

01132
23



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA SIMULAR
UNA PLANTA DE CONCRETO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A N :

ROSALVA MIREYA CRESPO GÓMEZ
MANUEL LÓPEZ DE NAVA CEBALLOS

DIRECTOR: ING. ALBERTO TEMPLOS CARBAJAL

MÉXICO D. F.

2003



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

Dedicada a aquellos que creen en mi...

A toda mi familia...

En especial a mis padres,
a quienes les debo todo...

Gracias!

Va...

Manuel López de Nava Ceballos

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo académico.

NOMBRE: Rosalva Mirayo Crespo Gómez

FECHA: 24 Nov. 2003

FIRMA: [Firma]

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo académico.

NOMBRE: Manuel López de Nava C.

FECHA: 24 - Nov - 2003

FIRMA: [Firma]

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRÓLOGO

En este trabajo, se presenta el desarrollo de un sistema cuyo objetivo es simular el comportamiento de una planta de concreto por el número de días y la cantidad de camiones que le indiquemos.

En el capítulo 1 se presenta una breve introducción del problema a resolver.

En el capítulo 2 se describen conceptos relacionados con la simulación y modelado de sistemas, así como las etapas del ciclo de desarrollo de los mismos.

En los capítulos 3, 4 y 5 se describen los diferentes modelos de simulación, la manera en que opera la planta de concreto y la forma en que se modelarán los pedidos del cliente.

Los capítulos 6 y 7 muestran el modelo esquemático de las operaciones de la planta y cómo analizar los resultados.

El capítulo 8 nos presenta una manera alternativa para generar la información necesaria para el funcionamiento del sistema.

Los capítulos 9, 10 y 11 describen de manera general, el proceso de solución, el desarrollo e implementación del sistema y algunos ejemplos de la salida del programa.

Finalmente, en los capítulos 12 y 13 se encuentran las conclusiones y la bibliografía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción.....	1
Capítulo 2. Concepto de Simulación y Sistemas.....	3
2.1. Sistemas y modelos.....	3
2.2. El proceso de construcción de modelos: modelos matemáticos.....	8
2.3. Conceptos de diseño y análisis de sistemas.....	10
2.4. Necesidad del análisis y el diseño de sistemas.....	12
2.5. El ciclo del desarrollo de los sistemas.....	14
Capítulo 3. Modelos de Simulación.....	18
Capítulo 4. El Proceso de Simulación.....	20
4.1. Simulación de una planta de concreto.....	20
Capítulo 5. Modelado de Pedidos del Cliente.....	23
Capítulo 6. Modelado de las Operaciones de la Planta.....	29
Capítulo 7. La Simulación y el Proceso de Análisis de Resultados...	31
Capítulo 8. Generación de los Datos de Entrada.....	33
Capítulo 9. Proceso de Solución.....	35
Capítulo 10. Desarrollo e Implementación.....	37
Capítulo 11. Resultados.....	67
Capítulo 12. Conclusiones.....	98
Bibliografía.....	99

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El análisis y diseño de sistemas computarizados aplicado a las organizaciones es un campo estimulante y de gran dinamismo. Conforme se desarrolla el uso de computadoras dentro de las empresas, surgen muchas dudas acerca de cómo mejorar la productividad y mejorar los objetivos o metas que se tengan en cada organización. Cuando nos enfrentamos a estas cuestiones, estamos obligados a entender al usuario potencial y a las computadoras para integrar un mejor diseño de los sistemas de información, así como aprender a desarrollar y mantener las relaciones de trabajo de todo su entorno.

Este trabajo se enfocará principalmente en la simulación de un sistema de tipo discreto, es decir, sistema cuyo estado cambia en instantes discretos en el tiempo. Hablaremos de sistemas discretos en dos formas: la metodológica, es decir, plantear la comprensión del fenómeno o del problema a través del proceso de construcción de un modelo de simulación por computadora, que representa el grado de conocimiento que se tiene del sistema en el momento de la construcción y la técnica que permite que el modelo esté construido a la medida del sistema simulado.

Lo que se pretende es que el modelo se entienda como un instrumento de investigación sometido a revisión continua que permite al que lo ha diseñado, un refinamiento progresivo en la comprensión del mismo, que le lleve a una posición adecuada para tomar decisiones sobre la solución de los problemas que el sistema plantea. Es necesario entender que la simulación de sistemas por computadora está basado en una generalización del concepto de experimentación propio del método científico donde en lugar de realizar los experimentos sobre el sistema real, se realizan sobre un modelo dinámico que lo representa, de manera que si el modelo es una representación válida del sistema, entonces los resultados de la experimentación con el modelo pueden transferirse al propio sistema.

Por lo tanto, uno de los objetivos es ayudar a entender cómo se puede utilizar la construcción de modelos de simulación para analizar fenómenos y problemas y tomar decisiones sobre ellos, es decir, darse cuenta del papel que tiene la simulación en los procesos de toma de decisiones y en especial en los sistemas informáticos de ayuda a la toma de los mismos.

Es importante recalcar cómo la simulación permite aproximarse al análisis y evaluación del rendimiento de sistemas antes de que sean construidos, convirtiéndose así en una herramienta clave de diseño en cualquiera de sus etapas o para estimar el impacto de los cambios propuestos en sistemas ya existentes. Como en ambos casos el estudio de simulación se realiza antes de la construcción del nuevo sistema o de la modificación del antiguo, se eliminará o reducirá el riesgo de cuellos

de botella no previstos, se identificará la carencia o excesiva utilización de recursos, así como las especificaciones de diseño no satisfactorias, etc.

Es claro darse cuenta cómo la simulación puede aplicarse a una amplia variedad de situaciones: procesos de producción, sistemas de transporte, logísticos, de gestión de recursos, etc. Todo lo anterior nos ayuda a la comprensión de la metodología de la construcción de modelos de simulación de sistemas discretos y a entender cómo trabajan, cuándo se debe utilizar y cuándo no, qué errores hay que evitar en la construcción y uso de modelos de simulación y cómo puede ayudar a mejorar el rendimiento de un sistema.

En nuestro caso, el problema a resolver consiste en la simulación de una planta de concreto en donde la variable a utilizar será el número de camiones, es decir, el sistema a desarrollar simulará el comportamiento de la misma por el número de días que le indiquemos y con la cantidad de camiones que sugerimos. La justificación del desarrollo de este sistema consiste en el hecho de que la planta no adquiriera muchos camiones ya que éstos no podrían ser ocupados todo el tiempo, provocándose grandes problemas económicos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 2. CONCEPTOS DE SIMULACIÓN Y SISTEMAS

2.1 SISTEMAS Y MODELOS

El papel de modelos en el análisis de sistemas (Fig. 2.1). Ya que los sistemas en ingeniería son muy complejos, un modelo de sistema es construido para representar un sistema real y su entorno. El modelo deberá incluir todos los componentes relevantes del sistema y definir claramente cada componente y sus interrelaciones así como indicar las limitaciones en ellos y aquellos impuestos en el sistema. Los diseñadores tienen el control total sobre los componentes, su estructura y limitantes dentro de su modelo. Es con este tipo de modelo que ellos prueban sus diseños y estudian el comportamiento del sistema bajo varias condiciones.

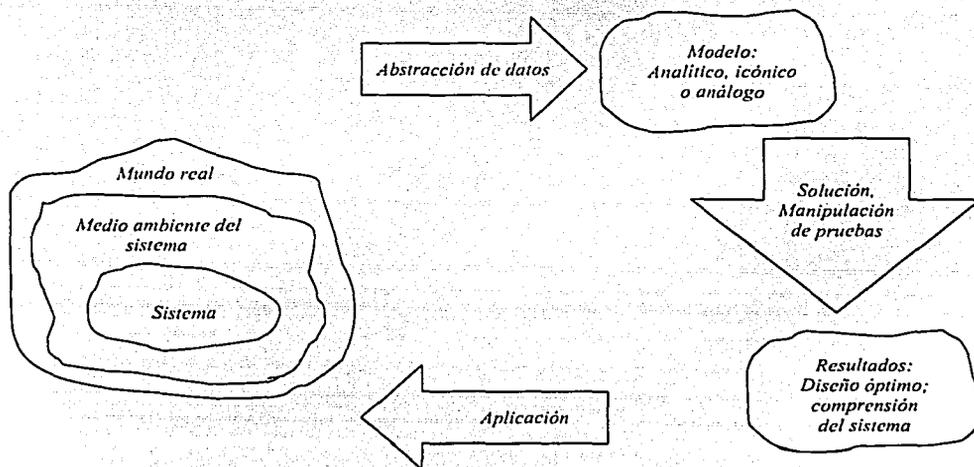


Fig. 2.1 El papel de los modelos en el análisis de sistemas.

La simulación es el proceso de hacer experimentos con un modelo del sistema que está siendo estudiado o diseñado. Es una técnica poderosa para analizar y sintetizar sistemas en ingeniería. En un problema de análisis, el sistema es generalmente fijo y el objetivo es determinar la respuesta del sistema cuando un conjunto de variables de entrada puede tomar diferentes valores. El proceso de simulación, es entonces,

básicamente un procedimiento iterativo y puede ser descrito como un estudio de entrada-salida con retroalimentación para guiar los cambios en los parámetros de entrada, como se describe en la Fig. 2.2

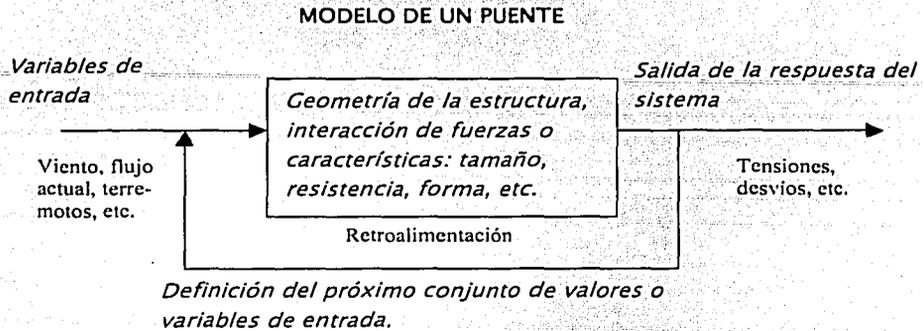


Fig. 2.2 Análisis por simulación.

Las entradas definen el conjunto de eventos y condiciones con los cuales el sistema puede ser sometido en el mundo real y las salidas predicen la respuesta del sistema. Estudiando las salidas al final de cada iteración, el diseñador aprende más y más sobre el sistema y puede usar el nuevo conocimiento adquirido para definir nuevos conjuntos de entradas a ser procesadas a través del modelo.

Como ejemplo, consideremos el problema de determinar las condiciones de falla de un puente de acero. El modelo de simulación puede estar representado en la forma de un conjunto de ecuaciones matemáticas relacionando la interacción de las fuerzas entre sus elementos, la estructura geométrica del puente, el tamaño y la fuerza de tensión de los mismos, etc.; las variables de entrada pueden incluir condiciones de carga, velocidad y dirección del viento, flujo y la velocidad del agua y escombros en el canal y la ocurrencia de temblores. Para cada conjunto específico de combinación de los parámetros de entrada, el modelo puede ser usado para determinar las intensidades de los elementos y el desvío de la estructura, la cual no da una medida directa del desempeño del sistema bajo un conjunto de condiciones dadas.

En la síntesis del sistema, el diseñador está interesado en determinar cómo los componentes del sistema pueden colocarse de manera óptima, para que así, el sistema pueda ofrecer el desempeño requerido. En este caso, el sistema mismo es una variable; pero un conjunto de características entrada-salida puede ser especificado como un diseño estándar. El proceso de simulación es, de nuevo, un procedimiento

iterativo, pero la salida de un estudio de una simulación es utilizada para decidir cuál parámetro del sistema puede ser cambiado de la mejor forma para mejorar el desempeño del sistema.

Como se muestra en la Fig. 2.3, la retroalimentación está dirigida a los cambios dentro del modelo mismo. Por ejemplo, en el caso del puente, el problema puede ser el escoger una combinación óptima de tamaños y resistencias para los elementos estructurales de acero. Estos parámetros de diseño, afectan directamente la resistencia de la estructura total, su peso, así como su costo. Si un diseño falla al reunir el desempeño estándar de acuerdo al resultado de una simulación, estos parámetros de sistema se pueden cambiar y repetir la simulación hasta que un conjunto de alternativas posibles se establezca y una solución óptima sea identificada.

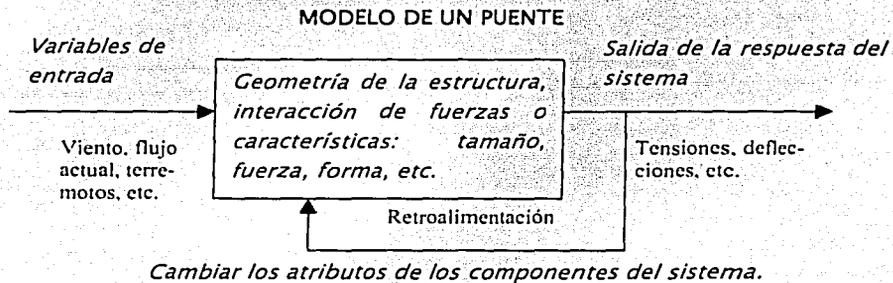


Fig. 2.3 Síntesis por simulación.

La mayor ventaja del enfoque de la simulación reside en el hecho de que una vez que un modelo de simulación ha sido construido puede ser aplicado para el análisis y síntesis de sistemas y probar el diseño bajo ciertas condiciones que lo rodean. Aún más, después que el diseño ha sido terminado y el sistema implementado en un mundo real, el modelo de simulación puede ser usado para localizar las fuentes de problemas de sistemas imprevisibles y planear una mejoría al sistema.

El modelo se utiliza comúnmente en varios sentidos, tantos que resulta difícil dar una definición única que los abarque todos y al mismo tiempo sea lo suficientemente precisa para servir a propósitos específicos. Podemos partir de la definición de sistemas como un conjunto de cosas que ordenadamente y relacionadas entre sí, contribuyen a determinado objetivo. Es una definición sencilla, pero que pone de manifiesto los caracteres relevantes de lo que constituye el denominado enfoque sistémico: contemplación del todo y no de las partes aisladamente, énfasis en las relaciones entre las partes y consideración al tomar en cuenta los propósitos u objetivos del sistema, especialmente válida para los sistemas creados por el hombre. Considerar que un todo no puede reducirse a elementos discretos y enfatizar las

relaciones funcionales u orgánicas entre las partes y el todo. La orientación sistémica en la resolución de problemas reconoce que el comportamiento de cualquier parte tiene algún efecto sobre el comportamiento del sistema como un todo. En su desarrollo a partir de los años veinte ha ido creciendo e interaccionando múltiples disciplinas, dando lugar a lo que hoy en día se conoce como Ingeniería de Sistemas, técnica para utilizar conocimientos procedentes de diferentes ramas de la ciencia y la ingeniería para introducir innovaciones tecnológicas en las etapas de concepción, planificación, desarrollo y operación de un sistema, o lo que es lo mismo, el ciclo de vida de un sistema. Una de las características principales de las técnicas de la Ingeniería de Sistemas es su aplicación en situaciones en las que los sistemas son:

- Grandes y complejos.
- En ellos interviene el hombre.
- El cambio en una parte puede afectar a muchas otras y al todo.

Un ejemplo, conceptualmente sencillo tomado de la vida real es el siguiente: Consideremos el caso de una fábrica que produce y ensambla diferentes piezas para fabricar un producto final (figura 2.4). En una primera aproximación a la descripción del sistema podemos considerar que sus dos componentes principales son el departamento de fabricación que elabora las piezas y el de ensamblaje que produce los productos finales. Hay además un departamento de compras que mantiene el suministro de materias primas y uno de distribución de los productos acabados. El departamento de control de producción recibe los pedidos y asigna órdenes de trabajo a los otros departamentos.

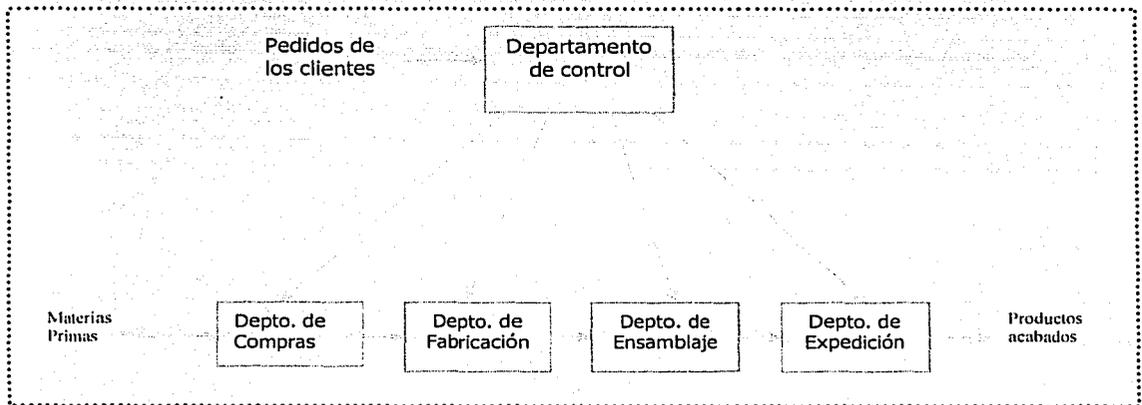


Fig. 2.4 Fábrica como sistema

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Analizando el ejemplo, vemos que está constituido por varios objetos, cada uno de los cuales posee algunas propiedades interesantes. Detectamos también la existencia de interacciones entre los objetos que constituyen el sistema y que provocan cambios en el mismo. Denominaremos entidades a los objetos de interés que constituyen el sistema, atributos a las propiedades que caracterizan a las entidades componentes del sistema, y estado del sistema a la caracterización de entidades del sistema y sus atributos en un instante dado. Nos interesa el carácter dinámico de los sistemas, es decir, sus cambios de estado a lo largo del tiempo dentro de un horizonte dado, y en consecuencia nos va a interesar identificar qué es lo que produce cambios en el estado del sistema. Estudiaremos la evolución del sistema a partir del seguimiento de sus cambios de estado.

En la fábrica las entidades son los departamentos, los pedidos, las piezas y los productos, cuyos atributos son las cantidades de cada pedido, el tipo de pieza, el número de máquinas de un tipo dado en un departamento, etc. Los procesos de manufactura en cada departamento son, en este caso, la causa de los cambios de estado.

Como mencionamos anteriormente, nuestro interés se va a centrar en estudiar la evolución del sistema a partir del seguimiento de sus cambios de estado. La forma primaria de realizar este estudio sería, evidentemente, la experimentación con el propio sistema. Esto no siempre es posible. En unos casos por imposibilidad física o económica; basta pensar en lo que implicaría experimentar con una fábrica. En otros, si nos atenemos a lo que hemos denominado ciclo de vida del sistema, el sistema existe únicamente en forma hipotética y precisamente lo que nos interesa es saber cómo se comportará antes de que sea construido.

Con lo anterior, lo que haremos será analizar el comportamiento del sistema a través de una representación o modelo del mismo.

Existe un grado de coincidencia entre las concepciones de la Ingeniería de Sistemas y la Investigación de Operaciones tanto en sus orígenes como en su metodología o su desarrollo histórico. Coincidencia que se muestra en alguna de las definiciones más aceptadas de la Investigación de Operaciones: La Investigación de Operaciones (IO) aspira a determinar el mejor curso de acción (solución óptima) de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados. El término investigación de operaciones muy a menudo está asociado casi en exclusiva con la aplicación de técnicas matemáticas para representar por medio de un modo y analizar problemas de decisión. Aunque las matemáticas y los modelos matemáticos representan un punto importante de IO, la labor consiste más en resolver un problema que en construir y

resolver modelos matemáticos. La solución del modelo depende en gran medida de la creatividad y la habilidad del responsable en tomar la decisión.

El análisis de esta definición y de otras similares, nos permite destacar como características que identifican lo que denominamos Investigación de Operaciones las siguientes:

1. Aplicación del método científico a los problemas que se presentan en el entorno de sistemas complejos en los que interviene el hombre y las máquinas.
2. Enfoque global (coincidente con lo que hemos denominado planteamiento sistémico).
3. Construcción de modelos de los sistemas (representación de los sistemas por medio de modelos).
4. Optimización: búsqueda de las mejores soluciones.
5. Ayuda a los responsables de la gestión del sistema a la toma de decisiones.

Es decir, enfoque global, metodología científica, representación de los sistemas por medio de modelos, etc., precisamente lo que hemos utilizado para caracterizar el enfoque sistémico. Realmente en muchos casos las fronteras entre lo que podemos considerar propiamente Ingeniería de Sistemas y lo que consideramos Investigación de Operaciones son sólo ideológicas.

2.2 EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE MODELOS: **MODELOS MATEMÁTICOS**

El análisis del sistema a través del modelo implica que la representación del sistema que constituye el modelo ha de ser una representación manipulable numéricamente. El ejercicio de construcción del modelo del sistema comienza por la construcción de un modelo conceptual del sistema, representación equivalente aproximada del sistema real que, como tal, constituye una abstracción simplificada del mismo, que a continuación se traduce en un modelo apto para su ejecución en una computadora. Este proceso de modelización o construcción del modelo implica:

1. Identificación de las entidades principales del sistema y de sus atributos característicos.
2. Identificación y representación de las reglas que gobiernan el sistema que se quiere simular.
3. Captación de la naturaleza de las interacciones lógicas del sistema que se modeliza.
4. Representación del comportamiento aleatorio.

Es muy importante tomar en cuenta, durante el proceso de modelado, que ningún modelo es mejor que la hipótesis que la encierra. Traducir un modelo a un modelo específico para computadora consiste en representar el modelo conceptual mediante un lenguaje apto para su ejecución en una computadora. Este proceso se simplifica cuando la representación se hace utilizando un lenguaje especializado orientado a problemas específicos. Las etapas del proceso de construcción del modelo, se muestran a continuación:

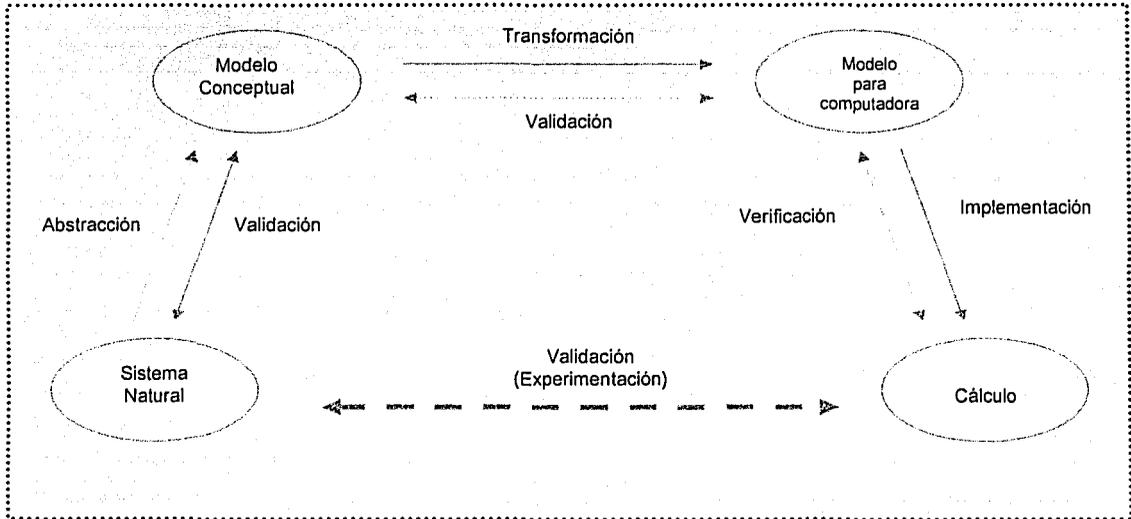


Fig.2.5 Proceso de Modelización

Es necesario identificar las entidades-componentes del sistema (cada uno de los grupos) y los atributos que las caracterizan (tipos de máquinas, número de máquinas en cada grupo, según sea el caso, operaciones a realizar, etc.) y otras entidades y relaciones entre entidades especificadas a partir de las necesidades de la fábrica, el orden y operación en cada tipo de máquina.

