

## Robustez de las decisiones de repuestos

En el mundo de la tecnología informática hay una ley muy famosa conocida como la 'Ley de Moore', que dice que la capacidad de las computadoras de procesar información crece exponencialmente con el tiempo.

Aún nadie ha formulado una ley similar para los activos físicos (equipos, sistemas, estructuras), pero no sería de extrañar que pueda formularse una ley parecida para describir el grado creciente en el que la producción depende de los activos físicos.

A medida que aumenta el grado de automatización y tenemos más activos que operar y mantener, el número y variedad de fallas posibles también aumenta, así como el número de repuestos necesarios para reparar estas fallas. Los almacenes de repuestos representan hoy en día una gran inversión de capital, muchas veces de decenas de millones de dólares, repartidos en miles de items, ¡algunos de los cuales no serán utilizados en toda la vida de la planta!

Es entonces cada vez más importante determinar los requerimientos reales de repuestos de nuestros activos, para evitar la caída de disponibilidad de planta que se produciría si no tenemos los repuestos necesarios cuando son requeridos, evitando al mismo tiempo el importante costo de comprar y mantener repuestos que no necesitamos.

La decisión respecto a los repuestos es entonces un equilibrio entre el costo de TENER el inventario (compra, mantenimiento en almacenes, seguros, riesgo de obsolescencia, etc.) y el costo de NO TENER el inventario (riesgo de parada de producción, fletes de emergencia, sobre-precios por compra de emergencia, etc.). Si definimos el costo total de la política de inventarios como la suma de estos dos grupos de costos, la tenencia de inventarios óptima será aquella para la cuál el costo total resulte mínimo. Esto puede representarse gráficamente como se muestra en la figura 1.

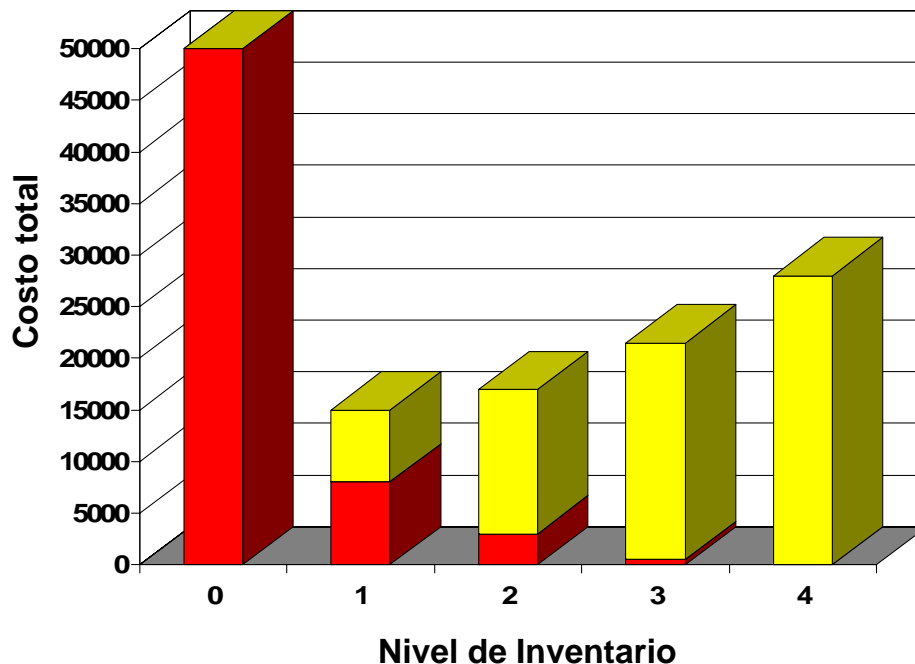


Fig. 1: Costo total de la política de inventarios, representado como la suma del costo de TENER los repuestos (en amarillo), y el costo arriesgado por NO TENER los repuestos requeridos cuando son necesarios (en rojo). El inventario óptimo es aquel para el cual el costo total resulta mínimo.

