



## APLICACION DEL CAD/CAM EN LA PLANTA PILOTO DE CONFECCIONES DE PRENDAS DE VESTIR DE LA FII – UNMSM

Ing. Oswaldo Rojas Lazo  
Ing. Julio Salas Bacalla

### Resumen

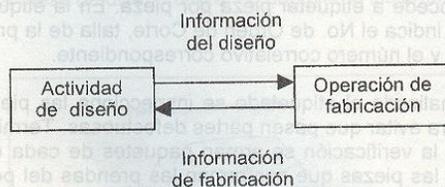
El presente artículo muestra un sistema CAD/CAM aplicado en las confecciones de prendas de vestir, las ventajas frente al sistema tradicional y la posibilidad de implementarlo gradualmente en la planta piloto de confecciones de la FII – UNMSM.

### Abstract

This article shows a CAD/CAM system applied in the makings of garments of dressing, the advantages in front of the traditional system and the possibility of implementing it gradually in the plant pilot of the FII – UNMSM.

### Introducción

El diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación o manufactura asistida por computadora (CAM) se han convertido en herramientas muy importantes para mejorar la calidad del producto y aumentar la productividad en la industria moderna. El diseño y la fabricación son dos entidades inseparables, dado que el diseño precede a la fabricación. La información generada en la etapa de diseño se usa luego en la etapa de producción y costeo. El diseño se modifica de acuerdo a la realimentación del departamento de fabricación



Al aplicar la tecnología de las computadoras al enlace entre el sistema de diseño y el sistema de fabricación, se proporciona una realimentación más rápida y una mejor comunicación. Esto ayuda a reducir los costos, mejora la calidad del producto, reduce el tiempo de producción y se mejora la documentación.

La necesidad más grande que tiene hoy el fabricante es el de visualizar y reducir los costos de las muestras. La introducción de los sistemas CAD/CAM tiene un efecto considerable sobre la organización y los procedimientos, porque si bien se puede adaptar a los métodos de trabajo establecidos, no es esta la mejor forma de obtener la máxima rentabilidad del sistema, de aquí que su introducción suponga una buena oportunidad para normalizar procedimientos y componentes, de manera que permitan aprovechar mejor las posibilidades de esta nueva herramienta.

La evolución hacia la Manufactura Dinámica se manifiesta en esfuerzos simultáneos.

La selección de estos sistemas deben planificarse con sumo cuidado, considerando la integración con el resto de equipos y sistemas así como también el factor cultural.

### Ventajas de la aplicación del CAD/CAM

#### CAD (Computerized Aided Design)

- Aumento en la productividad del diseño.
- Mejoras en la calidad del diseño.
- Disminución en el tiempo de diseño y tiempo de respuesta.
- Disminución en el consumo de telas.
- Representación precisa y marcadores automáticos.
- Representación precisa y patrones automáticos, etc.

#### CAM (Computerized Aided Manufacturing)

- Disminución en el tiempo de manufactura.
- Aumento en la flexibilidad de manufactura.
- Reducción en los costos de mano de obra directa.
- Mejoras en la calidad.
- Disminución de materiales, etc.

#### Selección de un sistema CAD/CAM

Se requiere:

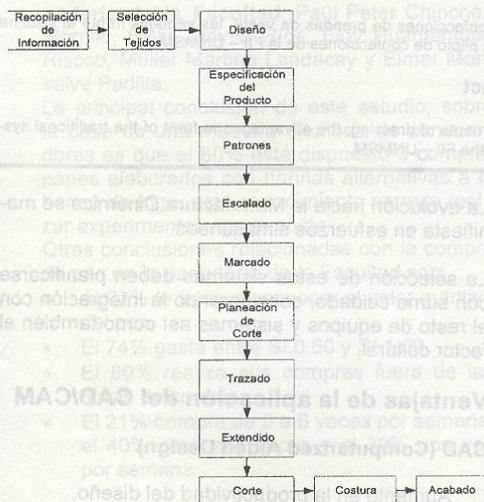
- Implementación de estrategias Justo a Tiempo (JIT).
- Implementación de procedimientos y reglas que conducen al concepto de Calidad Integral.
- Capacitación masiva de todo el personal, desde costureros hasta la alta gerencia, para incrementar la participación de todos en el proceso de cambios.

