

**PROPUESTA DE UN MÉTODO DE PRIORIZACIÓN DE INVENTARIOS EN EL
ÁREA DEL MANTENIMIENTO DENOMINADO: PR-C&V
(PRIORIZACIÓN DE REPUESTOS POR CRITICIDAD Y VALOR ECONÓMICO)**

José Contreras

jocomarquez@yahoo.com

IngeCon

www.confiableidadoperacional.com

Carlos Parra

IngeCon

parrac37@yahoo.com

www.confiableidadoperacional.com

RESUMEN

La priorización de los inventarios necesarios para cumplir con las labores de mantenimiento, es imprescindible cuando se trata de desarrollar acciones que conduzcan a optimizar su gestión, es decir, definir las políticas de inventarios adecuadas para las distintas categorías de materiales en función de su tasa de utilización, tiempo de entrega, precio y nivel de servicio requerido. Generalmente, se clasifica a los materiales según su valor de uso, aplicando la técnica ABC o según su valor en existencias aplicando la técnica XYZ, con la finalidad de analizar los materiales que pertenecen a las categorías de mayor valor y posteriormente se considera su criticidad de acuerdo a la importancia que tienen para garantizar la continuidad de las operaciones. El método propuesto se fundamenta en definir tres categorías (3, 2, 1) para asignar la criticidad del repuesto de acuerdo del lucro cesante en caso de rotura de stock. Simultáneamente se definen tres categorías (X, Y, Z) para asignar el valor de acuerdo al precio unitario y la cantidad en existencia. Finalmente, combinando ambas clasificaciones, todos los ítems quedarán designados con un código de dos caracteres (3X, 3Y, 3Z, 2X, 2Y, 2Z, 1X, 1Y, 1Z) que indicará la prioridad que tendrá cada artículo para ser analizado individualmente y de esta manera obtener resultados significativos en el corto plazo en cuanto a reducción de costos y minimizar la inversión necesaria en inventarios.

Palabras clave: Inventarios, Repuestos, Mantenimiento, Optimización, Priorización, Clasificación.

ABSTRACT

The prioritization of inventory needed to meet maintenance is essential when it comes to developing actions aimed at optimizing its management, this is, defining inventories appropriate policies for different categories of materials based on their rate use, delivery time, price and service level. Generally, materials are classified according to their value in use, using the ABC technique or by value in stock applying the technique XYZ, in order to analyze the materials that belong to the categories of higher value and subsequently considers criticality of according to the importance to ensure continuity of operations. The proposed method is based on defining three categories (3, 2, 1) to assign spares criticality of lost profits based upon rupture of stock. Simultaneously defines three categories (X, Y, Z) to assign the value according to the unit price and the quantity on hand. Finally, combining both classifications, all items will be designated with a two-character code (3X, 3Y, 3Z, 2X, 2Y, 2Z, 1X, 1Y, 1Z) indicating the priority that each item will have to be analyzed individually and thus get significant results in the short term in terms of cost reduction and minimizing the necessary investment in inventories.

Key words: Inventories, Stocks, Spares, Maintenance, Optimization, Prioritization, Classification.

1. INTRODUCCIÓN

En toda organización industrial se mantiene en existencia una gran cantidad de materiales para tratar de cumplir a cabalidad con el mantenimiento de sus activos. Esto implica, necesariamente, una importante inversión financiera que en la mayoría de los casos es superior a los niveles óptimos. Algunas estadísticas revelan que los niveles de inventario en muchas fábricas en el mundo entero exceden entre el 20 % y el 50 % de las necesidades reales de la planta (Moncrief, 2006).

En un almacén típico de materiales para mantenimiento cerca del 10 % de los materiales representan alrededor del 90 % del valor total de los inventarios (Moncrief, 2006), además no todos los artículos tienen la misma criticidad, por esto la importancia de clasificar los materiales, para que los recursos aplicados en reducir la inversión total en inventarios sin afectar el nivel de servicio, sean dirigidos a aquellos ítems que tienen mayor impacto financiero y de esta manera obtener los resultados en el menor tiempo posible.

Otro aspecto importante es que la gestión de inventarios de materiales para mantenimiento resulta más compleja que la gestión de inventarios de materiales convencionales tales como las materias primas, productos en proceso y productos terminados (Slater, 2007).

