

Elaboración de una Metodología para el diseño optimizado de agencias de distribución para una empresa productora de refrescos, mediante el desarrollo de un modelo simplificado de simulación de escenarios

*E. Naranjo
A. Guerrero*

SINOPSIS

El objetivo fundamental del presente trabajo es determinar las variables que influyen en las operaciones realizadas en una agencia de distribución de refrescos, para integrarlas en un Modelo de Simulación de Escenarios que haga posible el análisis operativo y económico de los resultados obtenidos y contribuya en el mejoramiento del diseño de las nuevas agencias de distribución.

Previo al desarrollo del Modelo, se cumplió una fase de levantamiento de información que permitió conceptualizar la estructura del mismo. En esta fase se realizó un estudio de los procesos que se llevan a cabo en las agencias para establecer la lógica de ellos, la manera en que se relacionan y aplicar las mejoras pertinentes, con la finalidad de considerar las secuencias optimizadas en la programación del Modelo. Este estudio se realizó basado en las observaciones y la información recolectada durante un recorrido por 6 agencias de distribución en el que se observó el manejo de materiales y la forma de operación de las mismas. Además se identificaron parámetros importantes tales como los recursos operativos de las agencias y su manera actual de asignación, la estructura de costos, la venta promedio y el punto de equilibrio de su operación.

En base a toda esta información se procedió a establecer la estructura del Modelo, en la cual se desglosan todas las variables operativas de las agencias asociadas al costo de cada una de ellas. En el ámbito operativo se toman en cuenta el número de rutas de la agencia (nivel de operación), las ventas y la carga esperada, las distintas alternativas para la realización de la carga y la descarga de los camiones, el personal asignado a la operación, el número de esta-

ciones de trabajo y la tasa de llegada de los camiones a la agencia, entre otras. En el ámbito económico se toman en cuenta los costos operativos de la agencia, el tipo de depreciación de los activos, la forma de financiar su implementación y la evaluación de las opciones de alquilar o construir.

En cuanto a los resultados, el Modelo genera principalmente el punto de equilibrio de la agencia y el tiempo de permanencia del concesionario en ella, lo que permite vincular el nivel de servicio con el costo del mismo. Igualmente genera resultados referentes a los recursos operativos requeridos para el nivel de operación especificado (áreas, personal, vehículos, equipos de oficina) y el costo asociado a cada uno de ellos.

El Modelo también permite realizar análisis de sensibilidad de variables con la finalidad de detectar patrones de influencia entre los distintos parámetros que intervienen en la operación de una agencia de distribución.

Una vez finalizada la programación del Modelo, se realizó la validación formal de éste a través de la aplicación de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis entre los resultados arrojados por el sistema real y los producidos por el Modelo cuando ambos eran alimentados con los mismos parámetros. En esta fase se obtuvieron resultados importantes relativos a la aproximación del Modelo al sistema real, obteniéndose un nivel de confianza del 91% para la operación de carga y del 83% para el comportamiento de la cola.

Luego se aplicó el Modelo en el diseño de una agencia próxima a ser inaugurada por la empresa y se compararon los resultados con el comportamiento ac-

tual de la operación, obteniéndose como resultados más importantes una reducción en el tiempo de atención al concesionario del 40%, manteniendo el costo operativo dentro del estándar establecido por la empresa para esta operación.

METODOLOGÍA

En el desarrollo del presente trabajo de grado se siguió la siguiente metodología:

Formulación del problema. Planteamiento de los objetivos del trabajo a desarrollar en función de la identificación de los problemas existentes en las agencias de distribución que operan en la actualidad.

2. *Recopilación de la información y conceptualización del modelo de simulación de escenarios.* Levantamiento de la información referente a los procesos operativos del sistema en estudio y la lógica que controla a dichos procesos, para el establecimiento de las condiciones básicas que permitan modelar el sistema. También se recopiló la información referente a los parámetros de entrada del sistema ("inputs") y sus correspondientes resultados en el sistema real, para su posterior introducción al modelo.

2.1. Descripción de los procesos operativos de una agencia típica.

2.2. Descripción del manejo de materiales en una agencia de distribución.

2.3. Toma de tiempos referencia) de los procesos que se llevan a cabo en el sistema en estudio.

2.4. Planteamiento de los procesos operativos y recomendaciones generales acerca de la organización de la operación, basados en la observación y estudio de los procesos y la toma de tiempos.

2.5. Identificación de los ingresos, gastos y recursos operativos de las agencias de distribución, la forma de asignación de ellos bajo las condiciones actuales y su correspondiente valor en términos monetarios.

2.6. Cálculo del punto de equilibrio de una agencia de distribución basado en los ingresos, gastos y recursos operativos identificados.

2.7. Determinación de las áreas necesarias para el desarrollo de las operaciones en las agencias de distribución.

2.8. Definición de la forma de evaluar la operación de las agencias.

3. *Evaluación de la validez del modelo conceptual.* Evaluación y discusión de la información obtenida y las aproximaciones realizadas con aquellas partes de la empresa vinculadas a la operación de las agencias de distribución, con la finalidad de verificar las limitaciones y debilidades de las asunciones adoptadas en el modelo conceptual planteado, para establecer el nivel de complejidad y los detalles a considerar en el Modelo.

4. *Desarrollo del código del Modelo.* Programación del Modelo utilizando un lenguaje de programación general (Visual Basic Para Aplicaciones).

5. *Validación formal del Modelo.* Aproximación del Modelo al sistema real de las agencias de distribución, con el objeto de garantizar que los resultados del mismo son representativos del sistema real; mediante un muestreo realizado en una agencia de distribución, para la determinación del nivel de confianza de la simulación.

6. *Aplicación del modelo en el estudio de un caso real.* Implementación del Modelo en la simulación de una agencia de distribución próxima a su apertura, para establecer las respectivas comparaciones que permitan identificar, mediante aproximaciones sucesivas, la mejor solución.

7. *Análisis de los resultados de la simulación.* Establecimiento de conclusiones basadas en la aplicación del Modelo, con la finalidad de aportar recomendaciones que permitan acortar la distancia entre el sistema real y la mejor solución planteada.

8. *Documentación del Modelo.* Desarrollo de un instructivo explicativo que facilite el uso del Modelo a aquellas personas involucradas en el proceso de diseño de las agencias de distribución.

DESCRIPCIÓN OPERATIVA DE UNA AGENCIA

Una agencia de distribución es un centro de transferencia donde se almacenan, para su posterior distribución, productos que provienen de diferentes plantas embotelladoras. Es un eslabón que integra las actividades de fabricación, transporte y ventas, lo que se traduce en tener la cantidad correcta de producto en el momento y lugar necesario, para procurar un mejor servicio al concesionario y al cliente.

