

1
zej

RECIBO DE LA SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA
MEXICO, D.F. 1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS PLANAS SOBRE UNA SUPERFICIE DE DOS DIMENSIONES A TRAVES DE UN SISTEMA COMPUTACIONAL

ALVARO PEREZ VIDAL
ARTURO QUINTANAR RUIZ

TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN MATEMATICAS APLICADAS Y COMPUTACION



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MEXICO, D.F.
1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

PROLOGO I

INTRODUCCION III

CAPITULO 1. -

1. - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2. - ANTECEDENTES Y NECESIDADES DE LA INVESTIGACION	3
3. - CLASIFICACION DEL PROBLEMA EN DOS GRANDES GRUPOS	4
3. 1. - FIGURAS REGULARES	5
3. 2. - FIGURAS IRREGULARES	8
3. 2. 1. - SOLUCION MANUAL	8
3. 2. 2. - SOLUCION AUTOMATICA	8
3. 2. 3. - SOLUCION SEMIAUTOMATICA ..	10
4. - SOLUCION DEL PROBLEMA DE ACOMODAR FIGURAS REGULARES RECTANGULARES UTILIZANDO EN ALGORITHM DE ALBANO- ADAMOWICZ	10

CAPITULO 2. -

1. - INTERACCION ENTRE DOS RAMAS DE LA CIENCIA: I. O. Y LOS SISTEMAS COM- PUTACIONALES	13
2. - DELIMITACION DE OBJETIVOS	13
2. 1. - OBJETIVO GENERAL	13
2. 2. - OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3. - ALCANCE Y UTILIDAD TEORICO-PRACTICA.....	14

CAPITULO 3.-

1. - DESCRIPCION DEL MODELO MATEMATICO DE ALBANO-ADAMOWICZ	16
1.1. - GENERACION DE TIRAS RECTANGULARES.	23
1.2. - NUESTRA APORTACION AL MODELO MA- TEMATICO DE ALBANO-ADAMOWICZ	29
1.3. - LA FUNCION RECURSIVA MAXIMO	29
1.4. - SUBDIVISION DE LA SUPERFICIE	43
1.5. - APROVECHAMIENTO DE LOS ESPACIOS NO UTILIZADOS EN EL ACOHODAMIENT- TO (HOYOS)	43

CAPITULO 4.-

1. - SOLUCION DE UN EJEMPLO PRACTICO UTILIZAN- DO EL MODELO MATEMATICO DE ALBANO - ADAMOWICZ	45
--	----

CAPITULO 5.-

1. - FORMULACION DE UN ALGORITMO COMPUTACIONAL UTILIZANDO EL ALGORITMO DE ALBANO-ADAMOWICZ	
1.1. - CREACION DE UNA ESTRUCTURA DE DATOS PARA EL PROGRAMA	65
1.2. - DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROGRAMA ...	69

CAPITULO 6.-

1. - DESCRIPCION DEL EQUIPO Y LENGUAJE DE PROGRA- MACION UTILIZADO	81
2. - PROGRAMA POR COMPUTADORA	81

CAPITULO 7.-

1.- DEFINICION, SOLUCION Y COMPARACION DE RESULTADOS DE 5 EJEMPLOS UTILIZANDO EL PROGRAMA DE COMPUTADORA HECHO	135
--	-----

CONCLUSIONES	251
--------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	257
--------------------	-----

PROLOGO

Esta investigación surgió por la inquietud que tuvimos a lo largo del estudio de nuestra carrera profesional, cuando se nos presentaron problemas de optimización matemática enfocados al ordenamiento de figuras, por ejemplo, la primera vez que nos plantearon un problema de este tipo fue en el transcurso del tercer semestre de la licenciatura, cuando un fabricante de ropa nos comentó el proceso que existe para la elaboración de una prenda de vestir. El centró su explicación en el ordenamiento de moldes (que conforman un vestido) sobre una superficie de dos dimensiones (en este caso es la tela). Esta persona nos dijo que este acomodamiento es una etapa de vital importancia para la economía de una empresa manufacturera, porque de ahí depende si se aprovecha mejor o no la tela, además entre mejor se aproveche la tela, menores serán los costos de producción, obteniéndose como consecuencia excedentes considerables de capital. Y es así, que a partir de ese momento nos quedó la inquietud de cómo poder resolver este problema, pero en ese momento no contábamos con las herramientas matemáticas y computacionales necesarias para poder encontrarle solución.

Un año después un profesor de la carrera nos planteó un problema semejante, enfocándolo para el corte de rollos de papel periódico, que es un problema de asignación rectangular. De ahí en adelante, empezamos a estudiar los diversos métodos y modelos

de investigación de operaciones que pudieran servir para resolver este tipo de situaciones, así, cuando tuvimos que seleccionar el tema de tesis, no dudamos en escoger el siguiente: "Ordenamiento de figuras planas sobre una superficie de dos dimensiones a través de un sistema computacional ", debido a esa la inquietud que tuvimos desde el tercer semestre y a su aplicación directa en varias empresas manufactureras con dificultades de ordenamiento semejantes.

Agradecemos la colaboración al Actuario Lucio Pérez Rodríguez, al Maestro en Ciencias Sergio Chapa Vergara y al Ingeniero en Computación Ruben Romero Ruiz que nos apoyaron con bibliografía y consejos muy certeros para la elaboración del presente trabajo.

ALVARO PEREZ VIDAL
ARTURO QUINTANAR RUIZ

INTRODUCCION

Después de haber seleccionado el tema referente al ordenamiento de figuras en una superficie de dos dimensiones, nos dimos a la tarea de plantearnos el problema para poderlo estudiar definiendo los objetivos y alcances del mismo, así como también su solución por medio de las herramientas adquiridas a lo largo de la licenciatura. Algunas de ellas son la formación matemática en el campo de investigación de operaciones y el diseño e implantación de sistemas de cómputo, por tanto, al juntar estas dos ramas de conocimiento en el presente trabajo, nos da como resultado un sistema computacional que puede resolver el problema que nos planteamos.

Al indagar en el tema sobre situaciones reales, hallamos que existen una serie de empresas manufactureras como la del vestido, periódicos, calzado, etc, que se enfrentan diariamente con problemas de procesos de optimización en la obtención de un patrón ordenado para los moldes utilizados en cada una de estas empresas es decir, se desean acomodar moldes sobre una superficie de dos dimensiones, de tal manera que se maximice el aprovechamiento de la superficie en que trabajan (puede ser tela, láminas de aluminio, cartón, etc) para reducir el desperdicio de esta. Este es un punto de vital importancia en la economía de las

fábricas manufactureras, dada la razón de que entre más desperdician su superficie, más es la pérdida de capital para la inversión de la misma. Esto es, todavía es más alarmante para producciones voluminosas que en un año puede equivaler a cuantiosas pérdidas. Para poder reducir el porcentaje de desperdicio en estas empresas, se invierte demasiado tiempo en hacer combinaciones para el ajuste de los moldes, pero solo algunas de estas combinaciones pueden ser las mejores para maximizar el aprovechamiento de la superficie en que ellos trabajan.

Para profundizar más sobre el problema, realizamos una serie de entrevistas a empresas que se dedican a fabricar vestidos que tienen dificultades similares como: Golden de México y Jordan. Nos encontramos que el tiempo que se invierte en el acomodamiento de los moldes sobre un lienzo de tela es demasiado, por tanto, consideramos que debíamos de realizar un sistema de cómputo que les permitiera hacer su trabajo de acomodamiento en un tiempo mucho menor, lo cual concluimos que podía ser una de las aportaciones que podemos dar en la presente tesis de la licenciatura. A partir de ese momento empezamos a investigar los trabajos realizados al respecto y además si existen máquinas que ordenan los moldes. Descubrimos que en los E.U. existen máquinas que ordenan los moldes y hacen los cortes por medio de rayos laser, pero dichas máquinas son sumamente costosas, lo cual vimos que hace

imposible la adquisición de esas máquinas en muchas pequeñas empresas manufactureras en México. Al respecto nos planteamos el objetivo de realizar un sistema de cómputo para ordenar figuras en una microcomputadora personal, dado que estas son mucho menos costosas.

Al ir avanzando en el presente trabajo, descubrimos que el tema lo podemos dividir en dos grandes grupos; figuras que tienen formas regulares e irregulares. Dentro del contexto de las figuras regulares tenemos las siguientes alternativas:

- *Existen muchas formas regulares tales como rectángulos, triángulos, círculos, hexágonos, etc.*
- *Entre mayor sea el número de figuras y de formas que estas tengan, se complica cada vez más el problema.*

Por el lado de las figuras irregulares encontramos:

- *Existen infinidad de figuras y tamaños de formas irregulares.*
- *Es mayor el número de restricciones y combinaciones de las figuras.*

Además existen una serie de restricciones que tiene la superficie de dos dimensiones en el cual se ordenan los moldes ya mencionados, estas pueden ser:

- *La textura de la superficie,*
- *La dirección que pueda tener la superficie para poder hacer el ordenamiento,*
- *Si se pueden rotar o no la figura o el molde.*

Al tratar de resolver el problema de figuras irregulares por medio de un microcomputador personal, descubrimos que el tema de tesis se transforma en un problema de asignación de un proceso de búsqueda a través de un espacio de soluciones candidatas, debido a que este espacio es generalmente muy grande se tiene que utilizar heurística para reducir el conjunto de soluciones factibles. Al estudiar los diversos algoritmos de búsqueda nos dimos cuenta que al estar localizando la solución a ese planteamiento, el método utilizaría demasiada memoria principal de la computadora con que contamos en la actualidad, dado que puede trabajar como máximo con 640 KB de memoria principal y resultaría casi imposible el solucionarlo. Una posible solución a la falta de memoria principal sería guardar la ruta óptima y las combinaciones en archivos en memoria secundaria (disco duro o

diskettes), pero el programa de cómputo se haría demasiado lento en su ejecución, debido al constante acceso a los dispositivos de almacenamiento secundario y se perdería nuestro objetivo de obtener una buena solución en un "tiempo razonable". La razón anterior nos lleva a enfocar el problema a la solución del mismo para figuras rectangulares. Queremos hacer notar que cualquier figura regular e irregular se puede encuadrar dentro de un rectángulo. Una de las ventajas que se obtienen es la reducción del tiempo de proceso y la memoria del computador y una desventaja es que, en el caso de figuras muy complejas e irregulares, el desperdicio es mucho mayor al inscribirlas en un rectángulo.

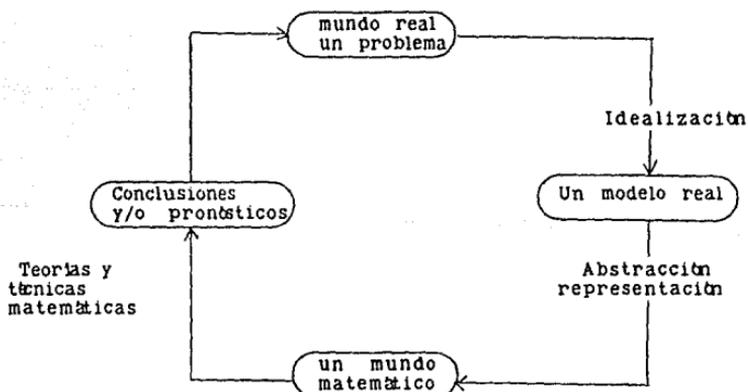
Como conclusión a lo anterior titulamos a nuestra tesis como "ORDENAMIENTO DE FIGURAS PLANAS SOBRE UNA SUPERFICIE DE DOS DIMENSIONES A TRAVES DE UN SISTEMA COMPUTACIONAL".

Para poder solucionar un problema de ordenamiento de figuras en una superficie de dos dimensiones, nos basamos en las etapas para la construcción de un modelo que aprendimos durante el transcurso de la licenciatura en la materia de Optimización I. De este modo, nos dimos a la tarea de estudiar y mejorar el modelo matemático de Albano-Adamowicz que es representativo en nuestro tema. Así teniendo un problema del mundo real que nos planteamos, lo pasamos a términos matemáticos apoyándonos en el algoritmo de Albano-Adamowicz para después poderlo resolver.

Una vez terminado el modelo matemático, comienzan nuestras aportaciones a la tesis. La formulación de un algoritmo detallado que después, por medio de una computadora personal se programo, obteniendo así resultados y conclusiones tanto del modelo matemático como de el mundo real.

En el presente trabajo seguimos las etapas anteriormente descritas. Esta metodología es mostrada en el siguiente diagrama.

DIAGRAMA



Estas etapas son:

- 1) Estudio inicial del sistema,
- 2) Especificación del problema y construcción en el mundo real,
- 3) Conversión del modelo real en uno matemático. Construcción del modelo matemático.
- 4) Estudio del sistema matemático, es decir, se analiza el problema en términos simbólicos conforme a ideas y técnicas matemáticas apropiadas.
- 5) De los resultados, la obtención de conclusiones, tomando en cuenta si el modelo matemático refleja los aspectos importantes del modelo real.

En base a lo anterior, tratamos de seguir un orden lógico, no arbitrario en la elaboración de la tesis, cada capítulo representa una etapa del proceso de construcción de modelos, por tanto los capítulos contienen:

Capítulo uno, planteamiento del problema, en él exponemos cual es el problema a resolver, seleccionando un tema específico, explicando los pros y contras para escoger un punto en especial.

En el capítulo dos nos dimos a la tarea de dejar plasmados los objetivos y alcances del ordenamiento de figuras rectangulares en una superficie de dos dimensiones, tema objeto de este estudio.

Capítulo tres, en este apartado se identifica el proceso operativo del acoplamiento de figuras, con la finalidad de expresar la situación total en términos simbólicos, es decir, convertir el modelo real en uno matemático, en el cual se reemplazan las cantidades y procesos reales en símbolos y operaciones matemáticas. En suma, en esta etapa estudiamos y mejoramos el modelo matemático.

Capítulo cuatro, se da la solución del modelo presentado en el capítulo anterior, es decir, se analiza el problema en términos simbólicos conforme a técnicas de programación matemática.

Capítulo cinco, en esta sección se desarrolla un algoritmo computacional que es una aportación de la tesis en base al modelo planteado. Este capítulo tiene el objeto de mostrar un método que de solución a dicho modelo con ayuda de una computadora personal.

Capítulo seis, este apartado muestra el algoritmo computacional

cional en un lenguaje de alto nivel (Pascal), además de exhibir los términos simbólicos de las técnicas matemáticas en estructuras de datos entendibles para la computadora.

Finalmente, en el capítulo siete se expone una serie de resultados y estadísticas de la solución del problema. Todo esto es con la idea de contribuir a las conclusiones del estudio matemático de la presente tesis.

En base a la metodología que seguimos para el desarrollo de la presente tesis obtuvimos como conclusión el alcance de los objetivos planteados.

Finalmente esperamos que el presente trabajo sea de su interés y entendimiento.

CAPITULO 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo nosotros describimos en primera instancia la definición de la causa del presente trabajo y la especificación del problema a resolver, todo con el objeto de poder plantear el problema que trata nuestra tesis en forma clara y sencilla.

En las industrias manufactureras tales como: la del vestido, la del calzado, la metalmecánica y en fábricas de vidrio y de papel periódico, se realizan procesos continuos de optimización en la obtención de un patrón ordenado para los moldes usados en cada industria, por ejemplo:

- *En el corte de pliegos en la fábrica de papel periódico.*
- *Los moldes para la fabricación del calzado,*
- *Las piezas que ensamblan la estructura de una máquina en la industria metalmecánica,*
- *Los patrones que son acomodados sobre la tela para la creación de ropa en la industria del vestido,*
- *La proyección o el trazado de circuitos, o en*
- *La construcción de barcos.*

Sea cual sea el giro de la empresa en cuestión, el acomodamiento de las piezas o moldes sobre la superficie de dos

dimensiones en que se trabaje (papel, hojas de acero, tela, piel, etc.) requiere de un proceso de optimización.

Existen muchas combinaciones para el ajuste de los moldes, pero solo algunas de ellas son las óptimas para maximizar el aprovechamiento de la superficie en que se trabaje. Cuando se realiza el proceso sobran pedazos de la superficie (desperdicios) que son inutilizados porque son más pequeños que los utilizados para el acomodamiento de un molde.

Por ejemplo, en el corte de rollos de papel periódico, generalmente sobran rollos cuyo ancho es más pequeño que cualquiera de los requeridos, por lo que dichos rollos se tienen que considerar como desperdicio que se aprovecha en forma de merma.

Por tanto, las empresas que tienen el problema del acomodamiento de figuras, invierten cuantiosas sumas de dinero en materias primas para la producción, según sea el producto en el que ellos trabajan. Por ejemplo, en los moldes de piel para la fabricación del calzado, en los rollos del papel periódico, etc.

No sabemos todavía con certeza el porcentaje que se desperdicia sobre la superficie, pero suponemos que es una cantidad

considerable para producciones voluminosas que en un año equivaldría a cuantiosas pérdidas para dichas industrias. Por lo tanto, cualquier reducción que se logre en el porcentaje de desperdicio, puede ser considerada como un ahorro capaz de amortizar en corto tiempo la inversión que es efectuada en la compra del procesador, que nos sirva como herramienta para realizar el proceso de optimización.

1.2. ANTECEDENTES Y NECESIDADES DE LA INVESTIGACION

Como antecedentes podemos decir que hasta la fecha existen pequeñas empresas manufactureras que no tienen un proceso ya establecido para el ordenamiento de sus moldes, o no cuentan con los recursos económicos suficientes que permitan adquirir la tecnología para la mecanización de sus procesos.

En los E.U. existen máquinas que ordenan los moldes y hacen los cortes por medio de rayos laser, pero estas máquinas son sumamente costosas, lo que hace imposible la adquisición de estas en muchas empresas manufactureras pequeñas de México. Al respecto, algunos propietarios de dichas empresas opinan que es menos costoso tener más mano de obra que adquirir una máquina, y que prefieran seguir trabajando en forma manual a pesar de los posibles beneficios que podrían obtener al invertir en una máquina.

1.3. CLASIFICACION DEL PROBLEMA EN DOS GRANDES GRUPOS

En el principio del presente trabajo, encontramos que el tema lo podemos dividir en dos grandes grupos. Por un lado encontramos las figuras que tienen formas regulares tales como rectángulos, triángulos, círculos, etc, y por el otro encontramos a las figuras que tienen formas irregulares. Estas figuras irregulares complican el problema, porque dentro de cada grupo existen diversas alternativas que se presentan.

Por ejemplo, bajo el contexto de las figuras regulares se presentan varias combinaciones que dependen tanto del número requerido de figuras regulares como de la forma que estas tengan, es decir, entre mayor sea el número de figuras y de formas el problema se torna más complicado.

Por el otro lado vemos que el tema es todavía más complejo, porque hay infinidad de figuras irregulares con diferentes formas y tamaños, lo que implica que el número de combinaciones sea mucho mayor.

Aparte de estos dos grandes grupos encontramos que existen una serie de restricciones que se tienen dentro de las superficies de dos dimensiones para poder acomodar los moldes ya mencionados. Estas restricciones pueden ser:

- 1) *La superficie es lisa, es decir, no tiene dibujos o estampados en ella.*
- 2) *Si es necesario seguir una dirección en la superficie para acomodar los moldes,*
- 3) *Si se pueden rotar las figuras.*

A continuación expondremos los antecedentes de como algunos investigadores han atacado este problema de asignación en ambos grupos:

1.3.1. FIGURAS REGULARES (RECTANGULOS)

El problema del acomodamiento de figuras rectangulares es una versión particular del problema general de asignación rectangular en una superficie de dos dimensiones, el cual se comprende de:

- 1) *Una superficie rectangular donde se acomodarán los rectángulos.*
- 2) *Un conjunto de rectángulos.*
- 3) *Un ordenamiento para un número específico de cada una de las diferentes clases de rectángulos.*

- 4) *La tarea de encontrar la forma de cortar los rectángulos de tal forma que disminuir el desperdicio en la superficie de dos dimensiones.*

Si el tiempo de computación es también un factor económico importante, entonces una solución cercana al óptimo en un tiempo reducido de computación podría ser aceptada como buena. Dependiendo de la aplicación, el problema del corte de figuras rectangulares también puede incluir restricciones tales como: donde tener que acomodar determinadas figuras y la forma de colocarlas para poder ser cortadas en una guillotina.

Desde los años 50's ha ido creciendo el interés por este problema. Esto ha sido en parte debido a el papel importante que ha jugado la ayuda de las computadoras, particularmente aquellas relacionadas con la fabricación de las hojas de metal, la industria del vestido, el trazado de circuitos, etc. Este interés es también una consecuencia de la aparición de la computadora digital que trabaja a gran velocidad y del desarrollo de técnicas de optimización orientadas a ella.

En alguna de las primeras investigaciones de este tipo de problema, Paull, Eiseemann y Vojda hicieron uso de la programación lineal para resolver una versión restringida del problema.

Gilmare y Gomory después hicieron uso efectivo de ambas programaciones: lineal y dinámica para manejar 1, 2 y 3 dimensiones del problema de asignación rectangular cuando el corte de los rectángulos era restringido a 2 o 3 etapas de cortes de guillotina.

En investigaciones de acomodamiento rectangular, Haims y Freeman hicieron uso de la programación lineal y de la programación dinámica de dos dimensiones para convertir un problema de multivariable a un problema de multietapas.

Herz también pudo obtener soluciones a este problema, utilizando un algoritmo recursivo el cual mostró mejoras al respecto al exhaustivo procedimiento iterativo. El algoritmo, sin embargo, no es un procedimiento eficiente para resolver problemas de tamaño medio. Con este método se llegó a la conclusión de que no había límite en el número de ocurrencias de cualquier tipo de rectángulos en la solución.

La relación de esta restricción ha sido un aspecto importante del presente trabajo debido a que nosotros nos avocamos a aquellas aplicaciones donde se puede requerir un número exacto de piezas para acomodar con un mínimo de desperdicio y a aquellas donde no necesariamente se necesitan utilizar todos los rectángulos pero sí se necesita utilizar el máximo de la superficie total.

1.3.2. FIGURAS IRREGULARES:

El problema de asignación de formas regulares e irregulares se muestra frecuentemente en aplicaciones donde es necesario determinar un conjunto de figuras de dos dimensiones, que se desean acomodar en un plano de dimensiones finitas, con el objeto de maximizar el número de piezas acomodadas o alternativamente minimizar la pérdida.

Más aún, en algunas aplicaciones, las superficies donde se acomodarán las figuras pueden contener áreas defectuosas y las piezas a acomodar no deben acomodarse sobre ellas.

En años recientes, investigadores han analizado y propuesto soluciones al problema. Estas soluciones pueden ser agrupadas en tres categorías: manual, automática y semiautomática.

1.3.2.1. SOLUCION MANUAL

En la primera categoría, la persona encargada de realizar el acomodamiento hace uso de la computadora con dispositivos de Entrada y Salida (E/S), capaces de manipular (rotar, trasladar, etc.) piezas en la pantalla de trabajo.

1.3.2.2. SOLUCION AUTOMATICA

En la segunda categoría, dos clases más de propuestas pueden

ser distinguidas. La primera utiliza un procedimiento de 2 pasos, en la cual el problema es convertido de uno de colocar piezas irregulares a otro de colocar piezas rectangulares obteniendo, en general, un acotamiento de varias figuras irregulares y regulares en rectángulos lo más justo posibles.

Aunque estas investigaciones han sido exitosas en el manejo de algunos subconjuntos específicos, su alcance, sin embargo, ha resultado en procedimientos que están marginados de la realidad donde se necesitan acomodar pocas piezas y donde un ordenamiento exacto de ellas es requerido.

Esta situación ha sido considerada en la segunda clase de categoría automática, donde un procedimiento es definido, el cual busca el acomodamiento directamente calculando sobre las piezas o figuras. Estos métodos son similares en cuanto a que están basados en un conjunto de reglas heurísticas usadas por técnicas determinísticas de acomodamiento secuencial: una vez que una pieza ha sido colocada en cierta posición, no volverá a ser reconsiderada más con respecto a cualquier consideración posterior que pueda resultar. Este defecto no es presentado en el algoritmo de Adamowicz, el cual envuelve una solución iterativa del problema de programación lineal seguido de un ajuste, el cual puede generar nuevas restricciones para la siguiente iteración hasta que la solución óptima es obtenida. Sin embargo, el progra-

ma experimental no fue completamente operacional, y su tiempo de ejecución y la calidad de la solución no son conocidos.

1.3.2.3. SOLUCION SEMIAUTOMATICA

En la tercera categoría (semiautomática), para aliviar el problema del procedimiento determinístico del colocamiento, un sistema se propone donde una solución tentativa se genera automáticamente y después interactivamente, las mejoras son permitidas a través de la pantalla que conversa con el usuario utilizando un conjunto de comandos especiales para operar sobre el proceso de solución.

1.4. SOLUCION DEL PROBLEMA DE ACOMODAR FIGURAS REGULARES RECTANGULARES UTILIZANDO EL ALGORITMO DE ALBANO-ADANOWICZ

Para resolver el problema de acomodamiento de figuras regulares e irregulares sobre una superficie de dos dimensiones, se utiliza al alcance automático, el cual transforma el problema de asignación de un proceso de búsqueda a través de un "espacio", de soluciones candidatas. Debido a que este espacio es generalmente muy largo, se tendría que utilizar un método heurístico para reducir esta búsqueda.

Al estudiar el algoritmo de búsqueda nos dimos cuenta que al

tratar de encontrar una solución con este método se utilizaría demasiada memoria principal de la computadora, ya que es un algoritmo recursivo que además de buscar sobre casi todas las soluciones (gracias a las heurística no se busca en todas), todas estas soluciones las tiene en memoria y después verifica cual es ruta de aprovechamiento máxima o la de desperdicio mínima.

Debido a esto, el poder implantar un sistema que nos pudiera resolver el problema para computadoras personales, donde se cuenta hasta ahora a lo más con 640 KB en memoria principal nos resultaría imposible, porque rápidamente el algoritmo la consumiría por completo. Además, si tratáramos de guardar esta ruta óptima en archivos en lugar de memoria principal el programa de cómputo se alentaría demasiado debido a los accesos a los dispositivos de almacenamiento y se perdería el objetivo de obtener una buena solución en un tiempo razonable.

Como mencionamos anteriormente, el lograr minimizar el desperdicio de la superficie rectangular de dos dimensiones, significa un factor económico que permite a corto plazo significativos ahorros de capital para las empresas manufactureras de México. Debido a la posible reducción de desperdicio de algunas materias primas, es lógico suponer la reducción de los costos a corto o a largo plazo.

Por otro lado también se deberá de tomar en cuenta que si se obtiene una aproximación al óptimo en el ordenamiento de los moldes este puede dificultar su corte, debido a que no atacamos la forma en que se realizan los cortes sobre la superficie en donde colocan los moldes. Estos cortes son específicos a cada aplicación que se tenga.

En el siguiente capítulo se delimitarán los objetivos y alcances que se persiguen en este trabajo.

CAPITULO 2

2.1. INTERACCION ENTRE DOS RAMAS DE LA CIENCIA: INVESTIGACION DE OPERACIONES Y LOS SISTEMAS COMPUTACIONALES.

La presente tesis pretende abarcar dos campos muy importantes. Uno es el de Optimización que abarca la formulación del problema, planteamiento matemático y su solución analítica y el otro que es el análisis, diseño e instrumentación de un sistema de cómputo que permita obtener resultados confiables.

Estas dos actividades se encuentran interrelacionadas en todas sus etapas, lo que implica un enlace entre estas dos grandes áreas del conocimiento que se trata, por lo que el cazamiento de estas actividades dará como resultado un sistema computacional que solucionará el susodicho problema, llegándose así al cumplimiento de los objetivos que expondremos.

2.2. DELIMITACION DE OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general que persigue la investigación es el siguiente:

"LA ELABORACION E INSTRUMENTACION DE UN SISTEMA DE COMPUTO QUE PERMITA REDUCIR EL DESPERDICIO EN EL ORDENAMIENTO DE DIFERENTES FIGURAS RECTANGULARES SOBRE UNA SUPERFICIE DE DOS DIMENSIONES".

El objetivo se establece dentro del contexto de diseño y manufactura con ayuda de la computadora, utilizando un procedimiento que permita minimizar el desperdicio de la superficie de dos dimensiones.

2.2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Los objetivos especificos que se persiguen son:

- 1) *Planteamiento del problema estableciendo una clasificación, de tipos y número de rectángulos.*
- 2) *Desarrollar un modelo matemático.*
- 3) *Desarrollar un sistema computacional para la solución del problema.*
- 4) *Graficación por computadora para la obtención de resultados.*
- 5) *Instrumentación del sistema en computadora.*
- 6) *Obtención de conclusiones del sistema de cómputo.*

2.3. ALCANCE Y UTILIDAD TEORICO PRACTICA

Dado que existe una amplia variedad de alternativas que se siguen en las diversas ramas de la manufactura, no es posible tomar todos sus casos con sus respectivas particularidades, por lo que pretendemos tomar solo algunos casos concretos que abarquen la mayoría de las situaciones reales de las mencionadas

empresas.

El tema a tratar plantea el análisis de modelos matemáticos ya establecidos para la solución de problemas similares ya instrumentados en macros y minicomputadoras, lo que implica cuantiosos gastos, por lo que nosotros tratamos de formular y/o complementar los mencionados modelos para microcomputadoras del tipo PC. Esto nos permitirá desarrollar un sistema no muy costoso que pueda ser accesible a las pequeñas empresas manufactureras mexicanas y latinoamericanas.

Dentro de las utilidades prácticas del presente trabajo, una es la forma preimpresa de la manera en que se deben de ordenar los moldes de las figuras sobre la superficie que utilizan las empresas manufactureras, lo que equivale a ahorros de tiempo considerables, debido a que en la mayoría de estas empresas les lleva mucho tiempo ordenar en forma manual y empírica los mencionados moldes.

Uno de los aspectos económicos que encontramos en este trabajo, es la posible reducción de costos de algunas materias primas en las empresas en cuestión, ya que si reducimos el desperdicio de dichas materias es lógico suponer la reducción de los costos a corto o a largo plazo.

Por otro lado también se deberá de tomar en cuenta que si se obtiene el óptimo en el ordenamiento de los moldes este puede

dificultar su corte, debido a que no atacamos la forma en que se realizan los cortes sobre la superficie en donde colocan los moldes. Estos cortes son especificos a cada industria y en ocasiones cambian entre empresas similares. Para hacerlo nosotros en forma automatizada abarcaríamos un tema amplio que es la robótica o conversión de señales digitales a analógicas, el cual sería otro tema de investigación muy grande y distinto al que abarcaremos nosotros.

Un aspecto político y social que puede encontrarse en esta investigación es el posible desplazamiento de la mano de obra y necesidad de capacitación para el uso del sistema de cómputo, por parte de personas que no tengan amplio conocimiento en esta rama.

No debemos de olvidar que debido a que no abarcamos el control (analógico y numérico) del corte de los moldes, estos se seguirán realizando en forma manual, dando como resultado una complicación en la ejecución del mencionado corte, además de incrementar los riesgos de trabajo, porque posiblemente el algoritmo que vamos a proponer compacte el espacio entre las figuras, lo que implicaría mayor precisión en susodicho corte. Así, probablemente el tiempo ahorrado en el ordenamiento de los moldes se utilice para su corte, pero no hay que olvidar que una utilidad

práctica primordial del sistema que propondremos, será la posible reducción a corto o largo plazo del desperdicio de la superficie donde se acomodan los moldes, lo que equivale a ahorros de capital para las empresas manufactureras.

Así, el sistema de cómputo no es uno muy sofisticado que resuelva todos los problemas pero en gran medida ayudará a resolver algunos casos concretos.

En el siguiente capítulo se expondrá el algoritmo matemático para después pasar a su solución con un espectro amplio de diseño.

CAPITULO 3.

3.1 DESCRIPCION DEL MODELO MATEMATICO DE ALBANO-ADAMOWICZ

Al principio del presente trabajo observamos que cuando personas experimentadas estaban encargadas de resolver el problema de asignación de distintos tipos de rectángulos sobre una superficie, comenzaban por agrupar los rectángulos en tiras. Ese agrupamiento se hacía con el objeto de acelerar el proceso de acomodamiento uniendo rectángulos que tuvieran por lo menos una dimensión en común, formando largas tiras. De este modo, una tira podría ser formada por uno o varios rectángulos. Además, al estar haciendo el acomodamiento, esas personas podían arrepentirse de alguna asignación y regresar hasta donde ellos quisieran y continuar con el proceso mediante la reposición de las tiras. Aunque este método raramente alcanzaba la solución óptima, la solución que proveía era extremadamente buena.

Esta misma idea es utilizada por el algoritmo de Albano-Adamowicz donde primero agrupa los rectángulos en tiras y después comienza a combinarlas hasta obtener una buena solución.

La Fig. 3.1. muestra 2 ejemplos de Acomodamientos creados por personas experimentadas utilizando este método.

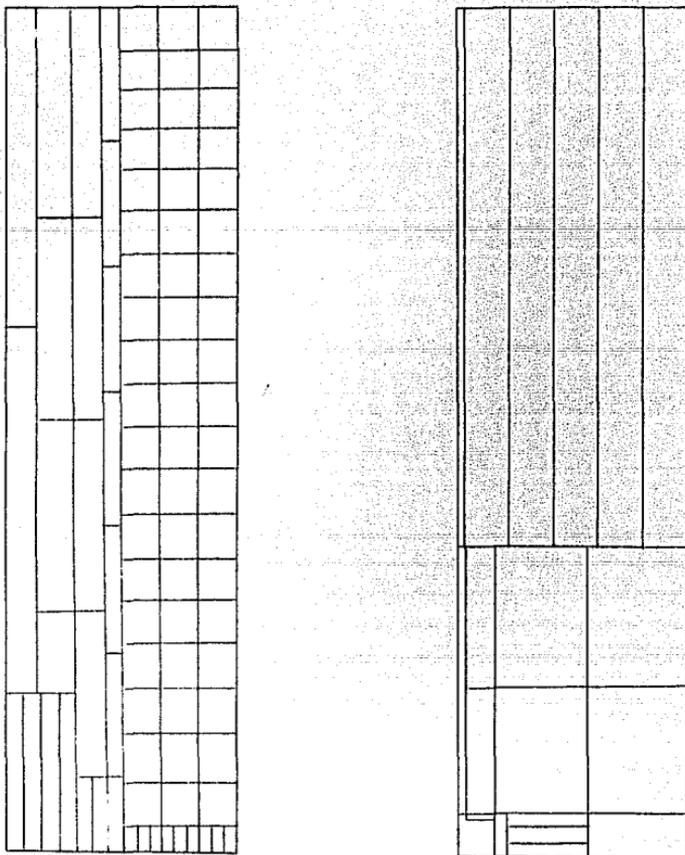


FIGURA 3.1

Nosotros adoptamos este método y le hicimos algunas mejoras con la idea de reducir el tiempo de computación. El proceso del algoritmo de Albano-Adamowicz se centra en un procedimiento iterativo que en primera instancia decide si existe una superficie que pueda acomodar las distintas clases de rectángulos. En seguida genera las candidatas que deberán utilizarse de un conjunto de rectángulos agrupados llamados tiras. Si se diera el caso de que no hubiera tiras candidatas, se trataría de subdividir la superficie en dos y se volvería a comenzar; en otra forma, se consideraría como área desperdiciada y se seguiría el procedimiento desde el inicio. Si existen tiras candidatas se utiliza la función recursiva **Máximo**, mediante la cual se obtiene la asignación óptima y se seleccionan las tiras candidatas que entran en esa solución.

La solución calculada puede o no ocupar el total de la superficie a lo ancho, por lo que de no ser así, se tomaría la parte no utilizada como una nueva superficie en la que se podrá seguir acomodando tiras.

Una vez terminado esto, se procederá a recalcular los nuevos requerimientos, eliminando a aquellos rectángulos que se hayan utilizado en la asignación óptima anterior.

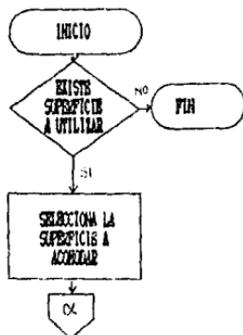
Después, se hace una búsqueda del espacio u "hoyo" que haya quedado al realizar la asignación y se crean nuevas superficies

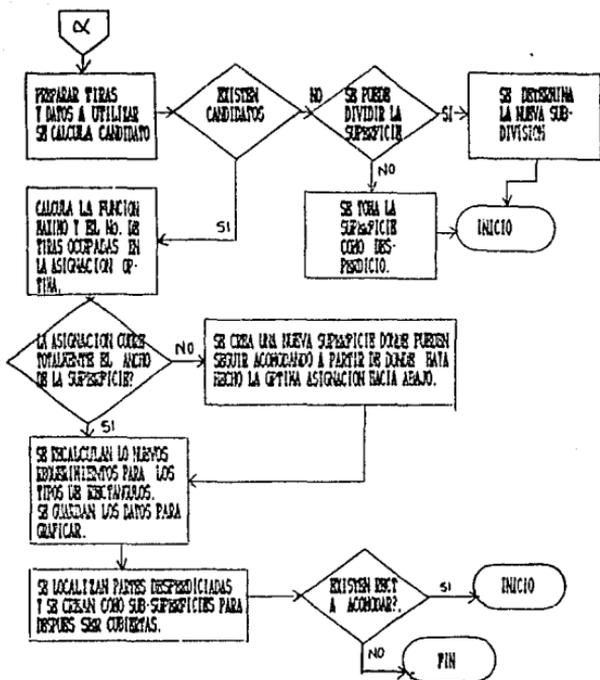
donde poder asignar los rectángulos restantes. Finalmente, si aún existen piezas por acomodar se reinicia el procedimiento, de otro modo, se da por terminado.