2.3 CONCEPTOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE SISTEMAS

Las organizaciones han reconocido la importancia de una administración adecuada de los recursos básicos tales como la mano de obra y materias primas. Es cuando la información tiene una importancia fundamental y puede llegar a ser el elemento decisivo que determinará el éxito o fracaso de un negocio.

Con el fin de lograr la máxima utilidad de la información, ésta debe administrarse de manera correcta. Se debe entender que hay costos que se asocian con la producción, distribución, seguridad, almacenamiento y recuperación de la información. Aunque ésta se encuentra aparentemente a nuestro alcance, su uso estratégico como apoyo de la competitividad de nuestro negocio no debe de considerarse como un elemento gratuito.

El uso de las computadoras ha generado todo un incremento y diversificación de la información. Cabe mencionar que la administración de la información que se genera por computadora es diferente a la generada manualmente, es decir, se tiene una cantidad mayor de información y es multiplicada a velocidades impresionantes, pero los costos para crearla y mantenerla son aparentemente mayores.

Los sistemas de información se desarrollan con diferentes propósitos, los cuales dependen de las necesidades de la empresa. Los sistemas de procesamiento de datos, los sistemas de información para la administración, los sistemas de apoyo para la toma de decisiones y los sistemas expertos son diferentes tipos de sistemas de información computarizado que se analizan y diseñan mediante la aplicación de los conceptos y las técnicas del diseño y el análisis de sistemas.

- **Sistemas de procesamiento de datos:** Sistemas de información computarizados que se desarrollan para procesar grandes volúmenes de información generada en las funciones administrativas. Liberan el tedio y la rutina de las tareas que se realizan manualmente, sin embargo, el elemento humano sigue participando al llevar a cabo la captura de la información requerida.
- **Sistemas de información para la administración:** Éstos no sustituyen a los sistemas anteriores, más bien todos toman en cuenta las funciones del mismo. Se apoyan en la relación que surge entre las personas y las computadoras. Requieren para su operación de personas, software y hardware. Soportan más tareas en las organizaciones, incluyendo análisis, decisiones y la toma de las mismas. Utilizan una base de datos compartida para tener acceso a la información que ayuda a la interpretación y el uso de la misma. Esta información es utilizada en la toma de decisiones y puede llegar a unificar ciertas funciones informáticas.

- **Sistemas de apoyo para la toma de decisiones:** Es similar a los sistemas de información tradicionales para la administración en el sentido de que ambos dependen de una base de datos como fuente principal, pero se distingue de los otros al hacer énfasis en el soporte en cada una de las tomas de decisiones.
- **Sistemas expertos e inteligencia artificial (IA).** La inteligencia artificial es el campo principal de todos los sistemas expertos. La idea de IA es llegar a desarrollar máquinas que cuenten con un desempeño inteligente. Dos de sus áreas son: 1) La comprensión del lenguaje natural y 2) La habilidad de interiorizarse racionalmente con los problemas hasta alcanzar su solución lógica. Un sistema experto captura y utiliza el conocimiento para la solución de un problema particular de la organización y selecciona la mejor solución al problema o al tipo específico de los mismos.

Sus elementos básicos son: la base de conocimientos y una máquina de inferencia que liga al usuario con el sistema, procesando solicitudes mediante lenguajes de programación y la interfaz con el usuario.

SISTEMAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS.

Procesan grandes volúmenes de información de las funciones administrativas de rutina.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN.

Proporcionan informes periódicos para la planeación, el control y la toma de decisiones.

SISTEMAS DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES.

Ayuda a quien toma las decisiones, cuando le proporcionan la información que solicita.

SISTEMAS EXPERTOS.

Asimilan la experiencia de quienes toman las decisiones en la solución de problemas.

Diferencias entre los sistemas de procesamiento de datos

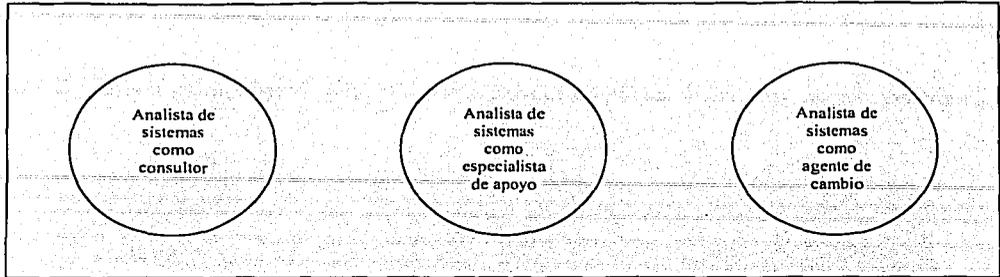
2.4 NECESIDAD DEL ANÁLISIS Y EL DISEÑO DE SISTEMAS

El análisis y el diseño de sistemas pretenden estudiar sistemáticamente la operación de ingreso de los datos, el flujo de los mismos y la salida de la información, todo en el contexto de la empresa en particular.

El análisis y el diseño de sistemas sirven para analizar, diseñar y fomentar mejoras en la operación de la empresa, lo cual puede realizarse mediante el uso de sistemas de información computarizados. Permiten estructurar el costo de la implantación de los sistemas de información. Esto se lleva a cabo por una serie de procesos, que al ejecutarse sistemáticamente mejoran la operación de un negocio mediante los sistemas de información computarizados involucrando trabajo en colaboración con los usuarios actuales o eventuales de tales sistemas de información.

TIPOS DE USUARIOS DE SISTEMAS. Todo aquel que dentro del contexto de la organización se relaciona con un sistema de información puede definirse como un usuario del sistema. Conforme pasan los años, las diferencias entre los usuarios se vuelven cada vez menos precisas y no debe de pensarse en categorías de carácter exclusivo.

Las diferencias que más se destacan se encuentran entre los usuarios primarios y secundarios. Los primeros usan de manera directa en sus tareas los resultados que emiten los sistemas de información y los segundos son los que introducen los datos al sistema de información, pero no utilizan de forma directa los informes que se emiten para el cumplimiento de sus tareas. Sin importar la forma en que los usuarios se clasifiquen, la relación del usuario del sistema con el proyecto es decisivo para lograr el éxito en la aplicación de los sistemas de información empresariales. Los analistas de sistemas constituyen el otro componente que se involucra en el desarrollo de los sistemas de información. Éste audita en forma sistemática el funcionamiento de la empresa al examinar las funciones de captura y procesamiento de datos, así como la función de emisión de resultados, lo cual permitirá mejorar los procesos a la organización. Requiere tener la habilidad de trato para con cualquier tipo de persona, así como también, tener la debida experiencia en el manejo de computadoras. Los tres papeles principales que el analista debe cubrir son: el de consultor, el especialista de apoyo y el del agente de cambio.



ANALISTA DE SISTEMAS COMO CONSULTOR. Esto implica que un analista pueda contratarse para canalizar a la empresa ciertos tópicos de la informática. Esto ofrece ventajas ya que trae perspectivas frescas, que no poseen otros miembros de la organización. Por otra parte, para el analista externo implica una desventaja pues apenas tiene pleno acceso a la cultura organizacional auténtica que no se ofrece de forma abierta a un externo. Así que como tal, se deberá de conocer e implantar las metodologías que les serán útiles para analizar y diseñar sistemas de información adecuados para cualquier empresa en particular y contará con la ayuda de los usuarios de los sistemas de información para entender la cultura de la organización desde sus propios puntos de vista.

ANALISTA DE SISTEMAS COMO ESPECIALISTA DE APOYO. Se le llama también de "staff" dentro de una empresa. De manera regular, trabaja dentro del departamento de sistemas. Dispone de una experiencia profesional respecto al hardware y al software y a sus aplicaciones dentro de la empresa. Estas tareas implican decisiones o modificaciones menores que se dan en un departamento individual. Éstos no dirigirán ningún proyecto, sólo serán un recurso de apoyo para quienes lo dirigen. Si es un analista de sistemas contratado por una organización de servicios o de manufactura, muchas de sus actividades diarias se ajustarán a este papel.

ANALISTA COMO AGENTE DE CAMBIO. Es el papel que mejor se entiende y que le confiere una alta responsabilidad sin importar si es o no externo a la organización. Como analista será un agente de cambio cada vez que realice alguna de las actividades del ciclo de desarrollo del sistema, las cuales se mantienen presentes en la empresa por un largo periodo. Es una persona que sirve como catalizador para el cambio, que desarrolla un plan para el mismo y que colabora con otros para agilizarlo. Como analista de sistemas debe de aceptar lo anterior y utilizarlo como el punto de inicio de su análisis. Tendrá que relacionarse con los usuarios y la dirección desde el principio del proyecto. Sin su colaboración, será incapaz de entender lo que pasa en la organización y el cambio real no se llevará a cabo. Sin el cambio (los beneficios que la

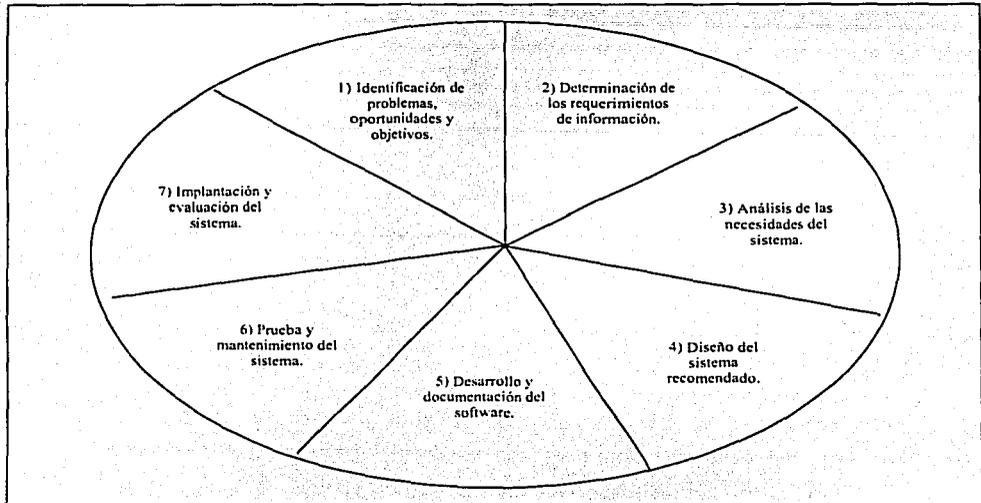
empresa obtiene mediante los sistemas de información) queda garantizado después del análisis que el siguiente paso será desarrollar un plan para tal cambio en colaboración con las personas que participen. Este tipo de analista transmite a los usuarios el proceso de cambio, ya que está convencido de que los mismos no ocurren de manera independiente en los sistemas de información, sino más bien, éstos ocasionan cambios a lo largo de las organizaciones.

CUALIDADES DEL ANALISTA DE SISTEMAS. Deberá de contar con una amplia gama de cualidades. Son gente de naturaleza muy diversa y seguramente, esto restringe cualquier intento de caracterización, sin embargo hay ciertas características que parecen presentar la mayoría de los analistas de sistemas. Es un solucionador de problemas. Verá el análisis del sistema como un reto y encontrará soluciones factibles. Cuando sea necesario, será capaz de abordar de manera sistemática la situación mediante la aplicación de herramientas, técnicas y experiencia. Será también un buen interlocutor manteniendo una relación cordial con toda la gente y contará con suficiente experiencia para programar, entender las capacidades de las computadoras, recoger las necesidades de información de los usuarios y llegar a transmitir a los programadores lo necesario. Deberá de ser autodisciplinado y automotivado como individuo. Deberá ser capaz de administrar y coordinar innumerables recursos del proyecto, incluyendo a otras personas. El análisis de sistemas exige demasiado, pero se compensa por la naturaleza cambiante de los problemas.

2.5 EL CICLO DE DESARROLLO DE LOS SISTEMAS

Nos referimos al enfoque sistemático que el analista aplica en el análisis y el diseño de los sistemas informáticos. Gran parte de este enfoque se encuentra en lo que se denomina como el ciclo de desarrollo de los sistemas o ciclo de vida de los sistemas. Consiste en un enfoque por etapas de análisis y de diseño, que postula que el desarrollo de los sistemas mejora cuando existe un ciclo específico de actividades del analista y de los usuarios.

El ciclo se divide por etapas, como se muestra en la siguiente figura: aunque cada etapa se presenta de manera discreta, nunca se lleva a acabo como un elemento independiente. En lugar de ello, se realizan al mismo tiempo diversas actividades, y éstas llegan a repetirse, por ello es de mayor utilidad suponer que el ciclo de desarrollo de los sistemas transcurre en etapas (con actividades en plena acción que luego cesan poco a poco) y no como elementos separados.



Etapas en el ciclo de vida del desarrollo de un sistema.

1. **Identificación de problemas, oportunidades y objetivos.** En esta primera etapa, el analista se involucra en la identificación de los problemas, de las oportunidades y de los objetivos. Esta fase es importante para el éxito del resto del proyecto, pues nadie está dispuesto a desperdiciar su tiempo dedicándolo al problema equivocado. Se requiere observar de forma objetiva lo que ocurre en una empresa. Luego, en conjunto con los otros miembros de la organización hará notar los problemas. Las oportunidades son aquellas situaciones que el analista considera que pueden perfeccionarse mediante el uso de los sistemas de información computarizados para lograr una ventaja competitiva o llegar a establecer un estándar industrial. En cuanto a la identificación de objetivos, el analista deberá descubrir lo que la empresa intenta realizar para estar en posibilidad de determinar si el uso de

los sistemas de información apoyaría a la empresa para alcanzar sus metas, el encaminarla a problemas u oportunidades específicos.

2. **Determinación de los requerimientos de información.** Para identificar los requerimientos dentro de la empresa, pueden utilizarse diversos instrumentos los cuales incluyen: el muestreo, el estudio de datos y formas usadas por la organización, la entrevista, los cuestionarios; la observación de la conducta de quien toma las decisiones, de su ambiente y el desarrollo de prototipos. En esta etapa se debe identificar qué información requiere el usuario para desempeñar sus tareas y elaborar la imagen que el analista tiene de la organización y de sus objetivos.

3. **Análisis de las necesidades del sistema.** Existen herramientas y técnicas especiales que facilitan al analista la realización de las determinaciones requeridas. Éstas incluyen el uso de los diagramas de flujo de datos que cuentan con una técnica estructurada para representar en forma gráfica la entrada de datos de la empresa, los procesos y la salida de la información.

A partir del diagrama de flujo de datos, se desarrolla un diccionario de datos que contiene todos los elementos que utiliza el sistema, así como sus especificaciones, si son alfanuméricos y el espacio de impresión que requieren. En esta fase, se analizan también las decisiones estructuradas por realizar, es decir, decisiones donde las condiciones, condiciones alternativas, acciones y reglas de acción podrán determinarse.

Para ello existen tres métodos para el análisis de decisiones estructuradas: el lenguaje estructurado, las tablas de decisiones y los árboles de decisiones. Las decisiones semiestructuradas (decisiones que se toman bajo riesgo), se apoyan en los sistemas de toma de decisiones. Hay que analizarlas de acuerdo al grado de complejidad del problema y con el número de criterios considerados al llevar a cabo las decisiones.

El análisis de decisiones de criterio múltiple (aquellas decisiones donde numerosos factores tienen que equilibrarse). Se tienen muchas técnicas para el análisis de decisiones de criterio múltiple, incluyendo entre otras, el proceso de intercambio y la aplicación de métodos de ponderado.

Se prepara una propuesta del sistema que resume todo lo que se ha encontrado, presenta un análisis costo/beneficio de las alternativas y plantea las recomendaciones (si es que existen) de lo que deberá realizarse. En los sistemas cada problema es único y nunca habrá sólo una solución correcta. La manera de cómo se plantea una recomendación (esto es, una solución) depende de las características individuales de cada analista aunadas a su formación profesional.

4. **Diseño del sistema recomendado.** En esta etapa se usa la información que se obtuvo con anterioridad y elabora el diseño lógico del sistema de información. Se diseñan los procedimientos precisos de captura de datos con el fin de que los datos que se introduzcan al sistema sean los correctos. El analista también diseña accesos efectivos al sistema de información mediante el uso de técnicas de diseño de formas y de pantallas.
Una parte del diseño lógico del sistema de información es el diseño de la interfaz con el usuario. La interfaz conecta al usuario con el sistema y evidentemente, es de suma importancia. Ejemplos de lo anterior: el uso del teclado para introducir preguntas, el uso de menú en la pantalla, con las opciones que tiene el usuario, el uso de dispositivos como el ratón (mouse) y muchos otros. Se incluye el diseño de los archivos o la base de datos que almacenará aquellos datos requeridos por quien toma las decisiones en la organización. Una base de datos bien fundamentada es primordial para cualquier sistema de información. En este caso se diseña la salida hacia el usuario, de acuerdo con sus necesidades de información.
5. **Desarrollo y documentación del software.** En esta etapa se trabaja con los programadores para desarrollar todo el software original que sea necesario. Dentro de las técnicas estructuradas para el diseño y documentación del software se tienen: el método HIPO, los diagramas de flujo, el pseudocódigo, etc. También se colabora con los usuarios para desarrollar la documentación indispensable del software, incluyendo los manuales y procedimientos, para indicar al usuario cómo operar el software y qué hacer en caso de presentarse un problema.
6. **Pruebas y mantenimiento del sistema.** El sistema de información debe probarse antes de ser utilizado. El costo es menor si se detectan los problemas antes de la entrega del sistema. Se realizan pruebas con datos tipo para identificar las posibles fallas del sistema; más adelante utilizarán los datos del sistema real. El mantenimiento del sistema y de su documentación empiezan justamente en esta etapa y después, esta función se realizará de forma rutinaria a lo largo de toda la vida del sistema. Es importante aclarar que el costo del mantenimiento disminuye de manera considerable cuando el analista aplica procedimientos sistemáticos en el desarrollo de los sistemas.
7. **Implantación y evaluación del sistema.** En esta última etapa del desarrollo del sistema, el analista ayuda a implantar el sistema de información. Esto incluye el adiestramiento que el usuario requerirá. La supervisión del adiestramiento es responsabilidad del encargado del sistema. Uno de los criterios fundamentales que debe satisfacerse, es que el futuro usuario utilice el sistema desarrollado.

CAPÍTULO 3. MODELOS DE SIMULACIÓN

Los modelos de simulación pueden tomar muchas formas y tener diferentes niveles de complejidad. Un buen modelo deberá representar las características del sistema para que el problema en consideración pueda ser resuelto. Los modelos de simulación pueden ser clasificados en tres grupos:

1. **Icónico.**– Los modelos icónicos son reproducciones físicas de sistemas reales a una escala reducida. Este tipo de modelo es común en ingeniería. Estos modelos son particularmente importantes en el estudio de sistemas en los que los componentes no son fáciles de entender o en los cuales los componentes son demasiado complejos para ser modelados matemáticamente. Por consiguiente, construyendo una réplica del sistema y probándolo bajo un conjunto de condiciones controladas, una comprensión puede ser obtenida del comportamiento del sistema. Los resultados finales podrían ser el descubrimiento de algunas leyes naturales que gobiernen los componentes de aquel sistema.
2. **Análogo.**– En muchos problemas de ingeniería es imposible construir una réplica física de un sistema real. Por ejemplo, al estudiar la respuesta a varias intensidades de terremotos en la ingeniería de las estructuras, es imposible construir un modelo pequeño de la zona del mismo usando piedra y tierra y generarlos con una orden del experimentador. Sin embargo, si la propiedad dinámica de las ondas de temblor se sabe, un instrumento se puede construir para generar un tipo semejante del movimiento de la fuerza. La simulación se usa para determinar la respuesta de estructuras reforzadas de cemento a golpes de terremoto. Tal modelo, en que el sistema verdadero se modela por medios físicos completamente diferentes, es llamado modelo analógico.
3. **Analítico.**– En problemas en los cuales las características de los componentes del sistema y su estructura pueden ser matemáticamente definidos, un modelo analítico constituye una poderosa herramienta de simulación. Puede ser compuesta de sistemas de ecuaciones, restricción de límites y reglas heurísticas, así como datos numéricos. Básicamente, el modelo consiste de un conjunto de variables de diseño y un conjunto de constantes del sistema. Algunas de estas variables de diseño son de parámetros independientes, estos valores son especificados como entrada en el proceso de simulación. Las variables restantes son variables dependientes que son usadas para medir la representación y la respuesta del sistema, y así, constituyen las salidas. Sin embargo, construir un

modelo analítico requiere que las propiedades fundamentales del sistema y sus interacciones sean entendidas. Con la disponibilidad de la alta velocidad y la gran memoria de las computadoras, los modelos analíticos están comenzando a ser diseños versátiles, útiles en todas las disciplinas de la ingeniería. Por ejemplo, los modelos de simulación analítica están jugando un papel importante en el control de la contaminación del aire. Aunque muchos sensores electrónicos han sido desarrollados para dar lecturas de los niveles de contaminación, una simple red en una ciudad es usualmente dispersada y no es lo suficientemente útil para identificar todas las grandes áreas contaminadas. Además, tal sistema no puede predecir el efecto de fuentes nuevas de contaminación, como se proponen en las plantas industriales y carreteras, en la comunidad completa. Los modelos de simulación analítica han sido una herramienta útil en el monitoreo y predicción de niveles de contaminación. El modelo puede consistir de funciones matemáticas representando tales factores del sistema como las tasas del decaimiento del contaminante, condición del clima, topografía de la localidad, y la distribución de los distritos comerciales, industriales y residenciales. Una vez que las grandes fuentes de contaminantes son identificadas, tal modelo puede ser usado para determinar el nivel de contaminación en cualquier lugar dentro de la comunidad durante diferentes partes del día y bajo diferentes condiciones del clima. Los resultados de la simulación pueden además incluir un mapa del contorno del nivel de contaminación sobre la municipalidad. Aún más, una vez que el modelo es construido, puede ser usado incluso en el estudio de efectividad de varios métodos del control de contaminación así como los efectos adversos de nuevas fuentes contaminantes.

