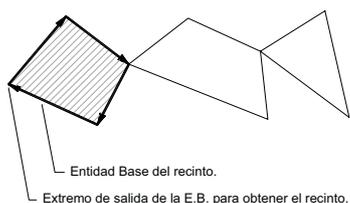
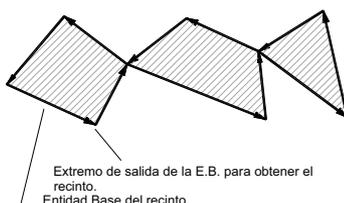


# APLICACIÓN DE UN ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO DE RECINTOS A UN SISTEMA CAD PARA LAS INDUSTRIAS DE LA PIEDRA



Recinto Seleccionado.



Recinto Seleccionado.

## Abstract

*Precise recognition and numbering of the pieces to be cut is necessary in the production process of the stone processing industry.*

*The measures (diminished, should there be any joints), material, finish, thickness and any works to be carried out on the sides of each piece, must be detailed in the instruction cards.*

*Several mistakes usually occur during this process which cause waste of time and material. To overcome this a graphical application program has been designed which will automate the process as far as possible. Its core is an algorithm for the automatical recognition of polygons complete with other applications to guarantee the coherence and uniqueness of this information.*

## Antecedentes

Las industrias transformadoras de la piedra producen bajo pedido piezas poligonales de diferente espesor, acabado superficial y labores en los cantos cuya función es el recubrimiento de geometrías planas (solados y paramentos verticales).

El proceso de ejecución de la documentación gráfica necesaria para el mantenimiento del sistema de producción consta de los siguientes pasos:

a) Descripción gráfica precisa del conjunto a producir.

A partir de los datos gráficos suministrados, la Oficina Técnica procede a la descripción pormenorizada de la obra atendiendo a los criterios del cliente y/o productivos.

Esta etapa supone descomponer en piezas el conjunto de la obra. La forma, material, tamaño, acabado y espesor de éstas responde a los criterios estéticos

y de producción del cliente y del fabricante. En ocasiones se procede a la incorporación de una junta entre las piezas.

b) Agrupación en gamas de fabricación. En una gama se encuentran todas aquellas que poseen la misma forma y atributos: p.e. todas las rectangulares de granito rosa Porriño, espesor 3 mm, abujardadas y con bisel a 45° en el canto superior y corte normal en el resto de los cantos.

c) Ejecución de las ordenes de fabricación.

Las gamas se reflejan en una orden de fabricación que contiene la lista de las piezas de la gama, su numeración, cantidad y la información gráfica necesaria para su definición: acotación, detalles etc.

Durante el proceso se producen con mucha frecuencia errores en la defini-

**Esteban López Figueroa**  
Universidad de Vigo. España.  
[esteban@uvigo.es](mailto:esteban@uvigo.es)

**Juan Leiceaga Baltar**  
Universidad de Vigo. España  
[leiceaga@uvigo.es](mailto:leiceaga@uvigo.es)

**Benito Bouza Rodriguez**  
Universidad de Vigo. España  
[jbouza@uvigo.es](mailto:jbouza@uvigo.es)

ción dimensional de las piezas, en la constitución de las gamas y en la confección de documentos necesarios para gestión, todo ello debido a lo tedioso de la tarea y a la falta de unicidad de la información.

Como consecuencia aparecen continuamente problemas tales como: largos plazos entre la confirmación de un pedido y la salida del producto terminado, producción de piezas no acordes a las especificaciones, rechazo de piezas en montaje, etc.

## Objetivos

Para superar esta situación, y como parte de un conjunto de actuaciones cuyo objetivo general es la mejora de los procesos de gestión y control de la producción, se trata de robustecer la fiabilidad y consistencia del flujo de información y acortar los tiempos de ejecución, para ello se plantea el desarrollo de una aplicación CAD que automatiza las tareas

de identificación y enumeración de las piezas, su agrupación en gamas y que produce un fichero de intercambio con el sistema de gestión que asegura la unicidad de la información.

