas en los más diversos campos de las tecnologías asistidas por computador.

Pero lo que actualmente es casi una yuxtaposición de módulos CAD, CAE y CAM, en el futuro será una unidad total: en etapas tempranas del diseño se podrá verificar su funcionalidad y posibilidad de fabricación, contando además con tecnologías de Rapid Prototyping de los sistemas de construcción (Rapid Tooling).

La competencia es cada día mayor y el tiempo de lanzamiento del producto es primordial a la hora de conseguir mayores beneficios. Por último, podemos citar la formación con herramientas CAE de los estudiantes de ingeniería. Uno de los éxitos educacionales consistirá en preparar a estos estudiantes en el entorno industrial que le espera donde los sistemas integrados CAE están convirtiéndose en estándares.

El futuro se muestra ambicioso tecnológicamente hablando, por la introducción de las Células de fabricación flexible y el gran avance de los Computadores y de los Robots. Todo ello lleva a pensar que en un futuro próximo la "Fábrica Automática" será una realidad.

7. UTILIZACION DE SISTEMAS INFORMATICOS EN CONSTRUCCION NAVAL CONTEMPORANEA

Un buque constituye una obra de Ingeniería muy compleja, con la intervención de variados sistemas y subsistemas a bordo. Así su diseño representa un compromiso entre las diversas tareas y requerimientos que debe cumplir, muchos de ellos contradictorios o conflictivos entre sí, debido a la naturaleza multifuncional de estos.

No es fácil entonces, obtener el diseño y realizar la construcción de un Buque que cumpla todos los requerimientos estipulados.

Desde el inicio del desarrollo del proyecto, es conveniente procurar un enfoque racional conducente a definir las características de la nave que mejor satisfaga las exigencias planteadas.

Las exigencias o condiciones que la nave deberá cumplir, quedaran definidas a través de los requerimientos del Armador y de su operacionalidad.

La razón que deba satisfacer el buque, conforma lo que se denomina “Perfil de Misión” y esta deberá estar en estrecha relación con las exigencias reglamentarias, clasificación, autoridad gubernamental y normas de seguridad, todas estipuladas claramente en el contrato de construcción.

Hasta mediados del siglo pasado, la mayoría de los astilleros contaban con sus propias oficinas de proyecto. Con posterioridad se fueron creando mas empresas o sociedades proyectistas ya sea totalmente independiente de los astilleros o bien pertenecientes a ellos, pero con cierta autonomía.

La generalización de los procedimientos CAD-CAE-CAM o sea de proyecto, Ingeniería y manufactura con ayuda de software, estableció un nexo muy

estrecho entre las etapas de Proyecto y de Construcción y por ende entre las oficinas de Proyecto y los Astilleros.

Actualmente, los sistemas cubren todas las áreas mediante subsistemas homogéneos y en algunos casos de forma totalmente integrada.

Esta solución es aplicable incluso a sistemas más comunes entregando mejoras entre calidad/precio de manera que los mismos equipos sean utilizados para diferentes fines. También se debe mencionar la rápida evolución de las comunicaciones donde destacan el uso de Internet y las nuevas tecnologías de comunicación digital.

Los sistemas más completos resuelven los problemas de las siguientes áreas: Arquitectura Naval, Estructura, Maquinaria, Equipo, Electricidad, Instrumentación y Habitabilidad. A estos campos clásicos de la ingeniería hay que añadir otros muy importantes en la ingeniería actual:

- Utilización y aplicación del CFD (Computational Fluid Dynamics), en un principio solo para análisis comparativos.
- Introducción de pre o postprocesadores que facilitan la aplicación de los métodos de elementos finitos.
- Desarrollo del modelo sólido que permite la operación interactiva en la realización del modelo y su visualización.
- Uso de nuevas filosofías de definición de superficies basadas en NURBS (non uniform rational B-splines) que sustituye a la definición por líneas.
- Inicio de la selección de dimensiones principales y coeficientes por medio de herramientas semiautomáticas basadas en la técnica de la inteligencia artificial.
- Desarrollo del estudio del análisis del comportamiento del buque en el mar.

- La realidad virtual es un hecho en los sistemas más completos, con navegadores muy potentes de inspección y con otras posibilidades modernas de inmersión.