El propósito de una nueva estrategia es lograr una "distribución continua" de mercancías y un sistema



de mercadeo que responde de inmediato a los gustos del consumidor, con el objetivo final de lograr una integración funcional total de un sistema de abastecimiento, desde el suministro de la materia prima hasta el consumidor.

### Operaciones en el Proceso de la Confección



#### Diseños

Previamente se recopila información sobre las tendencias de la temporada, estilos de prenda, colorido que predominará, conocimiento de los tejidos actuales y las novedades, etc.

Luego se analiza toda la información para determinar el producto. Los diseños se realizan en forma clara para que se pueda interpretar el estilo y los detalles van anotados en una ficha técnica explicativa.

#### Patrones

De todos los diseños seleccionados para la colección, se realizan patrones prototipos, ampliando la información en la ficha técnica, incluyendo datos de detalle de costura y montaje, accesorios y tejidos complementarios. Con el patrón prototipo se corta el tejido original con el que se va a confeccionar la prenda o uno parecido, para detectar posibles defectos que serían difíciles de corregir en plena línea de producción.

#### Escalado y Marcado

Formalizando la demanda se decide el tallaje a escalar para cada modelo.

El escalado se realiza tomando el patrón prototipo y de este se sacan las demás tallas, de acuerdo a una tabla de medidas estandarizadas. Una vez que se han hecho los escalados se pasa a realizar las marcadas y luego el corte porque la demanda es cada vez mas diversificada.

#### Trazado y Tendido

El trazado es la operación en la que se acomodan y se dibujan los moldes correspondientes al pedido, siguiendo las indicaciones contenidas en los moldes.

El tendido es la operación en el cual se va superponiendo la tela, capa por capa en la mesa de corte, hasta complementar el número de capas deseadas por color. La altura recomendable para un tendido depende del tipo de tela y el acabado que ésta tenga.

#### Corte

Una vez tendida toda la tela se procede a ejecutar el corte, utilizando la máquina cortadora de cuchilla vertical o circular, según sea el caso, obteniéndose bloques de todas las piezas del pedido, pasando luego a la sección de Habilitado.

#### Habilitado

Separa los bloques por tallas y piezas, luego se procede a etiquetar pieza por pieza. En la etiqueta se indica el No. de Orden de Corte, talla de la prenda y el número correlativo correspondiente.

Finalizado el etiquetado se inspecciona las piezas para evitar que pasen partes defectuosas. Terminada la verificación se arman paquetes de cada una de las piezas que conforman las prendas del pedido. Cada paquete tiene una ficha técnica.

#### Confección

Del almacén se retiran los materiales y avíos necesarios para la producción. Procede la confección de la prenda, teniendo cuidado en que las medidas obtenidas de costura, sean las pedidas por el cliente, dichas medidas son cotejadas con las fichas de especificaciones. Terminada la confección la prenda pasa por una inspección final, esto es para evitar que regrese de acabados por alguna falla.

### CAD/CAM en la Industria de la Confección

#### Diseño del modelo

La forma de hacer modelos por medios de maniquíes es una labor tediosa y compleja, con el advenimiento de nuevas tecnologías, como el uso de com-



putadoras y de visualización estereoscópica, permiten la observación dinámica de los modelos en tres dimensiones. El diseñador puede ver la imagen detalladamente desde cualquier ángulo, con la ayuda de programas especializados y lentes anaglíficos.

### El diseño de patrones

La estructura de datos que soporta a todo el sistema, permite manejar desde curvas aisladas, hasta modelos completos. La flexibilidad y amplitud de esta estructura hacen del diseño un sistema dinámico, al que es muy fácil la incorporación de nuevas funciones que proveen automatismo para la construcción del patrón. Esta amplia variedad de objetos manipulados, permite realizar operaciones como las de utilizar una sección del contorno de una pieza para otra, la construcción de modelos a partir de la combinación de otros, modificación de una sola pieza en diversas variantes, etc. Las técnicas geométricas usadas son muy complejas permitiendo una fácil manipulación de curvas y el control de los parámetros geométricos más importantes de cara a la construcción del patrón. El conjunto de funciones incorpora todo tipo de manipulaciones sobre curvas, patrones o modelos, como longitud de la curva y ángulo, corte de piezas, etc.