Esta complejidad se debe a tres razones fundamentales:

1. La variedad de la criticidad.
2. La gran diferencia de precios.
3. La gran variedad de artículos.

En el almacén de mantenimiento encontramos materiales cuya indisponibilidad representa un riesgo económico extremadamente elevado, estos son los materiales de alta criticidad. De la misma manera encontramos los de baja criticidad cuya indisponibilidad no tiene ninguna repercusión sobre la continuidad de las operaciones.

En cuanto a precios ocurre algo similar, existen repuestos cuyo precio puede superar varios miles de dólares y en el otro extremo repuestos cuyo precio puede ser realmente insignificante.

Por su parte, la variedad en todos los casos es demasiado grande. Es típico que en una pequeña empresa exista entre 2.000 y 5.000 ítems diferentes así como en una empresa grande podamos encontrar alrededor de 30.000 ítems diferentes.

Por las razones descritas anteriormente, en la gran mayoría de las empresas se presenta una problemática asociada con la gestión de inventarios para mantenimiento que se manifiesta en exceso de inventarios, elevados niveles de obsolescencia y desperdicio. La consecuencia directa es grandes pérdidas económicas para la organización.

En muchas organizaciones es evidente la necesidad de emprender un programa para la OPTIMIZACIÓN de sus inventarios y cualquier intento para lograr este objetivo debe comenzar por clasificar los materiales de acuerdo a su criticidad y valor para establecer prioridades en cuanto a los esfuerzos dedicados a la determinación de los parámetros y políticas de inventarios para los distintos materiales existentes en el almacén.

2. TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN

El método propuesto combina dos técnicas ampliamente conocidas para clasificar los materiales. En primer lugar se emplea la técnica XYZ (Brown, 2004) que consiste en determinar tres categorías (X, Y, Z) de materiales en función de su valor financiero. El valor total del inventario (100 %) se distribuye en las tres categorías mencionadas, por ejemplo, de acuerdo a la tabla 1. El porcentaje del valor total del inventario establecido para definir cada categoría puede ser seleccionado dependiendo del perfil del inventario de la industria que se está analizando. El factor común y de mayor relevancia para aplicar la técnica XYZ, es que

en la gran mayoría de los inventarios para mantenimiento en cualquier tipo de industria, un pequeño grupo de materiales representa un elevado valor de la inversión total y estos son los materiales tipo X.

Tabla 1. Definición de las categorías de materiales según su valor.

X	ALTO	80	5 – 15
Y	MEDIO	15	25 – 35
Z	BAJO	5	50 – 60

En segundo lugar se procede a aplicar una técnica de análisis de criticidad para identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre los cuales se dirigen prioritariamente los recursos humanos económicos y tecnológicos (Parra, 2012). En el caso de los inventarios para mantenimiento, la técnica de la criticidad aplicada consiste en definir tres categorías de materiales (1, 2, 3) en función del costo total por indisponibilidad del material en el almacén. Este costo se calcula multiplicando la tasa diaria de pérdida de producción (\$/día) por el tiempo total de entrega del repuesto. En la tabla 2 se observa un ejemplo que sirve de referencia para determinar las tres categorías de criticidad. Igual que en la técnica XYZ, estos valores pueden ser cambiados dependiendo del tipo de empresa en la que se está haciendo el análisis, ya que el orden de magnitud de las pérdidas por indisponibilidad puede variar significativamente entre distintos sectores industriales.

Tabla 2. Definición de las categorías de materiales según su criticidad.

3	ALTO	≥ 10000
2	MEDIO	$1000 \leq LC < 10000$
1	BAJO	< 1000

3. MÉTODO PR-C&V: PRIORIZACIÓN DE REPUESTOS POR CRITICIDAD Y VALOR ECONÓMICO

El método PR-C&V, propone un proceso mediante el cual se debe asignar a cada ítem del inventario uno de los 9 códigos posibles (tabla 3) dependiendo de las categorías a las que corresponda según su valor y su criticidad.

Tabla 3. Códigos posibles para ítem en inventario.