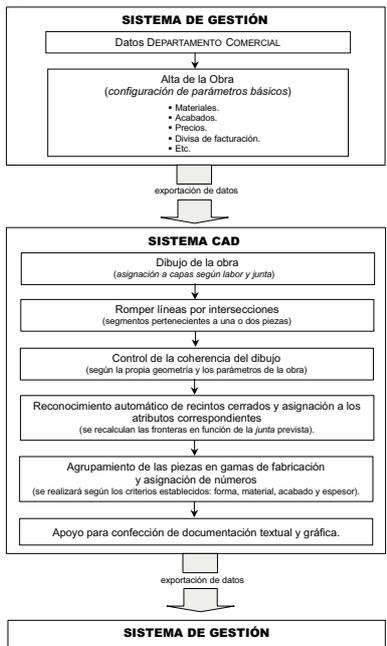
**Metodología**

Se ha utilizado el entorno AutoCAD puesto que, además de su amplia base, proporciona herramientas suficientes de programación para los diferentes niveles de esta aplicación: AutoLISP, VisualBASIC, DCL. También aporta la posibilidad cómoda de modificación del entorno de trabajo para su adaptación específica.

La aplicación tiene como núcleo un algoritmo de reconocimiento automático de recintos y se complementa con funciones y utilidades que aseguren la coherencia de la información y mejoran la productividad.

**Descripción general.**

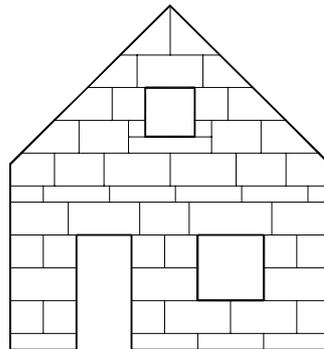
A partir de los datos suministrados informáticamente por el departamento comercial, se procede a dar de alta la obra en el programa de gestión y a la configuración de sus parámetros básicos: materiales, acabados, precios, divisa de facturación etc. y se traspasan los necesarios a la aplicación CAD. (ver figura 1).



Con el sistema CAD se procede al dibujo de la obra, o partes de la obra, cuidando de situar las líneas de dibujo en las capas previamente creadas y cuyo nombre se forma atendiendo a la siguiente estructura de código XXXXMMNNJJ, donde :

- XXXX expresa el código de la labor a efectuar en ese canto.
  - MMNN serie de parámetros de las labores que los tienen.
  - JJ tamaño de la junta en mm.
- Así IC01—10 significa que las entidades dibujadas en esa capa se tratarán con una labor CORTE NORMAL (código IC01) y dejando una junta de 10mm. O bien ICR2151000, expresa una labor de CANTO PILASTRA (ICR2) con una tamaño de 15x10 mm, sin junta. En la figura 2 las líneas finas son de CORTE NORMAL y las gruesas de CANTO PILASTRA.

Figura 2. Obra dibujada en capas apropiadas.



A partir de este dibujo la programación ejecutará las siguientes acciones:

- a) Romper las líneas de dibujo por todas las intersecciones de tal manera que cada segmento pertenezca solamente a una o dos piezas según se sitúe en el perímetro o en el interior.
- b) Controlar la coherencia del dibujo tanto geoméricamente como en relación con los parámetros de la obra. En el apartado de coherencia geométrica se controla que no existan segmentos sueltos, superpuestos o de tamaño 0, por ejemplo. Con respecto a los parámetros de obra se comprueba la validez de los nom-

bres de capa en relación a las labores presupuestadas.

A partir de este momento debe declararse la obra a la que pertenece el tajo que se esta llevando a cabo. Esto es así para controlar los números de piezas de cada obra y mantener la coherencia de la información. Al efecto se han programado las rutinas necesarias.

c) Proceder al reconocimiento automático de recintos cerrados y asignación a los mismos de los atributos correspondientes. Este es el núcleo central de la aplicación alrededor del cual se agrupan el resto de las rutinas y se tratará específicamente en el apartado 4.2. Al inicio se declaran las características básicas del tajo: material, acabado y espesor (Figura 3). A continuación el sistema aísla sucesivamente las diferentes piezas, rehaciendo su contorno en función de la junta prevista entre las piezas.