El diseño de patrones se puede realizar utilizando software, como Modaris, en una computadora o en una mesa de diseño utilizando una pluma inalámbrica.



Fig. N° 1. Tablero de diseño

Al utilizar el CAD/CAM en el diseño de patrones se puede lograr rápidamente una gran variedad de materiales, colores y estilos, simular en 2 o 3 dimensiones los esquemas, evaluar los planes antes

de la fabricación de la muestra o producción y hacer modificaciones con gran facilidad.

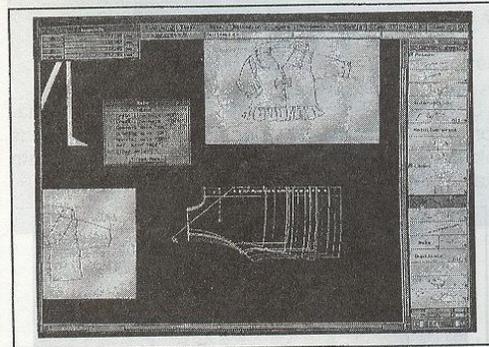


Fig. N° 2. Diseño y escalado

### El Escalado

El sistema traduce automáticamente las modificaciones realizadas en las piezas sobre las normas de escala y genera inmediatamente las escalas intermedias, acelerando enormemente el proceso de preparación de un patrón base. Estos automatismos eliminan el esfuerzo de escalado y permiten al patronista contemplar en una misma fase el diseño de su patrón base y de todas las tallas derivadas con lo que el control se realiza no solo sobre la talla base, sino, sobre toda la gama de tallas.

### La Marcada

Como consecuencia de la integración de diseño y escalado, el modelo que ha sido aprobado, puede pasar inmediatamente al estudio de marcadas. Esto reduce drásticamente el plazo de fabricación.

No obstante el sistema CAD/CAM permite trabajar con patrones base efectuados sobre papel; en este caso, el proceso que debe efectuarse previamente es la introducción de los patrones base en el sistema por medio de una mesa digitalizadora.

El estudio de marcadas se efectúa sobre una computadora en la que aparecen todas las piezas de las tallas que componen la marcada.

Una vez transmitida la información al software de marcado, éste crea un marcado acabado automáticamente; evalúa fácilmente una gran cantidad de piezas, ocupándose de cualquier tipo de tejido: abiertos, al lomo, encarados o tubulares. Adicionalmente, se puede modificar manualmente el marcado, procediendo al encaje de piezas para conseguir el máximo aprovechamiento de tejido, no



permitiendo el sistema la superposición de patrones. También puede impedir giros no autorizados de los patrones, según las tolerancias en el sentido de urdimbre o trama que se haya asignado,

### Sistema de Planificación de Corte

El objeto de la planificación de corte es la determinación de las combinaciones de tallas a marcar y de los colchones a tender y cortar, de forma que el costo total, incluyendo proceso y materiales, sea mínimo.

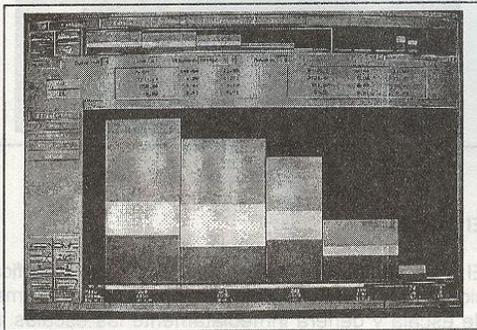


Fig. N° 3. Cálculo de costos óptimos

Los métodos de optimización consisten en: primero obtener la mejor combinación de tallas posibles tomando la información de las marcas estándar por modelos y reducirla de la demanda, luego calcular la mejor combinación para esta demanda reducida y así sucesivamente hasta dejar satisfecha la demanda, obteniendo una marcada que se utilizará en el proceso de corte y trazado de ser necesario. Sin embargo, una buena combinación inicial puede ser sacrificada en la búsqueda de una mejor solución final mediante la aplicación de técnicas matemáticas, que permiten la obtención de óptimos globales sin el examen exhaustivo de todas las combinaciones posibles.