CRITICIDAD	3	3Z	3Y	3X
	2	2Z	2Y	2X
	1	1Z	1Y	1X
		Z	Y	X
	VALOR			

Independientemente del número de ítems que se tenga en inventario, cada uno de ellos podrá ser codificado de tal manera que pertenezca a una de las 9 categorías que se observan en la tabla 3.

Ahora se define un orden de jerarquía que permitirá asignar la importancia en cuanto a la orientación de los esfuerzos necesarios para la optimización de los inventarios. Esta jerarquía depende del criterio de prioridad asignado. Esto es, si se da prioridad al valor del inventario, entonces la jerarquía quedará establecida de acuerdo a la figura 1. Se puede observar que existen tres prioridades:

- Alta prioridad (ROJO): Materiales con valor X, criticidad decreciente.*
- Mediana prioridad (AMARILLO): Materiales con valor Y, criticidad decreciente.*
- Baja prioridad (VERDE): Materiales con valor Z, criticidad decreciente.*

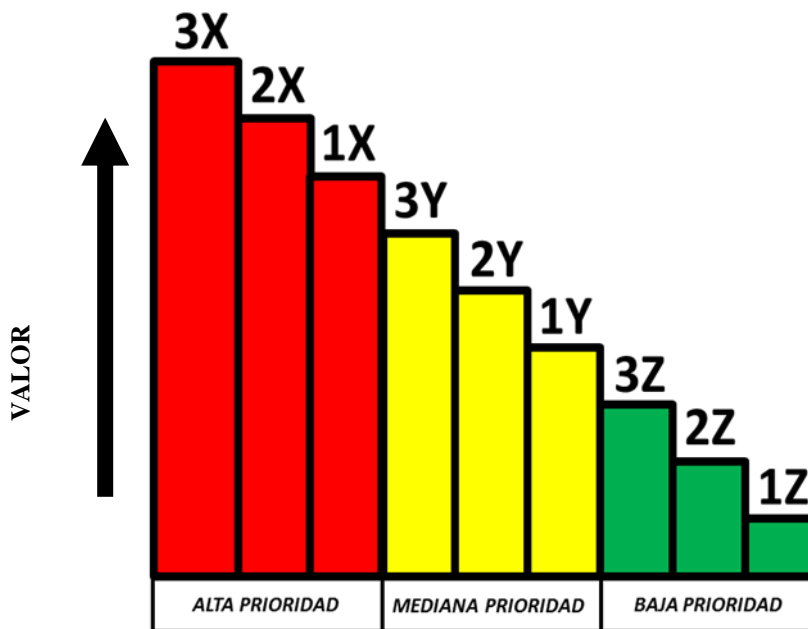


Figura 1. Jerarquía definida por el valor de los materiales

Otra forma de determinar la jerarquía es dando prioridad a la criticidad de los materiales, entonces la jerarquía quedará establecida de acuerdo a la figura 2. Igualmente, se puede observar que existen tres prioridades:

- Alta prioridad (ROJO):** Materiales con criticidad 3, valor decreciente.
- Mediana prioridad (AMARILLO):** Materiales con criticidad 2, valor decreciente.
- Baja prioridad (VERDE):** Materiales con criticidad 1, valor decreciente.

