

Capítulo 6

ADQUISICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se mostrarán algunos ejemplos de distribuciones halladas para un conjunto de piezas con el algoritmo matricial y se analizarán los resultados obtenidos, prestando especial atención a la eficiencia del algoritmo y el tiempo de ejecución.

En la segunda parte del capítulo se compararán los resultados obtenidos mediante el algoritmo matricial con los resultados obtenidos por otras metodologías.

6.2. EJEMPLOS DE DISTRIBUCIONES

Para realizar la toma de datos vamos a crear 15 distribuciones diferentes con las mismas piezas (variando las cantidades de cada pieza), a continuación se muestran las piezas que intervienen en estos ejemplos.

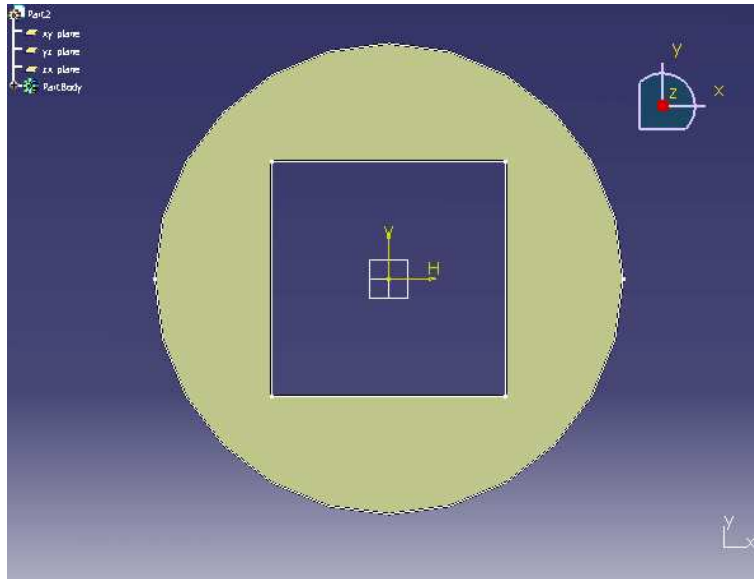


Figura 6.1. Forma 1; área = 907 uds².



Figura 6.2. Forma 2; área = 790 uds².

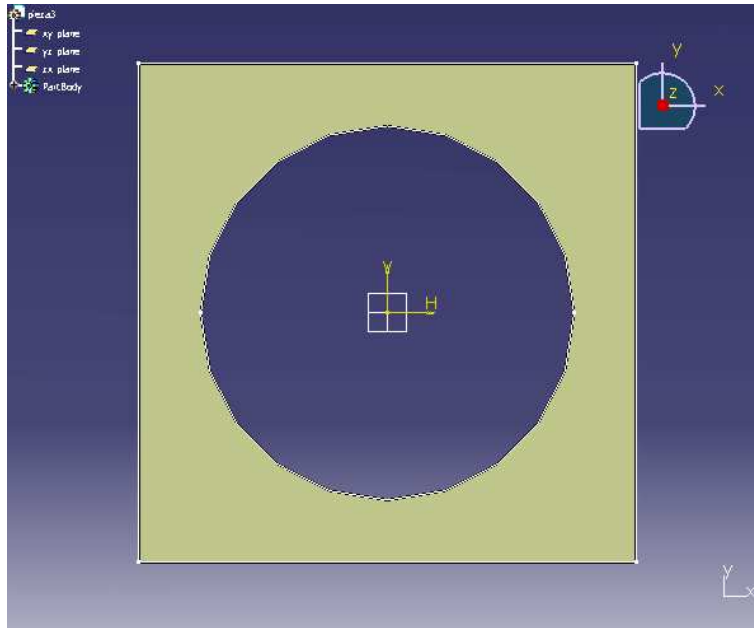


Figura 6.3. Forma 3; área = 952 uds².

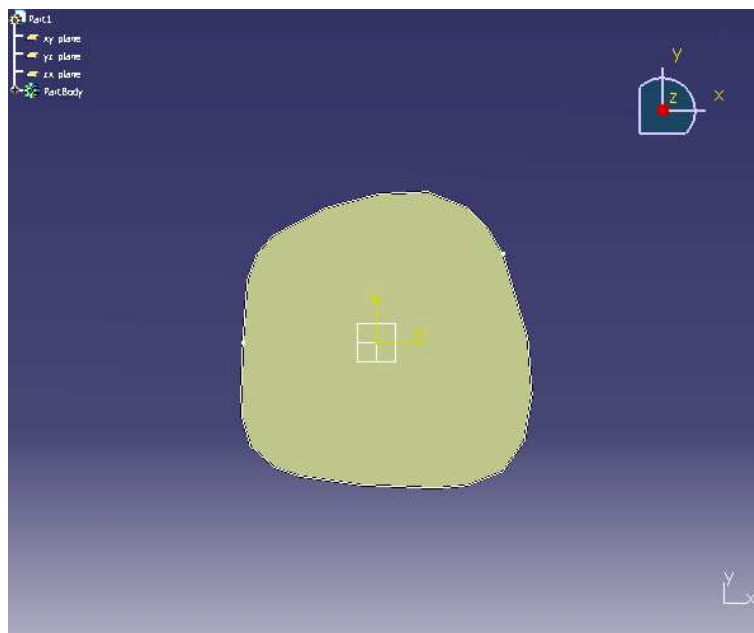


Figura 6.4. Forma 4; área = 210 uds².

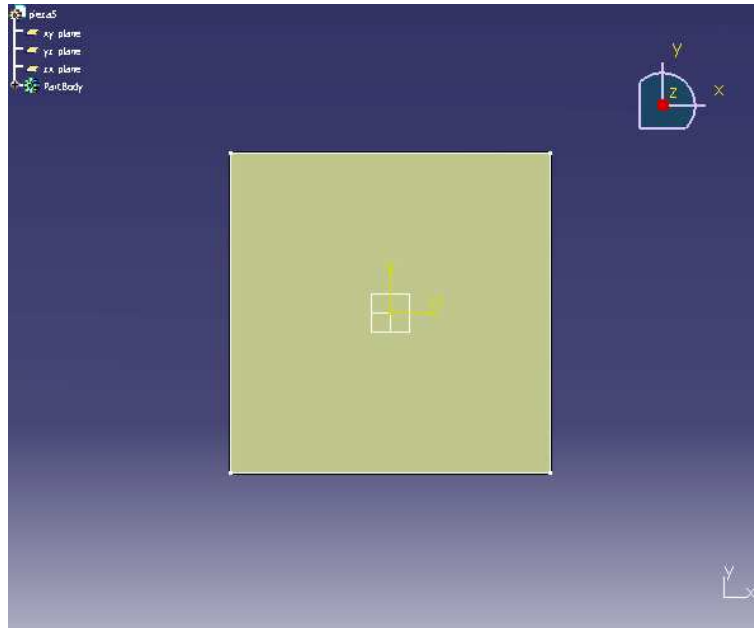


Figura 6.5. Forma 5; área = 100 uds².

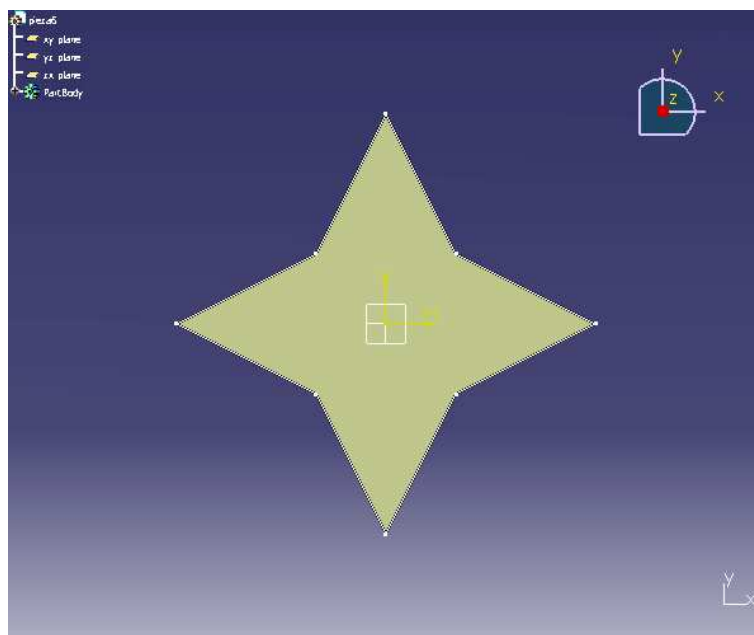


Figura 6.6. Forma 6; área = 332 uds².

Como ejemplo en la Figura 6.7 se muestra cómo quedaría una forma discretizada (esto se encuentra dentro del archivo matriz.m).