CAPÍTULO 4. EL PROCESO DE SIMULACIÓN

Un estudio de la simulación es usualmente dirigido para servir a dos objetivos principales:

1. Medir la respuesta del sistema bajo un amplio rango de entradas al mismo.
2. Medir la respuesta del sistema cuando sus componentes y sus interrelaciones son alterados.

Sin embargo, al definir el problema es importante identificar con claridad los parámetros de entrada, los componentes del sistema, sus interrelaciones y las alternativas posibles del diseño del sistema a investigar; en suma, un conjunto de parámetros cuantificables los cuales pueden caracterizar verdaderamente la respuesta del sistema.

En el sistema a diseñar, los parámetros de entrada son los pedidos de los clientes y sus elementos, los cuales incluyen el intervalo de llegada, el número de camiones utilizados en cada orden, y el tiempo de entrega (viaje redondo). Los componentes del sistema incluyen la planta de llenado, los camiones de entrega y la interrelación de los componentes está establecida por el procedimiento de rutina. Finalmente, los parámetros seleccionados para medir la respuesta del sistema son el tiempo muerto del llenado en la planta y de los camiones de entrega.

Los modelos deben ser construidos para simular el comportamiento y diseño de los parámetros de entrada en el sistema real. El propósito de estos modelos es generar entradas ficticias para el proceso de simulación. Los modelos pueden ser compuestos de funciones matemáticas, pasos lógicos o datos numéricos. Son generalmente construidos de un conjunto de datos de ejemplo tomados del sistema real, éste es el caso del sistema que se modelará; se reunió un conjunto de datos de varios días de operación de la planta para analizar su comportamiento y proceder a su simulación.

4.1 SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCRETO

Para dar solución a nuestro problema, que es la simulación de la operación de una planta de concreto, utilizaremos el método de simulación, en particular la simulación analítica. El problema relaciona las operaciones de una compañía que produce concreto mezclado. La compañía tiene una planta que mezcla cantidades apropiadas de cemento, arena, grava, agua y aditivos especiales que producen mezclas de concreto que son pedidas y entregadas al cliente en camiones. La compañía tiene sus propios camiones de entrega. La administración de la compañía reconoce que la capacidad de producción total de la mezcladora no ha sido utilizada por el número

limitado de camiones. Su problema es determinar el número óptimo de camiones de entrega que pueden ser integrados a su flota y así maximizar la producción de la planta.

Es importante aclarar que la respuesta de la simulación del sistema desarrollado nos indicará el tiempo muerto de los camiones y de la planta de manera tabular y de forma gráfica; en función de esta información se podrá tomar la decisión de cuántos camiones se deben de tener.

La siguiente figura muestra esquemáticamente el proceso de producción en la compañía. Las políticas de la misma señalan, que los pedidos deben ser entregados bajo la política de "el primero que llega, es el primero en llenar", y bajo la idea de que todos los camiones deben de llegar a tiempo para limpiarlos. Ninguna orden será recibida después de las 3:30 p.m.

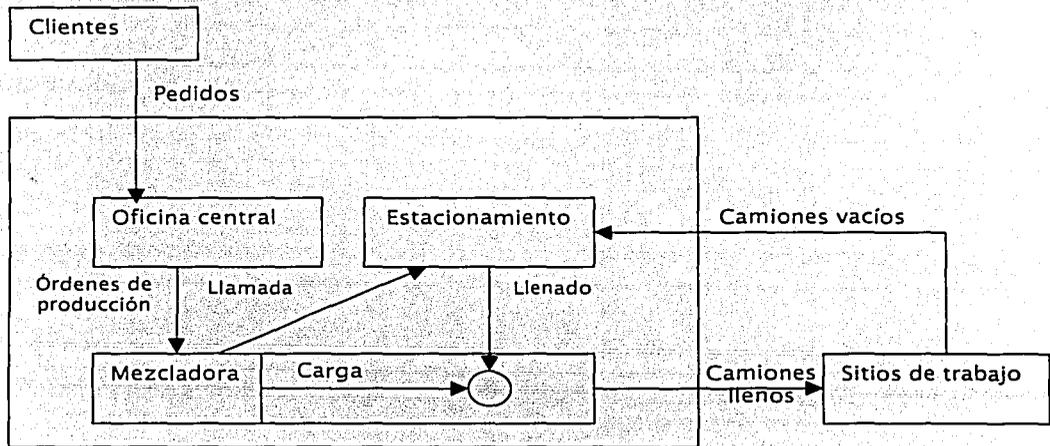


Fig. 4.1 Proceso de la planta de producción.

Cuando una orden es recibida en la oficina central, ésta es enviada inmediatamente a la lista de espera de todos los pedidos. Eventualmente, cuando llega el turno para su proceso, la orden es enviada a la planta de mezclado, la cual inicia el proceso siguiente: El operador de la planta mezcladora llama al estacionamiento y solicita el número de camiones requeridos para llenar la orden. Si los camiones de entrega están disponibles, son enviados a la planta de mezclado donde la orden es procesada para su entrega.

Sin embargo, si el número de camiones requeridos no está disponible, aquellos camiones que si lo estén son llenados y enviados al sitio de entrega. Entonces la

planta de mezclado tiene que parar sus operaciones y esperar a que los camiones regresen para continuar con el proceso. Como resultado de la escasez de los mismos existe un continuo atraso de órdenes de pedido y la planta de mezclado está parada una gran parte del día.

El procedimiento general del estudio de simulación de este problema se ilustra en la siguiente figura. Un modelo de simulación es construido para representar el procedimiento operacional en la planta de concreto.

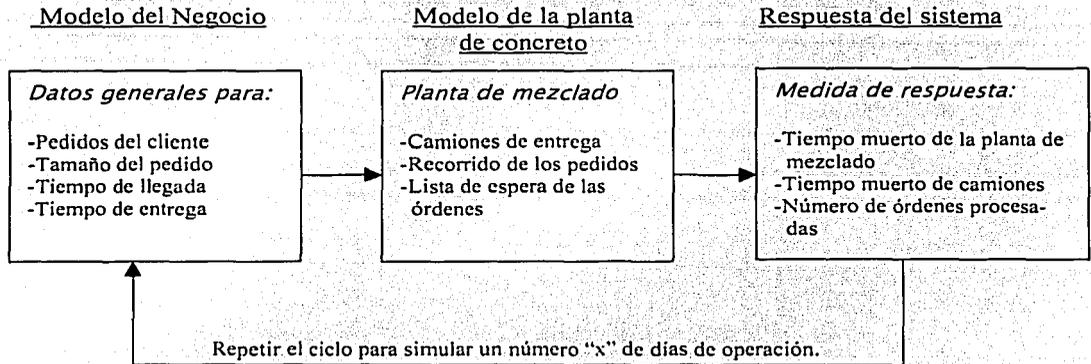


Fig. 4.2 Simulación de la operación de la planta de concreto.

Un conjunto de pedidos de clientes obtenido de estadísticas es generado para aproximar la entrada de los mismos al sistema real durante cada día. Este conjunto de pedidos es procesado a través del sistema y su respuesta es medida de acuerdo con el siguiente conjunto de parámetros: tiempo muerto para la planta de mezclado y los camiones de entrega, número de órdenes o pedidos procesados, y número de pedidos entregados. De esta manera, se repiten los experimentos por un periodo de simulación grande. Una medida exacta del promedio del tiempo muerto de la planta de mezclado en un día puede ser obtenido. Aún más, el mismo conjunto de experimentos puede ser repetido con un diferente número de camiones en el modelo. El resultado del proceso de simulación provee una medida de la respuesta del sistema dependiendo del número de camiones disponibles para la entrega.

CAPÍTULO 5. MODELADO DE PEDIDOS DEL CLIENTE

El propósito del modelado de los pedidos del cliente es dar un medio por el cual un flujo de los pedidos de los clientes puede ser generado cada día en el proceso de simulación. El modelo debe ser representativo de la situación real, así, el flujo de pedidos generado podría acercarse mucho a lo que normalmente se encuentra en la planta de concreto. En el alcance de este problema, tres elementos del pedido del cliente son relevantes: tiempo entre pedidos, número de camiones cargados en cada pedido y el tiempo de entrega (viaje redondo) requerido para los pedidos. Sin embargo, estos elementos deben estar incluidos en cada pedido generado por el modelo. Los datos usados en la construcción del modelo pueden ser obtenidos por muestra directa del sistema real. Los resultados del sistema pueden ser usados para desarrollar modelos que puedan ser usados para generar un flujo de pedidos de clientes.

Los datos usados en la construcción del modelo pueden ser obtenidos de pruebas directas del sistema real. Los tiempos de llegada de todos los pedidos recibidos durante 5 días sucesivos en la planta de concreto son listados en la columna 3 de la tabla 5.1; en la columna 5, los tamaños de las órdenes son mostradas en términos del número de cargas de camiones pedidos. Los intervalos de tiempo entre la llegada de dos órdenes sucesivas son computadas y registradas en la columna 4. De la columna 6 a la 10, el tiempo actual requerido por los repartidores para hacer un viaje redondo es también registrado. El tiempo de entrega depende de la distancia a los sitios de construcción del cliente, así como las condiciones de tráfico durante el trayecto. El último factor justifica las diferencias en el tiempo entre los repartidores al mismo cliente. Así, el tiempo de entrega puede ser convenientemente dividido en dos componentes: El tiempo promedio de entrega para un pedido depende principalmente de la distancia de entrega y la desviación de cada entrega dentro del promedio se debe a las condiciones de tráfico impredecibles.

Día	Pedido No.	Tiempo de llegada	Intervalo del último pedido	Número de cargas	Tiempo de entrega (viaje redondo) en minutos							
					carga 1	carga 2	carga 3	carga 4	carga 5	promedio	desviación del promedio	
Lunes	1	8:15	15	2	64	69					67	-3,2
	2	8:32	17	1	75						75	0
	3	9:03	31	3	73	77	70				73	0, 4, -3
	4	9:47	44	3	123	116	123				121	2, -5, 2
	5	10:00	13	2	105	104					105	0, -1
	6	11:16	76	4	27	34	34	30			31	-4, 3, 3, -1
	7	1:03	107	1	48						48	0
	8	2:06	63	2	55	59					57	-2, 2
	9	2:18	12	1	83						83	0
	10	2:49	31	3	50	46	54				49	1, -3, 5
	11	4:06	77	2	61	65					66	-5, -1
Martes	12	9:40	100	3	73	78	77				76	-3, 2, 1
	13	10:12	32	4	66	71	70	69			69	-3, 2, 1, 0
	14	10:45	33	4	41	43	45	48			44	-3, -1, 1, 4
	15	11:55	70	3	60	65	65				63	-3, 2, 2
	16	1:24	89	2	91	103					97	-6, 6
	17	2:22	58	1	7						7	0
	18	4:27	125	3	99	105	94				99	0, 6, -5
Miércoles	19	8:25	25	4	47	41	40	46			43	4, -2, -3, 2
	20	10:35	130	4	68	66	62	66			66	2, 2, -4, 0
	21	12:03	68	3	88	88	85				87	1, 1, -2
	22	3:02	179	5	53	59	52	53	53		54	-1, 5, -2, -1, -1, -1
	23	3:50	48	2	59	38					39	0, -1
24	4:15	25	5	30	39	32	37	32		34	-4, 5, -2, 3, -2	
Jueves	25	8:05	5	4	74	71	70	72			72	2, -1, -2, 0
	26	10:33	148	3	63	62	63				63	0, -1, 0
	27	1:04	151	2	94	88					91	3, -3
	28	1:28	14	4	81	87	88	82			85	-4, 2, 3, -3
	29	1:40	12	3	38	40	41				40	-2, 0, 1
	30	2:23	43	1	21						21	0
	31	4:10	107	4	71	69	69	70			70	1, -1, -1, 0
Viernes	32	8:30	30	5	72	76	75	73	69		73	-1, 3, 2, 0, -4
	33	9:28	38	4	107	94	100	94			99	8, -5, 1, -5
	34	12:12	164	4	60	69	66	65			65	-5, 4, 1, 0
	35	12:33	21	3	55	57	54				55	0, 2, -1
	36	2:05	92	1	82						82	0
	37	2:15	10	4	87	91	85	82			86	1, 5, -1, -4
	38	4:13	118	2	55	59					57	2, -2

Tabla 5.1 Registro de un Sistema real.

Los datos en la tabla 5.1 pueden ser usados para desarrollar modelos que puedan ser utilizados para generar un flujo ficticio de pedidos del cliente. El primer paso es desarrollar una distribución de frecuencia para cada atributo a ser incluido en el pedido. El dato en la columna 4 puede ser usado para desarrollar el histograma de frecuencia de la figura 5.2 para los intervalos de llegada.

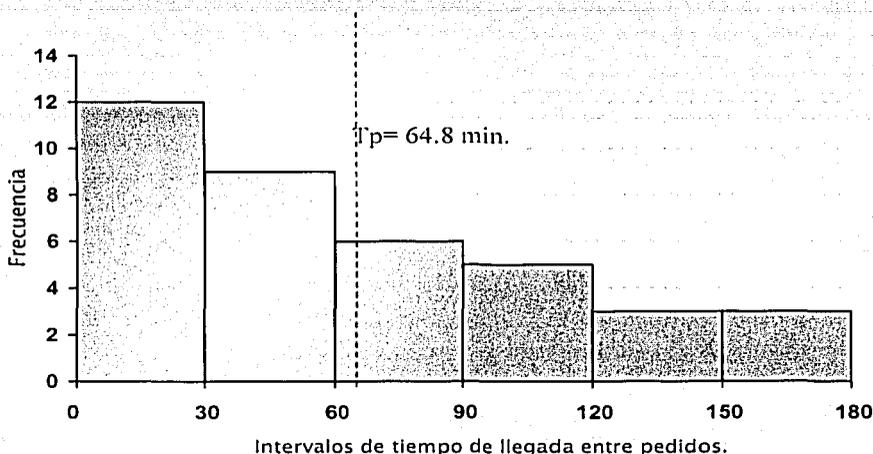


Fig. 5.2 Histograma de intervalos de tiempo

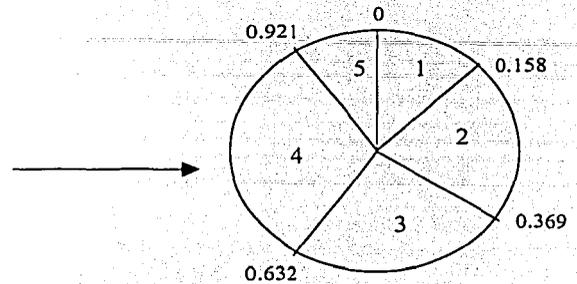
Esto es logrado agrupando los datos en clases. Así, el dato en la columna 4 ha sido agrupado en 6 clases. La primera clase contiene el intervalo de 12 llegadas en menos de 30 minutos; la segunda clase contiene llegadas que están entre los 30 y 60 minutos; la tercera clase contiene llegadas entre 60 y 90 minutos y así sucesivamente. Cada clase puede ser representada por su punto medio, por ejemplo, cada intervalo de tiempo en la primera clase puede ser representado por un intervalo de tiempo de 15 minutos.

En la figura 5.3, la frecuencia del número de pedidos es convertido a densidades de probabilidad. Las figuras 5.4 y 5.5 representan los histogramas de frecuencia para el tiempo promedio de entrega para una orden y la desviación de cada entrega del promedio, respectivamente.

Los modelos pueden ser desarrollados directamente de estas distribuciones de frecuencia. Por ejemplo, usando la figura 5.2, 38 piezas de papel de tamaño idéntico pueden ser preparadas para representar los 38 pedidos. En cada pieza, el intervalo de

llegada antes de la próxima orden es escrito, así, habría 12 con el número 15, 9 con el número 45, etc. Estos papeles son colocados en una copa, esta copa es esencialmente un modelo de simulación para generar intervalos de llegada para los pedidos del cliente.

Número de cargas (x)	Número de pedidos	Probabilidad p(x)
1	6	0.158
2	8	0.211
3	10	0.263
4	11	0.289
5	3	0.079
total	38	



$$p(x) = \text{Número de pedidos por carga} / 38$$

Fig. 5.3 Modelo de la cantidad de pedidos

Un modelo similar puede ser construido de la distribución del tamaño de las órdenes. De acuerdo con la figura 5.3, la copa contiene 6 papeles marcados con una carga, 8 marcados con 2 cargas, 10 marcados con 3 cargas, etc. Una tercera copa contendría 38 papeles representando los 38 tiempos de entrega promedio de acuerdo a la distribución de frecuencias de la figura 5.4. Esta copa de papeles, es entonces el modelo de simulación para generar el tiempo promedio de entrega de un pedido. Similarmente, una cuarta copa contendría 111 piezas de papel representando las desviaciones del promedio de acuerdo a la figura 5.5.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

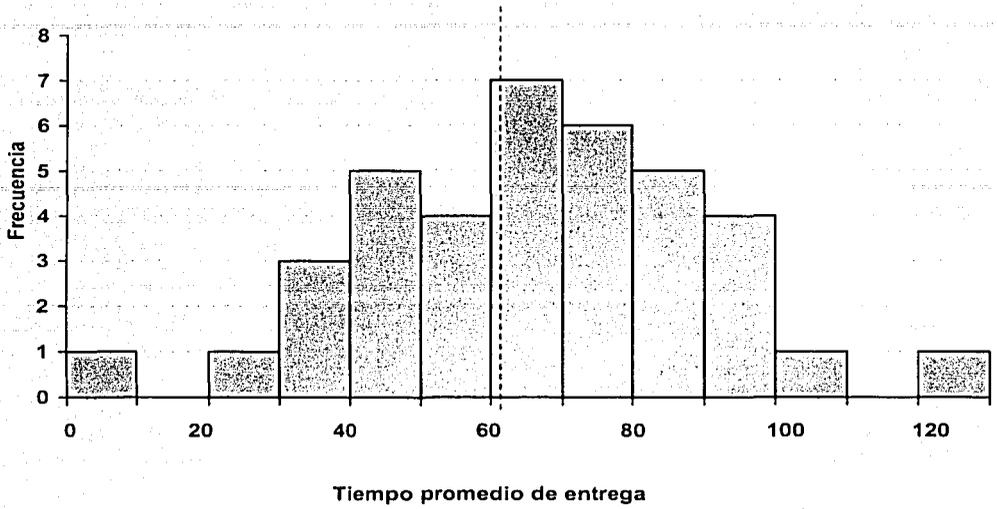


Fig. 5.4 Histograma de tiempo de repartidores

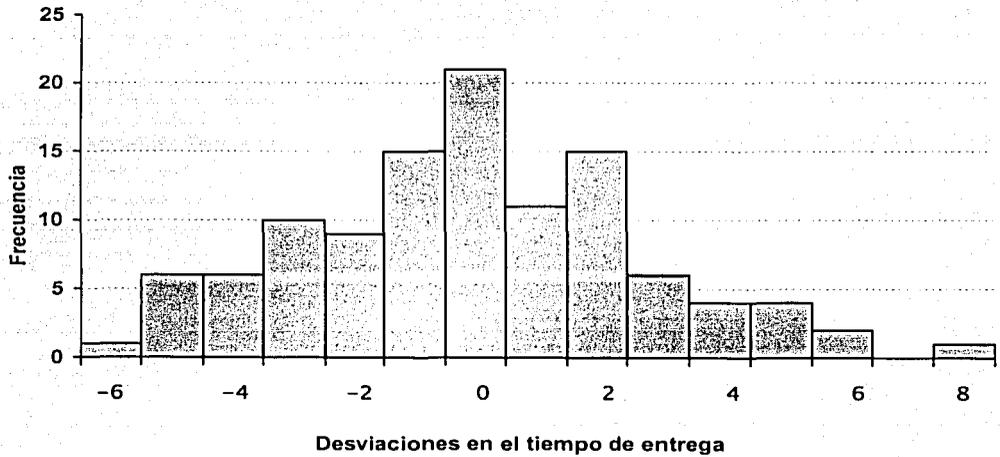


Fig. 5.5 Histograma de desviaciones en tiempo de entrega

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para generar un pedido ficticio de un cliente, las copas son cubiertas y agitadas de tal manera que los papeles queden bien revueltos. Una pieza es entonces retirada de cada una de las tres primeras copas. La pieza de la primera copa muestra el intervalo de llegada del pedido; la segunda da el número de llenados de la orden; la tercera da el tiempo de entrega promedio. Después, estos papeles son regresados a sus respectivas copas. Para generar la desviación en el tiempo de entrega para cada llenado, un papel es retirado de la cuarta copa. El tiempo marcado en éste es registrado y retornado a la copa antes de que un segundo papel sea retirado para el próximo llenado. La figura 5.1 muestra una lista de trabajos generados para un día de operación simulada.

El procedimiento anterior puede ser repetido tantas veces como sea necesario. La certeza de los datos simulados depende de qué tan representativos son las pruebas y datos de la situación real. Para mejorar la certeza de los modelos, es necesario obtener un conjunto de datos de al menos varios días de una operación normal. Para el sistema a desarrollar no se empleará esta técnica, la idea será conformar diferentes arreglos (vectores) que contengan la información pertinente, posteriormente se generará un número aleatorio que nos indicará el índice del elemento que se deberá tomar del arreglo correspondiente. El elemento nos dirá el dato a considerar.

CAPÍTULO 6. MODELADO DE LAS OPERACIONES DE LA PLANTA

El modelo de la simulación de las operaciones en la planta de concreto consistirá en una serie de reglas logísticas que describen la ruta y el proceso de los pedidos del cliente a través de la planta. La figura 6.2 es un modelo de simulación esquemático general de la planta de operaciones. En suma, el modelo ofrece un mecanismo por medio del cual el estado de la planta y repartidores puede ser continuamente registrado. Durante el día, la planta representa el 58% del tiempo muerto de trabajo y los camiones representan el 28.4% del tiempo muerto de trabajo. Los resultados anteriores representan un día de simulación. Para incrementar la fiabilidad de los resultados, varios días deberán de ser simulados. El resultado de todo esto es usado para indicar las características operacionales del sistema cuando sólo hay 5 camiones disponibles.

La simulación puede ser extremadamente tediosa cuando los datos son obtenidos manualmente, como en el ejemplo anterior. Sin embargo, el modelo esquemático de la figura 6.2 puede ser fácilmente programado como se describe en el capítulo 10. Con la ayuda de una computadora, la simulación de un día de operación simulada puede ser obtenida en mucho menos tiempo. Por lo tanto, el poder de la simulación analítica queda exclusivamente en la capacidad de la computadora.

