

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

#### ***4.1 CLASIFICACIÓN ABC***

Para empezar con la clasificación ABC de productos se recopiló la información de demandas diarias de cada uno de ellos. Esta información fue proporcionada, por el Almacén Central, en un archivo el cual contenía el historial de las demandas durante los años 2003 a 2005.

El Almacén Central pidió que se hiciera una clasificación por cada familia, por esta razón los productos se separaron de igual forma. Las familias clasificadas fueron: CAR, COB, DES, EPS, FIC, LPZ, MEL, MHR, MPL, MTC, RBC, RCC, REA, RED, TCH, VAR, VBR. Las familias PAO y HER no se tomaron en cuenta para este análisis por las razones que se mencionaron en el capítulo 1. GAS tampoco requirió de una clasificación ABC debido a que se controla de manera independiente al resto.

Se solicitó que el criterio en el que se iba a basar esta clasificación sería el *consumo promedio semanal* pues nunca se ha hecho un análisis al respecto.

Una vez definido el criterio, los pasos a seguir fueron:

1. Calcular el promedio semanal de cada producto, si la cantidad daba con puntos decimales, se redondeo hacia el entero superior.

2. Posteriormente los productos se ordenaron de forma descendente respecto al consumo promedio semanal.
3. Luego se obtuvo el porcentaje que representa cada producto en base al total de productos por familia y el porcentaje de consumo promedio semanal, de cada uno, también en base al consumo total.
4. Para determinar el número de productos que corresponderían a la clasificación “A” se tomó un porcentaje de productos que equivaliera entre el 75% y el 80% del consumo total, para la clasificación “B” el porcentaje de consumo tenía que representar entre el 10% y 15%, y para la clasificación “C” el porcentaje de consumo tenía que estar entre el 0% y 5%.
5. Por último se hizo una revisión de los productos que quedaron en cada clasificación y en algunos casos se tuvo que hacer una reclasificación de aquellos productos que no les correspondían estar ahí, por lo que los porcentajes establecidos anteriormente se vieron modificados.

Esta clasificación se hizo por la solicitud del almacén, sin embargo, como se mencionó en el capítulo 3, cuando se tiene un sistema computarizado que lleve el control total del inventario este análisis pasa a segundo plano.

## ***4.2 Determinación del modelo y la política de inventario***

Para determinar que modelo y política se iba a aplicar, se empezó por organizar las demandas diarias en demandas semanales para cada producto, se definió ese horizonte de tiempo porque el tiempo de entrega de cada producto es de una semana<sup>1</sup>.

Posteriormente estas demandas se analizaron para saber a que distribución teórica se aproximaban. La herramienta del software de Arena 7.01, Input Analyzer, permitió hacer este análisis. Como son muchos los productos, solo se analizó la clase “A” de las familias EPS, LPZ, MEL, MPL Y MTC. Sin embargo cada producto se aproximaba a diferentes tipos de distribución, por esta razón se decidió tratar todas las demandas como distribución empírica.

El tiempo de entrega (L) para todos los productos se definió como valor constante de una semana, pues como se mencionó en el capítulo 3 se puede determinar así si la variación es muy pequeña respecto a la media. Para esto se aplicó el coeficiente de variación de Pearson, que entre otras cosas, sirve para determinar si L era consistente con su varianza. La fórmula utilizada fue

$$CV = \frac{s}{|\bar{X}|}$$

---

<sup>1</sup> Una semana equivale a 5 días debido a que el almacén abre de lunes a viernes.

Donde:

CV = Coeficiente de variación de Pearson

s = desviación típica

$\bar{X}$  = media aritmética

El CV fue igual a 0.2 por lo que se determinó L= 1 semana.

Este coeficiente también se utilizó para determinar si las demandas de cada producto eran independientes unos de otros.

Una vez que se definió la distribución de la demanda y el tiempo de entrega se tuvo que elegir un modelo que se adecuara a estos datos. Los supuestos fueron:

- Demanda independiente
- Demanda con distribución empírica
- Demanda probabilística durante el tiempo de entrega
- Tiempo de entrega constante

Bajo el supuesto de demanda independiente, se definió un *modelo de tipo reactivo* y con demanda aleatoria durante el tiempo de entrega tenía que ser un *modelo probabilístico*.