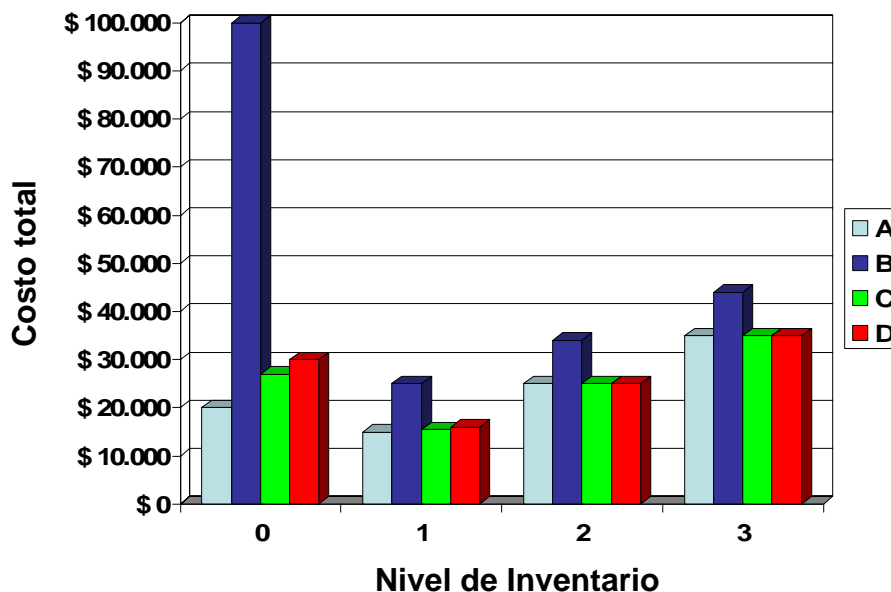
Sin embargo, un problema que debemos enfrentar al momento de realizar el análisis de repuestos es el de no poder contar con información muy precisa acerca de consumos y plazos de entrega. Generalmente contamos con mucha información sobre aquellos repuestos de poca importancia, y poca información sobre aquellos repuestos con consecuencias realmente serias. Entonces, podríamos estar tentados a pensar que dado que no contamos con información precisa sobre los repuestos más importantes (críticos -estratégicos) no podemos tomar decisiones correctas. En definitiva, podemos predecir muy bien la demanda de repuestos que se utilizan de a decenas por año, pero ¿cómo podemos predecir la demanda real de un repuesto que solo ha sido utilizado una vez en 15 años de operación?

Analicemos esto más detenidamente con un caso real... Una empresa farmacéutica utiliza una bomba de aceite en su proceso productivo. Actualmente el nivel de inventarios para este repuesto es cero. El costo de comprar una bomba nueva es de u\$s 10.000. El tiempo de entrega del proveedor es de 80 días, aunque en emergencia puede obtenerse una bomba de repuesto en 40 días, a un costo adicional de u\$s 5.000. Si la bomba de servicio falla, ingresa automáticamente una bomba standby. Se han utilizado 2 repuestos en 20 años de operación (el último hace 2 años), y el costo de no contar con el repuesto disponible cuando es requerido es de 2.000 u\$s/hora, por la detención del proceso productivo.

El análisis de repuestos muestra que el nivel de inventario óptimo se logra manteniendo 1 repuesto en inventarios (figura 2, escenario 'A'). Este resultado es óptimo en la medida que cualquier otro nivel de inventarios eleva el costo total de la decisión. Pero... ¿podemos confiar en los datos utilizados?.

Para responder esta pregunta, debemos analizar con varía el resultado ante variaciones en los datos de entrada. Por ejemplo, ¿qué pasaría si la demanda real es de 5 unidades en 20 años en lugar de 2 en 20 años (escenario 'B')? ¿Qué pasa si el costo de parada real es de 3000 u\$s/hora en lugar de 2000 u\$s/hora (escenario 'C')? ¿Y si el plazo de entrega es de 120 días en lugar de 80 días (escenario 'D')? ...

En la figura 2 se superponen los resultados para estos casos. ¡Sorprendentemente, el inventario óptimo no cambia!. En todos los casos sigue siendo conveniente mantener una unidad en almacén. Esta alta robustez de las decisiones frente a cambios en los datos de entrada suele ser cierta para repuestos de baja rotación: podemos tomar una decisión acertada a pesar de no contar con información muy precisa.



**Fig. 2: Costo total vs. nivel de inventario, para distintos escenarios. El caso 'A' es el escenario base. En el 'B' la demanda es 2,5 veces la del escenario 'A'. El 'C' es similar al 'A' pero con un costo de parada 50% mayor, y el escenario 'D' supone un plazo de entrega de 120 días en lugar de 80 días. Ver detalles en el texto principal.**

Conclusión: no siempre datos inciertos producen resultados inciertos. Datos de entrada poco confiables pueden producir, en ciertos casos, resultados altamente robustos. El proceso puede resumirse de la siguiente forma:

- Recopilar la información disponible
- Analizar la robustez de la solución mediante un análisis de sensibilidad con un software de repuestos adecuado
- Buscar información más precisa solo si la decisión no es suficientemente robusta

No debemos cometer el error de buscar información más precisa que aquella necesaria para tomar la decisión acertada.

**Sobre el autor:**

*Ariel Zylberberg es Ingeniero Industrial y miembro de Ellmann - Sueiro & Asociados. Ha sido formado en Inglaterra por John Moubray y Joel Black. Ha capacitado a más de 500 personas en procesos de gestión de activos físicos e implementado estos procesos en diversas empresas de Argentina, Chile, Perú, México, y la Península Ibérica. Es creador del proceso Risk Based Spares Management ([www.repuestoscriticos.com.ar](http://www.repuestoscriticos.com.ar)), metodología estructurada para calcular los requerimientos reales de repuestos de cualquier activo físico.*