

Tecnología para calcular normas de inventarios de piezas de repuesto en empresas azucareras

*Ramón Sánchez Sánchez *, Manuel Vergara Antúnez ***

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo la determinación de los niveles de inventarios máximo y mínimo de piezas de repuesto de las diferentes máquinas y equipos de las empresas azucareras. La misma tiene como base una fuerte aplicación de un conjunto de técnicas como la teoría de inventario, la simulación, la estadística, la fiabilidad y la computación, entre otras, las cuales permiten el logro de los propósitos prefijados con un alto rigor científico

Esta metodología ha sido aplicada en diferentes CAI azucareros como el "Uruguay" y el "10 de Octubre" entre otros, con buenos resultados. La misma fue elaborada sobre la base de la aleatoriedad de la demanda de las piezas y algunos de los costos que inciden en el inventario, como son los costos por déficit al final del período, el costo por mantener unidades en inventarios al final del período y el costo unitario de producción.

----- *Palabras clave:* logística, inventarios, piezas de repuesto, flujo de inventarios, probabilidad.

Abstract

The present work has the goal of determining the maximum and minimum levels of inventory of spare parts of the different machines and equipment in our sugar mill enterprises. This is based on a strong application of a group of techniques like the inventory theory, simulation, statistics, reliability and computing among others that lead to the attainment of the set goals with a higher scientific level.

This theory has been put into practice in different sugar mills, among them, "Uruguay" and "10 de Octubre" with fair results. It was made over the basis of random demands of pieces and some of its costs such as cost per deficit at the end of the period, cost per maintenance of units in inventory at the end of the period and cost per unity of production.

----- *Key words:* logistics, inventory, spare parts, inventory flow, probability.

* Centro de Estudios de Dirección Empresarial de la Universidad Central de Las Villas, Cuba.

** Universidad Central de Las Villas, Cuba.

1. Introducción

Una necesidad objetiva de la sociedad cubana actual es el establecimiento de la cantidad y calidad de recursos materiales para el desarrollo del proceso de la producción ampliada. En esta dirección cumple un rol significativo la determinación racional de los niveles de inventario de piezas de repuesto que son necesarios para el trabajo estable y rítmico de la industria azucarera, primera productora de rubros exportables en el país [11].

El carácter planificado y flexible de la economía cubana, permite que los recursos de algunas empresas puedan ser utilizados por otras, partiendo de las relaciones de cooperación que se establecen en los niveles ramales y territoriales; y es por ello por lo que la determinación analítica de los inventarios debe seguir el principio de minimización [6], ya que esto es una problemática que atañe no sólo a la economía empresarial sino también a la economía nacional en su conjunto.

Estas aseveraciones avalan el valor que en el orden teórico y práctico tiene el procedimiento elaborado.

2. Materiales y métodos

Los pasos que se deben dar para aplicar este procedimiento son los siguientes:

2.1 Selección del objeto de análisis

En este paso se establece cuáles son las piezas que deben tener bien establecidos los niveles de inventario, la cantidad de estas que posee cada equipo y el número de ellos que están funcionando. En la selección debe tenerse en cuenta la fuente de origen de las piezas del suministro, si estas son producidas en la misma empresa y el grado de importancia de las piezas en el proceso productivo.

2.2 Recolección de la información

Como las demandas de las piezas están asociadas a las fallas que se presentan, la información

por obtener es el tiempo hasta la falla, el cual depende de las particularidades de la explotación del equipo a que pertenece.

2.3 Tratamiento estadístico de la información

Esta consiste en la determinación del tipo de distribución probabilística que sigue el tiempo hasta la falla de las piezas. Para mayor precisión y rapidez en el tratamiento estadístico de la información se recomienda utilizar el programa computacional DISMA, el cual se encuentra en lenguaje Pascal y para máquinas IBM compatibles.