Los productos manejados en estas agencias son refrescos de cola negra, refrescos de sabores, y mezcladores. La tendencia es introducir nuevos sabores de refrescos y una cola blanca en todas las presentaciones.

Las presentaciones disponibles son botellas retornables de 1 litro, 350 ml, y 266 ml; latas, plastic shield, pet y bombonas de post-mix y premix.

Las agencias actuales fueron el punto de partida de este estudio, ya que lo fundamental del sistema de operación de las mismas se mantiene, y sobre esto se harán las optimizaciones pertinentes.

Las actividades llevadas a cabo en las agencias actuales pueden clasificarse en dos grupos: actividades matutinas y actividades vespertinas.

ACTIVIDADES MATUTINAS

Se refieren básicamente al abastecimiento y preparación del almacén. Estas actividades son:

Recepción De Productos Provenientes De Las Plantas Embotelladoras

Esta actividad consiste en recibir y descargar las gandolas que traen los productos provenientes de las embotelladoras; éstos son ubicados en el almacén, el cual es un espacio techado, de tal manera que quede un pasillo central libre para que los camiones y gandolas ingresen al mismo y allí sean cargados y descargados. Esto se conoce como sistema de túnel. Posteriormente las gandolas son cargadas con los envases vacíos, que van de vuelta a la planta para ser llenados de nuevamente. En esta operación el manejo de materiales se realiza con montacargas; también intervienen en ella algunos obreros que preparan la gandula para la descarga y para su partida.

Reorganización De Los Productos Existentes En El Almacén

La finalidad de esta operación es asegurar la implementación del sistema de inventarias FIFO. Esta se realiza únicamente cuando es necesario ubicar productos nuevos antes de que los existentes en el almacén hayan sido consumidos en su totalidad.

Reempaque De Productos Que Posean Cajas En Mal Estado

Esta labor consiste en colocar en cajas nuevas los productos cuyas cajas estén deterioradas. Las presentaciones que con mayor frecuencia requieren de este servicio son [atas y plastic shield, por venir empaquetadas en cajas de cartón que se deterioran al producirse algún derramamiento de producto.

Recarga De Camiones

Se trata de la carga parcial de los camiones de ruta con algún producto que se les haya agotado antes de realizar todas las visitas a los clientes pautadas para ese día. Las recargas se realizan normalmente antes de [as 11:00 a.m. Esta operación está a cargo de un chequeador, quién toma nota en un formulario de recarga de los productos con que se carga el camión y el vacío que se descarga (si es necesario) este formulario debe ser firmado en conjunto por el concesionario y el chequeador. Posteriormente se realiza la transcripción al sistema computarizado.

ACTIVIDADES VESPERTINAS

Durante la tarde se atienden a los concesionarios preparando los camiones de ruta para la venta del siguiente día. Las operaciones que conforman el proceso de atención al concesionario se llevan a cabo dentro de la agencia, en áreas designadas para cada una de ellas. Cada concesionario permanece junto a su camión de ruta durante el proceso. A continuación se describen dichas operaciones:

Arqueo 1

Todo camión al regresar de su ruta es sometido a un inventario de envases llenos y vacíos, previo a cualquier operación dentro del almacén. Esta operación es realizada por un chequeador de la agencia, dejando constancia de este inventario en el formulario de arqueo, el cual debe ser firmado conjuntamente por el chequeador y el concesionario.

Cambio De Picos Y Producto En Mal Estado

La agencia repone a los concesionarias las botellas llenas que se hayan roto durante su jornada de tra-

bajo o aquellas que contengan producto en mal estado. Para ello debe presentarse en el centro de canje de la agencia el pico de cada botella con su respectiva tapa no violada (o la propia botella), donde un obrero cambiará cada pico por una botella llena del mismo producto.

Preparación De Paletas Mixtas

En el caso de que la venta esperada de algún producto no llegue al número de cajas de una paleta, se preparan paletas de sabores mixtos; dicha preparación la realiza el ayudante del concesionario simultáneamente con la operación de descarga o carga, en un área destinada para tal fin dentro del almacén.

Descarga

La operación de descarga, así como la de carga, se efectúa mediante el sistema de túnel descrito anteriormente. Para ello el camión debe ser llevado al área de descarga dentro **del almacén, donde se** le extrae el vacío correspondiente. Esta operación se realiza con la ayuda de montacargas cuando hay que bajar paletas que contienen envases vacíos en su totalidad, las cuales se llevan a la sección de vacío del almacén. Las paletas que contienen pocas cajas de producto lleno también son manejadas con montacargas, y son llevadas a la zona de desligue. La descarga manual tiene lugar cuando la paleta trae sólo algunas cajas de producto vacío, las cuales son trasladadas a la zona de desligue por el ayudante del concesionario.

Carga

En la zona de carga del almacén se coloca el producto lleno correspondiente al pedido que indique el concesionario de cada camión. En primer lugar se completan **manualmente aquellas** paletas incompletas y luego, se procede a cargar paletas completas que son por lo general de productos retornables. Los productos no retornables se cargan manualmente por tratarse de pocas cantidades. Para la carga de paletas completas se utilizan los montacargas. La completación y la carga manual las realiza el ayudante **del** concesionario. Este traslada los productos mediante carretillas y, ocasionalmente, con la ayuda de un montacargas.

Desligue

Consiste en separar las cajas de lleno y de vacío contenidas en una misma paleta (procedentes de los camiones). De esta manera se arman paletas comple-

tas de lleno o de vacío, las cuales son posteriormente trasladadas al almacén. Esta operación es llevada a cabo por obreros de la agencia, simultáneamente con las operaciones de atención al concesionario.

Arqueo 2

Una vez que el camión ha completado el proceso de carga y ha salido del almacén, se le realiza un inventario de envases llenos, el cual se registra en el renglón de arqueo 2 del mismo formulario de arqueo. El chequeador compara con el concesionario las cantidades y, si están de acuerdo, firman en conjunto el formulario. El concesionario recibe el original y dos copias del formulario. Por motivos de seguridad y control, este arqueo no puede ser efectuado por el mismo chequeador que haya efectuado el arqueo 1. Al abandonarla operación de arqueo 2, los camiones son estacionados dentro de la agencia por sus respectivos concesionarios, en un área de ésta designada para ello. Los camiones permanecen allí hasta el día siguiente cuando son retirados por los concesionarios para realizar la venta.