La selección de la política de inventario se hizo bajo las ventajas y desventajas de cada una y la que mejor se adecuó a las necesidades del almacén fue la *Política de cantidad fija-periodo variable* también llamado por algunos autores *Sistema Q*.

Esta política permitirá al almacén tener poco inventario de seguridad para cada producto lo cual es importante debido al tamaño del almacén y a la cantidad de productos existentes; por ende el costo total esperado por año, para cada uno, disminuirá.

Una desventaja que se mencionó en el capítulo 3 es que se requieren revisiones continuas de los niveles de inventario, sin embargo como el control se llevará a cabo por medio de un programa hecho en Excel no habrá necesidad de hacerlo físicamente pues en cualquier momento se podrá tener un informe de todos aquellos productos que ya llegaron a su punto de reorden y requieran de un pedido nuevo. Cabe aclarar que todos los productos estarán controlados bajo esta política no importando su clasificación.

Suponiendo una demanda variable y un tiempo de entrega constante, las fórmulas bajo las que funcionará el programa son las siguientes:

Tamaño del lote

$$Q = \sqrt{\frac{2C_2\bar{D}}{C_3}}$$

Donde:

Q = tamaño del lote

$\bar{D}$  = demanda promedio

$C_2$  = costo de ordenar

$C_3$  = costo de almacenamiento

Inventario de seguridad

$$SS = PR - \bar{D}L$$

Donde:

SS = inventario de seguridad

PR = Punto de reorden

$\bar{D}$  = demanda promedio

L = tiempo de entrega

El punto de reorden puede determinarse para un nivel de servicio específico, el programa tendrá la opción de especificarle el nivel deseado y automáticamente calculará el punto de reorden en base a la siguiente fórmula:

$$F \frac{r}{s} = \text{Dato que ocupa la posición } \frac{rn}{s}$$

Donde:

$F \frac{r}{s}$  = ereésimo fractil de orden s

r = la parte que se desea hallar, por ejemplo 90, que representaría el 90% de nivel de servicio

s = número de partes en que se divide la serie de datos, en este caso equivale a 100

n = número de datos

El valor que resulta es el dato (punto de reorden) que ocupa la posición  $\frac{rn}{s}$  si da un valor intermedio el programa tomará el valor próximo superior.

Costo total esperado

$$\bar{C} = C_1\bar{D} + C_2\frac{\bar{D}}{Q} + C_3\frac{Q}{2} + C_3SS$$

Donde:

$\bar{C}$  = costo total esperado por año

$\bar{D}$  = demanda promedio

Q = tamaño del lote

SS = inventario de seguridad

$C_1$  = costo unitario de compra

$C_2$  = costo de ordenar

$C_3$  = costo de almacenamiento

### 1.2.1 Determinación de los costos involucrados en la política de inventario

1. *Costo unitario de compra ( $C_1$ ).*- Estos costos fueron proporcionados por el coordinador de compras para cada uno de los productos.
2. *Costo de ordenar ( $C_2$ ).*- Una orden de compra para cualquier producto implica enviar, por vía Fax, al proveedor un formato en el que se especifica la cantidad y características del producto. Los costos implicados son:

- Costos del formato de la orden de compra. Este tiene un costo de \$1.00 c/u. El formato de la orden de compra se puede ver en el Apéndice A.
- Costo de la impresión de la orden de compra. Incurrir en un costo de \$1.5
- Costo del Fax. Se fijó como \$3.00.
- Costo de una llamada telefónica. Todos los proveedores son locales por lo que esta tiene un costo de \$1.5. Esta se realiza para verificar que fue recibido el fax.

El total del costo de ordenar ( $C_2$ ) es de \$7.00.