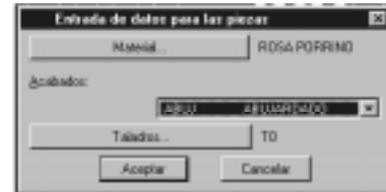


Fig 3

En este paso la aplicación crea bloques con el conjunto de segmentos del recinto a los que añade atributos en los que se registra información tal como: código de forma, longitudes de los lados, código de labores en los cantos etc. El nombre de bloque se forma con una sucesión natural rematada con el sufijo BT (Figura 4).

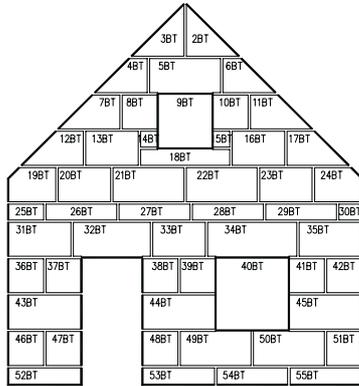


Fig 4

Una vez creados estos «bloques temporales» es posible proceder a modificar sus atributos. Por ejemplo: hemos señalado toda una porción de trabajo y la hemos transformado en bloques temporales con un acabado superficial abujardado, pero una banda horizontal debe tener acabado pulido, ahora es el momento de modificar los atributos de esa banda indicando el apropiado. La experiencia del operador será la que decida según las características de la obra cual es el camino mas eficaz. También deben eliminarse aquellos bloques temporales que no correspondan a piezas reales: huecos de ventana u otros.

d) Crear gamas de fabricación.

En general una vez preparada una obra como bloques temporales se procederá a la selección de conjuntos de los mismos para transformarlos en “bloques definitivos” cuyo nombre se crea también en base a una sucesión natural pero sin el sufijo BT (Figura 5). En este paso a los bloques que son exactamente iguales en forma, tamaño y atributos se les da el mismo nombre. Paralelamente el sistema crea agrupaciones de las piezas, gamas de fabricación, según los criterios que se definan, de forma común: mismos material, forma, acabado y labores en los cantos en la misma posición.

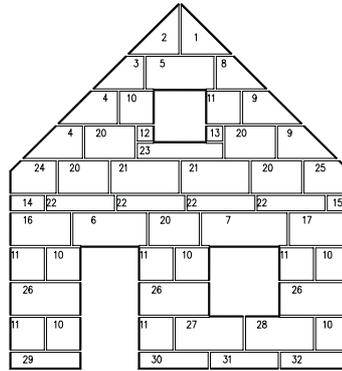


Fig 5

e) Ficheros complementarios

La información relativa a una gama se escribe en un fichero que tiene una doble utilidad: por una parte se utiliza para la creación de las ordenes de fabricación o «tickets» y, por otra, proporciona la información necesaria al sistema de gestión.

Listado 1	
GAMA 6	
-GR	
4	
0.00,90.00,90.00,90.00,	
001,ABUJ,3	
IC01----40,ICR2151000,IC01----40,IC01----40,	
T0,0	
2	
zzx-2.dwg	
10	
6	
58.00,56.00,58.00,56.00,	
58.0,56.0	
11	
6	
58.00,56.00,58.00,56.00,	
58.0,56.0	
12	
1	
28.00,26.00,28.00,26.00,	
...	
FIN-G	

En Listado 1 se observa la estructura de un fichero de gama. La Figura 6 representa la orden de fabricación de la gama, es un fichero de dibujo creado automáticamente. El dibujo incluye al pie esquemas de las labores en los cantos

incluidas en la orden, en el ejemplo un «canto pilastra». Nótese que, en este caso, se han incluido piezas en la misma gama que se diferencian en un giro de 180° tales como la 10 y la 11.

