



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYASCENTES EN
EL ALMACÉN DE MATERIALES Y REPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

Carlos Alfredo Mayén Pérez

Asesorado por la Inga. María Eugenia López Guerra

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYACENTES EN
EL ALMACÉN DE MATERIALES Y REPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ALFREDO MAYÉN PÉREZ

ASESORADO POR LA INGA. MARÍA EUGENIA LÓPEZ GUERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. Jose Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. William Abel Aguilar Vásquez
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYASCENTES EN
EL ALMACÉN DE MATERIALES Y REPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de febrero de 2015.



Carlos Alfredo Mayén Pérez


Guatemala, 27 de enero de 2017.

Universidad de San Carlos de Guatemala.
Facultad de ingeniería.
Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela de Mecánica Industrial

Estimado Ingeniero.

Como asesor del trabajo de graduación titulado ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYACENTES EN EL ALMACÉN DE MATERIALES Y REPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfredo Mayén Pérez**, quien se identifica con número de documento personal de identificación 2449935210101, hago constar que tuve a la vista el informe final de tesis y considero que cumple con todos los requisitos necesarios para su aprobación debido a que será de utilidad para el área productiva del país como un ejemplo de aplicabilidad del apoyo del ingeniero industrial a la misma.

Atentamente,


Ing. ~~María Eugenia~~ López Guerra.
Colegiado activo No. 10807

María Eugenia López Guerra
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 10,807



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYASCENTES EN EL ALMACÉN DE MATERIALES Y RÉPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfredo Mayén Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Saadeth Arreaza M
INGENIERA INDUSTRIAL
Col. 4662

Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.185.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYASCENTES EN EL ALMACÉN DE MATERIALES Y REPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario Carlos Alfredo Mayén Pérez, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp

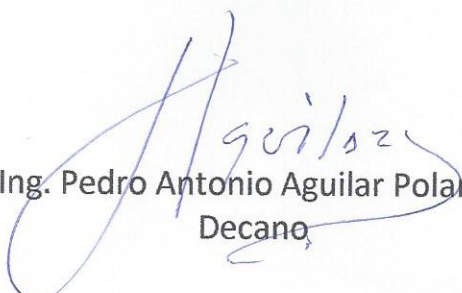




DTG. 484.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial al Trabajo de Graduación titulado: **"ESTANDARIZACIÓN, ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS Y OPERACIONES ADYASCENTES EN EL ALMACÉN DE MATERIALES Y REPUESTOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN"** presentado por el estudiante universitario: **Carlos Alfredo Mayén Pérez** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala noviembre de 2018.

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por todo.

Mis padres

Julio Alfredo Mayén (q. e. p. d.) y Zoila Victoria Pérez Ortiz de Mayén (q. e. p. d.), quienes verán cumplidos desde el cielo uno de sus deseos.

Mi esposa

Celinda Rosil Santos, por el apoyo y amor incondicional brindado.

Mis hijos

José Carlos y Julio Enrique Mayén Rosil, por ser los motores de mi vida.

Mis hermanas

Giovanna, Ingrid y Doris Mayén Pérez, quienes siempre mostraron apoyo hacia mis proyectos.

Mis amigos

Quienes siempre han estado presentes en todas mis actividades.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por llenarme de honor al permitirme pasar por sus aulas y recibir este título profesional.
Facultad de Ingeniería	Por el excelente nivel académico recibido en todos estos años de estudio.
Almacén de materiales y Repuestos, planta San Miguel	Por permitir la realización de este proyecto, darme asesoría y conocimientos, así como su amistad y apoyo.
Inga. María Eugenia López Guerra	Por su apoyo en la asesoría de esta tesis, su paciencia, constancia y siempre valedera colaboración.
Ing. Calixto Monteagudo	Por sus excelentes consejos, paciencia en la espera de la finalización de esta tesis y por brindarme su amistad.
Edwing Herrera	Porque sin su apoyo este proyecto no estaría concluido.
Alexander De León	Jefe del almacén de materiales y repuestos quien autorizó la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Historia	2
1.1.2. Ubicación.....	3
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Productos que elabora.....	4
1.1.5.1. Piedrín	4
1.1.5.2. Cal	5
1.1.5.3. Agregados	6
1.2. Descripción del área de almacén	6
1.2.1. Administración de tareas	7
1.2.2. Organigrama.....	7
1.2.3. Diagrama de flujo de solicitud y despacho de repuesto.....	8
1.2.4. Condiciones de recepción de repuesto.....	9
1.2.4.1. Creación de código.....	10
1.2.4.2. Descripción de repuesto	10