Debe tenerse en cuenta que existen otras herramientas de gran utilidad que usan la informática como vehículo y que se relacionan con los sistemas CAD-CAE-CAM por medio de interfaces, la gestión de materiales, planificación de herramientas y recursos humanos para la preparación y ejecución del trabajo.

Entonces la ingeniería concurrente para la Industria Naval puede definirse como una tecnología en la que las actividades relacionadas con la Ingeniería del diseño, de fabricación y del producto se integran desarrollando un trabajo en paralelo y de forma interactiva.

8. INFORMACION ESTRUCTURAL DE BUQUES

Los sistemas CAD han permitido clarificar y facilitar muchas de las tareas de Ingeniería que antiguamente debían ser desarrolladas en forma manual, un ejemplo sencillo es la identificación y reconocimiento de piezas de un bloque estructural de un Buque. La Fig. 13 muestra la vista en proyección desde popa del planchaje de la zona del pique de proa.

Durante el proceso de diseño, los distintos Módulos de trabajo de Ingeniería, recopilan toda la información en un solo lugar, donde están todos los detalles principales de cada una de las características del Barco.

En referencia a información estructural podemos encontrar datos como:

- Información de Nesting y corte de Planchas
- Información de corte y despunte de Perfiles
- Numeración y descripción del Total de Piezas
- Pesos y Dimensiones
- Detalles de soldadura y descripción de biseles
- Identificación del centro de gravedad de cada una de las Piezas

La Fig. 14 muestra el bloque estructural terminado. La imagen 3D, puede ser editada y visualizada de distintos ángulos, lo que permite conocer la totalidad de la construcción aun antes de estar en patios de Corte y Forma.