Número de pedido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Intervalo (min.)	15	15	45	15	75	15	165	135	15	15	15	15	
Tiempo de llegada	8:15	8:30	9:15	9:30	10:45	11:00	1:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	
Número de cargas	3	2	5	3	1	4	2	4	3	5	4	2	
Tiempo de entrega (promedio)	45	105	85	95	75	65	65	125	85	45	105	95	
Desviación del tiempo promedio de entrega de cada camión.	1	2	-5	5	1	3	4	-2	-5	-1	2	2	0
	2	0	1	0	-2		-3	5	1	-1	-3	2	-1
	3	2		-1	-2		-5		2	2	-3	0	
	4			-1			-2		-1		0	0	
	5			1							5		

Fig. 6.1 Pedidos simulados de cliente por un día

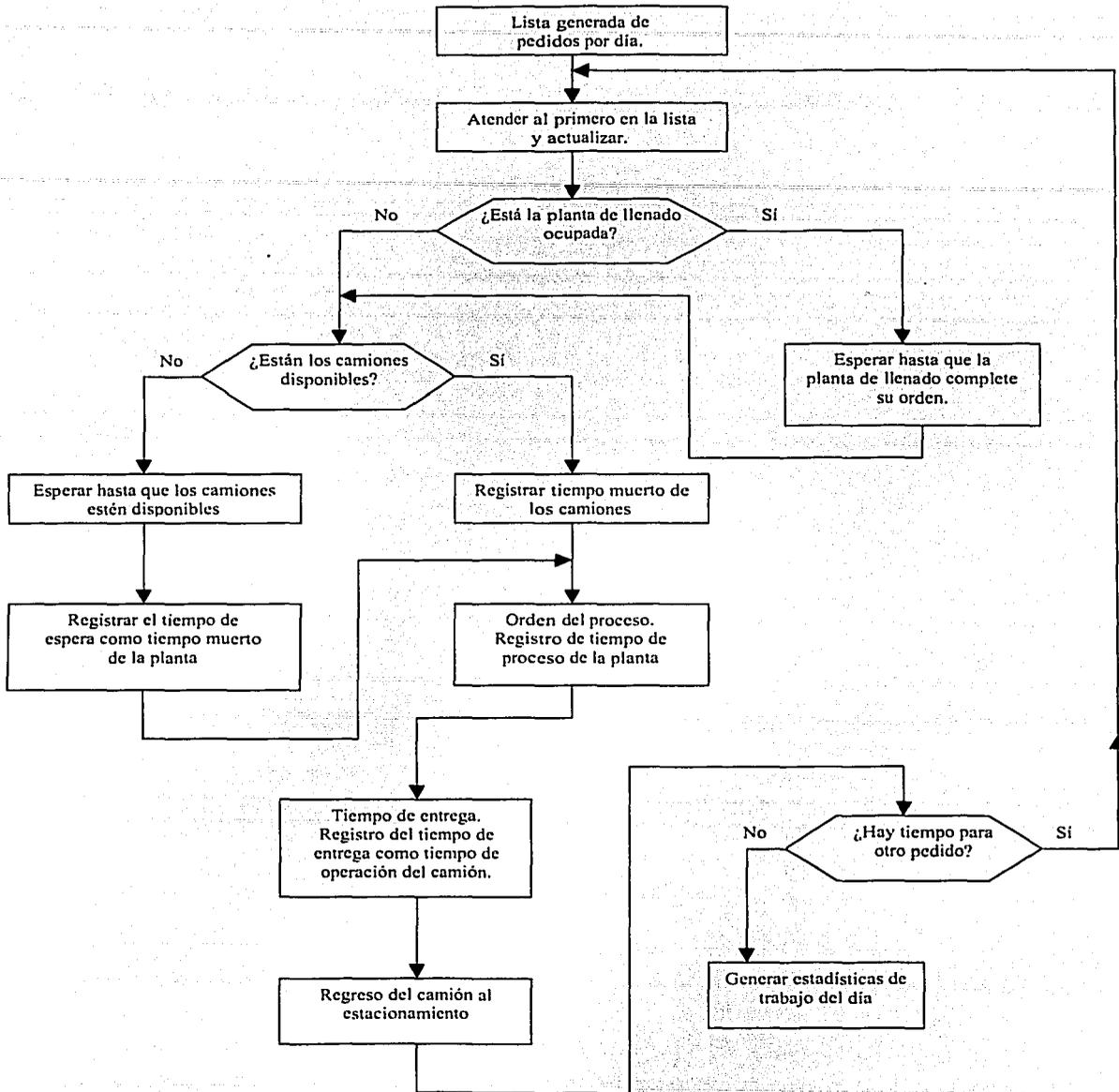


Fig. 6.2 Diagrama funcional del modelo de simulación de la planta de operaciones de concreto.

CAPÍTULO 7. LA SIMULACIÓN Y EL PROCESO DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez que el modelo de simulación ha sido construido, es cuestión de usar tantos camiones de entrega como se desee. La figura 7.1 muestra un posible resultado de este problema de simulación. Cada punto en la gráfica es el promedio de una gran cantidad de días simulados (digamos 100 días). El porcentaje del tiempo muerto de la planta de llenado se decrementa con el incremento del número de camiones repartidores. Sin embargo, más allá de un cierto punto, la tasa de decremento empieza a ser muy pequeña. Además, a causa de las limitaciones operacionales, como la regla que la última orden procesada será la que llegue a más tardar a las 3:30 de la tarde, el porcentaje de tiempo muerto nunca se acercará al cero.

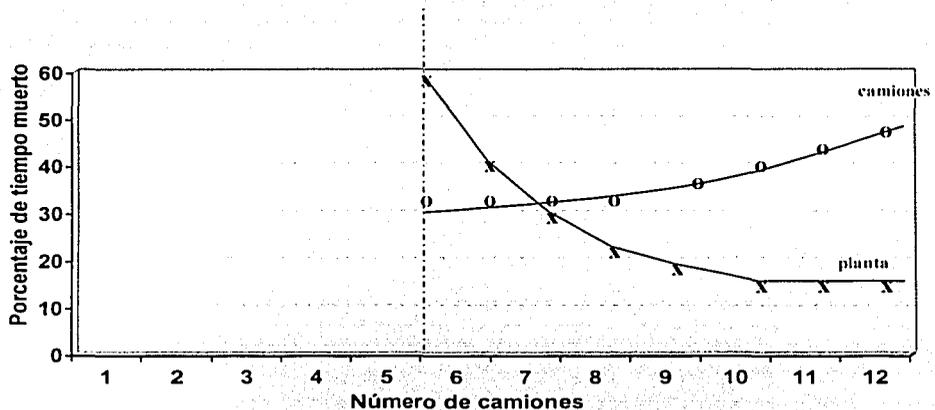


Fig. 7.1 Análisis de los resultados de la simulación

Contrario a la respuesta de la planta de llenado, el tiempo muerto de los camiones de entrega se incrementa cuando hay más camiones. Sin embargo, la eficiencia de un componente del sistema es sacrificado por la eficiencia de otro componente del mismo. Indudablemente, la dirección querrá considerar además, la parte económica del problema ya que el objetivo es maximizar la ganancia de cada peso invertido.

El capital y los costos operacionales así como el volumen de ventas diarias de las diferentes entregas pueden ser fácilmente incorporados al modelo de simulación. Teniendo determinadas todas las características relevantes del sistema para la simulación, la administración de la compañía debe usar sus resultados para encontrar una óptima solución del problema. Las técnicas de optimización, como la

programación lineal y el análisis de las decisiones, pueden ser usados para trabajar esta función, la cual no será analizada en este trabajo.

CAPÍTULO 8. GENERACIÓN DE LOS DATOS DE ENTRADA

Un estudio de simulación requiere de una secuencia de datos de entrada generados con la misma distribución de frecuencia. En la planta de concreto, para un ejemplo realizado de manera manual, esto fue logrado obteniendo piezas de papel de una copa. Cada pieza de papel tiene un número escrito y la distribución de frecuencia de los números en cada copa fue el mismo que en el histograma de frecuencias para los atributos de entrada que fueron simulados. La rueda de la fortuna, tablas de números aleatorios (técnica utilizada en el desarrollo de este trabajo), o métodos numéricos pueden además, ser usados para generar datos de entrada para la simulación.

Ruedas de la fortuna. Considere por ejemplo, los tamaños de las frecuencias de la figura 5.3: Éstas pueden ser transformadas en densidades de probabilidad determinando la probabilidad relativa de la ocurrencia de cada clase; por ejemplo, la clase 1 tiene una probabilidad de ocurrencia de $6/38$, ó 0.158 . Una rueda de la fortuna puede ser construida de tal manera que las divisiones de la rueda sean proporcionales a la probabilidad de cada clase, como se muestra en la figura 5.3. Ahora, para generar un conjunto de pedidos, sólo giramos la rueda y grabamos el número donde para. Lo mismo puede hacerse para cada uno de los otros histogramas de frecuencia.

Tabla de números aleatorios.

La tabla de números aleatorios son grupos de 10 números (0-9), o cientos de números (00-99), o cualquier otro grupo similar. El orden en el cual los números aparecen es absolutamente aleatorio.

Para usar una tabla de números aleatorios que generan datos de entrada, los números deben ser asignados a cada clase de los datos de entrada en proporción de la probabilidad de ocurrencia de cada clase. Consideremos de nuevo, el modelo de probabilidad de la figura 5.3 del tamaño de los pedidos. La primera clase tiene una probabilidad de ocurrencia de 0.158 y, por lo tanto, 15.8% de los números aleatorios pueden ser asignados a la clase que representa una carga de camión. Esto se puede alcanzar asignando los números 000000 al 157999 a esta clase. La siguiente clase (2 cargas de camiones) tiene una probabilidad de ocurrencia de 0.211 y por lo tanto, los números 158000 al 367999 serían asignados a esta clase. Similarmente, la tercera clase (3 cargas de camiones) se asignan los números 631000 al 920999 y la quinta clase del 9210000 al 999999.

La distribución de probabilidad de los tamaños de los pedidos será el mismo, tanto en la secuencia generada como en la secuencia ejemplo, ya que cada tamaño del pedido tiene variables aleatorias asignadas en proporción de probabilidad de ocurrencia en la

muestra. El mismo procedimiento puede ser usado para generar datos de entrada para intervalos de tiempo de llegada, tiempos de entrega promedio de los camiones y desviaciones de los tiempos promedio de entrega.

Métodos numéricos.

Cuando la simulación es hecha con la ayuda de computadoras, es conveniente describir los histogramas de frecuencia con funciones matemáticas de aproximación. Por ejemplo, el histograma de frecuencia para el tiempo de pedidos entre llegadas mostrado en la figura 5.2 puede ser descrito adecuadamente por la función de densidad exponencial:

$$F(t) = \begin{cases} 1/t_a (e^{-(t/t_a)}) & \text{para } t \\ 0 & \text{todos los demás} \end{cases}$$

donde t es el intervalo de tiempo entre pedidos sucesivos, y t_a es el intervalo de tiempo promedio, el cual es de 68.4 minutos, en este ejemplo. Similarmente, el histograma en la figura 5.4 puede ser descrita por una función de densidad normal como sigue:

$$F(t) = 1 / \sqrt{2 \pi \sigma_D} e^{-(D-u/\sigma_D)^2}$$

donde D es el tiempo promedio de entrega; u es el principal valor de D que es igual a 66.1 minutos en este ejemplo; y σ_D es una constante que define el límite superior e inferior en donde se encuentra el 68% de los valores de D . Similarmente, la siguiente función de densidad normal puede ser usada para describir el histograma de la figura 5.5:

$$F(d) = 1 / \sqrt{2 \pi \sigma_d} e^{-(d/\sigma_d)^2}$$

donde d es la desviación en el tiempo de entrega .

CAPÍTULO 9. PROCESO DE SOLUCIÓN.

El proceso de solución se compone de dos pasos cíclicos principales, como se muestra en la figura 9.1; en el ciclo interior, la respuesta del sistema es medida con respecto a un conjunto específico de valores para los parámetros de diseño en el modelo del sistema. Para probar el diseño rigurosamente bajo un rango completo de parámetros de entrada, un gran número de soluciones independientes debe ser generado en este ciclo.

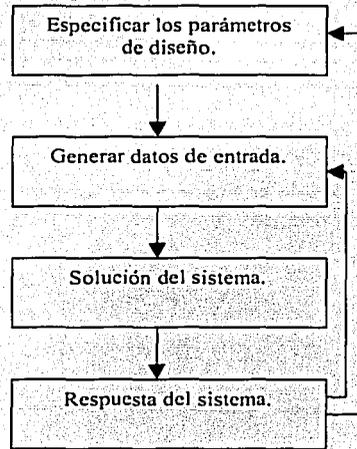


Fig.9.1 El proceso de solución en la simulación.

En el caso de la planta de concreto, cada ciclo interior representa sólo un día simulado el cual puede o no ser representativo de la respuesta del sistema. Para dar una medida confiable de la respuesta para un período grande de operaciones, deben ser simulados varios días. Alternativamente, la dirección desearía determinar la respuesta del sistema al incrementar el flujo de pedidos del cliente. Esto constituye un ciclo interno del proceso y los resultados indicarán la sensibilidad del sistema para cambiar los datos de entrada.

En el ciclo exterior, la respuesta del sistema es medida con respecto a los cambios en los parámetros de diseño. Si el modelo de simulación es apropiadamente construido, los valores de los parámetros de diseño pueden ser cambiados fácilmente en el modelo. *En la planta de concreto, por ejemplo, el único parámetro de diseño es un número variable de camiones de entrega. Así, varios días son simulados usando cinco camiones. Luego entonces, el procedimiento total es repetido varias ocasiones.*

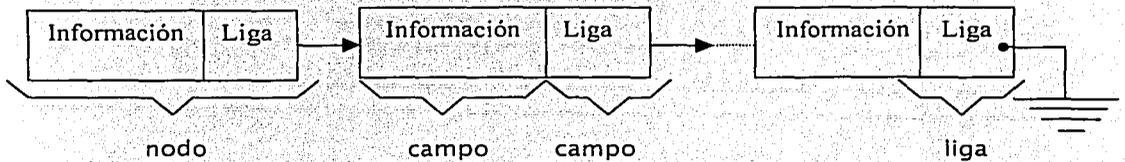
Estudios de esta naturaleza indican la sensibilidad del sistema al cambiar los valores para los parámetros del mismo.

En algunos problemas de simulación, es necesario estudiar la respuesta del sistema usando varias estructuras de sistema diferentes. Puede ser necesario separar los modelos de sistema para representar los diseños diferentes. Por ejemplo, si la dirección de la planta de concreto deseara estudiar los beneficios relativos de trabajos de procedimientos de rutina diferentes al método de "el primero que llega, primero que se atiende", será necesario construir un modelo de sistema por separado para cada método de rutina. En estos casos, la estructura y la lógica variarán. Estudios de esta naturaleza indican la sensibilidad del sistema al cambiar la estructura del mismo.

CAPÍTULO 10. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Debido a que se desconoce la cantidad de memoria que se requiere para almacenar la información que se generará en el proceso de simulación ya que el número de días y el número de camiones de entrada al programa es totalmente variable, se decidió utilizar estructuras de datos dinámicas, a saber, listas ligadas.

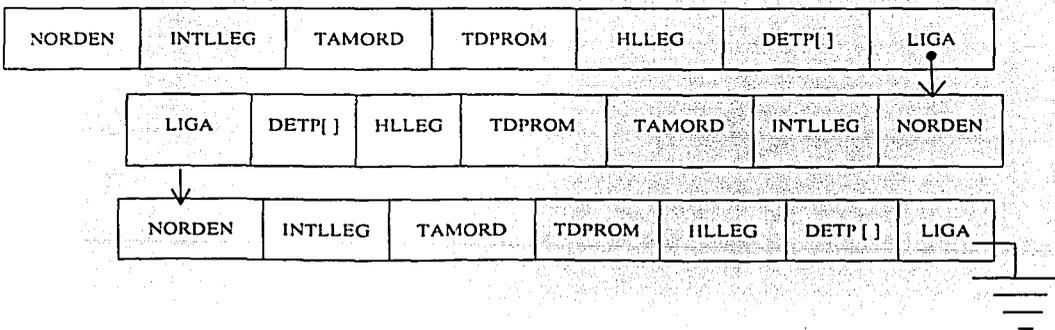
Una lista ligada se compone de nodos ligados entre sí, cada nodo es un registro compuesto por dos o más campos de igual o diferente tipo, uno de éstos será llamado campo liga, dicho campo permitirá el enlace con nodos subsecuentes, ejemplo:



Con el empleo de estructuras de datos dinámicas utilizaremos sólo el espacio estrictamente necesario.

Para la implementación del programa, la empresa para la cual se desarrolló el sistema sólo contaba con Turbo Pascal versión 7.0, por este motivo el sistema fue elaborado en dicho lenguaje. El lenguaje por ser estructurado facilitó en gran medida el desarrollo general del sistema, así como el uso de las estructuras de datos dinámicas. A continuación se presenta de manera gráfica las estructuras de datos empleadas y su correspondiente diccionario de datos.

LISTA DE ÓRDENES

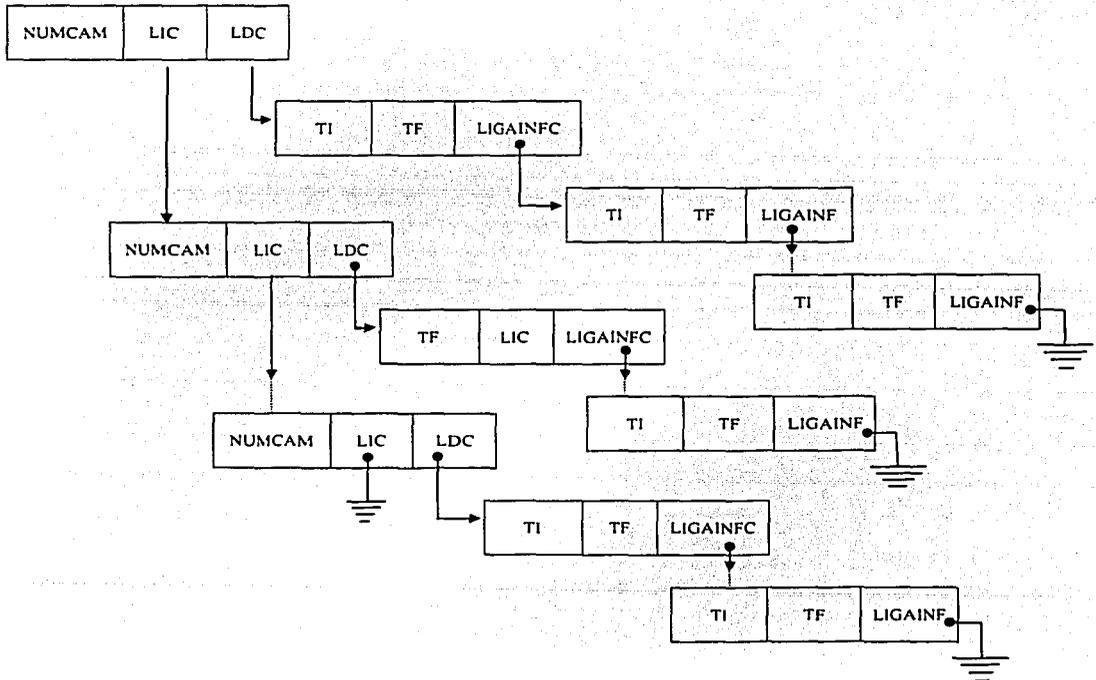


DICCIONARIO DE DATOS

APREGOR - Registro para el manejo de órdenes con los siguientes campos:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
NORDEN	Entero	Número de orden (pedido).
INTLLEG	Entero	Tiempo de llegada de una orden en minutos.
TAMORDEN	Entero	Número de camiones requeridos para atender una orden.
TDPROM	Entero	Tiempo promedio de entrega.
HLLEG	Entero	Hora de llegada específica de una orden.
DETP	Arreglo de enteros	Diferencias de tiempo respecto al tiempo promedio de entrega.
LIGA	Tipo APREGOR	Apuntador a la siguiente orden.

LISTA DE CAMIONES



DICCIONARIO DE DATOS

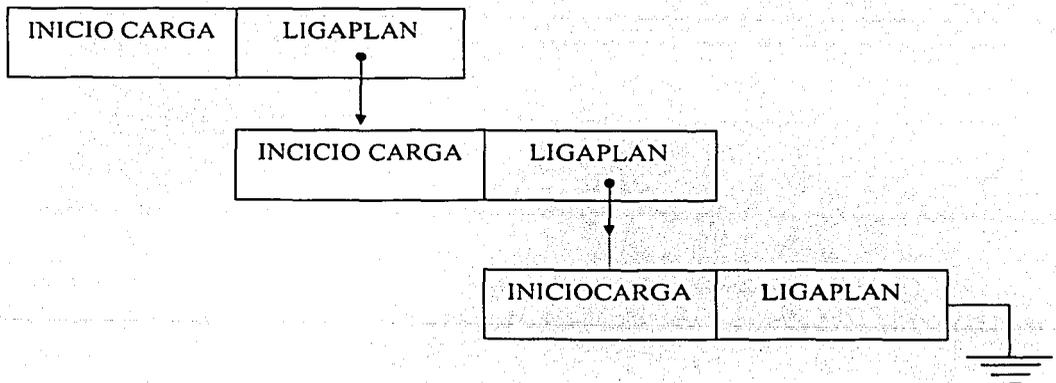
APINFC - Registro para llevar la información de un camión con los siguientes campos:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
TI	Entero	Hora de inicio de carga del camión.
TF	Entero	Hora de llegada del camión.
LIGAINFC	Apuntador De tipo APINFC	Apuntador al siguiente viaje del camión.

APLISTAC - Registro para el manejo de camiones con los siguientes campos:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
NUMCAM	Entero	Número de camión.
LIC	Apuntador de tipo APLISTAC	Apuntador al siguiente camión.
LDC	Apuntador De tipo APINFC	Apuntador al registro que lleva la información propia de un camión.

LISTA DE LA PLANTA

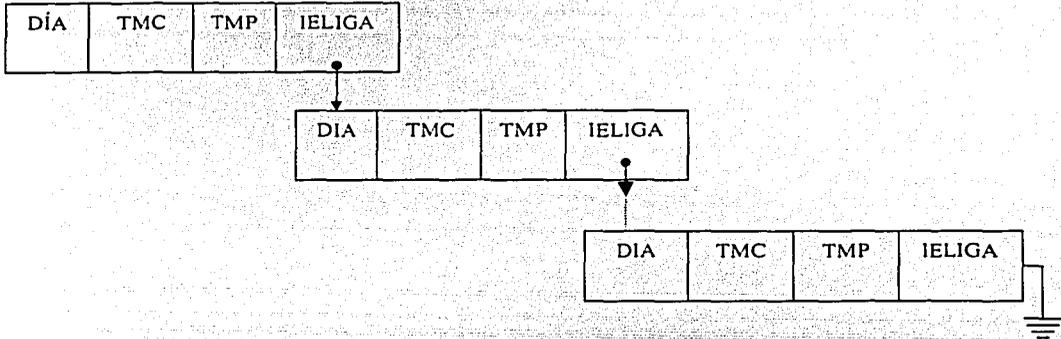


DICCIONARIO DE DATOS

APPLANTA - Registro para llevar los tiempos en los cuales la planta inicia una carga sobre un camión, con los siguientes campos:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
INICIOCARGA	Entero	Hora en que se inicia la carga de un camión.
LIGAPLAN	Apuntador de tipo APPLANTA	Apuntador a la siguiente hora de carga.