1.2.4.3.	Descripción del proveedor.....	11
1.2.4.4.	Código de base	11
1.2.4.5.	Código de pedido	11
1.2.4.6.	Cantidad máxima en bodega.....	11
1.2.4.7.	Inventario mínimo	11
1.2.4.8.	Costo unitario	12
1.2.4.9.	Condiciones de almacenamiento	12
	1.2.4.9.1. Temperatura.....	12
	1.2.4.9.2. Embalaje	12
	1.2.4.9.3. Vencimiento	12
1.2.4.10.	Posición en almacén	13
1.2.4.11.	Mantenimiento requerido a entrada.....	13
1.2.4.12.	Mantenimiento preventivo	13
1.2.5.	Tipos de repuesto.....	13
	1.2.5.1. Manufacturado	14
	1.2.5.2. Modificado	14
	1.2.5.3. Amortizado	14
	1.2.5.4. En consignación	14
1.2.6.	Métodos para la clasificación de productos.....	14
	1.2.6.1. Código cedro	15
	1.2.6.2. Código HAC	16
	1.2.6.3. Código PNS.....	17
	1.2.6.4. <i>Stock</i> máximo.....	17
	1.2.6.5. <i>Stock</i> de seguridad.....	17
1.2.7.	Base teórica de almacenaje	18
	1.2.7.1. Costo de almacenaje.....	18
	1.2.7.2. Importancia de almacenaje y mantenimiento.....	18
1.2.8.	Tipos de control de inventario	19

1.2.8.1.	Método PEPS	19
1.2.8.2.	Método UEPS	19
1.2.8.3.	Método promedio	19
1.2.8.4.	Sistema ABCD	20
1.2.9.	Sistema de software empresarial	20
1.2.9.1.	Sistema SAP	20
1.2.9.1.1.	SAP – MM	21
1.2.10.	Sistema de clasificación de centros de trabajo	21
1.2.10.1.	Método de exposición (<i>Lay out</i>)	22
1.2.11.	Clasificación de materiales	23
1.2.11.1.	teoría 80 – 20	24
1.2.11.2.	<i>Commodities</i>	24
1.3.	Optimización de materiales	24
1.3.1.	Catalogación y clasificación de inventario	25
1.3.2.	Identificación	25
1.3.3.	Normalización	25
1.3.4.	Estandarización	25
1.3.5.	Base de datos	26
1.3.5.1.	Ítem	26
1.3.5.2.	Código	26
1.3.5.3.	Maestro de materiales	27
1.3.5.3.1.	Elementos	27
1.3.6.	Catalogación de materiales	30
1.3.6.1.	Beneficios	30
1.3.7.	Generación maestro de materiales	30
1.3.8.	Revisión y depuración	30
1.3.9.	Manejo de inventario	31
1.3.9.1.	Parámetros	31
1.4.	Tipos de activos en almacén	32

1.4.1.	Activos capex	32
1.4.2.	Activos opex	33
2.	SITUACIÓN ACTUAL	35
2.1.	Tipo de control de inventarios utilizado en la empresa.....	35
2.1.1.	Aplicación del sistema ABCD	35
2.1.2.	Análisis de la teoría 80 – 20 en posicionamiento de datos.....	36
2.2.	Herramientas de conteo para productos en almacén.....	37
2.2.1.	Método cíclico de inspección.....	37
2.2.2.	Sistema de software	38
2.2.3.	Creación de artículo en base de datos	39
2.2.4.	Tipos de lotes de los ítems.....	41
2.2.5.	Existencia de diferentes lotes de un mismo ítem	41
2.2.6.	Proceso de valoración de artículos almacenados ...	42
2.2.7.	Procesos antes de realización de compras	42
2.2.8.	Tipos de artículos en SAP – MM	43
2.2.9.	Grupos de artículos	44
2.3.	Exactitud en el inventario	45
2.3.1.	Inventario inflado	45
2.3.2.	Productos obsoletos	45
2.3.3.	Productos imputados.....	46
2.3.4.	Código repetido en varios productos	46
2.3.5.	Organización del almacén	46
2.3.5.1.	<i>Lay out</i> y procesos operacionales	47
2.3.5.2.	Mercancías sin modificación (<i>commodities</i>).....	47