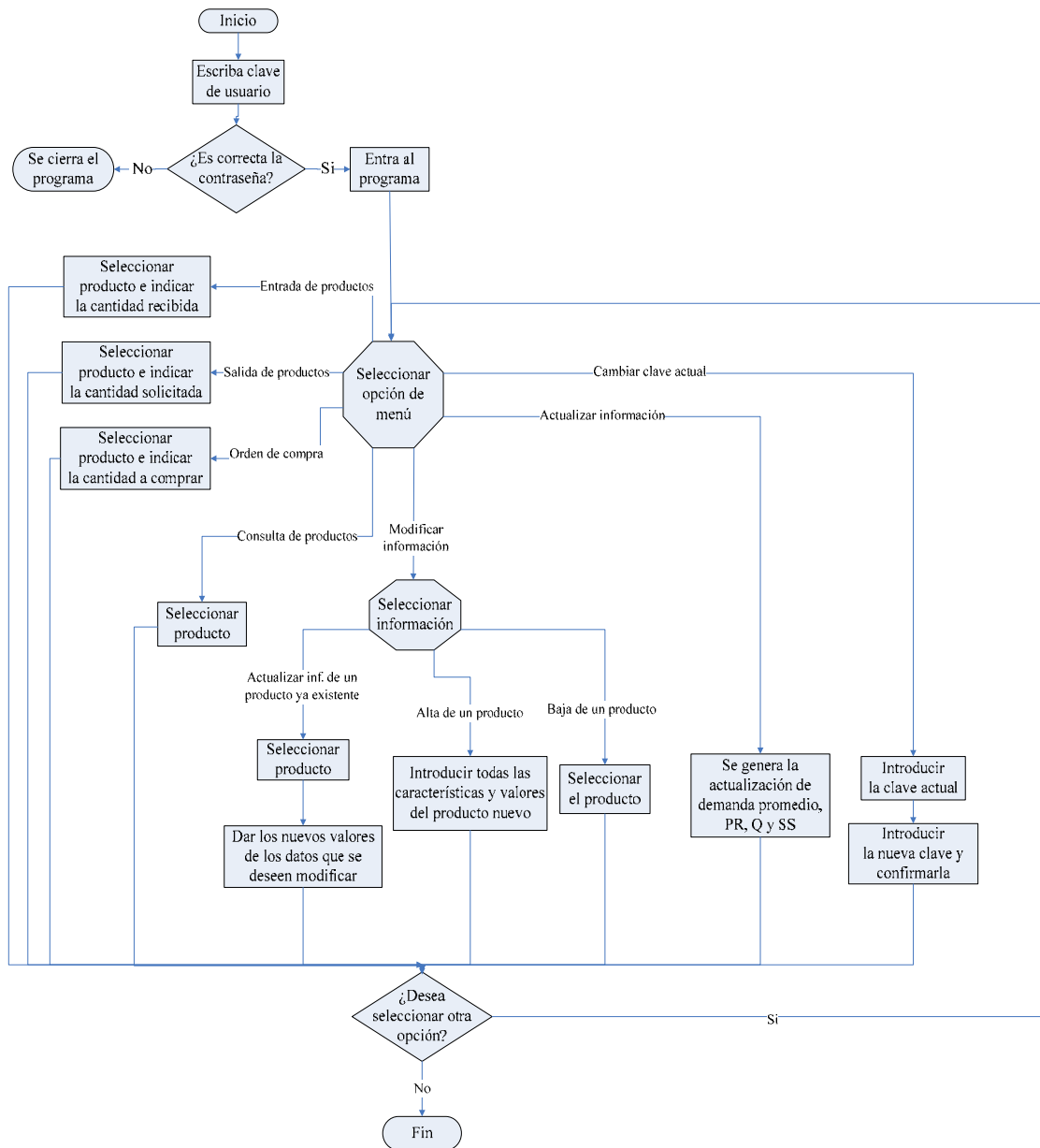
3. *Costo de almacenamiento ( $C_3$ ).*- De acuerdo a Coley, Bardi y Langley<sup>[5]</sup> (1996) este costo se puede estimar con el 25% del valor del producto.

### ***4.3 Programa propuesto***

Como se mencionó anteriormente uno de los objetivos de este proyecto, es la elaboración de un programa eficiente que lleve el control del inventario. Este programa fue hecho en Excel debido a que es una herramienta que permite programar de forma fácil y para utilizarlo solo se necesitará tener una versión reciente de este software.