LISTA DE LA GRÁFICA



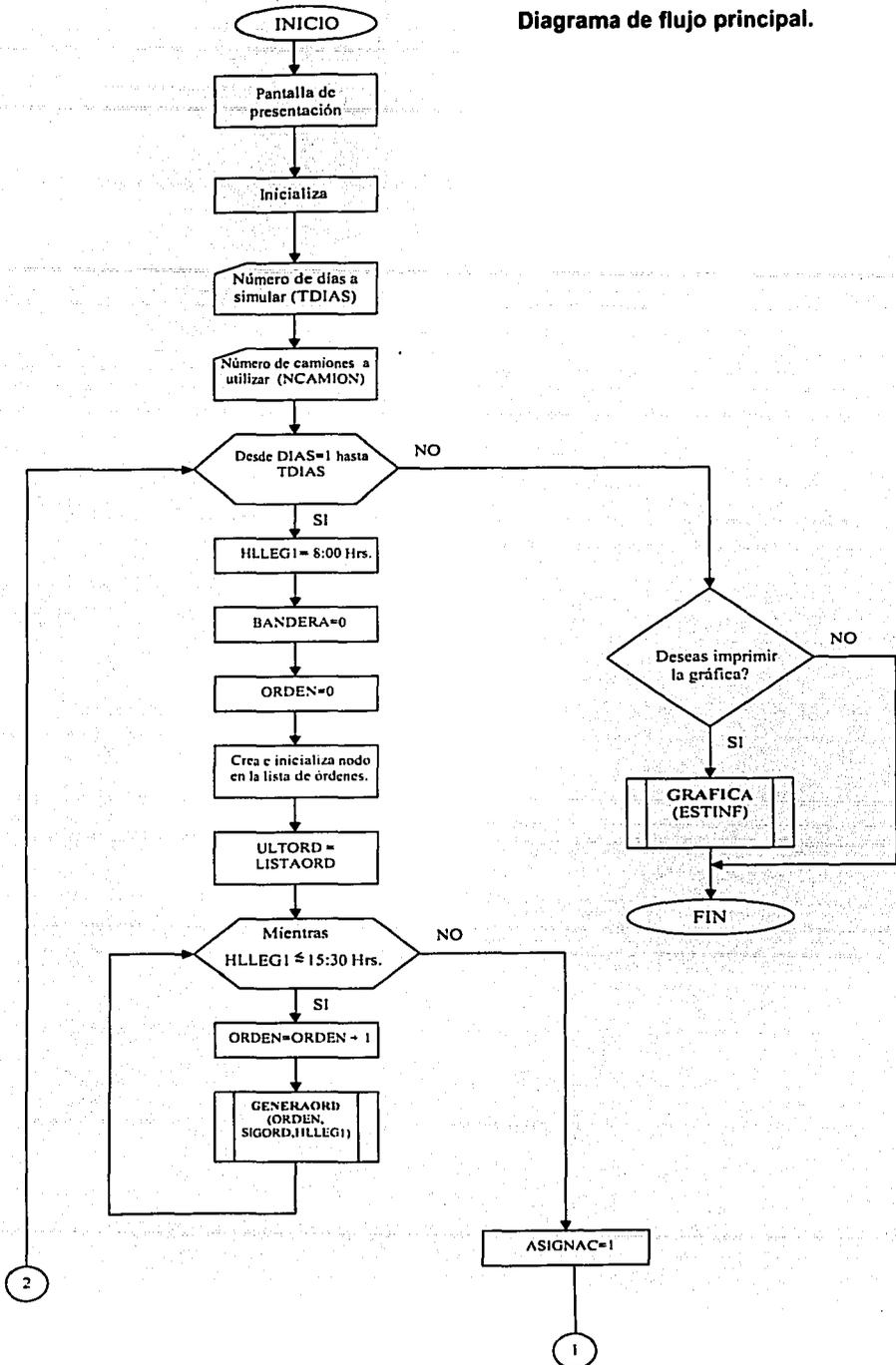
DICCIONARIO DE DATOS

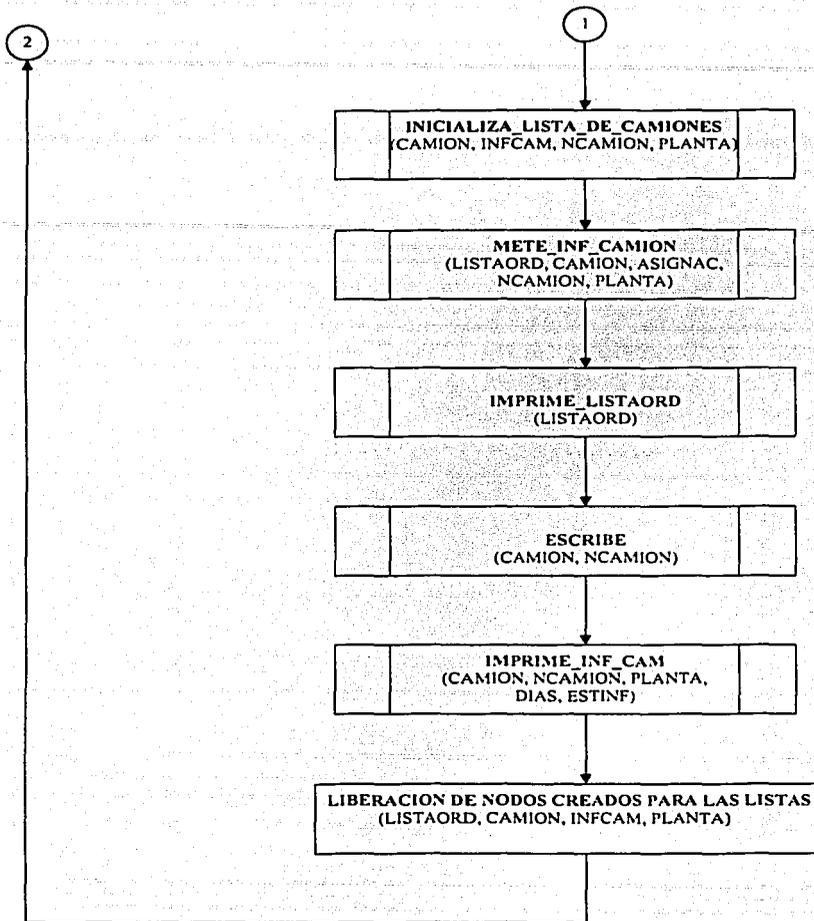
APINFEST - Registro que guarda la información para generar la gráfica, con los siguientes campos:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
DIA	Entero	Número de día de operación de la planta simulado.
TMC	Entero	Tiempo muerto total de los camiones para un día específico.
TMP	Entero	Tiempo muerto total de la planta para un día específico.
IELIGA	Apuntador de tipo APINFEST	Apuntador al siguiente día.

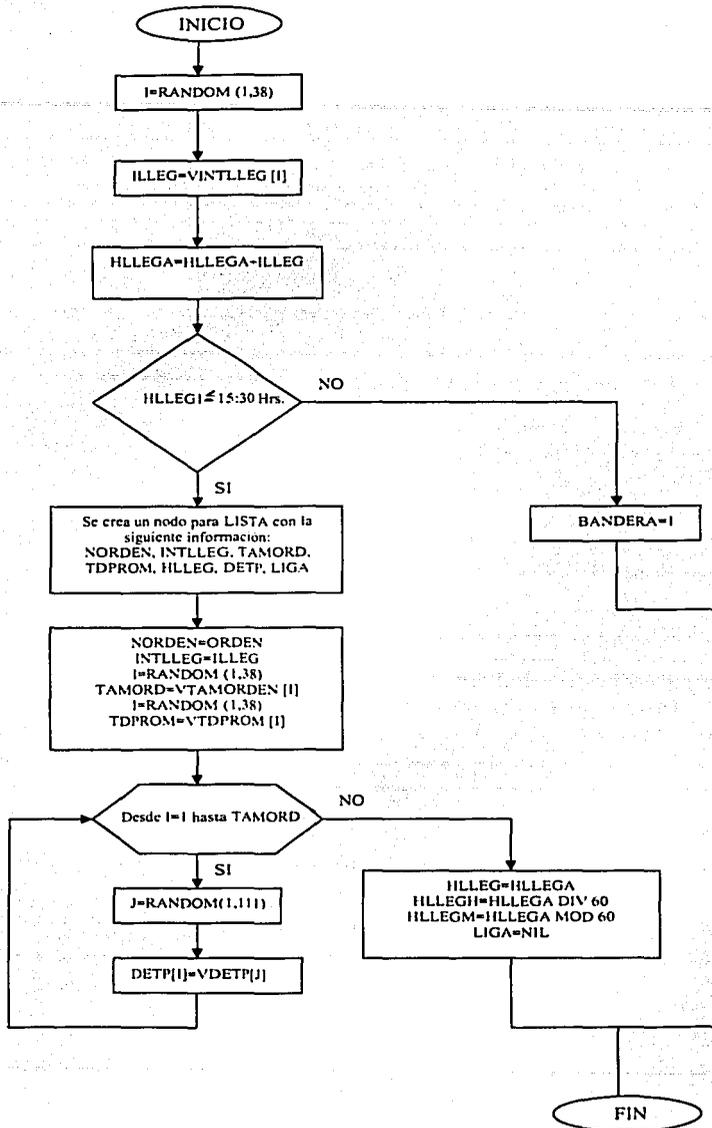
Como siguiente paso, se presentan los diagramas de flujo desarrollados:

Diagrama de flujo principal.