	2.3.5.2.1.	Porcentaje de <i>commodities</i> en el almacén.....	47
3.	PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN Y ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS		49
3.1.	Revisión periódica		49
3.1.1.	Sistema de revisión		49
3.1.1.1.	Sistema cíclico.....		50
3.2.	Análisis de materiales.....		50
3.2.1.	Rotación del inventario		51
3.2.1.1.	Índice de rotación por costo de material.....		51
3.2.1.1.1.	Índice de rotación por tipo de material		52
3.3.	Estadísticas de entrada y salida de materiales.....		52
3.3.1.	Análisis de materiales.....		54
3.3.1.1.	Materiales obsoletos.....		54
3.3.1.2.	Materiales de nuevo ingreso.....		55
3.3.1.2.1.	Creación de código.....		55
3.4.	Método de recepción de materiales y repuestos nuevos.....		68
3.4.1.	Área de despacho.....		68
3.4.1.1.	Control de calidad.....		69
3.4.1.2.	Diagrama de flujo.....		69
3.5.	Análisis metodológico ABC compartido al código cedro y código HAC		70
3.6.	Análisis de mínimos y óptimos necesarios		72
3.6.1.	Eliminación de falta de existencias		72
3.6.2.	Método de tamaño económico de lote.....		73

3.6.3.	Punto de reorden.....	73
3.6.4.	Inventario de seguridad.....	74
3.7.	Método de organización y gestión de inventario	74
3.7.1.	Planeación y detección de necesidades	75
3.7.2.	Estrategia de abastecimiento y reposición	75
3.7.3.	Logística de ingreso	76
3.7.4.	Sistema de organización y gestión de inventario	77
3.7.4.1.	Detección de necesidades	77
3.8.	Beneficios de la estandarización	78
3.8.1.	Normalización de códigos	78
3.8.1.1.	Eficiencia en gestión de compra.....	79
3.8.1.2.	Eficiencia en localización.....	79
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	81
4.1.	Implementación de la propuesta	81
4.2.	Estandarización de asignación de códigos	82
4.2.1.	Diseño de política de estandarización	82
4.2.2.	Centralización de la gestión de datos.....	83
4.3.	Limpieza de los ítems obsoletos	84
4.3.1.	Selección de ítems	84
4.3.1.1.	Período programado de localización	85
4.3.1.2.	Reporte de base de datos	85
4.3.1.3.	Informe a estaciones de trabajo	87
4.3.1.4.	Revisión del informe y selección	88
4.3.1.4.1.	Asignación adecuada del código PCS	88
4.4.	Selección de <i>Commodities</i> para enfoque de limpieza.....	94
4.4.1.	Fichas técnicas de ingeniería	95
4.4.2.	Determinación de productos <i>commodities</i>	96

4.5.	Aplicación de la convención de nomenclatura.....	97
4.5.1.	Actualización de datos en sistema SAP – MM.....	97
4.5.2.	Informe a administradores de MRP	100
4.5.3.	Implementación de batch de respaldo	102
4.6.	Identificación de los elementos comunes o duplicados entre plantas de producción de la empresa.....	104
4.6.1.	Estandarización de PNS	108
4.6.1.1.	Organización del staff de trabajo	108
4.6.1.2.	Inspección de las PNS.....	109
4.7.	Estandarización de los elementos o artículos seleccionados a nivel de cada planta.....	110
4.7.1.	Organización del staff de trabajo	111
4.7.2.	Inspección de las PNS.....	111
4.8.	Eliminación de duplicados debido a la normalización.....	112
4.8.1.	Estrategias de limpieza.....	113
4.8.1.1.	Proceso cíclico de borrado	114
4.8.1.2.	Especificaciones de traslado	115
4.9.	Actualización de parámetros de estrategias de reposición (MRP)	116
4.9.1.	Estrategias de reposición para MRP	117
4.9.2.	Clasificación de material.....	117
4.9.2.1.	Informe de movimientos en inventario	117
4.9.2.2.	Cálculo de máximos, mínimos y nivel de reorden	118
4.10.	Medición del desempeño y acciones de mejora	119
4.10.1.	Generación de batch de respaldo.....	120
4.10.2.	Proyección de resultados	121
4.10.3.	Medición del trabajo.....	122