Una aportación que hicimos al algoritmo de Albano-Adamowicz es la de poner un límite al conjunto de tiras posibles a combinar. Con esta idea logramos reducir muchos cálculos en el proceso recursivo que realmente no eran necesarios.

La figura 3.2 muestra el método en diagrama de flujo. Cuando el algoritmo termina, por lo general no encuentra la verdadera solución, pero en cambio encuentra una solución extremadamente eficiente en términos de tiempo de procesamiento.

METODO DE ASIGNACION RECTANGULAR FIGURA 3.2





A continuación, describiremos cómo generar esas tiras candidatas, la función Máximo, la subdivisión de la superficie y el procedimiento para encontrar los "hoyos" de los que hemos estado hablando.

3.1.1 GENERACION DE TIRAS RECTANGULARES

Las siguientes definiciones se refieren a los distintos tipos de tiras que se pueden generar. La Figura 3.3 provee una interpretación gráfica.

Def. 1) Se dice que un rectángulo está orientado si su largo o su ancho se encuentran en dirección horizontal.

Def. 2) Una tira horizontal se considera como empacada si existe una línea horizontal que toca a todos los rectángulos de la tira. Esa línea divide al plano en dos regiones, una de las cuales contiene a la tira en su totalidad.

Def. 3) Una tira vertical se dice que es empacada si existe su correspondiente línea vertical.

Def. 4) Una tira uniforme puede ser una tira empacada horizontal en la cual la dimensión vertical de todos los rectángulos es la misma o una tira empacada vertical en la cual la dimensión horizontal es la misma.

Def. 5) Una tira homogénea es una tira uniforme que se forma usando sólo rectángulos de un solo tipo.

Def. 6) Sea L el largo de un rectángulo y W el ancho; el área de un rectángulo está dado por: $A = L \times W$.

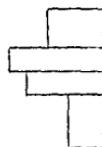
FIGURA 3.3



1) Rectángulos orientados



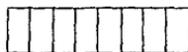
2) Tira empacada horizontal



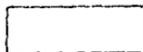
3) Tira empacada vertical



4) Tiras uniforme horizontal y vertical



5) Tiras homogénea horizontal y vertical



6) Dimensiones del rectángulo ($L \times W$)

Para nuestros propósitos, nos concentraremos sólo en las tiras homogéneas, debido a que son las que más se ajustan a nuestro problema en el que se requieren acomodar varios rectángulos del mismo tamaño.

Ahora, veamos unas definiciones claves en el desarrollo de todo el modelo que utiliza el algoritmo de Albano-Adamowicz.

Sea:

L = Largo de la superficie total por utilizar.

W^S = Ancho de la superficie total por utilizar.

N^S = Número de tipos diferentes de rectángulos que deberán acomodar.

Requer[i] = Número de rectángulos que se necesitan acomodar como máximo de tipo i , donde $i = 1, N$.

l_i = Largo del rectángulos del tipo i a colocar.

W_i^1 = Ancho del rectángulos del tipo i a colocar.

T_n^1 = Porcentaje que permite aceptar o rechazar una tira

A continuación, describiremos el procedimiento para formar el conjunto de tiras que serán candidatas a entrar en la asignación óptima.

El proceso comienza por encontrar la tira más larga aceptable de longitud L para cada uno de los rectángulos como sigue:

Determinar:

$$E_i = \max (l_i m_i) \quad \text{y} \quad 3.1$$

$$E'_i = \max (w_i m'_i) \quad 3.2$$

pero primero determinando los enteros no-negativos m_i y m'_i menor o igual al requerimiento l_i y a l'_i , tal que:

$$\text{(largo)} \quad l_i m_i \leq L_s, w_i \leq W_s \quad \text{y} \quad 3.3$$

$$\text{(ancho)} \quad w_i m'_i \leq L'_s, l_i \leq W'_s \quad 3.4$$

Donde:

E_i = Máxima longitud de la tira i que se puede crear tomando el largo del rectángulo i y sin sobrepasar sus requerimientos, ni el largo total de la superficie.

E'_i = Máxima longitud de la tira i que se puede crear tomando el ancho del rectángulo i y sin sobrepasar sus requerimientos, ni el largo total de la superficie.

Hay que hacer notar que al tratar de optimizar el largo de la superficie tomando los rectángulos a lo largo y a lo ancho, lo que estamos proponiendo es una rotación a 90 grados de mencionados rectángulos.

Como podemos ver, es fácil encontrar esos números enteros no negativos, simplemente despejando tenemos de 3.3 y 3.4.

$$m_1 \leq L_1 / l_1 \quad 3.5$$

$$m'_1 \leq L_1 / w_1 \quad 3.6$$

donde:

m_1 y m'_1 representan el máximo número de rectángulos en la tira i a lo largo y ancho respectivamente.

Sea:

$$L_{t1} = \text{Max}(E_1, E'_1)$$

donde:

$$\text{Max}(E_1, E'_1) = \text{Max}(\text{Longitud de la tira a lo largo}, \text{Longitud de la tira a lo ancho}).$$

$$b_1 \leq \begin{cases} \lceil \text{Requer}_1 / m_1 \rceil & \text{si } E_1 \geq E'_1 \\ \lceil \text{Requer}_1 / m'_1 \rceil & \text{de otra forma} \end{cases} \quad 3.7$$

donde:

b_1 representa el número máximo de tiras candidatas posibles del tipo i .

La notación $\lceil \rceil$ es usada aquí para indicar al máximo entero menor o igual que lo encerrado.

Interpretación:

Si $E_i \geq E'_i$ significa que si la longitud de la tira a lo largo es mayor o igual que a lo ancho, entonces, para encontrar el número de tiras candidato posibles tendremos que dividir el número total de rectángulos que se requieren acomodar por el número de estos que utiliza la tira a lo largo.

Con el objeto de seleccionar de entre esas tiras a las que serán candidatos a utilizarse en la función recursiva Máximo se utilizará el porcentaje de utilización a lo largo de la superficie total T_s , el cual especifica el rango de aceptación.

Así, una tira de largo L_{t1} será aceptada si y solo si:

$$\frac{L_s - T_s \times L_s}{S} \leq L_{t1} \leq \frac{L_s}{S}$$

Como podemos, ver el tipo 1 será candidato si y solo si es mayor que $(1 - T_s)$ de la longitud total de la superficie.

Ejemplo:

Si $T_s = 0.8$ esto implica que se aceptarán tiras que por lo menos utilicen el 20% de la longitud total de la superficie.

3.1.2 APORTACION AL MODELO MATEMATICO DE ALBANO-ADAMOWICZ

Antes de comenzar de comenzar con lo referente a la función recursiva máxima, agregaremos nuestra aportación al algoritmo de Albano-Adamowicz.

Una vez que se halla calculado las tiras candidatas b_i se hará lo siguiente:

$$b_i < \begin{cases} \lceil W_s / Ancho_i \rceil & \text{si } \lceil W_s / Ancho_i \rceil < b_i \\ b_i & \text{si } \lceil W_s / Ancho_i \rceil \geq b_i \end{cases}$$

Interpretación:

El máximo número de tiras del tipo i que se pueden acomodar a lo ancho de la superficie $\lceil W_s / Ancho_i \rceil$ tiene que ser menor o igual al número de tiras candidatas posibles b_i .

Con esto, lo que queremos hacer es que no se traten de utilizar más tiras de las que se pueden acomodar a lo más.

3.1.3. FUNCION RECURSIVA:

El problema de seleccionar un subconjunto del conjunto de tiras candidatas disponibles para llenar la superficie se resuelve mediante el empleo de una función recursiva máximo.

En el algoritmo que encontramos se asume que esta función depende de una sola dimensión (ancho), debido a que ya se ha tratado de maximizar la otra dimensión (largo) a través de las tiras candidatas. La función recursiva de Albano-Adamowicz, descrita matemáticamente dice así:

Supongamos que se encuentran disponibles un largo L_s y un ancho W_s y un conjunto de m tipos de tiras candidatas:

$$(S_1, S_2, \dots, S_m).$$

Sea: X_1 = El número de veces que se utiliza el tipo de tira.

b_1 = Extremo superior para X_1 .

u_1 = Extremo inferior para X_1 .

y W_1 = Sera el ancho de S_1 .

Entonces, la función recursiva $V_m(w_s)$ es definida como sigue:

$$V_1(w) = \max \{ F_1(w, x_1) + V_{1-1}(w - W_1 x_1) \},$$

para $1 = 1, \dots, m$

con $u_1 \leq x_1 \leq b_1$ y x_1 un número entero, donde:

$$F_1(w, x_1) = \begin{cases} K_1 x_1, & \text{si } W_1 x_1 \leq w \\ -U & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

$$K_1 = (L_1 / L_s) W_1$$

$$V_0(w) = 0$$

$$V_1(w) = 0, \text{ para } w \leq 0$$

donde:

w es un ancho variable que va desde 0 hasta W_s
 U es infinito, es decir, una solución imposible.

Consecuentemente, el valor de $V_m(W_s)$ es el valor de la asignación óptima para la superficie total de largo L_s y ancho W_s .

Esta función recursiva $V_m(W_s)$ será el alma de nuestro algoritmo y será la que realmente realizará el proceso arduo y pesado de los cálculos. A continuación describimos a la misma función pero en forma de pseudo-código de computadora junto con una interpretación en nuestras palabras:

**Algoritmo para el cálculo de la asignación
óptima utilizando a la función recursiva.**

1.-Calcular el máximo:

Para $w = 0$ a W_s de 1 en 1 (para todos los anchos posibles de la superficie donde se van a acomodar, i.e., desde 0 hasta W_s).

2.-Calcular el máximo:

Para $i = 1$ a m (para todos los tipos de tiras candidatas.)

3.-Calcular el máximo:

Para $x = 0$ a Máximo número de tiras del tipo i
1 que se puedan colocar.

Asignación del tipo i con ancho w	/	Area usada utilizando + x_i tiras	Asignación del tipo $i-1$ y con un nuevo ancho de $w - (x_i \text{ ve-}$ ces el ancho - del rectángu- lo i).	\
---	---	---	---	---

FIN para xi

Obtiene máxima asignación del tipo 1 para $x_1 = 0$
a max. tiras del tipo 1.

FIN para i

Obtiene máximo de todos los tipos de rectángulos.

FIN para w

Obtiene la máxima asignación en toda la superficie con todos los tipos de tiras candidatas y con todas las posibilidades de conmutación o combinación.

Con el objeto de poder ir comprendiendo más el algoritmo, mostraremos un pequeño ejemplo utilizando lo que hemos visto hasta ahora y en espera de que al terminar el capítulo se presente un ejemplo completo que contenga un espectro amplio de todo el modelo.

Ejemplo 1)

Se quiere acomodar lo mejor posible en una superficie rectangular de longitud 20 y de ancho 10 un número limitado de rectángulos de cada uno de 3 tipos. El porcentaje mínimo que se

desea para aceptar una tira es que ella utilice el 20% del largo total, i.e., $T_s = 0.80$. Los tipos de rectángulos, sus dimensiones y sus requerimientos se muestran en la tabla 1.

$L_s = 20$		$W_s = 10$		$T_s = 0.80$
TIPO DE RECTÁNGULO	LARGO (L)	ANCHO (W)	No. DISPONIBLE REQUERIDO	
1	2	2	9	
2	5	3	10	
3	8	5	15	

TABLA 1.

SOLUCION:

Antes de utilizar nuestro algoritmo y nuestra función recursiva, comencemos por preparar el terreno, es decir, calculemos los datos de las tiras que serán candidatas para acomodarse dentro de la superficie de 20×10 .

Estos resultados, obtenidos de 3.1 hasta 3.7, se muestran en la Tabla No. 2.

TIPO DE RECTANGULO	LARGO	ANCHO	REQUER	mi	E1	mi'	E1'	Lti	b1	K1
1	2	2	9	9	18	9	18	18	1	1.8
2	5	3	10	4	20	6	18	20	2	3
3	8	5	15	2	16	4	20	20	3	8

TABLA 2

Ahora, veamos cuáles de los tipos de rectángulos tendrán tiras que serán candidatas con la siguiente fórmula para su aceptación o su rechazo:

$$Ls - Ts \times Ls \leq Lti \leq Ls$$

Tipo 1 $20 - 0.8 \times 20 \leq 18 \leq 20$

$$4 \leq 18 \leq 20 \text{ Si es candidata}$$

Tipo 2 $4 \leq 20 \leq 20 \text{ Si es candidata}$

Tipo 3 $4 \leq 20 \leq 20 \text{ Si es candidata}$

Con esto podemos observar que todas las tiras b de todos y cada uno de los tipos de rectángulos podrán entrar en el ¹cálculo de la función recursiva.

A continuación se mostrarán algunos de los cálculos de la función recursiva: (los demás se podrán hallar en forma análoga)

Para $w = 0$ a 10

Para $i = 1$ a 3

Para $X_1 = 0$ a 1

$$\{w = 0; i = 1; x_1 = 0\} \quad V_1(0) = \max\{F_1(0,0) + V_0(0-2(0))\}$$

$$= \{0 + V_0(0)\} = 0$$

$$F_1(0,0) = 0(1.8)$$

Si $2(0) \leq 0$

$$V_0(0) = 0$$

Por definición.

$$\{w = 0; i = 1; x_1 = 1\} \quad V_1(0) = \max\{F_1(0,1) + V_0(0-2(1))\}$$

$$= \{-U + V_0(-2)\} = -U$$

$$F_1(0,1) = -U$$

Si $2(1) > 0$

$$V_0(-2) = 0$$

Por definición.

Para $X = 0$ a 2

$$\{w = 0; i = 2; x_2 = 0\} \quad V_2(0) = \max\{F_2(0,0) + V_1(0-2(0))\}$$
$$= \{0 + V_1(0)\} = 0$$

$$F_2(0,0) = 0$$

Si $Z(0) \leq 0$

$$V_1(0) = 0$$

(ya fue calculada anteriormente.)

$$V_2(0) = \max\{F_2(0,1) + V_1(0-2(0))\}$$
$$= \{-U + V_1(-2)\} = -U$$

$$F_2(0,1) = -U$$

Si $Z(1) > 0$

$$V_1(-2) = 0$$

por definición.

En forma semejante se realizan los demás cálculos. Como realmente no tiene mucha importancia para $w = 0$ y $w = 1$, pues no cabe en ese ancho ningún tipo de rectángulo, reiniciaremos el proceso desde $w = 2$.

w = 2

Para i = 1 a 3

i = 1:

x = 0 a 1

$$\begin{aligned}x_1 = 0 : V_1(2) &= \text{Max}\{F_1(2,0) + V_0(2 - 2(0))\} \\ &= \{0 + V_0(2)\} = 0\end{aligned}$$

$$F_1(2,0) = 1.8 \times 0 = 0 \quad \text{Si } 2(0) \leq 2$$

$$\begin{aligned}x_1 = 1 : V_1(2) &= \text{Max}\{F_1(2,1) + V_0(2 - 2(1))\} \\ &= \{1.8 + V_0(0)\} = 1.8\end{aligned}$$

$$F_1(2,1) = 1.8 \times 1 = 1.8 \quad \text{Si } 2(1) \leq 2$$

Por lo tanto: $V_1(2) = \text{MAX}(V_1(2) \text{ CON } X_1=0, V_1(2) \text{ CON } X_1=1) = 1.8$

i = 2:

x = 0 a 2

$$\begin{aligned}x_2 = 0 : V_2(2) &= \text{Max}\{F_2(2,0) + V_1(2 - 3(0))\} \\ &= \{0 + V_1(2)\} = 1.8\end{aligned}$$

$$F_2(2,0) = 3 \times 0 = 0 \quad \text{Si } 3(0) \leq 2$$

$$\begin{aligned}x_2 = 1 \rightarrow V_2(2) &= \text{Max}\{F_2(2,1) + V_1(2 - 3(1))\} \\ &= \{-U + V_1(-1)\} = -U\end{aligned}$$

$$F_2(2,1) = -U \quad \text{Si } 3(1) > 2$$

$$\begin{aligned}x_2 = 2 : V_2(2) &= \text{Max}\{F_2(2,2) + V_1(2 - 3(2))\} \\ &= \{-U + V_1(-4)\} = -U\end{aligned}$$

$$F(2,2) = -U \quad \text{Si } 3(2) > 2$$

Por lo tanto: $V_2(2) = \max_1 \{ V_2(2) \text{ CON } X_2 = 0, \\ V_2(2) \text{ CON } X_2 = 1, \\ V_2(2) \text{ CON } X_2 = 2 \} = 1.8$

$1 = 3:$

$$x_3 = 0 \text{ hasta } 3$$

$$x_3 = 0 : V_3(2) = \max_3 \{ F_3(2,0) + V_2(2 - 8(0)) \} \\ = \{ 0 + V_2(2) \} = 1.8$$

$$F_3(2,0) = 0 \quad \text{Si } 8(0) \leq 2$$

$$x_3 = 1 : V_3(2) = \max_3 \{ F_3(2,1) + V_2(2 - 8(1)) \} \\ = \{ -U + V_2(-6) \} = -U$$

$$F_3(2,1) = -U \quad \text{Si } 8(1) > 2$$

$$x_3 = 2 : V_3(2) = \max_3 \{ F_3(2,2) + V_2(2 - 8(2)) \} \\ = \{ -U + V_2(-14) \} = -U$$

$$F_3(2,2) = -U \quad \text{Si } 8(2) > 2$$

$$x_3 = 3 : V_3(2) = \max_3 \{ F_3(2,3) + V_2(2 - 8(3)) \} \\ = \{ -U + V_2(-22) \} = -U$$

$$F_3(2,3) = -U \quad \text{Si } 8(3) > 2$$

Por lo tanto:

$$V_3(2) = \max_3 \{ V_3(2) \text{ CON } X_3 = 0, V_3(2) \text{ CON } X_3 = 1, \\ V_3(2) \text{ CON } X_3 = 2, V_3(2) \text{ CON } X_3 = 3 \} = 1.8$$

$$\max_1 (V_1(2), V_2(2), V_3(2)) = 1.8$$

Debido a que el proceso de cálculo se comienza a complicar cada vez más nos concretaremos a ver la tabla 3 en la que se muestran los resultados obtenidos. No hay que olvidar que los demás cálculos se realizan en la misma forma.

TABLA 3

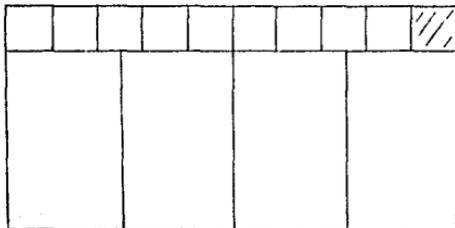
w_i	x_i	F_1	V_1	x_2	F_2	V_1^3	V_2	x_3	F_3	V_2	V_3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0		0	0	1.8	1.8	0	0	1.8	1.8
	1	1.8	1.8								
3	0	0		0	0	1.8		0	0	3	3
	1	1.8	1.8	1	3	0	3				
4	0	0		0	0	1.8		0	0	3	3
	1	1.8	1.8	1	3	0	3				
5	0	0		0	0	1.8		0	0	4.8	4.8
	1	1.8	1.8	1	3	1.8	4.8				
6	0	0		0	0	1.8		0	0	6	4
	1	1.8	1.8	1	3	1.8	4.8				
				2	6	0	6				

TABLA 3 (CONTINUACION)

w_i	x_i	F_1	V_1	X_2	F_2	V_3	V_2	x_3	F_3	V_2	V_3
7	0 1	0 1.8	 1.8	0 1 2	0 3 6	1.8 1.8 0	 6	0	0	6	4
8	0 1	0 1.8	 1.8	0 1 2	0 3 6	1.8 1.8 1.8	 7.8	0 1	0 8	7.8 0	 6
9	0 1	0 1.8	 1.8	0 1 2	0 3 6	1.8 1.8 1.8	 7.8	0 1	0 8	7.8 0	 8
10	0 1	0 1.8	 1.8	0 1 2	0 3 6	1.8 1.8 1.8	 7.8	0 1	0 8	7.8 1.8	 9.8

En la tabla anterior encontramos que la asignación óptima para V (10) es de 9.8; esto corresponde al 98% de utilización de la superficie total, la asignación utilizará una tira de tipo S_1 , 0 del tipo S_2 y una del tipo S_3 . (Ver figura 3.4)

FIGURA 3.4



3.1.4. SUBDIVISION DE LA SUPERFICIE.

Hay que hacer notar que el algoritmo de asignación rectangular asume, como datos dados, el largo y ancho de la superficie total y un porcentaje T , que se puede hacer igual a 0.1 para que no introduzca un desperdicio superior al 10%, o en otras palabras que la tira ocupe por lo menos el 90% del largo. Esto, desafortunadamente nos puede llevar a soluciones pobres, debido a que puede no ser posible obtener tiras homogéneas con longitudes cercanas al largo de la superficie. Todo esto nos conduce a la necesidad de tener que subdividir la superficie total en dos partes, cada una de las cuales se llenará separadamente con tiras homogéneas, es decir, el problema se replanteará inicialmente con nuevas dimensiones de la superficie y mismos requerimientos y después con diferentes dimensiones y diferentes requerimientos.

3.1.5. APROVECHAMIENTO DE LOS ESPACIOS DESPERDICIAOS (HOYOS):

El algoritmo de asignación rectangular anteriormente descrito prevé la localización de regiones potencialmente utilizables. Estas regiones llamadas también "hoyos" pueden aparecer tanto en buenas como en malas soluciones. En la figura 3.4 podemos encontrar un hoyo, ese hoyo ya no puede utilizarse debido a la falta de rectángulos disponibles menores o iguales a él.

El procedimiento para encontrar hoyos es el siguiente:

Para $i = 1$ a N hacer

Si existe alguna tira asignada del tipo i entonces:

Si $\text{largo superficie} - \text{largo rect} \times \text{No. rectángulos}$
en la tira > 0 entonces: ¹

=> existe un hoyo y se crea una nueva
superficie.

otra forma

está al máximo de aprovechamiento (no
hay agujero)

En el siguiente capítulo se ejemplificará con un espectro amplio todo el modelo, incluyendo la subdivisión de la superficie y la utilización de los "hoyos" que hayan quedado desperdiciados, para que en capítulos posteriores se pase a la programación y a la comparación de los resultados por computadora.

CAPITULO 4 SOLUCION A UN EJEMPLO PRACTICO UTILIZANDO EL ALGORITMO DE ALBANO - ADANOWICZ.

En este capítulo seleccionamos un espectro amplio de diseño; es decir, un problema que incluya el mayor número de casos posibles de formas en las que se pueda presentar el problema de asignación de las diferentes clases de rectángulos en una superficie plana de dos dimensiones.

Para ejemplos prácticos, tomaremos como unidad de medida los centímetros, pero queremos hacer notar que realmente se puede utilizar cualquier tipo de medida (metros, milímetros, pulgadas, pies, etc).

El problema que seleccionamos dice así:

Se tiene una superficie de largo 19 cm. y de ancho 10 cm. En ella se desean acomodar 6 tipos de rectángulos. Los tipos de rectángulos y sus correspondientes requerimientos se pueden observar en la tabla 4.1.

TABLA 4.1

TIPO DE RECTANGULO	LARGO (L) cms.	ANCHO (W) cms	REQUERIMIENTOS
1	1	1	3
2	2	1	3
3	2	2	2
4	4	4	4
5	5	3	5
6	6	3	2

El principal objetivo de este acomodamiento es tratar de aprovechar al máximo la superficie de 19 por 10 sin sobrepasar la demanda de cada uno de los tipos de rectángulos, ya que si hacemos cuentas, podríamos ver que, si se requieren acomodar todos los tipos de rectángulos, el área total disponible sería insuficiente; es decir, necesitarían:

$$\text{Area que se necesitaría} = \sum_{i=1}^N \text{largo}_i * \text{ancho}_i * \text{No. de rectángulos del tipo } i.$$

donde:

N es el número de tipos de rectángulos diferentes (en este caso N tiene el valor de 6).

Así, el Área que se necesitaría sería de 192 cm^2 , cuando el Área de que se dispone es de $10 \times 19 = 190 \text{ cm}^2$.

Con esto queremos decir que no forzosamente deben entrar todos los rectángulos que se requieren acomodar en la superficie disponible, pero lo que sí es necesario es no sobrepasar la demanda de cada tipo de rectángulo.

Una vez especificado el problema y sus restricciones, pasaremos a la solución matemática del problema. Tomando como base el modelo matemático descrito en el capítulo anterior, comencemos por preparar el terreno para la función recursiva Máximo de Antonio Albano y Michael Adamowicz, tratando inicialmente de optimizar el largo de la superficie a través de las tiras. Así, tenemos que:

- 1) Calcular el número de rectángulos que caben en una tira tanto a lo largo como a lo ancho rotando el rectángulo a 90 grados.

$$m_i \leq \frac{L}{s_i} \quad \text{y} \quad w_i \leq W, \quad i = 1, 6$$

m_i pertenece a los Enteros no negativos.

$$m'_i \leq \frac{L}{s_i} \quad \text{y} \quad l_i \leq W, \quad i = 1, 6$$

m'_i pertenece a los Enteros no negativos.

y si $m_i > \text{Requer}_i$ implica $m_i = \text{Requer}_i$

$$i = 1: m_1 \leq 19/1 \quad y \quad 1 \leq 10 \quad \rightarrow m_1 = 3;$$

$$m_1' \leq 19/1 \quad y \quad 1 \leq 10 \quad \rightarrow m_1' = 3$$

$$i = 2: m_2 \leq 19/2 \quad y \quad 1 \leq 10 \quad \rightarrow m_2 = 3;$$

$$m_2' \leq 19/1 \quad y \quad 2 \leq 10 \quad \rightarrow m_2' = 3$$

$$i = 3: m_3 \leq 19/2 \quad y \quad 2 \leq 10 \quad \rightarrow m_3 = 2;$$

$$m_3' \leq 19/2 \quad y \quad 2 \leq 10 \quad \rightarrow m_3' = 2$$

$$i = 4: m_4 \leq 19/4 \quad y \quad 4 \leq 10 \quad \rightarrow m_4 = 4;$$

$$m_4' \leq 19/4 \quad y \quad 4 \leq 10 \quad \rightarrow m_4' = 4$$

$$i = 5: m_5 \leq 19/5 \quad y \quad 3 \leq 10 \quad \rightarrow m_5 = 3;$$

$$m_5' \leq 19/3 \quad y \quad 5 \leq 10 \quad \rightarrow m_5' = 5$$

$$i = 6: m_6 \leq 19/6 \quad y \quad 3 \leq 10 \quad \rightarrow m_6 = 2;$$

$$m_6' \leq 19/3 \quad y \quad 6 \leq 10 \quad \rightarrow m_6' = 2$$

2) Calcular si de lo largo o de lo ancho se logra la tira más larga.

$$E_1 = \max(1 \times 3) = 3$$

$$E_2 = \max(2 \times 3) = 6$$

$$E_1' = \max(1 \times 3) = 3$$

$$E_2' = \max(1 \times 3) = 3$$

$$\begin{aligned}
 E_3 &= \max(2 \times 2) = 4 \\
 E_4 &= \max(4 \times 4) = 16 \\
 E_5 &= \max(5 \times 3) = 15 \\
 E_6 &= \max(6 \times 2) = 12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E'_3 &= \max(2 \times 2) = 4 \\
 E'_4 &= \max(4 \times 4) = 16 \\
 E'_5 &= \max(3 \times 5) = 15 \\
 E'_6 &= \max(3 \times 2) = 6
 \end{aligned}$$

- 3) Calcular la longitud mayor que puede tener la tira:

$$L_{t_i} = \max(E_i, E'_i)$$

$$L_{t_1} = \max(3, 3) = 3$$

$$L_{t_2} = \max(6, 3) = 6$$

$$L_{t_3} = \max(4, 4) = 4$$

$$L_{t_4} = \max(16, 16) = 16$$

$$L_{t_5} = \max(15, 15) = 15$$

$$L_{t_6} = \max(12, 6) = 12$$

- 4) Calcular el máximo número de tiras equivalentes que se pueden tener.

$$b_i = \begin{cases} \lfloor \text{Requer}_i / M_i \rfloor & \text{si } E_i \geq E'_i \\ \lfloor \text{Requer}_i / M'_i \rfloor & \text{de otra forma} \end{cases}$$

Notación: $\lfloor \]$ = Máximo entero menor o igual al resultado dentro de los corchetes.

$$i = 1: (E_1 \geq E'_1) \rightarrow [3 / 3] = 1$$

$$i = 2: (E_2 \geq E'_2) \rightarrow [3 / 3] = 1$$

$$i = 3: (E_3 \geq E'_3) \rightarrow [2 / 2] = 1$$

$$i = 4: (E_4 \geq E'_4) \rightarrow [4 / 4] = 1$$

$$i = 5: (E_4 \geq E'_4) \rightarrow [3 / 3] = 1$$

$$i = 6: (E_6 \geq E'_6) \rightarrow [2 / 2] = 1$$

5) Verificar que todas las tiras cumplan con un porcentaje mínimo. Sea este porcentaje mínimo = 20%, entonces:

$$T_s = 0.80 \text{ y se debe de cumplir que:}$$

$$L_s - T_s \times L_s \leq L_t \leq L_s$$

para que la tira i sea candidata a entrar en el algoritmo de asignación rectangular. Calculando esa constante tenemos que:

$$L_s \times T_s \times L_s = 19 - 0.8 \times 19 = 3.8$$

es la constante que deberá exceder para poder ser tira candidata. Revisando todos los tipos de rectángulos tenemos:

para i = 1	3.8 <= 3 <= 19 -->	No es candidata
para i = 2	3.8 <= 6 <= 19 -->	Si es candidata
para i = 3	3.8 <= 4 <= 19 -->	Si es candidata
para i = 4	3.8 <= 16 <= 19 -->	Si es candidata
para i = 5	3.8 <= 15 <= 19 -->	Si es candidata
para i = 6	3.8 <= 12 <= 19 -->	Si es candidata

Ahora solo nos faltan dos cosas antes de utilizar el algoritmo de asignación rectangular.

- 1) Hacer $b = 0$ (debido a que no cumplió con el porcentaje requerido para poder entrar en el algoritmo).
- 2) Calcular las constantes (estas constantes, si las multiplicamos por 10, nos darán el porcentaje de la superficie total que se utiliza con la tira tipo i).

$$K_i = \left(\frac{L_t}{L_s} \right) \times W_i$$

i = 1 -->	$K_1 = (3 / 19) \times 1 = 0.16$
i = 2 -->	$K_2 = (6 / 19) \times 1 = 0.32$
i = 3 -->	$K_3 = (4 / 19) \times 2 = 0.42$
i = 4 -->	$K_4 = (16 / 19) \times 4 = 3.37$
i = 5 -->	$K_5 = (15 / 19) \times 3 = 2.37$
i = 6 -->	$K_6 = (12 / 19) \times 3 = 1.89$

Antes de comenzar con el algoritmo, observemos cuales son los resultados gráficos que hemos obtenido de todos los cálculos que hemos realizado con cualquier tipo de tiras (Ver figura 4.1). Sea ésta tira la tipo 5.

$$\frac{M}{5} = 3 \text{ (No. de rectángulos en la tira),}$$

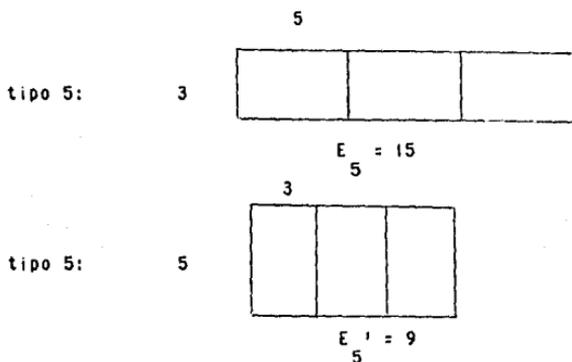


FIGURA 4.1

$$\text{El largo de la tira (Lt)} = \text{Max} \left(E_5, E'_5 \right) = 15$$

Como vemos, se ha realizado el mejor acomodamiento posible a lo largo, ahora nos falta utilizar el algoritmo de asignación rectangular para tratar de hacer lo mismo a lo ancho.

Debido a la gran similitud en los cálculos, mostraremos sólo algunos de ellos:

INICIO:

PARA $w = 1$ a 10 HACER

PARA $i = 2$ a 6 HACER

PARA $x = 0$ a 1 HACER

$$\{w=1, i=2, x=0\} \quad V_2^2(1) = \max\{F_2^2(1,0) + V_1^1(1 - 1(0))\}$$
$$= \{0 + V_1^1(1)\} = 0$$

$$F_2^2(0,1) = 0.32(0) = 0 \quad \text{si } 1(0) \leq 1$$

$$V_1^1(1) = 0 \quad (\text{por no ser candidato})$$

$$\{w=1, i=2, x=0\} \quad V_2^2(1) = \max\{F_2^2(1,1) + V_1^1(1 - 1(1))\}$$
$$= \{0.32 + 0\} = 0.32$$

$$F_2^2(1,1) = 0.32(1) = 0.32 \quad \text{si } 1(1) \leq 1$$

$$\text{Máximo } (V_2^2(1) \text{ con } x=0; V_2^2(1) \text{ con } x=1) = 0.32$$

Interpretación:

Lo que intentamos hacer fue meter 0 y 1
tiras de ancho 1 en un ancho de 1;
gráficamente se ve así:

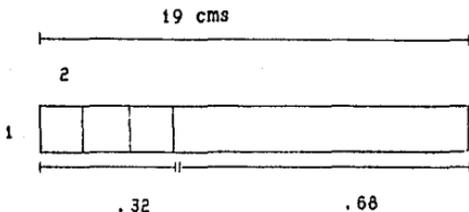


FIGURA 4.2

El valor de 0.32 multiplicado por 10 nos da el porcentaje de aprovechamiento de la superficie total.

para $x_3 = 0$ a 1 HACER

$$\{W=1, i=3, x_3=0\} \quad V_3(1) = \max\{F_3(1,0) + V_2(1 - 2(0))\}$$

$$= \{0 + V_2(1)\} = 0.32$$

$$F_3(1,0) = 0.42(0) = 0 \quad \text{si } 1(0) \leq 1$$

$$V_2(1) = 0.32 \quad (\text{no se hará el recalcu-} \\ \text{culo anterior}).$$

$$\{W=1, i=3, x_3=1\} \quad V_3(1) = \max\{F_3(1,1) + V_2(1 - 2(1))\}$$

$$= \{-U + V_2(-1)\} = -U$$

$$F_3(1,1) = -U \quad \text{si } 2(1) \leq 1$$

$$V_2(-1) = 0 \quad \text{por definición.}$$

Interpretación: Se intentó acomodar 0 y 1 veces la tira tipo 3. Una vez que se intentó 0 veces, se trató de acomodar recursivamente 0 y 1 veces a la del tipo 2, obteniéndose el máximo en ese acomodamiento. Después se realizó el mismo procedimiento, pero primero colocando una vez la tira del tipo 3. Como podemos observar en este caso, la solución fue imposible, pues no se puede acomodar en una superficie de 1×19 a una tira de 2×4 .