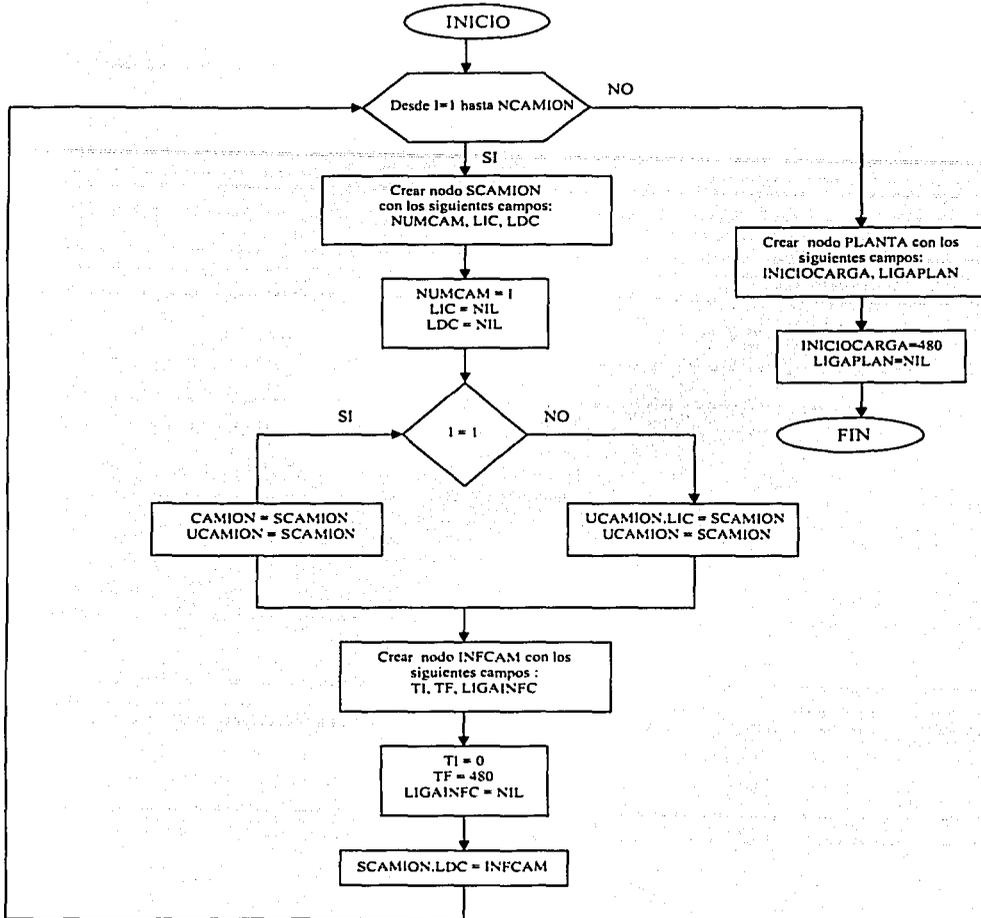




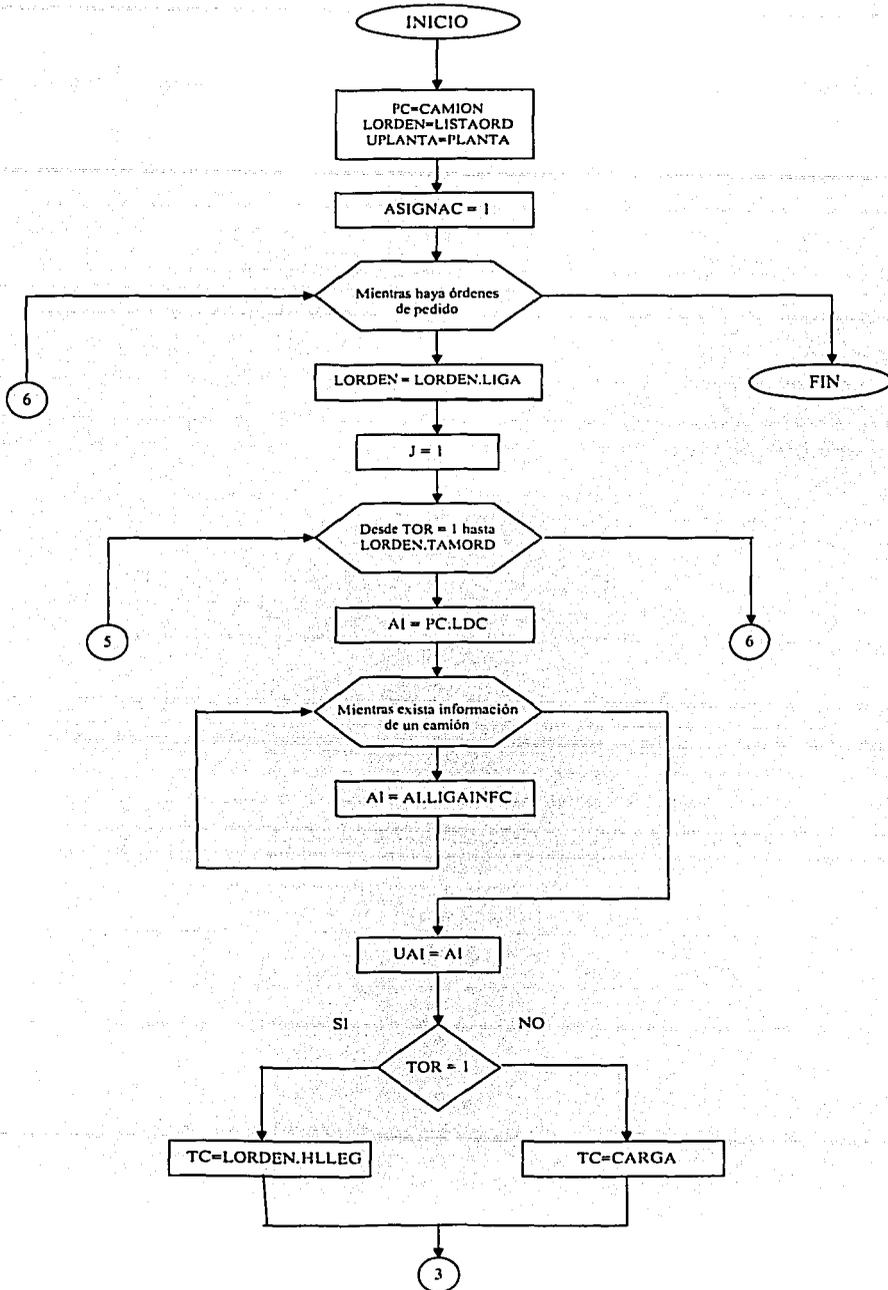
PROGRAMA PRINCIPAL: GENERAORD

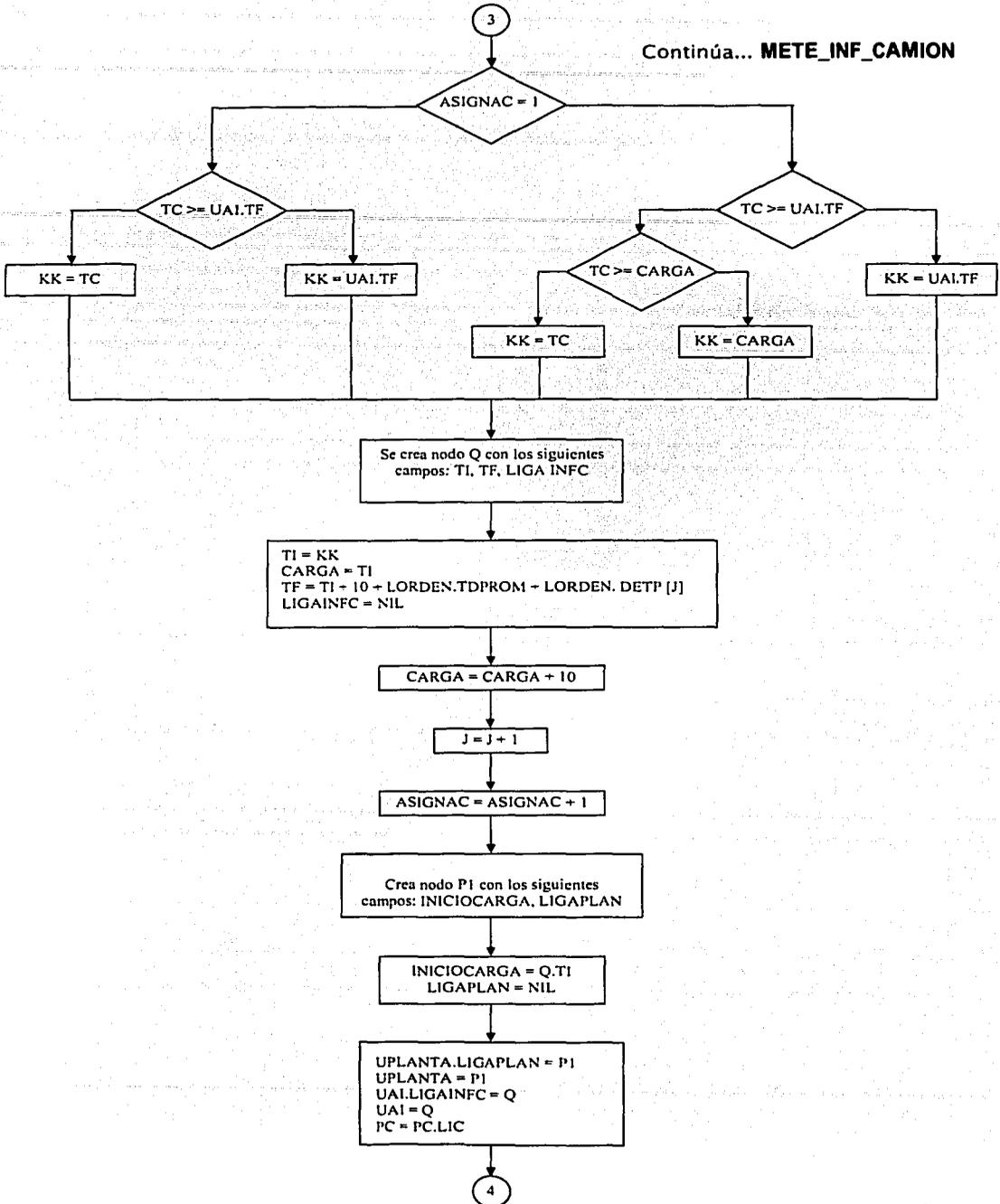


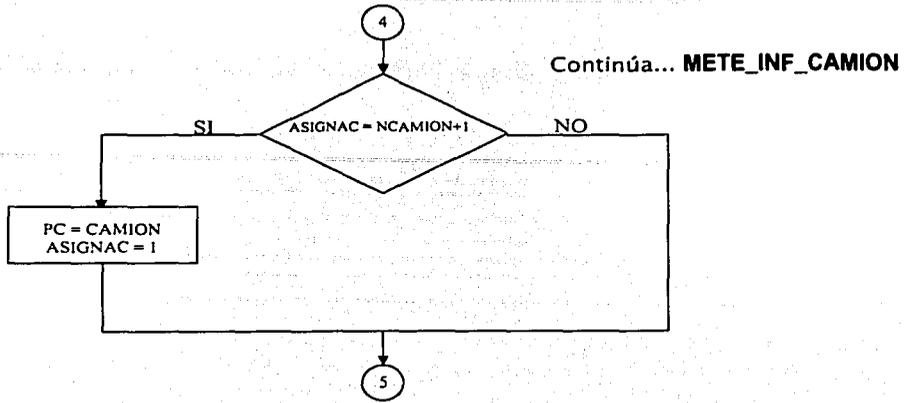
MÓDULO: INICIALIZA_LISTA_DE_CAMIONES



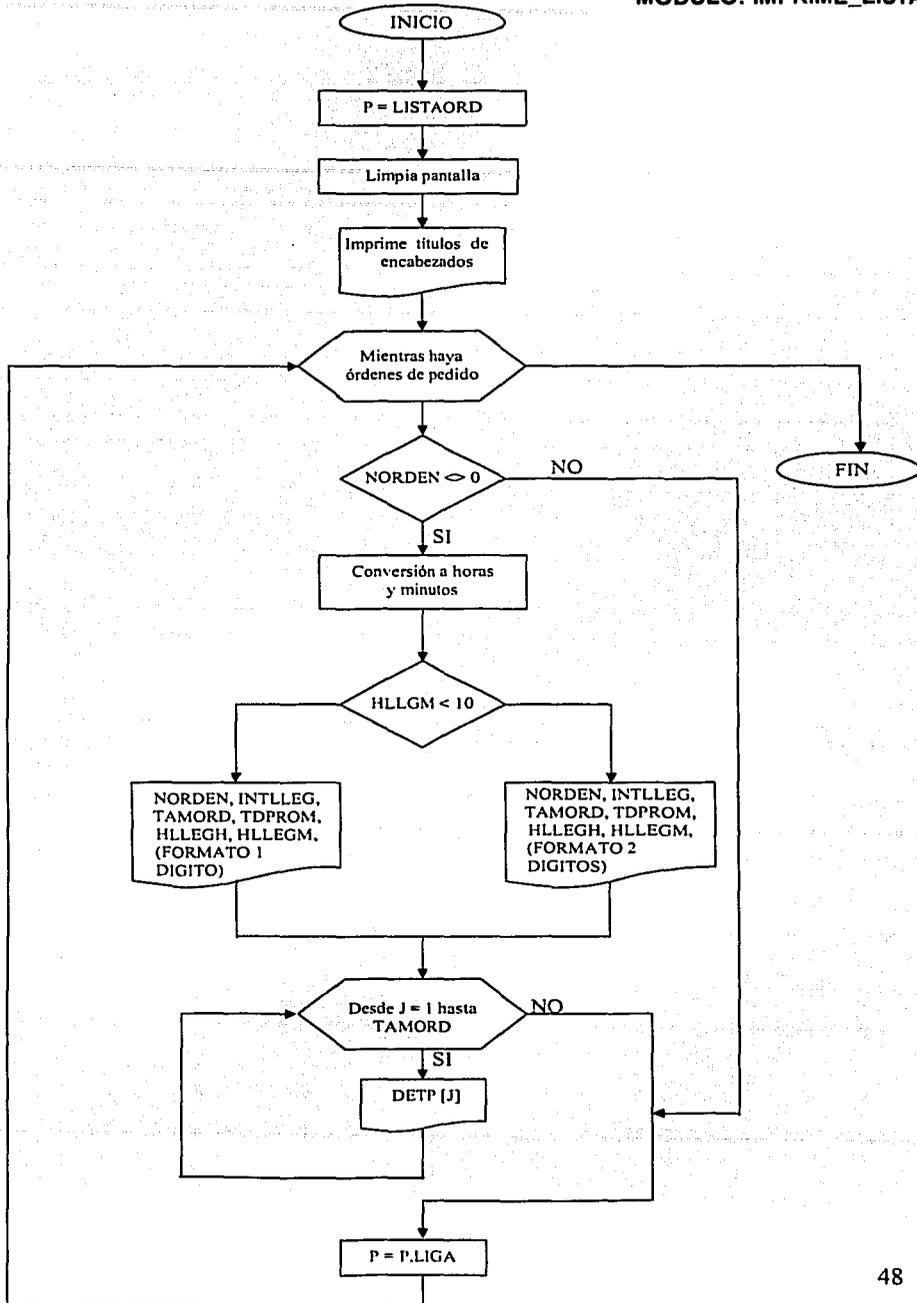
MÓDULO: METE_INF_CAMION



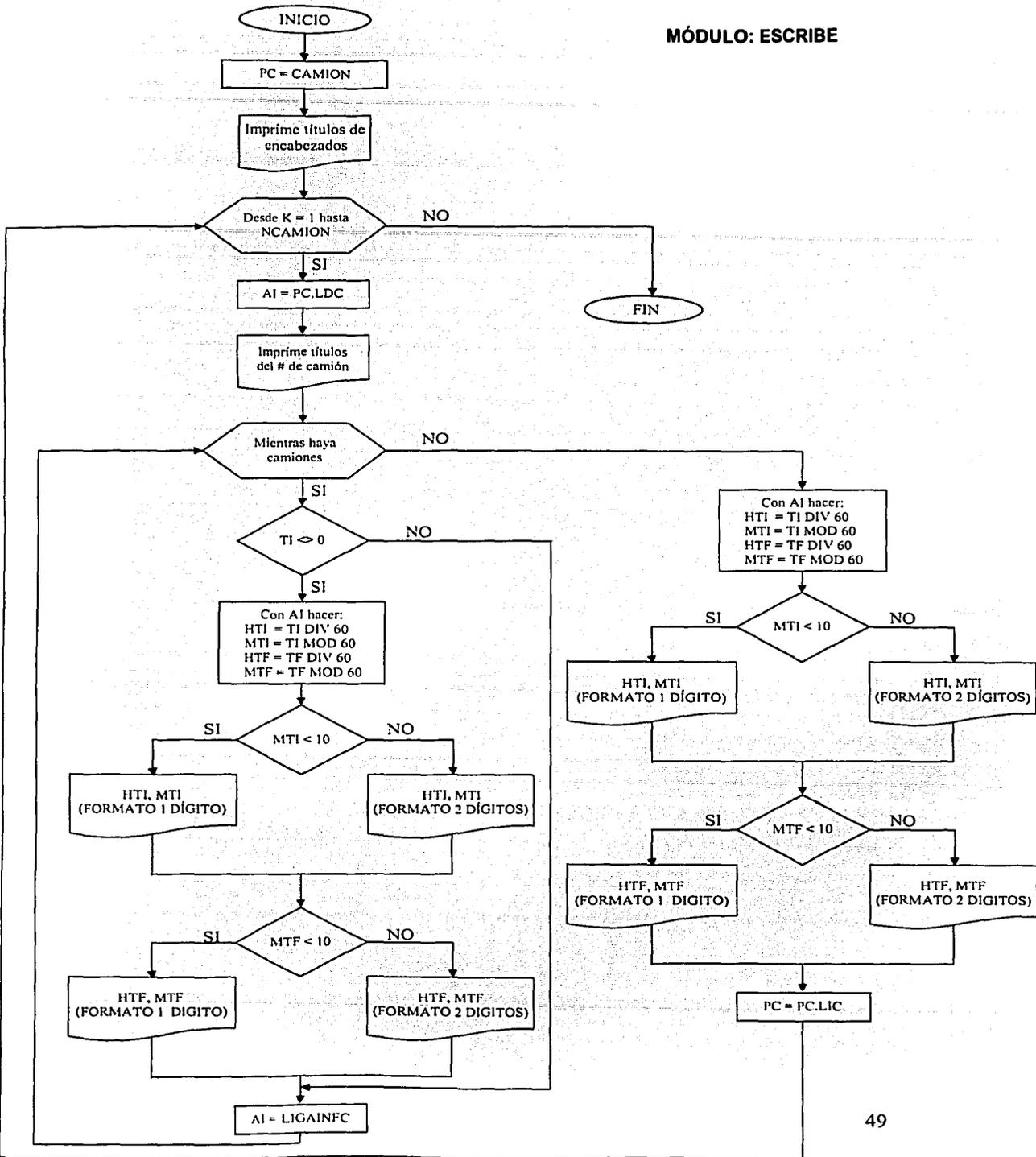




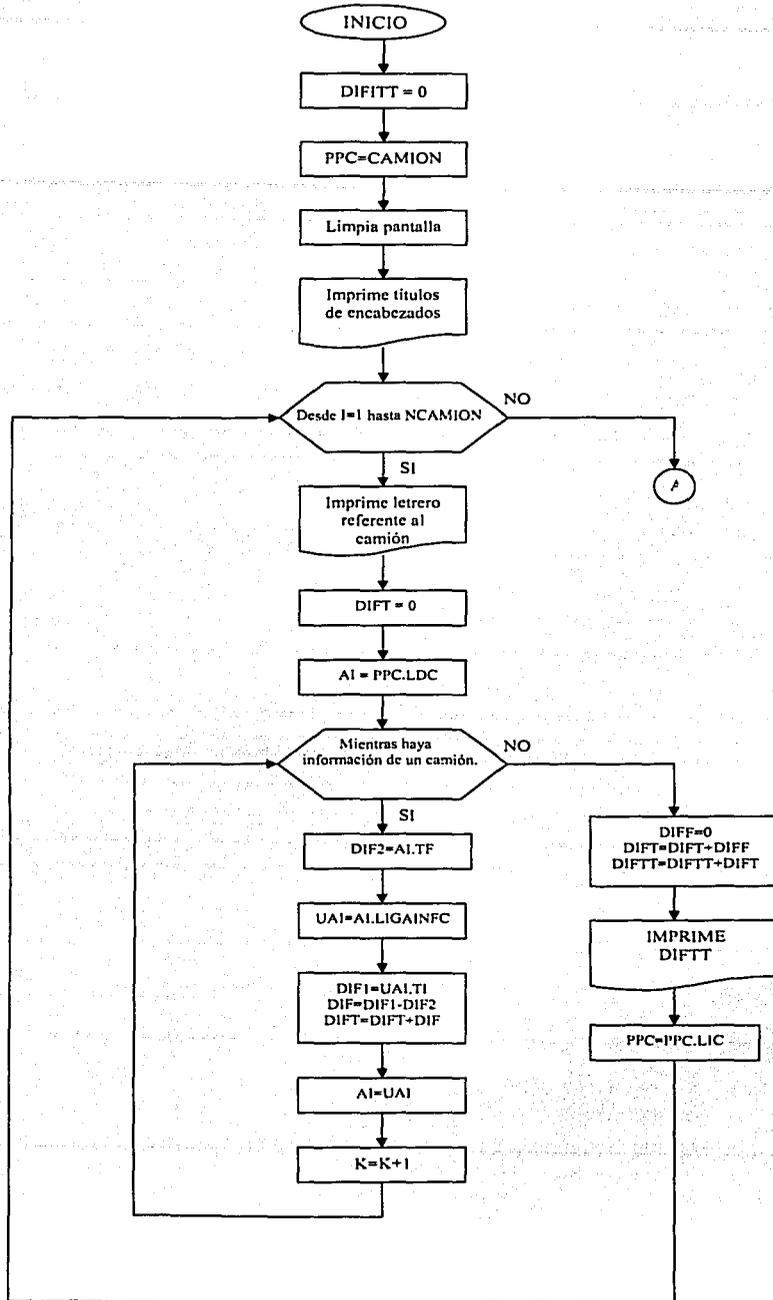
MÓDULO: IMPRIME_LISTAORD



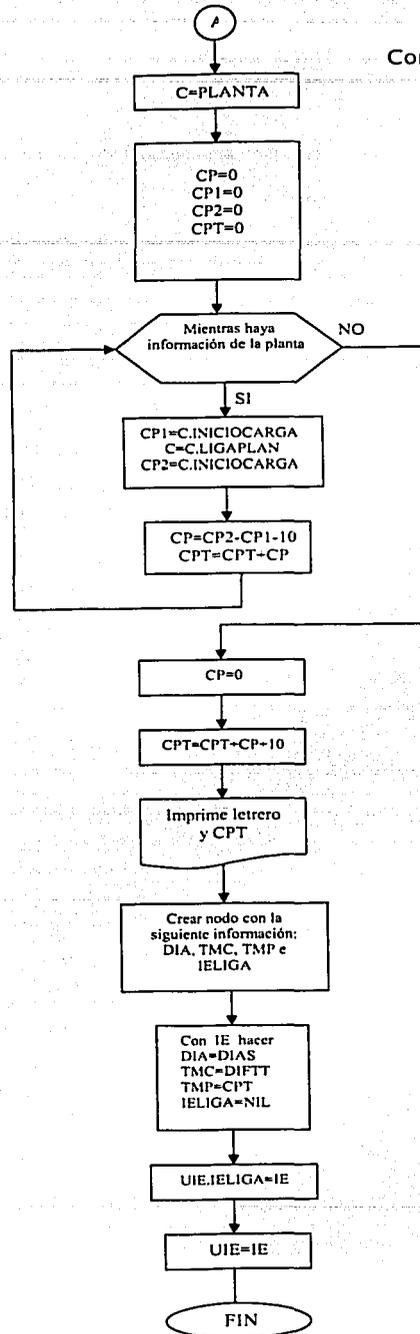
MÓDULO: ESCRIBE



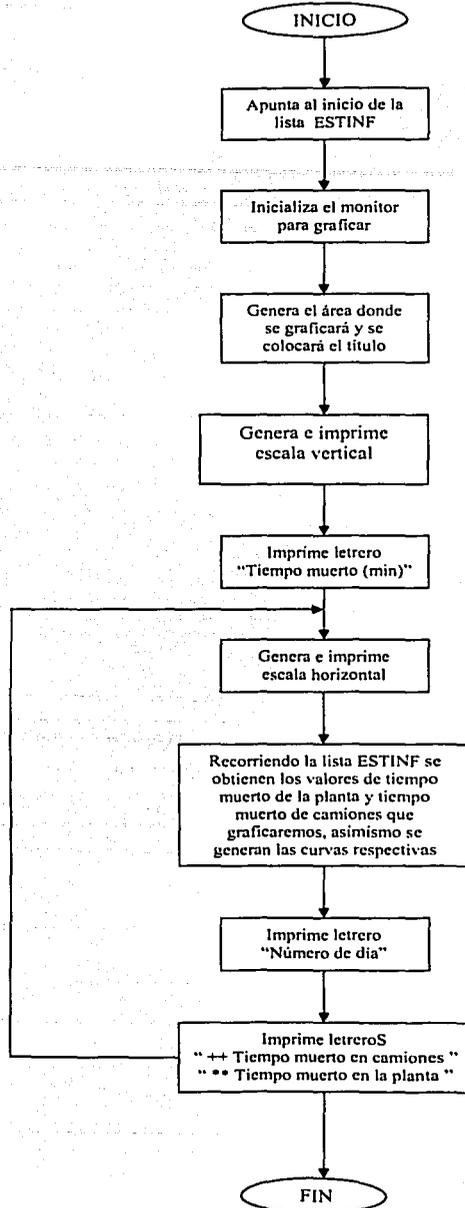
MÓDULO: IMPRIME_INF_CAM



Continúa... IMPRIME_INF_CAM



MÓDULO: GRÁFICA



Posteriormente y en función de los diagramas de flujo se elaboró el programa en el lenguaje Turbo Pascal versión 7.0; a continuación se presenta el listado del mismo.

{PROGRAMA DESARROLLADO POR:

MIREYA CRESPO GÓMEZ
MANUEL LÓPEZ DE NAVA CEBALLOS

PROGRAMA QUE SIMULA LA OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE CONCRETO
PREMEZCLADO

DATOS DE ENTRADA: NÚMERO DE DÍAS A SIMULAR Y
NÚMERO DE CAMIONES (OLLAS)

DATOS DE SALIDA: LISTA DE ÓRDENES DEL DÍA
INFORMACIÓN SOBRE CADA UNO DE LOS CAMIONES
TIEMPO MUERTO DE LOS CAMIONES Y
TIEMPO DE LA PLANTA

LA PLANTA COMIENZA A OPERAR A LAS 8:00 HRS.
TODA ORDEN QUE LLEGUE ANTES DE LAS 15:30 HRS.
SERÁ PROCESADA, SIN IMPORTAR HASTA QUÉ HORA SE TERMINE.

}

PROGRAM SIMULADOR;

uses

Crt,Printer, Graph,dos;

TYPE

APREGORD = ^REGORD;
REGORD = RECORD
 NORDEN:INTEGER; {REGISTRO PARA MANIPULAR UNA ORDEN}
 INTLLEG:INTEGER; {NUMERO DE ORDEN}
 TAMORD:INTEGER; {TIEMPO DE LLEGADA DE LA ORDEN EN MIN.}
 {NÚMERO DE CAMIONES PARA ATENDER UNA
 ORDEN}
 TDPROM:INTEGER; {TIEMPO PROMEDIO DE ENTREGA}
 HLLEG:INTEGER; {HORA ESPECÍFICA DE LLEGADA DE LA ORDEN}
 DETP: ARRAY[1..5] OF INTEGER; {DIFERENCIA DE TIEMPOS, RESPECTO AL TIEMPO
 PROMEDIO DE ENTREGA}
 LIGA: APREGORD {APUNTADOR A LA SIGUIENTE ORDEN}
END;

APINFC = ^INFC;
INFC = RECORD {REGISTRO PARA LLEVAR LA INFORMACIÓN DEL CAMIÓN}
 TI:INTEGER; {HORA DE INICIO DE CARGA DEL CAMIÓN}
 TF:INTEGER; {HORA DE LLEGADA DEL CAMIÓN}
 LIGAINFC: APINFC {APUNTADOR AL SIGUIENTE VIAJE DEL CAMIÓN}
END;

APLISTAC = ^LISTAC;

```

LISTAC = RECORD          {REGISTRO PARA LLEVAR UNA LISTA DE CAMIONES}
  NUMCAM:INTEGER;      {NÚMERO DE CAMIÓN}
  LIC:APLISTAC;        {APUNTADOR AL SIGUIENTE CAMIÓN}
  LDC:APINFC           {APUNTADOR A REGISTRO QUE LLEVA LA INFORMACIÓN
                        DEL CAMIÓN}
END;

APPLANTA = ^INFPLANTA;
INFPLANTA= RECORD      {REGISTRO PARA LLEVAR LA INFORMACIÓN SOBRE LA
                        PLANTA QUE ESTA CARGANDO LOS CAMIONES}
  INICIOCARGA:INTEGER; {HORA EN QUE SE INICIA LA CARGA DE UN CAMIÓN}
  LIGAPLAN:APPLANTA    {APUNTADOR A LA SIGUIENTE HORA DE CARGA}
END;

APINFEST = ^INFEST;
INFEST = RECORD        {REGISTRO QUE GUARDA INFORMACIÓN PARA GENERAR
                        LA GRÁFICA}
  DIA:INTEGER;         {DÍA DE OPERACIÓN SIMULADO}
  TMC:INTEGER;         {TIEMPO MUERTO TOTAL DE LOS CAMIONES PARA UN DÍA
                        ESPECÍFICO}
  TMP:INTEGER;         {TIEMPO MUERTO TOTAL DE LA PLANTA PARA UN DIA
                        ESPECÍFICO}
  IELIGA:APINFEST
END;

```

VAR

```

VINTLLEG,VTAMORDEN,VTDPROM: ARRAY[1..38] OF INTEGER;
VDETP: ARRAY[1..111] OF INTEGER;
I,J,ORDEN,HLLEG1,HLLEGH,HLLEGM,BANDERA,DIAS,TDIAS:INTEGER;
NCAMION,ASIGNAC.SALIDA:INTEGER;
VALOR:REAL;
F:TEXT;
LISTAORD,ULTORD.SIGORD: APREGORD;
ESTINF:APINFEST;
UIE:APINFEST;
CAMION.PC:APLISTAC;
INFCAM:APINFC;
PLANTA:APPLANTA;

```

{PROCEDIMIENTO QUE GENERA LA PANTALLA DE PRESENTACIÓN}

```

PROCEDURE PANT_PRES;
VAR
  I:INTEGER;
BEGIN
  Clrscr;
  FOR I:=1 TO 7 DO
    WRITELN;
    WRITELN(' PROGRAMA DE SIMULACION DE LA OPERACION DE UNA PLANTA DE
CONCRETO');
    WRITELN;WRITELN;WRITELN;
    WRITELN(' DISEÑO Y PROGRAMACIÓN:');
    WRITELN; WRITELN;
    WRITELN(' MIREYA CRESPO GÓMEZ');
    WRITELN; WRITELN;

```

```
WRITELN(' MANUEL LÓPEZ DE NAVA CEBALLOS');
WRITELN;WRITELN;
WRITELN(' Oprima cualquier tecla para continuar'); READLN;
END;
```

{PROCEDIMIENTO PARA INICIALIZAR LOS ARREGLOS CON LA INFORMACIÓN HISTÓRICA}

```
PROCEDURE INICIALIZA(VAR ESTINF:APINFEST);
```

```
  BEGIN
    VINTLLEG[1]:=15; VINTLLEG[2]:=17; VINTLLEG[3]:=31; VINTLLEG[4]:=44;
    VINTLLEG[5]:=13;
    VINTLLEG[6]:=76; VINTLLEG[7]:=107; VINTLLEG[8]:=63; VINTLLEG[9]:=12;
    VINTLLEG[10]:=31;
    VINTLLEG[11]:=77; VINTLLEG[12]:=100; VINTLLEG[13]:=32; VINTLLEG[14]:=33;
    VINTLLEG[15]:=70;
    VINTLLEG[16]:=89; VINTLLEG[17]:=58; VINTLLEG[18]:=125; VINTLLEG[19]:=25;
    VINTLLEG[20]:=130;
    VINTLLEG[21]:=88; VINTLLEG[22]:=179; VINTLLEG[23]:=48; VINTLLEG[24]:=25;
    VINTLLEG[25]:=5;
    VINTLLEG[26]:=148; VINTLLEG[27]:=151; VINTLLEG[28]:=14; VINTLLEG[29]:=12;
    VINTLLEG[30]:=43;
    VINTLLEG[31]:=107; VINTLLEG[32]:=30; VINTLLEG[33]:=38; VINTLLEG[34]:=164;
    VINTLLEG[35]:=21;
    VINTLLEG[36]:=92; VINTLLEG[37]:=10; VINTLLEG[38]:=118;
```

```
    VTAMORDEN[1]:=2; VTAMORDEN[2]:=1; VTAMORDEN[3]:=3; VTAMORDEN[4]:=3;
    VTAMORDEN[5]:=2;
    VTAMORDEN[6]:=4; VTAMORDEN[7]:=1; VTAMORDEN[8]:=2; VTAMORDEN[9]:=1;
    VTAMORDEN[10]:=3;
    VTAMORDEN[11]:=2; VTAMORDEN[12]:=3; VTAMORDEN[13]:=4; VTAMORDEN[14]:=4;
    VTAMORDEN[15]:=3;
    VTAMORDEN[16]:=2; VTAMORDEN[17]:=1; VTAMORDEN[18]:=3; VTAMORDEN[19]:=4;
    VTAMORDEN[20]:=4;
    VTAMORDEN[21]:=3; VTAMORDEN[22]:=5; VTAMORDEN[23]:=2; VTAMORDEN[24]:=5;
    VTAMORDEN[25]:=4;
    VTAMORDEN[26]:=3; VTAMORDEN[27]:=2; VTAMORDEN[28]:=4; VTAMORDEN[29]:=3;
    VTAMORDEN[30]:=1;
    VTAMORDEN[31]:=4; VTAMORDEN[32]:=5; VTAMORDEN[33]:=4; VTAMORDEN[34]:=4;
    VTAMORDEN[35]:=3;
    VTAMORDEN[36]:=1; VTAMORDEN[37]:=4; VTAMORDEN[38]:=2;
```

```
    VTDPROM[1]:=67; VTDPROM[2]:=75; VTDPROM[3]:=73; VTDPROM[4]:=121;
    VTDPROM[5]:=105;
    VTDPROM[6]:=31; VTDPROM[7]:=48; VTDPROM[8]:=57; VTDPROM[9]:=83;
    VTDPROM[10]:=49;
    VTDPROM[11]:=66; VTDPROM[12]:=76; VTDPROM[13]:=69; VTDPROM[14]:=44;
    VTDPROM[15]:=63;
    VTDPROM[16]:=97; VTDPROM[17]:=7; VTDPROM[18]:=99; VTDPROM[19]:=43;
    VTDPROM[20]:=66;
    VTDPROM[21]:=87; VTDPROM[22]:=54; VTDPROM[23]:=39; VTDPROM[24]:=34;
    VTDPROM[25]:=72;
    VTDPROM[26]:=63; VTDPROM[27]:=91; VTDPROM[28]:=85; VTDPROM[29]:=40;
    VTDPROM[30]:=21;
```

```
VTDPROM[31]:=70; VTDPROM[32]:=73; VTDPROM[33]:=99; VTDPROM[34]:=65;
VTDPROM[35]:=55;
VTDPROM[36]:=82; VTDPROM[37]:=86; VTDPROM[38]:=57;
```

```
VDETP[1]:=-3; VDETP[2]:=2; VDETP[3]:=0; VDETP[4]:=0; VDETP[5]:=4; VDETP[6]:=-3;
VDETP[7]:=2;
VDETP[8]:=-5; VDETP[9]:=2; VDETP[10]:=0; VDETP[11]:=-1; VDETP[12]:=-4; VDETP[13]:=3;
VDETP[14]:=3;
VDETP[15]:=-1; VDETP[16]:=0; VDETP[17]:=-2; VDETP[18]:=2; VDETP[19]:=0;
VDETP[20]:=1; VDETP[21]:=-3;
VDETP[22]:=5; VDETP[23]:=-5; VDETP[24]:=-1; VDETP[25]:=-3; VDETP[26]:=2;
VDETP[27]:=1; VDETP[28]:=-3;
VDETP[29]:=2; VDETP[30]:=1; VDETP[31]:=0; VDETP[32]:=-3; VDETP[33]:=-1;
VDETP[34]:=1; VDETP[35]:=4;
VDETP[36]:=-3; VDETP[37]:=2; VDETP[38]:=2; VDETP[39]:=-6; VDETP[40]:=6;
VDETP[41]:=0; VDETP[42]:=0;
```

```
VDETP[43]:=6; VDETP[44]:=-5; VDETP[45]:=4; VDETP[46]:=-2; VDETP[47]:=-3;
VDETP[48]:=2; VDETP[49]:=2;
VDETP[50]:=0; VDETP[51]:=-4; VDETP[52]:=0; VDETP[53]:=1; VDETP[54]:=1; VDETP[55]:=-
2; VDETP[56]:=-1;
VDETP[57]:=5; VDETP[58]:=-2; VDETP[59]:=-1; VDETP[60]:=-1; VDETP[61]:=0;
VDETP[62]:=-1; VDETP[63]:=-4;
VDETP[64]:=5; VDETP[65]:=-2; VDETP[66]:=3; VDETP[67]:=-2; VDETP[68]:=2; VDETP[69]:=-
1; VDETP[70]:=-2;
VDETP[71]:=0; VDETP[72]:=0; VDETP[73]:=-1; VDETP[74]:=0; VDETP[75]:=3; VDETP[76]:=-
3; VDETP[77]:=-4;
VDETP[78]:=2; VDETP[79]:=3; VDETP[80]:=-3; VDETP[81]:=-2; VDETP[82]:=0;
VDETP[83]:=1; VDETP[84]:=0;
VDETP[85]:=1; VDETP[86]:=-1; VDETP[87]:=-1; VDETP[88]:=0; VDETP[89]:=-1;
VDETP[90]:=3; VDETP[91]:=2;
VDETP[92]:=0; VDETP[93]:=-4; VDETP[94]:=8; VDETP[95]:=-5; VDETP[96]:=1; VDETP[97]:=-
5; VDETP[98]:=-5;
VDETP[99]:=4; VDETP[100]:=1; VDETP[101]:=0; VDETP[102]:=0; VDETP[103]:=2;
VDETP[104]:=-1; VDETP[105]:=0;
VDETP[106]:=1; VDETP[107]:=5; VDETP[108]:=-1; VDETP[109]:=-4; VDETP[110]:=2;
VDETP[111]:=-2;
```

```
NEW(ESTINF);
WITH ESTINF^ DO
BEGIN
DIA:=0;
TMC:=0;
TMP:=0;
IELIGA:=NIL
END;
```

```
END; {INICIALIZA}
```

```
{FUNCIÓN PARA GENERAR LOS NÚMEROS ALEATORIOS}
```

```
FUNCTION RAN(LI,LS:INTEGER): INTEGER;
VAR
X:REAL;
Y:INTEGER;
BEGIN
```

```

X:=RANDOM(10);
X:=X/10;
Y:=TRUNC(X*(LS-LI)) + LI;
RAN:=Y
END; {RAN}