4.10.4.	Análisis de tareas	122
4.11.	Comparaciones de bases de datos y nuevas sinergias	123
4.11.1.	Informes del sistema SAP – MM	123
4.11.1.1.	Informe semanal, mensual y anual.....	124
4.11.1.1.1.	Materiales inactivos.....	126
4.12.	Información de resultados	128
4.12.1.	Clasificación, ordenamiento y ubicación de productos.....	129
5.	SEGUIMIENTO	131
5.1.	Forma de control de SAP	131
5.1.1.	Análisis de datos en SAP – MM	133
5.2.	Verificación de rotación en inventario.....	133
5.2.1.	Período de aplicación	134
5.3.	Proceso de inspección	134
5.3.1.	Sistema cíclico	136
5.3.1.1.	Períodos de inspección	142
5.3.1.1.1.	Informe	144
5.3.2.	Elaboración de reporte de resultados.....	145
5.3.2.1.	Resultado de estandarización	146
5.3.2.2.	Índice de avance	148
5.4.	Índices de eficiencia	149
5.4.1.	Formulación.....	151
5.4.2.	Conteo.....	152
5.5.	Gráficas de resultados	153
5.5.1.	Gráficas de inspección diaria, semanal, mensual .	154
5.5.2.	Gráficas SAP – MM	155
5.5.3.	Gráfica costo contra pedido.....	156
5.5.4.	Gráfica 80 – 20	157

5.6.	Cálculo del nivel de reorden	160
5.6.1.	Análisis del lote óptimo	161
5.6.2.	Fijación de máximos y mínimos para materiales ..	163
5.6.3.	Variables a tomar en cuenta	164
5.6.4.	Formulación	164
5.6.5.	Análisis de costo contra pedido	167
5.7.	Informe de resultados a administradores de MRP.....	169
5.8.	Eficiencia en el proceso de estandarización	171
CONCLUSIONES		173
RECOMENDACIONES.....		175
BIBLIOGRAFÍA.....		177
APÉNDICES		181

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del almacén de materiales y repuestos	8
2.	Diagrama de flujo para solicitud y despacho de repuesto	9
3.	Flujograma para recepción de materiales	10
4.	Ejemplo de una disposición <i>Lay out</i>	23
5.	Ciclo de inventario con nivel de seguridad	31
6.	Aplicaciones del sistema SAP	38
7.	Secuencia de submenús en SAP para transacción MM01.....	39
8.	Características agregadas al crear materiales	40
9.	Representación gráfica de la clasificación ABC	50
10.	Análisis comparativo entre materiales y costos.....	53
11.	Resultados de análisis de materiales, revisión y depuración, con base en centros de costo	54
12.	Clasificación PNS para materiales	56
13.	Pantalla de inicio SAP	57
14.	Ingreso al menú de gestión de materiales.....	57
15.	Campo ramo de operaciones	58
16.	Selección del tipo de material	58
17.	Ingreso de tipo de material	59
18.	Selección de vistas.....	59
19.	Selección de base de datos	60
20.	Selección de centro de costo	60
21.	Lista de centros disponibles	61
22.	Aceptación de datos y centro específico	61

23.	Ingreso de datos del material en análisis.....	62
24.	Selección de Unidad medida base.....	62
25.	Selección de unidad requerida	63
26.	Selección del grupo de artículos	63
27.	Selección del valor deseado	64
28.	Selección del sector de trabajo.....	64
29.	Revisión de datos correctos.....	65
30.	Selección del grupo de compras.....	65
31.	Selección del material o repuesto	66
32.	Creación de material.....	66
33.	Ingreso de precio del material.....	67
34.	Finalización de creación de material.....	67
35.	<i>Lay out</i> del área de despacho.....	68
36.	Diagrama de flujo de recepción de materiales	69
37.	Formulario de creación de materiales en almacén	76
38.	Análisis ABC, determinado por sistema SAP	77
39.	Fundamentos para la optimización	81
40.	Centralización de datos	83
41.	Vista de resumen de <i>stocks</i>	86
42.	Vista de lista de materiales	86
43.	Vista de características del material	87
44.	Vista de reporte de informe.....	87
45.	Características de materiales	88
46.	Ruta inicial de informes en SAP.....	89
47.	Ruta en sistema SAP para informe ME80FN.....	90
48.	Características de transacciones realizadas.....	90
49.	Datos de material seleccionado	91
50.	Vista de asignación de código de material en SAP.....	93