Transcripción

El concesionario se dirige a la oficina de transcripción con el formulario de arqueo. El transcriptor carga los datos del formulario al sistema de computación, sella el mismo y se queda con el original.

Supervisión

El supervisor recibe del concesionario las notas de entrega y las facturas, junto con otros documentos tales como descuentos en promociones con el fin de revisarlos y verificar el cumplimiento de las políticas de venta y promociones. El supervisor elabora, si es necesario, hojas de resumen de notas de entrega y descuentos, conforma los cheques, firma y anexa los soportes correspondientes, tales como copias de facturas a los clientes y originales de notas de entrega. Luego devuelve todos estos documentos al concesionario.

Facturación

El facturador recibe del concesionario la documentación ordenada y la transcribe en el sistema computarizado, emite la factura original y dos copias y entrega la copia dos al concesionario y el original junto con la copia uno al cajero.

Conteo Del Dinero

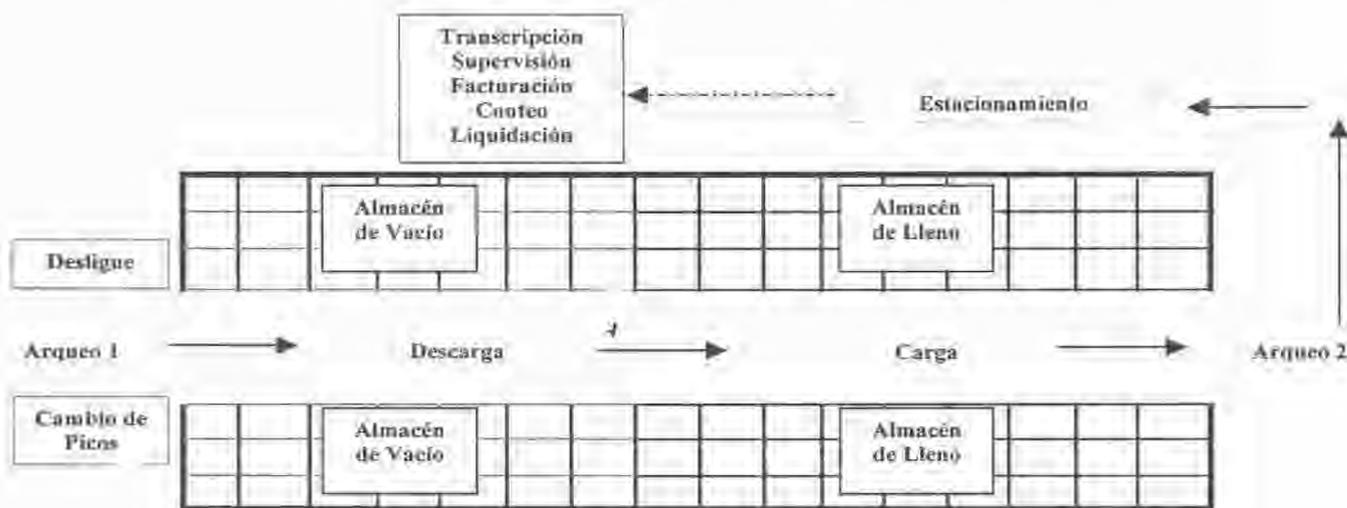
Cada camión está provisto de un cofre de seguridad en el cual se va almacenando el dinero de la venta diaria. El concesionario debe solicitar en caña la llave del cofre de seguridad de su camión para sacar el dinero y proceder a contarlo. Una vez contado, prepara el pago que debe efectuar a la agencia, el cual le es indicado en la factura.

Liquidación

El cajero recibe del concesionario el pago junto con la copia dos de la factura, exige su firma, sella y firma la factura y sus copias, entrega el original al concesionario y conserva las dos copias. El concesionario debe presentar a la salida de la agencia el original de la factura cancelada y la copia del formulario de arqueo.

La ilustración 2 muestra un esquema conceptual de la agencia, donde se puede apreciar la secuencia del proceso de atención a los concesionarios.

Ilustración 2. Esquema Conceptual de la Agencia de Distribución



RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como un paso previo a la programación del Modelo de Simulación de Escenarios, fue necesario recolectar una extensa cantidad de información, que permitió establecer las condiciones básicas para modelar el sistema y contribuyó a formar una idea de las magnitudes de ciertas variables consideradas en el mismo.

El contenido de esta información abarcó los procesos operativos del sistema, la lógica que controla a estos procesos y los factores exógenos al mismo que de igual forma lo afectan.

El proceso de recolectar esta información tuvo ciertas limitaciones ya que la empresa no dispone de datos históricos por el poco tiempo que tiene administrando las agencias de distribución. Así mismo, se utilizó información proveniente de agencias cuya operación no había sido objeto aún de ningún estudio formal para

la optimización de su funcionamiento debido a la apertura acelerada de éstas y a la misma razón citada anteriormente. Como consecuencia de esto, se obtuvieron resultados con cierto grado de incertidumbre, aún válidos para la aproximación inicial que se quería realizar previa a la programación del Modelo de Simulación de Escenarios.

La recolección de la información operativa de las agencias se hizo a través de un recorrido durante 5 semanas por 6 agencias de distribución de distintos niveles de operación y ubicación geográfica. Las agencias visitadas fueron: Los Ruices, Antímano y Guarenas (zona metropolitana), Barquisimeto (Edo. Lara), Maracaibo (Edo. Zulia) y Las Garzas (Edo. Anzoátegui).

El resto de la información recolectada se obtuvo en las oficinas de administración central de la operación de elaboración y distribución de la empresa ubicadas en Caracas.

Una vez finalizado este proceso de levantamiento de información, se hicieron los cálculos necesarios que permitieron aproximar los valores de los parámetros con los cuales comenzar a establecer las relaciones requeridas en la programación del Modelo de simulación de escenarios.

Igualmente se establecieron los principales lineamientos operativos sobre los cuales se fundamentó la programación del Modelo, producto de la aplicación de las mejoras pertinentes en algunas secuencias de los procesos. Para esto se estableció la lógica del proceso, la forma de conexión entre los distintos subsistemas, los tiempos de operación, las pérdidas de tiempo y las distintas formas de realizar las operaciones en las agencias de distribución.

Esta etapa fue fundamental ya que permitió la incorporación al Modelo de las relaciones que hacen posible manejar las alternativas correctas para lograr optimizar, y aquellas incorrectas para efectos de comparación.