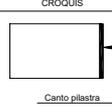
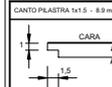
OBRA:		ENTREGA:		FECHA:	
GAMA: 6					
MATERIAL: ROSA PORRIÑO		ACABADO: ABUJARDADO		ESPESOR: 3	
Ref	Uds	Largo	Ancho	M2	CROQUIS 
10	6	58.0	56.0	1.98	
11	6	58.0	56.0	1.98	
12	1	28.0	26.0	0.07	
13	1	28.0	26.0	0.07	
14	1	58.0	26.0	0.15	
15	1	38.0	26.0	0.10	
16	1	103.0	56.0	0.58	
17	1	103.0	56.0	0.58	
Total M2: 5.45					
CANTO PILASTRA 1x1.5 - 8.8 m		Corte 30.0 m			
					

Fig 6

**Descripción del algoritmo de reconocimiento de recintos.**

El algoritmo reconoce polígonos como los presentados en la figura 7 y no considera las situaciones como la que se presenta en la figura 8.



Fig 7

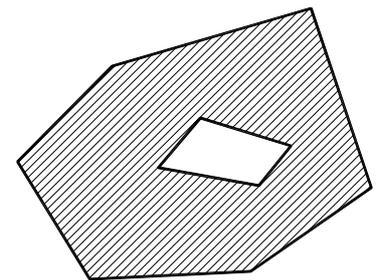


Fig 8

El funcionamiento se basa en la consideración de dos conjuntos diferenciados de segmentos sobre los que se trabaja, los conjuntos frontera e interior. Para crear la frontera se rodea el tajo con un polígono tal como se señala en la figura 9. En cierta fase del desarrollo se consideró dividir el primero en frontera externa y frontera interna, este último para el no tratamiento de huecos o zo-

nas interiores en las que no se necesita recubrimiento tales como ventanas por ejemplo. En el nivel de desarrollo actual se ha decidido mantener un único conjunto frontera y resolver de una manera más sencilla, como se verá más adelante, esos casos.

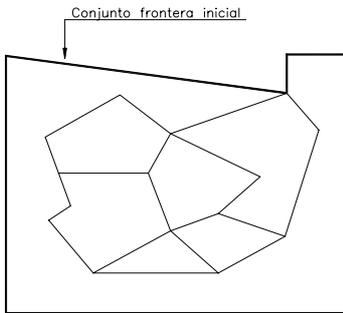


Fig 9

Se consideraron dos formas de operar: de fuera adentro y de dentro afuera. adentro. En el primer caso, figura 10, se selecciona una entidad del conjunto frontera, entidad base (EB), y a partir del mismo se identifican el resto de los segmentos que componen la pieza, el conjunto\_pieza. A continuación se procede a la actualización de los conjuntos frontera e interno de la siguiente manera: si un segmento del conjunto\_pieza pertenece al conjunto frontera se retira de éste; si, por el contrario, perteneciese al conjunto interior se retira de éste y se incluye en el conjunto frontera. En las figuras 11 y 12 se observa como, toma-

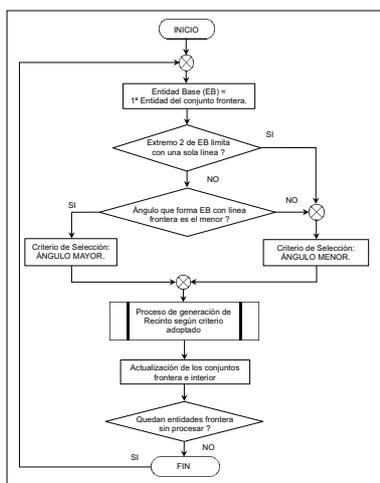


Fig 10

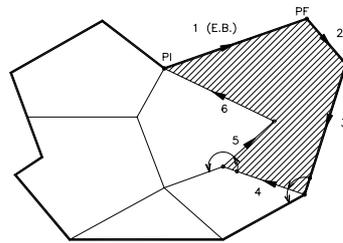


Fig 11

da la primera entidad del conjunto frontera, el algoritmo actúa independientemente de la orientación del segmento variando el criterio de selección de entidades, cuando existe más de una en el extremo en estudio, entre tomar la que forma menor ángulo o la de mayor ángulo. Una vez obtenida una pieza se actualiza también el dibujo, figura 13, y se continua el proceso hasta agotar las entidades de ambos conjuntos. La primera pieza que se aísla se rechaza ya que es la formada por la frontera ficticia y el borde del tajo.