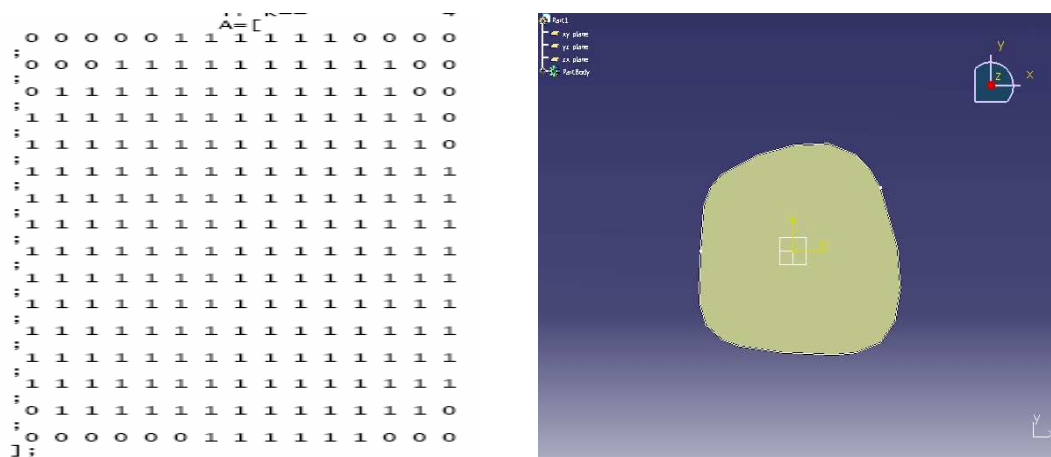


Figura 6.7. Discretización de la forma 4.

A continuación se muestran las listas de piezas de cada distribución, ordenadas en función del tamaño total de piezas de cada una, y los resultados obtenidos en cada caso (el tiempo de ejecución se refiere únicamente al bloque de MATLAB que es el que contiene el algoritmo).

La metodología para resolver cada caso es siempre la misma: una vez introducidos en el bloque de BASIC todos los datos de entrada de la distribución, se lanza el archivo `distribucion.m` en el bloque de MATLAB. El bloque de MATLAB genera la distribución (en el archivo `resultado.resul`) que se representa mediante un archivo CATDrawing en el bloque de BASIC.

6.2.1. Distribución 1

La Tabla 6.1 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.8 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.2 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 1	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	3	No permitida	0°
Pieza 2	3	Permitida	0°
Pieza 3	3	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	11125	Margen entre piezas	0

Tabla 6.1. Datos de entrada de la distribución 1.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

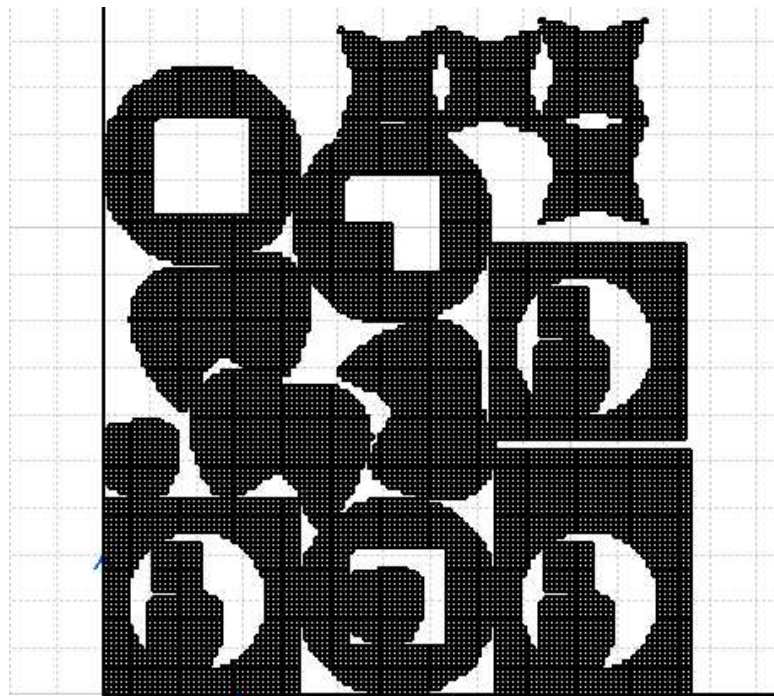


Figura 6.8. Distribución 1.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 1	Resultados
Área total de piezas	11125
Área de hoja utilizada	16560
Porcentaje de utilización	67%
Tiempo de ejecución	112.813 seg.

Tabla 6.2. Resultados de la distribución 1.

6.2.2. Distribución 2

La Tabla 6.3 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.9 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.4 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 2	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	3	No permitida	0°
Pieza 2	4	Permitida	0°
Pieza 3	3	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	11915	Margen entre piezas	0

Tabla 6.3. Datos de entrada de la distribución 2.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

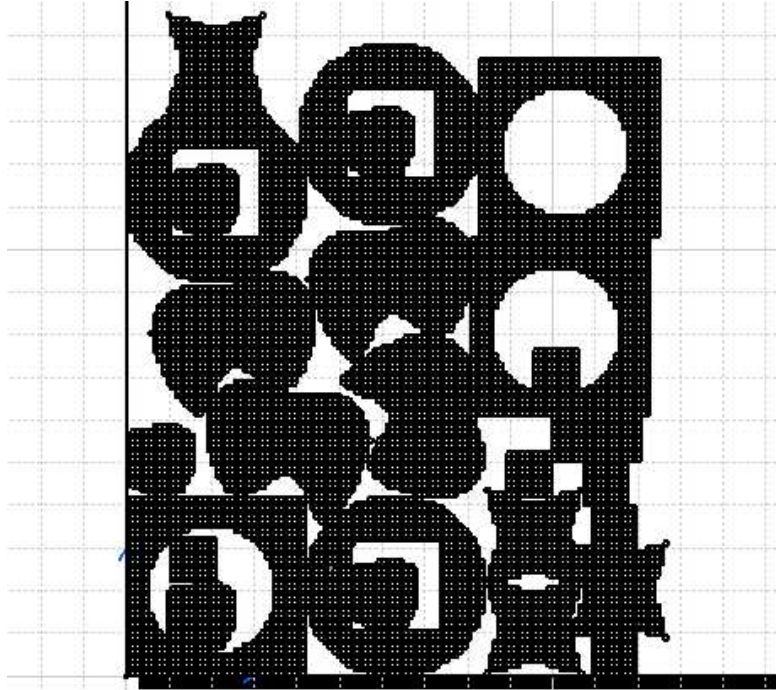


Figura 6.9. Distribución 2.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 2	Resultados
Área total de piezas	11915
Área de hoja utilizada	17908
Porcentaje de utilización	66%
Tiempo de ejecución	112.969 seg.

Tabla 6.4. Resultados de la distribución 2.

6.2.3. Distribución 3

La Tabla 6.5 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.10 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.6 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 3	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	4	No permitida	0°
Pieza 2	3	Permitida	0°
Pieza 3	3	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	12032	Margen entre piezas	0

Tabla 6.5. Datos de entrada de la distribución 3.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

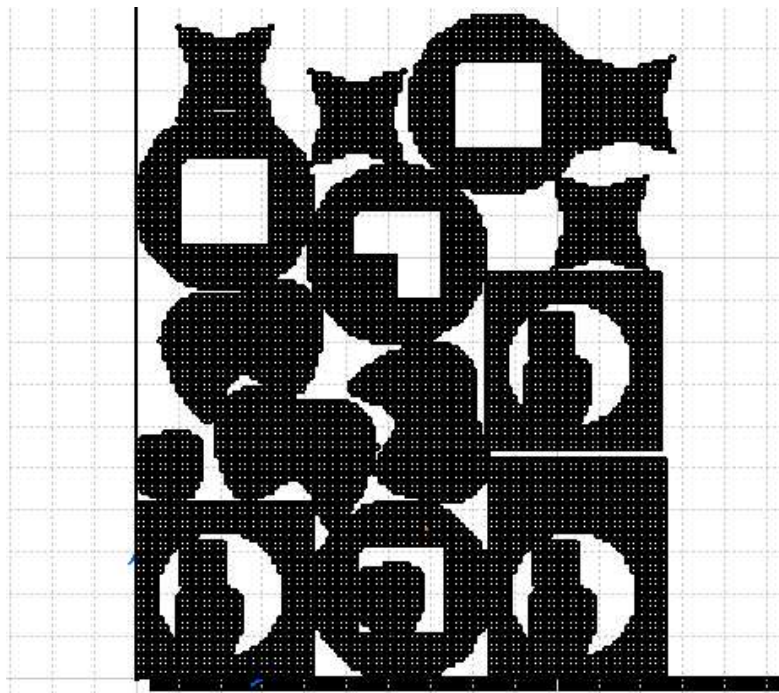


Figura 6.10. Distribución 3.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 3	Resultados
Área total de piezas	12032
Área de hoja utilizada	18300
Porcentaje de utilización	66%
Tiempo de ejecución	111.156 seg.

Tabla 6.6. Resultados de la distribución 3.