El proceso obtiene los mismos resultados con $i = 4$ a 6 por lo que no lo repetiremos. En vez de esto, daremos un salto y veremos qué sucede con $W = 4$.

para $i = 2$ a 6 hacer

para $x_2 = 0$ a 1 hacer

$$\{W=4, i=2, x_2=0\} \quad V_2(4) = \max\{F_2(4,0) + V_1(4 - 1(0))\}$$

$$= \{0 + V_1(4)\} = 0$$

$$F_2(4,0) = 0.32(0) \quad \text{si } 1(0) \leq 4$$

$$V_1(4) = 0 \quad (\text{porque la tira tipo 1 no fue candidata}).$$

$$\{W=4, i=2, x_2=1\} \quad V_2(4) = \max\{F_2(4,1) + V_1(4 - 1(1))\}$$

$$= \{0.32 + V_1(3)\} = 0.32$$

$$F_2(4,1) = 0.32(1) = 0.32 \quad \text{si } 1(1) \leq 4$$

$$\text{Maximo}\{V_2(4) \text{ con } x_2 = 1 \text{ y con } x_2 = 0\} = 0.32$$

para $x_3 = 0$ a 1 hacer

$$\{W=4, i=3, x_3=0\} \quad V_3(4) = \max\{F_3(4,0) + V_2(4 - 2(0))\}$$

$$= \{0 + V_2(4)\} = 0.32$$

$$F_3(4,0) = 0.42(0) = 0.0 \quad \text{si } 1(0) \leq 4$$

$$V_2(4) = (\text{ya calculado anteriormente})$$

$$\{W=4, i=3, x_3=1\} \quad V_3(4) = \max\{F_3(4,1) + V_2(4 - 2(1))\} \\ = \{0.42 + V_2(2)\} = \dots \quad (a)$$

$$F_3(4,1) = 0.42(1) = 0.42 \quad \text{si } i(1) \leq 4$$

Dejemos pendiente la suma y primero haciendo el cálculo de $V_2(2)$ tenemos:

Para $x_2 = 0$ a 1

$$\{W=2, i=2, x_2=0\} \quad V_2(2) = \max\{F_2(2,0) + V_1(2 - 1(0))\} \\ = \{0.0 + V_1(2)\} = 0$$

$$F_2(2,0) = 0.32(0) = 0.32 \quad \text{si } i(0) \leq 2$$

$$\{W=2, i=2, x_2=1\} \quad V_2(2) = \max\{F_2(2,1) + V_1(2 - 1(1))\} \\ = \{0.32 + V_1(1)\} = 0$$

$$F_2(2,1) = 0.32(1) = 0.32 \quad \text{si } i(1) \leq 2$$

$$\text{Máximo}\{V_2(2) \text{ con } x_2 = 0 \text{ y con } x_2 = 1\} = 0.32$$

Regresando a (a) tenemos:

$$V_3(4) = \{0.42 + V_2(2)\} = \{0.42 + 0.32\} = 0.74$$

$$\text{Máximo}\{V_3(4) \text{ con } x_3 = 0 \text{ y con } x_3 = 1\} =$$

$$\text{Máximo}(0.32, 0.74) = 0.74$$

PARA $x_4 = 0$ a 1 HACER

$$\begin{aligned}
 \{W=4, l=4, x=0\} \quad V_4(2) &= \max\{F_4(4, 0) + V_4(4 - 4(0))\} \\
 &= \{0 + V_4(4)\} = 0.74 \\
 F_4(4, 0) &= 3.37(0) \quad \text{si } 4(0) \leq 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \{W=4, l=4, x=1\} \quad V_4(4) &= \max\{F_4(4, 1) + V_4(4 - 4(1))\} \\
 &= \{3.37 + V_4(0)\} = 3.37 \\
 F_4(4, 1) &= 3.37(1) \quad \text{si } 4(1) \leq 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Máximo de } (V_4(4) \text{ con } x=0 \text{ y } x=1) = \\
 &(0.74, 3.37) = 3.37
 \end{aligned}$$

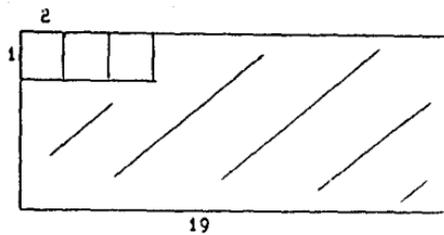
No necesitamos hacer los demás cálculos pues son soluciones imposibles (-U), es decir, ninguna de las tiras cabe en una superficie con un ancho de 4, por lo que la solución óptima queda sin ocuparlas, i. e., $X_5 = 0$ y $X_6 = 0$.

Así, calculando la asignación máxima para un ancho de 4 tenemos:

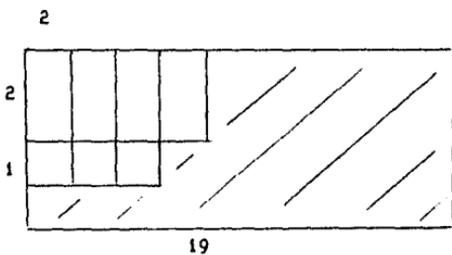
$$\begin{aligned}
 &\text{Max} \{ \text{Max}(V_2(4)), \text{Max}(V_3(4)), \text{Max}(V_4(4)), \text{Max}(V_5(4)), \text{Max}(V_6(4)) \} \\
 &\text{Max} \{ 0.32, 7.4, 3.37, 3.37, 3.37 \} = 3.37
 \end{aligned}$$

El proceso que siguió el algoritmo interpretado gráficamente fue el siguiente:

1 = 2



1 = 3



1 = 4, 5, 6

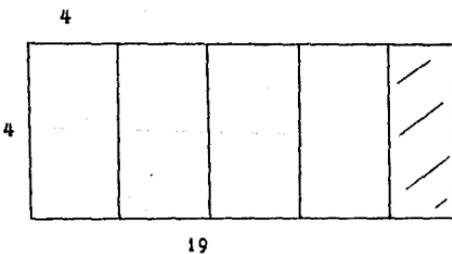


FIGURA 4.3

Si procedemos en la misma forma, obtendremos los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 4.2

ANCHO	UTILIZACION
1	0.32
2	0.42
3	2.37
4	3.37
5	3.68
6	4.26
7	5.73
8	6.05
9	6.16
10	7.63

Graficando la solución tenemos:

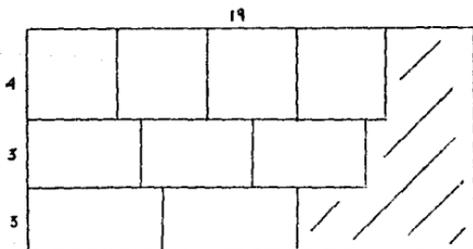


FIGURA 4.4

- En la solución se utilizaron:
- 4 rectángulos de 4 x 4
 - 3 rectángulos de 5 x 3
 - 2 rectángulos de 6 x 3

Por lo que los nuevos requerimientos son:

TIPO	LARGO	ANCHO	REQUER	TIRAS ASIGNADAS
1	1	1	3	0
2	2	1	3	0
3	2	2	2	0
4	4	4	0	1
5	5	3	2	1
6	6	3	0	1

TABLA 4.3

Pero nuestro problema no termina aquí; ahora tenemos que encontrar los "agujeros u hoyos" que han quedado sin utilizar y tratar de llenarlos.

La fórmula con la cual podemos saber si existe un hoyo o no, es la siguiente:

Para $i = 1$ al número de tipos de rectángulos diferentes hacer:

Si existe alguna tira asignada del tipo i hacer:

Si $(\text{Largo sup} - (\text{Largo rect} \times \text{Número de rectángulos de la tira } (M))) > 0$

Si $i = 1$: implica que existe hoyo

Para $i = 4$ $(19 - 4 \times 4) > 0$; $3 > 0$

implica que si existe agujero.

$i = 5$ $(19 - 5 \times 3) > 0$; $4 > 0$

implica que si existe agujero.

$i = 6$ $(19 - 6 \times 2) > 0$; $7 > 0$

implica que si existe agujero.

Por lo que se crean tres nuevas superficies en las que se pueden acomodar rectángulos:

- 1) 3×4
- 2) 4×3
- 3) 7×3

Estas se calculan fácilmente, pues una dimensión es lo que les falta para llegar a L_s y la otra es el ancho de la tira asignada.

A partir de aquí el proceso vuelve a comenzar, pues es como si nos olvidáramos del problema anterior y resolviéramos otro problema solo que con una superficie más pequeña y con menos rectángulos por acomodar.

En el capítulo 7, se muestra la solución de este problema mediante computadora. Utilizando de ahí los resultados que se fueron obteniendo seguiremos graficando las soluciones parciales.

En la asignación de la subsuperficie de 7×3 se utilizó un porcentaje total de ella del 71.43% por lo que se creó una nueva superficie en la que se pueden acomodar rectángulos de 3×2 ver (figura 4.4).

En esta subsuperficie el algoritmo acomodó tres rectángulos de 2×1 cubriendo así el 100% de la misma. Ver figura 4.5.

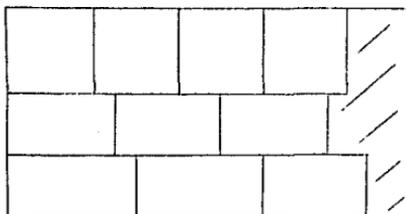


FIGURA 4.4

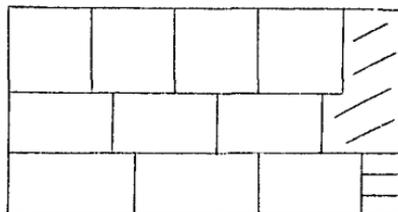


FIGURA 4.5

Después el algoritmo continuó cubriendo la subsuperficie de 4×3 aprovechando un 91.67% y utilizando tres rectángulos de 1×1 y dos de 2×2 (ver figura 4.2). Al no haberla cubierto en su totalidad, el programa buscó y generó un nuevo plano de 1×1 ,

debido a que este espacio no lo pudo aprovechar porque los rectángulos que quedaban eran de mayor tamaño.

Finalmente lo mismo sucedió también con la superficie de 4 x 3 por lo que la asignación final se muestra en la figura 4.7.

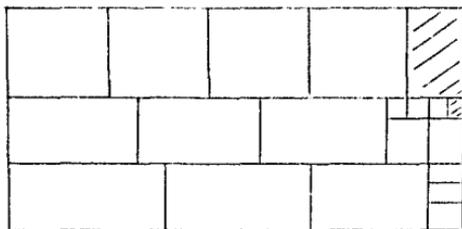


FIGURA 4.6

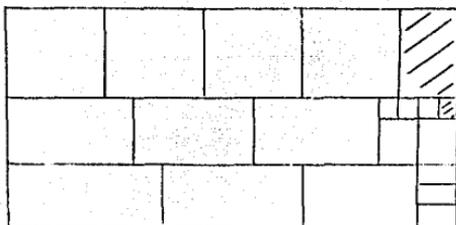


FIGURA 4.7

En el siguiente capítulo formulamos el problema de manera computacional tomando como base el algoritmo anteriormente descrito. Creamos una propia estructura de datos que es muy semejante en nombres de variables a la del modelo matemático y en forma de diagrama explicamos el flujo lógico que seguirá nuestro programa por computadora.

CAPITULO 5

5.1.- FORMULACION DE UN ALGORITMO COMPUTACIONAL UTILIZANDO EL ALGORITMO DE ALBANO-ADAMOWICZ.

Este capítulo es el puente entre el modelo matemático tratado en los capítulos anteriores y el siguiente que es el de la programación. Ambos capítulos son aportaciones hechas completamente por nosotros para la solución más palpable al problema, ya que con éstos se pueden obtener acomodamientos de figuras rectangulares en una hoja de computadora.

En este capítulo 5 se formularán dos cosas: la primera es la creación de una estructura de datos capaz de poder solventar nuestro problema y la segunda que es un diagrama de bloques que permitirá comprender mejor la lógica de nuestro programa.

Con la idea de hacer más accesible al lector el paso del modelo matemático al computacional se han tratado de semejar lo más posible los nombres de las variables.

5.1.1.- CREACION DE UNA ESTRUCTURA DE DATOS PARA EL PROGRAMA

A continuación se listarán la variables y los arreglos más importantes del programa.

a) Arreglos que siempre están en uso (contienen información sobre los rectángulos):

Largo: Vector con el largo del rectángulo. Información de tipo Real.

Ancho: Vector con el ancho del rectángulo. Información de tipo Real.

Requer: Número de rectángulos que se requieren. Información de tipo Entera.

b) Arreglos de tipo Real que contienen la información de las tiras:

E1 : Longitud que ocuparía la tira utilizando el largo del rectángulo i sobre Ls.

Eip : Longitud que ocuparía la tira utilizando el ancho del rectángulo i sobre Ls.

Li : Elección de la tira que ya sea por largo o por ancho aprovechen el largo máximo de (E1,Eip) de cada rectángulo sobre Ls.

*Ki : Constante (Li[1]/Ls) * ancho[1].*

Cand : Vector binario que indica si la tira formada cumple con los requerimientos para poderla colocar y así poderla utilizar en el cálculo.

Req : Número de rectángulos que se requieren.

e) Variables importantes:

Ls y *Lsup* : Largo de la superficie donde se acomodarán los rectángulos.

Ws y *Wsup* : Ancho de la superficie donde se acomodarán los rectángulos.

Ts : Porcentaje a utilizar de la superficie para la aceptación o rechazo de las tiras.

f) Arreglos con estructura de datos múltiple:

f.i. Para referirse a una superficie nueva donde se puedan acomodar mas rectángulos y para conocer su localización se utilizará la variable *Nuevas* (superficies nuevas) que contendrá

1.- Coordenadas (x,y) donde se inicia una nueva superficie.

2.- Dimensiones (largo y ancho) de la nueva superficie.

f.2. Para poder graficar la solución se necesita de un arreglo donde se pueda guardar información necesaria y suficiente sobre las tiras que resultarán del algoritmo de asignación rectangular. Así, este arreglo estará formado por:

1.- Coordenadas (x,y) donde se iniciará la impresión de la(s) tira(s).

2.- Número de rectángulos en la tira (Nr).

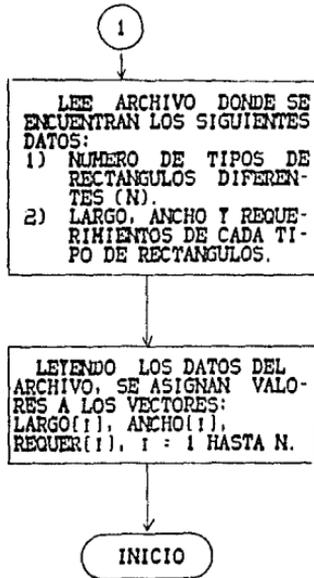
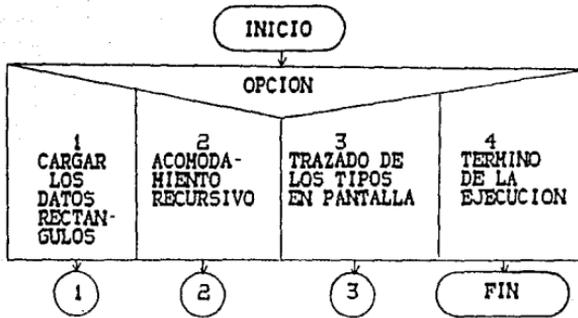
3.- Número de tiras que se imprimirán (Nt).

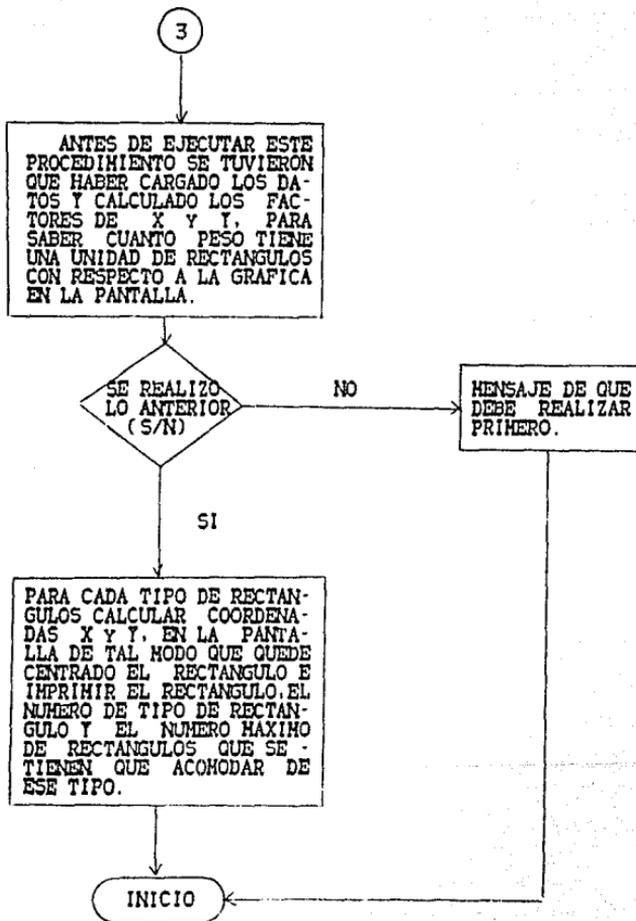
4.- Dimensiones (largo y ancho) del rectángulo que forma la tira.

5.- Dirección de la Tira (vertical u horizontal).

5.1.2.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROGRAMA.

Veamos ahora en base a esta estructura de datos, el flujo lógico que llevarán para así poder resolver nuestro problema.





2

CALCULO DEL AREA TOTAL REQUERIDA SEGUN LA FORMULA:

AREA = LARGO(I) * ANCHO(I) * REQUER(I)
DESDE I = 1 HASTA N

LECTURA DEL ANCHO DE LA SUPERFICIE TOTAL (Ws).

PROPOSICION DEL LARGO DE LA SUPERFICIE TOTAL, PENSANDO EN TRATAR DE ACOMODAR TODOS LOS RECTANGULOS CON EL MENOR DESPERDICIO POSIBLE. ESTO SE REALIZA REDONDEANDO EL VALOR EN LA DIVISION DEL AREA TOTAL ENTRE EL ANCHO (Ws). EN ESTE PUNTO EL USUARIO PODRIA CALCULAR UN PORCENTAJE DE MERMA Y AGREGARLO AL LARGO (Ls).

LECTURA DEL LARGO DE LA SUPERFICIE TOTAL (Ls).

ASIGNACION DE LAS DIMENSIONES A LAS VARIABLES GLOBALES:

LsUP --- Ls
WsUP --- Ws

INICIALIZACION DE LAS VARIABLES:
TS = 0.8 (QUE QUIERE DECIR, QUE CUANDO MENOS LA TIRA UTILICE EL 20% PARA SER CANDIDATO).

1

1

INICIALIZACION DE LA SUPERFICIE EN DONDE SE VA A REALIZAR EL ACOMODAMIENTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE RECTANGULOS. EL VECTOR NUEVAS CONTIENE EL LARGO Y ANCHO DE LA SUPERFICIE Y LAS COORDENADAS DONDE SE UBICA EN LA PANTALLA PARA SU POSTERIOR GRAFICACION. ASI, NUESTRA PRIMER SUPERFICIE SERA:
NUEVAS[1]::(X = 0, Y = 0, Ls, Vs) Y EL CONTADOR PARA SABER CUANTAS SUPERFICIES HAY SERA: C_N, Y SE INICIALIZA C_N:=1

CALCULO DE LOS FACTORES X Y Y QUE NOS PERMITAN SABER EL NUMERO DE PIXELES QUE VAN A CORRESPONDER A CADA UNIDAD DE RECTANGULOS PARA SU POSTERIOR GRAFICACION. EL CALCULO SE REALIZA SABRIENDO QUE LA PANTALLA TIENE (200 x 640) PIXELES.

A

REPETIR EN PROCESO SIGUIENTE HASTA QUE LA SOLUCION SEA SATISFACTORIA O EL USUARIO DECIDA TERMINAR.

CONTINUA
(S/N)?

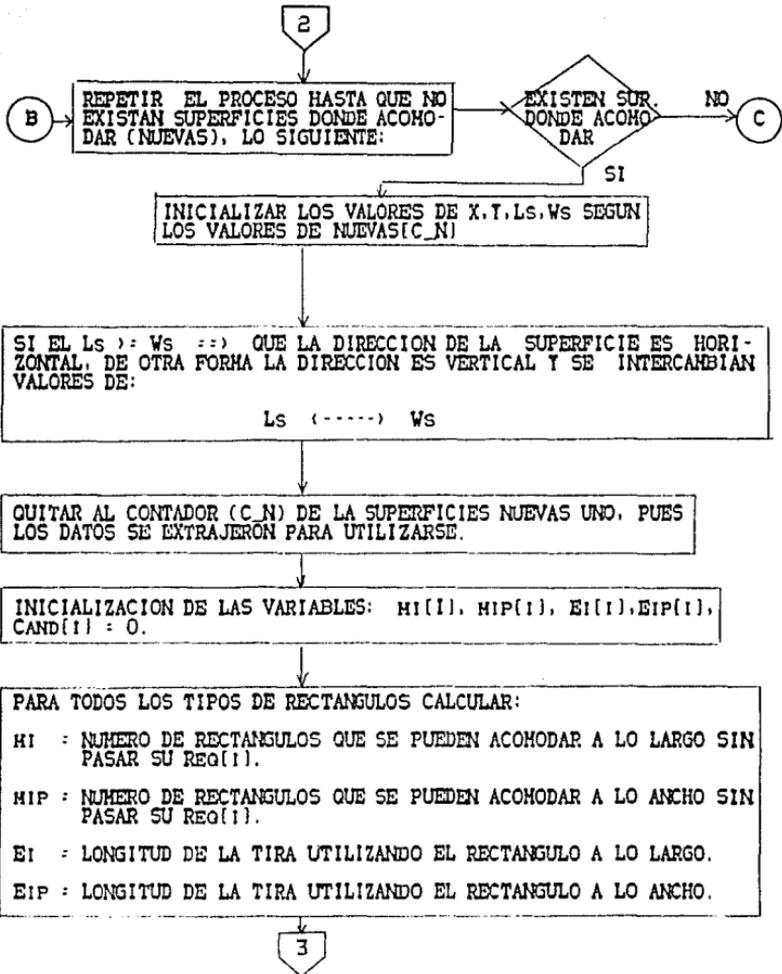
NO

INICIO

SI

INICIALIZACION DE VARIABLES. LAS VARIABLES QUE SE INICIALIZAN AQUI SON IMPORTANTES DEBIDO A QUE DURANTE EL PROCESO DEL ACOMODAMIENTO VAN CAMBIANDO DE VALORES Y EN CASO DE QUE LA SOLUCION NO FUERA SATISFACTORIA Y SE QUISIERA VOLVER A REPETIR EL PROCESO, ESTAS VARIABLES TENDRIAN QUE VOLVER A SUS VALORES QUE TENIAN DESDE EL PRINCIPIO, ESTAS VARIABLES SON:
- CONTADOR DEL NUMERO DE TIRAS A GRAFICAR IGUAL A CERO.
- MAXIMO PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO DE LA SUPERFICIE TOTAL IGUAL A CERO
- REQUERIMIENTOS (REQ)1 : REQUER[1].
- COMIENZO LA HORA, MINUTOS Y SEGUNDOS EN QUE EMPIEZA EL PROCESO DE ORDENAMIENTO.

2



3

PARA TODOS LOS TIPOS DE RECTANGULOS CALCULAR EN NUMERO MAXIMO DE TIRAS QUE SE PUEDEN COLOCAR. EN CASO DE QUE UNA TIRA SE APROVECHE MEJOR A LO ANCHO, SE INTERCAMBIA LO SIGUIENTE:

```
LARGO(i) (---) ANCHO(i)  
HIP(i)   (---) HI(i)  
EIP(i)   (---) EI(i)
```

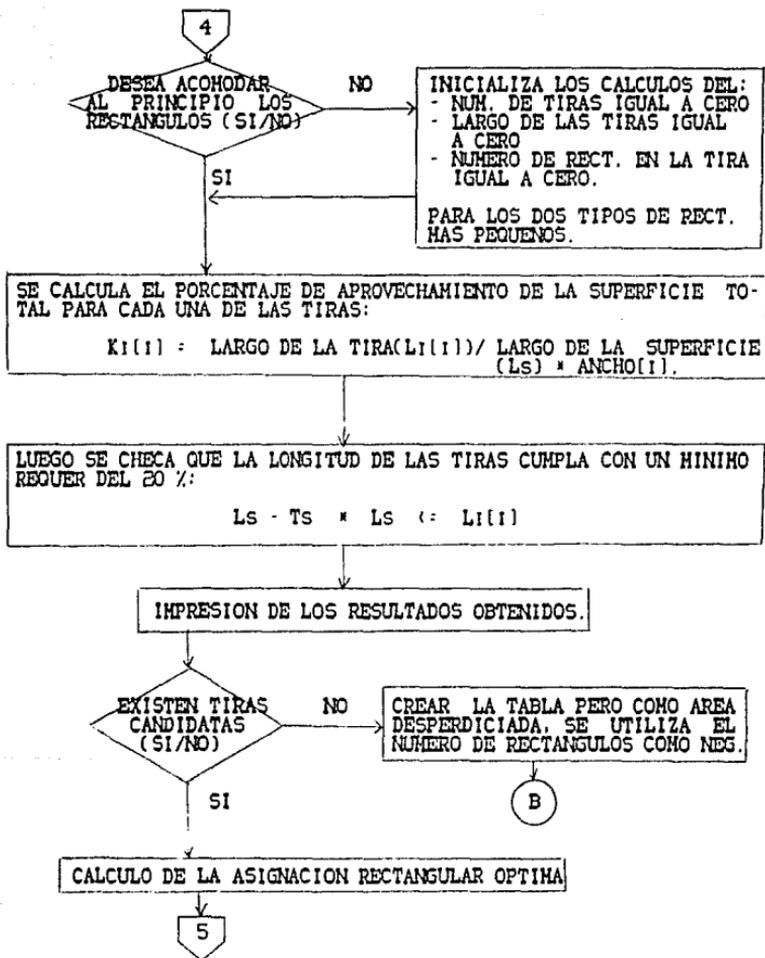
ESTO ES DEBIDO A QUE EL PROCESO RECURSIVO UTILIZA SIEMPRE EL VALOR DEL ANCHO(i) Y DE ESTE MODO DENTRO DE EL YA NO NECESITARA ESTAR CHECANDO SI SE APROVECHO MEJOR A LO LARGO O A LO ANCHO, I.E. SI (EI) = EIP).

UNA MEJORA QUE LE REALIZAMOS AL ALGORITHM DE ALBANO-ADAHOWICZ, ES QUE NO ES NECESARIO DEJAR EL NUMERO MAXIMO DE TIRAS SEGUN LOS REQUERIMIENTOS DEBIDO A QUE PUDIERA DAR EL CASO DE QUE EL NUMERO MAXIMO DE TIRAS EXCEDIERA (QUIZAS EN MUCHO) AL ANCHO DE LA SUPERFICIE DONDE SE QUIEREN COLOCAR, POR LO QUE NOSOTROS IMPUSIMOS UNA RESTRICCION AL NUMERO DE TIRAS Y ES QUE ESE NUMERO FUERA EL MAXIMO NUMERO DE TIRAS QUE ENTRARAN DENTRO DE LA SUPERFICIE. COMO EJEMPLO PODEMOS CITAR EL CAPITULO 3, DONDE SE DISPONIA DE TRES TIPOS DE TIRAS POSIBLES A COLOCAR DE LARGO 20 Y ANCHO 8, SIENDO QUE LA SUPERFICIE TOTAL ERA DE 20 X 10, AQUI ES DONDE ENTRA NUESTRA MEJORA E INDICA QUE EL NUMERO DE TIRAS MAXIMO NO ES 3 SINO 1, EVITANDO ASI, UNA GRAN CANTIDAD DE CALCULOS NO NECESARIOS.

OTRA DE LAS MEJORAS QUE HICIMOS AL MODELO ES EL DE TENER LA POSIBILIDAD DE PODER ACOMODAR HASTA EL ULTIMO DE LOS RECTANGULOS MAS PEQUEÑOS. ESTO ES CON LA IDEA DE QUE ELLOS SIRVAN PARA LLENAR LOS HOTOS QUE QUEDEN SIN UTILIZAR AL FINAL.

SE PREGUNTA AL USUARIO SI QUIERE ACOMODAR LOS RECTANGULOS AL PRINCIPIO O AL FINAL.

4



5

A CONTINUACION SE CHECA SI OCUPO LA ASIGNACION MAXIMA OCUPO TODO EL ANCHO DE LA SUPERFICIE O NO.

SE ALMACENA TAMBIEN DURANTE EL PROCESO RECURSIVO EN QUE ANCHO FUE DONDE SE ASIGNO MEJOR. ESTO ES CON OBJETO DE QUE LUEGO LA COMPUTADORA PUEDE TRATAR DE SUBDIVIDIR LA SUPERFICIE EN EL PUNTO OPTIMO.

SE OCUPO TODO (SI/NO)

SI

NO

CREA UNA NUEVA SUPERFICIE:
- INCREMENTA C.N.
- CALCULA LAS COORDENADAS x', y'
DE INICIO DE LA SUPERFICIE.
- CALCULA SU NUEVO LARGO' Y ANCHO'
INICIALIZA:
NUEVAS(x',y',LARGO',ANCHO').

SE RESTAN A LOS REQUERIMIENTOS EL NUMERO DE RECTANGULOS EN LA ASIGNACION.

SE IMPRIMEN NUEVOS REQUERIMIENTOS

6

6

SE INICIALIZA LAS TABLAS QUE NOS DIRAN COMO SE VAN A IMPRIMIR LOS RECTANGULOS EN LA PANTALLA. ESTO SE REALIZA DE LA SIGUIENTE FORMA: PARA CADA UNO DE LAS TIRAS QUE SE UTILIZARON EN LA ASIGNACION HAY QUE CREAR LA TABLA CORRESPONDIENTE QUE CONTENGA LA SIGUIENTE INFORMACION:

- 1) NUMERO DE TIRAS UTILIZADAS.
- 2) COORDENADAS X Y Y.
- 3) NUMERO DE RECTANGULOS EN LA TIRA.
- 4) DIRECCION.
- 5) LARGO Y ANCHO DE LOS RECTANGULOS.

PARA LOCALIZAR AGUJEROS CHECAMOS EL LARGO DE LAS TIRAS QUE FUERON UTILIZADAS EN EL ACOMODAMIENTO UTILIZANDO EL LARGO TOTAL DE LA SUPERFICIE.

FINALMENTE, PARA TODOS LOS TIPOS DE RECTANGULOS, SI COMBINAMOS EL ANCHO Y LARGO, DE TAL FORMA QUE EL ANCHO SEA MAYOR QUE EL LARGO, ENTONCES LOS INTERCAMBIAMOS DE NUEVO, PARA ASI VOLVER A REPETIR TODO EL PROCESO DE ASIGNACION.

PARA TODAS LAS TIRAS ASIGNADAS

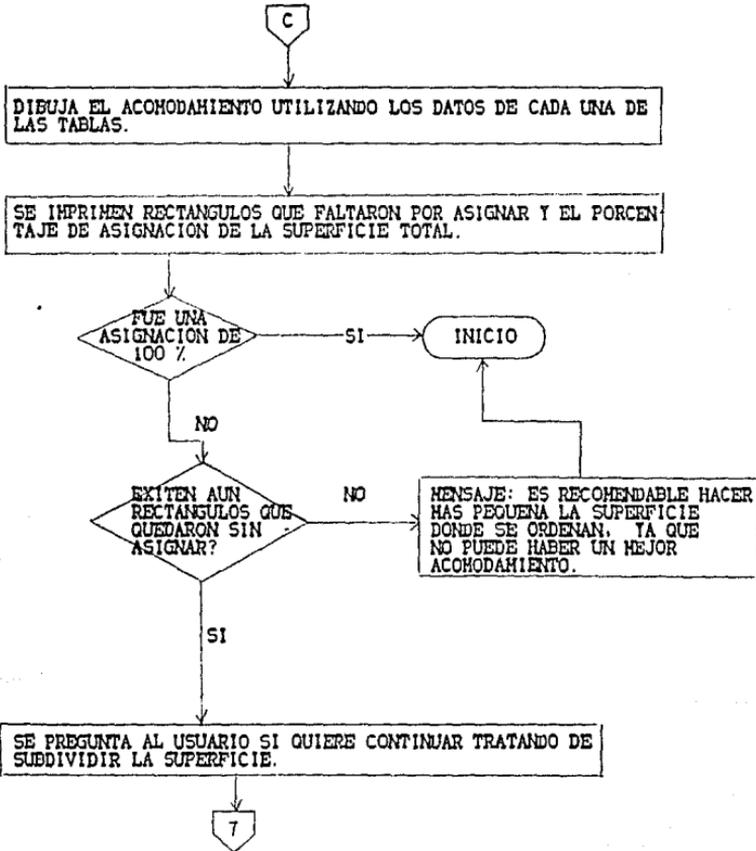
CREA UNA NUEVA SUPERFICIE
- INCREMENTA C.N.
- CALCULA SUS COOR X', Y'
- CALCULA SU NUEVO LARGO Y ANCHO
SE ASIG NUEVAS(C,N) :
(X',Y',LARGO',ANCHO')

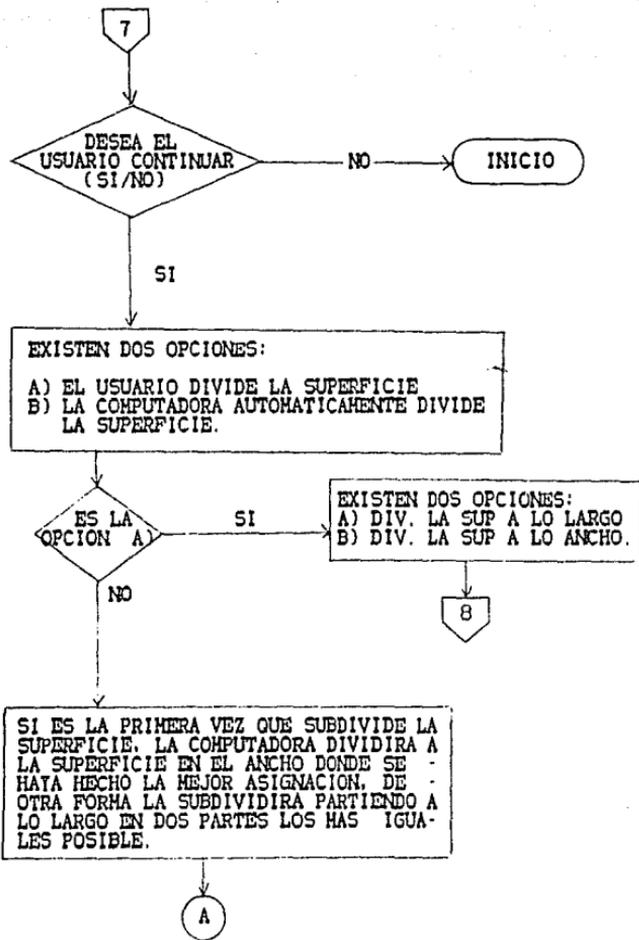
OCUPAN TODO EL LARGO DE LA SUPERFICIE DONDE SE ACOMODAN ?

SI

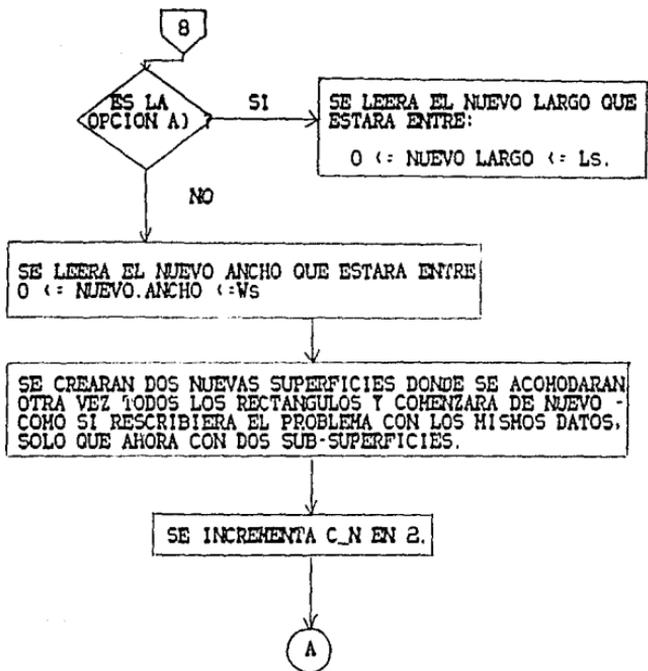
NO

B





ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA



El diagrama anterior nos permite sin entrar en el detalle conocer lo que será el esqueleto del programa.

El siguiente capítulo está dedicado completamente al programa en sí y a algunas observaciones de este, por lo que si existe algunas dudas o inquietudes sobre algún punto del diagrama anterior, estas podrán ser verificadas ahí.

CAPITULO 6

6.1. DESCRIPCION DEL EQUIPO Y LENGUAJE DE PROGRAMACION UTILIZADOS

El programa de optimizaci3n del espacio de dos dimensiones basado en el algoritmo de Albano-Adamowicz ha sido implantado en una computadora personal que tiene 256 Kb en memoria principal y que tiene una velocidad de 4.7 Mhz. El programa tiene un tama1o de 70 Kb y fue escrito en lenguaje Pascal debido a la gran facilidad para manejar estructuras de datos.

Al programa se le han hecho las mejoras que introducimos en el capitulo anterior y adem1s en los resultados se incluyen estadísticas como el porcentaje de utilizaci3n de la superficie total, el porcentaje de utilizaci3n en cada subdivisi3n, asi como el tiempo de procesamiento de computadora y el tiempo promedio por rectángulo asignado.

6.2. PROGRAMA POR COMPUTADORA

A continuaci3n se muestra el programa por computadora.