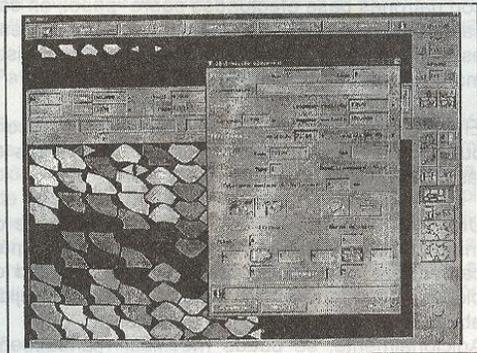


Fig. N° 4. Marcada óptima

### Trazado

Los sistemas CAD/CAM de trazado y tendido se integran en el proceso de producción, conectándolos a una cortadora y a una estación de cómputo. Si el proceso de corte se efectúa de la forma tradicional se dibuja la marcada sobre papel, a tamaño natural y con la indicación de la talla de cada componente por medio del trazador gráfico de dibujo (plotter). Cuando se corta en el sistema automático, no es preciso dibujar la marcada a tamaño natural; sin embargo es conveniente utilizar un pequeño trazador gráfico de dibujo para dibujar la marcada a escala reducida que permitirá la identificación y etiquetado de las piezas cortadas, antes de la retirada de la mesa de corte.

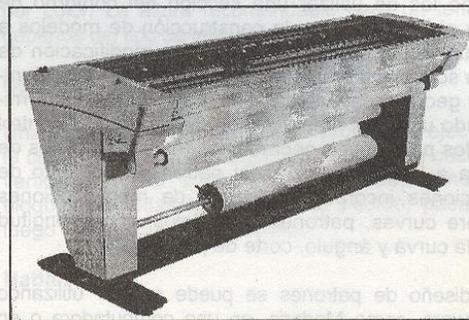


Fig. N° 5. Máquina trazadora

Todo lo anteriormente explicado corresponde al CAD (Computerized Aided Design) que es el diseño ayudado por computadora, lo que en resumidas cuentas es llegar a planificar todo el trabajo usando una computadora, el siguiente paso corresponde al CAM (Computerized Aided Manufacturing) o manufactura ayudada por computadora lo cual viene a ser la realización del trabajo planificado con el uso de máquinas.

### Extendido

Se transmiten las órdenes de tendido directamente desde la estación de diseño, con lo que se eliminan los errores y se optimiza el flujo de información. El orden de tendido se inserta directamente en el plan de producción. Además, se elimina una etapa del proceso de producción al no tener que volver a trazar las marcas cada vez que se repite una operación. Se reducen las pérdidas de tejido en los extremos del colchón debido a la precisión de posicionamiento lograda con el microprocesador y además es capaz de realizar la mayoría de los métodos de extendido: desde el corte de fin de capa, hasta el tubular o el zigzag.

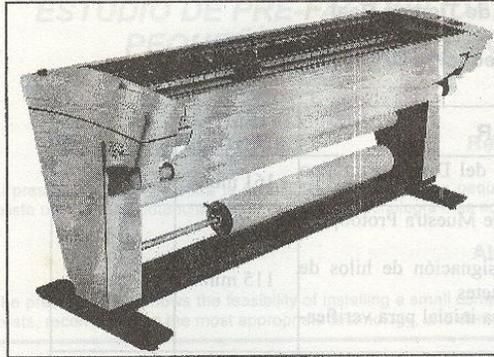


Fig. N° 6. Máquina extendedora

#### Corte

Desde el sistema de marcada es posible controlar los sistemas de corte con absoluto control de las interrelaciones entre ambos.

La cortadora se sitúa en el extremo de la mesa de corte, se coloca el comienzo de la tela extendida sobre la cortadora, se coloca un plástico sobre la tela, la cortadora creará un vacío gracias al plástico que está sobre la tela y no permitirá que la tela se mueva gracias a una turbina para aspirar, luego un cabezal de corte con cuchilla, similar a los que usan los cortadores manuales, efectuara el corte de la tela dentro del área en la que le es posible moverse, luego la cortadora avanzará la tela para seguir cortando mientras que lo cortado quedará sobre una banda de descarga donde los operarios recogerán la tela ya cortada de una calidad excepcional.