6.2.4. Distribución 4

La Tabla 6.7 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.11 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.8 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 4	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	3	No permitida	0°
Pieza 2	3	Permitida	0°
Pieza 3	4	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	12077	Margen entre piezas	0

Tabla 6.7. Datos de entrada de la distribución 4.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

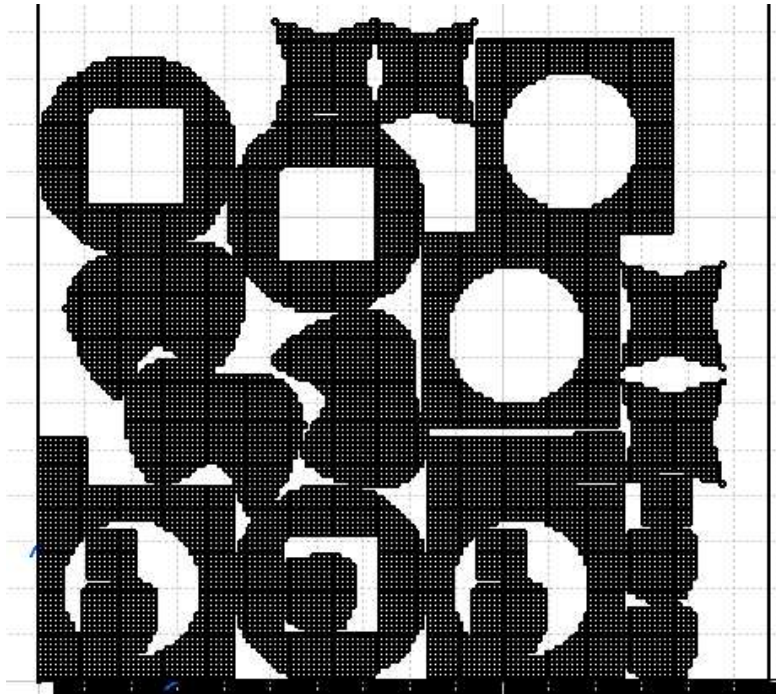


Figura 6.11. Distribución 4.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 4	Resultados
Área total de piezas	12077
Área de hoja utilizada	19176
Porcentaje de utilización	63%
Tiempo de ejecución	112.563 seg.

Tabla 6.8. Resultados de la distribución 4.

6.2.5. Distribución 5

La Tabla 6.9 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.12 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.10 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 5	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	4	No permitida	0°
Pieza 2	4	Permitida	0°
Pieza 3	3	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	12822	Margen entre piezas	0

Tabla 6.9. Datos de entrada de la distribución 5.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

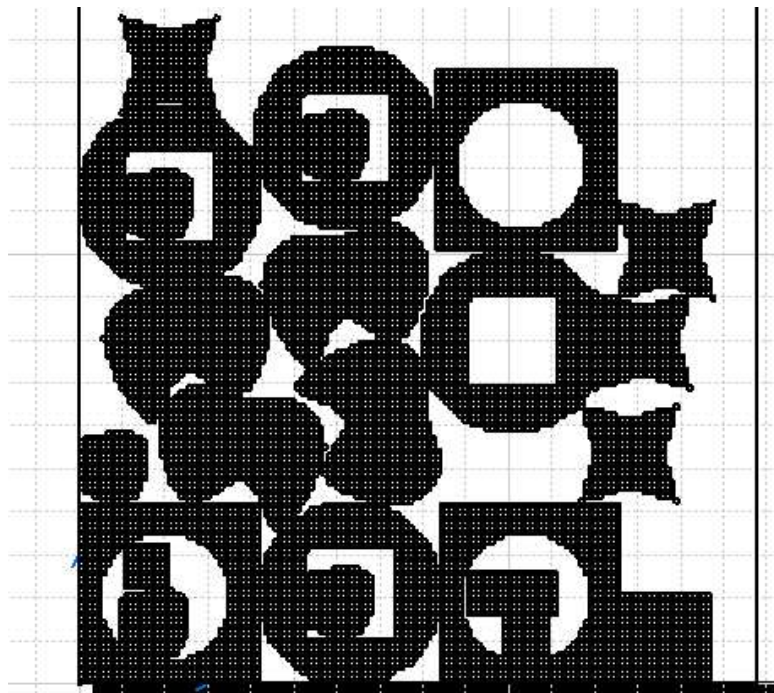


Figura 6.12. Distribución 5.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 5	Resultados
Área total de piezas	12822
Área de hoja utilizada	20868
Porcentaje de utilización	61%
Tiempo de ejecución	138.719 seg.

Tabla 6.10. Resultados de la distribución 5.

6.2.6. Distribución 6

La Tabla 6.11 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.13 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.12 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 6	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	3	No permitida	0°
Pieza 2	4	Permitida	0°
Pieza 3	4	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	12867	Margen entre piezas	0

Tabla 6.11. Datos de entrada de la distribución 6.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

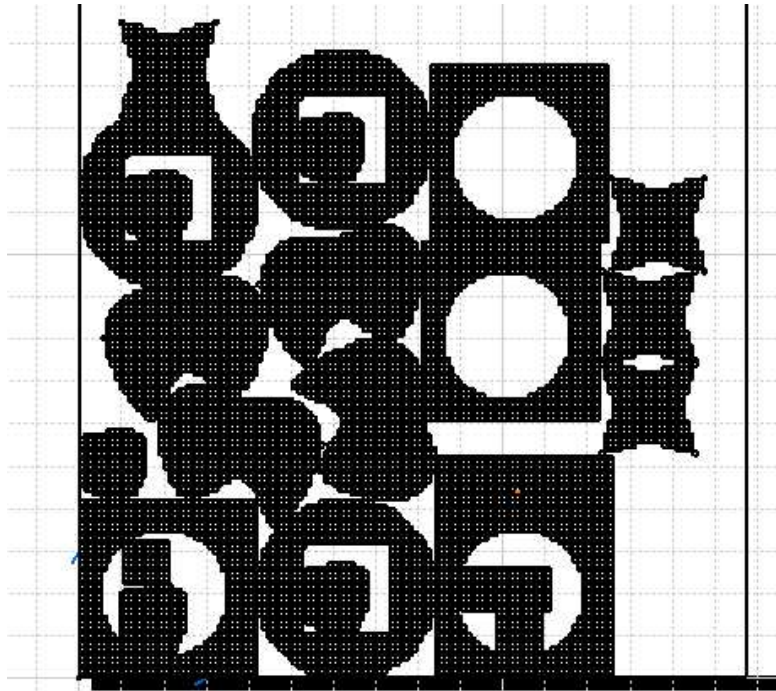


Figura 6.13. Distribución 6.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 6	Resultados
Área total de piezas	12867
Área de hoja utilizada	20868
Porcentaje de utilización	62%
Tiempo de ejecución	133.156 seg.

Tabla 6.12. Resultados de la distribución 6.

6.2.7. Distribución 7

La Tabla 6.13 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.14 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.14 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 7	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	4	No permitida	0°
Pieza 2	3	Permitida	0°
Pieza 3	4	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	12984	Margen entre piezas	0

Tabla 6.13. Datos de entrada de la distribución 7.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

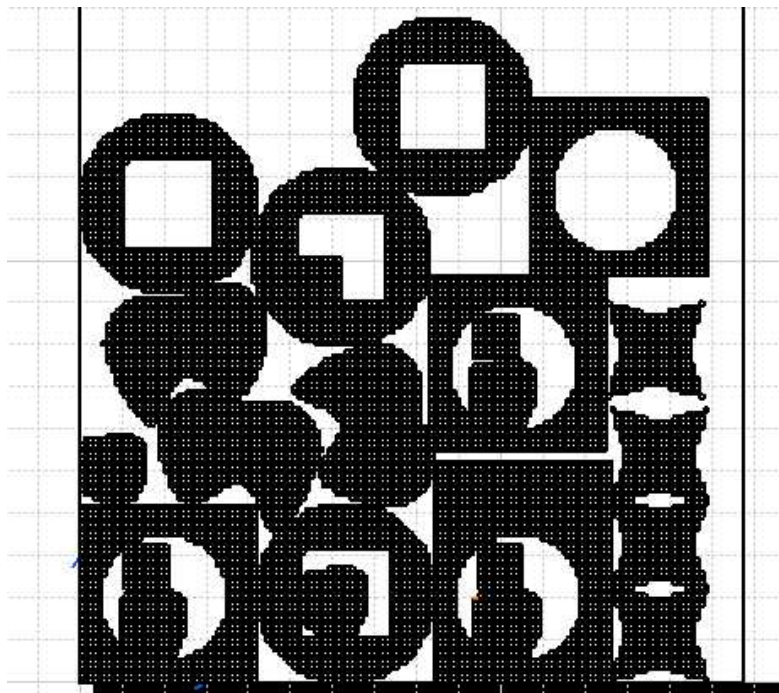


Figura 6.14. Distribución 7.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 7	Resultados
Área total de piezas	12984
Área de hoja utilizada	21300
Porcentaje de utilización	61%
Tiempo de ejecución	128.312 seg.

Tabla 6.14. Resultados de la distribución 7.