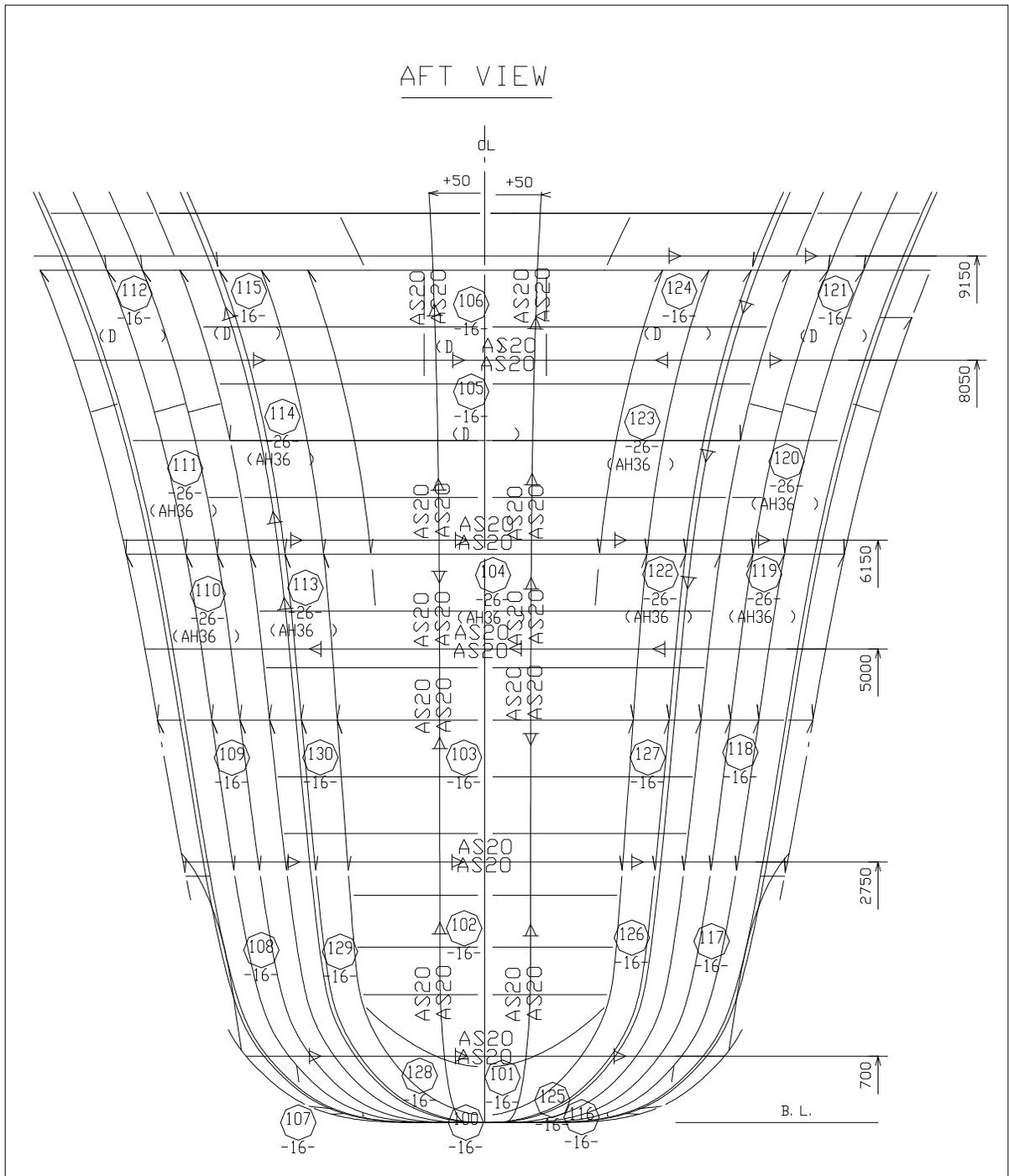


Fig.13 Planchaje Pique de Proa

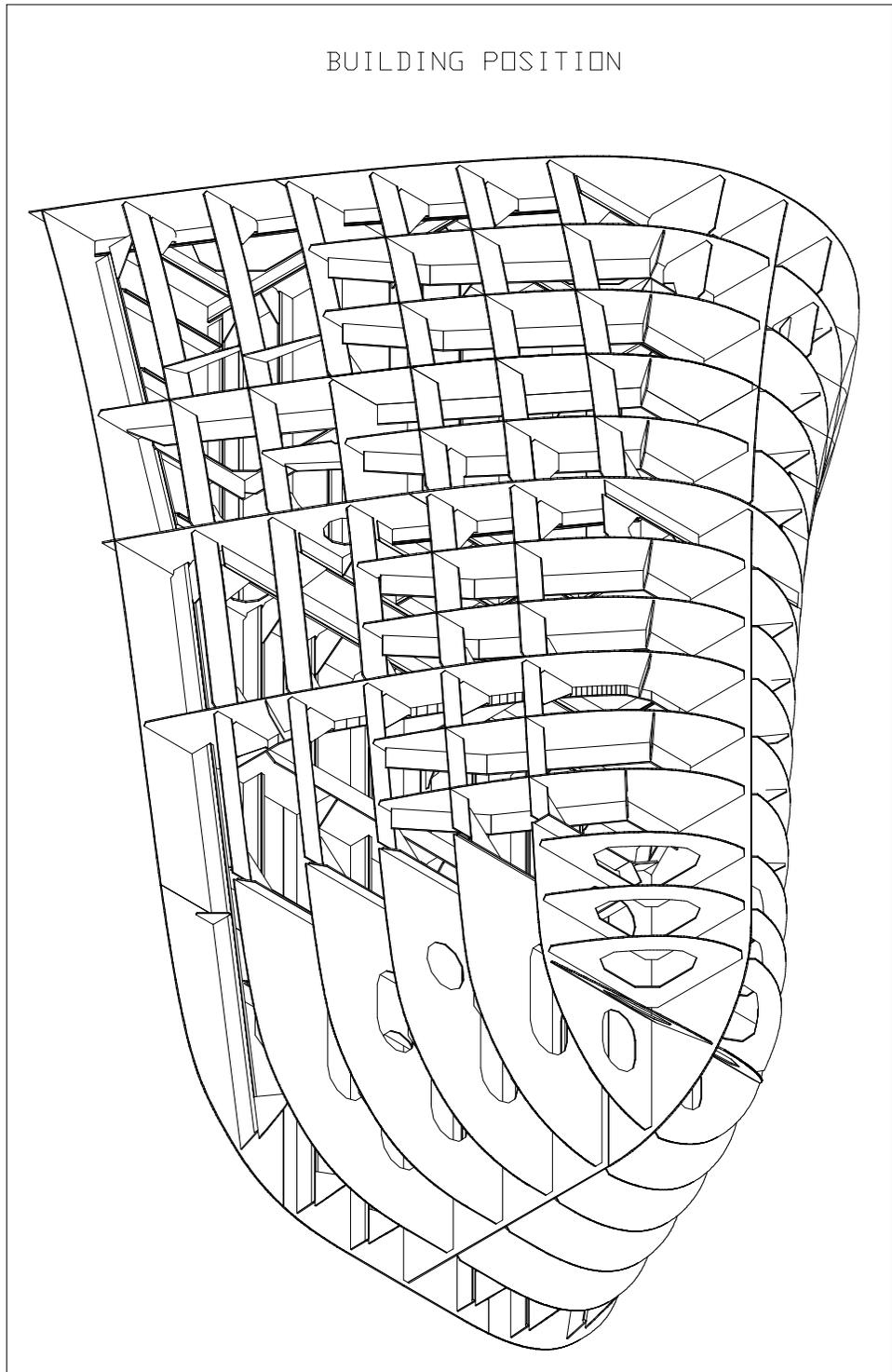


Fig. 14 Vista Tridimensional Bloque Estructural

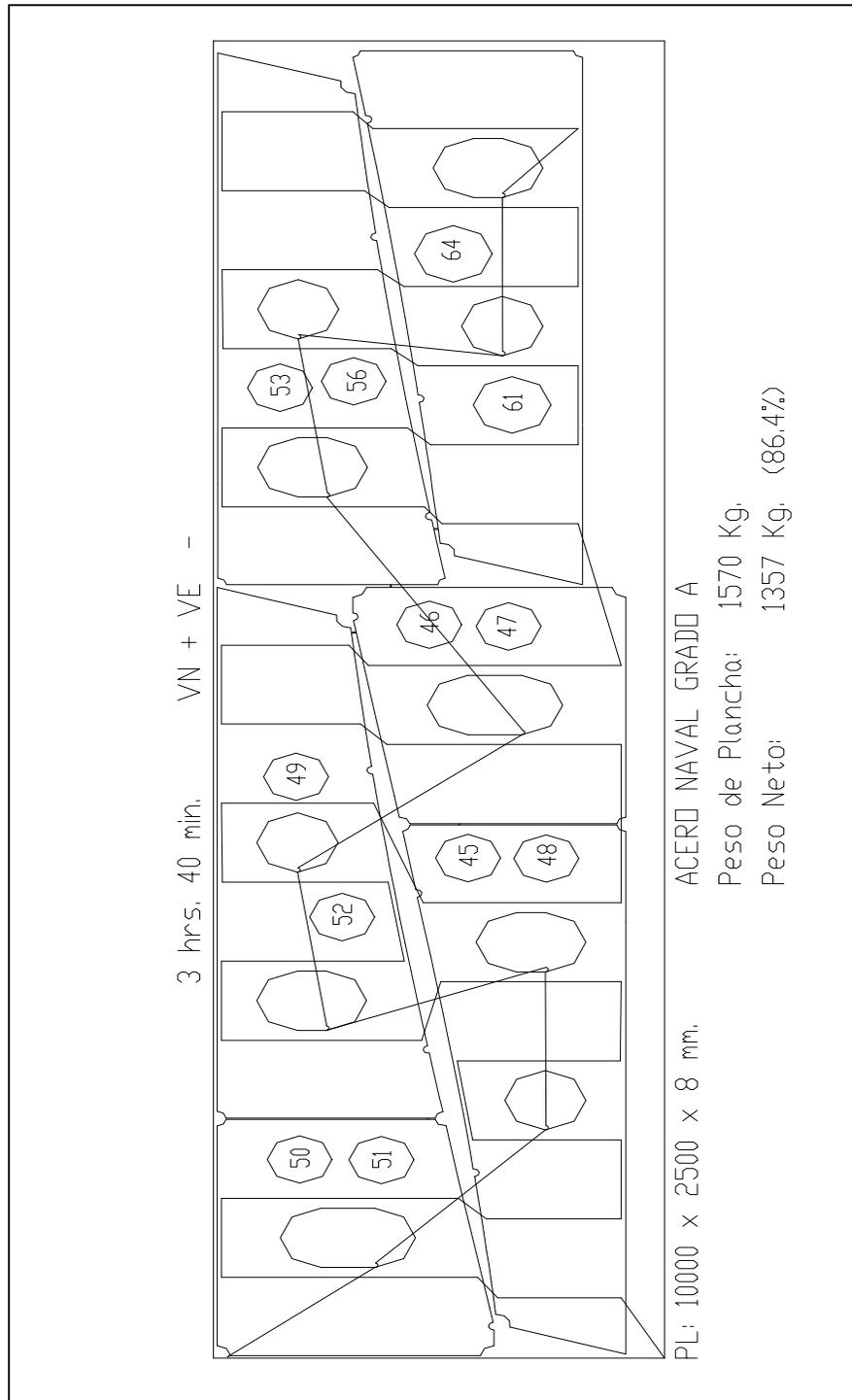


Fig. 15 Nesting Típico de Piezas en planchas

La información recibida respecto a la distribución de Piezas en formatos de plancha permite la economía importante en los consumos del Astillero y además, poder manejar datos como identificación de piezas para corte, tiempo aproximado de trabajo y la información necesaria para maquinas de control numérico.

PARTS LIST

Part No.	Pa- nel	Group	Description	Quality	Net Weight	Plate/ Profil	Job No.	Quantity	Net
|100|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2250|		1271|	16.0|	A|	228|	PL|	10|		
|101|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2071|		990|	16.0|	A|	163|	PL|	10|		
|102|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2261|		1118|	16.0|	A|	268|	PL|	10|		
|103|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2350|		1119|	16.0|	A|	287|	PL|	10|		
|104|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
1251|		1115|	26.0|	AH36|	238|	PL|	10|		
|105|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2019|		1170|	26.0|	AH36|	404|	PL|	10|		
|106|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