La información recolectada, así como los cálculos y observaciones realizadas durante esta etapa se refieren principalmente a los siguientes aspectos:

- Toma de tiempo referencia) de las distintas operaciones.
- Replanteamiento de las procesos en función de la eliminación de las pérdidas de tiempo identificadas.
- Establecimiento y comparación entre las distintas alternativas de realizar las operaciones en las agencias.
- Cálculo de la venta diaria por ruta.
- Inversión requerida para la implementación de una agencia de distribución.
- Recursos operativos necesarios para el funcionamiento de las agencias.
- Estructura de costos de los centros de distribución.
- Forma de evaluar económicamente la operación de las agencias de distribución.
- Cálculo del punto de equilibrio para distintos niveles de operación.
- Establecimiento de las áreas requeridas para las operaciones llevadas a cabo en las agencias de distribución.
- Distribución adecuada de las operaciones en los espacios de una agencia de distribución.

Introducción Al Modelo

El presente Modelo ha sido concebido como una herramienta de ingeniería que contribuye a optimizar el diseño de las agencias de distribución mediante el análisis de escenarios y la aproximación sucesiva a la mejor solución bajo una serie de condiciones específicas dadas. El mismo ha sido desarrollado en ambiente Microsoft Excel, la cual es una aplicación de amplio conocimiento público y fácil uso.

Esta herramienta trata de modelar un sistema y permite observar cómo los cambios en algunos parámetros de entrada del sistema afectan el comportamiento de los parámetros de salida, contrariamente a otras técnicas analíticas, en las cuales se generan automáticamente las mejores u óptimas soluciones. Con esto es posible obtener soluciones que sean verdaderamente representativas de lo que pasa en el mundo real, sin necesidad de hacer concesiones a aquellas soluciones propuestas por modelos analíticos que no representan realmente el sistema que está siendo modelado, por ser este complejo y poseer cierto grado de incertidumbre e irracionalidad.

El Modelo integra y relaciona las distintas variables consideradas bajo la lógica de los procesos que se realizan en las agencias de distribución. Tanto las variables como la lógica de los procesos han sido establecidos tomando como referencia las agencias que están en funcionamiento actualmente. El Modelo permite el manejo de diversas situaciones operativas y económicas, haciendo posible el diseño de agencias de diferentes tamaños y niveles de operación.

En el ámbito operativo se ha tomado en cuenta el nivel de operación de la agencia (número de rutas), las ventas esperadas, las características del almacén, la carga y descarga esperada por camión así como la manera de realizar las mismas, el personal asignado a la operación y el patrón de llegada de los camiones a la agencia.

En lo relativo a la sección económico-financiera se considera la inversión a realizar, los gastos generados por la operación, el costo financiero y las opciones de arrendar el inmueble de la agencia o construirlo.

Como resultado, el Modelo genera una serie de índices que permiten evaluar y comparar el nivel de servicio prestado en la agencia y el costo del mismo. Además permite realizar análisis de sensibilidad sobre las variables involucradas en el proceso, ilustrando mediante gráficos su nivel de influencia.

Otra ventaja es la posibilidad de actualizar cierta información que está sujeta a cambios con el tiempo, dándole flexibilidad al Modelo y haciéndolo ajustable al proceso dinámico que se está estudiando.

Por esto se considera que este Modelo es una herramienta de gran utilidad para el diseño y optimización de las agencias de distribución, según cada caso particular.

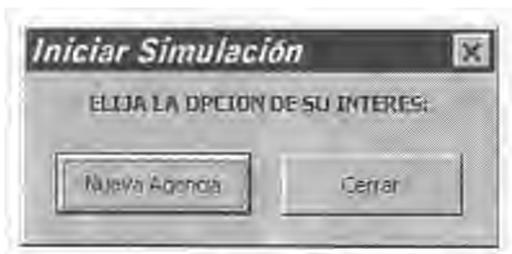
USO DEL MODELO

Para garantizar el correcto funcionamiento del Modelo, es necesario que el usuario haga un buen uso del mismo, por lo que se recomienda leer con detenimiento las siguientes instrucciones. Así conocerá mejor el Modelo y sus facilidades; además, le permitirá preparar con anterioridad la información a introducir en el mismo de acuerdo a su estructura.

DISEÑO DE UNA NUEVA AGENCIA

Desde Microsoft Excel abra el archivo Modelo.xls. Aparecerá una caja de diálogo informando que el archivo que se está abriendo contiene macros. Elija la opción que habilita o permite el uso de las macros. Los archivos "Carga.xls", "Descarga.xls" y "Barras.xls" no deben ser abiertos por el usuario. El Modelo las abrirá automáticamente cuando sea necesario.

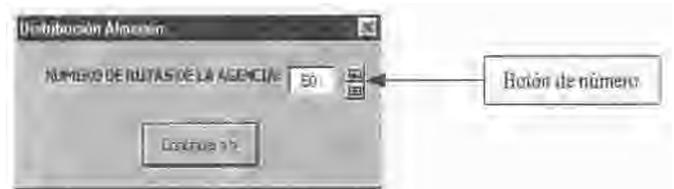
- Una vez abierto el Modelo, aparecerá la caja de diálogo "Iniciar Simulación". Seleccione "Nueva Agencia" si desea crear una nueva agencia o "Cerrar" si desea salir del Modelo.



- Introduzca el nombre bajo el cual desea guardar esta simulación en la caja de diálogo "Nueva Simulación" que aparece seguidamente. Pulse "Aceptar".

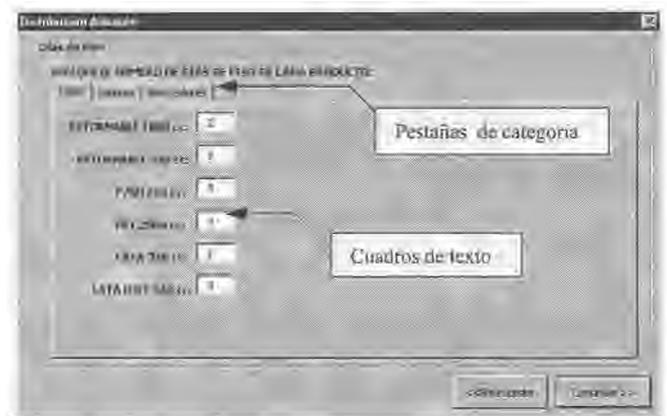


- Introduzca el número de rutas de la agencia. Utilice el botón de número para ello.



En lo sucesivo, cada vez que termine de introducir los datos en una caja de diálogo, pulse "Continuar" o presione la tecla "Enter". De esta forma desaparecerá la caja de diálogo actual y se mostrará la siguiente.