6.2.8. Distribución 8

La Tabla 6.15 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.15 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.16 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 8	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	4	No permitida	0°
Pieza 2	4	Permitida	0°
Pieza 3	4	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	13774	Margen entre piezas	0

Tabla 6.15. Datos de entrada de la distribución 8.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

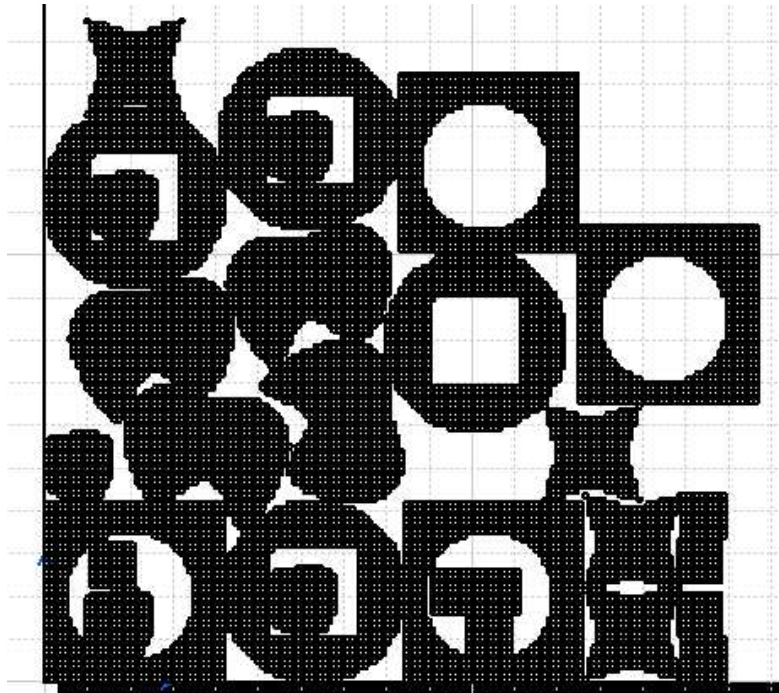


Figura 6.15. Distribución 8.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 8	Resultados
Área total de piezas	13774
Área de hoja utilizada	23532
Porcentaje de utilización	58%
Tiempo de ejecución	158.969 seg.

Tabla 6.16. Resultados de la distribución 8.

6.2.9. Distribución 9

La Tabla 6.17 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.16 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.18 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 9	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	0	No permitida	0°
Pieza 2	12	Permitida	0°
Pieza 3	1	No permitida	0°
Pieza 4	10	Permitida	0°
Pieza 5	11	No permitida	0°
Pieza 6	7	No permitida	45°
Tamaño de piezas	15956	Margen entre piezas	0

Tabla 6.17. Datos de entrada de la distribución 9.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

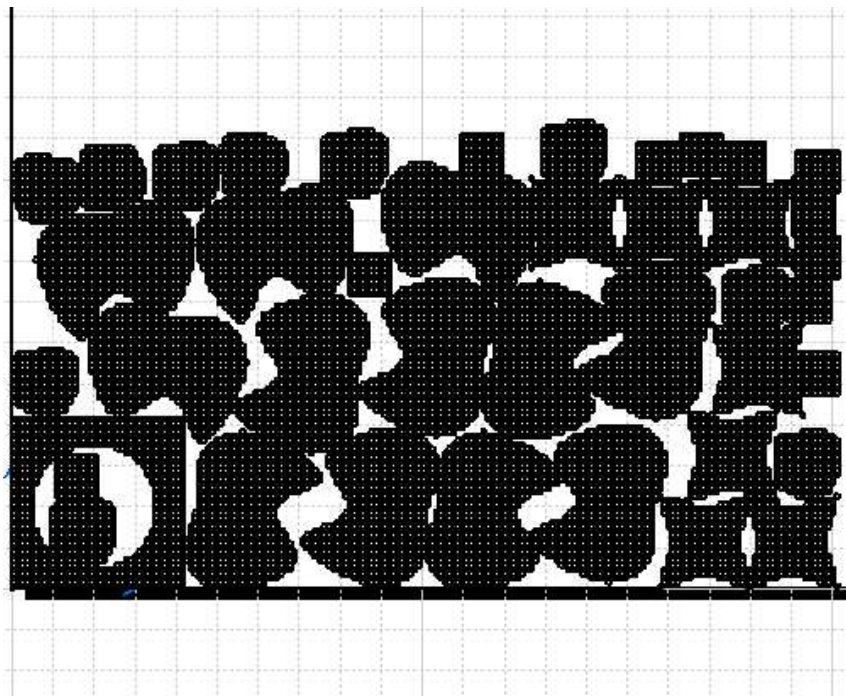


Figura 6.16. Distribución 9.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 9	Resultados
Área total de piezas	15956
Área de hoja utilizada	20928
Porcentaje de utilización	76%
Tiempo de ejecución	190.375 seg.

Tabla 6.18. Resultados de la distribución 9.

6.2.10. Distribución 10

La Tabla 6.19 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.17 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.20 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 10	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	6	No permitida	0°
Pieza 2	0	Permitida	0°
Pieza 3	6	No permitida	0°
Pieza 4	10	Permitida	0°
Pieza 5	10	No permitida	0°
Pieza 6	6	No permitida	45°
Tamaño de piezas	16246	Margen entre piezas	0

Tabla 6.19. Datos de entrada de la distribución 10.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

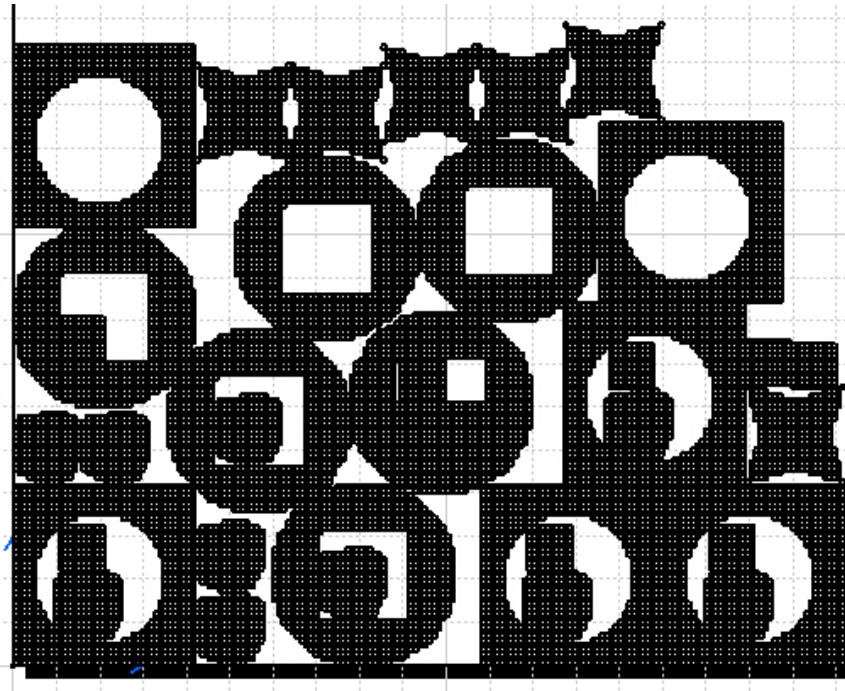


Figura 6.17. Distribución 10.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 10	Resultados
Área total de piezas	16246
Área de hoja utilizada	25986
Porcentaje de utilización	63%
Tiempo de ejecución	250.969 seg.

Tabla 6.20. Resultados de la distribución 10.

6.2.11. Distribución 11

La Tabla 6.21 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.18 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.22 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 11	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	5	No permitida	0°
Pieza 2	5	Permitida	0°
Pieza 3	5	No permitida	0°
Pieza 4	8	Permitida	0°
Pieza 5	9	No permitida	0°
Pieza 6	6	No permitida	45°
Tamaño de piezas	17817	Margen entre piezas	0

Tabla 6.21. Datos de entrada de la distribución 11.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

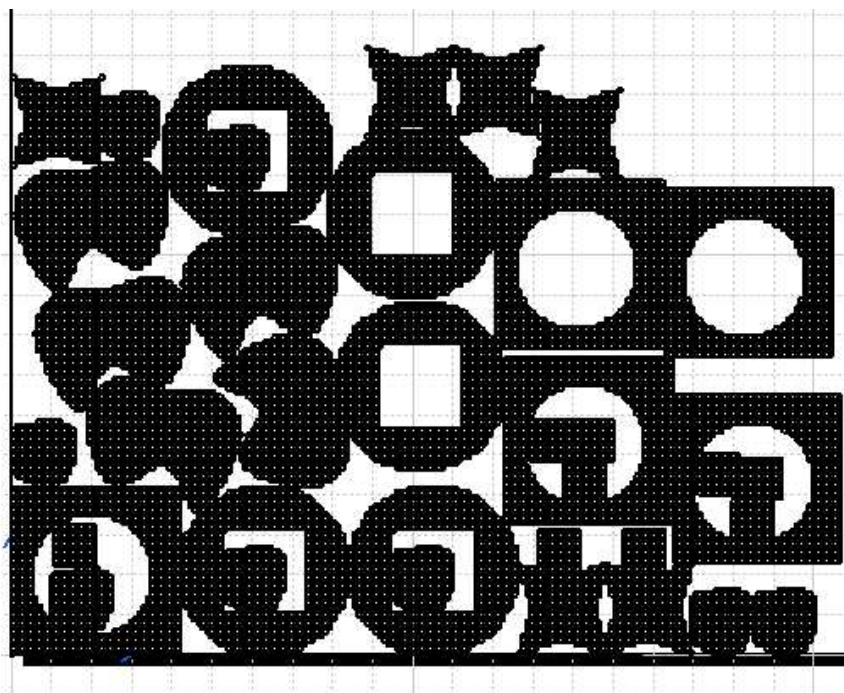


Figura 6.18. Distribución 11.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 11	Resultados
Área total de piezas	17817
Área de hoja utilizada	28565
Porcentaje de utilización	62%
Tiempo de ejecución	271.567 seg.

