

# RIKARDO MÍNGUEZ

*Diseño de un nuevo proceso de modelizado digital de tablas de surf*

# JAVIER MUNIOZGUREN

## ***1. Introducción y objetivos de trabajo***

La empresa de surf PUKAS alcanzó en 2005 un acuerdo con la Universidad del País Vasco para investigar la posibilidad de introducción de un nuevo proceso de concepción, diseño y producción CAD/CAE/CAM de tablas de surf en su fábrica OLATU [8]. El trabajo se ha realizado por investigadores del Laboratorio de Diseño de Producto (PDL) en la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, en estrecha colaboración con el departamento de diseño de PUKAS. Esta compañía se dedica no sólo al diseño de las tablas de surf sino también a la venta de ropa y modas afines. Es líder en el mercado europeo con clientes en todo el mundo y cuenta con expertos colaboradores repartidos por todo el planeta que participan en el diseño de las tablas de surf que más tarde se comercializan.

La investigación se centra en el análisis de los distintos sistemas de diseño de tablas de surf disponibles en el mercado actual, con el condicionante de que su programa de diseño esta ligado directamente a su propia máquina de control numérico. Además, en este proyecto PUKAS también ha contado con la asistencia técnica necesaria para la implantación de técnicas de ingeniería inversa en sus procesos de fabricación.

La actual máquina CNC en la fábrica de OLATU es la razón principal para comenzar este trabajo. Debido a su antigüedad la mayor parte de las actuales máquinas CNC son en todos los aspectos técnicos superiores a esta fresadora. Un problema añadido de la máquina es que es un sistema cerrado, que trabaja únicamente con su software de diseño 'Surfcad' y está programada para trabajar de tal manera que solamente permite a los propios técnicos de Surfcad realizar mejoras. En caso de avería, PUKAS debe contactar inmediatamente con la compañía brasileña, y esperar a que los técnicos vengan para repararla, lo que significa una gran pérdida de tiempo y dinero para la empresa.

El trabajo se ha enfocado para realizar un acercamiento lo más técnico posible, analizando diverso software para el diseño de las tablas de surf desde un punto de vista crítico e imparcial. Por lo tanto, lo que da valor a este estudio es el hecho de que se ha hecho independientemente de la compañía, sin ningún tipo de visión comercial en la materia. Una vez concluido, se han considerado otro tipo de factores influyentes y subjetivos, tales como la singular idiosincrasia del mundo del surf a la hora del diseño, el nivel requerido de conocimiento de los shapers (diseñadores de la forma de las tabla de surf) y la logística y situación económica y social de la empresa [10].

Antes de la implantación de un nuevo proceso de fabricación a medio plazo, se han trabajado algunos objetivos también importantes, con la intención de mejorar la actual máquina del CNC: estudiamos la posibilidad de usar otra herramienta de corte y también, el diseño y colocación de un sistema de la aspiración del serrín que no existe actualmente.

## 2. *Análisis y evaluación de software de diseño de tablas*

A la hora de llevar a cabo el estudio hubo factores que agregaron cierta dificultad al proyecto tales como la ausencia de cualquier manual de usuario. El trabajo intuitivo con los programas de diseño ha sido la manera de profundizar en el estudio del funcionamiento interno de cada programa. Se han analizado la capacidad y la facilidad de uso del diverso software de diseño y la posibilidad de su implantación posterior en un nuevo proceso de fabricación [1] [3]. Para este análisis, el programa actual de PUKAS (Surfcad) se ha tomado como referencia y desde ese punto de vista, las características técnicas están divididas en diversas categorías de modo que todos los programas puedan ser evaluados y puntuados.

Fueron analizados seis programas específicos del software para modelar digitalmente las tablas de surf. 3 europeos, 1 brasileño, 1 australiano y otro hawaiano.