- A continuación aparecerá un conjunto de cajas de diálogo referentes a la distribución del almacén. La primera es "Días de Piso", la cual presenta una pestaña para cada categoría de producto; en cada pestaña aparece una lista de las presentaciones disponibles. Seleccione la pestaña del producto indicado e introduzca en cada cuadro de texto el número de días de piso para cada presentación.



Si desea retroceder a la caja de diálogo anterior pulse "Retroceder". Esto aplica para todas las cajas de diálogo que contengan este botón.

La caja de diálogo "Venta Promedio" presenta la misma estructura que la anterior. En los cuadros de texto de ésta deben introducirse el número de cajas de venta estimada por camión para cada presentación. Adicionalmente, en el cuadro de texto "Porcentaje de Rutas con Esta Carga", debe indicarse cuál porcentaje de los camiones de la agencia tienen esa venta; si este valor es menor que 100%, al pulsar el botón "Continuar", se iniciará un ciclo de tantas cajas de diálogo de "Venta Promedio" como sean necesarias para completar la totalidad de los camiones de ruta.

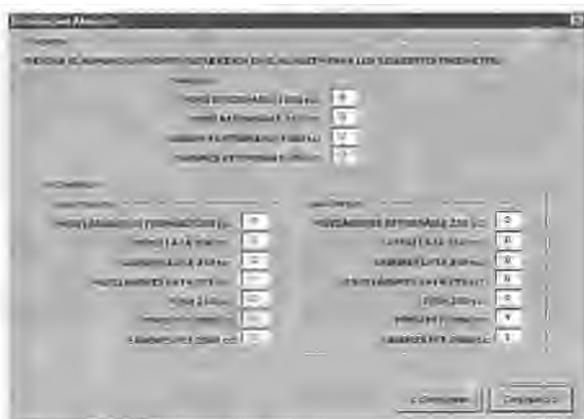


7. Al completar el ciclo anterior aparece la caja de diálogo "Frentes", en la cual debe introducirse el número de filas de cada presentación que tendrá el almacén de producto lleno. Las presentaciones que se encuentren dentro del recuadro "Simétrico" son las de mayor rotación; éstas tendrán una ubicación central y a ambos lados del pasillo del túnel, Los cuadros "Lado Derecho" y "Lado Izquierdo" se refieren a la cantidad de filas, adicionales a las filas simétricas, que se ubicarán a cada lado del almacén. Estas filas corresponden a las presentaciones de baja rotación.

El botón "Continuar" mostrará la siguiente caja de diálogo de distribución de almacén, mientras que el botón "Retroceder" permite ir a las anteriores para



Si oprime el botón "Ver Esquema Almacén", aparecerá en la pantalla el esquema del almacén de producto lleno y una caja de diálogo con la leyenda del esquema y el botón "Ver Almacén Producto Vacío".



Al introducir un valor en algún cuadro de texto de los contenidos en los recuadros "Lado Derecho" o "Lado Izquierdo", no será posible introducir otro valor en el cuadro de texto de la misma presentación en el lado opuesto, a menos que sustituya el valor introducido inicialmente por el valor cero.

8. El siguiente cuadro de diálogo es una ventana de verificación que muestra el total de filas a cada lado del túnel y el número de paletas para cada una de ellas. No es posible introducir información en esta ventana.

Al pulsar el botón "Ver Almacén Producto Vacío" aparece en la pantalla el esquema del almacén de vacío y una caja de diálogo que contiene la leyenda del mismo, y los botones "Rediseñar Almacén" y "Continuar". El primero conduce a la caja de diálogo "Días de Piso" (tratada en el punto 5) para realizar modificaciones a los datos introducidos en el conjunto de cajas de diálogo de distribución de almacén. El se-

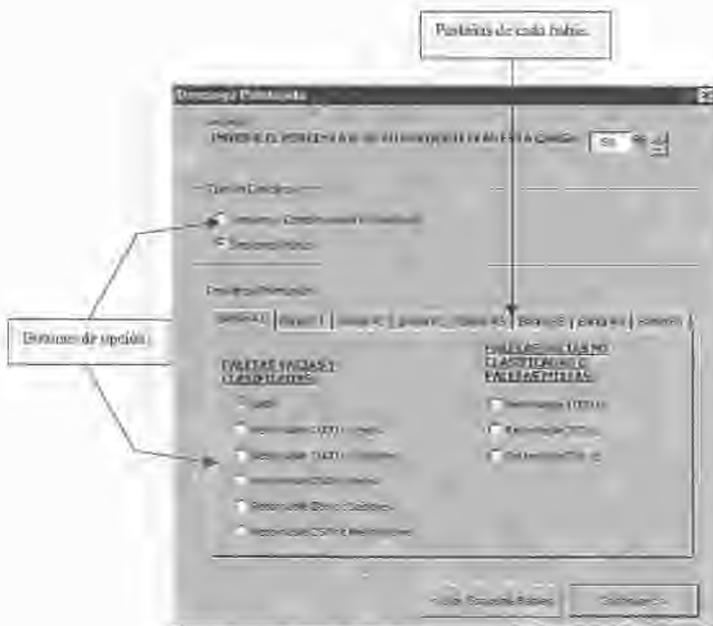
gundo conduce a la siguiente caja de diálogo. Asegúrese de estar conforme con la distribución del almacén antes de oprimir este botón, porque luego no podrá realizar ningún cambio hasta concluir con la simulación del escenario actual.

- La sección de descarga comienza con la caja de diálogo "Información de Bahías", donde se muestra un esquema del casillero del camión y la convención de nombres para identificar a cada bahía, siendo A1 y B1 las más próximas a la cabina del camión.

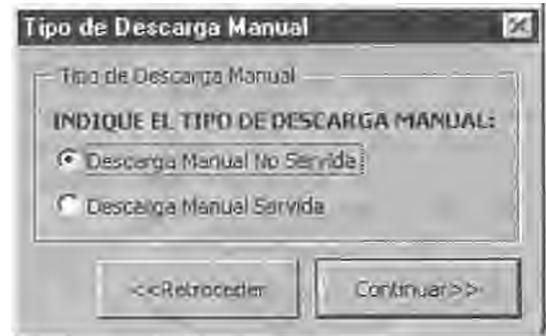


- Al presionar el botón continuar, aparece la caja de diálogo "Descarga Paletizada", la cual permite establecer la cantidad de cajas de vacío que se descargarán de los camiones y el método que se utilizará para esta descarga. Es posible establecer distintas formas de descarga para distintos porcentajes de carga del camión.