Tabla 6.22. Resultados de la distribución 11.

6.2.12. Distribución 12

La Tabla 6.23 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.19 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.24 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 12	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	5	No permitida	0°
Pieza 2	5	Permitida	0°
Pieza 3	5	No permitida	0°
Pieza 4	8	Permitida	0°
Pieza 5	9	No permitida	0°
Pieza 6	7	No permitida	45°
Tamaño de piezas	18149	Margen entre piezas	0

Tabla 6.23. Datos de entrada de la distribución 12.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

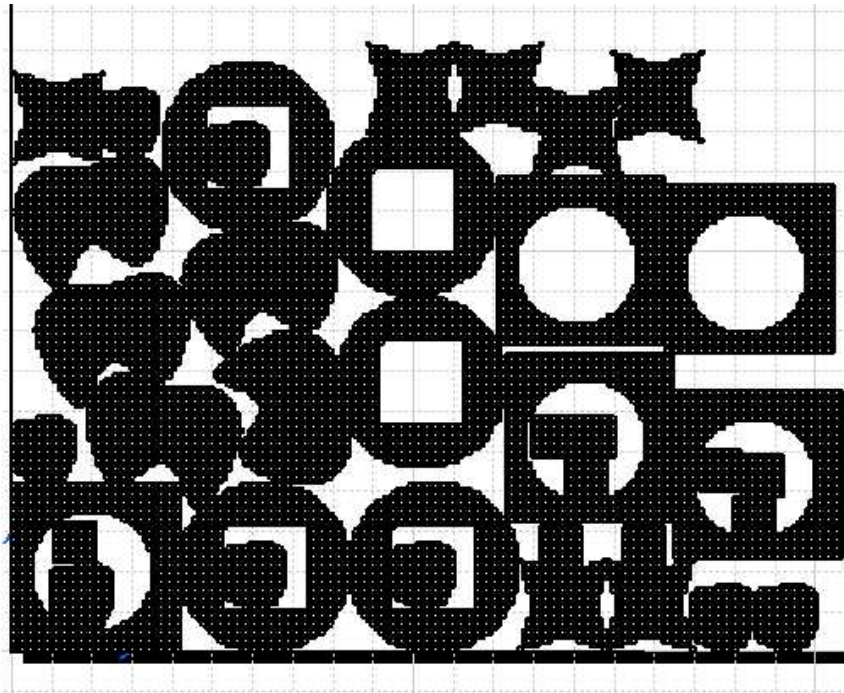


Figura 6.19. Distribución 12.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 12	Resultados
Área total de piezas	18149
Área de hoja utilizada	28565
Porcentaje de utilización	64%
Tiempo de ejecución	292.578 seg.

Tabla 6.24. Resultados de la distribución 12.

6.2.13. Distribución 13

La Tabla 6.25 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.20 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.26 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 13	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	15	No permitida	0°
Pieza 2	0	Permitida	0°
Pieza 3	1	No permitida	0°
Pieza 4	0	Permitida	0°
Pieza 5	0	No permitida	0°
Pieza 6	15	No permitida	45°
Tamaño de piezas	19537	Margen entre piezas	0

Tabla 6.25. Datos de entrada de la distribución 13.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

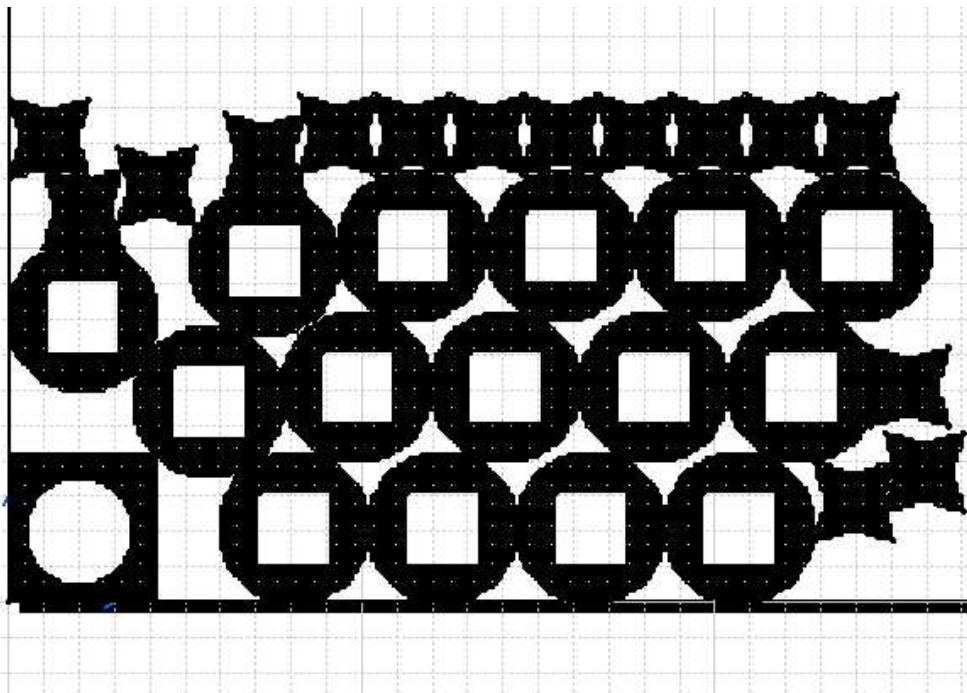


Figura 6.20. Distribución 13.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 13	Resultados
Área total de piezas	19537
Área de hoja utilizada	35346
Porcentaje de utilización	55%
Tiempo de ejecución	101.954 seg.

Tabla 6.26. Resultados de la distribución 13.

6.2.14. Distribución 14

La Tabla 6.27 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.21 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.28 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 14	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	0	No permitida	0°
Pieza 2	25	Permitida	0°
Pieza 3	1	No permitida	0°
Pieza 4	0	Permitida	0°
Pieza 5	0	No permitida	0°
Pieza 6	0	No permitida	45°
Tamaño de piezas	20702	Margen entre piezas	0

Tabla 6.27. Datos de entrada de la distribución 14.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

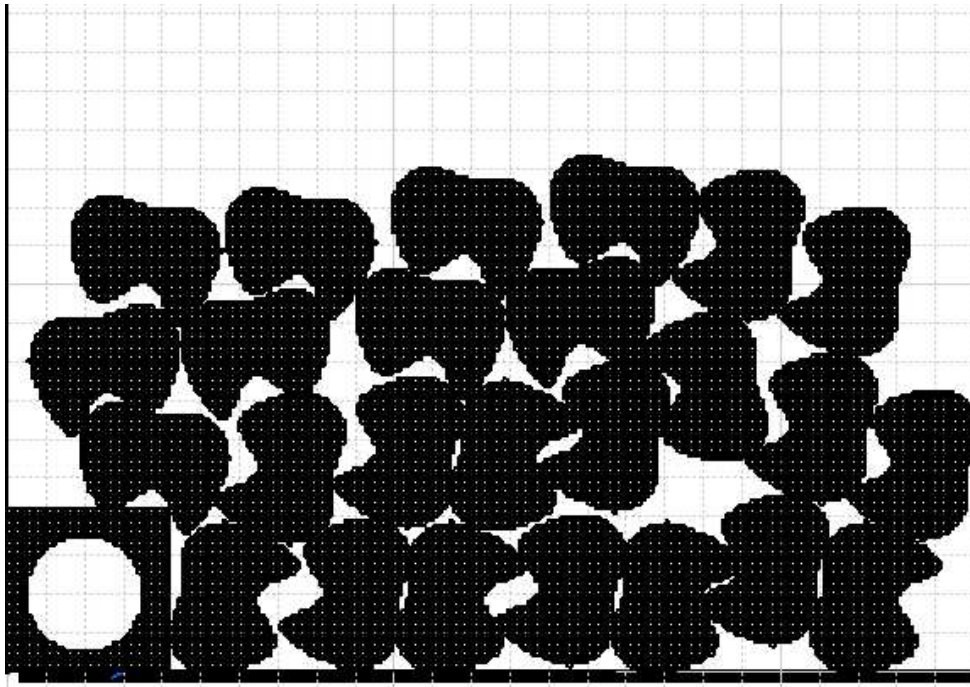


Figura 6.21. Distribución 14.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 14	Resultados
Área total de piezas	20702
Área de hoja utilizada	30353
Porcentaje de utilización	68%
Tiempo de ejecución	136.985

Tabla 6.28. Resultados de la distribución 14.

6.2.15. Distribución 15

La Tabla 6.29 muestra la lista de piezas de la distribución y algunos datos de interés para la realización del ejemplo. En la Figura 6.22 se muestra la distribución obtenida y en la Tabla 6.30 los resultados de tiempo de ejecución y porcentaje de material utilizado.