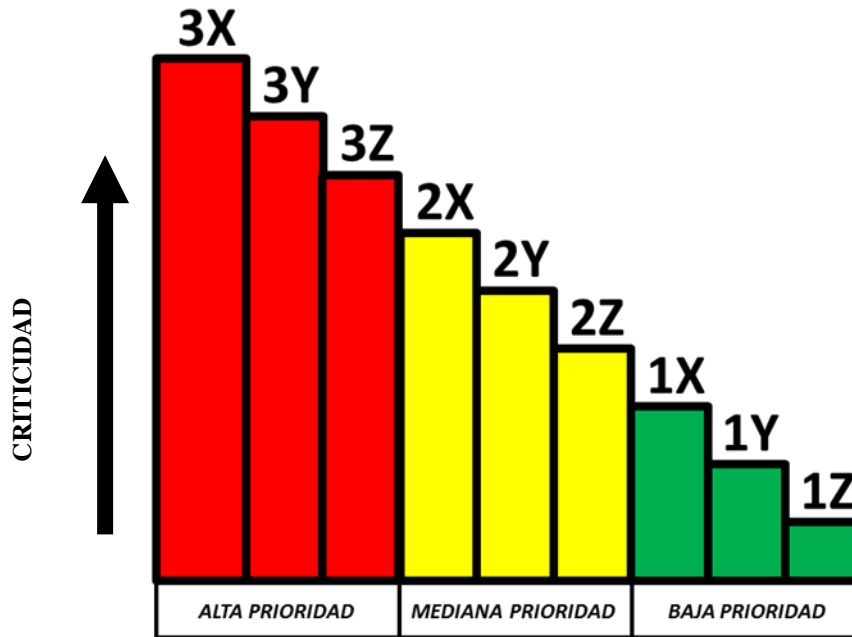


Figura 2. Jerarquía definida por la criticidad de los materiales

4. ¿CUÁL ORDEN DE JERARQUÍA ADOPTAR?

Cómo ya se ha explicado, todos los ítems en inventario quedarán codificados (criticidad y valor) con alguno de los 9 códigos posibles. Ahora se debe seleccionar el orden de jerarquía, el cual será de acuerdo a uno de los dos criterios explicados en las figuras 1 y 2. Si se adopta el criterio de dar prioridad al valor (figura 1) estaríamos arriesgando la posibilidad de desatender oportuna y correctamente a materiales cuya indisponibilidad podría repercutir significativamente sobre la rentabilidad de la empresa. Nuestra recomendación es que se adopte el criterio donde la prioridad es la criticidad del material (figura 2) y la razón fundamental es que en mantenimiento generalmente prevalece el costo por indisponibilidad sobre el costo de almacenamiento.

5. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para todos los materiales en inventario se debe disponer de la siguiente información: Código, descripción, cantidad en existencia, precio unitario, pérdida de producción (cantidad de dinero que se pierde como consecuencia de no disponer de una pieza en el almacén cuando es necesitada), tiempo de entrega que es el tiempo total necesario para poder tener disponible el repuesto y poder utilizarlo.

En la tabla 4 se observa esta información para tres artículos diferentes en inventario.

Tabla 4. Información necesaria para aplicar el método PR-C&V.

ITEM N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN (\$/día)	TIEMPO DE ENTREGA (días)
1	Válvula de salida	24	2.000,00	545,00	30
2	Válvula de succión	24	1.950,00	9.872,00	17
3	Intercambiador	1	20.000,00	1.120,00	25

PASOS A SEGUIR (VER TABLA 5)

- 1) Calcular del “VALOR TOTAL”, multiplicando la cantidad en existencia por el precio unitario. Este valor representa el valor en inventario de cada artículo almacenado.
- 2) Calcular del “LUCRO CESANTE”, multiplicando la cantidad de dinero que se pierde diariamente (paralización de la producción) debido a la indisponibilidad del repuesto por el tiempo necesario para disponer del repuesto, desde que es solicitado hasta que el personal de mantenimiento lo pueda utilizar. Este valor representa la cantidad total dinero que se deja de percibir por la indisponibilidad del repuesto e involucra simultáneamente dos factores, la criticidad (tasa diaria de pérdida de producción) y el tiempo de entrega, que para efectos del lucro cesante tienen una importancia equivalente, es decir, el lucro cesante de un repuesto cuya indisponibilidad implica una pérdida de producción muy alta pero con un tiempo de entrega muy pequeño, es equivalente a un repuesto cuya indisponibilidad implica una baja pérdida de producción pero con un tiempo de entrega muy elevado.
- 3) Ordenar todos los artículos de mayor a menor valor total del inventario.
- 4) Calcular el valor total acumulado desde el primer ítem que tiene el mayor valor en inventario hasta el último que tiene el menor valor en inventario.
- 5) Calcular el porcentaje del valor total acumulado con respecto al valor total del inventario.
- 6) Determinar las tres categorías del inventario según su valor. En ejemplo que se muestra en la tabla 5, los materiales de la categoría **X** son aquellos que representan el 60 % del valor total del inventario (0 – 60%), los de la categoría **Y** representan el 30 % del valor total del inventario (60% – 90%) y los de la categoría **Z** representan el 10 % del valor total del inventario (90% - 100 %).
- 7) Ahora se procede a determinar las categorías del inventario según su criticidad. Se define el rango del valor del lucro cesante para cada categoría. En el ejemplo mostrado en la tabla 5, los materiales de la categoría **3** son aquellos cuyo lucro cesante es mayor a 10.000. Los materiales de la categoría **2** son aquellos cuyo lucro cesante es mayor o igual a 1.000 y menor a 10.000. Los materiales de la categoría **1** son aquellos cuyo lucro cesante es menor a 1000.
- 8) Finalmente, todos y cada uno de los materiales en inventario quedarán codificados con alguno de los 9 códigos posibles. En la tabla 5 se ha asignado el color rojo a los materiales con criticidad 3 (3X, 3Y, 3Z), color amarillo a los materiales con criticidad 2 (2X, 2Y, 2Z) y color verde a los materiales con criticidad 1 (1X, 1Y, 1Z).