```

{PROCEDIMIENTO PARA GENERAR LAS ÓRDENES}

```

PROCEDURE GENERAORD(K:INTEGER;VAR LISTA:APREGORD; VAR HLLEGA:INTEGER);

```

```

VAR
I,J,ILLEG:INTEGER;
BEGIN
I:=RAN(1,38);
ILLEG:=VINTLLEG[I];
HLLEGA:=HLLEGA+ILLEG;
IF HLLEGA <= 930 THEN
BEGIN
NEW(LISTA);
WITH LISTA^ DO
BEGIN
NORDEN:=K;
INTLLEG:=ILLEG;
I:=RAN(1,38);
TAMORD:=VTAMORDEN[I];
I:=RAN(1,38);
TDPROM:=VTDPROM[I];
FOR I:=1 TO TAMORD DO
BEGIN
J:=RAN(1,111);
DETP[I]:=VDETP[J]
END;
HLLEG:=HLLEGA;
HLLEGH:=HLLEGA DIV 60;
HLLEGM:=HLLEGA MOD 60;
LIGA:=NIL
END {WITH}
END
ELSE
BANDERA:=1;
{ENDIF}
END; {GENERA}

```

{PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA GENERAR EN HORA Y MINUTOS LOS TIEMPOS}

```

PROCEDURE GENHORA_DE_LLEGADA(VAR HLLEG1,HLLEGH,HLLEGM:INTEGER);

```

```

BEGIN
HLLEGH:=HLLEG1 DIV 60;
HLLEGM:=HLLEG1 MOD 60
END;

```

{PROCEDIMIENTO PARA LA IMPRESIÓN DE LA LISTA DE ÓRDENES DE UN DÍA}

```

PROCEDURE IMPRIME_LISTAORD(var LISTAORD:APREGORD);

```

```

VAR
P:APREGORD;

```

```

BEGIN
P:=LISTAORD;
Clrscr;
WRITELN(F); WRITELN(F);
WRITELN(F,'DIA No. ',DIAS);WRITELN(F);
WRITELN(F,' INTERVALO TAMAÑO TIEMPO DE HORA DE DESVIACION');
WRITELN(F,'N.ORDEN DE LLEGADA ORDEN ENTREGA LLEGADA T.ENTREGA');
WHILE P <> NIL DO
  BEGIN
  WITH P^ DO
  BEGIN
  IF NORDEN <> 0 THEN
  BEGIN
  GENHORA_DE_LLEGADA(HLLEG,HLLEGH,HLLEGM);
  IF HLLEGM < 10
  THEN
  WRITE(F,NORDEN:4,INTLLEG:10,TAMORD:12,TDPRM:9,HLLEGH:9,'0',
  HLLEGM:1,' ')
  ELSE
  WRITE(F,NORDEN:4,INTLLEG:10,TAMORD:12,TDPRM:9,HLLEGH:9,';',
  HLLEGM:2,' ');
  FOR J:=1 TO TAMORD DO
  WRITE(F,DETP[J]:3);
  WRITELN(F);
  END;
  {NOELSE}
  END; {WITH}
  P:=P^.LIGA
  END;
  WRITELN(F); WRITELN(F);
  WRITELN(' Oprima cualquier tecla para continuar'); READLN;
  END;

```

{PROCEDIMIENTO QUE INICIALIZA LA ESTRUCTURA DE DATOS TIPO MATRIZ DE APUNTADES PARA MANEJAR LA INFORMACIÓN DE LOS CAMIONES Y LA ESTRUCTURA DE LISTA PARA INFORMACIÓN DE LA PLANTA}

```

PROCEDURE INICIALIZA_LISTA_DE_CAMIONES(VAR CAMION:APLISTAC;VAR
INFCAM:APINFC; NCAMION:INTEGER;VAR PLANTA:APPLANTA);

```

```

VAR
I:INTEGER;
UCAMION,SCAMION:APLISTAC;
BEGIN
FOR I:=1 TO NCAMION DO
  BEGIN
  NEW(SCAMION);
  WITH SCAMION^ DO
  BEGIN
  NUMCAM:=I;
  LIC:=NIL;
  LDC:=NIL;
  END;{WITH SCAMION}
  IF I=1 THEN
  BEGIN

```

```

    CAMION:=SCAMION;
    UCAMION:=SCAMION
  END
  ELSE
    BEGIN
      UCAMION^.LIC:=SCAMION;
      UCAMION:=SCAMION;
    END;
  NEW(INFCAM);
  WITH INFCAM^ DO
    BEGIN
      TI:=0;
      TF:=480;
      LIGAINFC:=NIL
    END; {WITH INFCAM}
  SCAMION^.LDC:=INFCAM
  END; {FOR}
  {INICIALIZA EL TIEMPO DE LA CARGA EN LA PLANTA}
  NEW(PLANTA);
  WITH PLANTA^ DO
    BEGIN
      INICIOCARGA:=480;
      LIGAPLAN:=NIL
    END;
  END; {PROCEDURE INICIALIZA_LISTA_DE_CAMIONES}

  {PROCEDIMIENTO PARA IMPRIMIR LA INFORMACIÓN DE LOS CAMIONES EN LO QUE SE
  REFIERE A HORA DE CARGA Y HORA DE LLEGADA}

  PROCEDURE ESCRIBE(VAR CAMION:APLISTAC;NCAMION:INTEGER);
  VAR
    AI:APINFC;
    K,HTI,MTI,HTF,MTF:INTEGER;
    PC:APLISTAC;
  BEGIN
    PC:=CAMION;
    WRITELN(F); WRITELN(F); WRITELN(F,'DIA=',DIAS);
    WRITELN(F,'TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES');
    WRITELN(F,'-----');
    WRITELN(F);
    FOR K:=1 TO NCAMION DO
      BEGIN
        AI:=PC^.LDC;
        Clrscr;
        WRITELN(F); WRITELN(F);
        WRITELN(F,'CAMION No. ',K);
        WRITELN(F,'-----');
        WRITELN(F,'HORA DE CARGA    HORA DE LLEGADA');
        WHILE AI^.LIGAINFC <> NIL DO
          BEGIN
            WITH AI^ DO
              BEGIN
                IF TI < 0 THEN
                  BEGIN
                    HTI:=TI DIV 60;

```

```

MTI:=TI MOD 60;
HTF:=TF DIV 60;
MTF:=TF MOD 60;
IF (MTI < 10)
  THEN
    WRITE(F,HTI:6,':0',MTI:1)
  ELSE
    WRITE(F,HTI:6,':',MTI:2);
IF MTF < 10
  THEN
    WRITELN(F,HTF:16,':0',MTF:1)
  ELSE
    WRITELN(F,HTF:16,':',MTF:2);
END;
AI:=LIGAINFC
END;
END;
WITH AI^ DO
BEGIN
HTI:=TI DIV 60;
MTI:=TI MOD 60;
HTF:=TF DIV 60;
MTF:=TF MOD 60;
IF (MTI < 10)
  THEN
    WRITE(F,HTI:6,':0',MTI:1)
  ELSE
    WRITE(F,HTI:6,':',MTI:2);
IF MTF < 10
  THEN
    WRITELN(F,HTF:16,':0',MTF:1)
  ELSE
    WRITELN(F,HTF:16,':',MTF:2);
END;
WRITELN(F); WRITELN(F);
WRITELN('
Oprima cualquier tecla para continuar'); READLN;
PC:=PC^LIC
END;
END;

```

{PROCEDIMIENTO QUE CALCULA (EN BASE A LA INFORMACIÓN GENERADA POR EL PROCEDIMIENTO LLAMADO METE_INF_CAMION) E IMPRIME LA INFORMACIÓN SOBRE EL TIEMPO MUERTO DE LOS CAMIONES Y DE LA PLANTA }

```

PROCEDURE IMPRIME_INF_CAM(VAR CAMION:APLISTAC;NCAMION:INTEGER;
VAR PLANTA:APPLANTA;DIAS:INTEGER;VAR ESTINF:APINFEST);

```

```

VAR
K,I,CP1,CP2,CP,CPT:INTEGER;
PPC:APLISTAC;
AI,UAI:APINFC;
C,UC:APPLANTA;
IE:APINFEST;
DIF,DIF1,DIF2,DIFF,DIFT,DIFTT:INTEGER;
BEGIN
DIFTT:=0;

```

```

PPC:=CAMION;
Clrscr;
WRITELN(F); WRITELN(F); WRITELN(F); WRITELN(F,' RESUMEN DEL DIA',DIAS:3);
WRITELN(F);
WRITELN(F,' TIEMPO MUERTO ACUMULADO');
FOR I:=1 TO NCAMION DO
  BEGIN
    WRITE(F,'CAMION No.:',PPC^.NUMCAM:3);
    DIFT:=0;
    AI:=PPC^.LDC;
    WHILE AI^.LIGAINFC <> NIL DO
      BEGIN
        DIF2:=AI^.TF;
        UAI:=AI^.LIGAINFC;
        DIF1:=UAI^.TI;
        DIF:=DIF1 - DIF2;
        DIFT:=DIFT+DIF;
        AI:=UAI; K:=K+1;
      END; {WHILE AI^.LIGAINFC}
    DIFF:={ 990 - AI^.TF;}0;
    DIFT:=DIFT+DIFF;
    DIFTT:=DIFTT+DIFT;
    WRITELN(F,DIFTT:10,' min. ');
    PPC:=PPC^.LIC
  END; {FOR}
  WRITELN;
  C:=PLANTA;
  CP:=0; CP1:=0; CP2:=0; CPT:=0;
  WHILE C^.LIGAPLAN <> NIL DO
    BEGIN
      CP1:=C^.INICIOCARGA;
      C:=C^.LIGAPLAN;
      CP2:=C^.INICIOCARGA;
      CP:=CP2 - CP1 - 10;
      CPT:=CPT + CP;
    END;
  CP:={990 - C^.INICIOCARGA;}0;
  CPT:=CPT + CP + 10;
  WRITELN(F,'TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:',CPT:5,' min. '); WRITELN; WRITELN;
  WRITELN(' Oprima cualquier tecla para continuar');READLN;
  NEW(IE);
  WITH IE^ DO
    BEGIN
      DIA:=DIAS;
      TMC:=DIFTT;
      TMP:=CPT;
      IELIGA:=NIL
    END;
  UIE^.IELIGA:=IE;
  UIE:=IE;
END; {PROCEDURE IMPRIME}

```

{PROCEDIMIENTO PARA INTRODUCIR LA INFORMACIÓN DE LOS CAMIONES A LA ESTRUCTURA DE DATOS TIPO MATRIZ DE APUNTADES}

PROCEDURE METE_INF_CAMION(VAR LISTAORD:APREGORD;VAR CAMION:APLISTAC;
VAR ASIGNAC:INTEGER;NCAMION:INTEGER;VAR PLANTA:APPLANTA);

```
VAR
UPLANTA:APPLANTA;
{ PC:APLISTAC;}
K,kk,TC,TOR,CARGA:INTEGER;
PI:APPLANTA;
AI,UAI,Q:APINFC;
LORDEN:APREGORD;
BEGIN
PC:=CAMION;
LORDEN:=LISTAORD;
UPLANTA:=PLANTA;
ASIGNAC:=1;
WHILE LORDEN^.LIGA <> NIL DO
BEGIN
LORDEN:=LORDEN^.LIGA;
J:=1;
FOR TOR:=1 TO LORDEN^.TAMORD DO
BEGIN
AI:=PC^.LDC;
WHILE AI^.LIGAINFC <> NIL DO
AI:=AI^.LIGAINFC;
UAI:=AI;

IF TOR = 1 THEN
TC:=LORDEN^.HLLEG
ELSE
TC:=CARGA;
IF ASIGNAC = 1 THEN
IF TC >= UAI^.TF THEN
KK:=TC
ELSE
KK:=UAI^.TF
ELSE
IF TC >= UAI^.TF THEN
IF TC >= CARGA THEN
KK:=TC
ELSE
KK:=CARGA
ELSE
KK:=UAI^.TF;
NEW(Q);
WITH Q^ DO
BEGIN
TI:=KK;
CARGA:=TI;
TF:=TI + 10 + LORDEN^.TDPROM + LORDEN^.DETP[J];
LIGAINFC:=NIL;
END; {WITH Q}
CARGA:=CARGA+10;
J:=J+1;
```

```

ASIGNAC:=ASIGNAC + 1;
NEW(P1);
WITH P1^ DO
  BEGIN
    INICIOCARGA:=Q^TI;
    LIGAPLAN:=NIL
  END;
UPLANTA^.LIGAPLAN:=P1;
UPLANTA:=P1;
UAI^.LIGAINFC:=Q;
UAI:=Q;
PC:=PC^.LIC;
IF ASIGNAC = NCAMION + 1 THEN
  BEGIN
    PC:=CAMION;
    ASIGNAC:=1
  END;
END; {DEL FOR}
END; {WHILE LISTAORD}
END; {PROCEDURE METE_INF_CAMION}

```

{PROCEDIMIENTO PARA GRAFICAR }

PROCEDURE GRAFICA(var estinf:apinfest);

```

{const
figura:array[1..6] of integer=
(273,300,396,290,419,200);}
var

```

```

Gd, Gm,i,k,d,datom: Integer;
ptmpi,ptmci,ptmpf,ptmcf:integer;
ptmpa,ptmca:real;
intx,inty,inty1,ndias,bx,bx1,bxa,by,by1:integer;
let:string;
puntos:word;
RIE:APINFEST;

```

{FUNCIÓN QUE PERMITE CAMBIAR UN NÚMERO POR UNA CADENA DE CARACTERES }

```

function r2s(val:real;digit,decimal:integer):string;
var
buffer:string[10];
begin
str(val:digit:decimal;buffer);
r2s:=buffer;
end;
begin
RIE:=ESTINF;
Gd := Detect;
InitGraph(Gd, Gm, ' ');
if GraphResult <> grOk then
  Halt(1);
cleardevice;
outtextxy(200,20,'COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA');

```

```

line(150,75,150,350);
Line(150,350,550,350);
setcolor(3);
rectangle(150,75,550,350);
setfillstyle(1,3);
floodfill(151,76,3);
datom:=0;
WHILE RIE^.IELIGA <> NIL DO
  BEGIN
    RIE:=RIE^.IELIGA;
    WITH RIE^ DO
      BEGIN
        if TMC >= TMP then
          if datom <= TMC then
            datom:=TMC
          else {nada}
        else
          if datom <= TMP then
            datom:=TMP
          else {nada};
        END; {WITH}
      END; {WHILE}
    inty:= trunc(250/8);
    inty1:=trunc(datom/8)+1;
    bx:=148; bx1:=108; by:=350; by1:=0;
    for i:=1 to 8 do
      begin
        by:=by-inty;
        by1:=by1+inty1;
        line(bx,by,bx+4,by);
        outtextxy(bx1,by,r2s(by1,4,0));
      end;
    let:='Tiempo muerto (min)';
    k:=length(let);
    d:=0;
    for i:=1 to k do
      begin
        d:=d+12;
        outtextxy(80,80+d,copy(let,i,1));
      end;
    moveto(150,420);
    outtext('++ Tiempo muerto en camiones');
    moveto(150,450);
    outtext('** Tiempo muerto en la planta');
    intx:= trunc(370/Tdias);
    bx:=150; bx1:=140; by:=348;
    RIE:=ESTINF;
    rie:=rie^.ieliga;
    for i:=1 to Tdias do
      begin
        bx:=bx+intx;
        bx1:=bx1+intx;
        line(bx,by,bx,by+4);
        outtextxy(bx1,358,r2s(i,2,0));
      end;
    end;
  end;

```

```

setcolor(0);
ptmpa:=rie^.tmp/by1;
ptmca:=rie^.tmc/by1;
ptmpi:=trunc(ptmpa*250);
ptmci:=trunc(ptmca*250);
outtextxy(bx-4,350-ptmpi,'*');
outtextxy(bx-4,350-ptmci,'+');
if i <> tdias then
rie:=rie^.ieliga;
ptmpa:=rie^.tmp/by1;
ptmca:=rie^.tmc/by1;
ptmpf:=trunc(ptmpa*250);
ptmcf:=trunc(ptmca*250);
bxa:=bx;
bxa:=bxa+intx;
if i <> tdias then
begin
line(bx-4+2,350-ptmpi+2,bxa,350-ptmpf+2);
line(bx-4+2,350-ptmci+2,bxa,350-ptmcf+2);
end;
setcolor(3);
end;
outtextxy(450,380,'N£mero de d;a');
setcolor(1);
READLN;
cleardevice;
CloseGraph;
end;

```

```

BEGIN
PANT_PRES;
INICIALIZA(ESTINF);
RANDOMIZE;
WRITE('LA SALIDA LA QUIERES EN: PANTALLA (1) IMPRESORA(2)');
READLN(SALIDA);
IF SALIDA = 2
THEN ASSIGN(F:'DATOS.TXT')
ELSE ASSIGNCRT(F);
REWRITE(F);
Clrscr;
FOR I:=1 TO 6 DO
WRITELN(F);
WRITE(F,'DAME EL NUMERO DE DIAS A SIMULAR: ');
READLN(TDIAS);
WRITELN(F,TDIAS); WRITELN(F);
WRITE(F,'DAME EL NUMERO DE CAMIONES A UTILIZAR: ');
READLN(NCAMION);
WRITELN(F,NCAMION);
UIE:=ESTINF;
FOR DIAS:=1 TO TDIAS DO
BEGIN
HLLEG1:=480;
ORDEN:=0;
NEW(LISTAORD);
WITH LISTAORD^ DO

```

```

BEGIN
  NORDEN:=ORDEN;
  LIGA:=NIL
END;
ULTORD:=LISTAORD;
WHILE HLLEG1 <= 930 DO
  BEGIN
    BANDERA:=0;
    ORDEN:=ORDEN + 1;
    GENERAORD(ORDEN,SIGORD,HLLEG1);
    IF BANDERA = 0 THEN
      BEGIN
        ULTORD^.LIGA:=SIGORD;
        ULTORD:=SIGORD
      END
    END;
    ASIGNAC:=1;
    INICIALIZA_LISTA_DE_CAMIONES(CAMION,INFCAM,NCAMION,PLANTA);
    METE_INF_CAMION(LISTAORD,CAMION,ASIGNAC,NCAMION,PLANTA);
    IMPRIME_LISTAORD(LISTAORD);
    ESCRIBE(CAMION,NCAMION);
    IMPRIME_INF_CAM(CAMION,NCAMION,PLANTA,DIAS,ESTINF);
    DISPOSE(LISTAORD);
    DISPOSE(CAMION);
    DISPOSE(INFCAM);
    DISPOSE(PLANTA);
  END; {FOR}
  Clrscr; WRITELN(F); WRITELN(F); WRITELN(F);
  WRITELN('DESEAS LA GRAFICA SI(1) O NO(2)');
  READLN(I);
  IF I=1 THEN
    GRAFICA(estinf);
  CLOSE(F);
END.

```

Conforme se fue desarrollando el programa, se fueron realizando pruebas de caja blanca y caja negra para cada uno de los módulos desarrollados. De manera complementaria se realizaron pruebas de unidad, integridad y del sistema.

CAPÍTULO 11. RESULTADOS

Como un ejemplo de la información obtenida a través del sistema, se presentan a continuación dos corridas del programa: 1) Para 10 días utilizando 3 camiones y 2) Para 10 días con 2 camiones, asimismo se presentan las gráficas correspondientes a los tiempos muertos para los camiones y para la planta para cada una de las simulaciones.