Distribución 15	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	15	No permitida	0°
Pieza 2	0	Permitida	0°
Pieza 3	1	No permitida	0°
Pieza 4	0	Permitida	0°
Pieza 5	70	No permitida	0°
Pieza 6	15	No permitida	45°
Tamaño de piezas	26537	Margen entre piezas	0

Tabla 6.29. Datos de entrada de la distribución 15.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

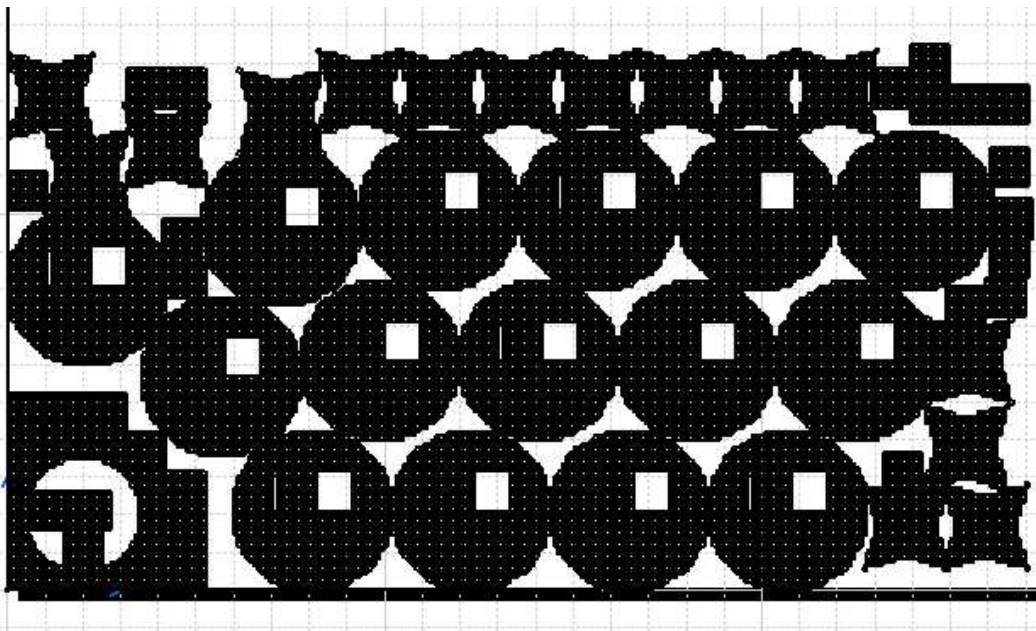


Figura 6.22. Distribución 15.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 15	Resultados
Área total de piezas	26537
Área de hoja utilizada	35742
Porcentaje de utilización	74%
Tiempo de ejecución	618.063

Tabla 6.30. Resultados de la distribución 15.

6.2.16. Resumen

En la tabla siguiente se resumen todos los resultados obtenidos para los distintos ejemplos:

Distribución	Área total de piezas	Tiempo de ejecución	Utilización
1	11125 uds ² .	112.813 seg.	67%
2	11915 uds ² .	112.969 seg.	66%
3	12032 uds ² .	111.156 seg.	66%
4	12077 uds ² .	112.563 seg.	63%
5	12822 uds ² .	138.719 seg.	61%
6	12867 uds ² .	133.156 seg.	62%
7	12984 uds ² .	128.312 seg.	61%
8	13774 uds ² .	158.969 seg.	58%
9	15956 uds ² .	190.375 seg.	76%
10	16246 uds ² .	250.969 seg.	63%
11	17817 uds ² .	271.563 seg.	62%
12	18149 uds ² .	292.578 seg.	64%
13	19537 uds ² .	101.954 seg.	55%
14	20702 uds ² .	136.985 seg.	68%
15	26537 uds ² .	618.063 seg.	74%

Tabla 6.31. Resumen de resultados.

6.2.17. Conclusiones

En esta sección se van a representar los datos anteriores para poder interpretarlos y sacar algunas conclusiones. Nos centraremos en los dos datos que son más significativos: el tiempo de ejecución y el porcentaje de utilización de la hoja.

6.2.17.1. Tiempo de ejecución

Para poder analizar mejor este parámetro, en las Figuras 6.23 y 6.24 se ha representado el tiempo de ejecución frente al área total de piezas y el número total de piezas.

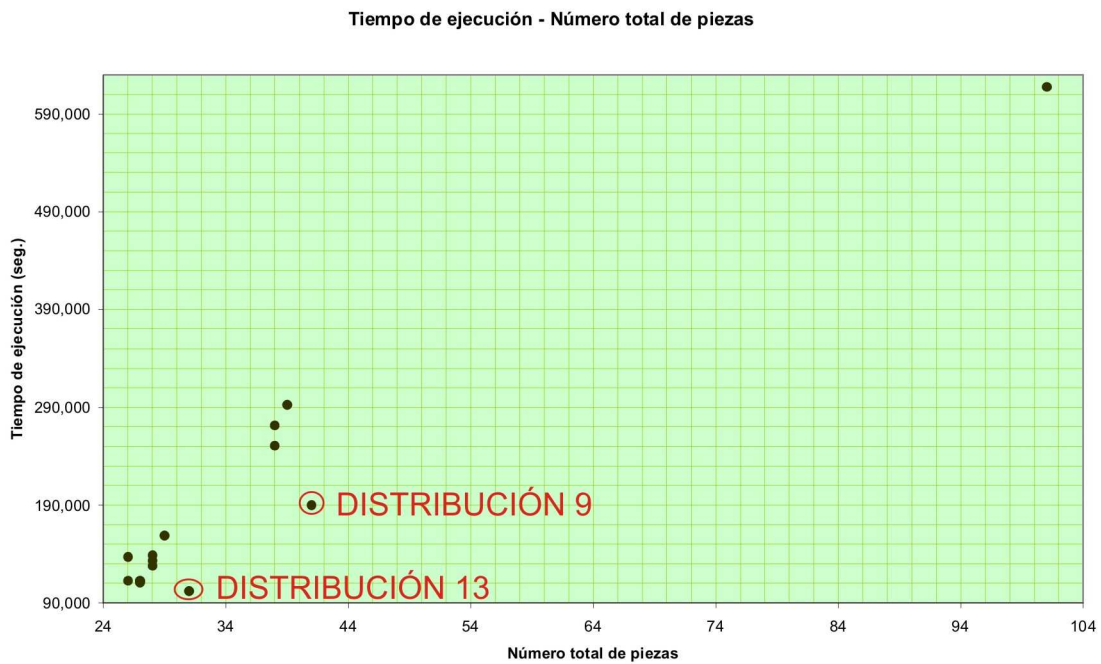


Figura 6.23. Gráfica tiempo de ejecución – número total de piezas.

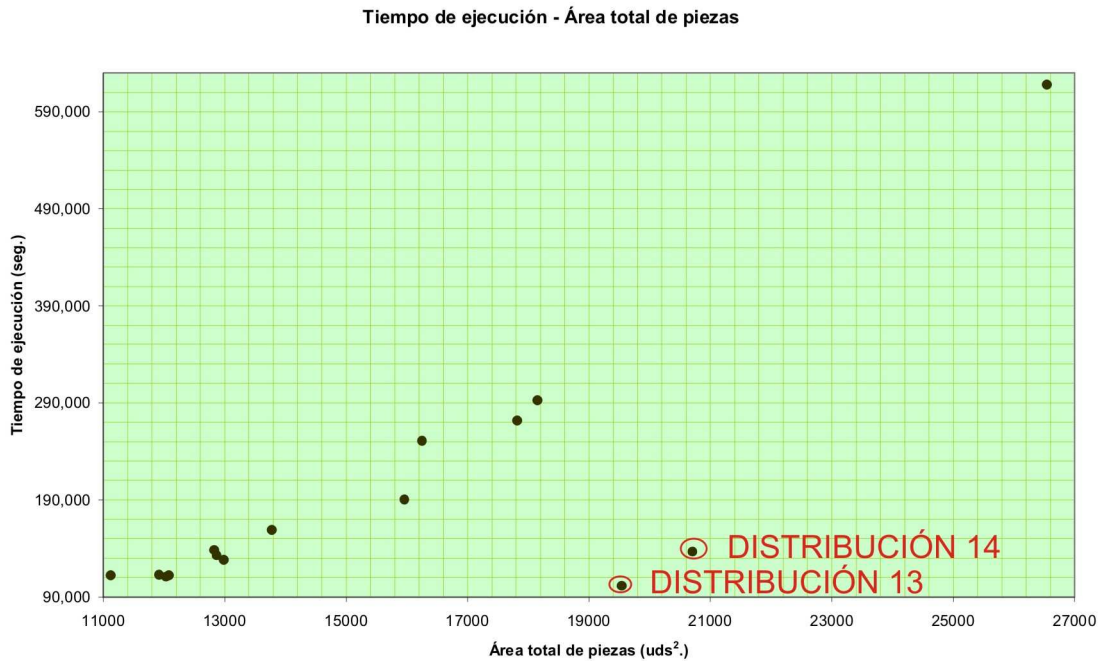


Figura 6.24. Gráfica tiempo de ejecución - área total de piezas.

En ambas gráficas se comprueba algo que ya se intuía el tiempo de ejecución aumenta a medida que aumentan el número total de piezas y el área total de piezas.

Si se piensa en cómo opera el algoritmo se verá que al aumentar el número de piezas que hay que colocar aumenta directamente el número de iteraciones que debe realizar el algoritmo de disposición recursiva de piezas discutido en la Sección 4.4.2. Aunque este no será el único factor que determina el tiempo final de ejecución. En la gráfica de la Figura 6.24 se observa cómo el tiempo de ejecución aumenta también con el tamaño de las piezas. Esto se debe a que el algoritmo recursivo antes citado opera cada matriz de pieza fila a fila; las piezas con matrices más grandes necesitarán en general más tiempo para resolver el algoritmo.