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1
2
3  Program ACOMODAMIENTO_DE_FIGURAS_RECTANGULARES(INPUT,OUTPUT);
4
5
6  1  OBJETIVO: ORDENAR FIGURAS REGULARES (RECTANGULARES) DE
7  ***** DISTINTOS TIPOS DENTRO DE UNA SUPERFICIE DE
8  DOS DIMENSIONES DE TAL MODO QUE EL DESPERDICIO SEA EL MINIMO.
9
10
11  RESTRICCIONES: NO SOBREPASAR LOS LIMITES DE LA SUPERFICIE MAYOR.
12  ***** NO EXCEDER EL NUMERO DE MAXIMO DE POSIBLES RECTAN-
13  GULOS A ACOMODAR DE CADA TIPO DE; ES DECIR, NO
14  SOBREPASAR LA DEMANDA.
15
16  RESULTADOS: A TRAVES DEL PROGRAMA SE VAN OBTENIENDO SOLUCIONES
17  PARCIALES AL PROBLEMA Y AL TERMINO DEL MISMO SE
18  PRESENTA LA SOLUCION EN FORMA GRAFICA, LOS RESULTADOS
19  DE CUALES FUERON QUE SE UTILIZARON Y UNA ESTADISTICA DEL TIEMPO DE PROCESAMIENTO Y DEL
20  TIEMPO PROMEDIO EN QUE SE ACOMODO CADA PIEZA.
21
22
23
24  LAS SIGUIENTES VARIABLES SON GLOBALES, ES DECIR, EXISTEN SIEMPRE DESDE
25  QUE SE EJECUTA EL PROGRAMA.
26
27
28  LA VARIABLE MAX_DE_TIPOS_DE_RECTANGULOS SE DEFINIO IGUAL A 30, DEBIDO
29  A QUE NO SE PUEDE DEFINIR, PORQUE ES UNA LIMITACION DEL COMPILADOR Y ASI LO
30  REQUIERE, LO OPTIMO SERIA PODER DEFINIR LA LONGITUD DE TODOS LOS ARREGLOS
31  HASTA CONOCER EL NUMERO DE TIPOS DE RECTANGULOS DIFERENTES.
32
33
34  LA VARIABLE MAXIMO_DE_ELEMENTOS_MUCHILLA NOS PERMITE FIJAR UN LIMITE PARA
35  LOS ARREGLOS DONDE VA A TRATAR DE BUSCAR LA MEJOR ASIGNACION ENTRE LAS DISTINTAS
36  AREAS.
37
38
39  EPSILON ES UN PORCENTAJE DE ERROR QUE SE UTILIZA PARA VALIDAR QUE LAS
40  TIRAS UTILIZADAS EN LA ASIGNACION MAXIMA SEAN LAS CORRECTAS.
41

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

42
43
44
45
46 CONST MAXIMO_DE_TIPOS_DE_RECTANGULOS = 30;
47       MAXIMO_DE_ELEMENTOS_MORCHILLA = 30;
48       EPSILON = 0.01;
49
50 TYPE
51   LETRAS_ALFA : STRING(30);
52   REALES      : ARRAY [1..MAXIMO_DE_TIPOS_DE_RECTANGULOS] OF REAL;
53   ENTEROS     : ARRAY [1..MAXIMO_DE_TIPOS_DE_RECTANGULOS] OF INTEGER;
54
55 VAR
56   OP : OP1 : CHAR;
57   PARA : PARA : BOOLEAN;
58   MATRIZ : MATRIZ : TEXT;
59   N : N : INTEGER;
60   FACT_X, FACT_Y : FACT : INTEGER;
61   REQUER : REQUER : INTEGER;
62   LARGO : LARGO : VECTOR;
63   ANCHO : ANCHO : VECTOR;
64
65   : REALES;
66

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

67
68
69 |               LIBRERIA DE UTILITARIOS GENERALES               |
70
71 |   Esta LIBRERIA TIENE como OBJETIVO primordial el PODER UTILIZAR UNA
72 |   SERIE DE FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS DEFINIDAS POR EL PROGRAMADOR Y QUE SON
73 |   DE USO GENERAL EN TODOS LOS PROGRAMAS REALIZADOS EN ESTE LENGUAJE PASCAL.
74 |   Como BENEFICIO de esto se OBTIENE LA NO DUPLICACION de SOFTWARE EN
75 |   TODOS LOS PROGRAMAS PUES de NO EXISTIR ESTA LIBRERIA se TENDRIA que ESCRIBIR
76 |   EN TODOS LOS PROGRAMAS. Otro BENEFICIO es el TIEMPO, PUES YA no se TIENE UNO
77 |   MAS que MOLESTAR EN CONOCER el NOMBRE de LAS FUNCIONES y de LOS PARAMETROS si
78 |   ES que LOS HAY.                                           |
79
80
81 |   La FUNCION FECHA TIENE como OBJETIVO EXTRAER LA FECHA DEL SISTEMA
82 |   OPERATIVO y de DEPOSITARLA EN LA VARIABLE LLAMADA FECHA. Esta FECHA se
83 |   ENCUENTRA GUARDADA EN FORMA: DD/MM/AA.                       |
84
85
86
87 FUNCTION FECHA : LETRAS_ALFA;
88 TYPE
89   RECORD : RECORD
90     AX, BX, CX, DX, EP, SI, DS, ES, FLAGS: INTEGER;
91   END: RECORD;
92 VAR
93   RECORD : RECORD;                                     (REGISTRO PARA LLAMAR EL RECORD)
94   MONTH, DAY : STRING(2);
95   YEAR : STRING(4);
96   DX, CX : INTEGER;
97 BEGIN | FUNCION FECHA |
98 WITH RECORD DO
99 BEGIN
100   AX := 42A SIN 0;
101   END;
102 RECORD(RECORD);                                     ( LLAMADO DE LA FUNCION )
103 WITH RECORD DO
104 BEGIN
105   STRING(YEAR);                                     (CONVIERTE A CADENA)
106   STRING( MOD 256, DAY);
107   STRING( SIN 0, MONTH);
108   END;
109 FECHA := DAY*'*'+MONTH*'*'+YEAR;
110 END; | FUNCION FECHA |
111

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

112 | LA FUNCION TIME TIENE COMO OBJETIVO OBTENER LA HORA DEL SIST.
113 | OPERATIVO |
114
115
116 | FUNCION TIME: LETRAS_ALFA;
117 | TYPE
118 |   RECPACK : RECORD
119 |     AX,BX,CX,DX,EX,FX,SI,DS,ES,FLAGS: INTEGER;
120 |   END;
121 | VAR
122 |   RECPACK      : RECPACK;          | ASIGNA EL REGISTRO |
123 |   AH,AL,CH,CL,DH : BTTE;
124 |   HOUR,MIN,SEC  : STRING(2);
125
126 | BEGIN | FUNCION TIME |
127 |   AH := 02C;          | INICIALIZA LOS REGISTROS CORRECTAMENTE |
128 |   WITH RECPACK DO
129 |     BEGIN
130 |       AX := AH SHL 8 +AL;
131 |     END;
132 |   INTR(A2I,RECPACK); | LLAMADO DE INTERUPTOR |
133 |   WITH RECPACK DO
134 |     BEGIN
135 |       STRICX SHR 8,HOUR;   | CONVIERTE A CADENA |
136 |       STRICX MOD 256,MIN; |   |
137 |       STRIDX SHR 8,SEC;   |   |
138 |     END;
139 |     TIME := HOUR*''*MIN*''*SEC;
140 |   END; | FUNCION TIME |
141
142
143
144 |   EL PROCEDIMIENTO MENSAJE PERMITE UNA FACIL Y RAPIDA IMPRESION DE
145 | UN TEXTO SOBRE LA PANTALLA SEGUN LAS COORDENADAS (I,J) |
146
147
148
149 | PROCEDURE MENSAJE(I,J : INTEGER; MEN : LETRAS_ALFA );
150 | BEGIN
151 |   GOTOXY(I,J); WRITELN(MEN);
152 | END;
153
154
155 |   EL PROCEDIMIENTO CUADRO DIBUJA EN LA PANTALLA UN RECTANGULO
156 | O CUADRADO SEGUN LAS COORDENADAS (X1,Y1) Y (X2,Y2) |
157

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

158
159 PROCEDURE CUADRO (X1, Y1, X2, Y2: INTEGER);
160 VAR
161     I,K,J,L : INTEGER;
162 BEGIN
163     I PROCEDIMIENTO CUADRO
164     GOTOXY (X1, Y1); WRITE(CHR(218));
165     FOR I:= X1 + 1 TO X2-1 DO WRITE(CHR(196));
166     WRITE(CHR(191));
167     FOR I:= Y1 + 1 TO Y2 - 1 DO
168     BEGIN
169         GOTOXY (X1, I); WRITE(CHR(179));
170         GOTOXY (X2, I); WRITE(CHR(179));
171     END;
172     GOTOXY (X1, Y2 );
173     WRITE(CHR(192));
174     FOR I:= X1 + 1 TO X2-1 DO WRITE(CHR(196));
175     WRITE(CHR(217));
176 END;
177
178 I     LA FUNCION TRIM QUITA LOS BLANCOS DE UNA CADENA DE CARACTERES.
179
180 FUNCTION TRIM(C:LETRAS_ALFA):LETRAS_ALFA;
181
182 BEGIN
183     I FUNCION TRIM
184     TRIM:=COPY(C,1,POS(' ',C)-1);
185 END;
186
187
188 I     EL PROCEDIMIENTO CUADRO_DOBLE LIMPIA LA PANTALLA Y DIBUJA UN
189 CUADRO CON DOBLE MARCO.
190
191
192 PROCEDURE CUADRO_DOBLE(I1,I2,I3,I4 : INTEGER; BORRA:BOOLEAN);
193 VAR
194     I : INTEGER;
195
196 BEGIN
197     I FUNCION CUADRO DOBLE
198     IF BORRA THEN CLR;
199     GOTOXY(I2,I1); WRITE(CHR(211));
200     FOR I:=I2 TO I4-1 DO WRITE(CHR(205)); WRITE(CHR(187));
201     FOR I:=I1+1 TO I3-1 DO
202     BEGIN
203         GOTOXY(I2,I); WRITE(CHR(186)); GOTOXY(I4,I); WRITE(CHR(186));
204     END;
205     GOTOXY(I2,I3); WRITE(CHR(209));
206     FOR I:=I2 TO I4-1 DO WRITE(CHR(205));
207     WRITE(CHR(188));
208 END;
209

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

209
210 | EL PROCEDIMIENTO ASK PERMITE DETENER EL PROCESO QUE SE ESTE
211 EJECUTANDO CON EL OBJETO DE QUE EL USUARIO PUEDA VER EN LA PANTALLA
212 ALGUN O ALGUNOS DATOS, Y AL OPRIMIR LA TECLA RETURN PUEDA EL PROCESO
213 CONTINUAR.
214
215
216 PROCEDURE ASK;
217 BEGIN | PROCEDIMIENTO ASK |
218   MESSAGE(23,25,'PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR ');GOTOXY(50-23);
219   REPEAT UNTIL KEYPRESSED
220 END; | PROCEDIMIENTO ASK |
221
222
223
224 | EL PROCEDIMIENTO SIRENA PERMITE EMITIR UN SONIDO PARECIDO AL
225 DE UNA SIRENA DE PATRULLA. ESTE PROCEDIMIENTO SE PUEDE UTILIZAR PARA
226 PONER AL USUARIO EN ALERTA.
227
228
229 PROCEDURE SIRENA;
230 VAR VALOR:1: INTEGER;
231 BEGIN | PROCEDIMIENTO SIRENA |
232   FOR VALOR:=1 TO 2 DO
233     BEGIN
234       FOR I:= 500 TO 2000 DO BEGIN DELAY(1); SOUND(I); END;
235       FOR I:=2000 DOWNTO 500 DO BEGIN DELAY(1); SOUND(I); END
236     END;
237   NOSOUND;
238 END; | PROCEDIMIENTO SIRENA |
239
240
241
242 | LA FUNCION DIFERENCIA_TIEMPO CALCULA EL TIEMPO QUE EXISTE ENTRE
243 LA HORA UNA HORA INICIAL (CH) Y UNA FINAL (CH1).
244   ESTA FUNCION CON AYUDA DE LA FUNCION TIME NOS PERMITEN SABER EL
245 TIEMPO QUE SE TARDO EL PROGRAMA EN RESOLVER EL PROBLEMA.
246
247

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

248
249 FUNCION DIFERENCIA_TIEMPO(CH,CH1:(LETRAS_ALFA):LETRAS_ALFA;
250 VAR
251 HORAS,MINUTOS,CSEGUNDOS : LETRAS_ALFA;
252 HORANTE,MINANTE,SEGANTE,HORDESP,MINDESP,SEGDESP,
253 J,1,ERROR,HR,MN,MS,SEGUNDOS : INTEGER;
254
255 BEGIN ( FUNCION DIFERENCIA_TIEMPO )
256 { EXTRACCION DE LA HORA ANTERIOR }
257
258 J:= 1; I:= 1;
259 WHILE CH(I) <> ' ' DO I:= I + 1;
260 VAL(COPY(CH,J,I-1),HORANTE,ERROR);
261 IF ERROR <> 0 THEN WRITELN('FUERON UN ERROR EN EL TIEMPO...');
262 WHILE CH(I) <> ' ' DO I:= I + 1;
263 VAL(COPY(CH,J,I-1),MINANTE,ERROR);
264 IF ERROR <> 0 THEN WRITELN('FUERON UN ERROR EN EL TIEMPO...');
265 J:= I + 1; I:= J;
266 WHILE CH(I) IN ('1','2','3','4','5','6','7','8','9','0') DO I:= I + 1;
267 VAL(COPY(CH,J,I-1),SEGANTE,ERROR);
268 IF ERROR <> 0 THEN WRITELN('FUERON UN ERROR EN EL TIEMPO...');
269
270 { EXTRACCION DE LA HORA POSTERIOR }
271
272 J:= 1; I:= 1;
273 WHILE CH(I) <> ' ' DO I:= I + 1;
274 VAL(COPY(CH,J,I-1),HORDESP,ERROR);
275 IF ERROR <> 0 THEN WRITELN('FUERON UN ERROR EN EL TIEMPO...');
276 J:= I + 1; I:= J;
277 WHILE CH(I) <> ' ' DO I:= I + 1;
278 VAL(COPY(CH,J,I-1),MINDESP,ERROR);
279 IF ERROR <> 0 THEN WRITELN('FUERON UN ERROR EN EL TIEMPO...');
280 J:= I + 1; I:= J;
281 WHILE CH(I) IN ('1','2','3','4','5','6','7','8','9','0') DO I:= I + 1;
282 VAL(COPY(CH,J,I-1),SEGDESP,ERROR);
283 IF ERROR <> 0 THEN WRITELN('FUERON UN ERROR EN EL TIEMPO...');
284
285 { CALCULO DE LA DIFERENCIA EN TIEMPO }
286
287 SEGUNDOS:= (HORDESP - HORANTE) * 3600;
288 SEGUNDOS:= SEGUNDOS + (MINDESP - MINANTE) * 60;
289 SEGUNDOS:= SEGUNDOS + (SEGDESP - SEGANTE) * 1;
290 HR:= TRUNC(SEGUNDOS / 3600);
291 STR(HR:2,HORAS);
292 SEGUNDOS:= SEGUNDOS - HR * 3600;
293 MN:= TRUNC(SEGUNDOS / 60);
294 STR(MN:2,MINUTOS);
295 SEGUNDOS:= SEGUNDOS - MN * 60;
296 STR(SEGUNDOS:2,CSEGUNDOS);
297 IF HORAS(1) = ' ' THEN HORAS(1):: '0';
298 IF HORAS(2) = ' ' THEN HORAS(2):: '0';
299 IF MINUTOS(1) = ' ' THEN MINUTOS(1):: '0';
300 IF MINUTOS(2) = ' ' THEN MINUTOS(2):: '0';
301 IF CSEGUNDOS(1) = ' ' THEN CSEGUNDOS(1):: '0';
302 IF CSEGUNDOS(2) = ' ' THEN CSEGUNDOS(2):: '0';

```

ACOMPANAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

303     DIFERENCIA_TIEMPO:= HORAS * '60' + MINUTOS * '60' + SEGUNDOS;
304
305     END; { FUNCION DIFERENCIA_TIEMPO }
306
307
308
309
310
311
312     LIBERIA ARCHIVOS.LIB
313
314
315     { ESTE CONJUNTO DE PROCEDIMIENTOS TIENE LA FINALIDAD DE MANEJAR
316     EL ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS.
317
318     CONTIENE RUTINAS QUE LE PERMITEN CARGAR, Y GUARDAR ARCHIVOS DE
319     DATOS, ASERNA CONTIENE FUNCIONES DE VALIDACION DE ARCHIVOS
320
321     EL PROCEDIMIENTO CARRO_LOS_DATOS LEE EL NOMBRE DEL ARCHIVO DONDE
322     SE ENCUENTRAN LOS DATOS DEL PROBLEMA, DESPUES VERIFICA LA EXISTENCIA
323     DEL ARCHIVO SEGUN EL LUGAR DONDE SE ESTE TRABAJANDO (DISKETTE O DISCO
324     DURO). EN EL CASO DE QUE EXISTA EL ARCHIVO LEE LOS DATOS DE LA SI-
325     GUIENTE FORMA:
326
327     EN PRIMER LUGAR LEE N, DONDE N ES EL NUMERO DE TIPOS DE RECTAN-
328     GULOS DIFERENTES. A CONTINUACION DEBEN EXISTIR N TERCIAS DE NUMEROS -
329     DONDE CADA TERCIA CONTIENE EL LARGO, ANCHO Y EL REQUERIMIENTO DE CADA
330     TIPO DE RECTANGULO.
331
332     NOTA: CADA DATO SE DEBE ENCONTRAR EN UN RENGLON DIFERENTE Y NO
333     SE DEBE DE SALTAR DE RENGLON.
334
335     TAMBIEN EN ESTA SECCION SE PUEDE DAR LOS DATOS POR TECLADO, ES
336     DECIR, EL PROGRAMA DA LA POSIBILIDAD DE TRABAJAR EN LINEA Y AL FINAL
337     DE CARGAR LOS DATOS EN FORMA ITERATIVAMENTE SE PUEDE DAR LA OPCION DE
338     GUARDAR LOS DATOS EN UN ARCHIVO SECUENCIAL.
339
340
341
342
343     { LA FUNCION EXISTE VERIFICA LA EXISTENCIA DE UN ARCHIVO
344

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

345
346 FUNCTION EXISTE(AR:LETRAS_ALFA) : BOOLEAN;
347   VAR F : FILE;
348   BEGIN
349     (F) :=
350     ASSIGN(F,AR);
351     RESET(F);
352     (F) :=
353     IF (ORRESULT) = 0 THEN
354       BEGIN
355         EXISTE := FALSE;
356         MENSAJE(22,15,'NO EXISTE ESTE ARCHIVO, OPRIMA CUALQUIER TECLA');
357         REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
358         MENSAJE(22,15,'')
359       END
360     ELSE EXISTE := TRUE;
361     CLOSE(F);
362   END;
363
364 PROCEDURE CARGA_LOS_DATOS;
365 VAR ARCHIVO : LETRAS_ALFA;
366     I,J,K,N : INTEGER;
367
368 |
369
370   EL PROCEDIMIENTO LEE_NOMBRE_ARCHIVO POSICIONA EL CURSOR Y LEE EL
371   NOMBRE DEL ARCHIVO QUE SIEMPRE DEBE DE TENER UNA EXTENSION . DAT
372
373 |
374
375 PROCEDURE LEE_NOMBRE_ARCHIVO(VAR LINEA:LETRAS_ALFA);
376   VAR CH : CHAR;
377   BEGIN
378     MENSAJE(10,10,'NOMBRE DEL ARCHIVO A CARGAR O GRAYAR LOS DATOS: ');
379     WRITE('_____');
380     LINEA := '';
381     REPEAT
382       READ(KEY,CH);
383       IF CH = ' ' THEN
384         BEGIN
385           LINEA := '';
386           GOTO(70,10);
387           WRITE('_____');
388         END;
389       IF UPCASE(CH) IN ('A'..'Z') THEN
390         BEGIN
391           WRITE(UPCASE(CH));
392           LINEA := LINEA + CH;
393         END;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

394 UNTIL (CL = 'N') OR (LENGTH(LINEA) = 0);
395 IF CL = 'N' THEN
396   DELETE(LINEA,LENGTH(LINEA),1);
397 IF LINEA () '' THEN
398   LINEA := LINEA + ' ' + 'DAT'
399 ELSE HALT
400 END;
401
402 BEGIN
403   CURSOR;
404   CUADRO DOBLE(1,1,5,79,TRUE);
405   CUADRO(1,6,80,24);
406   HIGHVIDEO;
407   MENSAJE(3,3,'TECHA: ' + TECHA);
408   TEXTBACKGROUND(15);TEXTCOLOR(10);
409   MENSAJE(3,22,'ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES');
410   HIGHVIDEO;
411   MENSAJE(3,65,'HORA: ' + TIME + ' ');
412   MENSAJE(7,7,' EL PRESENTE PROCESO LE PERMITE CARGAR LOS DATOS DE UN'
413     ' PROGRAMA');
414   MENSAJE(8,7,'DE ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES EN UNA SUPERFICIE'
415     ' + DE DOS');
416   MENSAJE(09,7,'DIMENSIONES. USTED TIENE LAS SIGUIENTES OPCIONES');
417   MENSAJE(11,7,'1) ARCHIVO SECUENCIAL. ESTE DEBE DE CONTENER EL NUMERO'
418     ' + DE TIPOS');
419   MENSAJE(12,7,'          DISTINTOS DE RECT ANGULOS, EL LARGO,'
420     ' + ANCHO');
421   MENSAJE(13,7,'          Y LOS REQUERIMIENTOS DE CADA'
422     ' + TIPO DE');
423   MENSAJE(14,7,'          RECTANGULO. (ES IMPORTANTE ACCESAR'
424     ' + UN TI');
425   MENSAJE(15,7,'          PO DE DATO POR RENGLA.");
426   MENSAJE(16,7,'2) Acceso por Teclado. Por este apartado, USTED PUEDE'
427     ' + CARGAR LOS');
428   MENSAJE(17,7,'          DATOS DESDE EL TECLADO DE SU'
429     ' + COMPUTADOR Y');
430   MENSAJE(18,7,'          AL FINAL EL PROGRAMA LE DA LA'
431     ' + OPCION DE');
432   MENSAJE(19,7,'          CARGAR LOS DATOS EN UN ARCHIVO. ');
433   MENSAJE(20,7,'3) No carga datos. REGRESA AL MENU PRINCIPAL. ');
434   HIGHVIDEO;
435   TEXTCOLOR(10);
436   TEXTBACKGROUND(15);
437   MENSAJE(23,22,'TECLEE SU ELECCION. (1/2/3) : ');
438   HIGHVIDEO;
439   Op1 := ' ';
440   WHILE NOT (Op1 IN '1','2','3') DO
441     BEGIN
442       REPEAT
443         MENSAJE(3,65,'HORA: ' + TIME + ' ');
444         GOVT(15A,23);
445         DELAY(30);
446         UNTIL KEYPRESSED;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

447      GOTOY(54,23);
448      READ(EGD,OP1);
449      WRITE(OP1);
450
451  END;
452  IF OP1 = '1' THEN
453    BEGIN
454      MESSAGE(16,7,'          ');
455      MESSAGE(17,7,'          ');
456      MESSAGE(18,7,'          ');
457      MESSAGE(19,7,'          ');
458      MESSAGE(20,7,'          ');
459      MESSAGE(21,7,'          ');
460      MESSAGE(22,7,'          ');
461      REPEAT
462        LEE_NOMBRE_ARCHIVO(ARCHIVO)
463        UNTIL EXISTE(ARCHIVO);
464        CLRSKR;
465        MESSAGE(14,25,'CARGANDO DATOS ...');
466        ASSIGN(MATRIZ,ARCHIVO);
467        RESET(MATRIZ);
468        READM(MATRIZ,N);
469        IF N > 30 THEN
470          BEGIN
471            WRITELN;
472            WRITELN ' EL NUMERO MAXIMO DE TIPOS DE RECTANGULOS A ORDENAR ES
473            WRITELN ' SI QUIERES QUE SEA MAYOR, CONSULTA A TU DISTRIBUIDOR.
474            WRITELN ' SI QUIERES QUE SEA MAYOR, CONSULTA A TU DISTRIBUIDOR.
475            HALT
476          END;
477        FOR I:= 1 TO N DO
478          BEGIN
479            FOR J:= 1 TO 3 DO
480              BEGIN
481                GOTOY(44,14);
482                WRITE(14,J);
483              END;
484            READM(MATRIZ,LARGO(I));
485            READM(MATRIZ,ANCHO(I));
486            READM(MATRIZ,RECOR(I));
487          END;
488          MESSAGE(22,07,'(1 PROCESO TERMINADO ) OPRIMA CUALQUIER TECLA '
489          MESSAGE(22,07,' PARA CONTINUAR ...');
490          REPEAT UNTIL KEYPRESSED; CLOSE(MATRIZ);
491        END
492      ELSE
493      IF OP1 = '2' THEN
494        BEGIN
495          FOR I:=7 TO 23 DO

```

ACOMPAÑAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

497 MENSAJE(1,7,
498 ' ');
499 MENSAJE(10,10,'TECLEE EL NÚMERO DE TIPOS DISTINTOS DE '
500 'RECTÁNGULOS _'+CHR(87)+CHR(88));
501 REPEAT
502 GOTOXY(61,10); READLN(N);
503 IF N > 29 THEN
504 BEGIN
505 GOTOXY(2,22);
506 WRITE(' EL NUMERO MAXIMO DE TIPOS DE RECTANGULOS '
507 ' A ORDEN ES 30. ');
508 GOTOXY(3,22);
509 WRITELN('SI QUIERES QUE SEA MAYOR, CONSULTA A TU '
510 ' DISTRIBUIDOR. ');
511 HALT;
512 END;
513 UNTIL (N < 30) AND (N > 0);
514 IF N < 10 THEN
515 BEGIN
516 CUADRO_DOBLE(4,18,4*N+1,62,TRUE);
517 CUADRO_DOBLE(1,18,3,62,FALSE);
518 MENSAJE(2,19,'TIPO LARGO ANCHO REQUERIMIENTO');
519 GOTOXY(18,4*N+2);
520 WRITE('DEBE DE TECLER LARGO, ANCHO Y EL REQUERIMIENTO');
521 GOTOXY(18,4*N+3);
522 WRITE('DE CADA TIPO DE RECT NGULO, DESPUS DE CADA DATO');
523 GOTOXY(18,4*N+4);
524 WRITE('TECLEE (RETURN)');
525 E:=5;
526 FOR I:=1 TO N DO
527 BEGIN
528 LARGO(1):=0.0;
529 ANCHO(1):=0.0;
530 REQUER(1):=0;
531 END;
532 FOR I:=1 TO N DO
533 BEGIN
534 GOTOXY(20,K); WRITE(1:2);
535 N:=20;
536 REPEAT
537 GOTOXY(N+10,K);WRITE(' _',##,##,##);
538 READ(LARGO(1));
539 UNTIL LARGO(1) > 0;
540 GOTOXY(N+5 ,K);WRITE(LARGO(1):6:2, ' ');
541 N:=N+10;
542 REPEAT
543 GOTOXY(N+10,K);WRITE(' _',##,##,##);
544 READ(ANCHO(1));
545 UNTIL ANCHO(1) > 0;
546 GOTOXY(N+5 ,K);WRITE(ANCHO(1):6:2, ' ');

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

547 N:=N+10;
548 REPEAT
549 GOTTY(N+10,K);WRITE('___',##+##+##);
550 READ(REQUER(1));
551 UNTIL REQUER(1) > 0;
552 GOTTY(N+10,K);WRITE(REQUER(1),' ');
553 K:=K+1;
554 END
555
556 ELSE
557 BEGIN
558 CUADRO_DOBLE(4,18,4+1+1,62,TRUE);
559 CUADRO_DOBLE(1,18,3,62,FALSE);
560 MENSAJE(2,19,'TIPO LARGO ANCHO REQUERIMIENTO');
561 K:=5;
562 FOR I:=1 TO M DO
563 BEGIN
564 LARGOX(I):=0.0;
565 ANCHOX(I):=0.0;
566 REQUER(I):=0;
567 END;
568 FOR I:=1 TO M DO
569 BEGIN
570 IF I = 18 THEN
571 K:=5;
572 GOTTY(20,K); WRITE(I:2);
573 N:=20;
574 REPEAT
575 GOTTY(N+10,K);WRITE('___',##+##+##);
576 READ(LARGOX(I));
577 UNTIL LARGOX(I) > 0;
578 GOTTY(N+5 ,K);WRITE(LARGOX(I):6:2,' ');
579 N:=N+10;
580 REPEAT
581 GOTTY(N+10,K);WRITE('___',##+##+##);
582 READ(ANCHOX(I));
583 UNTIL ANCHOX(I) > 0;
584 GOTTY(N+5 ,K);WRITE(ANCHOX(I):6:2,' ');
585 N:=N+10;
586 REPEAT
587 GOTTY(N+10,K);WRITE('___',##+##+##);
588 READ(REQUER(I));
589 UNTIL REQUER(I) > 0;
590 GOTTY(N+10,K);WRITE(REQUER(I),' ');
591 K:=K+1;
592 END;
593 END;
594
595 END;
596 ASK;
597 CLSCR;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