1252|		1245|	16.0|	D|	157|	PL|	10|		
|107|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2832|		2044|	16.0|	A|	527|	PL|	10|		
|108|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2941|		2259|	16.0|	A|	704|	PL|	10|		
|109|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2860|		2276|	16.0|	A|	765|	PL|	10|		
|110|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2872|		1170|	26.0|	AH36|	650|	PL|	10|		
|111|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
3059|		1958|	26.0|	AH36|	1107|	PL|	10|		
|112|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
3099|		1159|	16.0|	D|	410|	PL|	10|		
|113|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2537|		1165|	26.0|	AH36|	582|	PL|	10|		
|114|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2941|		1945|	26.0|	AH36|	1063|	PL|	10|		
|115|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
3363|		1183|	16.0|	D|	446|	PL|	10|		
|116|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2832|		2044|	16.0|	A|	527|	PL|	10|		
|117|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2941|		2259|	16.0|	A|	704|	PL|	10|		
|118|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2860|		2276|	16.0|	A|	765|	PL|	10|		
|119|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2872|		1170|	26.0|	AH36|	650|	PL|	10|		
|120|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
3059|		1958|	26.0|	AH36|	1107|	PL|	10|		
|121|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
3099|		1159|	16.0|	D|	410|	PL|	10|		
|122|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2537|		1165|	26.0|	AH36|	582|	PL|	10|		
|123|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2941|		1945|	26.0|	AH36|	1063|	PL|	10|		
|124|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
3363|		1183|	16.0|	D|	446|	PL|	10|		
|125|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
1713|		1524|	16.0|	A|	157|	PL|	10|		
|126|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2371|		2242|	16.0|	A|	565|	PL|	10|		
|127|	|100|	|930|	|SHELLPLATE					|1|	|MS|
2425|		2261|	16.0|	A|	664|	PL|	10|		

- Hoja típica de Información general de Piezas

En la Fig. 16 se muestra en detalle general, las características del bloque estructural construido, como peso y centro de gravedad total, datos muy importantes para manipulación de cargas y centro de gravedad total de acero en el barco.

Toda la Información antes detallada, es entregada de manera fácil a cada departamento de Ingeniería y/o Patios de Construcción, originando ahorros de plazos importantes y comunicaciones más ágiles entre los distintos ingenieros responsables.