2.4 Determinar el tipo de distribución que sigue la demanda

Una vez conocido el tipo de distribución que sigue el tiempo hasta la falla de las piezas es necesario determinar cuál va a ser el comportamiento de la demanda de piezas en el período que se analice. Para determinar este comportamiento es necesario aplicar la técnica de simulación, ya que la demanda de las piezas está en dependencia de las fallas que ocurren y éstas surgen de forma aleatoria.

Para determinar la variable aleatoria (tiempo hasta la falla de las piezas) se utilizó el método de la transformación inversa, por su sencillez y gran aplicación.

Las funciones de distribución que se utilizaron en esta metodología para generar el tiempo hasta la falla fueron las siguientes:

- Distribución uniforme
- Distribución exponencial
- Distribución normal
- Distribución Weibull
- Distribución lognormal.

Para obtener el comportamiento de la demanda de forma más rápida y precisa se confeccionó el programa DEMANDA, en lenguaje Pascal.

Posterior a la realización de diferentes corridas con el programa DEMANDA, los resultados obtenidos se procesan mediante el programa DISMA para determinar cuál es el tipo de distribución probabilística a la que mejor se ajustan los mismos.

2.5 Determinación del nivel máximo de inventario

El método que se utiliza para determinar el nivel óptimo de inventario es el de período único sin costo de lanzamiento. En este modelo, en dependencia de los costos que él considera, se calcula la cantidad necesaria de piezas que deben almacenarse para un costo total mínimo.

3. Descripción del modelo

Las características de este modelo son:

- Se analiza un solo tipo de producto (cada tipo de pieza de repuesto)
- Se considera un período único de planificación (una zafra)
- La demanda es aleatoria, con función de probabilidad conocida.

$F(a)$: función de densidad probabilística de la demanda.

$F_a(t)$: función de densidad acumulada de la demanda.

$F_a(t)$: $\int f(a) da$ si la demanda es una variable que sigue una distribución continua.

$F_a(t)$: $\Sigma f(a)$, si la demanda es una variable que sigue una distribución discreta.

El costo por mantener inventarios será una función de variables controladas y otras no controladas.

Las variables controladas son las siguientes:

- Cantidad de piezas por adquirir
- Frecuencia de adquisición.

Las variables no controladas son:

h : costo por mantener el inventario al final del período

u : costo por déficit de unidades al final del período

c : costo unitario de producción o adquisición

a : demanda

Como restricción del modelo tiene que cumplirse que $u > c$.

El objetivo del modelo es encontrar un valor de r (tamaño del lote) que haga mínimo el costo total; por tanto la función objetivo será:

$$\text{Min. } E [CT(r)] : E H(r) + E D(r) + C(r)$$

donde:

$E CT(r)$: valor esperado del costo total cuando se producen o adquieren r unidades de producto.

$E H(r)$: valor esperado del costo por mantener en inventario cuando se producen o adquieren r unidades de productos.

$E D(r)$ valor esperado del costo de déficit, cuando se producen o adquieren r unidades de productos.

Las expresiones generales para la obtención del nivel de inventario son las siguientes:

$\int f(a) da$: $\frac{u-c}{u+h}$ para distribuciones continuas de la demanda.

$\Sigma f(a)$: $\frac{u-c}{u+h}$ para distribuciones discretas de la demanda.

Para obtener las expresiones del costo total de cada distribución que se analiza, fue necesario utilizar el evaluador de funciones DERIVE, programa montado para máquinas IBM compatibles.

4. Determinación de la reserva de inventario (nivel mínimo)

El cálculo del mínimo de inventario se determina de la forma siguiente:

$$So: M(T/P)$$

donde:

So: nivel mínimo de inventario o reserva.

T: estimado del tiempo de reaprovisionamiento.

P: período por el cual se requiere el aseguramiento.