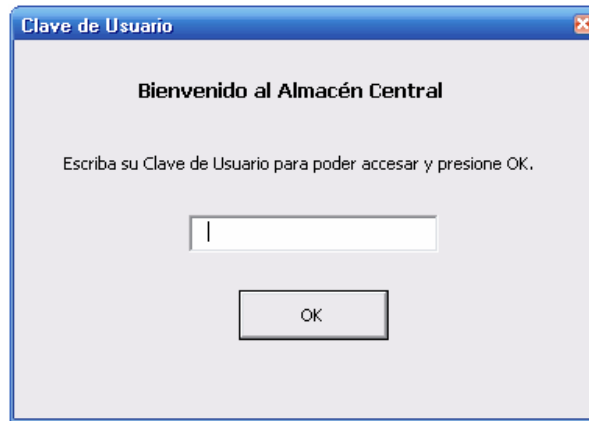
El funcionamiento general de este programa se muestra en la Figura 4.1.





**Figura 4.1** Diagrama de flujo del programa propuesto para controlar el inventario.

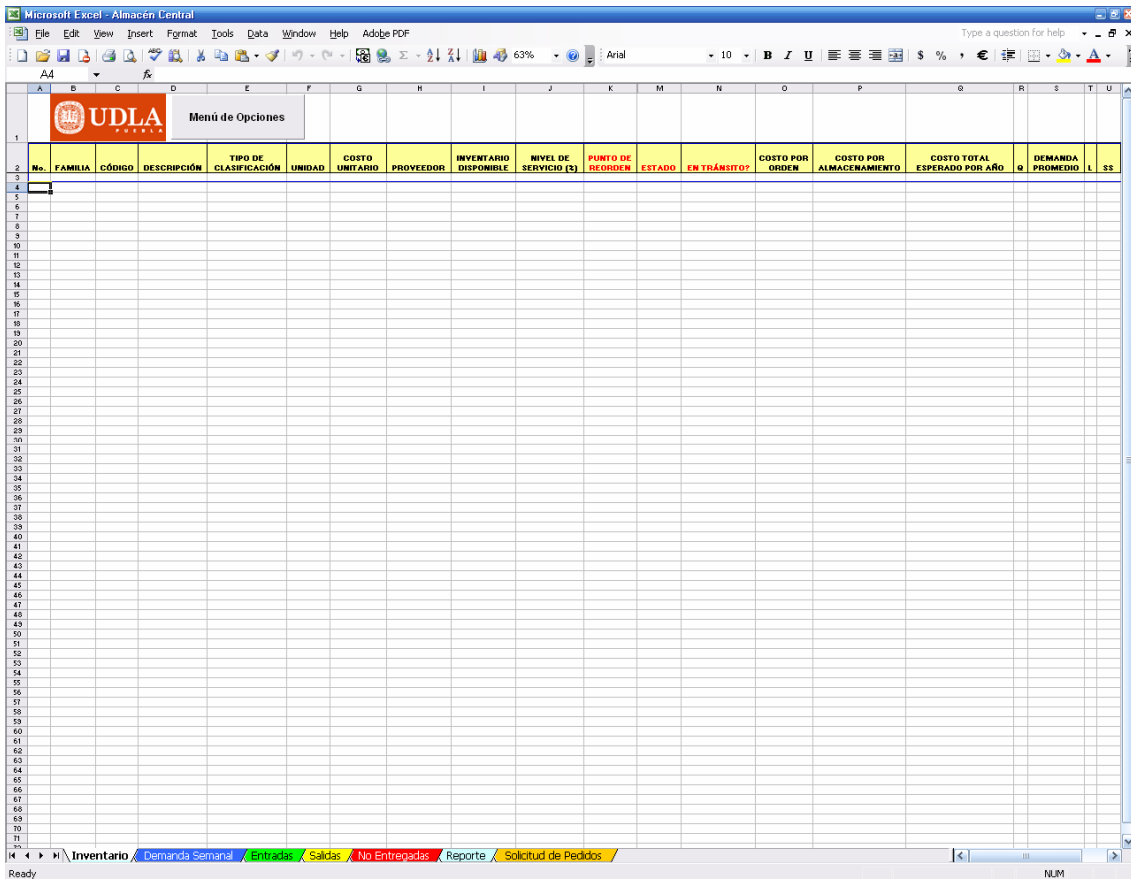
Las diferentes funciones se explican a continuación con más detalle. Al abrirse el archivo pedirá una clave de usuario, la cual tendrá solo el que lleve el control del inventario. En la Figura 4.2 se muestra esta ventana.