FIGURA 1  
La empresa



FIGURA 2  
Mejoras realizadas en la máquina

## 2.1 *Surfcad*

Es el programa que utiliza PUKAS. Creado en Brasil, este software es relativamente antiguo y no se aprovecha la potencia de cálculo de los actuales ordenadores. Como ventaja cuenta con un interfaz simple que ha sido pensado para los shapers y que ajusta sus medidas justo a la manera en que deben trabajar estos shapers a la hora de diseñar una tabla de surf. Desde el punto de vista del diseño, Surfcad es un programa único, puesto que trabaja con una serie de curvas que ningún otro tipo de software utiliza. El uso de este tipo de curvas particulares (y no las curvas usadas por los otros programas) es debido a la máquina fresadora CNC con la cual se relaciona este software. Esta máquina no puede mecanizar los laterales de la tabla, así que al eliminar los lados del diseño a realizar, las curvas con las cuales trabaja varían.

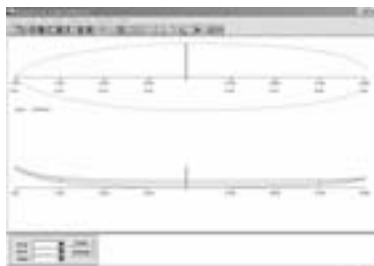


FIGURA 3  
Surfcad

Otra desventaja de este sistema de producción es el hecho de ser un sistema cerrado. No es posible importar ni exportar ningún dato desde o hacia el sistema CAD/CAM. Ésta es la razón por la que Surfcad puede trabajar solamente con su propia máquina y no con otra.

## 2.2 *APS 3000*

Este software específico para el diseño de las tablas de surf viene de Australia [5]. En su manera de trabajo como en su formato visual es el programa más similar al Surfcad entre el resto de programas analizados. Por lo tanto, comparte con Surfcad el problema de no aprovecharse de la capacidad del ordenador, y está fuera de mercado en comparación con otros programas más sofisticados tanto en CAD como en CAM. Una ventaja de este software es que trabaja con las curvas estándares usadas para el diseño de tablas, es decir, que puede diseñarlas completamente. Entre sus ventajas debe añadirse su capacidad de exportar e importar archivos CAD en algunos formatos estándares de CAD. Ésta es la razón por la que funcionalmente puede parecer un programa superior a Surfcad, pero eso no es real, porque entre sus desventajas observamos una mayor dificultad en la fase de diseño.



FIGURA 4  
Curvas y vistas estándares

## 2.3 *D.A.T. Designer XP*

Este programa galés ha sido creado en la universidad de Swansea por Nick Lavery, un surfista bien conocido en los ambientes surferos [4]. El software también trabaja con las curvas estándares y es un programa más desarrollado que los anteriores. Esta superioridad se observa en

aspectos tales como el tipo de ayudas visuales, de presentaciones 3D y de bibliotecas que nos dan la posibilidad de introducir algunas características guardadas de diseños anteriores. Debido a estos aspectos, aprovecha mejor las capacidades de las actuales computadoras.

Aunque es un software bastante completo para el diseño de la tabla de surf, presenta una desventaja insalvable con respecto a los otros programas analizados: es solamente un programa del CAD, lo que significa que no tiene un módulo de CAM a integrar, y por lo tanto, no se puede relacionar con ninguna máquina. Es necesario otro software CAM para poder calcular las trayectorias de la máquina.

#### 2.4 *KKL Professional Designer 2004*

Este programa está creado en Hawai [6]. Consideramos que su interfaz es de fácil manejo pero no es un programa que aporta novedades técnicas en comparación con los otros programas. El diseño de la tabla de surf es también completo y aunque también utiliza las curvas estándares como base del diseño, a la hora de definir cada curva se utiliza un gran número de puntos. Ésta es la razón por la que el diseño es más laborioso y complicado. Con unos cuatro o cinco puntos ya se puede definir correctamente las curvas características de la tabla y definir así sus superficies de estilo.

#### 2.5 *KShape 3D*

Creado por ingenieros franceses, pone el acento en la parte técnica a la hora de desarrollar el programa, tanto por el número de opciones posibles a la hora de enfrentar un nuevo diseño de la tabla como por los módulos de la representación 3D y CAM que sobrepasan a la mayor parte de los otros programas [9]. El manejo no se complica excesivamente, pero no puede ser comparada a la sencillez que tiene SurfCAD. Como la mayor parte de los programas, el diseño se basa en las curvas estándares para definir la geometría de las tablas de surf.