Introduzca el porcentaje de camiones a descargar según el método y la cantidad de vacío establecido. Seleccione el botón de opción que indique el método de descarga a efectuar y por último escoja las pestañas de las bahías que serán descargadas paletizadamente y el tipo de presentación contenida en ellas. En las bahías que no serán descargadas paletizadamente seleccione el botón de opción "Vacía".



- Si escoge la opción "Descarga Mixta", seleccione la opción de descarga manual en la caja de diálogo 'Tipo de Descarga Manual'.



- A continuación aparece la caja de diálogo "Descarga Manual Retornable No Servida" o "Descarga Manual Retornable Servida", dependiendo de la opción escogida. Ambas cajas de diálogo poseen la misma estructura y funcionamiento. Seleccione las pestañas de las bahías a descargar manualmente y en cada caso introduzca en los cuadros de texto de cada presentación, el número de cajas a descargar. Si alguna bahía ha sido seleccionada en la caja de diálogo "Descarga Paletizada", su pestaña no estará disponible.



- La siguiente caja de diálogo se refiere al número de montacargas y de ayudantes que intervendrán en la operación. Seleccione los botones de opción de su conveniencia.

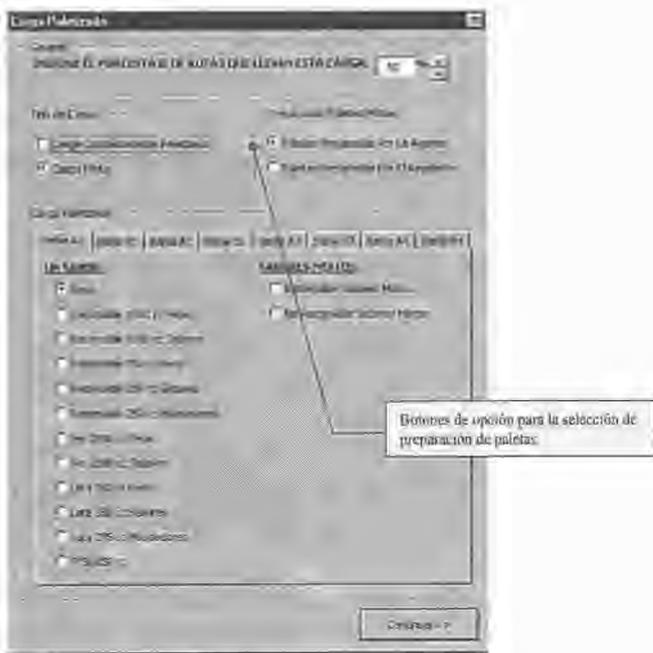


Pulse el botón "Continuar" sólo cuando esté seguro de que los datos introducidos en todas las cajas de diálogo referentes a descarga son correctos, ya que una vez hecho esto no podrá retroceder para hacer modificaciones.

Si en la caja de diálogo "Descarga Paletizada" escogió la opción "Descarga Completamente Paletizada", aparecerá directamente la caja de diálogo "Descarga Paletizada Total", cuya estructura y funcionamiento son iguales a la descarga no servida.

El ciclo de cajas de diálogo de descarga se repetirá hasta que se haya completado el 100% de los camiones.

- En las siguientes cajas de diálogo se construirá el escenario de carga. La primera caja de diálogo en aparecer es "Carga Paletizada". Su estructura y funcionamiento son similares a la "Descarga Paletizada"; sólo se le ha añadido un recuadro con dos opciones que permiten seleccionar quién preparará las paletas de sabores mixtos.

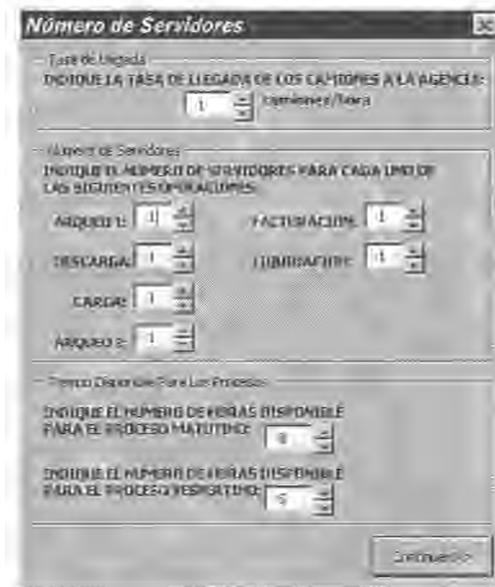


- La secuencia de aparición de las cajas de diálogo referentes a carga es análoga a la de las cajas de diálogo de descarga. Por ejemplo, si selecciona la opción "Carga Mixta", la siguiente caja en aparecer será "Tipo de Carga Manual", la cual es igual en forma y funcionamiento a la caja de diálogo "Tipo de Descarga Manual". En el conjunto de cajas de diálogo de carga se han incluido las alternativas "Carga Manual No Retornable Servido" y "Carga Manual No Retornable No Servido".



Estas aparecen cuando la opción ha sido "Carga Mixta" y "Carga Manual Servida", o "Carga Mixta" y "Carga Manual No Servida", respectivamente. Ambas cajas de diálogo funcionan igual que "Carga Manual Retornable Servida" y "Carga Manual Retornable No Servida", las cuales a su vez son análogas a "Descarga Manual Servida" y "Descarga Manual No Servida".

- Introduzca en la caja de diálogo "Número de Servidores", la tasa de llegada de los camiones a la agencia, número de servidores por cada operación y la cantidad de horas laborables en el turno matutino y en el turno vespertino.



- En la caja de diálogo "Tiempo de Gandolas", introduzca los datos relacionados con la descarga de Bandolas. Para hacerlo pulse el botón combinado situado al lado de cada cuadro de texto. Se desplegará una lista de las opciones entre las que puede escoger.

Si pulsa "Cargar Tiempos", aparecerá en la pantalla una tabla que muestra el tiempo total de operación por gandola con las características establecidas en la caja de diálogo y la cantidad de estas Bandolas que pueden procesarse durante el turno matutino.

Esta caja de diálogo sigue activa hasta pulsar "Continuar", lo que conduce a la caja de diálogo "Personal".

19. Asigne el personal del turno matutino de acuerdo con los resultados obtenidos en la caja de diálogo anterior y los requerimientos del proceso. También debe asignar el número de obreros para el centro de canje en el horario vespertino y el número de chequeadores por estación de arqueo 1 y arqueo 2.

20. La última caja de diálogo se refiere a los datos económico-financieros. En ésta debe introducirse información acerca del método de depreciación a utilizar, el financiamiento de la inversión inicial y de la inversión siguiente. Pulse "Continuar" para finalizar con la etapa de introducción de datos y ver los resultados.