**Figura 4.2** Clave de usuario

Una vez que se abre el archivo, este se posiciona en la hoja “Inventario” (Figura 4.3) la cual es la base de datos principal que almacena los siguientes datos de cada producto:

- Número de producto
- Familia
- Código
- Descripción
- Tipo de clasificación
- Unidad
- Costo unitario ( $C_1$ )
- Proveedor
- Inventario disponible
- Nivel de servicio
- Punto de reorden (PR)
- Estado del inventario
- Tránsito
- Costo por orden ( $C_2$ )
- Costo por almacenamiento ( $C_3$ )
- Costo total esperado por año ( $\bar{C}$ )
- Tamaño del lote (Q)
- Demanda promedio ( $\bar{D}$ )
- Tiempo de entrega (L)
- Inventario de seguridad (SS)



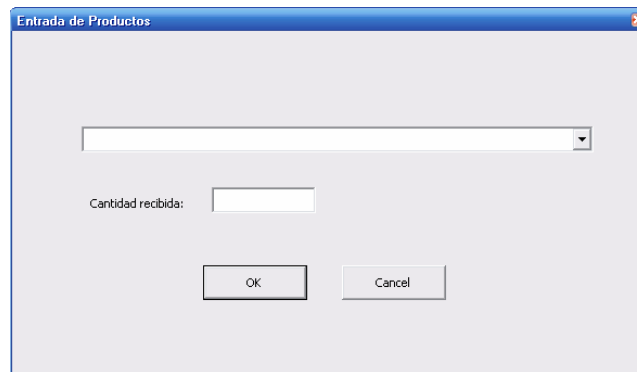
**Figura 4.3** Base de datos principal “Inventario”

Dentro de esta hoja, en la esquina superior izquierda, está el botón “Menú de Opciones” que despliega la ventana del menú principal (Figura 4.4) en donde se elige la opción.



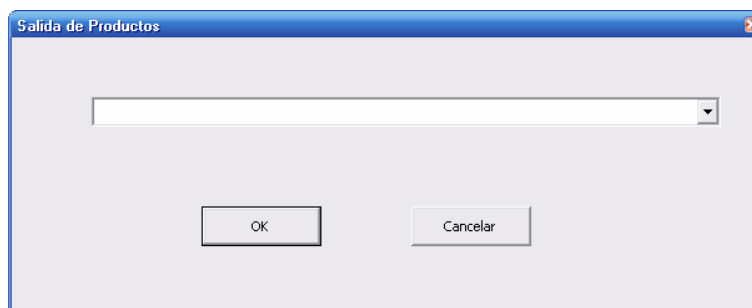
**Figura 4.4** Menú principal

**Entrada de Productos.** Permite capturar todas las órdenes de compra que han llegado, la cantidad registrada se suma al inventario disponible, en la Figura 4.5 muestra esta opción. Dentro del archivo del programa existe una hoja llamada “Entradas”, la cual contiene la fecha de llegada de la orden así como la cantidad recibida de cada producto.



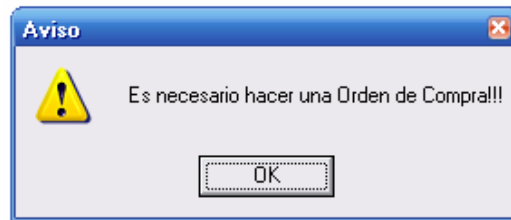
**Figura 4.5** Opción: Entrada de Productos

**Salida de Productos.** Esta Opción (Figura 4.6) muestra la cantidad disponible del producto para saber si se puede cubrir o no la demanda. Si se cubre, esta cantidad se resta al inventario disponible, y esta salida se registra en una hoja llamada “Salidas”; de lo contrario la demanda no cubierta se registra en la hoja “No Entregadas” junto con la fecha en que sucedió.