Observando las listas de piezas de las distribuciones que parecen salirse de la norma (las distribuciones 9 y 13 en la Figura 6.23 y las distribuciones 13 y 14 en la Figura 6.24) se ve cómo en dichas distribuciones las piezas se concentran en un número menor de formas; este es el motivo de que tengan tiempos menores de lo esperado. Cuando el algoritmo coloca una pieza, en principio, debería probar todas las formas en

todas sus configuraciones posibles, al haber menos el algoritmo necesita realizar menos cálculos.

Parecería lógico pensar entonces que el tiempo de ejecución este directamente relacionado también con el número de formas involucradas en la distribución pero si se observa la gráfica de la figura siguiente se ve cómo no hay una relación tan directa, esto se debe a que el algoritmo no tiene necesariamente que probar todas las formas (como se explicó en la Sección 4.4.2.1); si al probar una forma se obtiene un área de eficiencia mayor que algunas de las matrices de piezas que quedan por probar, no será necesario probar dichas matrices ya que su área de eficiencia nunca será mayor que la que ya se tiene. Por este motivo se recomienda cargar las piezas en el bloque de BASIC en orden decreciente de tamaño, así habrá más posibilidades de aprovechar esta característica del algoritmo.

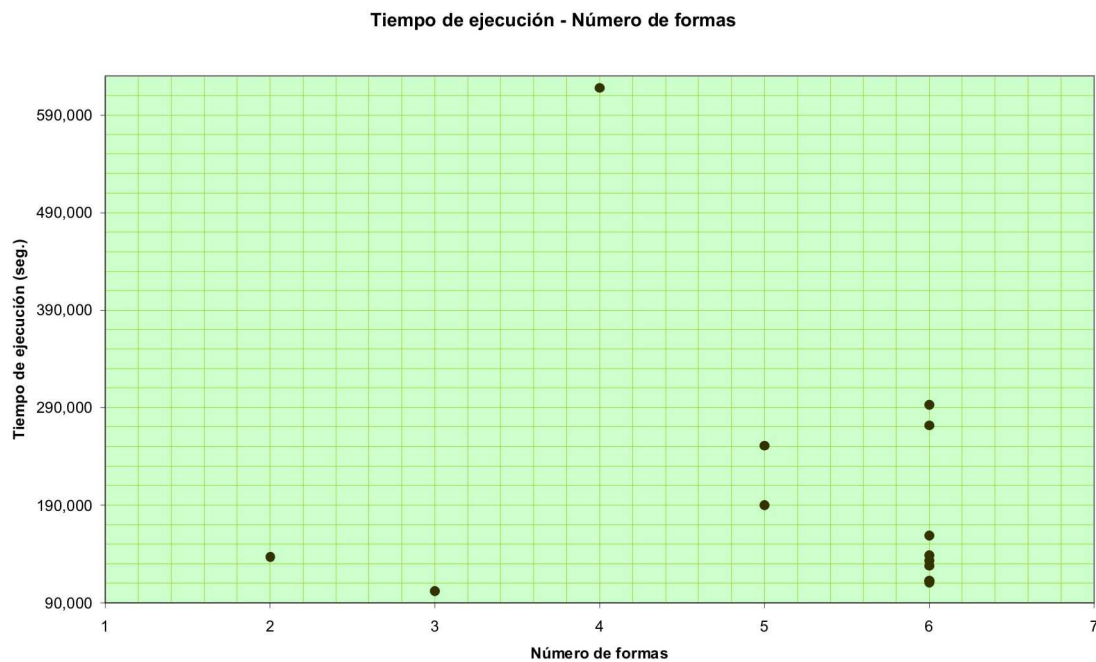


Figura 6.25. Gráfica tiempo de ejecución – número de formas.

6.2.17.2. Porcentaje de utilización

Para analizar mejor este parámetro, se representan en las Figuras 6.26 y 6.27 el porcentaje de utilización frente al ratio de piezas pequeñas y al ratio de piezas con agujeros. Las piezas con agujeros en los ejemplos anteriores son las de las formas 1 y 3 y el ratio de piezas con agujeros se define como el total de piezas con agujeros dividido por el número total de piezas de la distribución. Las piezas pequeñas son aquellas lo suficientemente pequeñas como para caber dentro de alguna pieza que tenga un hueco, en los ejemplos anteriores serían las piezas de las formas 4 y 5, y el ratio de piezas pequeñas es el número total de piezas de este tipo dividido por el número total de piezas de la distribución. En la tabla siguiente se resumen los parámetros que intervienen en las gráficas.

Distribución	Ratio de piezas pequeñas	Ratio de piezas con huecos	Utilización
1	0,500	0,231	67%
2	0,481	0,259	66%
3	0,481	0,222	66%
4	0,481	0,259	63%
5	0,464	0,250	61%
6	0,464	0,286	62%
7	0,464	0,250	61%
8	0,448	0,276	58%
9	0,512	0,024	76%
10	0,526	0,316	63%
11	0,447	0,263	62%
12	0,436	0,256	64%
13	0,000	0,516	55%
14	0,000	0,038	68%
15	0,693	0,158	74%

Tabla 6.32. Datos de las graficas de las Figuras 6.26 y 6.27.

Con estos datos se obtienen las siguientes gráficas:

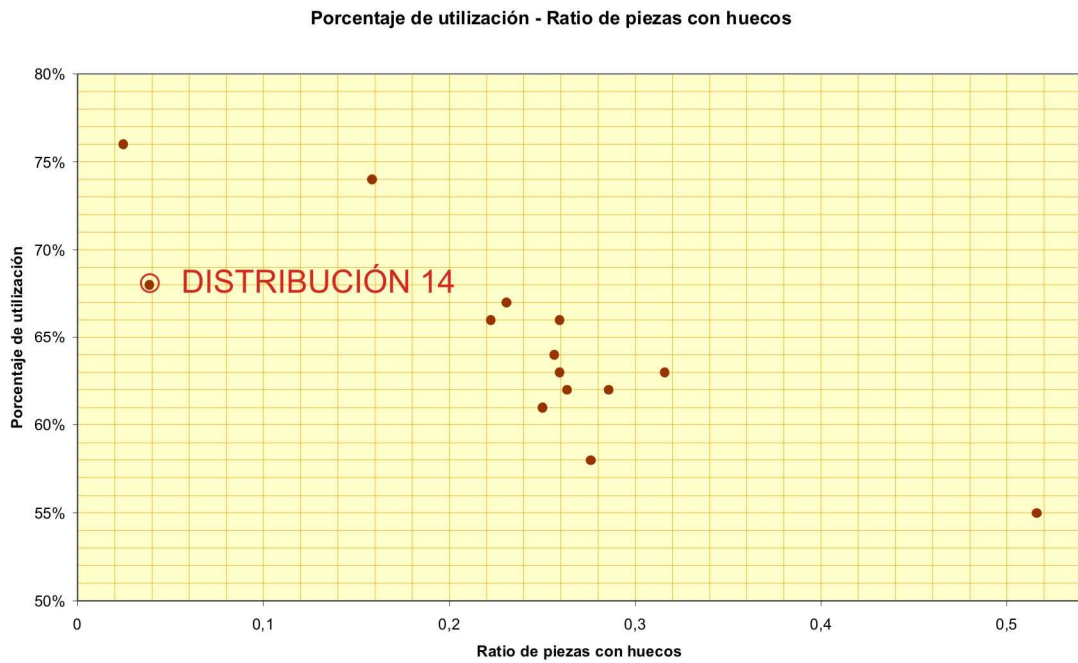


Figura 6.26. Gráfica porcentaje de utilización – ratio de piezas con huecos.

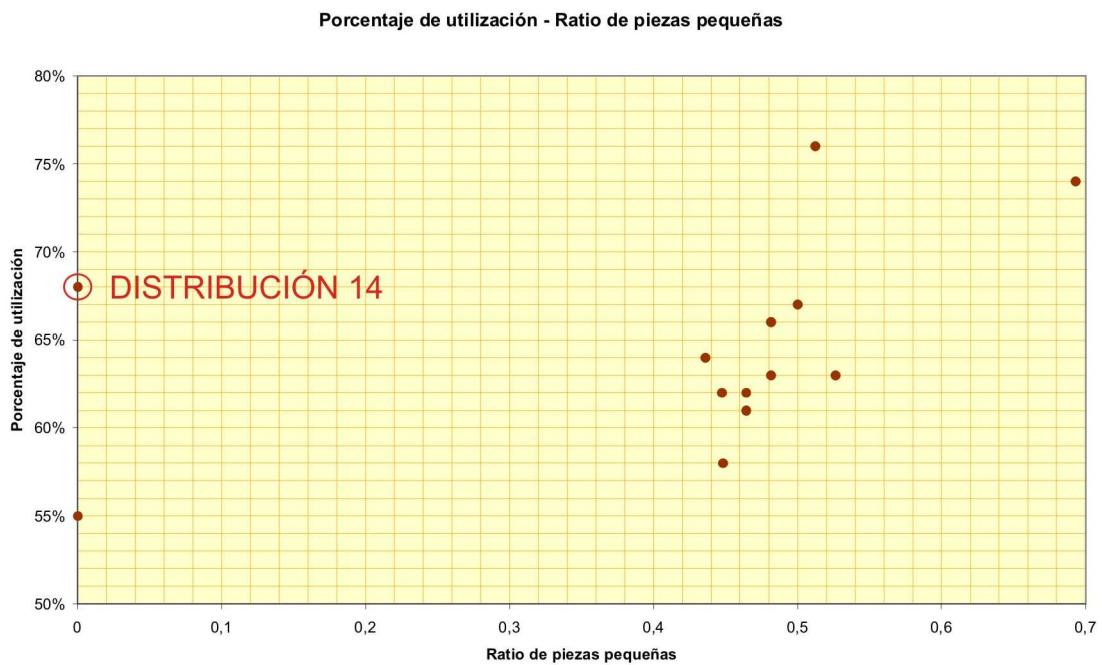


Figura 6.27. Gráfica porcentaje de utilización – ratio de piezas pequeñas.