596 PENSARJE(10,10,'DESEA GRABAR LOS DATOS (S/N) ');
597 Op1:=' ';
598 WHILE NOT (Op1 IN ('S','N')) DO
599 BEGIN
600 REPEAT
601 GOTOXY(42,10);
602 DELAY(130);
603 UNTIL KEYPRESSED;
604 GOTOXY(42,10);
605 READ(Cbo,Op1);
606 WRITE(Op1);
607 END;
608 IF Op1 = 'S' THEN
609 BEGIN
610 REPEAT
611 LEE_NOMBRE_ARCHIVO(ARCHIVO);
612 IF EXISTE(ARCHIVO) THEN
613 BEGIN
614 PENSARJE(19,20,'EL ARCHIVO YA EXISTE');
615 ASK
616 END;
617 UNTIL NOT(EXISTE(ARCHIVO));
618 CURSOR;
619 PENSARJE(14,25,'GRAVANDO DATOS ...');
620 ASSIGN(MATRIZ,ARCHIVO);
621 REWRITE(MATRIZ);
622 WRITELN(MATRIZ,N);
623 FOR I:= 1 TO N DO
624 BEGIN
625 FOR J:= 1 TO 3 DO
626 BEGIN
627 GOTOXY(44,14);
628 WRITE(14J:2)
629 END;
630 WRITELN(MATRIZ,LARGO(I));
631 WRITELN(MATRIZ,ANCHO(I));
632 WRITELN(MATRIZ,REQUER(I))
633 END;
634 PENSARJE(22,07,'( PROCESO TERMINADO )) OPRIMA '
635 ' CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ...');
636 REPEAT UNTIL KEYPRESSED; CLOSE(MATRIZ);
637 END
638 END;
639
640 END;
641
642

```

ACCOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

643
644
645 PROCEDURE VARIABLES_DEL_PROGRAMA;
646 VAR I : INTEGER;
647 BEGIN
648   CUADRO DOBLE(1,1,5,79,TRUE);
649   CUADRO(1,6,NO,24);
650   HIGHVIDEO;
651   PENSAR(3,3,'FECHA: ' # FECHA);
652   TEXTBOXCOLOR(15);TEXTCOLOR(0);
653   PENSAR(13,22,'ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES');
654   PENSAR(17,29,'VARIABLES DEL PROGRAMA');
655   HIGHVIDEO;
656   PENSAR(3,65,'HORA: ' # TIME # ' ');
657   CUADRO DOBLE(9,13,20,70,FALSE);
658   PENSAR(10,14,'TIPO : TIPO DE RECT ANGULO A ORDENAR');
659   PENSAR(11,14,'L1 : LARGO DEL RECT NEULO 1');
660   PENSAR(12,14,'M1 : ANCHO DEL RECT NEULO 1');
661   PENSAR(13,14,'NEO : NÚMERO DE RECT NEULOS REQUERIDOS DEL TIPO 1');
662   PENSAR(14,14,'N1 : NÚMERO MÁXIMO DE RECTANGULOS DEL TIPO 1,');
663   PENSAR(15,14,' : QUE SE PUEDEN PONER A LO LARGO DE LA SUPER-');
664   PENSAR(16,14,' FICIE (LS), COLOCÁNDOLOS EN SU LARGO Y QUE');
665   PENSAR(17,14,' TIENE QUE SER 1: A LOS QUE SE REQUEREN. ');
666   PENSAR(18,14,'E1 : LONGITUD QUE OCUPARÍA LA TIRA UTILIZANDO EL');
667   PENSAR(19,14,' LARGO DEL RECT NEULO 1 SOBRE LS. ');
668   ASK;
669   FOR I:=19 DOWNTO 10 DO
670     PENSAR(1,14,'
671     ' ');
672   PENSAR(10,14,'N1P : NÚMERO N XIMO DE RECTANGULOS DEL TIPO 1 QUE');
673   PENSAR(11,14,' SE PUEDEN COLOCAR A LO LARGO DE LA SUPERFI-');
674   PENSAR(12,14,' CIE (LS), COLOCÁNDOLOS EN SU LARGO Y QUE');
675   PENSAR(13,14,' TIENE QUE SER MENOR O IGUAL A LOS QUE SE');
676   PENSAR(14,14,' REQUEREN. ');
677   PENSAR(15,14,'E1P : LONGITUD QUE OCUPARÍA LA TIRA UTILIZANDO EL');
678   PENSAR(16,14,' ANCHO DEL RECT NEULO 1 SOBRE LS. ');
679   PENSAR(17,14,'L1 : ELECCI'N DE LA TIRA QUE, YA SEA POR LARGO');
680   PENSAR(18,14,' O POR ANCHO SE APROVECHE EL LARGO N XIMO DE');
681   PENSAR(19,14,' (E1,EPI) DE CADA RECT NEULO SOBRE LS. ');
682   ASK;
683   FOR I:=19 DOWNTO 10 DO
684     PENSAR(1,14,'
685     ' ');
686   PENSAR(13,14,'B1 : NÚMERO N XIMO DE TIRAS QUE SE PUEDEN ACCO-');
687   PENSAR(14,14,' DAR DEL TIPO 1, SIN SOBREPASAR LOS RECT N-');
688   PENSAR(15,14,' GULOS ORDENADOS. ');
689   PENSAR(16,14,'K1 : CONSTANTE (L1*1)/LS # ANCHO(1). ');
690   ASK;
691   END;
692
693

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

694 |
695 | EL PROCEDIMIENTO RECTANGULO TRAZA SOBRE LA PANTALLA DE LA COMPUTADORA
696 | UN RECTANGULO CON DIMENSIONES DE LONG_HOR * LONG_VER Y CON INICIO EN EL
697 | PUNTO MAS ARRIBA Y A LA IZQUIERDA CON COORDENADAS EN PANTALLA (COORD_X,
698 | COORD_Y.
699 |
700 | NOTA: EL PROGRAMA ESTA HECHO PARA CALCULAR LA ESCALA EN UNA PANTALLA DE
701 | 640 * 200 PÍXELES.
702 |
703 |
704 |
705 | PROCEDURE RECTANGULO(COORD_X,COORD_Y:INTEGER;LONG_HOR,LONG_VER:REAL);
706 | VAR X1,Y1 : INTEGER;
707 | BEGIN
708 |   X1 := COORD_X + TRUNC(LONG_HOR * FACT_X) - 1;
709 |   Y1 := COORD_Y + TRUNC(LONG_VER * FACT_Y) - 1;
710 |   COORD_X := COORD_X + 1;
711 |   COORD_Y := COORD_Y + 1;
712 |   DRAW(COORD_X,COORD_Y,X1,COORD_Y,1);
713 |   DRAW(X1,COORD_Y,X1,Y1,1);
714 |   DRAW(X1,Y1,COORD_X,Y1,1);
715 |   DRAW(COORD_X,Y1,COORD_X,COORD_Y,1)
716 | END;
717 |

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768

{

EL PROCEDIMIENTO CALCULO EFECTUA TODO EL PROCESO DE ASIGNACION DE LAS FIGURAS SOBRE LA SUPERFICIE TOTAL Y AL TERMINO DEL CALCULO IMPRIME LOS RESULTADOS DE LA ASIGNACION OPTIMA, CUALES FUERON LOS RECTANGULOS QUE SE UTILIZARON Y LAS ESTADISTICAS DEL ACORDAMIENTO ASI COMO LA GRAFICACION DEL ACORDAMIENTO.

NOTA: TODO EL PROCESO SE HACE EN BASE AL MODELO MATEMATICO

}

PROCEDURE CALCULO;

TYPE

O : (HOR,VER);
T : RECORD
CX,CY,WR,HT : INTEGER;
LA,AW : REAL;
DIR : 0
END;
NEW : RECORD
CON,CYN : INTEGER;
LAR,ARC : REAL
END;

VAR

TAJELA : ARRAY (1..MAXIMO_DE_TIPOS_DE_RECTANGULOS) OF T;
NUEVAS : ARRAY (1..MAXIMO_DE_TIPOS_DE_RECTANGULOS) OF NEW;
VECTOR : ARRAY (1..MAXIMO_DE_ELEMENTOS_ENTRADA_MUCHILLA) OF INTEGER;
ASIG_MUCHILLA : ARRAY (1..MAXIMO_DE_ELEMENTOS_ENTRADA_MUCHILLA) OF INTEGER;
E1, (E1 = LONGITUD QUE OCUPARIA LA TIRA UTILI-
ZANDO EL LARGO DEL RECT (SOBRE LS.)
E1P, (E1P = LONGITUD QUE OCUPARIA LA TIRA UTILI-
ZANDO EL ANCHO DEL RECT (SOBRE LS.)
L1, (L1 = ELECCION DE LA TIRA QUE, YA SEA POR
LARGO O POR ANCHO QUE APROVECHE EL
RECTANGULO SOBRE LS.)
K1 (K1 = CONSTANTE (L1)/LS * ANCHO)
: REALES;
REQ, (REQ = NUMERO DE RECTANGULOS QUE SE REQUI.)
BI, (BI = NUMERO MAXIMO DE TIRAS QUE SE PUEDEN
ACORDAR DEL TIPO J, SIN SOBREPASAR
LOS RECTANGULOS ORDENADOS.)

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

769 Ni,      | Ni = NUMERO MAXIMO DE RECTANGULOS DEL TIPO
770         | i, QUE SE PUEDEN PONER A LO LARGO
771         | DE LA SUPER (Ls), COLOCANDOS EN SU
772         | LARGO Y QUE TIENE QUE SER (i: A LOS
773         | QUE SE REQUIEREN.)
774 NIP,      | NIP = NUMERO MAXIMO DE RECTANGULOS DEL TIPO
775         | i, QUE SE PUEDEN PONER A LO LARGO
776         | DE LA SUPER (Ls), COLOCANDOS EN SU
777         | ANCHO Y QUE TIENE QUE SER (i: A LOS
778         | QUE SE REQUIEREN.)
779 MAXVEC,   | MAXVEC = VECTOR DONDE SE ALMACENA LA ASIGNACION
780         | MAXIMA. )
781 Nti,      | Nti = NUM DE TIRAS DEL TIPO i, YA SELEC-
782         | CIONADAS. )
783 CAND      | CAND = VECTOR BINARIO QUE INDICA SI LA TIRA
784         | FORMADA CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS
785         | PARA PODERLA COLOCAR, Y ASI PODERLA
786         | UTILIZAR EN LOS CALCULOS. )
787
788 : ENTEROS:
789
790 I,J,W,H,II,JI, | I,J = INDICES PARA LOS LOOPS )
791 N,              | N = NUMERO DE TIPOS DE TIRAS CANDIDATOS )
792 TIEMPO,         | TIEMPO = VARIABLE TEMPORAL PARA INTERCAMBIAR
793                 | NIP Y NI )
794 X,Y,           | X,Y = COORDENADAS DEL INICIO DE LA SUPER )
795 CONTA,         | CONTA = CONTADOR DEL NUMERO DE TABLA )
796 C_M,          | C_M = CONTADOR DEL NUMERO DE BUEYAS )
797 X_ANT_Y_ANT,  | X_ANT = SIRVE PARA NO PERDER EL VALOR DE X )
798 APUNTAADOR,   | APUNTAADOR = APUNTA A LA ULTIMA V MAS COMVENIENTE
799                 | A ASIGNAR )
800 APUNT_DIV,    | APUNT_DIV = APUNTA AL ARCHIVO MAS COMVENIENTE PARA
801                 | DIVIDIRLO DESPUES )
802 CON,          | CON = CONTADOR DEL NUMERO DE ELEN A EN-
803                 | TRAR A LA MOCHILA )
804 CAPACIDAD,    | CAPACIDAD = AREA QUE DEBE CUBRIR LA ASIGNACION )
805 VEZ,          | VEZ = CONTADOR PARA ENCONTRAR EL (ER, MAX)
806 CONTAD_XX,    | CONTAD = CONTADOR PARA LOOPS PARA ENCONTRAR
807                 | LOS RECTANGULOS MAS PEQUEÑOS )
808 SEG,MIN,HR,EROR, | VARIABLES QUE PERMITEN CALCULAR EL PROMEDIO
809                 | DE TIEMPO PARA LA ASIGNACION DE CADA RECTANG )
810 PIEZAS_ASIG   | PIEZAS_ASIG = NUMERO DE PIEZAS ASIGNADAS AL FINAL )
811
812 : INTEJER:

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

012
013 (S,LSUP,      ( Ls = LARGO DE LA SUPERFICIE      )
014 (S,VSUP,      ( Vs = ANCHO DE LA SUPERFICIE      )
015 (S,TS,        ( Ts = PORCENTAJE A UTILIZAR DE LA SUPER. )
016 (TEMP,        ( TEMP = VARIABLE TEMPORAL QUE GUARDA EN MAX.)
017 (MAXIM,MAXIM, ( MAXIM = MAXIMO DE UTILIZACION EN LA ASIGN.)
018 (MAX_PORC,    ( MAX_PORC = PORCENTAJE TOTAL UTILIZADO EN LA
019               SUPERFICIE TOTAL.      )
020 (PORCENTAJA,  ( PORCENTAJA = PORCENTAJE A IMPRIMIR POR ASIGN. )
021 (UTILIZ,      ( UTILIZ = PORCENTAJE A UTILIZAR DE LA SUBSUP. )
022 (SUMA,        ( SUMA = AREA TOTAL ASIGNADA      )
023 (VARIABLE,
024 (PORC_MAX
025           : REAL;
026
027 (HACERLO,     ( VARIABLES BOOLEANAS QUE SIRVEN PARA TOMAR UNA )
028 (ENCUENTRO,  ( DECISION DE REALIZACION O DE REPETICION DE UN )
029 (OTRA_VEZ,   ( CALCULO O DE NO HACERLO.      )
030 (FALTA,
031 (PRIMERA_VEZ,
032 (NO_BIEN     : BOOLEAN;
033 (DIRE        : D;
034 (OTRA,
035 (ELECCION    : CHAR;
036 (COMIENZO,
037 (TERMINO,
038 (TIEMPO     : LETRAS_ALFA;
039
040 ( LLAMADA A LA LIBRERIA QUE EFECTUA EL RECALCULO SI ES QUE EL PROC FALLA )
041
042
043 ( LLAMADA A LA LIBRERIA QUE EFECTUA EL RECALCULO SI ES QUE EL PROC FALLA
044
045 ( LIBRERIA DE RECALCULOS
046
047 (
048     ESTE PROCEDIMIENTO RECALCULA SOLO SE UTILIZA EN CASO DE QUE AL
049     TERMINO DE EJECUCION DE LA FUNCION MAXIMO ESTA NO ENCUENTRE CORRECTAMENTE
050     CUALES FUERON LAS TIRAS OCUPADAS EN LA ASIGNACION OPTIMA.
051
052     NOTA: ESTE PROCEDIMIENTO SE UTILIZO APROXIMATIVAMENTE EN UN 15 % DE
053     LOS CASOS DURANTE TODAS LAS PRUEBAS A LAS QUE SE SOMETIO EL
054     PROGRAMA PARA LA VERIFICACION DE SU VERACIDAD.
055
056

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

857
858 PROCEDURE RECALCULA(CONTADOR,NE:INTEGER); ( NE= NUMERO DE ELEMENTO )
859 VAR A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K;
860 L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V;
861 W,X,Y,Z,I1,N1 : INTEGER;
862 SUMA : REAL;
863 ENCONTRIO : BOOLEAN;
864
865 | LA FUNCION MACRO ES UNA FUNCION PARECIDA A LA FUNCION & DE DBASE
866 EN LA QUE UNA VARIABLE CONTIENE EL VALOR DEL NOMBRE DE OTRA VARIABLE, DONDE
867 ESTA ULTIMA ES LA QUE CONTIENE EL DATO QUE SE REQUIERE. |
868
869 FUNCION MACRO(C:CHAR):INTEGER;
870 BEGIN | FUNCION MACRO |
871 CASE (UPCASE(C)) OF
872 'A':MACRO:=A; 'B':MACRO:=B; 'C':MACRO:=C; 'D':MACRO:=D; 'E':MACRO:=E;
873 'F':MACRO:=F; 'G':MACRO:=G; 'H':MACRO:=H; 'I':MACRO:=I; 'J':MACRO:=J;
874 'K':MACRO:=K; 'L':MACRO:=L; 'M':MACRO:=M; 'N':MACRO:=N; 'O':MACRO:=O;
875 'P':MACRO:=P; 'Q':MACRO:=Q; 'R':MACRO:=R; 'S':MACRO:=S; 'T':MACRO:=T;
876 'U':MACRO:=U; 'V':MACRO:=V; 'W':MACRO:=W; 'X':MACRO:=X; 'Y':MACRO:=Y;
877 'Z':MACRO:=Z;
878 END;
879 END; | FUNCION MACRO |
880
881
882
883 | ESTE PROCEDIMIENTO EFECTUA LA SUMA DE TODAS LAS AREAS PARA VER
884 SI COINCIDE CON LA AREA QUE SE ESTA BUSCANDO. A ESTE PROCEDIMIENTO ENTRAN
885 TODAS LAS POSIBLES COMBINACIONES DE VALORES QUE SON CANDIDATOS Y SI SI
886 COINCIDE ALGUNA COMBINACION SE CHECA QUE NUMERO DE COINCIDENCIA ES LA QUE
887 SE DESEA. SI LA COINCIDENCIA ES LA QUE SE DESEA EL PROCEDIMIENTO REGRESA
888 EL VALOR DE OTRO MODO CONTINUA. |
889
890
891
892 PROCEDURE ROLLO_DEL_CALCULO;
893 BEGIN | PROCEDIMIENTO ROLLO_DEL_CALCULO |
894 SUMA:= 0.0;
895 FOR I1:= 1 TO CONTADOR DO
896 SUMA:= SUMA + VECTOR(I1) * MACRO(CHR(11+16*IORD('0')));
897 ( WRITELN('SUMA: ',SUMA/10.5); );
898 IF (SUMA = CAPACIDAD) OR (SUMA = CAPACIDAD + 1) THEN
899 BEGIN
900 NI:= NI + 1;
901 IF NI = NE THEN
902 BEGIN
903 ENCONTRIO:= TRUE;
904 FOR I1:= 1 TO CONTADOR DO
905 ASIS_MOSCHILAT(I1):: MACRO(CHR(11+16*IORD('0')));
906 END;
907 END;
908 END; | PROCEDIMIENTO ROLLO_DEL_CALCULO |
909

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

910
911
912      | LOS SIGUIENTES PROCEDIMIENTOS EFECTUAN TODAS LAS POSIBLES
913      COMBINACIONES ENTRE INCLUIR O NO INCLUIR A TODOS LOS ELEMENTOS QUE
914      SE PUEDEN EXTRAER DENTRO DE LA MOCHILA. ESTA MOCHILA TIENE UNA CA-
915      PACIDAD QUE ES LA QUE SE DEBE ENCONTRAR.
916
917
918
919  PROCEDURE Loop26;
920  BEGIN | Procedimiento Loop26 |
921    FOR z:= 0 TO 1 DO FOR y:= 0 TO 1 DO FOR x:= 0 TO 1 DO
922      FOR v:= 0 TO 1 DO FOR u:= 0 TO 1 DO FOR t:= 0 TO 1 DO
923        FOR s:= 0 TO 1 DO FOR r:= 0 TO 1 DO FOR q:= 0 TO 1 DO
924          FOR p:= 0 TO 1 DO FOR o:= 0 TO 1 DO FOR n:= 0 TO 1 DO
925            FOR m:= 0 TO 1 DO FOR l:= 0 TO 1 DO FOR k:= 0 TO 1 DO
926              FOR j:= 0 TO 1 DO FOR i:= 0 TO 1 DO FOR h:= 0 TO 1 DO
927                FOR g:= 0 TO 1 DO FOR f:= 0 TO 1 DO FOR e:= 0 TO 1 DO
928                  FOR d:= 0 TO 1 DO FOR c:= 0 TO 1 DO
929                    FOR b:= 0 TO 1 DO FOR a:= 0 TO 1 DO
930                      IF NOT(ENCONTRADO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
931                    END; | Procedimiento Loop26 |
932
933
934  PROCEDURE Loop25;
935  BEGIN | Procedimiento Loop25 |
936    FOR v:= 0 TO 1 DO FOR u:= 0 TO 1 DO FOR t:= 0 TO 1 DO
937      FOR s:= 0 TO 1 DO FOR r:= 0 TO 1 DO FOR q:= 0 TO 1 DO
938        FOR p:= 0 TO 1 DO FOR o:= 0 TO 1 DO FOR n:= 0 TO 1 DO
939          FOR m:= 0 TO 1 DO FOR l:= 0 TO 1 DO FOR k:= 0 TO 1 DO
940            FOR j:= 0 TO 1 DO FOR i:= 0 TO 1 DO FOR h:= 0 TO 1 DO
941              FOR g:= 0 TO 1 DO FOR f:= 0 TO 1 DO FOR e:= 0 TO 1 DO
942                FOR d:= 0 TO 1 DO FOR c:= 0 TO 1 DO FOR b:= 0 TO 1 DO
943                  FOR a:= 0 TO 1 DO
944                    IF NOT(ENCONTRADO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
945                  END; | Procedimiento Loop25 |
946
947  PROCEDURE Loop24;
948  BEGIN | Procedimiento Loop24 |
949    FOR x:= 0 TO 1 DO FOR v:= 0 TO 1 DO FOR u:= 0 TO 1 DO
950      FOR t:= 0 TO 1 DO FOR s:= 0 TO 1 DO FOR r:= 0 TO 1 DO
951        FOR q:= 0 TO 1 DO FOR p:= 0 TO 1 DO FOR o:= 0 TO 1 DO
952          FOR n:= 0 TO 1 DO FOR m:= 0 TO 1 DO FOR l:= 0 TO 1 DO
953            FOR k:= 0 TO 1 DO FOR j:= 0 TO 1 DO FOR i:= 0 TO 1 DO
954              FOR h:= 0 TO 1 DO FOR g:= 0 TO 1 DO FOR f:= 0 TO 1 DO
955                FOR e:= 0 TO 1 DO FOR d:= 0 TO 1 DO FOR c:= 0 TO 1 DO
956                  FOR b:= 0 TO 1 DO FOR a:= 0 TO 1 DO
957                    IF NOT(ENCONTRADO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
958                  END; | Procedimiento Loop24 |
959
960

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

961 PROCEDURE Loop23;
962 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop23 |
963   FOR V:= 0 TO 1 DO FOR Y:= 0 TO 1 DO FOR U:= 0 TO 1 DO
964     FOR T:= 0 TO 1 DO FOR S:= 0 TO 1 DO FOR R:= 0 TO 1 DO
965       FOR Q:= 0 TO 1 DO FOR P:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO
966         FOR M:= 0 TO 1 DO FOR N:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO
967           FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO
968             FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO
969               FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
970                 FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
971                   IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
972 END; | PROCEDIMIENTO Loop23 |
973
974
975 PROCEDURE Loop22;
976 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop22 |
977   FOR V:= 0 TO 1 DO FOR U:= 0 TO 1 DO FOR T:= 0 TO 1 DO
978     FOR S:= 0 TO 1 DO FOR R:= 0 TO 1 DO FOR Q:= 0 TO 1 DO
979       FOR P:= 0 TO 1 DO FOR O:= 0 TO 1 DO FOR N:= 0 TO 1 DO
980         FOR M:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO
981           FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO
982             FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
983               FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
984                 FOR A:= 0 TO 1 DO
985                   IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
986 END; | PROCEDIMIENTO Loop22 |
987
988
989 PROCEDURE Loop21;
990 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop21 |
991   FOR U:= 0 TO 1 DO FOR T:= 0 TO 1 DO FOR S:= 0 TO 1 DO
992     FOR R:= 0 TO 1 DO FOR Q:= 0 TO 1 DO FOR P:= 0 TO 1 DO
993       FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO
994         FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO
995           FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO
996             FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
997               IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
998 END; | PROCEDIMIENTO Loop21 |
999
1000
1001 PROCEDURE Loop20;
1002 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop20 |
1003   FOR T:= 0 TO 1 DO FOR S:= 0 TO 1 DO FOR R:= 0 TO 1 DO
1004     FOR Q:= 0 TO 1 DO FOR P:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO
1005       FOR M:= 0 TO 1 DO FOR N:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO
1006         FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO
1007           FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO
1008             FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
1009               FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1010                 IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1011 END; | PROCEDIMIENTO Loop20 |

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1012 PROCEDURE Loop19;
1013 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop19 |
1014     FOR S:= 0 TO 1 DO FOR N:= 0 TO 1 DO FOR Q:= 0 TO 1 DO
1015     FOR P:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO FOR M:= 0 TO 1 DO
1016     FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO
1017     FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO
1018     FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1019     FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1020     FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTR0) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1021 END; | PROCEDIMIENTO Loop19 |
1022
1023

```

```

1024 PROCEDURE Loop18;
1025 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop18 |
1026     FOR N:= 0 TO 1 DO FOR Q:= 0 TO 1 DO FOR P:= 0 TO 1 DO
1027     FOR G:= 0 TO 1 DO FOR M:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO
1028     FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO
1029     FOR H:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1030     FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1031     FOR A:= 0 TO 1 DO
1032     IF NOT(ENCONTR0) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1033 END; | PROCEDIMIENTO Loop18 |
1034

```

```

1035 PROCEDURE Loop17;
1036 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop17 |
1037     FOR G:= 0 TO 1 DO FOR P:= 0 TO 1 DO FOR Q:= 0 TO 1 DO
1038     FOR N:= 0 TO 1 DO FOR M:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO
1039     FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO
1040     FOR H:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1041     FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
1042     FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1043     IF NOT(ENCONTR0) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1044 END; | PROCEDIMIENTO Loop17 |
1045
1046

```

```

1047 PROCEDURE Loop16;
1048 BEGIN | PROCEDIMIENTO Loop16 |
1049     FOR N:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO
1050     FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO
1051     FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1052     FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1053     FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTR0) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1054 END; | PROCEDIMIENTO Loop16 |
1055

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1056 PROCEDURE Loop15;
1057 BEGIN (PROCEDIMIENTO Loop15 )
1058   FOR Q:= 0 TO 1 DO FOR N:= 0 TO 1 DO FOR M:= 0 TO 1 DO
1059     FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO
1060       FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO
1061         FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1062           FOR C:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1063             IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1064           END; (PROCEDIMIENTO Loop15 )
1065
1066
1067 PROCEDURE Loop14;
1068 BEGIN (PROCEDIMIENTO Loop14 )
1069   FOR N:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO
1070     FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO
1071       FOR M:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO
1072         FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
1073           FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1074             IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1075           END; (PROCEDIMIENTO Loop14 )
1076
1077 PROCEDURE Loop13;
1078 BEGIN (PROCEDIMIENTO Loop13 )
1079   FOR N:= 0 TO 1 DO FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO
1080     FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO
1081       FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1082         FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1083           FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1084         END; (PROCEDIMIENTO Loop13 )
1085
1086
1087 PROCEDURE Loop12;
1088 BEGIN (PROCEDIMIENTO Loop12 )
1089   FOR L:= 0 TO 1 DO FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO
1090     FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO
1091       FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO
1092         FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1093           IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1094         END; (PROCEDIMIENTO Loop12 )
1095
1096 PROCEDURE Loop11;
1097 BEGIN (PROCEDIMIENTO Loop11 )
1098   FOR K:= 0 TO 1 DO FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO
1099     FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO
1100       FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
1101         FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1102           IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1103         END; (PROCEDIMIENTO Loop11 )
1104

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1105
1106 PROCEDURE Loop10;
1107 BEGIN { PROCEDIMIENTO Loop10 }
1108     FOR J:= 0 TO 1 DO FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO
1109         FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1110             FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1111                 FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1112             END; { PROCEDIMIENTO Loop10 }
1113
1114 PROCEDURE Loop9;
1115 BEGIN { PROCEDIMIENTO Loop9 }
1116     FOR I:= 0 TO 1 DO FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO
1117         FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO
1118             FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1119                 IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1120             END; { PROCEDIMIENTO Loop9 }
1121
1122 PROCEDURE Loop8;
1123 BEGIN { PROCEDIMIENTO Loop8 }
1124     FOR H:= 0 TO 1 DO FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO
1125         FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
1126             FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1127                 IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1128             END; { PROCEDIMIENTO Loop8 }
1129
1130
1131 PROCEDURE Loop7;
1132 BEGIN { PROCEDIMIENTO Loop7 }
1133     FOR G:= 0 TO 1 DO FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO
1134         FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1135             FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1136         END; { PROCEDIMIENTO Loop7 }
1137
1138
1139 PROCEDURE Loop6;
1140 BEGIN { PROCEDIMIENTO Loop6 }
1141     FOR F:= 0 TO 1 DO FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO
1142         FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1143             IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1144         END; { PROCEDIMIENTO Loop6 }
1145
1146
1147 PROCEDURE Loop5;
1148 BEGIN { PROCEDIMIENTO Loop5 }
1149     FOR E:= 0 TO 1 DO FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO
1150         FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1151             IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1152         END; { PROCEDIMIENTO Loop5 }
1153
1154

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1155 PROCEDURE LOOP4;
1156 BEGIN ( PROCEDIMIENTO LOOP4 )
1157   FOR D:= 0 TO 1 DO FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO
1158     FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1159   END; ( PROCEDIMIENTO LOOP4 )
1160
1161
1162 PROCEDURE LOOP3;
1163 BEGIN ( PROCEDIMIENTO LOOP3 )
1164   FOR C:= 0 TO 1 DO FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1165     IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1166   END;
1167
1168
1169 PROCEDURE LOOP2;
1170 BEGIN ( PROCEDIMIENTO LOOP2 )
1171   FOR B:= 0 TO 1 DO FOR A:= 0 TO 1 DO
1172     IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1173   END; ( PROCEDIMIENTO LOOP2 )
1174
1175
1176 PROCEDURE LOOP1;
1177 BEGIN ( PROCEDIMIENTO LOOP1 )
1178   FOR A:= 0 TO 1 DO IF NOT(ENCONTRO) THEN ROLLO_DEL_CALCULO;
1179   END; ( PROCEDIMIENTO LOOP1 )

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1180 BEGIN { PROCEDIMIENTO RECALCULA }
1181 NI:= 0;
1182 ENCONTRIO:= FALSE;
1183 IF CONTADOR > 26 THEN
1184   BEGIN
1185     WRITELN;
1186     WRITELN' HACE FALTA HACER MAS GRANDE EL NUMERO DE ITERACIONES...(!';
1187     CONTADOR:=3;'););
1188     WRITELN' CONSULTE A SU DISTRIBUIDOR.';
1189     HALT
1190   END
1191 ELSE
1192   BEGIN
1193     CASE CONTADOR OF
1194       1: LOOP1; 2: LOOP2; 3: LOOP3; 4: LOOP4; 5: LOOP5;
1195       6: LOOP6; 7: LOOP7; 8: LOOP8; 9: LOOP9; 10: LOOP10;
1196       11: LOOP11; 12: LOOP12; 13: LOOP13; 14: LOOP14; 15: LOOP15;
1197       16: LOOP16; 17: LOOP17; 18: LOOP18; 19: LOOP19; 20: LOOP20;
1198       21: LOOP21; 22: LOOP22; 23: LOOP23; 24: LOOP24; 25: LOOP25;
1199       26: LOOP26
1200     END;
1201     IF ENCONTRIO THEN PARA:= FALSE
1202     ELSE PARA:= TRUE
1203   END;
1204 END { PROCEDIMIENTO RECALCULA }
1205
1206

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260

EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO GRAFICA EN PANTALLA EL ACOMODAMIENTO QUE SE OBTIENE AL HABER TERMINADO EL PROCESO DE ASIGNACION DE LOS DIFERENTES RECTANGULOS.

ESTA ASIGNACION SE FUE ACUMULANDO EN EL ARREGLO TABLA MIENTRAS QUE TAMEN OBTENIENDO LAS SOLUCIONES PARCIALES AL PROBLEMA. EL ARREGLO TABLA CONTIENE LA SIGUIENTE ESTRUCTURA:

TABLA(Cx,Cy,Nr,It,La,An,Dir);

DONDE:

- Cx,Cy : SON LAS COORDENADAS SE YA A COMENZAR A DIBUJAR EL CONJUNTO DE TIRAS.
- Nr : ES EL NUMERO DE RECTANGULOS QUE EXISTEN DENTRO DE LA TIRA.
- It : ES EL NUMERO DE TIRAS QUE SE TIENEN QUE DIBUJAR.
- La,An : SON LAS DIMENSIONES DE CADA RECTANGULO.
- Dir : ES LA DIRECCION QUE LLEVARA LA TIRA (HOR, VERI).

PROCEDURE DIBUJA_ACOMODAMIENTO(CONTA: INTEGER; [SLIP, VSLIP: REAL];
VAR I, J, K, IT, X1, Y1: INTEGER;

```

BEGIN
  CLSCR;
  HRES;
  X := 0;
  Y := 0;
  PIEZAS_ASIG := 0;
  RECTANGULO(X,Y,[SLIP,VSLIP]);
  FOR I:= 1 TO CONTA DO
    BEGIN
      X:= TABLA(I).Cx ;
      Y:= TABLA(I).Cy;
      IF TABLA(I).Nr > 0 THEN
        FOR K:= 1 TO TABLA(I).Nr DO
          BEGIN
            FOR J:= 1 TO TABLA(I).Nr DO
              IF TABLA(I).Dir = HOR THEN
                BEGIN
                  PIEZAS_ASIG:= PIEZAS_ASIG + 1;
                  RECTANGULO(X,Y,TABLA(I).La,TABLA(I).An);
                  X := X + TRUNC(TABLA(I).La * FACT_X)
                END
              ELSE

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1261          BEGIN
1262              PIEZAS_ASIG:=PIEZAS_ASIG + 1;
1263              RECTANGULO(X,Y,TABLA(I),AN,TABLA(I),LA);
1264              Y := Y + TRUNC(TABLA(I),LA * FACT_Y)
1265          END;
1266      [ REACORDAMIENTO DE LAS COORDENADAS ]
1267      IF TABLA(I).DIR = HOR THEN
1268          BEGIN
1269              X:=TABLA(I).Cx;
1270              Y:=Y+TRUNC(TABLA(I),AN*FACT_Y)
1271          END
1272      ELSE
1273          BEGIN
1274              Y:=TABLA(I).Cy;
1275              X:=X+TRUNC(TABLA(I),AN*FACT_X)
1276          END
1277      END
1278      ELSE [ AREA DESPERDICIADA ]
1279          BEGIN
1280              IF TABLA(I).DIR = HOR THEN
1281                  BEGIN
1282                      X1 := X + TRUNC(TABLA(I),LA * FACT_X)-1;
1283                      Y1 := Y + TRUNC(TABLA(I),AN * FACT_Y)-1;
1284                      FOR I1:= Y + 1 TO Y1 DO
1285                          DRAW(TABLA(I).Cx+1,X1,I1,I)
1286                      END
1287                  ELSE
1288                      BEGIN
1289                          X1 := X + TRUNC(TABLA(I),AN * FACT_X)-1;
1290                          Y1 := Y + TRUNC(TABLA(I),LA * FACT_Y)-1;
1291                          FOR I1:= Y + 1 TO Y1 DO
1292                              DRAW(TABLA(I).Cx+1,X1,I1,I)
1293                          END
1294                      END;
1295                  END;
1296              READ(LCD,OP)
1297          END;
1298  
```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352

LA FUNCION MAXIMO ES EL ALMA DEL PROGRAMA. ES UNA FUNCION RECURSIVA QUE REALIZA EL CALCULO DE LA ASIGNACION OPTIMA DE LAS TIRAS SOBRE LA SUPERFICIE TOTAL A LO LARGO. NO HAY QUE OLVIDAR QUE AL EFECTUARSE EL CALCULO DE LAS TIRAS CANDIDATAS, YA SE REALIZO LA OPTIMIZACION A LO LARGO DE LA SUPERFICIE TOTAL.

ADENAS DE CALCULAR EL AREA QUE SE UTILIZO EN LA ASIGNACION OPTIMA - CALCULA EL NUMERO DE TIRAS DE CADA TIPO QUE SE UTILIZO EN ELLA.

NOTA: EXISTEN ALGUNOS PROBLEMAS PARA CALCULAR CORRECTAMENTE CUALES FUERON LAS TIRAS QUE SE HABIAN UTILIZADO EN LA ASIGNACION OPTIMA, POR LO QUE TUVIOS QUE CREAR UN FUNCION RE-EVALUADORA QUE MOLVIERA A CALCULAR CUALES FUERON ESAS TIRAS. ESTA FUNCION SOLO SE UTILIZA EN EL CASO DE QUE LA FUNCION MAXIMO NO LAS ENCONTRARA.

```

FUNCTION MAXIMO(W,I:INTEGER; VAR MAXVEC:ENTEROS):REAL;
VAR TEMPO,MAX:REAL; XI,K:INTEGER; VEC:ENTEROS;

FUNCTION V(I,W:INTEGER): REAL;
FUNCTION F(I,W,XI: INTEGER): REAL;
BEGIN
  IF ANCHO(I) = XI & W
  THEN F := K(I) = XI
  ELSE F := -9.0E10;
END;

BEGIN
  IF (I < 1) AND (W < 0)
  THEN V := 0
  ELSE V := F(I,W,XI) + MAXIMO(TRUNC(W - ANCHO(I) = XI),I-1,MAXVEC);
END;

BEGIN
  IF (I > 0) AND (W > 0) THEN
  BEGIN
    MAX := -9.0E10;
    FOR K := 1 TO N DO VEC(K) := 0;
    FOR XI := 0 TO B(I) DO
      BEGIN
        TEMPO := V(I,W);
        IF TEMPO > MAX THEN
          BEGIN
            MAX := TEMPO;
            VEC(K) := XI;
          END
        END
      END;
    END;
  END;
END;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1353         MAXIMO:= MAX;
1354         MAXVEC(1):= VEC(1)
1355     END
1356 ELSE MAXIMO:= 0
1357 END;
1358
1359
1360
1361
1362 BEGIN      ( PROCEDIMIENTO DE CALCULO DEL ORDENAMIENTO )
1363
1364 IF N ≠ 0 THEN
1365     BEGIN
1366 CUADRO DOBLE(1,1,5,79,TRUE);
1367 CUADRO(1,6,10,24);
1368 MENSAJE(3,3,'FECHA: ' + FECHA );
1369 MENSAJE(3,24,'LECTURA DE DIMENSIONES DE LA SUP: ');
1370 MENSAJE(3,65,'HORA: ' + TIME);
1371 SUMA:= 0.0;
1372 FOR I:= 1 TO N DO
1373     SUMA:= SUMA + LARGO(I) * ANCHO(I) + REQUER(I);
1374 MENSAJE(10,31,'AREA REQUERIDA: ');
1375 WRITE(SUMA:6:2);
1376 REPEAT
1377     REPEAT
1378         WS:= 0.0;
1379         MENSAJE(13,23,'TECLEA EL ANCHO DE LA SUPERFICIE: ');
1380         WRITE(' ',##+##);
1381         READ(WS);
1382         UNTIL (WS ≠ 0) AND (WS ≤ 51);
1383         MENSAJE(16,26,'(TE RECOMIENDO UN LARGO DE: ');
1384         WRITE(TRUNC(SUMA / WS * 0.51:3,'1'));
1385         MENSAJE(22,7,
1386             'NOTA: EL LARGO RECOMENDADO ES PENSANDO EN UN DESPERDICIO *
1387             'MINIMO DE LA');
1388         MENSAJE(23,7,
1389             'SUPERFICIE. LOS RANGOS SON: 0 * ANCHO * 51 Y 0 * *
1390             'LARGO * 101. ');
1391         REPEAT
1392             LS:= 0.0;
1393             MENSAJE(11,23,'TECLEA EL LARGO DE LA SUPERFICIE: ');
1394             WRITE(' ',##+##+##);
1395             READ(LS);
1396             UNTIL (LS ≤ 101);
1397         UNTIL (LS ≠ 0);
1398     IF LS ≠ WS THEN
1399         BEGIN
1400             TEMP := LS;
1401             LS := WS;
1402             WS := TEMP;
1403         END;
1404     
```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1405
1406 { ALMACENAMIENTO DE LAS VARIABLES GLOBALES QUE NO CAMBIAN }
1407
1408 L$UP:= L$;
1409 V$UP:= V$;
1410 T$:= 0,8;
1411
1412 { INICIALIZACION DE VARIABLES A UTILIZAR }
1413
1414 C,N:= 1;
1415 X:= 0;
1416 Y:= 0;
1417 WZ:= 1;
1418
1419 { INICIALIZACION DE LA SUPERFICIE DONDE SE VA A ACORDAR }
1420
1421 NUEVAS(1),CON:= X;
1422 NUEVAS(1),CYM:= Y;
1423 NUEVAS(1),LAB:= L$;
1424 NUEVAS(1),ARC:= V$;
1425
1426 { CALCULO DE LOS FACTORES DE LAS COORDENADAS X,Y QUE PERMITEN LA
1427 GRAFICACION EN LA PANTALLA. SE TOMA COMO DEFAULT QUE LA PANTALLA
1428 TIENE: (200 X 640) PIXELS }
1429
1430 FACT_X:= TRUNC(640 / L$);
1431 FACT_Y:= TRUNC(FACT_X / 2 );
1432 IF FACT_Y * V$ > 200 THEN
1433 BEGIN
1434 FACT_Y:= TRUNC(200 / V$);
1435 FACT_X:=TRUNC(FACT_Y * 2 )
1436 END;
1437
1438 { INICIO Y REINICIO DEL PROCESO DE CALCULO, SI ES QUE LA SOLUCION NO
1439 FUE SATISFACTORIA. }
1440
1441 REPEAT
1442 { REINICIACION DE VARIABLES QUE SE TIENEN QUE VOLVER A RECALCULAR }
1443
1444 CONTA:= 0;
1445 MAX_PORC:= 0,0;
1446 APLAT_DIV:= 0;
1447 FOR I:= 1 TO N DO RES(I):= REQUER(I);
1448 CL$CUR;
1449 CUABRO(1,6,40,24);
1450 MENSAJE(13,12,"DESEA QUE LOS RECTANGULOS CHICOS SE ACORDEN AL 'A
1451 'PRINCIPIO.");
1452 MENSAJE(16,32,"(5/7) ( )" * ## * ##);
1453 MENSAJE(21,12,"NOTA: EN BASE A LA EXPERIENCIA SE RECOMIENDA QUE'
1454 ' SE DEJEN");

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1455 PENSARE(22,12, ' AL ULTIMO LOS RECTANGULOS MAS CHICOS'
1456 ' (TRATA AREAS. ');
1457 ELECCION:= ' ';

1458 WHILE NOT (ELECCION IN 'S','S','N','N') DO
1459 BEGIN
1460 REPEAT
1461 PENSARE(3,65, 'ORDA: ' + TIME + ' ');
1462 GOTOY(42,16);
1463 DELAY(130);
1464 UNTIL REYPRESSED;
1465 GOTOY(42,16);
1466 READ(KEY,ELECCION);
1467 WRITE(ELECCION);
1468 END;
1469 IF UPCASE(ELECCION) = 'N'
1470 THEN PRIMERA_VEZ:= TRUE
1471 ELSE PRIMERA_VEZ:= FALSE;
1472
1473 { INICIALIZACION DEL BORDADO EN EL QUE COMENZARA EJECUTARSE
1474 EL ACORDAMIENTO DE LAS DISTINTAS CLASES DE RECTANGULOS }
1475
1476 CONTEJO:= TIME;
1477
1478 { COMIENZO DEL CALCULO DEL ORDENAMIENTO HASTA QUE TERMINE DE
1479 ASIGNAR LA SUPERFICIE }
1480
1481 REPEAT
1482 X := RUEYAS(C,N).CX;
1483 Y := RUEYAS(C,N).CY;
1484 LS:= RUEYAS(C,N).LARG;
1485 VS:= RUEYAS(C,N).ANC;
1486 IF LS > VS THEN
1487 DIRE:= 'ER'
1488 ELSE
1489 BEGIN
1490 TEMP:= LS;
1491 LS := VS;
1492 VS := TEMP;
1493 DIRE:= 'VR';
1494 END;
1495
1496 { PREPARATIVOS PARA REALIZAR EL PROCESO RECURSIVO }
1497
1498 C_N:= C_N - 1;
1499 UTILIZ:= (LS + VS + 100) / (LSUP + VSUP);
1500 CLPSCR;

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1501 WRITELN('LARGO SUP: ',LS/6/2,' ANCHO SUP: ',NS/6/2,
1502 ' PORCENT PARA ACEPTAR UNA TIRA: ',TG/4/2);
1503
1504 WRITELN:
1505 IF DIRE = VER
1506 THEN WRITELN('DIRECCION: VERTICAL');
1507 ELSE WRITELN('DIRECCION: HORIZONTAL');
1508
1509 { CALCULO DE LAS TIRAS : PRIMERO SE CALCULA EL NI , NIP }
1510
1511 FOR I:= 1 TO N DO
1512 BEGIN
1513 NI(I)::=0;
1514 NIP(I)::=0;
1515 E(I)::=0;
1516 EIP(I)::=0;
1517 END;
1518
1519 FOR I:= 1 TO N DO
1520 BEGIN
1521 IF ANCHO(I) <= NS THEN
1522 BEGIN
1523 NI(I)::= TRUNC(LS / LARGO(I));
1524 IF NI(I) > REO(I)
1525 THEN NI(I)::= REO(I)
1526 END
1527 ELSE NI(I)::= 0;
1528 E(I)::= LARGO(I) * NI(I);
1529 IF LARGO(I) <= NS THEN
1530 BEGIN
1531 NIP(I)::= TRUNC(LS/ANCHO(I));
1532 IF NIP(I) > REO(I)
1533 THEN NIP(I)::= REO(I)
1534 END
1535 ELSE NIP(I)::= 0;
1536 EIP(I)::= ANCHO(I) * NIP(I)
1537 END;
1538
1539 { CALCULO DEL MAXIMO DE TIRAS QUE PUEDEN SER COLOCADAS SIN
1540 SOBREPASAR LOS REQUERIMIENTOS. SI ALGUNO SE UTILIZA A LO
1541 ANCHO, ENTONCES SE VOLTEA. }
1542
1543 FOR I:= 1 TO N DO
1544 IF E(I) > EIP(I) THEN
1545 BEGIN
1546 LI(I)::= E(I);
1547 IF NI(I) > 0
1548 THEN BI(I)::= TRUNC( REO(I) / NI(I) )
1549 ELSE BI(I)::= 0
1550 END
1551 ELSE

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```
1552 BEGIN
1553   L(i):= E1P(i);
1554   IF N1P(i) > 0
1555     THEN B(i):= TRUNC ( RES(i) / N1P(i) )
1556     ELSE B(i):= 0;
1557   TEMP:= LARGO(i);
1558   LARGO(i):= JARCO(i);
1559   JARCO(i):= TEMP;
1560   TEMPO:= N1P(i);
1561   N1P(i):= N(i);
1562   N(i):= TEMPO;
1563   TEMP:= E1P(i);
1564   E1P(i):= E1(i);
1565   E1(i):= TEMP;
1566 END;
```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1568 {
1569   IMPLEMENTACION DEL CALCULO 1
1570   ( IMPLEMENTACION DEL CALCULO UNO ... POR APY & AGR )
1571
1572 {
1573   {
1574     CONSISTE EN NO TOMAR EN CUENTA LOS DOS TIPOS DE RECTANGULOS MAS PEQUEÑOS;
1575     PARA QUE DESPUES ESTOS PUEDAN SERVIR PARA PODER LLENAR LOS HOYOS O ESPACIOS
1576     DESPERDICIAOS EN EL ACORDAMIENTO.
1577   }
1578
1579   FOR I:=1 TO N DO
1580     IF TRUNC(VS / Ancho(I)) < B(I)
1581       THEN B(I):= TRUNC(VS / Ancho(I));
1582
1583   { IMPLEMENTACION DEL CALCULO DOS ... POR APY & AGR }
1584
1585   { CONSISTE EN NO TOMAR EN CUENTA LOS DOS TIPOS DE RECTANGULOS MAS
1586     PEQUEÑOS PARA QUE DESPUES ESTOS PUEDAN SERVIR PARA PODER LLENAR
1587     LOS HOYOS O ESPACIOS DESPERDICIAOS EN EL ACORDAMIENTO }
1588
1589   IF PRIMERA_VEZ THEN
1590     BEGIN
1591       FOR I:= 1 TO N DO
1592         { BUSQUEDA DE LA PRIMERA AREA MAS PEQUEÑA }
1593         TEMP := 10000.0;
1594         FOR CONTAD:= 1 TO N DO
1595           IF TEMP > LARGO(CONTAD) * Ancho(CONTAD) THEN
1596             BEGIN
1597               TEMP:= LARGO(CONTAD) * Ancho(CONTAD);
1598               I:= CONTAD
1599             END;
1600         { BUSQUEDA DE LA SEGUNDA AREA MAS PEQUEÑA }
1601         TEMP := 10000.0;
1602         FOR J:= 1 TO N DO
1603           IF I <> J THEN
1604             IF TEMP > LARGO(J) * Ancho(J) THEN
1605               BEGIN
1606                 TEMP:= LARGO(J) * Ancho(J);
1607                 JK:= J
1608               END;
1609         { CHEQUEO QUE SI EXISTAN MAS TIRAS POSTERES A ACORDAR }
1610         HACERLO := FALSE;
1611         FOR J:= 1 TO N DO
1612           IF (J <> I) AND (J <> JK) THEN
1613             IF B(J) > 0 THEN
1614               HACERLO := TRUE;
1615
1616       IF HACERLO THEN
1617         BEGIN
1618           {ELABORAR DE LOS DATOS PARA QUE NO ENTREN EN EL CALC.}
1619           M(I):= 0 ;
1620           E(I):= 0.0 ;
1621           M(P):= 0 ;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1621          EIP(I):= 0.0 ;
1622          LI(I):= 0.0 ;
1623          BI(I):= 0 ;
1624          MIP(I):= 0 ;
1625          EIP00(I):= 0.0 ;
1626          MIP00(I):= 0 ;
1627          EIP000(I):= 0.0 ;
1628          LI00(I):= 0.0 ;
1629          BI00(I):= 0 ;
1630      END
1631  END;
1632
1633  PRIMERA_VEZ:= FALSE;
1634
1635  FOR I:= 1 TO N DO
1636      KI(I):= LI(I) / (LS + ANCHO(I));
1637
1638      { SELECCION DE TIRAS CANDIDATAS }
1639
1640      { CALCULO DEL VECTOR DE LAS TIRAS CANDIDATAS PARA HACER LOS CALCULOS
1641      SOBRE DE LAS QUE CUMPLAN CON LAS CONDICIONES DE ACEPTACION.}
1642
1643      N := 0;
1644      FOR I:= 1 TO N DO
1645          IF ( LS - TS = LS + LI(I) ) AND ( LI(I) = LS ) THEN
1646              BEGIN
1647                  N:= N + 1;
1648                  CAND(I):= I ;
1649              END
1650          ELSE
1651              BEGIN
1652                  CAND(I):= 0;
1653                  BI(I):= 0 ;
1654              END;
1655
1656      { IMPRESION DE RESULTADOS }
1657
1658      MENSAJE(TRUNC((22-N) / 2 + 1),07,
1659      'TIPO LI VI RED NI EI MIP EIP LI '
1660      'BI KI');
1661      CUADRO_DOBLE(TRUNC((22-N) / 2 ),5,TRUNC((22-N) / 2 + 2),73,FALSE);
1662      GOTORY(1,TRUNC((22-N) / 2 + 4));
1663      FOR I:= 1 TO N DO
1664          WRITELN(1:10,LABDO(I):6:2,ANCHO(I):6:2,RED(I):6,M(I):6,
1665          EI(I):6:2,MIP(I):6,EIP(I):6:2,LI(I):6:2,BI(I):6,
1666          KI(I):6:2);
1667      CUADRO_DOBLE(TRUNC((22-N) / 2 + 3),5,TRUNC((22-N) / 2 + N + 4),73,
1668      FALSE);
1669
1670  ASK;
1671