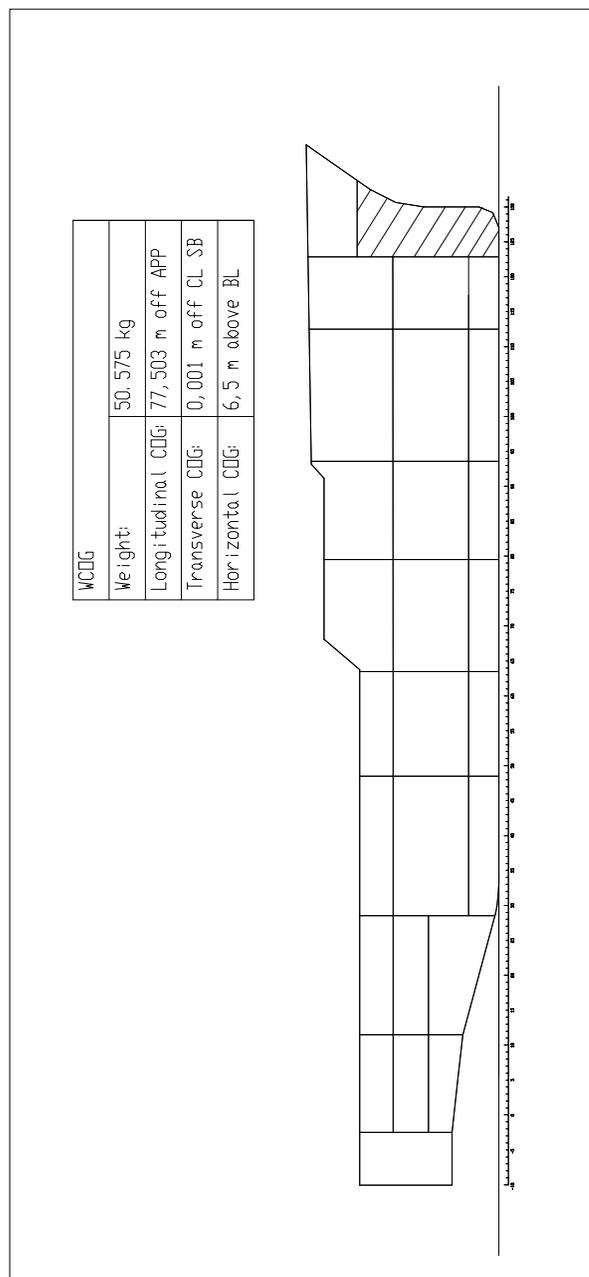


Fig. 16 Esquema Centro de Gravedad Bloque

9. CONCLUSIONES

El diseño y fabricación asistido por computador, ha permitido a las empresas adecuarse a los procesos actuales, donde aumentar la calidad, disminuir costos y acortar tiempos de producción se ha convertido en un requisito indispensable de existencia.

Las técnicas CAD, CAE, CAM, CIM han logrado la evolución del ciclo de un producto siendo en un principio tecnologías desarrolladas por separado, hoy se encuentran unidas desde la fase inicial de diseño hasta el término de la fabricación, incluso incluyendo en ciertos casos actividades de administración y gestión de la Empresa.

En la actualidad, el uso de herramientas informáticas ha dejado de ser una alternativa dentro del ámbito industrial, para convertirse en la única opción existente.

Para la Construcción Naval, ha sido realmente benéfico, donde sistemas informáticos complejos cubren áreas como: Arquitectura Naval, Estructura, Maquinaria, Equipos, Electricidad, Instrumentación y Habitabilidad.

10. BIBLIOGRAFIA

1. L.L. DELGADO M. INTERACCION DE SISTEMAS CAD/CAE EN ESTRUCTURAS. TESIS DE GRADO UACH 1994.
2. J. A. ARAVENA R. UN ENFOQUE PARA LA MODELACION GEOMETRICA DE CASCOS DE EMBARCACIONES. TESIS DE GRADO UACH 1997.
3. SISTEMAS DE BIBLIOTECAS UACH
www.biblioteca.uach.cl
www.cybertesis.cl
4. THE NAVAL ARCHITECT
www.rina.org.uk/tna