DAME EL NUMERO DE DIAS A SIMULAR: 10

DAME EL NUMERO DE CAMIONES A UTILIZAR: 3

DIA No. 1

N.ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	44	2	65	8:44	4 -4
2	63	3	121	9:47	-4 1 -1
3	25	3	121	10:12	-1 -1 -4
4	100	3	63	11:52	-1 -1 3
5	25	2	67	12:17	-1 4
6	25	3	121	12:42	-4 -3 -5
7	43	1	43	13:25	-1
8	63	3	21	14:28	-4 -1 -1
9	43	3	67	15:11	-4 4 -3

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:44	10:03
10:03	12:15
12:15	14:25
14:25	15:37
15:37	16:58
16:58	19:04
19:04	19:34
19:34	20:55

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:54	10:05
10:13	12:23
12:25	14:32
14:35	15:51
15:51	17:58
17:58	18:50
19:14	19:44
19:44	20:58

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:47	11:54
11:54	14:04
14:04	15:16
15:16	16:32
16:32	18:40
18:40	19:07
19:07	20:20

RESUMEN DEL DIA 1

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	44 min.
CAMION No.: 2	135 min.
CAMION No.: 3	242 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 484 min.

DIA No. 2

N.ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	43	3	65	8:43	-5 -1 -1
2	44	2	65	9:27	-4 4
3	48	3	63	10:15	-3 1 -3
4	70	2	67	11:25	-1 -5
5	63	3	65	12:28	-1 -4 -3
6	100	4	63	14:08	-1 3 -4 1
7	15	3	63	14:23	-1 -1 -4
8	48	3	121	15:11	-4 -1 1

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:43	9:53
9:53	11:04
11:04	12:18
12:18	13:30
13:30	14:42
14:42	15:51
15:51	17:03
17:03	19:13

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:53	10:07
10:07	11:26
11:26	12:36
12:36	13:50
14:08	15:20
15:20	16:34
16:34	17:43
17:43	19:55

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:03	10:17
10:17	11:27
11:27	12:43
12:46	13:57
14:18	15:34
15:34	16:46
16:46	18:53

RESUMEN DEL DIA 2**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1	43 min.
CAMION No.: 2	114 min.
CAMION No.: 3	201 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 363 min.

DIA No. 3

N.ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T.ENTREGA
1	43	4	121	8:43	-4 -1 -1 -4
2	148	3	21	11:11	4 -3 -1
3	70	3	121	12:21	-1 -1 -3
4	25	4	39	12:46	1 -1 -4 -4
5	70	4	21	13:56	4 -1 -4 3
6	25	3	76	14:21	-4 -1 -3
7	25	3	21	14:46	-1 -3 -4
8	15	2	63	15:01	4 -1
9	15	3	76	15:16	1 -1 -4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA HORA DE LLEGADA

8:43	10:50
10:50	12:57
12:57	13:27
13:27	15:35
15:37	16:22
16:25	16:55
16:55	18:17
18:17	18:47
18:47	20:04
20:04	21:29

CAMION No. 2

HORA DE CARGA HORA DE LLEGADA

8:53	11:03
11:11	11:46
13:07	15:17
15:17	16:07
16:07	16:52
16:52	17:19
17:19	18:44
18:44	19:12
19:12	20:24
20:24	21:46

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:03	11:13
11:21	11:49
13:17	15:27
15:27	16:15
16:15	16:50
17:02	17:36
17:36	18:59
18:59	19:26
19:26	20:53

RESUMEN DEL DIA 3

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	48 min.
CAMION No.: 2	190 min.
CAMION No.: 3	361 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 464 min.

DIA No. 4

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	25	4	43	8:25	-4 -4 -4 -1
2	48	3	67	9:13	-1 3 -4
3	100	4	43	10:53	-4 -3 -1 -5
4	48	3	121	11:41	4 4 -3
5	148	2	63	14:09	1 3
6	44	2	121	14:53	3 1
7	15	4	63	15:08	-4 -4 -5 4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:25	9:14
9:14	10:06
10:06	11:19
11:19	12:11
12:11	14:26
14:26	15:42
15:42	16:51
17:45	19:02

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:35	9:24
9:24	10:40
10:53	11:42
11:42	12:30
12:30	14:38
14:53	17:07
17:07	18:16

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:45	9:34
9:34	10:54
11:03	11:53
11:53	14:08
14:09	15:23
15:23	17:35
17:35	18:43

RESUMEN DEL DIA 4

TIEMPO MUERTO ACUMULADO

CAMION No.: 1 79 min.
CAMION No.: 2 142 min.
CAMION No.: 3 197 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 375 min.

DIA No. 5

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	43	3	67	8:43	1 4 -3
2	100	2	43	10:23	-1 -4
3	70	2	63	11:33	-1 -1
4	48	2	43	12:21	3 4
5	44	3	43	13:05	4 1 -1
6	44	4	39	13:49	-5 -4 3 -1
7	100	4	21	15:29	3 4 3 3

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:43	10:01
10:23	11:15
11:43	12:55
13:05	14:02
14:02	14:46
14:46	15:34
15:49	16:23

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:53	10:14
10:33	11:22
12:21	13:17
13:17	14:11
14:12	14:57
15:29	16:03
16:03	16:37

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:03	10:17
11:33	12:45
12:45	13:42
13:42	14:34
14:34	15:26
15:39	16:14

RESUMEN DEL DIA 5**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1	118 min.
CAMION No.: 2	282 min.
CAMION No.: 3	434 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 293 min.

DIA No. 6

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	63	4	63	9:03	-3 -3 -1 -1
2	70	2	65	10:13	-3 -1
3	70	3	63	11:23	1 -1 -1
4	48	1	21	12:11	4
5	148	4	63	14:39	1 -4 -1 -4
6	43	3	67	15:22	-3 -1 -4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:03	10:13
10:13	11:25
11:25	12:39
12:39	13:14
14:59	16:11
16:11	17:27

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:13	10:23
10:23	11:35
11:35	12:47
14:39	15:53
15:53	17:02
17:02	18:15

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:23	10:35
10:35	11:49
11:49	13:01
14:49	15:58
15:58	17:12

RESUMEN DEL DIA 6

TIEMPO MUERTO ACUMULADO

CAMION No.: 1 168 min.
 CAMION No.: 2 353 min.
 CAMION No.: 3 544 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 382 min.

DIA No. 7

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	148	2	21	10:28	-3 -4
2	70	3	63	11:38	-1 -4 1
3	48	4	76	12:26	3 -3 -1 4
4	48	3	121	13:14	-5 -4 4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
10:28	10:56
11:48	12:57
13:00	14:23
14:23	16:29

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
10:38	11:05
11:58	13:12
13:12	14:37
14:37	16:44

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
11:38	12:50
12:50	14:19
14:19	15:49
15:49	18:04

RESUMEN DEL DIA 7**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1	203 min.
CAMION No.: 2	414 min.
CAMION No.: 3	632 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 359 min.**DIA No. 8**

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	25	4	43	8:25	-1 3 -1 4
2	164	4	39	11:09	-1 3 -4 -1
3	48	3	21	11:57	-4 1 -4
4	100	2	21	13:37	-4 -1
5	43	4	21	14:20	-5 -1 4 -1
6	48	2	43	15:08	-1 -4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:25	9:17
9:17	10:14
11:29	12:14
12:21	12:53
13:47	14:17
14:40	15:15
15:18	16:07

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:35	9:31
11:09	11:57
11:57	12:45
12:45	13:12
14:20	14:46
14:50	15:20

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:45	9:37
11:19	12:11
12:11	12:38
13:37	14:04
14:30	15:00
15:08	16:00

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

RESUMEN DEL DIA 8

TIEMPO MUERTO ACUMULADO

CAMION No.: 1 187 min.
 CAMION No.: 2 392 min.
 CAMION No.: 3 632 min.
 TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 258 min.

DIA No. 9

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	63	2	76	9:03	-1 -5
2	100	4	57	10:43	-3 1 -4 -3
3	164	3	21	13:27	3 -1 1
4	63	3	121	14:30	-1 -3 -4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:03	10:28
10:53	12:01
13:27	14:01
14:30	16:40

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:13	10:34
11:03	12:06
13:37	14:07
14:40	16:48

CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
10:43	11:47
11:47	12:51
13:47	14:19
14:50	16:57

RESUMEN DEL DIA 9**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1	203 min.
CAMION No.: 2	429 min.
CAMION No.: 3	679 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 300 min.

DIA No. 10

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	15	3	63	8:15	-4 4 -3
2	70	3	65	9:25	-5 -1 -5
3	44	3	63	10:09	-1 -1 3
4	100	4	39	11:49	-1 -3 -5 -1
5	44	2	63	12:33	-4 -4
6	63	2	65	13:36	-4 -3

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:15	9:24
9:25	10:35
10:35	11:47
11:49	12:37
12:37	13:25
13:36	14:47

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:25	9:42
9:42	10:56
10:56	12:08
12:08	12:54
12:54	14:03
14:03	15:15

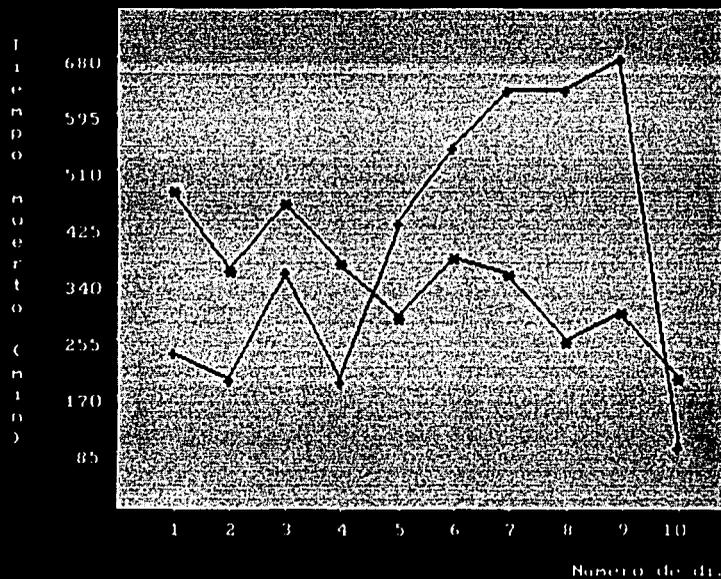
CAMION No. 3

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:35	9:45
9:52	11:02
11:06	12:22
12:22	13:06
13:06	14:15

RESUMEN DEL DIA 10

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	29 min.
CAMION No.: 2	54 min.
CAMION No.: 3	100 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	203 min.

COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA



** Tiempo muerto en camiones

*** Tiempo muerto en la planta

DAME EL NUMERO DE DIAS A SIMULAR: 10

DAME EL NUMERO DE CAMIONES A UTILIZAR: 2

DIA No. 1

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	63	2	65	9:03	-4 -1
2	164	3	65	11:47	-1 -5 4
3	70	3	57	12:57	-1 -1 -5
4	63	4	39	14:00	1 4 -4 -3
5	43	4	65	14:43	-1 3 4 -1

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:03	10:14
11:47	13:01
13:01	14:20
14:20	15:26
15:26	16:16
16:16	17:01
17:01	18:15
18:15	19:34

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:13	10:27
11:57	13:07
13:07	14:13
14:30	15:32
15:36	16:29
16:29	17:15
17:15	18:33
18:33	19:47

RESUMEN DEL DIA 1**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1	156 min.
CAMION No.: 2	340 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	483 min.

DIA No. 2

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	63	3	39	9:03	-4 1 -5
2	15	3	57	9:18	-5 -1 -3
3	43	3	63	10:01	-5 -5 -3
4	15	3	65	10:16	3 -4 -3
5	15	3	67	10:31	1 4 -1
6	164	3	21	13:15	-1 -3 -3
7	15	3	39	13:30	-3 -5 -1
8	25	3	63	13:55	-3 -1 4
9	48	2	21	14:43	1 1
10	15	1	63	14:58	-4

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA HORA DE LLEGADA

9:03	9:48
9:48	10:32
10:32	11:38
11:38	12:46
12:46	13:56
13:56	15:07
15:07	16:25
16:25	17:41
17:41	18:09
18:09	18:55
18:55	19:43
19:43	20:55
20:55	21:27
21:27	22:36

CAMION No. 2

HORA DE CARGA HORA DE LLEGADA

9:13	10:03
10:03	11:05
11:05	12:09
12:09	13:17
13:17	14:35
14:35	15:47
15:47	17:08
17:08	17:38
17:51	18:19
18:19	19:03
19:03	20:13
20:13	21:30
21:30	22:02

RESUMEN DEL DIA 2

TIEMPO MUERTO ACUMULADO

CAMION No.: 1 63 min.
CAMION No.: 2 149 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 547 min.

DIA No. 3

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	48	2	39	8:48	-4 -1
2	100	4	57	10:28	-4 3 -3 -1
3	100	3	121	12:08	4 4 -4
4	43	3	39	12:51	-1 -1 -1
5	63	3	63	13:54	-1 -1 -1
6	63	3	121	14:57	-4 -1 -1

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:48	9:33
10:28	11:31
11:31	12:35
12:35	14:50
14:50	16:57
16:57	17:45
17:45	18:57
18:57	20:09
20:09	22:19

CAMION No. 2**HORA DE CARGA**

8:58

10:38

11:48

12:54

15:09

17:07

17:55

19:07

21:14

HORA DE LLEGADA

9:46

11:48

12:54

15:09

15:57

17:55

19:07

21:14

23:24

RESUMEN DEL DIA 3**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1

103 min.

CAMION No.: 2

283 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:

624 min.

DIA No. 4

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	15	2	43	8:15	-5 -1
2	44	2	76	8:59	-1 -5
3	63	1	63	10:02	-1
4	48	3	43	10:50	-1 -3 -5
5	100	3	121	12:30	-1 -1 -1
6	63	2	63	13:33	-5 -1
7	43	4	121	14:16	-3 -1 1 1
8	25	2	57	14:41	1 -4
9	44	3	63	15:25	-1 -1 3

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:15	9:03
9:03	10:28
10:28	11:40
11:40	12:30
12:30	14:40
14:40	16:50
16:50	18:02
18:02	20:12
20:12	22:24
22:24	23:27
23:27	24:39

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:25	9:17
9:17	10:38
10:50	11:42
11:50	12:38
12:40	14:50
14:50	15:58
15:58	18:06
18:12	20:24
20:24	21:32
21:32	22:44
23:37	24:53

RESUMEN DEL DIA 4

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	15 min.
CAMION No.: 2	121 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	727 min.

DIA No. 5

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	15	3	63	8:15	4 -4 -1
2	148	2	121	10:43	-3 4
3	15	1	63	10:58	-1
4	48	2	43	11:46	-3 -5
5	100	2	63	13:26	-1 -4
6	15	1	57	13:41	1

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA

8:15
9:32
10:53
13:08
13:58
15:10

HORA DE LLEGADA

9:32
10:44
13:08
13:58
15:10
16:18

CAMION No. 2

HORA DE CARGA

8:25
10:43
12:51
14:03
14:51

HORA DE LLEGADA

9:34
12:51
14:03
14:51
16:00

RESUMEN DEL DIA 5

TIEMPO MUERTO ACUMULADO

CAMION No.: 1

24 min.

CAMION No.: 2

118 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:

330 min.

DIA No. 6

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	70	3	67	9:10	1 -4 -4
2	100	3	76	10:50	-1 -1 -1
3	43	2	67	11:33	-1 3
4	43	4	67	12:16	-1 -1 -3 3
5	25	3	63	12:41	-4 -1 -4
6	48	3	65	13:29	-1 -5 -1
7	63	3	43	14:32	-3 -1 -4
8	43	4	63	15:15	-5 -4 4 3

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES
-----**CAMION No. 1**
-----**HORA DE CARGA**

9:10
10:28
11:41
13:06
14:22
15:38
16:52
18:01
19:10
20:20
21:26
22:18
23:27

HORA DE LLEGADA

10:28
11:41
13:06
14:22
15:38
16:52
18:01
19:10
20:20
21:10
22:15
23:27
24:43

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:20	10:33
10:50	12:15
12:15	13:40
13:40	15:00
15:00	16:16
16:16	17:36
17:36	18:48
18:48	20:02
20:02	21:16
21:16	22:08
22:08	23:16
23:16	24:33

RESUMEN DEL DIA 6**TIEMPO MUERTO ACUMULADO**

CAMION No.: 1	89 min.
CAMION No.: 2	186 min.

TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA: 687 min.

DIA No. 7

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	43	3	21	8:43	-4 -5 -1
2	43	2	76	9:26	-1 -3
3	43	3	43	10:09	-1 -1 -1
4	164	1	39	12:53	-5
5	148	2	63	15:21	3 -1

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:43	9:10
9:10	9:40
9:40	11:03
11:03	11:55
12:53	13:37
15:31	16:43

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:53	9:19
9:26	10:51
10:51	11:43
11:43	12:35
15:21	16:37

RESUMEN DEL DIA 7

TIEMPO MUERTO ACUMULADO

CAMION No.: 1	215 min.
CAMION No.: 2	441 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	351 min.

DIA No. 8

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	100	1	57	9:40	-1
2	70	3	43	10:50	-4 4 4
3	70	4	67	12:00	-5 4 -4 -5
4	63	2	65	13:03	1 -1
5	100	2	63	14:43	-1 -5

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
9:40	10:46
11:00	11:57
12:00	13:12
13:12	14:25
14:25	15:41
15:41	16:53

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
10:50	11:39
11:39	12:36
12:36	13:57
13:57	15:09
15:09	16:23
16:23	17:31

RESUMEN DEL DIA 8

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	117 min.
CAMION No.: 2	287 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	393 min.

DIA No. 9

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	44	2	43	8:44	-4 -4
2	164	3	121	11:28	-4 -3 4
3	25	2	43	11:53	1 -1
4	70	2	63	13:03	-3 -1

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES

CAMION No. 1

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:44	9:33
11:28	13:35
13:35	15:50
15:50	16:42
16:42	17:54

CAMION No. 2

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
8:54	9:43
11:38	13:46
13:46	14:40
14:40	15:50

RESUMEN DEL DIA 9

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	159 min.
CAMION No.: 2	328 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	442 min.

DIA No. 10

N. ORDEN	INTERVALO DE LLEGADA	TAMAÑO ORDEN	TIEMPO DE ENTREGA	HORA DE LLEGADA	DESVIACION T. ENTREGA
1	148	2	65	10:28	1 -1
2	148	4	39	12:56	3 4 -4 -5
3	15	4	57	13:11	-1 -1 4 -3

TABLA DE ASIGNACION DE CAMIONES**CAMION No. 1**

HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
10:28	11:44
12:56	13:48
13:48	14:33
14:33	15:39
15:39	16:50

CAMION No. 2

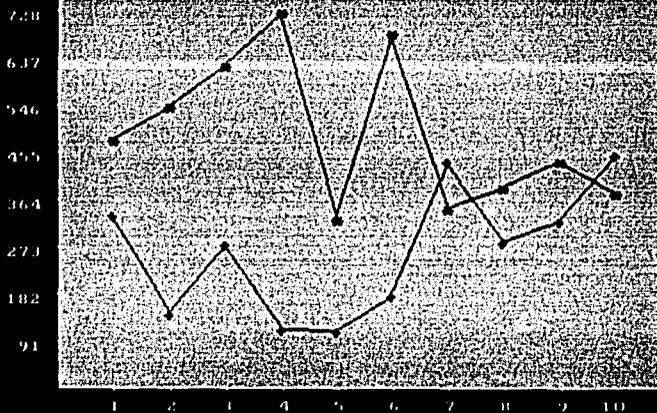
HORA DE CARGA	HORA DE LLEGADA
10:38	11:52
13:06	13:59
13:59	14:43
14:43	15:49
15:49	16:53

RESUMEN DEL DIA 10

	TIEMPO MUERTO ACUMULADO
CAMION No.: 1	220 min.
CAMION No.: 2	452 min.
TIEMPO MUERTO DE LA PLANTA:	379 min.

COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA

Tiempo (min)



Numero de día

** Tiempo muerto en contenedor

** Tiempo muerto en la planta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 12. CONCLUSIONES

La simulación no es ni una optimización, ni un proceso para generar decisiones. Ésta solamente da un entendimiento de la respuesta del sistema bajo un conjunto de condiciones definidas. Los resultados deben ser cuidadosamente analizados para establecer un óptimo diseño o políticas.

El enfoque de simulación ofrece una herramienta poderosa para analizar sistemas complejos que no pueden ser fácilmente estudiados por otros medios. Sin embargo, la precisión y confiabilidad de los resultados de simulación, dependen grandemente en cómo los modelos de simulación pueden verdaderamente representar las características de la respuesta del sistema en el mundo real. Por otro lado, la validez y confiabilidad de los resultados son extremadamente difíciles de evaluar por la gran complejidad del sistema. Sin embargo, es aconsejable, que los resultados de la simulación sean siempre analizados con un cierto grado de reserva y que la respuesta del sistema en el mundo real sea continuamente monitoreada para que la retroalimentación del mundo real pueda ser usada para actualizar y validar los modelos de simulación.

Por las limitaciones dadas, el enfoque debería, cuando sea posible, estar apoyado concurrentemente por un estudio teórico del sistema; lo último ayudará a dar una hipótesis o un modelo matemático simplificado de las características de la respuesta del sistema. Los resultados de estos dos enfoques ayudarán como controles mutuos. Sin embargo, incluso un simple análisis teórico puede ayudar a restringir los valores de la entrada y diseñar parámetros para ser probados en el proceso de simulación y así reducir con efectividad los cálculos del mismo.

Con relación al sistema desarrollado podemos concluir que cumple con las especificaciones solicitadas por la Dirección de la empresa para la cual fue desarrollado ya que se han apoyado en él para la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **Barceló, Jaime. "Simulación de Sistemas Discretos"**
Monografía de Ingeniería de Sistemas.
http://www.isdefe.es/maqueta_isdefe/isdefe_3a/publicaciones/mono12.htm
- 2.- **Barceló, Jaime. "Simulación de Sistemas Discretos"**
Publicaciones de Ing. de Sistemas
Editorial Isdefe, España, 1996
- 3.- **Evan J. y Cordero L. "Estructuras de Datos"**
Editorial Limusa
México, 1989
- 4.- **Kruze, Robert L. "Data Structures and Program Design"**
Editorial Prentice Hall
E.U., 1994
- 5.- **Mendenhall William. "Estadística Matemática con Aplicaciones"**
Grupo Editorial Iberoamérica,
1986
- 6.- **Pressman, Roger S. "Software Engineering. A Practitioner's Approach"**
Editorial McGraw Hill, 3a. Ed.
E.U., 1992
- 7.- **"Diseño y Simulación de Sistemas"**
http://decsai.ugr.es/docencia/itisi/itisi_dss.html
- 8.- **"Modelado y Simulación de Sistemas"**
<http://www.ucm.es/info/esi/631.html>
- 9.- **"Modelos y Simulación"**
<http://www.de.uba.ar/people/materias/mys/homepage.htm>