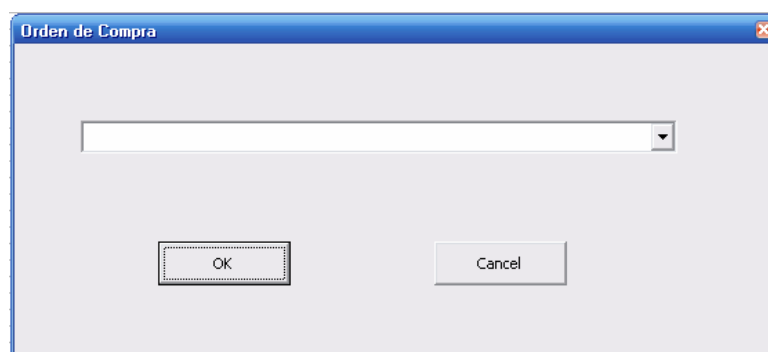
**Figura 4.6** Opción Salida de Productos

Cada vez que se realiza una salida, el programa compara el inventario disponible con el punto de reorden y si se presenta la condición de inventario disponible menor o igual al punto de reorden se despliega un mensaje como el que se muestra en la Figura 4.7

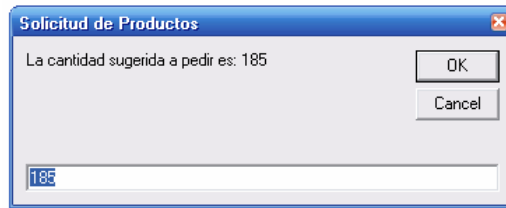


**Figura 4.7** Aviso de una orden de compra

**Orden de Compra.** Permite llevar un registro, en la hoja “Solicitud de pedidos”, de todas aquellas órdenes de compra que se van haciendo para saber en el momento que se desee cuándo se emitió, cuál fue la cantidad, si aún sigue en tránsito, la fecha de llegada y la cantidad recibida. Primero se debe indicar el código del producto (Figura 4.8 (a)) y posteriormente aparece una ventana que nos sugiere el tamaño del lote (Figura 4.8 (b)).