La alternativa consiste en proceder igualmente pero tomando como entidad base una que pertenezca al conjunto interior. Aunque inicialmente este camino parecía más prometedor, ocurrió que el tratamiento de las excepciones, tales como la que se presenta en la figura 14, resultó mucho menos eficiente puesto que conducía a un mayor número de excepciones que la primera de las opciones.

Una vez que tenemos formado un conjunto\_pieza se procede a recorrer de nuevo sus segmentos averiguando si es necesario la creación de junta, leyendo los dígitos 9 y 10 del nombre de

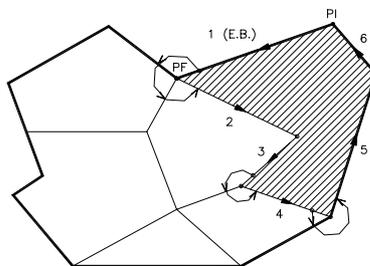


Fig 12

capa a la que pertenece el segmento, y procediendo en consecuencia, esto es: trazado de la línea paralela en el semiplano apropiado a una distancia igual a la mitad de la junta exigida y seguidamente recortar (orden RECORTA) la entidad precedente. Una vez obtenido este conjunto\_pieza\_modificado, se crea con sus entidades un bloque, bloque temporal, con un nombre que se forma añadiendo a una sucesión natural, que obtenemos de los registros de la obra, el sufijo BT. En el bloque se incorporan como atributos datos tales como: código de forma, longitudes de los datos, código de operaciones en los cantos, etc.

**Resultados**

El sistema programado responde a los objetivos enunciados y se observa, en el nivel actual de desarrollo, una reducción del 90% de los fallos típicos así como una mejora de productividad en oficina técnica en una proporción de 5 a 1.

**Conclusiones**

En cuanto a los aspectos a mejorar figura en primer lugar el desarrollo de una interfaz cómoda y el asegurar la robustez del intercambio de información con el programa de gestión. Se considera también que una vez superado el periodo de prueba y las mejoras previstas estará abierto el camino para la introducir otras innovaciones en el proceso de producción tales como el aprovechamiento optimizado del corte de tableros y la conexión directa con las máquinas de corte. También se considera el reformar el algoritmo base para la detección de piezas del tipo que aparece en la figura 8.

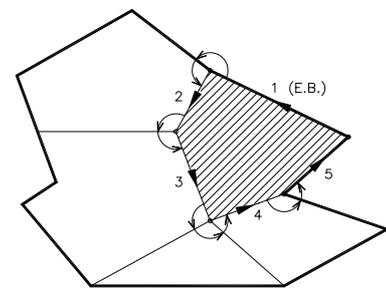


Fig 13

## Bibliografía

- Angell, Ian; "Gráficos con computador", Paranifo, Madrid, 1986.
- Rogers, D.F.; "Mathematical elements for computer graphics", McGraw Hill, USA, 1990.
- Stevens, R.T. "The VB graphics handbook", Academic Press, USA, 1992.
- Artwick, Bruce; "Applied concepts in microcomputer graphics", Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- Tajadura, José; "Programación con AutoCAD", Ed. McGraw Hill, Madrid, 1999.
- "Manuales AutoCAD v14 y v2000", Autodesk.

## Ilustraciones

Listado 1.

1. Diagrama general de flujo.
2. Obra dibujada en capas apropiadas.
3. Selección de material y acabado.
4. Bloques temporales.
5. Bloques definitivos.
6. Orden de fabricación.
7. Piezas aceptadas.
8. Pieza no aceptada.
9. Frontera inicial.
10. Diagrama de la rutina base.
11. Identificación de una pieza – 1.
12. Identificación de una pieza – 2.
13. Identificación de una pieza – 3.
14. Excepción (usado en abstract)