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1672 HACERLO:= FALSO;
1673 FOR I:= 1 TO N DO
1674   IF CAND(I) = 1 THEN
1675     HACERLO:= TRUE;
1676
1677 IF HACERLO THEN
1678   BEGIN { CONTEXTO DEL PROCESO RECURSIVO }
1679
1680   I SI LO CORREMOS CON LA MAXIMA CAPACIDAD NS, NO NOS HACE
1681   TODOS LOS CALCULOS, SINO SOLO EL NECESARIO. EL REALIZAR
1682   EL PROCESO DESDE EL PRINCIPIO PERMITE PODER SABER SI SE
1683   UTILIZA EL ANCHO AL MAXIMO. EN CASO DE QUE NO SE OCUPA-
1684   RA AL MAXIMO SE PODRIA SUBDIVIDIR LA SUPERFICIE EN DOS
1685   SUB-SUPERFICIES.
1686
1687
1688   APUNTAJOR:= 0;
1689   ZONASNI:= - 9.0E10;
1690   POSC_MAX:= 0;
1691   FOR V:= 1 TO TRUNC(NS) DO
1692     BEGIN
1693       IF TRUNC((V*(S) / 17) - (V*(S) / 17) THEN
1694         BEGIN
1695           IF V = 1 THEN REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
1696           CLSCR;
1697           WRITELN '
1698             '
1699             'TAJERA DEL PROCESO DE ASIGNACION';
1700           WRITELN '
1701             '
1702             '          CON UN ANCHO: ',
1703             '          SE UTILIZA: ',
1704             '          PORCENTAJE: ';
1705           WRITELN '
1706           END;
1707           FOR I:= 1 TO N DO NFI(I):= 0;
1708           FOR J:= 1 TO N DO
1709             BEGIN
1710               MAXIN:= - 9.0E10;
1711               FOR J:= 1 TO N DO MAXVCE(J):= 0;
1712               TEMP:= MAX(MOAV, I, MAXVCE);
1713               IF TEMP > MAXIN THEN
1714                 BEGIN
1715                   MAXIN:= TEMP;
1716                   FOR J:= 1 TO N DO NFI(J):= MAXVCE(J);
1717                 END
1718             END;
1719           POSCENTAJ:= MAXIN / V * 100.0;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1719 IF PORCENTA > 100 THEN
1720 BEGIN
1721   WRITELN:
1722   WRITELN'          ERROR,';
1723   WRITELN'          ' YA SE ME CAYO EL SISTEMA. ');
1724   WRITELN:
1725   WRITELN'          DEJAME DESCANSAR TANTITO',
1726   WRITELN'          ' Y VUELVELO A INTENTAR... OK ?!);
1727   HALT
1728 END;
1729 WRITELN'          'V:2,';
1730   MAXIN:10:3,'          'PORCENTA:0:3);
1731 IF VEZ = 1 THEN
1732   IF PORCENTA > PORC_MAX THEN
1733     BEGIN
1734       APUNT_DIV:= V;
1735       PORC_MAX:= PORCENTA
1736     END;
1737   IF MAXIN > XMAXIN THEN
1738     BEGIN
1739       APUNTADOR:= W ;
1740       XMAXIN:= MAXIN
1741     END
1742   END;
1743 WRITELN:
1744 WRITELN'          EL PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO DE LA',
1745   SUP. ES: ', MAXIN / VS * 100 :5:2,' Z');
1746 WRITELN'          EL PORCENTAJE TOTAL DE APROVECH. DE LA',
1747   SUP. ES: ', MAXIN / VS * UTILIZ :5:2,' Z');
1748 ASIG
1749 CLRSCR;
1750 VEZ:= 0;
1751 IF APUNTADOR < VS THEN
1752   BEGIN
1753     C_N:= C_N + 1;
1754     NUEVAS(C_N).LAR := LG ;
1755     NUEVAS(C_N).ANC := VS - APUNTADOR ;
1756     IF DIRE = NOR THEN
1757       BEGIN
1758         NUEVAS(C_N).CXN := X ;
1759         NUEVAS(C_N).CYN := Y + TRUNC(APUNTADOR * FACT_Y)
1760       END;
1761     IF DIRE = VER THEN
1762       BEGIN
1763         TEMP:=NUEVAS(C_N).LAR;
1764         NUEVAS(C_N).LAR:=NUEVAS(C_N).ANC;
1765         NUEVAS(C_N).ANC:=TEMP;
1766         NUEVAS(C_N).CXN := X + TRUNC(APUNTADOR * FACT_X);
1767         NUEVAS(C_N).CYN := Y ;
1768       END;

```

ACCOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1769      I WRITELN('SE CREA LA NUEVA SUPER (ABAJ0) (LAR,ANC,X,Y)'
1770      ,NUEVAS(C,N),LAR(I)-1,NUEVAS(C,N),ANC:I-1,
1771      NUEVAS(C,N),CON:5,NUEVAS(C,N),CON:5);ASK;WRITELN: I
1772      END;
1773      NOX_PORC:= NOX_PORC + MAXIN / NS * UTILIZ :
1774
1775      I CHEQUEO DE QUE EL NUMERO DE TIRAS ASIGNADAS EN EL
1776      ACCOMODAMIENTO SEA EL CORRECTO
1777
1778      SUMA:= 0,0 ;
1779      FOR I:= 1 TO N DO
1780      SUMA:= SUMA + NT(I) * ANCHO(I) + LARGO(I) * N(I);
1781      IF ABS(SUMA) / ((L * NS) - ( MAXIN / NS )) > EPSILON THEN
1782      BEGIN I EL NUMERO DE TIRAS CALCULADO ES: INCORRECTO I
1783      CAPACIDAD:= TIRAS( MAXIN * L );
1784      I WRITELN('CAP: ',CAPACIDAD:3);
1785      CON:= 0;
1786      FOR I:= 1 TO N DO
1787      IF CAND(I) = 1 THEN
1788      FOR J:= 1 TO BI(I) DO
1789      BEGIN
1790      CON:= CON + 1;
1791      VECTOR(CON):= TIRAS(LARGO(I)*ANCHO(I)*NT(I));
1792      END;
1793      I WRITELN('NOCHILA: ',CON:3);
1794      FOR J:= 1 TO CON DO WRITELN('VECTOR ',J:3,' = ',
1795      VECTOR(J));
1796      REPEAT UNTIL (EXPRESSED); I
1797      FOR J:= 1 TO CON DO ASIG_NOCHILA(J):= 0;
1798      II:=0;
1799      ENCONTR0:= FALSE;
1800      WHILE NOT ENCONTR0 DO
1801      BEGIN
1802      II:= II + 1;
1803      GOTOMY(15:23);
1804      WRITELN('REALIZADO EL PROCESO DE RECALCULO',
1805      ' FAVOR DE ESPERAR... ',II:2);
1806      RECALCULA(CON,II);
1807      IF PARA THEN
1808      BEGIN
1809      WRITELN:
1810      WRITELN('ERROE, NO PUEDE ENCONTRAR EL NUME',
1811      ' DO DE TIRAS PARA ESA ASIGNACION. ');
1812      WRITELN('CONSULTA CON TU DISTRIBUIDOR. ',
1813      ' (ES UN CASO RARO...');
1814      HALT
1815      END;
1816      CON:= 0;
1817      I REASIGNACION DE LAS NTI PARA

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1818                                     POSTERIOREMENTE SER CHECADAS )
1819 FOR I:= 1 TO N DO WTI(I):= 0;
1820 FOR J:= 1 TO N DO
1821   IF CAMO(I) = 1 THEN
1822     FOR J:= 1 TO B(I) DO
1823       BEGIN
1824         CON:= CON + 1;
1825         IF ASIG_MUCHO(LA,CON) = 1
1826           THEN WTI(I):=WTI(I)+1;
1827       END;
1828   J:= 0;
1829   FOR J:= 1 TO N DO
1830     J:= J + TRUNC(WTI(I) * ANCHO(I));
1831     ( WRITELN('APUNTAJOR ',APUNTAJOR:10, ' J ',J:8);
1832     ASG:);
1833     IF J = APUNTAJOR THEN ENCONTRD:= TRUE
1834   END;
1835
1836   ( NUEVO CHEQUEO DE LAS NUEVAS TIRAS ASIGNADAS )
1837
1838   ( SUPA:= 0.0 ;
1839   FOR I:= 1 TO N DO
1840     SUMA:= SUPA + WTI(I) * ANCHO(I) * LARGO(I) * W(I);
1841   IF ABS( (SUPA) / (LS * VS) - (MAXIM / VS) )
1842     ) EPSILON THEN
1843     BEGIN
1844       WRITELN;
1845       WRITELN(' ERROR, NO PUEDE ENCONTRAR LA ',
1846         'ASIGNACION CORRECTA. CHECA CON',
1847         ' TU DISTRIBUIDOR. ');
1848     HALT
1849     END ;
1850
1851   END;
1852   GOTOFY(15,23);
1853   WRITE('
1854
1855   ( RECALCULO DE LOS NUEVOS REQUERIMIENTOS SEGUN LAS
1856   TIRAS ASIGNADAS )
1857
1858   FOR I:= 1 TO N DO
1859     REQ(I):= REQ(I) - WTI(I) * W(I);
1860
1861   ( IMPRESION DE LA ASIGNACION Y DE LOS NUEVOS REQUERIMIENTOS )
1862   MENSAJE(3,15, ' ASIGNACION DE TIRAS Y NUEVOS REQUERI
1863   MIENTOS ');
1864   MENSAJE(TRANC((22-N) / 2 + 1),27,'TIPO LI VI WTI'+
1865     ' REQ');
1866   CUADRO_DOBLE(TRANC((22-N) / 2 + 1),25,TRANC((22-N) / 2 + 2),
1867     SS.FALSE);
1868   GOTOFY(1,TRANC((22-N) / 2 + 4));

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1868 FOR I:= 1 TO N DO
1870   WRITELN('30,LARGO(1):6-2,ANCHO(1):6-2,N(1):6,REG(1):6);
1871 CUADRO DOBLE(TRUNC((22-N) / 2 + 3),25,
1872 TRUNC((22-N) / 2 + N + 4),55,FALSE);
1873 ASK;
1874
1875 { CREACION DE LAS NUEVAS TIRAS !! DE LA FORMA EN QUE SE VA A
1876   IMPRIMIR
1877
1878 X_ANT:= X;
1879 FOR I:= 1 TO N DO
1880   IF N(I) > 0 THEN
1881     BEGIN
1882       Y_ANT:= Y;
1883       { WRITELN('CREA LA TABLA: ',CONTA+1,2,' N(1):',
1884         N(1)+2,' X:',X+3,' Y:',Y+3,' N REG X TIRA:',
1885         N(1)+2,' LAR:',LARGO(1)+2,' ANO:',ANCHO(1)+2);
1886       REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
1887       CONTA:= CONTA + 1;
1888       IF CONTA > 30 THEN
1889         BEGIN
1890           WRITELN:
1891           WRITELN(' EL NUMERO MAXIMO ASIGNADO FUE ',
1892             'SOBREPASADO. ');
1893           WRITELN(' CONSULTA A TU DISTRIBUIDOR. ');
1894           HALT
1895         END;
1896       TABLA(CONTA).N(1):= N(1);
1897       TABLA(CONTA).CX:= X;
1898       TABLA(CONTA).CY:= Y;
1899       TABLA(CONTA).NR:=N(1);
1900       TABLA(CONTA).DIR:= DIR;
1901       TABLA(CONTA).LA:=LARGO(1);
1902       TABLA(CONTA).AN:=ANCHO(1);
1903       IF DIR = HOR
1904         THEN Y:= Y + TRUNC(ANCHO(1)/FACT_Y*(N(1)));
1905       ELSE
1906         BEGIN
1907           X:= X + TRUNC(LARGO(1) * N(1) * FACT_X);
1908           X_ANT:= X
1909         END;
1910       IF LS - LARGO(1) = N(1) > 0 THEN
1911         BEGIN
1912           C.N:= C.N + 1;
1913           IF DIR = HOR
1914             THEN X:= X + TRUNC(LARGO(1)*N(1)/FACT_X)
1915           ELSE

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1916          BEGIN
1917          X:= X - TRUNC(ANCHO*I)/NTI(I)*FACT_X);
1918          Y:= Y + TRUNC(LARGO*I)/NTI(I)*FACT_Y);
1919          TEMPO:=Y;
1920          Y:=Y_AHT;
1921          Y_AHT:=TEMPO
1922          END;
1923          NUEVAS(C_N).LAR := (S - LARGO(I) + H(I));
1924          NUEVAS(C_N).ANC := ANCHO(I) + NTI(I);
1925          NUEVAS(C_N).CON := X;
1926          NUEVAS(C_N).CYN := Y_AHT;
1927          IF DIRE = VER THEN
1928          BEGIN
1929          TEMP:=NUEVAS(C_N).LAR;
1930          NUEVAS(C_N).LAR:=NUEVAS(C_N).ANC;
1931          NUEVAS(C_N).ANC:=TEMP
1932          END;
1933          X:= X_AHT
1934          END;
1935          FOR I:= 1 TO N DO
1936          IF LARGO(I) < ANCHO(I) THEN
1937          BEGIN
1938          TEMP:= LARGO(I);
1939          LARGO(I):= ANCHO(I);
1940          ANCHO(I):= TEMP
1941          END
1942          END
1943          ELSE
1944          BEGIN
1945          CONTA:=CONTA+1;
1946          IF CONTA = 30 THEN
1947          BEGIN
1948          WRITELN;
1949          WRITELN(' EL NUMERO MAXIMO ASIGNADO FUE SOBREPASADO. ');
1950          WRITELN(' CONSULTA A TU DISTRIBUIDOR. ');
1951          HALT
1952          END;
1953          TABLA(CONTA).CX:= X;
1954          TABLA(CONTA).CY:= Y;
1955          TABLA(CONTA).IB:= -10;
1956          TABLA(CONTA).DIR:= DIRE;
1957          TABLA(CONTA).LA:= LS;
1958          TABLA(CONTA).AN:= VS
1959          END;
1960          UNTIL C_N = 0;
1961
1962
1963

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

1964 ( FIN DEL PROCESO DE CALCULO... E INICIO DE IMPRESION DE RESULTADOS )
1965
1966 TERMINO:= TIME;
1967
1968 ( IMPRESION DEL ACORDAMIENTO GRAFICAMENTE )
1969
1970 IF COUNT < 31 THEN
1971 BEGIN
1972     DIBUJA_ACORDAMIENTO(COUNT,LSUP,VSUP);
1973     READ(CEB,OP)
1974 END;
1975
1976 ( IMPRESION DEL APROVECHAMIENTO TOTAL DE LA SUPERFICIE )
1977
1978 CLS;
1979 MENSAJE(03,17,'MAXIMO APROVECHAMIENTO DE LA SUP TOTAL: ');
1980 WRITE(MAX_PORC:5:2,' % ');
1981
1982 ( IMPRESION DEL RESIDUO DE RECTANGULOS )
1983
1984 MENSAJE(TRUNC((22-N) / 2 + 1),30,'TIPO (L V RES)');
1985 CUADRO_DOCLE(TRUNC((22-N) / 2 + 1),28,TRUNC((22-N) / 2 + 2),52,
1986             FALSE);
1987 GOTOXY(1,TRUNC((22-N) / 2 + 4));
1988 FOR I:= 1 TO M DO
1989     WRITELN(1:33,LARGO(1):6:2,ANCHO(1):6:2,RES(1):6);
1990 CUADRO_DOCLE(TRUNC((22-N) / 2 + 3),28,
1991             TRUNC((22-N) / 2 + M + 4),52,FALSE);
1992
1993 ( IMPRESION DE ESTADISTICAS FINALES. )
1994
1995 MENSAJE(21,17,'TIEMPO UTILIZADO PARA EL ACORDAMIENTO: ');
1996 TIEMPO:= DIFERENCIA_TIEMPO(CONIENZO,TERMINO);
1997 WRITE(TIEMPO);
1998 MENSAJE(22,25,'INICIO: ');
1999 WRITE(CONIENZO);
2000 MENSAJE(22,45,'FIN: ');
2001 WRITE(TERMINO);
2002 VAL(COPY(TIEMPO,1,2),HR,ERROR);
2003 VAL(COPY(TIEMPO,4,2),MIN,ERROR);
2004 VAL(COPY(TIEMPO,7,2),SEG,ERROR);
2005 SEG := HR * 3600 + MIN * 60 + SEG;
2006 MENSAJE(23,16,' NUMERO DE RECTANGULOS ASIGNADOS: ');
2007 WRITE(PIEZAS_ASIG:4);
2008 MENSAJE(24,14,'TIEMPO PROMEDIO POR ASIGNACION DE CADA PIEZA: ');
2009 IF PIEZAS_ASIG = 0 THEN BEGIN PIEZAS_ASIG:= 1; SEG:= 0 END;
2010 WRITE(SEG / PIEZAS_ASIG:5:2,' SEG. ');
2011 READ;
2012
2013

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

2014
2015
2016 { VERIFICACION PARA COMPROBAR QUE SE OBTUVO EL DESPERDICIO MINIMO. SI SE
2017 OBTUVO UN APROVECHAMIENTO DEL 100% SE TERMINA CON EL PROCEDIMIENTO RECAL-
2018 CULA. DE OTRA FORMA, LE PERMITE AL USUARIO INTERACTUAR CON LA COMPUTADORA
2019 SI LA SOLUCION SUBDIVIDIENDO LA SUPERFICIE TOTAL EN 2 Y ADERAS PODEMOS DE-
2020 CIBIR SI PODEMOS GOLPEAR HASTA EL ULTIMO LOS ECTAREGULOS MAS PEQUEÑOS PARA
2021 LOS DESPERDICIOS O NO.
2022 }
2023
2024 IF (100 - MAX_PORC) > EPSILON THEN
2025     BEGIN
2026         FALTA := FALSE;
2027         FOR I := 1 TO N DO
2028             IF REG(I) > 0
2029                 THEN FALTA := TRUE;
2030         CURSOR;
2031         IF FALTA THEN
2032             BEGIN
2033                 MENSAJE(09,14,' MAXIMO APROVECHAMIENTO DE LA SUP TOTAL: ');
2034                 WRITE(MAX_PORC:5:2,' %');
2035                 MENSAJE(13,10,' DEBIDO A QUE EXISTE UN CIERTO PORCENTAJE'
2036                     +' DE DESPERDICIO');
2037                 MENSAJE(14,10,' Y QUE AUN EXISTEN FIGURAS POR ACORDAR, SE'
2038                     +' PODRIA REESCRIR');
2039                 MENSAJE(15,10,' SUR EL PROBLEMA, PERO DIVIDIENDO LA SUPER'
2040                     +' FICIE TOTAL EN');
2041                 MENSAJE(16,10,' DOS O MAS PARTES. ');
2042                 MENSAJE(23,21,' DESEA USTED VOLVERLO A INTENTAR (S/N) : ');
2043                 OTRA := ' ';
2044                 WHILE NOT (UPCASE(OTRA) IN ('S','N')) DO
2045                     BEGIN
2046                         REPEAT
2047                             MENSAJE(3,65,' Hora ')+TIME;
2048                             GOTOFY(60,23);
2049                             DELAY(1.30);
2050                             UNTIL KEYPRESSED;
2051                             GOTOFY(60,23);
2052                             READ(KEY,OTRA);
2053                             WRITE(OTRA);
2054                         END;
2055                 IF UPCASE(OTRA) = 'S' THEN
2056                     BEGIN
2057                         CURSOR;
2058                         OTRA_VEZ := TRUE;
2059                         MENSAJE(09,17,' EXISTEN DOS OPCIONES: ');
2060                         MENSAJE(12,17,' A) USTED DIVIDE LA SUPERFICIE. ');
2061                         MENSAJE(14,17,' B) YO CALCULO LA DIVISION DE LA '
2062                             +' SUPERFICIE TOTAL. ');

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

2063 MENSAJE(23,25,' CUAL OPCION DESEA (A/B) : ');
2064 OTRA:=' ';
2065 WHILE NOT (UPCASE(OTRA) IN ('A','B')) DO
2066 BEGIN
2067     REPEAT
2068         MENSAJE(3,65,'HORA: '*TIME);
2069         GOTORY(53,23);
2070         DELAY(130);
2071         UNTIL KEYPRESSED;
2072         GOTORY(53,23);
2073         READ(LEO,OTRA);
2074         WRITE(OTRA);
2075     END;
2076 IF UPCASE(OTRA) = 'A' THEN
2077     BEGIN
2078         NO_BIEN:= TRUE;
2079         WHILE NO_BIEN DO
2080             BEGIN
2081                 CURSOR;
2082                 MENSAJE(9,15,'EL LARGO DE LA SUP ES: ');
2083                 WRITE(LEO:5-2,' Y EL ANCHO ES: ',
2084                     V$UP:5-2);
2085                 MENSAJE(11,17,' EXISTEN DOS OPCIONES: ');
2086                 MENSAJE(14,17,'A) DIVIDIR LA SUPERFICIE 'A
2087                     'A LO LARGO. ');
2088                 MENSAJE(16,17,'B) DIVIDIR LA SUPERFICIE 'A
2089                     'A LO ANCHO. ');
2090                 MENSAJE(23,28,'CUAL OPCION DESEA (A/B) 'A
2091                     ': ');
2092                 OTRA:=' ';
2093                 WHILE NOT (UPCASE(OTRA) IN ('A','B')) DO
2094                     BEGIN
2095                         REPEAT
2096                             MENSAJE(3,65,'HORA: '*TIME);
2097                             GOTORY(53,23);
2098                             DELAY(130);
2099                             UNTIL KEYPRESSED;
2100                             GOTORY(53,23);
2101                             READ(LEO,OTRA);
2102                             WRITE(OTRA);
2103                         END;
2104                     IF UPCASE(OTRA) = 'A' THEN
2105                         BEGIN
2106                             GOTORY(25,23);
2107                             WRITE(' 'TECLA EL NUEVO LARGO: '
2108                                 ' ');
2109                             READ(VARIABLE);
2110                             IF VARIABLE > L$UP THEN
2111                                 BEGIN
2112                                     GOTORY(25,23);

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

2113          WRITELN('NO PUEDE SER MAYOR'
2114                ', DE ',LSUP:S:2,
2115                ');
2116          ASK;
2117        END
2118      ELSE
2119        IF VARIABLE < LSUP THEN
2120          BEGIN
2121            NO_BIEN:= FALSE;
2122            C_M:= 2;
2123            NUEVAS(2).LARG:= VARIABLE;
2124            NUEVAS(2).ANC:=VSLP ;
2125            NUEVAS(2).CON:= 0 ;
2126            NUEVAS(2).CYM:=0 ;
2127            NUEVAS(1).LARG:= LSUP
2128                    - VARIABLE;
2129            NUEVAS(1).ANC:=VSLP ;
2130            NUEVAS(1).CON:=
2131            TFUNC(VARIABLE*FACT_X);
2132            NUEVAS(1).CYM:=0 ;
2133          END
2134        END
2135      ELSE ( A LO ANCHO )
2136        BEGIN
2137          GOTOFY(25,23);
2138          WRITE(' TeclEA EL NUEVO ANCHO:',
2139                ' ');
2140          READ(VARIABLE);
2141          IF VARIABLE < VSLP THEN
2142            BEGIN
2143              GOTOFY(25,23);
2144              WRITELN('NO PUEDE SER MAYOR DE ',
2145                      VSLP:S:2,
2146                      ');
2147              ASK;
2148            END
2149          ELSE ( VARIABLE = OX )
2150            IF VARIABLE < VSLP THEN
2151              BEGIN
2152                NO_BIEN:= FALSE;C_M:= 2 ;
2153                NUEVAS(2).LARG:= LSUP ;
2154                NUEVAS(2).ANC:=VARIABLE ;
2155                NUEVAS(2).CON:= 0 ;
2156                NUEVAS(2).CYM:=0 ;
2157                NUEVAS(1).LARG:= LSUP ;
2158                NUEVAS(1).ANC:=VSLP
2159                        - VARIABLE ;
2160                NUEVAS(1).CON:= 0 ;
2161                NUEVAS(1).CYM:=
2162                TFUNC(VARIABLE*FACT_Y);
2163              END
2164            END
2165          END
2166        END

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

2185     END
2186 ELSE
2187     IF APUNT_DIV = 0 THEN
2188     BEGIN
2189         VARIABLE:= TRUNC(LSUP / 2);
2190         C_N:= 2;
2191         RUEYAS(2).LARG:= VARIABLE ;
2192         RUEYAS(2).ARC:=VSLUP ;
2193         RUEYAS(2).CON:= 0 ;
2194         RUEYAS(2).CYN:= 0 ;
2195         RUEYAS(1).LARG:= LSUP - VARIABLE ;
2196         RUEYAS(1).ARC:=VSLUP ;
2197         RUEYAS(1).CON:= TRUNC(VARIABLE*FACT_X) ;
2198         RUEYAS(1).CYN:= 0 ;
2199     END
2200 ELSE
2201     BEGIN
2202         VARIABLE:= APUNT_DIV ;
2203         C_N:= 2 ;
2204         RUEYAS(2).LARG:= LSUP ;
2205         RUEYAS(2).ARC:=VARIABLE ;
2206         RUEYAS(2).CON:= 0 ;
2207         RUEYAS(2).CYN:= 0 ;
2208         RUEYAS(1).LARG:= LSUP ;
2209         RUEYAS(1).ARC:=VSLUP - VARIABLE ;
2210         RUEYAS(1).CON:= 0 ;
2211         RUEYAS(1).CYN:=TRUNC(VARIABLE*FACT_Y) ;
2212     END
2213     END
2214 ELSE
2215     OTRA_VEZ:= FALSE
2216 END
2217 ELSE
2218     BEGIN
2219         CUADRO(1,6,80,24);
2220         MENSAJE(10,10,' NO PUEDE HABER UN MEJOR APROVECHAMIENTO'
2221         ' DE LA SUPERFICIE');
2222         MENSAJE(11,10,'DEBIDO A QUE EL NUMERO DE FIGURAS A ACORDAR'
2223         'AR Y SU AREA SON');
2224         MENSAJE(12,10,'MEJORES QUE LA DEL AREA TOTAL. TE RECOMIEN'
2225         'DO QUE TRATES DE');
2226         MENSAJE(13,10,'RESOLVER DE NUEVO EL PROBLEMA PERO QUE ACO'
2227         'RDES MAS LA SUPER');
2228         MENSAJE(14,10,'FICIE DONDE SE ACORDAM. '
2229         ' ');
2230         MENSAJE(22,10,' OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...');
2231         REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
2232         OTRA_VEZ:= FALSE
2233     END
2234 END

```

ACORDAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```
2215     ELSE OTRA_VEZ:= FALSE;
2216
2217 UNTIL NOT (OTRA_VEZ)
2218
2219 END
2220 ELSE
2221     BEGIN
2222     MENSAJE(12,10,' NO SE PUEDE REALIZAR EL PROCESO DE ASIGNACION DE '
2223     'LOS REG-');
2224     MENSAJE(14,10,'TABULOS, SI NO SE HAN CARGADO LOS DATOS DE UN AR'
2225     'CHIVO QUE');
2226     MENSAJE(16,10,'HAYA USTED CREADO. EL ARCHIVO DEBE TENER UNA EXTEN'
2227     'SION .BAT');
2228     MENSAJE(18,10,' ');
2229     ' ');
2230     MENSAJE(23,10,' CUANDO ESTE LISTO PREIONE CUALQUIER TECLA PARA '
2231     'CONTINUAR. ');
2232     REPEAT UNTIL KEYPRESSED
2233     END
2234 END;
2235
```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

2236
2237
2238 PROCEDURE DIBUJAR_TIPOS;
2239 VAR
2240     I,J,X,Y           : INTEGER;
2241     LARGO,ANCHO,REQU  : LETRAS_ALFA;
2242
2243 BEGIN
2244     IF (FACT_X = 0) AND (FACT_Y = 0) AND (N = 0) THEN
2245         FOR I := 1 TO N DO
2246             BEGIN
2247                 CURSOR;
2248                 HIREC;
2249                 X:= TRUNC((640 - LARGO*I) * FACT_X)/2;
2250                 Y:= TRUNC((200 - ANCHO*I) * FACT_Y)/2;
2251                 IF (X < 0) OR (Y < 0)
2252                     THEN MENSAJE(11,26,'NO CAEE DENTRO DE LA PANTALLA ... ');
2253                 ELSE RECTANGULO(X,Y,LARGO*I,ANCHO*I);
2254                 Y:= Y + TRUNC(ANCHO*I) * FACT_Y;
2255                 GOTOY(26,1);
2256                 WRITE('TIPO',I:3,' ');
2257                 STR(LARGO*I):6:2,LARGO;
2258                 FOR J:= 1 TO LENGTH(LARGO) DO
2259                     IF LARGO(J) = ' ' THEN
2260                         WRITE(LARGO(J));
2261                 WRITE(' X ');
2262                 STR(ANCHO*I):6:2,ANCHO;
2263                 FOR J:= 1 TO LENGTH(ANCHO) DO
2264                     IF ANCHO(J) = ' ' THEN
2265                         WRITE(ANCHO(J));
2266                 WRITE(' NO,REQ: ');
2267                 STR(REQU(I):6,REQU);
2268                 FOR J:= 1 TO LENGTH(REQU) DO
2269                     IF REQU(J) = ' ' THEN
2270                         WRITE(REQU(J));
2271                 ASK;
2272             END
2273         ELSE
2274             BEGIN
2275                 CUADRO(1,6,80,24);
2276                 MENSAJE(10,10,' NO SE PUEDE REALIZAR EL PROCESO DE TRAZADO DE '
2277                     ' LOS REC-');
2278                 MENSAJE(12,10,'TANGULOS, SI NO SE HAN CARGADO LOS DATOS DE UN '
2279                     ' ARCHIVO');
2280                 MENSAJE(14,10,'USTED HAYA USTED CREADO. EL ARCHIVO DEBE TENER '
2281                     'UNA EX-');
2282                 MENSAJE(16,10,'VERSION DAT. ADEMÁS SE DEBIO DE HABER HECHO CUAN '
2283                     'DO MENOS');
2284                 MENSAJE(18,10,'UN ACOMODAMIENTO (OPCION 2 DEL MENU PRINCIPAL). '
2285                     ');
2286                 MENSAJE(23,10,'CUANDO ESTE LISTO PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA '
2287                     'CONTINUAR. ');
2288                 REPEAT UNTIL KEYPRESSED
2289             END
2290         END;