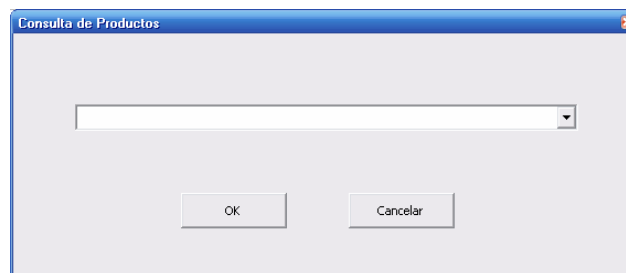


**Figura 4.8 (a)** Opción: Orden de compra-código

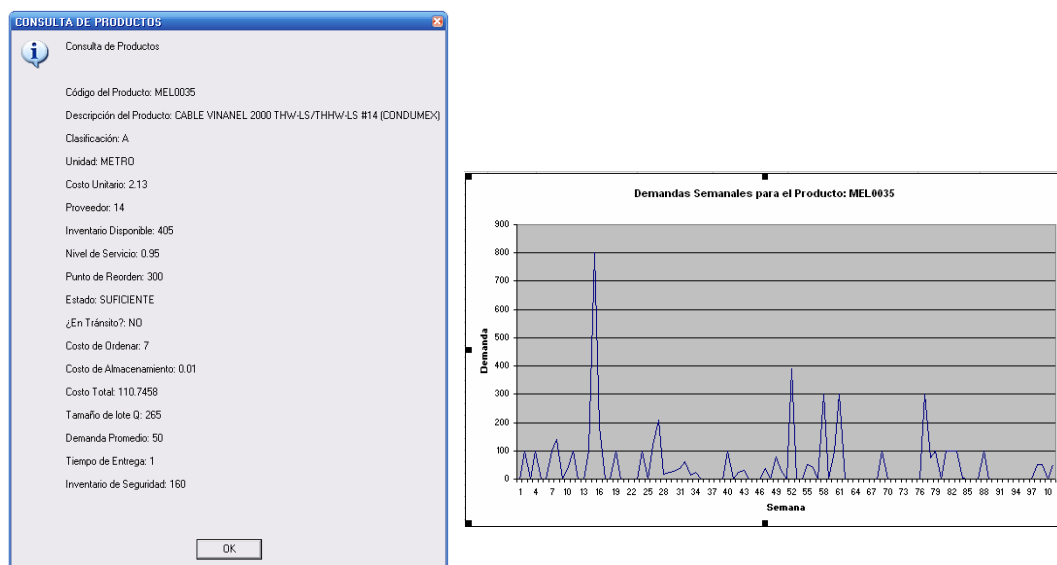


**Figura 4.8 (b)** Opción: Orden de compra-cantidad

**Consultas de productos.** Esta opción (Figura 4.9), permite ver todas las características de un producto en específico (familia, código, descripción, tipo de clasificación, unidad, costos, etc.) además despliega una gráfica que nos indica cómo se ha comportado la demanda durante las últimas 100 semanas como se muestra en la Figura 4.10.



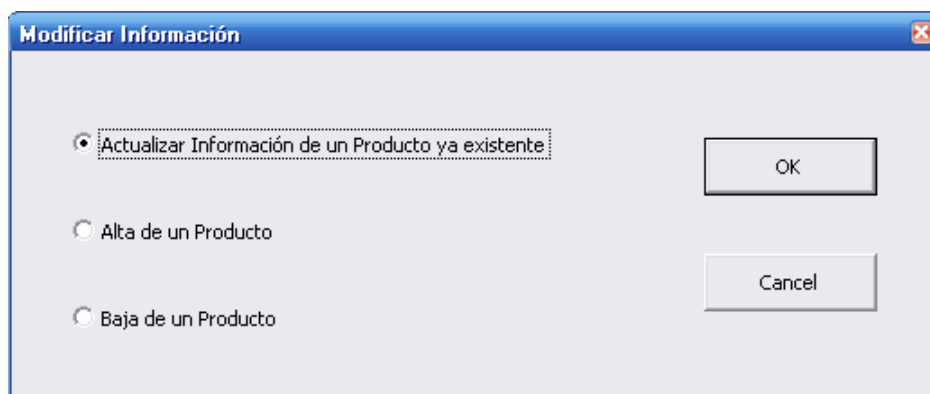
**Figura 4.9** Opción: Consulta de Productos



**Figura 4.10** Ejemplo de la opción Consulta de Productos

**Modificar** (Figura 4.11) a su vez tiene 3 opciones:

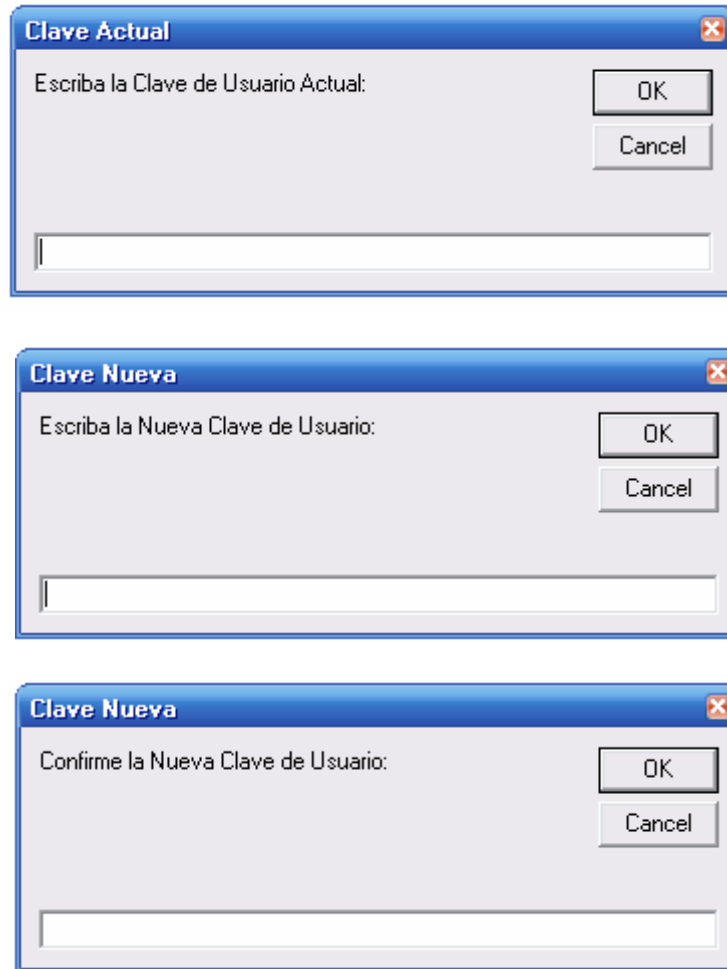
- Actualizar información de un producto ya existente. Este permite modificar su clasificación, proveedor, nivel de servicio, costo unitario, costo por orden, costo por almacenamiento y el tiempo de entrega.
- Alta de un producto. Por medio de esta se da el alta de un nuevo producto en las bases de datos correspondientes.
- Baja de un producto. Inactivará el producto deseado.