OBTENCIÓN DE RESULTADOS

El Modelo genera resultados de tipo operativos y económico-financieros, los cuales se resumen en varias tablas contenidas en la hoja "Resultados" que aparece en la pantalla al terminar de introducir los datos. En los resultados económicos se consideran, para fines comparativos, las opciones Con Arrendamiento, que se refiere al caso de alquilar el local, y Sin Arrendamiento, para el caso de invertir en la construcción de la agencia.

A continuación se realiza una breve explicación del contenido de esta hoja.

- **Número de Servidores:** presenta la cantidad de servidores asignados para cada operación que se realiza en la agencia.
- **Tiempo de Permanencia del Concesionario:** muestra el tiempo estimado para atender a un concesionario en el escenario establecido. Este tiempo se desglosa en dos componentes; el primero corresponde a las operaciones relativas al camión y el segundo a las operaciones administrativas.
- **Areas:** contiene el espacio físico asociado a cada operación realizada en la agencia y un estimado para el área de oficinas.
- **Dimensión del Galpón:** da las dimensiones requeridas para el almacén de vacío y de lleno.
- **Personal Asignado a la Agencia:** presenta una lista de todo el personal administrativo, de ventas y

obrero asignado a la agencia, según las condiciones fijadas por el usuario.

- **Vehículos:** muestra la lista de vehículos y las cantidades necesarias para la operación de la agencia. Incluye camiones de ruta, vehículos del personal de ventas y montacargas.
- **Inversión:** calcula la inversión total necesaria para el establecimiento y puesta en marcha de una agencia con las características establecidas. Permite comparar las opciones de arrendar el local o construirlo.
- **Costos Fijos:** totaliza los costos fijos incurridos por la agencia para un horizonte económico de ocho años.
- **Costos Variables:** totaliza los costos variables anuales producto de la actividad de la agencia para ocho años de estudio.
- **Costos Totales:** totaliza los costos fijos y variables mencionados anteriormente.
- **Indices:** en este cuadro se calculan los diferentes índices e indicadores que permiten evaluar económicamente la operación de la agencia. Estos son: Punto de equilibrio en rutas, diferencia con el punto de equilibrio, costo de operación por caja, costo de operación por ruta y costo de operación por cliente.
- **Flujo de caja:** Muestra el flujo de caja anual para todo el período en estudio, incluyendo la inversión inicial y los ingresos y egresos operativos de la agencia. Este flujo es utilizado posteriormente para el cálculo del valor presente neto de las opciones de construir o alquilar los espacios de la agencia.
- **Valor Presente Neto:** Calcula el valor presente neto de las opciones de alquilar o construir los espacios necesarios para la operación de la agencia en el horizonte económico en estudio, descontando los flujos de efectivo a la tasa correspondiente al costo promedio de capital, el cual es calculado de acuerdo a los datos introducidos por el usuario en la caja de diálogo "Estudio Económico".
- **Estado de Resultados:** Presenta un estado de ganancias y pérdidas para cada año en estudio, con el fin de verificar la estructura de gastos y si éstos superan el estándar establecido por la empresa.

Es posible obtener información más detallada de algún aspecto en particular de la agencia. Para ello pulse el botón "Ir a" de la barra "Simulación de Agencias", el cual le permitirá navegar entre las hojas del Modelo para buscar detalles acerca del tema de su interés.



Esta barra se hace visible automáticamente al finalizar la simulación del escenario introducido.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el proceso de diseño de las agencias de distribución interactúan una gama de variables de distinta naturaleza. Con el análisis de sensibilidad se logran establecer patrones de influencia entre las mismas, por lo que éste se convierte en una herramienta de gran utilidad.

El Modelo permite realizar análisis de sensibilidad. Para ello se hace oscilar la variable independiente seleccionada entre los límites establecidos por el usuario, y se observan los cambios en la variable dependiente. El producto de lo anterior es una tabla y un gráfico que ilustran estos cambios. Sólo es posible hacer el análisis de sensibilidad sobre una variable independiente a la vez.

El procedimiento es el siguiente:

1. Pulse "Análisis de Sensibilidad" de la barra "Simulación de Agencias". Aparecerá La caja de diálogo "Análisis de Sensibilidad — Variables".
2. Seleccione la celda correspondiente a la variable dependiente directamente en la hoja que la contiene. Es importante seleccionar solo una celda.
3. Escriba el nombre de la variable en el cuadro de texto de la variable dependiente.
4. Repita los pasos 2 y 3 para la variable independiente.



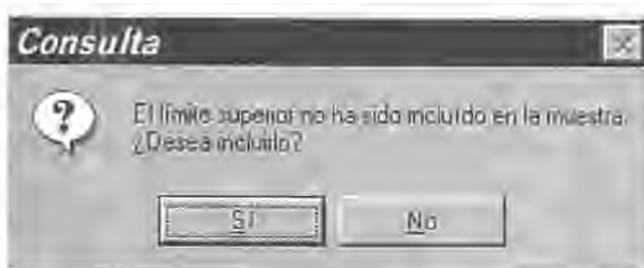
Para mayor facilidad, las variables sobre las cuales se puede hacer análisis de sensibilidad han sido identificadas con un borde verde en sus celdas.

- En la caja de diálogo "Análisis de Sensibilidad — Variación", seleccione si la variación de la variable independiente se hará porcentualmente o por valores enteros sobre el valor inicial de la misma. Introduzca los límites del rango entre los cuales oscilará este valor y la cantidad de intervalos o el tamaño de los mismos.

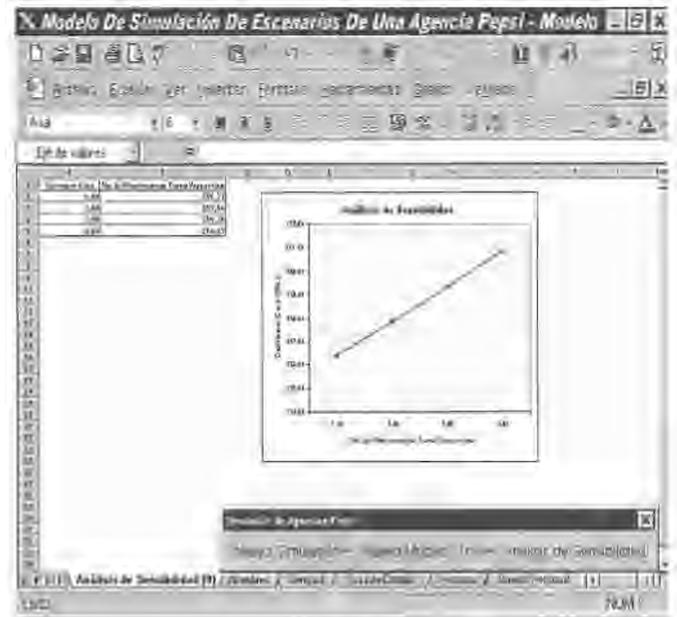


Con la opción "Porcentajes", el valor a introducir en los límites superior e inferior corresponde al porcentaje de incremento y decremento sobre el valor inicial de la variable. Con la opción "Enteros", los valores introducidos se refieren directamente a los límites del rango de oscilación.