```

ACOMODAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```

2291
2292
2293
2294 I          PROGRAMA PRINCIPAL I
2295
2296 BEGIN I **** AQUI EMPIEZA EL PROGRAMA PRINCIPAL **** I
2297
2298
2299 FACT_X:= 0;
2300 FACT_Y:= 0;
2301
2302 REPEAT
2303 CUADRO_DOBLE(1,1,5,79,TRUE);
2304 CUADRO(1,6,80,24);
2305 HIGHVIDEO;
2306 MENSAJE(3,3,'FECHA: 'FECHA);
2307 TEXTBACKGROUND(15);TEXTCOLOR(0);
2308 MENSAJE(3,22,'ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES');
2309 MENSAJE(9,30,' MENU DE OPCIONES : ');
2310 HIGHVIDEO;
2311 MENSAJE(3,65,'HORA: ' + TIME + ' ');
2312 CUADRO_DOBLE(11,19,21,65,FALSE);
2313 MENSAJE(12,19,' 1.- CARGAR LOS DATOS DE LAS FIGURAS');
2314 MENSAJE(14,19,' 2.- ORDENAMIENTO DE LAS FIGURAS. ');
2315 MENSAJE(16,19,' 3.- TRAZADO DE LOS TIPOS DE RECTANGULOS');
2316 MENSAJE(18,19,' 4.- VARIABLES DEL PROGRAMA');
2317 MENSAJE(20,19,' 5.- TERMINAR');
2318 MENSAJE(23,22,' CUAL OPCION DESEA. (1/2/3/4/5) : ');
2319 OP:=' ';
2320 WHILE NOT (OP IN ('1','2','3','4','5')) DO
2321 BEGIN
2322 REPEAT
2323 MENSAJE(3,65,'HORA: ' + TIME + ' ');
2324 GOTO(15A,23);
2325 DELAY(130);
2326 UNTIL KEYPRESSED;
2327 GOTO(15A,23);
2328 READ(ED,OP);
2329 WRITE(OP);
2330 END;
2331 CURSOR;
2332 CASE OP OF
2333 '1' : CARGA_LOS_DATOS;
2334 '2' : CALCULO;
2335 '3' : DIBUJA_TIPOS;
2336 '4' : VARIABLES_DEL_PROGRAMA;
2337 '5' : BEGIN

```

ACOMPAÑAMIENTO DE FIGURAS REGULARES