**Figura 4.11** Opción: Modificar información

**Actualizar valores semanales.** Dentro del archivo hay una hoja llamada “Demanda Semanal” donde se van registrando las demandas semanales, tanto las salidas como las cantidades no entregadas. Cuando seleccionamos esta opción, la demanda promedio se actualiza automáticamente, ya que recalcula este valor con los datos de las demandas semanales, por ende el tamaño del lote, el inventario de seguridad y el punto de reorden también se modifican.

La opción de Cambiar Clave de Acceso permite modificar la clave de entrada al programa las veces deseadas. Primero pide la clave actual de usuario, luego la nueva clave y finalmente solicita que se confirme esta clave. Estas ventanas se muestran en las Figuras 4.12.



**Figuras 4.12** Opción: cambiar clave de usuario

Cabe mencionar que dentro del archivo hay una hoja llamada “Reporte”, en la que se puede desplegar en el momento que se desee, por medio de una tabla dinámica, un informe de aquellos productos que hayan llegado a su punto de reorden y que por tanto requieran de una orden de compra, el cual se indica en ESTADO con la palabra



“INSUFICIENTE”. Para saber si una orden de compra ya fue emitida se indica EN TRÁNSITO con la palabra “SI”. Sin embargo en este informe también se pueden ver aquellos que aun su estado sea suficiente o aquellos en donde la orden de compra aun no se haya emitido. Este reporte se ejemplifica en la Figura 4.13.

FAMILIA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESTADO	EN TRÁNSITO?	Data	Total
MEL	MEL0033	CABLE VINANEL 2000 THW-LS/THHW-LS #10 (CONDUMEX)	SUFICIENTE	NO	Sum of INVENTARIO DISPONIBLE	297
					Sum of Q	96
					Sum of PUNTO DE REORDEN MODIFICADO	96
MEL0034	MEL0034	CABLE VINANEL 2000 THW-LS/THHW-LS #12 (CONDUMEX)	INSUFICIENTE	SI	Sum of INVENTARIO DISPONIBLE	79
					Sum of Q	210
					Sum of PUNTO DE REORDEN MODIFICADO	200
MEL0035	MEL0035	CABLE VINANEL 2000 THW-LS/THHW-LS #14 (CONDUMEX)	INSUFICIENTE	NO	Sum of INVENTARIO DISPONIBLE	209
					Sum of Q	268
					Sum of PUNTO DE REORDEN MODIFICADO	210

**Figura 4.13** Ejemplo de un reporte

En la figura anterior se muestra el reporte de 3 productos de la familia de material eléctrico (MEL). Los productos que ya llegaron al punto de reorden o están por debajo de él son los de MEL0034 y MEL0035 ya que su ESTADO indica “INSUFICIENTE”, pero del que aún no ha sido emitida la orden de compra es de MEL0035 pues vemos que en la columna EN TRANSITO aparece “NO”.