5. Cálculo del costo total

El cálculo del costo total asociado al nivel óptimo de inventario se determina mediante la expresión siguiente:

$$E [CT(r)]: \int_h (r - a) (a) da + \int_u (a - r) (a) da + Cr$$

Con el objetivo de que la ejecución de los diferentes pasos para la determinación de los niveles de inventario sea más rápida y precisa se confeccionó el programa INVENTARIO en lenguaje Turbo Pascal Versión 5.0.

La información de salida del programa es la siguiente:

- Nivel máximo de inventario
- Nivel mínimo de inventario
- Costo total del nivel óptimo de inventario.

6. Resultados prácticos obtenidos por la aplicación de la metodología

6.1 CAI Azucarero 10 de Octubre

CAI Azucarero 10 de Octubre (Provincia de Villa Clara: Cuba)

<i>Piezas</i>	<i>Nivel mínimo</i>	<i>Nivel máximo</i>	<i>Costo total (pesos)</i>
Dados	2	13	103,44
Tornillos crucetas	2	2	54,25
Rolletes	1	22	67,43

6.2 CAI Azucarero Uruguay

CAI Azucarero Uruguay (Provincia de Santi Spíritus, Cuba)

<i>Piezas</i>	<i>Nivel mínimo</i>	<i>Nivel máximo</i>	<i>Costo total (pesos)</i>
Brazo sup. centrífuga ASEA.	1	45	2.469,82
Juego de tela de la centrífuga ASEA.	1	15	5.575,25

7. Conclusiones

— El aseguramiento de cálculo elaborado permite de forma más científica y racional determinar los niveles de inventario de piezas de repuestos y los costos asociados al mismo, en comparación con los métodos empíricos que se utilizan hoy día en los CAI Azucareros.

— Una de las vías para elevar los niveles de eficiencia industrial en las centrales azucareras es el cálculo de los niveles de inventario de piezas de repuesto de forma probabilística, considerando la aleatoriedad de los fallos y algunos de los costos asociados a los inventarios como se muestra en el procedimiento elaborado.

8. Referencias

1. Acosta Gómez, Martha y Suárez Acevedo, José A.: "Hacia un sistema nacional de piezas de repuesto". *Revista Ingeniería Industrial* No. 1, 1984.
2. Álvarez Buylla Valle, Mercedes: *Modelos económico matemáticos 2*. Editora ISPJAE, La Habana, 1987.
3. Bofill Parra, Santiago: "La economía de los inventarios". *Revista Economía y Desarrollo*. No. 81, La Habana, 1984.
4. Bombín M., Josefa.: "Método para determinar la acumulación excesiva de inventarios en las empresas azucareras". *Revista Centro Azúcar* No. 3, 1984.
5. Creus I Solé, A.: *Fiabilidad y seguridad de los procesos industriales*, Editorial Marcondo, España, 1991.
6. Díaz Adenso: *Gestión de producción*. Edición Ariel Economía, Madrid, 1993.

7. Domínguez García, Antonio: *Aplicación de una metodología de inventario de piezas de repuesto en el CAI Azucarero "Ifraín Alfonso"*. Trabajo de Diploma. Sánchez Sánchez, Ramón. Tutor. UCLV, 1992.
8. Vergara Antúnez, Manuel.: *Estudio sobre el estado de los recursos materiales para la actividad de mantenimiento en el CAI "Uruguay"*. Trabajo de Diploma. Sánchez Sánchez, Ramón, Tutor, CDICT-UCLV, 1990.
9. Sánchez Sánchez, Ramón.: Informe final de investigación terminada titulada "Metodología para la determinación de las normas de inventarios de piezas de repuesto en el área industrial de los CAI Azucareros". CDICT-UCLV, 1992.
10. Martínez, J.M.: "Los medios de rotación y su óptima medida". *Revista ATM* (46).
11. Tamayo Soler, D. [1987] Análisis estadístico de fallos no casuales en la industria azucarera. /D. Tamayo Soler *et al.*, *Revista Tecnología Química*, (Cuba). Vol. VIII. No. 2.