```
2338          CUADRO DOBLE(8,15,15,76,TRUE);
2339          TEXTBACKGROUND(15);TEXTCOLOR(0);
2340          MENSAJE(10,31,'ORDENAMIENTO DE FIGURAS ');
2341          HIGHVIDEO;
2342          MENSAJE(12,22,'!!! HA TERMINADO ESTA SESI"n.'
2343                    + ' REGRESA PRONTO!!!');
2344          MENSAJE(13,22,'OPRIMA (RETURN) '
2345                    + ' PARA TERMINAR');
2346          SIRENA;
2347          REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
2348          HALT;
2349          END
2350
2351          END
2352          UNTIL OP = '5'
```

En el siguiente capítulo se resolverán los ejemplos de los capítulos 3 y 4 y algunos más con el objeto de encontrar algunas conclusiones al programa, al algoritmo y a nuestras posibles mejoras. Además, se podrán comparar los tiempos de procesamiento de la información y así se podrán encontrar conclusiones al programa. No olvidemos que uno de los objetivos que nos fijamos en el presente trabajo es el de obtener en un tiempo que sea razonable (no mucho tiempo de procesamiento de información) el máximo posible de aprovechamiento de la superficie donde se acomodarán las figuras.

CAPITULO 7.

7.1. DEFINICION, SOLUCION Y COMPARACION DE RESULTADOS DE CINCO EJEMPLOS UTILIZANDO EL PROGRAMA DE COMPUTADORA.

Con el objeto de examinar el algoritmo y las aportaciones que propusimos hemos tenido que utilizar varios ejemplos y no basarnos en uno solamente.

Así, este capítulo contiene cinco ejemplos; dos que ya casi han sido resueltos en los capítulos anteriores y otros nuevos donde se muestran las diferencias entre utilizar las aportaciones que propusimos y no hacerlo.

Ejemplo 1)

(Este ejemplo es semejante al del capítulo 3, solo que se ha restringido más el número de rectángulos por tipo, pero la solución no cambia).

Problema:

Se quiere aprovechar al máximo posible una superficie total de 20 cm de largo por 10 cm de ancho. En ella se quieren acomodar 3 tipos de rectángulos.

Estos 3 tipos de rectángulos tienen un límite máximo a colocar de cada uno de ellos sobre esta superficie dada. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 7.1

TIPO	LARGO	ANCHO	LIMITE MAXIMO
1	2	2	9
2	5	3	8
3	5	8	5

Solución:

Para resolver este problema se han propuesto dos tipos de soluciones.

La primera consiste en resolver el problema normalmente, es decir, tomando toda la superficie, y la segunda es subdividir la superficie en dos y resolver cada una por separado.

Los resultados de la ejecución del programa se muestran a en las siguientes páginas:

FECHA: 23/2/1988 ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 20:1:0

MENU DE OPCIONES :

- 1.- Cargar los datos de las figuras
- 2.- Ordenamiento de las figuras.
- 3.- Trazado de los Tipos de Rectangulos
- 4.- Variables del programa
- 5.- Terminar

Cual opción desea.(1/2/3/4/5) :4:

FECHA: 23/2/1988 ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 20:1:4

VARIABLES DEL PROGRAMA

Tipo	:	Tipo de rectángulo a ordenar
Li	:	Largo del rectángulo i
Wi	:	Ancho del rectángulo i
Req	:	Número de rectángulos requeridos del tipo i
Mi	:	Número máximo de rectangulos del tipo i, que se pueden poner a lo Largo de la Superficie (Ls), colocandolos en su largo y que tiene que ser \leq a los que se requieren.
Ei	:	Longitud que ocuparia la tira utilizando el largo del rectángulo i sobre Ls.

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

FECHA: 23/2/1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 20:1:4

VARIABLES DEL PROGRAMA

Mip : Número máximo de rectángulos del tipo i que se pueden colocar a lo largo de la superficie (Ls), colocándolos en su largo y que tiene que ser menor o igual a los que se requieren.
Eip : Longitud que ocuparía la tira utilizando el ancho del rectángulo i sobre Ls.
Li : Elección de la tira que, ya sea por largo o por ancho se aproveche el largo Máximo de (Ei,Epi) de cada rectángulo sobre Ls.

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

FECHA: 23/2/1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 20:1:4

VARIABLES DEL PROGRAMA

Bi : Número máximo de tiras que se pueden acomodar del tipo i, sin sobrepasar los rectángulos ordenados.
Ki : Constante $(Li[i]/Ls * Ancho[i])$.

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

MENU DE OPCIONES :

- 1.- Cargar los datos de las figuras
- 2.- Ordenamiento de las figuras.
- 3.- Trazado de los Tipos de Rectangulos
- 4.- Variables del programa
- 5.- Terminar

Cual opción desea.(1/2/3/4/5) :1:

El presente proceso le permite cargar los datos de un problema de ordenamiento de figuras rectangulares en una superficie de dos dimensiones. Usted tiene las siguientes opciones:

- 1) Archivo Secuencial. Este debe de contener el número de tipos distintos de rectángulos, el largo, ancho y los requerimientos de cada tipo de rectángulo. (Es importante accesar un tipo de dato por renglón).
- 2) Acceso por Teclado. Por este apartado, usted puede cargar los datos desde el teclado de su computador y al final el programa le da la opción de guardar los datos en en archivo.
- 3) No carga datos. Regresa al menú principal.

Teclée su elección. (1/2/3) :2:

TIPO	LARGO	ANCHO	REQUERIMIENTO
1	2.00	2.00	9
2	5.00	3.00	8
3	5.00	8.00	5

Debe de teclear Largo, Ancho y el Requerimiento de cada tipo de rectángulo, después de cada dato teclee <RETURN>

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Fecha: 23/2/1988

Lectura de dimensiones de la Sup:

Hora: 17:51:19

Area Requerida: 356.00

Teclea el ancho de la Superficie: 20

(Te recomiendo un Largo de: 18)

Teclea el largo de la Superficie: 10_

NOTA: El Largo recomendado es pensando en un desperdicio mínimo de la superficie. Los Rangos son: $0 < \text{Ancho} < 51$ y $0 < \text{Largo} < 101$.

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [5]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 20.00 Ancho Sup: 10.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	2.00	2.00	9	9	18.00	9	18.00	18.00	1	1.80
2	5.00	3.00	8	4	20.00	6	18.00	20.00	2	3.00
3	5.00	8.00	5	4	20.00	2	16.00	20.00	1	8.00

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	1.800	90.000
3	3.000	100.000
4	3.000	75.000
5	4.800	96.000
6	6.000	100.000
7	6.000	85.714
8	8.000	100.000
9	8.000	88.889
10	9.800	98.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 98.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 93.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nt1	Req
1	2.00	2.00	1	0
2	5.00	3.00	0	8
3	5.00	8.00	1	1

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 2.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	5.00	3.00	8	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Maximo aprovechamiento de la Sup total: 98.00 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	2.00	2.00	0
2	5.00	3.00	8
3	8.00	5.00	1

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:03

Inicio: 18:27:10 Fin: 18:27:13

Numero de Rectangulos Asignados: 13

Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.23 seg.

Hora 18:27:41

Maximo aprovechamiento de la Sup total: 98.00 %

Debido a que existe un cierto porcentaje de desperdicio y que aun existen figuras por acomodar, se podria reescribir el problema, pero dividiendo la superficie total en dos o mas partes.

DESEA USTED VOLVERLO A INTENTAR (S/N) :S:

Hora: 18:27:58

Existen dos opciones:

- A) Usted divide la Superficie.
- B) Yo calculo la division de la superficie total.

CUAL OPCION DESEA (A/B) :A:

Hora: 18:28:5

El largo de la Sup es: 20.00 y el ancho es: 10.00

Existen dos opciones:

- A) Dividir la Superficie a lo largo.
- B) Dividir la Superficie a lo ancho.

CUAL OPCION DESEA (A/B) :A:

Hora: 18:28:15

El largo de la Sup es: 20.00 y el ancho es: 10.00

Existen dos opciones:

- A) Dividir la Superficie a lo largo.
- B) Dividir la Superficie a lo ancho.

Teclea el Nuevo Largo: 18

HORA: 18:28:25

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [S]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen
al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 18.00 Ancho Sup: 10.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	2.00	2.00	9	9	18.00	9	18.00	18.00	1	2.00
2	3.00	5.00	8	6	18.00	3	15.00	18.00	1	5.00
3	8.00	5.00	5	2	16.00	3	15.00	16.00	2	4.44

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	2.000	100.000
3	2.000	66.667
4	2.000	50.000
5	5.000	100.000
6	5.000	83.333
7	7.000	100.000
8	7.000	87.500
9	7.000	77.778
10	9.444	94.444

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 94.44 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 85.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	2.00	2.00	0	9
2	3.00	5.00	1	2
3	8.00	5.00	1	3

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 5.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	2.00	2.00	9	2	4.00	2	4.00	4.00	1	1.60
2	5.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	8.00	5.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	1.500	80.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 80.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 4.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	2.00	2.00	1	7
2	5.00	3.00	0	2
3	8.00	5.00	0	3

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 2.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	2.00	2.00	7	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	5.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	8.00	5.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 10.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	2.00	2.00	7	5	10.00	5	10.00	10.00	1	2.00
2	5.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	8.00	5.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 10.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	NLi	Req
1	2.00	2.00	1	2
2	5.00	3.00	0	2
3	8.00	5.00	0	3

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Maximo aprovechamiento de la Sup total: 99.00 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	2.00	2.00	2
2	5.00	3.00	2
3	8.00	5.00	3

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:06
Inicio: 18:31:57 Fin: 18:32:3
Numero de Rectangulos Asignados: 15
Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.40 seg.

Como podemos observar, al resolver el problema de asignación por la primera propuesta se llegó al mismo resultado que en el capítulo 3; es decir se aprovechó el 98% de la superficie y se ocuparon las mismas tiras en la solución, pero la diferencia estribó en que no se necesitó tomar 3 tiras para acomodar, por lo que nuestra primera mejora (que era lógica) sí funcionó y no se realizaron cálculos que eran realmente innecesarios.

En este ejemplo resultó mejor subdividir la superficie en dos partes, como lo podemos observar en el porcentaje de aprovechamiento en el que se utilizó el 99% contra 98% de la primera propuesta. Pero esto realmente no sucede en todos los casos, pues si se hubiera dividido la superficie en un largo diferente a 18, la solución habría sido pobre o en el mejor de los casos habría alcanzado a la solución de la propuesta uno. Esto se debe a que realmente hay que analizar bien en que punto conviene dividir la superficie a fin de acomodar a la mayoría de los rectángulos o lo más probable será que la superficie no pueda ser utilizada al máximo.

Ejemplo 2)

El problema tiene la misma formulación que el anterior, solo que los nuevos datos se proporcionan en la tabla siguiente:

TABLA 7.2

LARGO SUPERIOR = 19		ANCHO SUPERIOR = 10	
TIPO	LARGO	ANCHO	REQUERIMIENTO
1	1	1	3
2	2	1	3
3	2	2	2
4	4	4	4
5	5	3	5
6	6	3	2

Solución:

Este problema se resolvió tomando desde un inicio la superficie completa. En el primer acomodamiento se utilizaron tres tiras: una tira del tipo 4, una del tipo 5 y una del tipo 6 (como se esperaba según la solución del capítulo 4).

Después se continuó localizando los espacios que quedaron sin utilizar y se trató de llenarlos. Se comenzó con la superficie de 7×3 , en la que los nuevos requerimientos se pueden ver a continuación.

FECHA: 23/2/1988 ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 18:37:41

MENU DE OPCIONES :

- 1.- Cargar los datos de las figuras
- 2.- Ordenamiento de las figuras.
- 3.- Trazado de los Tipos de Rectangulos
- 4.- Variables del programa
- 5.- Terminar

Cual opción desea.(1/2/3/4/5) :1:

FECHA: 23/2/1988 ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 18:37:54

El presente proceso le permite cargar los datos de un problema de ordenamiento de figuras rectangulares en una superficie de dos dimensiones. Usted tiene las siguientes opciones:

- 1) Archivo Secuencial. Este debe de contener el número de tipos distintos de rectángulos, el largo, ancho y los requerimientos de cada tipo de rectangulo. (Es importante acceder un tipo de dato por renglón).

Nombre del archivo a cargar o gravar los datos: DOS_____

Fecha: 23/2/1988

Lectura de dimensiones de la Sup:

Hora: 18:38:25

Area Requerida: 192.00

Teclea el ancho de la Superficie: 19

(Te recomiendo un Largo de: 10)

Teclea el largo de la Superficie: 10_

NOTA: El Largo recomendado es pensando en un desperdicio minimo de la superficie. Los Rangos son: $0 < \text{Ancho} < 51$ y $0 < \text{Largo} < 101$.

HORA: 18:38:53

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [5]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 19.00 Ancho Sup: 10.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	0	0.16
2	2.00	1.00	3	3	6.00	3	3.00	6.00	1	0.32
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	0.42
4	4.00	4.00	4	4	16.00	4	16.00	16.00	1	3.37
5	5.00	3.00	5	3	15.00	5	15.00	15.00	1	2.37
6	6.00	3.00	2	2	12.00	2	6.00	12.00	1	1.89

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.316	31.579
2	0.421	21.053
3	2.368	78.947
4	3.368	84.211
5	3.694	73.684
6	4.263	71.053
7	5.737	81.955
8	6.053	75.658
9	6.158	69.421
10	7.632	76.316

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 76.32 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 76.32 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	2.00	1.00	0	3
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	1	0
5	5.00	3.00	1	2
6	6.00	3.00	1	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 7.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	0.43
2	2.00	1.00	3	3	6.00	3	3.00	6.00	1	0.86
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	1.14
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	2	1	5.00	0	0.00	5.00	1	2.14
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.857	85.714
2	1.286	64.286
3	2.143	71.429

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 71.43 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 7.89 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	2.00	1.00	0	3
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	1	1
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 3.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	1.00
2	1.00	2.00	3	3	3.00	1	2.00	3.00	1	2.00
3	2.00	2.00	2	1	2.00	1	2.00	2.00	1	1.33
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 3.16 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	1.00	2.00	1	0
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	0	1
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 4.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	0.75
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	2.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.750	75.000
2	2.000	100.000
3	2.750	91.667

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 91.67 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 5.79 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	0
2	2.00	1.00	0	0
3	2.00	2.00	1	0
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	0	1
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 1.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

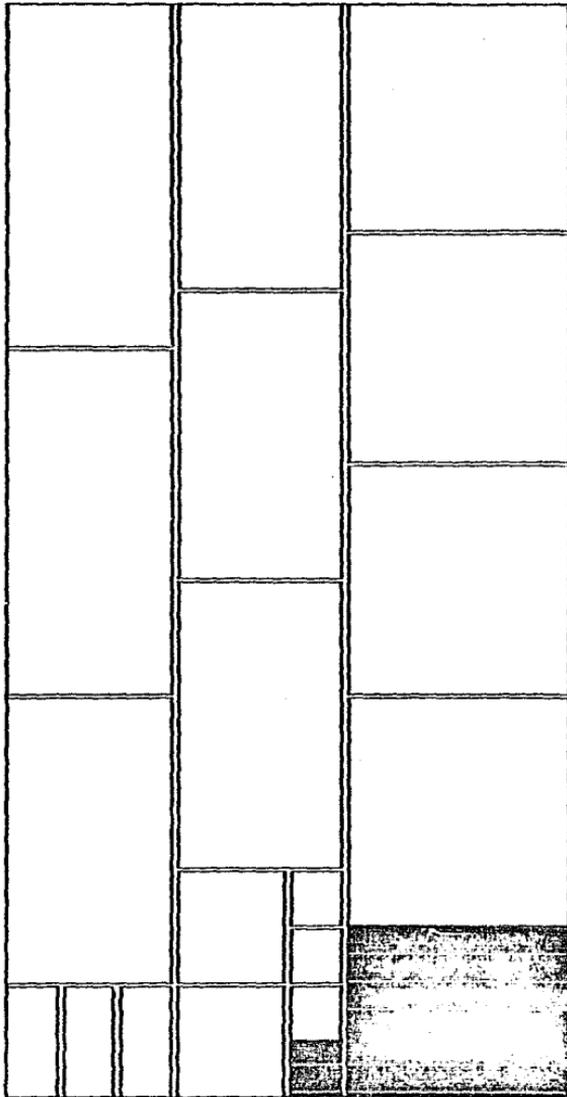
PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 4.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Maximo aprovechamiento de la Sup total: 93.16 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	1.00	1.00	0
2	2.00	1.00	0
3	2.00	2.00	0
4	4.00	4.00	0
5	5.00	3.00	1
6	5.00	3.00	0

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:08

Inicio: 18:42:38 Fin: 18:42:46

Numero de Rectangulos Asignados: 18

Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.44 seg.

Hora 18:43:09

Maximo aprovechamiento de la Sup total: 93.16 %

Debido a que existe un cierto porcentaje de desperdicio y que aun existen figuras por acomodar, se podria reescribir el problema, pero dividiendo la superficie total en dos o mas partes.

DESEA USTED VOLVERLO A INTENTAR (S/N) :N:

Una vez hecha la nueva asignación se localizaron nuevamente espacios sin ocupar y se intentó nuevamente utilizarlos logrando, ahora si, aprovechar la superficie al máximo. Pero eso no era todo, puesto que faltaban otros agujeros que habían quedado sin ocupar. Esta vez el algoritmo los utilizó al 91.67% y los espacios que quedaron ahora ya no se pudieron aprovechar. Finalmente, el problema termina con una solución en la que se aprovecha el 93.16% de la superficie total.

Ejemplo 3)

El siguiente ejemplo es un poco más complejo debido a que existen un mayor número de tipos de rectángulos y la superficie donde se tendrán que acomodar es más grande. Los datos se muestran a continuación.

Largo de la superficie: 20

Ancho de la superficie: 20

TIPO	LARGO	ANCHO	REQUERIMIENTO
1	1	1	59
2	2	1	49
3	2	2	19
4	3	1	2
5	3	2	4
6	3	3	8
7	4	3	5
8	5	3	1
9	5	4	1
10	8	5	1

TABLA 7.3

Solución:

Este problema se resolvió de dos formas; la primera solución fue la normal en la que se utiliza el total de la superficie y se toman en cuenta todos los tipos de rectángulos; en la segunda solución, se trata de resolver el problema de la misma forma, pero sin utilizar los rectángulos más pequeños al principio, conservando estos para el final en el llenado de los agujeros u hoyos.

Los resultados de ambas soluciones se muestran en las páginas siguientes:

FECHA: 23/2/1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 18:44:55

MENU DE OPCIONES :

- 1.- Cargar los datos de las figuras
- 2.- Ordenamiento de las figuras
- 3.- Trazado de los Tipos de Rectangulos
- 4.- Variables del programa
- 5.- Terminar

Cual opción desea.(1/2/3/4/5) :1;

FECHA: 23/2/1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 18:45:14

El presente proceso le permite cargar los datos de un problema de ordenamiento de figuras rectangulares en una superficie de dos dimensiones. Usted tiene las siguientes opciones:

- 1) Archivo Secuencial. Este debe de contener el número de tipos distintos de rectángulos, el largo, ancho y los requerimientos de cada tipo de rectángulo. (Es importante accesar un tipo de dato por renglón).

Nombre del archivo a cargar o gravar los datos: TRES_

Fecha: 23/2/1988

Lectura de dimensiones de la Sup:

Hora: 18:45:22

Area Requerida: 470.00

Teclea el ancho de la Superficie: 20

(Te recomiendo un Largo de: 24)

Teclea el largo de la Superficie: 20_

NOTA: El Largo recomendado es pensando en un desperdicio minimo de la superficie. Los Rangos son: $0 < \text{Ancho} < 51$ y $0 < \text{Largo} < 101$.

HORA: 18:45:46

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [5]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 20.00 Ancho Sup: 20.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	59	20	20.00	20	20.00	20.00	2	1.00
2	2.00	1.00	49	10	20.00	20	20.00	20.00	4	1.00
3	2.00	2.00	19	10	20.00	10	20.00	20.00	1	2.00
4	3.00	1.00	2	2	6.00	2	2.00	6.00	1	0.30
5	3.00	2.00	4	4	12.00	4	8.00	12.00	1	1.20
6	3.00	3.00	8	6	18.00	6	18.00	18.00	1	2.70
7	4.00	3.00	5	5	20.00	5	15.00	20.00	1	3.00
8	5.00	3.00	1	1	5.00	1	3.00	5.00	1	0.75
9	5.00	4.00	1	1	5.00	1	4.00	5.00	1	1.00
10	8.00	5.00	1	1	8.00	1	5.00	8.00	1	2.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000
3	3.000	100.000
4	4.000	100.000
5	5.000	100.000
6	6.000	100.000
7	7.000	100.000
8	8.000	100.000
9	9.000	100.000
10	10.000	100.000
11	11.000	100.000
12	11.700	97.500
13	12.700	97.692
14	13.700	97.857
15	14.000	93.333
16	14.900	93.125
17	15.200	89.412

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
18	15.200	84.444
19	15.700	82.632
20	16.000	80.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 80.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 80.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	2	19
2	2.00	1.00	4	9
3	2.00	2.00	1	9
4	3.00	1.00	1	0
5	3.00	2.00	1	0
6	3.00	3.00	1	2
7	4.00	3.00	1	0
8	5.00	3.00	1	0
9	5.00	4.00	0	1
10	8.00	5.00	0	1

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 15.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	19	15	15.00	15	15.00	15.00	1	1.00
2	2.00	1.00	9	7	14.00	9	9.00	14.00	1	0.93
3	2.00	2.00	9	7	14.00	7	14.00	14.00	1	1.87
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	2	6.00	2	6.00	6.00	1	1.20
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	1.933	96.667
3	2.867	95.556

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 95.56 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 10.75 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	4
2	2.00	1.00	0	9
3	2.00	2.00	1	2
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	0
9	5.00	4.00	0	1
10	8.00	5.00	0	1

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 2.00 Ancho Sup: 1.00 Forcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	4	2	2.00	2	2.00	2.00	1	1.00
2	2.00	1.00	9	1	2.00	0	0.00	2.00	1	1.00
3	2.00	2.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 0.50 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	2
2	2.00	1.00	0	9
3	2.00	2.00	0	2
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	0
9	5.00	4.00	0	1
10	8.00	5.00	0	1

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 3.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	2	2	2.00	2	2.00	2.00	1	0.67
2	1.00	2.00	9	3	3.00	1	2.00	3.00	1	2.00
3	2.00	2.00	2	1	2.00	1	2.00	2.00	1	1.33
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.667	66.667
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 1.50 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	2
2	1.00	2.00	1	5
3	2.00	2.00	0	2
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	0
9	5.00	4.00	0	1
10	8.00	5.00	0	1

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 8.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	2	2	2.00	2	2.00	2.00	1	0.25
2	2.00	1.00	6	4	8.00	6	6.00	8.00	1	1.00
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	1.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	1.250	62.500

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 62.50 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 2.50 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	0
2	2.00	1.00	1	2
3	2.00	2.00	0	2
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	0
9	5.00	4.00	0	1
10	8.00	5.00	0	1

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 6.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	2	2	4.00	0	0.00	4.00	1	0.67
3	2.00	2.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.667	66.667

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 66.67 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 1.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	0
2	2.00	1.00	1	0
3	2.00	2.00	0	2
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	0
9	5.00	4.00	0	1
10	8.00	5.00	0	1

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 2.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

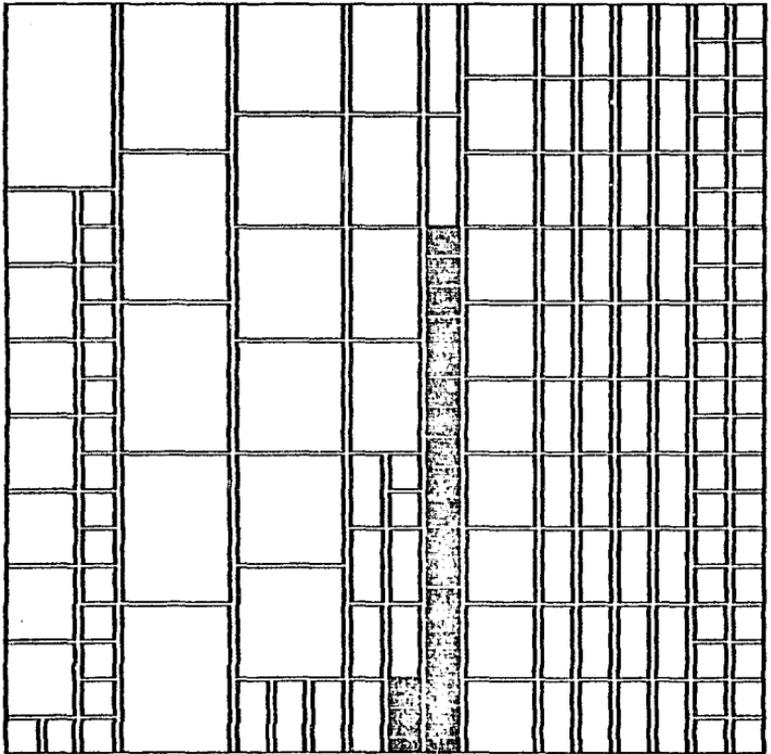
PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 14.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Maximo aprovechamiento de la Sup total: 96.25 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	1.00	1.00	0
2	2.00	1.00	0
3	2.00	2.00	2
4	3.00	1.00	0
5	3.00	2.00	0
6	3.00	3.00	2
7	4.00	3.00	0
8	5.00	3.00	0
9	5.00	4.00	1
10	8.00	5.00	1

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:02:01

Inicio: 18:58:31 Fin: 19:0:32

Numero de Rectangulos Asignados: 143

Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.85 seg.

Hora 19:0:44

Maximo aprovechamiento de la Sup total: 96.25 %

Debido a que existe un cierto porcentaje de desperdicio y que aun existen figuras por acomodar, se podria reescribir el problema, pero dividiendo la superficie total en dos o mas partes.

DESEA USTED VOLVERLO A INTENTAR (S/N) :N:

Fecha: 23/2/1988

Lectura de dimensiones de la Sup:

Hora: 19:1:20

Area Requerida: 470.00

Teclea el ancho de la Superficie: 20

(Te recomiendo un Largo de: 24)

Teclea el largo de la Superficie: 20_

NOTA: El Largo recomendado es pensando en un desperdicio minimo de la superficie. Los Rangos son: $0 < \text{Ancho} < 51$ y $0 < \text{Largo} < 101$.

HORA: 19:1:29

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [N]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 20.00 Ancho Sup: 20.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	59	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	49	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	19	10	20.00	10	20.00	20.00	1	2.00
4	3.00	1.00	2	2	6.00	2	2.00	6.00	1	0.30
5	3.00	2.00	4	4	12.00	4	8.00	12.00	1	1.20
6	3.00	3.00	8	6	18.00	6	18.00	18.00	1	2.70
7	4.00	3.00	5	5	20.00	5	15.00	20.00	1	3.00
8	5.00	3.00	1	1	5.00	1	3.00	5.00	1	0.75
9	5.00	4.00	1	1	5.00	1	4.00	5.00	1	1.00
10	8.00	5.00	1	1	8.00	1	5.00	8.00	1	2.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.300	30.000
2	2.000	100.000
3	3.000	100.000
4	3.300	82.500
5	5.000	100.000
6	5.700	95.000
7	6.200	88.571
8	7.700	96.250
9	8.000	88.889
10	8.900	89.000
11	9.200	83.636
12	9.200	76.667
13	9.700	74.615
14	10.000	71.429
15	10.900	72.667
16	11.200	70.000
17	11.200	65.882

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
18	11.650	64.722
19	11.950	62.895
20	12.200	61.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 61.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 61.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	59
2	2.00	1.00	0	49
3	2.00	2.00	1	9
4	3.00	1.00	1	0
5	3.00	2.00	1	0
6	3.00	3.00	1	2
7	4.00	3.00	1	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	1	0
10	8.00	5.00	1	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 12.00 Ancho Sup: 5.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	59	12	12.00	12	12.00	12.00	4	1.00
2	2.00	1.00	49	6	12.00	12	12.00	12.00	5	1.00
3	2.00	2.00	9	6	12.00	6	12.00	12.00	1	2.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	2	6.00	2	6.00	6.00	1	1.50
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	1	1	5.00	1	3.00	5.00	1	1.25
9	5.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000
3	3.000	100.000
4	4.000	100.000
5	5.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 15.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	4	11
2	2.00	1.00	1	43
3	2.00	2.00	0	9
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	0	0
10	8.00	5.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 15.00 Ancho Sup: 4.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	ni	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	11	11	11.00	11	11.00	11.00	1	0.73
2	1.00	2.00	43	15	15.00	7	14.00	15.00	2	2.00
3	2.00	2.00	9	7	14.00	7	14.00	14.00	1	1.87
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	2	6.00	2	6.00	6.00	1	1.20
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	1	1	5.00	0	0.00	5.00	1	1.00
9	5.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.733	73.333
2	2.000	100.000
3	2.733	91.111
4	4.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 15.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	11
2	1.00	2.00	2	13
3	2.00	2.00	0	9
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	0	0
10	8.00	5.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 3.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	11	3	3.00	3	3.00	3.00	2	1.00
2	1.00	2.00	13	3	3.00	1	2.00	3.00	1	2.00
3	2.00	2.00	9	1	2.00	1	2.00	2.00	1	1.33
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	0	0	0.60	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABELA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 1.50 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	2	5
2	1.00	2.00	0	13
3	2.00	2.00	0	9
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	0	0
10	8.00	5.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 8.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	5	5	5.00	5	5.00	5.00	1	0.63
2	2.00	1.00	13	4	8.00	8	8.00	8.00	2	1.00
3	2.00	2.00	9	4	8.00	4	8.00	8.00	1	2.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 4.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	5
2	2.00	1.00	2	5
3	2.00	2.00	0	9
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	0	0
10	8.00	5.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 14.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	5	5	5.00	5	5.00	5.00	1	0.36
2	2.00	1.00	5	5	10.00	0	0.00	10.00	1	0.71
3	2.00	2.00	9	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.714	71.429

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 71.43 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 2.50 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	5
2	2.00	1.00	1	0
3	2.00	2.00	0	9
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	0	0
10	8.00	5.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 4.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	5	4	4.00	4	4.00	4.00	1	1.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	9	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	3.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	3.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	4.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
9	5.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
10	8.00	5.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %

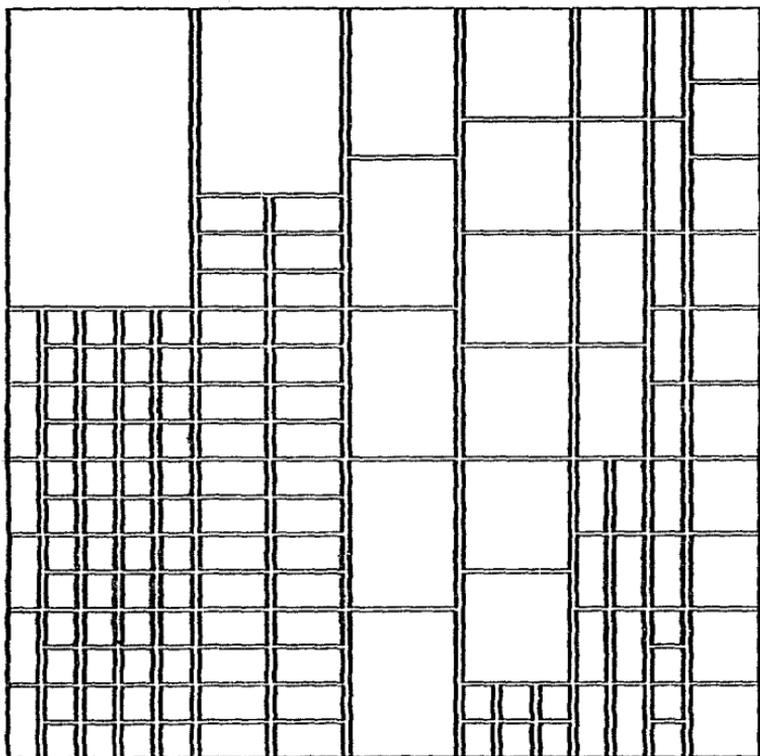
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 1.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	1
2	2.00	1.00	0	0
3	2.00	2.00	0	9
4	3.00	1.00	0	0
5	3.00	2.00	0	0
6	3.00	3.00	0	2
7	4.00	3.00	0	0
8	5.00	3.00	0	1
9	5.00	4.00	0	0
10	8.00	5.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Maximo aprovechamiento de la Sup total: 100.00 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	1.00	1.00	1
2	2.00	1.00	0
3	2.00	2.00	9
4	3.00	1.00	0
5	3.00	2.00	0
6	3.00	3.00	2
7	4.00	3.00	0
8	5.00	3.00	1
9	5.00	4.00	0
10	8.00	5.00	0

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:35

Inicio: 19:6:25 Fin: 19:7:0

Numero de Rectangulos Asignados: 136

Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.26 seg.

Como puede observarse en la primera soluci3n se acomod3 desde el principio la mayorfa de los rect3ngulos peque1os y quedaron asi ya muy pocos rect3ngulos para completar los huecos finales. Esta necesidad de rect3ngulos peque1os para acomodar al ultimo se reafirma al observar la gr3fica y ver el espacio desperdiciado que qued3 sin asignar.

En la segunda soluci3n podemos observar como ninguna tira de rect3ngulos peque1os qued3 ocupando todo el largo de la superficie, y que estos realmente si se ocuparon para llenar los agujeros que quedaban sin utilizar. Otra ventaja adicional consiste que en el tiempo de procesamiento se redujo considerablemente debido a la reducci3n en que el n1mero de tiras candidatas, por lo que las combinaciones para el algoritmo cuando efect1a la asignaci3n en toda la superficie se redujeron tambi3n.

Como conclusi3n final podemos decir que realmente si es mejor dejar los rect3ngulos m3s peque1os al final, o que siempre hay que tratar de acomodar los rect3ngulos mayores al principio.

Ejemplo 4)

Este ejemplo es exactamente el mismo que el ejemplo 2, solo que los tipos de soluci3n que se proponen son diferentes.

Solució:

Además del tipo de la solución propuesta en el ejemplo número 2, se han propuesto otros dos tipos de soluciones, pero estas se basan en la mejora del ejemplo anterior, es decir, en la utilización de los rectángulos pequeños para llenar los huecos finales solamente.

Así, una propuesta será realizar el procedimiento normal, utilizando toda la superficie pero sin acomodar los rectángulos chicos al principio y la otra será la de subdividir la superficie y también utilizar los rectángulos chicos al final.

No hay que olvidar que siempre se tratarán de llenar los agujeros si ocupar también.

A continuación se pueden observar los resultados impresos por computadora:

FECHA: 23/2/1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 19:7:49

MENU DE OPCIONES :

- 1.- Cargar los datos de las figuras
- 2.- Ordenamiento de las figuras.
- 3.- Trazado de los Tipos de Rectangulos
- 4.- Variables del programa
- 5.- Terminar

Cual opción desea.(1/2/3/4/5) : :

FECHA: 23/2/1988

ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 19:8:5

El presente proceso le permite cargar los datos de un problema de ordenamiento de figuras rectangulares en una superficie de dos dimensiones. Usted tiene las siguientes opciones:

- 1) Archivo Secuencial. Este debe de contener el número de tipos distintos de rectángulos, el largo, ancho y los requerimientos de cada tipo de rectángulo. (Es importante acceder un tipo de dato por renglón).
- 2) Acceso por Teclado. Por este apartado, usted puede cargar los datos desde el teclado de su computador y al final el programa le da la opción de guardar los datos en en archivo.
- 3) No carga datos. Regresa al menú principal.

Telee su elección. (1/2/3) :2:

TIPO	LARGO	ANCHO	REQUERIMIENTO
1	1.00	1.00	3
2	2.00	1.00	3
3	2.00	2.00	2
4	4.00	4.00	4
5	5.00	3.00	5
6	6.00	3.00	2

Debe de teclear Largo, Ancho y el Requerimiento de cada tipo de rectángulo, después de cada dato teclee <RETURN>

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Fecha: 23/2/1988	Lectura de dimensiones de la Sup:	Hora: 19:8:58
------------------	-----------------------------------	---------------

Area Requerida: 192.00

Teclea el ancho de la Superficie: 19

(Te recomiendo un Largo de: 10)

Teclea el largo de la Superficie: 10_

NOTA: El Largo recomendado es pensando en un desperdicio minimo de la superficie. Los Rangos son: $0 < \text{Ancho} < 51$ y $0 < \text{Largo} < 101$.

HORA: 19:9:23

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [y]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen
al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 19.00 Ancho Sup: 10.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	0.42
4	4.00	4.00	4	4	16.00	4	16.00	16.00	1	3.37
5	5.00	3.00	5	3	15.00	5	15.00	15.00	1	2.37
6	6.00	3.00	2	2	12.00	2	6.00	12.00	1	1.89

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	0.421	21.053
3	2.368	78.947
4	3.368	84.211
5	3.368	67.368
6	4.263	71.053
7	5.737	81.955
8	5.737	71.711
9	6.158	68.421
10	7.632	76.316

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 76.32 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 76.32 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	2.00	1.00	0	3
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	1	0
5	5.00	3.00	1	2
6	6.00	3.00	1	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 7.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	0.43
2	2.00	1.00	3	3	6.00	3	3.00	6.00	1	0.86
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	1.14
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	2	1	5.00	0	0.00	5.00	1	2.14
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.857	85.714
2	1.286	64.286
3	2.143	71.429

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 71.43 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 7.89 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	2.00	1.00	0	3
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	1	1
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 3.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	1.00
2	1.00	2.00	3	3	3.00	1	2.00	3.00	1	2.00
3	2.00	2.00	2	1	2.00	1	2.00	2.00	1	1.33
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 3.16 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nli	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	1.00	2.00	1	0
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	0	1
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 4.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80
 Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	0.75
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	2.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.750	75.000
2	2.000	100.000
3	2.750	91.667

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 91.67 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 5.79 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	0
2	2.00	1.00	0	0
3	2.00	2.00	1	0
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	0	1
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 1.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

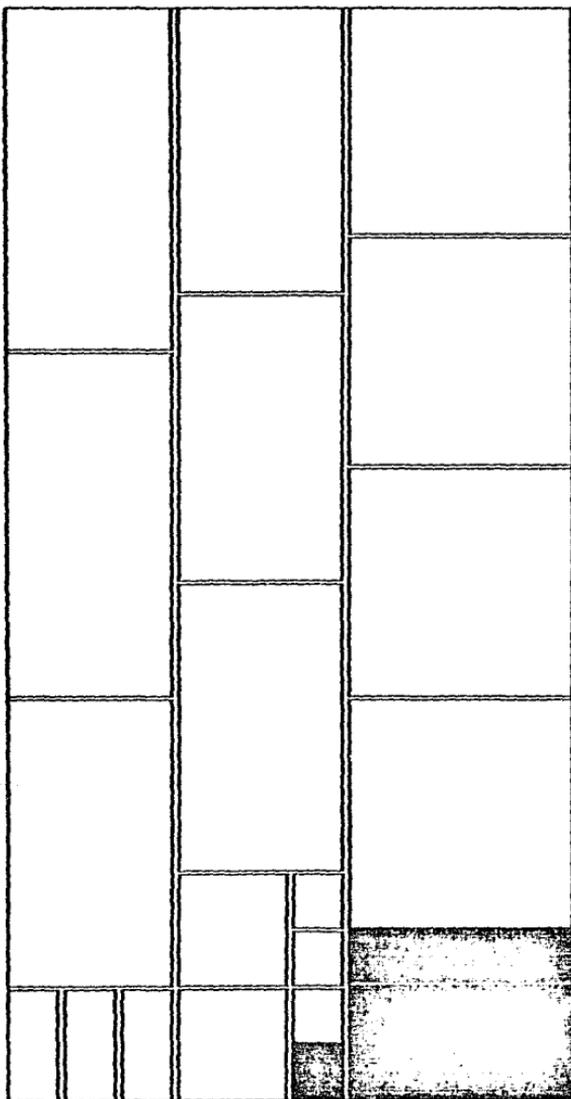
PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 4.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Máximo aprovechamiento de la Sup total: 93.16 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	1.00	1.00	0
2	2.00	1.00	0
3	2.00	2.00	0
4	4.00	4.00	0
5	5.00	3.00	1
6	6.00	3.00	0

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:08
Inicio: 19:14:4 Fin: 19:14:12
Numero de Rectangulos Asignados: 18
Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.44 seg.

Hora 19:14:52

Máximo aprovechamiento de la Sup total: 93.16 %

Debido a que existe un cierto porcentaje de desperdicio y que aun existen figuras por acomodar, se podría reescribir el problema, pero dividiendo la superficie total en dos o mas partes.

DESEA USTED VOLVERLO A INTENTAR (S/N) :5:

Hora: 19:15:39

Existen dos opciones:

- A) Usted divide la Superficie.
- B) Yo calculo la division de la superficie total.

CUAL OPCION DESEA (A/B) :A:

Hora: 19:15:8

El largo de la Sup es: 19.00 y el ancho es: 10.00

Existen dos opciones:

- A) Dividir la Superficie a lo largo.
- B) Dividir la Superficie a lo ancho.

CUAL OPCION DESEA (A/B) :A:

Hora: 19:15:11

El largo de la Sup es: 19.00 y el ancho es: 10.00

Existen dos opciones:

- A) Dividir la Superficie a lo largo.
- B) Dividir la Superficie a lo ancho.

Tecla el Nuevo Largo: 16

HORA: 19:15:32

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [N]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 16.00 Ancho Sup: 10.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	0.50
4	4.00	4.00	4	4	16.00	4	16.00	16.00	1	4.00
5	5.00	3.00	5	3	15.00	5	15.00	15.00	1	2.81
6	6.00	3.00	2	2	12.00	2	6.00	12.00	1	2.25

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	0.500	25.000
3	2.813	93.750
4	4.000	100.000
5	4.000	80.000
6	5.063	84.375
7	6.813	97.321
8	6.813	85.156
9	7.313	81.250
10	9.063	90.625

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 90.63 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 76.32 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	2.00	1.00	0	3
3	2.00	2.00	0	2
4	4.00	4.00	1	0
5	5.00	3.00	1	2
6	6.00	3.00	1	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 4.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	0.75
2	2.00	1.00	3	2	4.00	3	3.00	4.00	1	1.00
3	2.00	2.00	2	2	4.00	2	4.00	4.00	1	2.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000
3	3.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 6.32 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	3
2	2.00	1.00	1	1
3	2.00	2.00	1	0
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	0	2
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 3.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80
 Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	3	3	3.00	3	3.00	3.00	1	1.00
2	2.00	1.00	1	1	2.00	0	0.00	2.00	1	0.67
3	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	2	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 1.58 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nli	Req
1	1.00	1.00	1	0
2	2.00	1.00	0	1
3	2.00	2.00	0	0
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	0	2
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 10.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	1.00	1	1	2.00	1	1.00	2.00	0	0.20
3	2.00	2.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	4.00	4.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	5.00	3.00	2	2	10.00	0	0.00	10.00	1	3.00
6	6.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

... TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	0.000	0.000
3	3.000	100.000

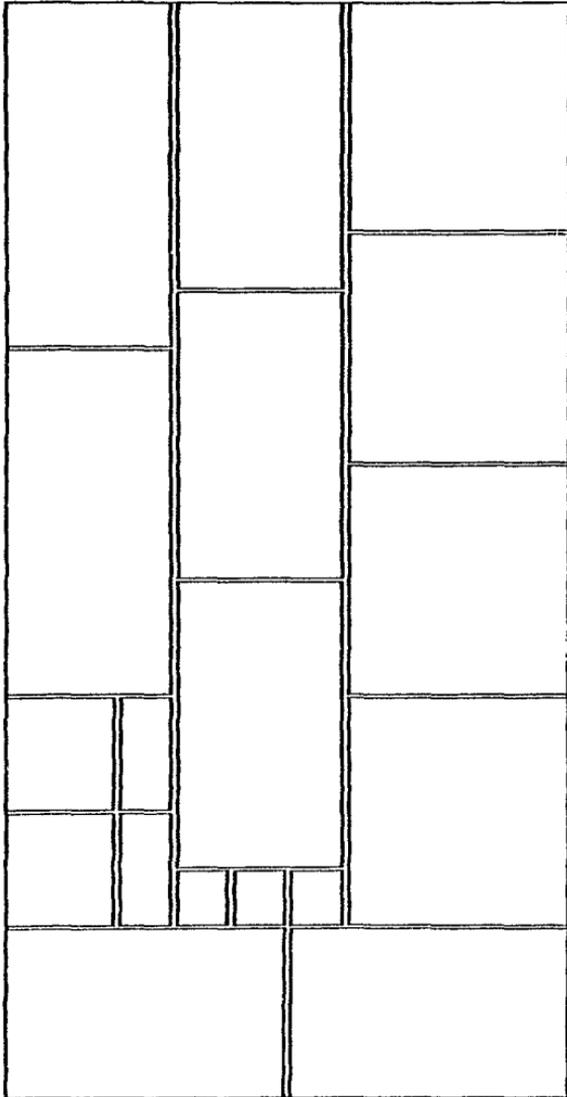
El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 15.79 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	0
2	2.00	1.00	0	1
3	2.00	2.00	0	0
4	4.00	4.00	0	0
5	5.00	3.00	1	0
6	6.00	3.00	0	0

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Maximo aprovechamiento de la Sup total: 100.00 %

Tipo	Li	Wi	Req
------	----	----	-----

1	1.00	1.00	0
2	2.00	1.00	1
3	2.00	2.00	0
4	4.00	4.00	0
5	5.00	3.00	0
6	6.00	3.00	0

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:07

Inicio: 19:19:38 Fin: 19:19:45

Numero de Rectangulos Asignados: 18

Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.39 seg.

La solución de la propuesta número 1 resultó ser exactamente igual a la del ejemplo 2, pero la solución de la propuesta 2 resultó ser mejor que ambas. Esto volvió a ocurrir como consecuencia de la subdivisión adecuada de la superficie.

Ejemplo 5)

Este ejemplo es similar al anterior, solo que es más complejo en cuanto a los datos que se manejan.

A continuación se muestran los datos dados, la solución gráfica y las estadísticas en cuanto a números de piezas asignadas y tiempo promedio de asignación por pieza.

FECHA: 23/2/1988 ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 19:22:13

MENU DE OPCIONES :

- 1.- Cargar los datos de las figuras
- 2.- Ordenamiento de las figuras.
- 3.- Trazado de los Tipos de Rectangulos
- 4.- Variables del programa
- 5.- Terminar

Cual opción desea.(1/2/3/4/5) :1:

FECHA: 23/2/1988 ORDENAMIENTO DE FIGURAS RECTANGULARES

HORA: 19:22:12

El presente proceso le permite cargar los datos de un problema de ordenamiento de figuras rectangulares en una superficie de dos dimensiones. Usted tiene las siguientes opciones:

- 1) Archivo Secuencial. Este debe de contener el número de tipos distintos de rectángulos, el largo, ancho y los requerimientos de cada tipo de rectángulo. (Es importante acceder un tipo de dato por renglón).
- 2) Acceso por Teclado. Por este apartado, usted puede cargar los datos desde el teclado de su computador y al final el programa le da la opción de guardar los datos en en archivo.
- 3) No carga datos. Regresa al menú principal.

Teclee su elección. (1/2/3) :2:

TIPO	LARGO	ANCHO	REQUERIMIENTO
1	1.00	1.00	31
2	2.00	2.00	51
3	5.00	3.00	37
4	5.00	8.00	31
5	10.00	4.00	43
6	3.00	2.00	34
7	5.00	4.00	31
8	7.00	6.00	32

Debe de teclear Largo, Ancho y el Requerimiento de cada tipo de rectángulo, después de cada dato teclee <RETURN>

PRISIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Fecha: 23/2/1988

Lectura de dimensiones de la Sup:

Hora: 19:27:16

Area Requerida: 5918.00

Teclea el ancho de la Superficie: 50

(Te recomiendo un Largo de: 118)

Teclea el largo de la Superficie: 100

NOTA: El Largo recomendado es pensando en un desperdicio minimo de la superficie. Los Rangos son: $0 < \text{Ancho} < 51$ y $0 < \text{Largo} < 101$.

HORA: 19:27:42

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [N]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen
al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 100.00 Ancho Sup: 50.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	31	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	2.00	51	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	5.00	3.00	37	20100.00		33	99.00100.00		1	3.00
4	5.00	8.00	31	20100.00		12	96.00100.00		1	8.00
5	10.00	4.00	43	10100.00		25	100.00100.00		4	4.00
6	3.00	2.00	34	33	99.00	34	68.00	99.00	1	1.98
7	5.00	4.00	31	20100.00		25	100.00100.00		1	4.00
8	7.00	6.00	32	14	98.00	16	96.00	98.00	2	5.88

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	1.980	99.000
3	3.000	100.000
4	4.000	100.000
5	4.980	99.600
6	5.980	99.657
7	7.000	100.000
8	8.000	100.000
9	8.980	99.776
10	9.980	99.800
11	11.000	100.000
12	12.000	100.000
13	12.980	99.846
14	13.980	99.857
15	15.000	100.000
16	16.000	100.000
17	16.980	99.882

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
18	17.980	99.889
19	19.000	100.000
20	20.000	100.000
21	20.980	99.905
22	21.980	99.909
23	23.000	100.000
24	24.000	100.000
25	24.980	99.920
26	25.980	99.923
27	27.000	100.000
28	28.000	100.000
29	28.980	99.931
30	29.980	99.933
31	31.000	100.000
32	31.980	99.952
33	32.980	99.939
34	33.880	99.647

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
35	34.860	99.600
36	35.860	99.611
37	36.860	99.676
38	37.740	99.316
39	38.860	99.641
40	39.760	99.400
41	40.740	99.366
42	41.740	99.381
43	42.760	99.442
44	42.760	97.182
45	44.740	99.422
46	44.740	97.261
47	44.740	95.191
48	44.740	93.208
49	44.740	91.306
50	44.740	89.480

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 89.48 %
 El porcentaje PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR es: 89.48 %

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	31
2	2.00	2.00	0	51
3	5.00	3.00	1	17
4	5.00	8.00	1	11
5	10.00	4.00	4	3
6	3.00	2.00	1	1
7	5.00	4.00	1	11
8	7.00	6.00	2	4

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 12.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	31	12	12.00	12	12.00	12.00	2	1.00
2	2.00	2.00	51	6	12.00	6	12.00	12.00	1	2.00
3	5.00	3.00	17	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	8.00	5.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	10.00	4.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	2.00	1	1	3.00	0	0.00	3.00	1	0.50
7	5.00	4.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	7.00	6.00	4	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000
2	2.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 0.48 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	2	7
2	2.00	2.00	0	51
3	5.00	3.00	0	17
4	8.00	5.00	0	11
5	10.00	4.00	0	3
6	3.00	2.00	0	1
7	5.00	4.00	0	11
8	7.00	6.00	0	4

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 2.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direction: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	li	bi	ki
1	1.00	1.00	7	2	2.00	2	2.00	2.00	1	1.00
2	2.00	2.00	51	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	5.00	3.00	17	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	8.00	5.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	10.00	4.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	2.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	5.00	4.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	7.00	6.00	4	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	1.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 0.04 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	5
2	2.00	2.00	0	51
3	5.00	3.00	0	17
4	8.00	5.00	0	11
5	10.00	4.00	0	3
6	3.00	2.00	0	1
7	5.00	4.00	0	11
8	7.00	5.00	0	4

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 100.00 Ancho Sup: 5.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	5	5	5.00	5	5.00	5.00	0	0.05
2	2.00	2.00	51	50	100.00	50	100.00	100.00	1	2.00
3	5.00	3.00	17	17	85.00	17	51.00	85.00	1	2.55
4	8.00	5.00	11	11	88.00	0	0.00	88.00	1	4.40
5	10.00	4.00	3	3	30.00	0	0.00	30.00	1	1.20
6	3.00	2.00	1	1	3.00	1	2.00	3.00	0	0.06
7	5.00	4.00	11	11	55.00	11	44.00	55.00	1	2.20
8	7.00	6.00	4	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	2.000	100.000
3	2.550	85.000
4	2.550	63.750
5	4.550	91.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 91.00 %
El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 9.10 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	5
2	2.00	2.00	1	1
3	5.00	3.00	1	0
4	8.00	5.00	0	11
5	10.00	4.00	0	3
6	3.00	2.00	0	1
7	5.00	4.00	0	11
8	7.00	5.00	0	4

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 15.00 Ancho Sup: 3.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	5	5	5.00	5	5.00	5.00	1	0.33
2	2.00	2.00	1	1	2.00	1	2.00	2.00	0	0.27
3	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	8.00	5.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	10.00	4.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	2.00	1	1	3.00	1	2.00	3.00	0	0.40
7	5.00	4.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	7.00	5.00	4	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.333	33.333
2	0.333	16.667
3	0.333	11.111

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 11.11 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 0.10 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	1	0
2	2.00	2.00	0	1
3	5.00	3.00	0	0
4	8.00	5.00	0	11
5	10.00	4.00	0	3
6	3.00	2.00	0	1
7	5.00	4.00	0	11
8	7.00	6.00	0	4

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 10.00 Ancho Sup: 1.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	2.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	8.00	5.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	10.00	4.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	2.00	1	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
7	5.00	4.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	7.00	6.00	4	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

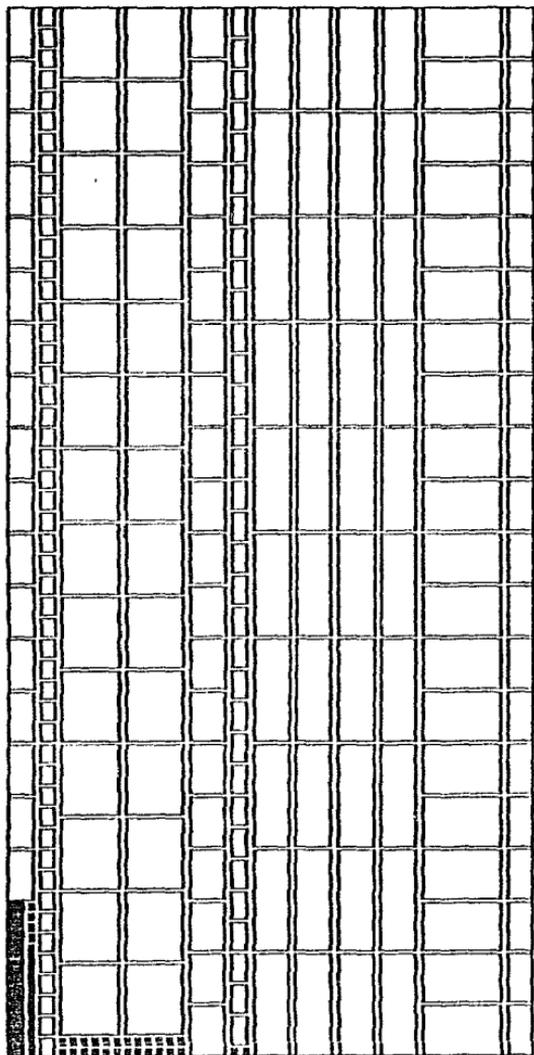
PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 15.00 Ancho Sup: 2.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	2.00	1	1	2.00	1	2.00	2.00	0	0.27
3	5.00	3.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
4	8.00	5.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
5	10.00	4.00	3	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
6	3.00	2.00	1	1	3.00	0	0.00	3.00	0	0.40
7	5.00	4.00	11	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
8	7.00	6.00	4	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Maximo aprovechamiento de la Sup total: 99.20 %

Tipo	Li	Wi	Req
1	1.00	1.00	0
2	2.00	2.00	1
3	5.00	3.00	0
4	8.00	5.00	11
5	10.00	4.00	3
6	3.00	2.00	1
7	5.00	4.00	11
8	7.00	6.00	4

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:00:48
Inicio: 19:42:6 Fin: 19:42:54
Numero de Rectangulos Asignados: 259
Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 0.19 seg.

Hora 19:33:29

Maximo aprovechamiento de la Sup total: 99.20 %

Debido a que existe un cierto porcentaje de desperdicio y que aun existen figuras por acomodar, se podria reescribir el problema, pero dividiendo la superficie total en dos o mas partes.

DESEA USTED VOLVERLO A INTENTAR (S/N) :S:

Hora: 19:33:33

Existen dos opciones:

- A) Usted divide la Superficie.
- B) Yo calculo la division de la superficie total.

CUAL OPCION DESEA (A/B) :A:

Hora: 19:33:43

El largo de la Sup es: 100.00 y el ancho es: 50.00

Existen dos opciones:

- A) Dividir la Superficie a lo largo.
- B) Dividir la Superficie a lo ancho.

CUAL OPCION DESEA (A/B) : :

Hora: 19:33:49

El largo de la Sup es: 100.00 y el ancho es: 50.00

Existen dos opciones:

- A) Dividir la Superficie a lo largo.
- B) Dividir la Superficie a lo ancho.

Tecllea el Nuevo Largo: 40

HORA: 19:34:10

Desea que los rectangulos chicos se acomoden al Principio.

[S/N] [N]

Nota: En base a la experiencia se recomienda que se dejen
al ultimo los rectangulos mas chicos (trata ambas).

Largo Sup: 50.00 Ancho Sup: 40.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Vertical

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	31	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
2	2.00	2.00	51	0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
3	5.00	3.00	37	10	50.00	16	48.00	50.00	3	3.00
4	5.00	3.00	31	10	50.00	6	48.00	50.00	3	3.00
5	10.00	4.00	43	5	50.00	12	48.00	50.00	3	4.00
6	2.00	3.00	34	25	50.00	16	48.00	50.00	1	3.00
7	5.00	4.00	31	10	50.00	12	48.00	50.00	3	4.00
8	7.00	6.00	32	7	49.00	8	48.00	49.00	4	5.88

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.000	0.000
2	0.000	0.000
3	3.000	100.000
4	4.000	100.000
5	4.000	80.000
6	5.000	100.000
7	7.000	100.000
8	8.000	100.000
9	9.000	100.000
10	10.000	100.000
11	11.000	100.000
12	12.000	100.000
13	13.000	100.000
14	14.000	100.000
15	15.000	100.000
16	16.000	100.000
17	17.000	100.000

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
18	18.000	100.000
19	19.000	100.000
20	20.000	100.000
21	21.000	100.000
22	22.000	100.000
23	23.000	100.000
24	24.000	100.000
25	25.000	100.000
26	26.000	100.000
27	27.000	100.000
28	28.000	100.000
29	29.000	100.000
30	30.000	100.000
31	31.000	100.000
32	32.000	100.000
33	33.000	100.000
34	34.000	100.000

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
35	35.000	100.000
36	36.000	100.000
37	37.000	100.000
38	38.000	100.000
39	39.000	100.000
40	40.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %

El porcentaje total de aprovech. de la sup. es: 40.00 %

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	NLi	Req
1	1.00	1.00	0	31
2	2.00	2.00	0	51
3	5.00	3.00	0	37
4	5.00	8.00	3	1
5	10.00	4.00	4	23
6	2.00	3.00	0	34
7	5.00	4.00	0	31
8	7.00	6.00	0	32

PRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

Largo Sup: 60.00 Ancho Sup: 50.00 Porcent para aceptar una tira: 0.80

Direccion: Horizontal

Tipo	Li	Wi	Req	mi	Ei	mip	Eip	Li	bi	ki
1	1.00	1.00	31	31	31.00	31	31.00	31.00	1	0.52
2	2.00	2.00	51	30	60.00	30	60.00	60.00	1	2.00
3	5.00	3.00	37	12	60.00	20	60.00	60.00	3	3.00
4	8.00	5.00	1	1	8.00	1	5.00	8.00	0	0.67
5	10.00	4.00	23	6	60.00	15	60.00	60.00	3	4.00
6	3.00	2.00	34	20	60.00	30	60.00	60.00	1	2.00
7	5.00	4.00	31	12	60.00	15	60.00	60.00	2	4.00
8	6.00	7.00	32	10	60.00	8	56.00	60.00	3	7.00

PREIONE <RETURN> PARA CONTINUAR

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
1	0.517	51.667
2	2.000	100.000
3	3.000	100.000
4	4.000	100.000
5	5.000	100.000
6	6.000	100.000
7	7.000	100.000
8	8.000	100.000
9	9.000	100.000
10	10.000	100.000
11	11.000	100.000
12	12.000	100.000
13	13.000	100.000
14	14.000	100.000
15	15.000	100.000
16	16.000	100.000
17	17.000	100.000

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
18	18.000	100.000
19	19.000	100.000
20	20.000	100.000
21	21.000	100.000
22	22.000	100.000
23	23.000	100.000
24	24.000	100.000
25	25.000	100.000
26	26.000	100.000
27	27.000	100.000
28	28.000	100.000
29	29.000	100.000
30	30.000	100.000
31	31.000	100.000
32	32.000	100.000
33	33.000	100.000
34	34.000	100.000

TABLA DEL PROCESO DE ASIGNACION

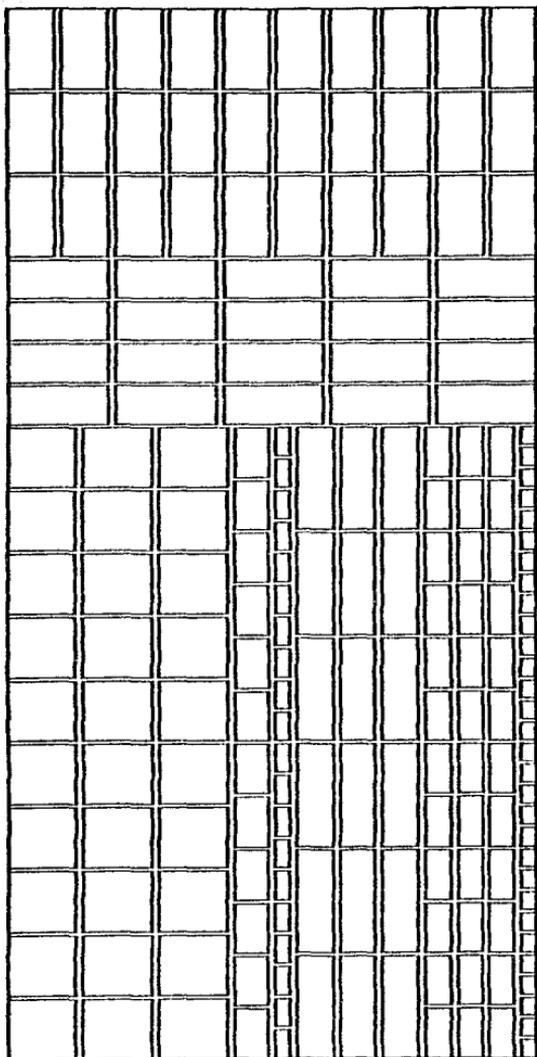
Con un ancho:	Se utiliza:	Porcentaje:
35	35.000	100.000
36	36.000	100.000
37	37.000	100.000
38	38.000	100.000
39	39.000	100.000
40	40.000	100.000
41	41.000	100.000
42	42.000	100.000
43	43.000	100.000
44	44.000	100.000
45	45.000	100.000
46	46.000	100.000
47	47.000	100.000
48	48.000	100.000
49	49.000	100.000
50	50.000	100.000

El porcentaje de aprovechamiento de la sup. es: 100.00 %
 El porcentajPRESIONE <RETURN> PARA CONTINUAR s: 60.00 %

Asignacion de Tiras y Nuevos Requerimientos

Tipo	Li	Wi	Nti	Req
1	1.00	1.00	0	31
2	2.00	2.00	1	21
3	5.00	3.00	3	1
4	8.00	5.00	0	1
5	10.00	4.00	3	5
6	3.00	2.00	1	14
7	5.00	4.00	1	19
8	6.00	7.00	3	2

PRESSIONE <RETURN> PARA CONTINUAR



Maximo aprovechamiento de la Sup total: 100.00 %

Tipo	Li	Wi	Req
------	----	----	-----

1	1.00	1.00	31
2	2.00	2.00	21
3	5.00	3.00	1
4	8.00	5.00	1
5	10.00	4.00	5
6	3.00	2.00	14
7	5.00	4.00	19
8	7.00	6.00	2

Tiempo Utilizado para el Acomodamiento: 00:06:04

Inicio: 19:43:21 Fin: 19:49:25

Numero de Rectangulos Asignados: 196

Tiempo Promedio por Asignacion de cada Pieza: 1.86 seg.

Como podemos observar, la solucim mejoró al subdividir la superficie en cuanto al porcentaje aprovechado, pero no fue así con el tiempo de procesamiento, el cual resultó 6 veces superior que el que no se subdividió. En este caso se sacrificó una cosa por otra.

CONCLUSIONES

Los resultados que obtuvimos utilizando el algoritmo de Albano - Adamowicz descrito en el presente trabajo, indican que el algoritmo propuesto será una herramienta útil para obtener una extremadamente buena aproximación al mínimo de desperdicio en el acomodamiento de figuras rectangulares sobre una superficie de dos dimensiones.

Dentro de este algoritmo se incluyen los siguientes puntos:

- 1) Existen una o más superficies donde poder acomodar los rectángulos.
- 2) Existen uno o más tipos de rectángulos para acomodar.
- 3) Existe la restricción de no encimar rectángulos sobre rectángulos.
- 4) Existe la necesidad de producir solamente un número exacto de por cada tipo de pieza a acomodar, o la necesidad de aprovechar al máximo una o varias superficies sin que necesariamente se utilicen todos los rectángulos que se requieren colocar en la superficie.

Debido al alcance de Multietapas, el algoritmo puede manejar problemas en el que las dimensiones de la superficie donde se

acomodan los rectángulos pueden variar en magnitud, y donde además, el número de rectángulos de cada tipo y el número de tipos de rectángulos pueden variar también.

Así, las conclusiones al algoritmo presentado son las siguientes:

PRIMERA.

El rotamiento de las figuras rectangulares a 90 grados permitió una mejor utilización de la superficie, pero el tiempo de procesamiento se hizo mayor debido a que el programa de cómputo ejecutó la rutina del proceso de rotación para verificar un mejor aprovechamiento a lo largo de la superficie de dos dimensiones. Con este rotamiento lo que se logró es maximizar el aprovechamiento a lo largo de la superficie, permitiéndo así una mayor utilización de ella.

SEGUNDA.

La implementación que nosotros propusimos para el algoritmo resultó acertada debido a que no es factible tratar de acomodar n

tiras donde a lo más solo es posible colocar $n-1$ tiras, por lo que los cálculos para la obtención de la asignación óptima se debe hacer sobre las tiras que se pueden colocar a lo más y no sobre todas las que se requieren, como inicialmente se establecía en el algoritmo de Albano - Adamowicz.

TERCERA.

Como conclusión a la subdivisión de la superficie podemos notar que al realizar el primer cálculo para el acomodamiento de los rectángulos, el tiempo de procesamiento se incrementó debido a el aumento de las combinaciones de todas las tiras posibles por acomodar, ya que como no se estaba tomando en cuenta una parte de la superficie, es lógico suponer que el número de tiras aumentó. Así mismo, para la segunda parte de la superficie el tiempo de procesamiento disminuyó debido a el decremento de las combinaciones.

Existe una desventaja para este alcance, y es que se necesita tener experiencia o en su defecto, tener que realizar una serie de pruebas sobre combinaciones factibles, para poder alcan-

zar una solución mejor que a la que se obtiene sin subdividir la superficie. Si no se cuenta con esta experiencia, es difícil obtener buenas soluciones, ya que por lo general las soluciones obtenidas pueden ser pobres, o en el mejor de los casos pueden alcanzar a la solución obtenida sin subdividir la superficie.

CUARTA.

El algoritmo provee una buena aproximación al óptimo siempre y cuando el largo de las tiras abarque casi todo el largo de la superficie, de otra manera, la mejor opción será primero subdividir la superficie y luego realizar el proceso de acomodamiento.

QUINTA.

Sabemos que entre más se cubran los espacios u hoyos desperdiciados mejor será el aprovechamiento de la superficie, por lo que si en vez de acomodar las tiras con los rectángulos con dimensiones más pequeñas al principio las dejamos al final, esto nos representará, una mayor utilización de los hoyos y por lo tanto una mejor utilización de la superficie total. Otra de las

ventajas de este alcance, además de la de maximizar el aprovechamiento de la superficie, es la reducción del tiempo de procesamiento, ya que el número de combinaciones al inicio del proceso disminuye por no utilizar las tiras que se generarían con los rectángulos pequeños.

SEXTA.

Cualquier figura regular o irregulares se puede encuadrar en un rectángulo, por lo que nuestro sistema de cómputo puede resolver cualquier tipo de problema de acomodamiento de dos dimensiones. Así pues, entre más similares sean las figuras que se desean acomodar en el rectángulo en que se inscriben, menor será el desperdicio parcial y por lo tanto, el desperdicio total de la superficie será también menor, obteniendo así un mayor aprovechamiento.

SEPTIMA

Nosotros encontramos que el tiempo promedio por pieza asignada decrementa cuando el número promedio de piezas por tipo en los requerimientos incrementa, e incrementa cuando el número de tipos de rectángulos aumenta.

Aunque los resultados obtenidos utilizando este procedimiento en general no alcanzan el máximo aprovechamiento, nosotros consideramos que estos resultados son extremadamente buenos, tomando en cuenta el tipo de computadora que seleccionamos y el tiempo de procesamiento que utilizó el programa.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- 1) NICOS CHRISTOFIDES, CHARLES WHITLOCK, (1976) "AN ALGORITHM FOR TWO-DIMENSIONAL CUTTING PROBLEMS", OPERATIONAL RESEARCH, VOL. 25, NO. 1, ENERO-FEBRERO 1977.
- 2) STEPHEN P. BRADLEY, ARNOLDO C. HAX & THOMAS L. MAGNANTI, (1977) "APPLIED MATHEMATICAL PROGRAMMING". EDITORIAL ADDISON WESLEY, VOL 1.

REVISTAS:

- 1) A. BRONSOILER, (1983), "PERFORMANCE TESTING OF IRREGULAR PARTS NESTING SYSTEM FOR FLAME CUTTING AND OTHER INDUSTRIAL APPLICATIONS", INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT, UW - MADISON.
- 2) ALBANO, A. AND MICHAEL ADAMOWICZ (1976), "A SOLUTION OF THE RECTANGULAR CUTTING-STOCK PROBLEM". IEEE TRANSACTION ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, VOL 6, NO. 4.
- 3) ALBANO, A. AND SAPUPPO, G. (1980), "OPTIMAL ALLOCATION OF TWO DIMENSIONAL IRREGULAR SHAPES USING HEURISTIC SEARCH METHODS", IEEE TRANSACTION ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS. VOL SHS 10, NO. 5.
- 4) ALBANO, A. (1977). "A METHOD TO IMPROVE TWO - DIMENSIONAL LAYOUT, COMPUTER AIDED DESIGN". VOL 9, NO. 1.

- 5) ERNESTO BRIBIESCA, (1981). "ARITHMETIC OPERATIONS AMONG SHAPES USING SHAPE NUMBERS". RESEARCH DEPARTAMENT, DETENAL-SPP. VOL 12, NO. 2, PP. 123-137.
- 6) HART, PETER E., (1968), "A FORMAL BASIS FOR THE HEURISTIC DETERMINATION OF MINIMUM COST PATHS". IEEE TRANSACTIONS OF SYSTEMS SCIENCE AND CYBERNETICS, VOL SSC-4, NO. 2, JULIO DE 1968.
- 7) ISRANI, S. AND SANDERS, J.L. (1982). "TWO DIMENSIONAL CUTTING STOCK RESEARCH; A REVIEW AND A NEW ALGORITHM", JORNAL IF MANUFACTURING SYSTEM. VOL 1, NO. 2.
- 8) M. A. MURRAY - LASSO, "LA OPTIMIZACION DEL CORTE DE ROLLOS DE PAPEL PERIODICO PARA MINIMIZAR EL DESPERDICIO". DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE INGENIERIA, U. N. A. M.