En la tabla 6 se observa los resultados obtenidos de la clasificación de los materiales de la tabla 5.

Tabla 5.- Ejemplo de aplicación del método PR-C&V para clasificación de inventarios en mantenimiento

ITEM N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	VALOR TOTAL	VALOR ACUM.	% VALOR ACUM.	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN (\$/día)	TIEMPO DE ENTREGA (días)	LUCRO CESANTE	CRITICIDAD	VALOR
1	Válvula de salida	24	2.000,00	48.000,00	48.000,00	17,08	545,00	30,00	16.350,00	3	X
2	Válvula de succión	24	1.950,00	46.800,00	94.800,00	33,73	9.872,00	17,00	167.824,00	3	X
3	Intercambiador	1	20.000,00	20.000,00	114.800,00	40,84	1.120,00	25,00	28.000,00	3	X
4	Tiristor	56	350,00	19.600,00	134.400,00	47,82	562,00	7,00	3.934,00	2	X
5	Motor	2	9.000,00	18.000,00	152.400,00	54,22	2.981,00	24,00	71.544,00	3	X
6	Bomba	3	4.500,00	13.500,00	165.900,00	59,02	654,00	8,00	5.232,00	2	X
7	Reductor	2	6.500,00	13.000,00	178.900,00	63,65	365,00	15,00	5.475,00	2	Y
8	Reductor	1	12.000,00	12.000,00	190.900,00	67,92	294,00	30,00	8.820,00	2	Y
9	Acople	8	1.500,00	12.000,00	202.900,00	72,19	189,00	3,00	567,00	1	Y
10	Sensor	35	275,00	9.625,00	212.525,00	75,61	4.569,00	15,00	68.535,00	3	Y
11	Motor	1	8.500,00	8.500,00	221.025,00	78,63	6.325,00	15,00	94.875,00	3	Y
12	Husillo	3	2.700,00	8.100,00	229.125,00	81,52	280,00	7,00	1.960,00	2	Y
13	Cilindro hidráulico	5	1.600,00	8.000,00	237.125,00	84,36	568,00	5,00	2.840,00	2	Y
14	Piñon	3	2.500,00	7.500,00	244.625,00	87,03	184,00	15,00	2.760,00	2	Y
15	Embrague	1	5.600,00	5.600,00	250.225,00	89,02	935,00	3,00	2.805,00	2	Y
16	Celda de carga	3	1.700,00	5.100,00	255.325,00	90,84	2.300,00	4,00	9.200,00	2	Z
17	Conector	15	250,00	3.750,00	259.075,00	92,17	892,00	7,00	6.244,00	2	Z
18	Sello	10	250,00	2.500,00	261.575,00	93,06	260,00	3,00	780,00	1	Z
19	Pistón	4	575,00	2.300,00	263.875,00	93,88	100,00	9,00	900,00	1	Z
20	Cilindro hidráulico	3	750,00	2.250,00	266.125,00	94,68	365,00	28,00	10.220,00	3	Z
21	Interruptor	25	75,00	1.875,00	268.000,00	95,35	100,00	8,00	800,00	1	Z
22	Brida	1	1.800,00	1.800,00	269.800,00	95,99	350,00	3,00	1.050,00	2	Z
23	Manguera	6	300,00	1.800,00	271.600,00	96,63	3.659,00	3,00	10.977,00	3	Z
24	Cárter	1	1.500,00	1.500,00	273.100,00	97,16	1.500,00	6,00	9.000,00	2	Z
25	Impulsor	1	1.500,00	1.500,00	274.600,00	97,69	321,00	9,00	2.889,00	2	Z
26	Filtro	6	250,00	1.500,00	276.100,00	98,23	260,00	3,00	780,00	1	Z
27	Anillos	16	80,00	1.280,00	277.380,00	98,68	100,00	5,00	500,00	1	Z
28	Cadena	1	1.250,00	1.250,00	278.630,00	99,13	120,00	6,00	720,00	1	Z
29	Discos	25	50,00	1.250,00	279.880,00	99,57	359,00	9,00	3.231,00	2	Z
30	Soporte	1	1.200,00	1.200,00	281.080,00	100,00	250,00	10,00	2.500,00	2	Z
				281.080,00							