El uso de código G para crear la trayectoria en la máquina CNC hace que este software sea compatible con cualquier tipo de máquina que utilice este código estándar. Shape 3D está también abierto a archivos exportados de CAD así como a importación de nubes de puntos. Ésta es una de las razones, es decir la posibilidad de uso de técnicas de ingeniería inversa, por la que se valora tan positivamente en la tabla comparativa.

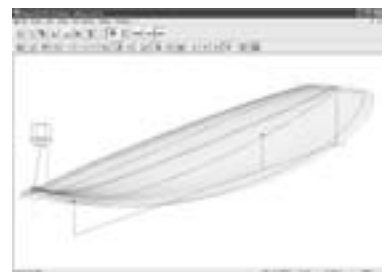


FIGURA 5  
Shape 3D

## 2.6 *KM Shape*

Aunque a primera vista parece que trabaja con las mismas curvas usadas por la mayor parte de los otros programas, la manera de trabajo es exactamente la inversa de los otros programas [7]. En este software creado en Montpellier (Francia) trabajamos primero en 3D y luego vamos a trabajar con las curvas. El diseño es excesivamente complicado en comparación con el otro software debido al gran número de puntos usados a la hora de definir cada curva, y debido a la cantidad de curvas que se definen en cada vista. Este hecho debilita el software puesto que un software más simple es suficiente a la hora de diseñar las superficies de estilo de las tablas de surf. Por otra parte, el gran número de opciones de diseño, la posibilidad de usar las nubes de puntos de un escáner, el uso de código G, y las opciones de exportar e importar archivos de CAD hacen que este software sea factible para interactuar con cualquiera de los sistemas que necesitamos.

<b>Diseño de tablas</b>	10%	<b>Visualización</b>	10%
Datos de partida	5%	Datos en la vista	1%
2 tablas a la vez	1%	Zoom	2%
Fotos	1%	Cuadrícula	1%
Escáner	1%	Cálculo de volumen	1%
Posibilidad de cambio	2%	Cálculo de superficie	1%
<b>Vistas y Curvas</b>	15%	Deshacer	2%
Num. de vistas	5%	Unidades	2%
Vistas auxiliares	1%	<b>3D</b>	10%
Num. de curvas	5%	Wireframe	4%
Curvas auxiliares	1%	Sólido	4%
Tipo de curvas	2%	Zoom	1%
Tangencias	1%	Rendering	1%
<b>Puntos</b>	15%	<b>Cam</b>	10%
Núm. de puntos	7%	Diseño bancada	1%
Añadir/Suprimir	2%	Diseño bloque	1%
Manejo manual	2%	Diseño herramienta	1%
Manejo por datos	2%	Diseño trayectoria	2%
Manejo por tangentes	2%	Simulación	1%
<b>Máquina</b>	15%	Exportar	4%
Sí/No	5%	<b>Programa</b>	15%
Precio	10%	Precio	10%
		País	5%
<b>Valoración total</b>			100%

TABLA 1.  
Criterios de importancia

Shape	Surfcad	APS3000	DAT	KKL	Shape 3D K Designer	M
Diseño tablas	6,6	3	3	4,5	8,8	7
Vistas	6,8	8,2	9,4	8,9	8,8	7,2
Puntos	9,3	7,4	7,0	7,3	9,0	6,8
Visualización	3,8	7,3	7,3	3,6	8,4	6,7
3D	3,4	0	10	5	10	5
CAM	1,9	5,4	0	0	8,8	8
Máquina	5	7,3	0	6,3	5,6	9,3
Programa	5,3	4,6	6	5	9,6	6,3
<b>Total</b>	<b>5,6</b>	<b>5,7</b>	<b>5,4</b>	<b>5,4</b>	<b>8,5</b>	<b>7,1</b>

TABLA 2.

Tabla comparativa.

### 2.7 Tabla Comparativa

A la hora de intentar evaluar y puntuar el diverso software, dicha evaluación debe ser tan imparcial como sea posible para crear la tabla comparativa. En esta tabla las diversas características de los programas analizados se han subdividido, imputando a cada una de esas características un peso determinado según su importancia.