De las figuras anteriores parece extraerse que el porcentaje de utilización aumenta a medida que aumenta el ratio de piezas pequeñas mientras que cuando aumenta el ratio de piezas con agujeros el porcentaje de utilización disminuye. Esto puede explicarse teniendo en cuenta que las piezas con agujeros generan muchas particiones en la hoja que a priori no serían utilizables, mientras que las piezas pequeñas son las que se encargan de rellenar estos huecos sin aumentar, por lo tanto, el área de la hoja ocupada. Este efecto se ve de manera clara si nos fijamos en las distribuciones 13 y 15. En la distribución 13 la presencia de numerosas piezas con agujeros origina que la eficiencia de la distribución caiga hasta el 55%, mientras que en la distribución 15 las piezas pequeñas se encargan de rellenar los huecos que había en la anterior distribución aumentando la eficiencia hasta el 74%.

Si se presta atención a la distribución que parece desentonar (distribución 14), se observa que a pesar de no tener piezas pequeñas tan sólo posee una pieza con agujero por lo que se compensan sus efectos (68% de eficacia). De todas formas, fijándose en la representación de la distribución, se ve cómo, debido en gran parte a la irregularidad de las formas que intervienen, se han generado algunos huecos que se podrían “rellenar” con piezas pequeñas aumentando así la eficiencia de la distribución.

6.2.18. Ejemplo de Distribución con Margen entre Piezas

Para poder ver cómo quedaría una distribución con margen entre piezas, en esta sección se va a repetir la distribución 1 pero dejando un margen entre de 1 ud.

Los datos de entrada son los de la Tabla 6.33, la distribución se muestra en la Figura 6.28 y la Tabla 6.34 muestra los resultados que se han obtenido con esta distribución.

Distribución 1bis	Cantidad	Orientación eje Z Negativo	Orientación
Pieza 1	3	No permitida	0°
Pieza 2	3	Permitida	0°
Pieza 3	3	No permitida	0°
Pieza 4	5	Permitida	0°
Pieza 5	8	No permitida	0°
Pieza 6	4	No permitida	45°
Tamaño de piezas	11125	Margen entre piezas	1

Tabla 6.33. Datos de entrada de la distribución 1bis.

Con estos datos de entrada la aplicación devuelve la siguiente distribución:

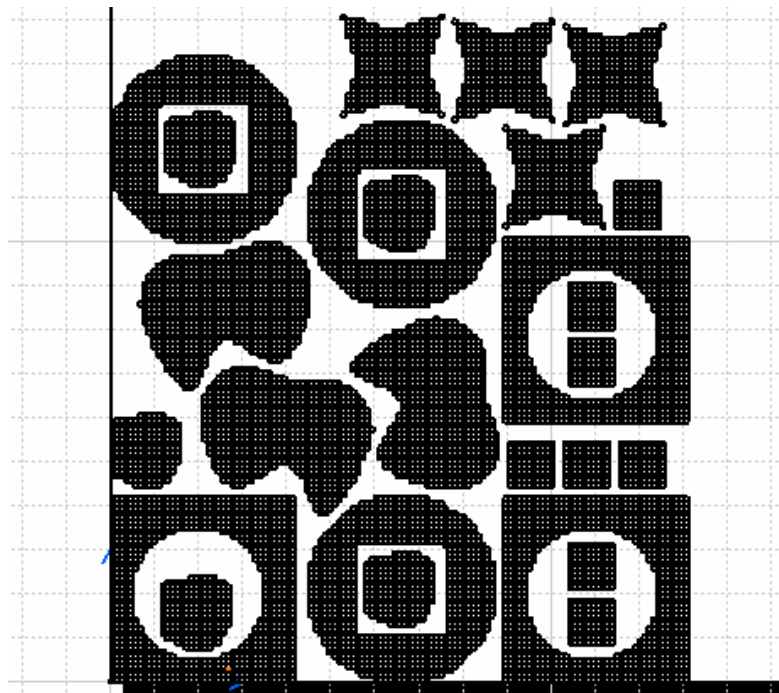


Figura 6.28. Distribución 1bis.

Los resultados para esta distribución son:

Distribución 1bis	Resultados
Área total de piezas	11125
Área de hoja utilizada	18542
Porcentaje de utilización	60%
Tiempo de ejecución	90.891 seg.

Tabla 6.34. Resultados de la distribución 1bis.

Se observa cómo ha disminuido significativamente el porcentaje de material utilizado, aunque puede ser muy útil si se quiere tener en cuenta el espacio ocupado por la herramienta de corte.

6.3. COMPARACIÓN

En esta sección vamos a utilizar una lista de piezas que se encontraba en el artículo de la Sección 3.4.1 para comparar nuestro algoritmo con el de dicho artículo.

Con esta lista de piezas (Figura 6.29) y el algoritmo matricial obtenemos un área total de hoja de 2332 uds² ocupando un total de 1707 uds² lo que nos deja un porcentaje de utilización del 73% y la distribución de la Figura 6.30 (a). Con el algoritmo genético de la Sección 3.4.1 se obtiene un porcentaje de utilización del 69% y la distribución de la Figura 6.30 (b).

A pesar de la basta parametrización de las matrices de pieza, la disposición del algoritmo matricial obtiene mejor resultado, es más, aunque las piezas involucradas no contienen huecos, si se diese el caso el algoritmo podría aprovechar dichos huecos para alojar las piezas más pequeñas, en cambio el otro algoritmo no. También se podría mejorar la parametrización (disminuyendo el área de cada celda en la matriz de pieza) para aumentar la eficiencia de la disposición, aunque elevaríamos el tiempo de ejecución (matrices mayores implican mayores tiempos de ejecución, como se discutió en la Sección 6.2.17.1) este es muy pequeño para la disposición en estudio (4.234 seg.).






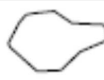


Part Type	Part Drawing	Copies T_i	Area A_i
1		2	56
2		2	106
3		3	146
4		2	311
5		1	81
6		1	85
7		2	36
8		1	85

Figura 6.29. Lista de piezas para la comparación.

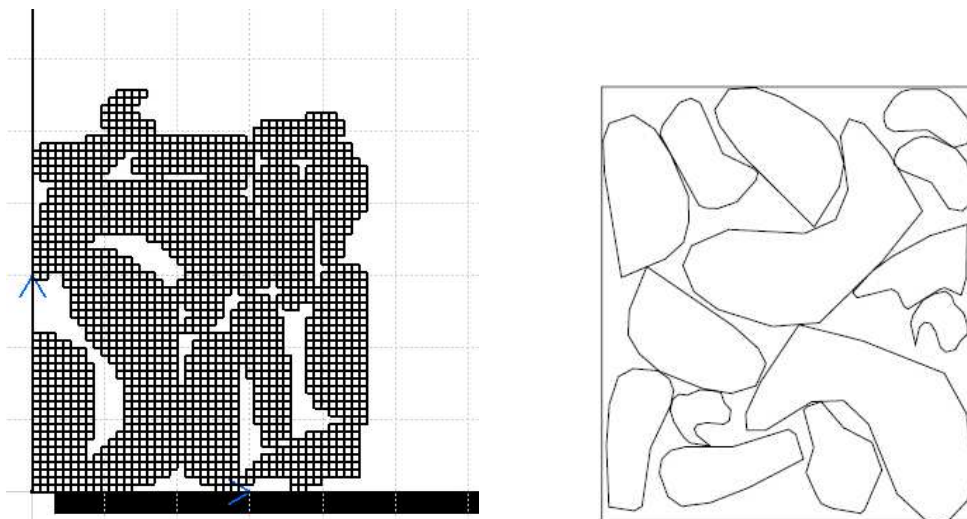


Figura 6.30. Distribuciones de comparación. (a) Algoritmo matricial.

(b) Algoritmo genético de la Sección 3.4.1.

6.4. RESUMEN

En este capítulo se han realizado numerosas disposiciones para obtener datos y así sacar algunas conclusiones sobre este algoritmo matricial.

Se han considerado los resultados más importantes: eficiencia (porcentaje de hoja utilizada) y tiempo de ejecución; y se ha analizado cómo varían en función de los parámetros más determinantes.

Se ha realizado un ejemplo de disposición con margen entre piezas para utilizar herramientas de cortes que requieran espacio y para evitar los bordes de las hojas.

Por último se ha comparado el algoritmo matricial con uno de los algoritmos que ya se habían visto en el Capítulo 2.