Gracias a la velocidad de corte surge un nuevo problema: la rapidez del extendido de la tela. Resulta muy costoso tener una maquina cortadora automática parada y para que ésta trabaje constantemente debemos alimentarla con extendidos de tela listos para cortar, la única forma de acelerar el extendido es con una maquina extendedora manual o automática. Es importante tener en cuenta que en el diseño de una sala de corte moderna, la implementación de un equipo en una parte del proceso puede generar tiempos muertos o cuellos de botella en otros casos, teniéndose que balancear la línea de producción.

#### Módulos CAD/CAM posibles de ser aplicados en la planta piloto de confecciones de la FII-UNMSM

Dado los escasos recursos económicos con que cuenta la Facultad de Ingeniería Industrial, se tiene la posibilidad de implementar los módulos de diseño,

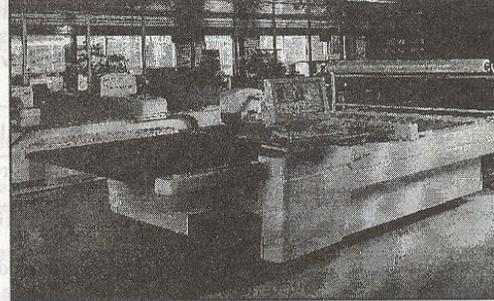


Fig. N° 7. Máquina cortadora automática

patrones, escalado, marcado y trazado, los mismos que solamente requieren de equipos convencionales

Además el software a utilizar se puede encontrar por módulos en diferentes marcas y precios relativamente accesibles.

La implementación de los demás módulos como: tendido, corte, habilitado y confección, corresponden a los sistemas CAM y requieren de una elevada inversión, tanto en hardware, software e infraestructura, y los bajos volúmenes de producción de una planta piloto no lo justificarían, por lo que quedaría como un proyecto a largo plazo.

Es importante que los módulos de un sistema puedan trabajar independientemente y/o juntos a la vez.

La utilización de un sistema basado en CAD, deber contar con los siguientes equipos:

- Para entrada de los patrones: un tablero de digitalización y un scanner.
- Para las modificaciones de los patrones y el tratamiento de marcas: una estación gráfica.
- Para el trazado y corte de patrones: un plotter.

Para tal efecto se debe contar con:

- Hardware
- 01 computador con las siguientes características: Pentium 2 de 450 MHz, 128 Mb de RAM, 10 Gb de disco duro, tarjeta aceleradora de video 3D de 32 Mb de VRAM, monitor de 17 pulgadas.
- 01 Tablero digitalizador.
- 01 Plotter de 183 cm.
- 01 Escaner.



**Cuadro Comparativo de Tiempo Real**  
**Ejecución Manual vs Ejecución CAD/CAM**

No. ETAPA	LABOR A REALIZAR	TIEMPO MANUAL	TIEMPO CAD/CAM
PRIMERA Trazo	Elaboración de cada uno de los patrones del Diseño Prototipo compuesto por 23 moldes	161 min.	15 min.
SEGUNDA Codificación	Asignación de Costuras para confección de Muestra Prototipo y Definitiva. Identificación Técnica de cada molde, asignación de hilos de tela, marcada de señas y ubicación de piquetes Después de este proceso se corta la muestra inicial para verificación	115 min.	9 min.
TERCERA Revisión	Revisión de Muestra Física confeccionada. Definición de correcciones (Ejemplo 5 moldes) para dejar moltería definitiva	20 min.	2 min.
CUARTA Escalado	Graduación de Tallas - Escalado de cada patrón 6 veces para obtener 6 tallas adicionales definitivas para Corte Industrial. (6 tallas x 23 moldes = 138 moldes a realizar incluyendo identificación y piquetes).	690 min.	15 min.
QUINTA Trazado	Elaboración sobre papel del trazo (marcada) para Corte Industrial (trazo Simple, abierto, 1 talla por vez, total 7 tallas = 161 moldes a ubicar optimizándolo y marcándolos en el papel).	322 min.	18 min.
	<b>TOTAL PROCESO</b>	<b>1308 min.</b>	<b>79 min.</b>