## 3. Máquinas CNC

Normalmente los programas CAD para el diseño de las tablas de surf se relacionan con máquinas fresadoras con control numérico para mecanizar las tablas de foam con el modelo previamente diseñado. El grupo de investigación también ha estudiado las diversas máquinas disponibles en el mercado y que están relacionadas con el software previamente analizado. Sin embargo no hemos llegado a un estudio tan exhaustivo como el hecho con el software. Hay muchas características a considerar a la hora de estudiar las diversas máquinas, pero las más significativas son: la capacidad de mecanizar el diseño completo de la tabla, la posibilidad de mecanizar correctamente el stringer del tablero (un listón rigidizador en el centro de la tabla), el sistema de sujeción del tablero, el sistema de aspiración del serrín, además por supuesto de la asistencia técnica y el precio de la máquina.

Se han considerado 4 máquinas: la *Surfcad/DSD shaping machine* (ésta relacionada con Surfcad y es la que tiene PUKAS en este momento), la *APS 3000 machine*, la *3D Motions Systems CNC machine* ligada con el programa Shape 3D y la máquina *KMS Milling machine* unida al programa KM Shape.



FIGURA 6  
3D Motions Systems CNC Machine, KMS  
Milling Machine y Surfcad/DSD shaping  
machine

#### 4. *Ingeniería inversa en la fabricación de tablas de surf*

Sucede a menudo que no disponemos del archivo CAD de la tabla que se desea fabricar pues muchas veces el shaper trabaja directamente a mano. Hace la tabla y cuando se marcha, necesitamos recuperar el archivo CAD para poder fabricar modelos similares en el futuro. Otras veces el cliente está tan contento del diseño de su tabla que desea otra idéntica. En esos casos el único proceso utilizado hasta ahora ha sido medir la tabla por diversas secciones para poder tomar las medidas en puntos significativos, a menos que el shaper sea tan bueno como para adivinar las curvas visualmente. Una vez establecidas las posiciones de esos puntos, se introducen manualmente en el programa de CAD y podremos aproximar el diseño de la nueva tabla a la tabla de surf original. Este proceso es lento, y supone bastante esfuerzo humano por lo que la aplicación de nuevas técnicas de ingeniería inversa a la fabricación de tablas de surf interesa mucho a PUKAS.

Al intentar aplicar ingeniería inversa a este proceso de fabricación, deben ser considerados muchos factores. Las tablas de surf son grandes y la precisión necesaria en estos casos (0,25 mm) no es un factor determinante por lo que el escáner necesario debe ser rápido en la adquisición de la nube de puntos. Entre los escáneres disponibles en el mercado los más apropiados para este tipo de trabajo son los que usan tecnología láser o fotogrametría [2]. El proceso de pegado de las superficies obtenidas para su uso posterior en el diseño CAD se debe también valorar debido a su complejidad.

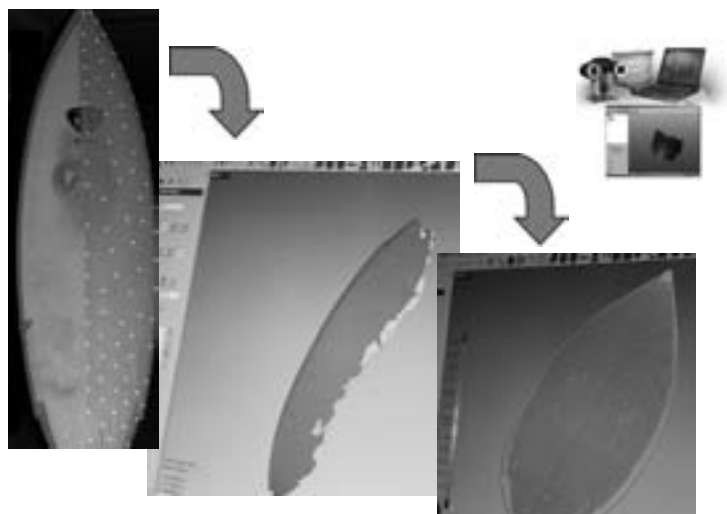


FIGURA 7  
Aplicación de Ingeniería inversa.