Tabla 6.- Resumen de los resultados obtenidos por la aplicación del método PR-C&V

CLASIFICACIÓN										
CRITICIDAD-VALOR					CRITICIDAD			VALOR		
CÓDIGO VALOR-CRITICIDAD	CANTIDAD DE ARTÍCULOS	% DE ARTÍCULOS	VALOR DEL INVENTARIO	% DEL VALOR TOTAL DEL INVENTARIO	CRITICIDAD	% DE ARTÍCULOS	% DEL VALOR TOTAL DEL INVENTARIO	VALOR	% DE ARTÍCULOS	% DEL VALOR TOTAL DEL INVENTARIO
3X	4	13,33	132.800,00	47,25	3	26,67	55,14	X	20,00	59,02
3Y	2	6,67	18.125,00	6,45						
3Z	2	6,67	4.050,00	1,44						
2X	2	6,67	33.100,00	11,78	2	50,00	36,79	Y	30,00	30,00
2Y	6	20,00	54.200,00	19,28						
2Z	7	23,33	16.100,00	5,73						
1X	0	-	-	-	1	23,33	8,08	Z	50,00	10,98
1Y	1	3,33	12.000,00	4,27						
1Z	6	20,00	10.705,00	3,81						
	30	100,00	281.080,00			100,00	100,00		100,00	100,00

6. CONCLUSIONES

1. Se propone un método que permite asignar un código de dos caracteres a todos y cada uno de los ítems existentes en el inventario de materiales para mantenimiento de cualquier organización.
2. El código obtenido para cada ítem identifica la categoría de CRITICIDAD (3, 2, 1) y VALOR (X, Y, Z) a la que pertenece.
3. La jerarquía de los 9 posibles códigos queda determinada por la criticidad en primer lugar y por el valor en segundo lugar, en el siguiente orden: 3X, 3Y, 3Z, 2X, 2Y, 2Z, 1X, 1Y, 1Z.
4. Los esfuerzos y recursos dirigidos a la optimización de los inventarios se enfocarán prioritariamente según la jerarquía alcanzada por cada material, en función de su criticidad y valor.
5. Debido a que el inventario de materiales para mantenimiento en toda organización industrial está conformado por una gran variedad y cantidad de ítems, la aplicación del método propuesto indicará el camino más corto para lograr resultados satisfactorios relacionados con la reducción del nivel de inventarios, identificación y eliminación de materiales obsoletos y mejoramiento del nivel de servicio, logrando así, una gestión del mantenimiento más eficiente.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN MICHAEL. *Managing Maintenance Storerooms*. Audel. Wiley Publishing Inc. 2004.
- MACINNES RICHARD, PEARCE STEPHEN. *Strategic MRO. A Roadmap for Transforming Assets into Competitive Advantage*. MacInnes & Pearce. 2003.
- MONCRIEF EUGENE, RONALD SCHRODER, MICHAEL REYNOLDS. *Optimizing the MRO Inventory Asset. Production Spare Parts*. Industrial Press Inc. 2006.
- PARRA CARLOS, CRESPO ADOLFO. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Ingeman. 2012.
- SLATER PHILLIP. *Smart Inventory Solution. 7 Actions for MRO and Indirect Inventory Reduction*. Industrial Press Inc. 2007.
- SLATER PHILLIP. *Smart Inventory Solution. Improving the Management of Engineering Materials and Spare Parts*. Industrial Press Inc. 2010.