En cuanto a las opciones "Con Intervalos de" y "Cantidad de Intervalos", éstas se utilizan para establecer el tamaño de los intervalos de variación o el número de intervalos que se desean en el rango de oscilación de la variable. Cuando el tamaño del intervalo no divide al rango en una cantidad entera de intervalos, se mostrará un mensaje indicando dos opciones: aumentar el tamaño del rango para incluir el anterior límite superior, o no hacerlo.



- Al pulsar "Terminar" será mostrada una tabla y un gráfico ilustrativos de la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente seleccionada.



VALIDACIÓN DEL MODELO

En esta etapa se persigue contrastar el comportamiento del sistema real bajo la influencia de ciertos parámetros, con los resultados arrojados por el Modelo cuando es alimentado por estos mismos parámetros. Esta operación permitirá, si los resultados del Modelo se alejan de los resultados del sistema real, ajustar ciertos parámetros y relaciones dentro de la funcionalidad del Modelo hasta obtener, dentro de un margen de error aceptable, una representación fidedigna del sistema real.

De esta manera, a fin de constatar la aproximación del Modelo al mundo real, se seleccionaron la operación de carga y el comportamiento de la cola en el túnel como los subsistemas a comparar. La razón por la que se escogieron estas dos operaciones como los patrones de prueba es que ellas, junto con la descarga, son las que involucran un número significativo de variables importantes de las cuales dependen el resto de los resultados arrojados por el Modelo. La descarga se descartó de esta validación ya que es una operación análoga a la carga en cuanto a las relaciones establecidas en el Modelo, por lo que se considera que una vez validada la operación de carga se aceptará como válida la operación de descarga.

Una vez que se establecieron los patrones de prueba, se visitó la agencia Los Ruices, en la cual se tomaron las muestras requeridas para la validación.

Las muestras se tomaron durante cinco días en el horario comprendido entre la 1:00 p.m. y las 7:00 p.m., que corresponde al período de llegada de los camiones de ruta a la Agencia. Durante estos días se logró tomar un total de 98 muestras efectivas; 50 de ellas para la operación de carga y 48 para el comportamiento de la cola. A continuación se describirá el procedimiento seguido para cada operación.

OPERACIÓN DE CARGA

Como se indicó, para esta operación el tamaño de la muestra fue de 50 camiones de rutas. Cada medición constó del número de cajas de cada uno de los productos cargados en cada camión muestreado y del tiempo consumido en la operación. Durante la toma de estos tiempos se eliminaron aquellos lapsos de tiempo que no eran atribuibles al proceso, es decir, las pérdidas de tiempo. Posteriormente se desarrolló un programa en Visual Basic para Aplicaciones que permitió la aplicación de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis a las muestras tomadas. La aplicación de esta prueba de hipótesis es ideal para este caso ya que ésta es independiente de la distribución de probabilidad de los datos de la muestra y permite probar, a un nivel de confianza establecido, la siguiente hipótesis:

$$H_0: \mu_{\text{sistema real}} = \mu_{\text{resultados del modelo}}$$

Una vez desarrollado, el programa se alimentó con la muestra obtenida y se integró al Modelo, de manera que el estadístico de prueba "H" se calculara automáticamente al finalizar la simulación con las distintas cargas observadas en la visita a la agencia.

El tipo de carga y los recursos que se alimentaron en el Modelo correspondieron a los observados en la toma de las muestras. Estos son: carga paletizada para los productos retornables (alta rotación), carga manual para productos no retornables (baja rotación), completación de paletas de productos retornables, preparación de paletas mixtas por parte de los ayudantes de los concesionarios, dos montacargas en el túnel de carga y un ayudante realizando la carga manual.

Seguidamente se inició un proceso iterativo que permitió, en función del estadístico "H" obtenido, ir ajustando ciertos parámetros y relaciones del Modelo hasta obtener el nivel de confianza deseado. Para el proceso de validación se estableció que el nivel de confianza mínimo que se aceptaría sería del 80%.

Así, después de 27 iteraciones realizadas, durante las cuales se hicieron ajustes progresivos en ciertos parámetros y relaciones del Modelo, se obtuvo el siguiente valor de "H":

$$H = 62,82$$

en el cual se acepta la hipótesis nula con un nivel de confianza del 91,13 %, para una ji-cuadrado de 49 grados de libertad.

COMPORTAMIENTO DE LA COLA

Para la validación referente al comportamiento de la cola se siguió la misma metodología descrita para la operación de carga, tomando en este caso 48 muestras correspondientes al tiempo de cada operación desde el comienzo del Arqueo 1 hasta la finalización de la operación de Arqueo 2, con el objetivo de obtener el tiempo de permanencia de cada concesionario en ese trayecto. Las condiciones en las que se tomaron las muestras fueron las siguientes: tres servidores para la operación de Arqueo 1, dos montacargas en la operación de descarga, dos montacargas en la operación de carga y dos servidores en la operación de Arqueo 2. De esta manera, luego de realizar 18 iteraciones, se obtuvo el siguiente valor para el estadístico de prueba "H":

$$H = 56,48$$

en el cual se acepta la hipótesis nula con un nivel de confianza del 83,80% para una ji-cuadrado de 47 grados de libertad.

Bajo las condiciones en las que se ha establecido la realización de este trabajo los niveles de confianza podrían ser ampliados, mediante la incorporación de datos y relaciones obtenidos a través de la implantación de las mejoras pertinentes que se apliquen, producto de los resultados de las simulaciones realizadas y de las optimizaciones que se hagan a lo largo del tiempo en las agencias. Esto requiere de un proceso de seguimiento y estudio constante a través de un período de tiempo considerable. Sin embargo, bajo las limitaciones de tiempo y de información en que se ha desarrollado este Modelo, un nivel de confianza mínimo del 80% es un valor bastante bueno para comenzar la aproximación a la agencia cercana a la óptima.