## 5. Conclusiones

A partir del hecho de que PUKAS ha decidido mejorar el proceso de fabricación de sus tablas de surf, hemos estudiado diverso software de diseño de tablas junto con las máquinas CNC relacionadas con estos programas. En lo que respecta al software, una vez analizados, evaluados y puntuados los programas, concluimos que el más completo y ventajoso es el *Shape 3D*. Sus módulo CAM y las presentaciones 3D aprovechan las posibilidades de los ordenadores actuales, y el sistema de curvas y vistas que utiliza a la hora de diseñar son fáciles de manejar. Además, la conectividad con otros programas CAD u otras máquinas CNC está asegurada con los formatos de exportación. Las calificaciones obtenidas por los diversos programas se representan en el diagrama de barras.

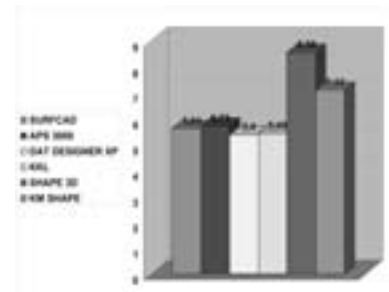


FIGURA 8  
Aplicación de Ingeniería inversa.

En el caso de las máquinas fresadoras CNC el estudio no ha sido tan extenso como el del software puesto que no se ha considerado como un factor tan determinante para el diseño y producción de las tablas de surf. Aunque todas las máquinas estudiadas podían mecanizar una tabla con la suficiente precisión, la máquina *3D Motions Systems CNC machine* ha sido sin ninguna duda la más resistente y la mejor preparada de todas. Pero por su alto coste en comparación con las otras, concluimos que la *KMS shape machine* es la máquina fresadora más adecuada en lo que se refiere a la calidad/coste.

El software y las máquinas han sido estudiados desde un punto de vista técnico, sin considerar la idiosincrasia del mundo del surf. Una vez concluido la revisión, intentamos introducir las particularidades con las que se trabaja en esta industria. Puede parecer que una fábrica que básicamente hace tablas de surf no debiera ser tan diferente de otra que trabaje con una producción similar, pero el hecho es que la filosofía de trabajo es totalmente diferente. Por ejemplo, PUKAS es una compañía líder que trabaja con muchos shapers 'veteranos' y famosos distribuidos por todo el mundo. No están habituados a trabajar con ordenadores, así que cualquier cambio en el programa CAD puede no ser aceptado por el shaper. Algunos incluso no aceptan el uso de estos programas CAD y diseñan sus tablas a mano. Por tanto, una modificación del programa CAD sin el consentimiento y colaboración de los propios shapers es inviable debido a las fuertes inercias de trabajo establecidas en torno al sistema actual. Windows sería un caso similar pero aplicado a los sistemas operativos, existen otros sistemas más completos pero debido a su uso tan extendido un cambio significaría más complicaciones e incompatibilidades que los que se solucionarían.



Se está estudiando actualmente el uso de técnicas de Ingeniería Inversa para obtener archivos CAD. Estamos trabajando con un escáner digitalizador láser en 3D completamente portátil con la precisión suficiente para este tipo de aplicación. Se ha concebido una forma específica de trabajo para poder integrar los datos obtenidos en la nube de puntos dentro del proceso de diseño.

### ***Referencias***

[1] Farin, G., Hoschek, J. and Kim, M.-S. Editors, «Handbook of Computer Aided Geometric Design». Elsevier, Amsterdam, 2002.

[2] Hébert, P., «A Self-Referenced Hand-Held Range Sensor», IEEE, 2001.

[3] Patrikalis, N. M., and Maekawa, T. «Shape Interrogation for Computer Aided Design and Manufacturing». Springer-Verlag, Berlin, 2002.

[4] [cetic.swan.ac.uk/surfs](http://cetic.swan.ac.uk/surfs)

[5] [www.aps3000.com](http://www.aps3000.com)

[6] [www.kklmachine.com](http://www.kklmachine.com)

[7] [www.kmsystemes.com](http://www.kmsystemes.com)

[8] [www.pukassurf.com](http://www.pukassurf.com)

[9] [www.shape3d.com](http://www.shape3d.com)

[10] [www.surflines.com](http://www.surflines.com)