51.	Ficha técnica de ingeniería para clasificación de repuestos y/o materiales.....	95
52.	Árbol de menús en SAP	97
53.	Submenús para alcance de modificación de datos	98
54.	Submenú de compras en SAP	98
55.	Transacción de compras en SAP	99
56.	Transacción de visualizar / modificar en SAP	99
57.	Modificación de datos en SAP	100
58.	Solicitud de modificación o baja de material	101
59.	Letras código del tamaño de la muestra	103
60.	Selección del tamaño de la muestra	104
61.	Organigrama del almacén de materiales y repuestos	109
62.	Proceso cíclico de actualización de datos.....	115
63.	Resultado de informe de movimientos por material	118
64.	Aplicación de análisis para máximos y mínimos	119
65.	Datos críticos para revisión y mejora	120
66.	royección de resultados para reducción de ítems duplicados, obsoletos o sin movimiento	121
67.	Sinergias esperadas a través de plantas	123
68.	Análisis de códigos PNS en materiales.....	127
69.	Estantería en Pasillo del almacén	129
70.	Control del valor del inventario en SAP.....	131
71.	Planificación de necesidades por material	132
72.	Diagrama de flujo del proceso de inspección física	135
73.	Valor del inventario vrs. porcentaje de artículos.....	145
74.	Reproducción de tabla XX (ítems duplicados)	147
75.	Resultados de estandarización	148
76.	Porcentaje de cumplimiento para inspecciones programadas	149
77.	Resultados de inspección y conteo anual	153

78.	Resultados de inspección y avance acumulado mensual	154
79.	Ejemplo de gráficas en sistema SAP	155
80.	Modelo de la cantidad económica de pedido	156
81.	Porcentaje de materiales vrs. ABC	157
82.	Valor del inventario correspondiente a ABCD.....	159
83.	Gráfica 80 – 20 para la muestra de 100 ítems.....	160
84.	Análisis del lote óptimo	163
85.	Resultados de informe a administradores de MRP	170

TABLAS

I.	Clasificación cedro de materiales	15
II.	Clasificación de materiales	35
III.	Ejemplo de clasificación CEDRO de materiales	36
IV.	Muestra seleccionada del maestro de materiales	41
V.	Denominación de tipo de materiales sistema SAP	44
VI.	Índice de rotación por costo de material producido.....	52
VII.	Movimiento de materiales por costo anual.....	53
VIII.	Valor de materiales para mantenimiento según clasificación cedro al 04 de junio del 2015	70
IX.	Ítems de materiales según cedro al 01 – 07 – 15	71
X.	Análisis de ítems reparados.....	71
XI.	Análisis de ítems estratégicos	72
XII.	Ejemplo, selección de ítems para estandarización	84
XIII.	Ejemplo de estandarización.....	84
XIV.	Códigos PCS	89
XV.	Ejemplo de clasificación PNS	92
XVI.	Lista de <i>commodities</i> globales y regionales.....	96
XVII.	Muestra de base de datos	105

XVIII.	Clasificación de PNS.....	108
XIX.	Localización de duplicados	110
XX.	Determinación de ítems duplicados y triplicados	112
XXI.	Eliminación de duplicados.....	113
XXII.	Materiales con condiciones especiales	114
XXIII.	Proyección de reducción de ítems	121
XXIV.	Conteos cíclicos en almacén.....	124
XXV.	Comparación entre proyección y resultados	127
XXVI.	Resultados inspección del inventario (22 días)	128
XXVII.	Análisis de datos mostrados en SAP	133
XXVIII.	Cálculo del valor anual.....	136
XXIX.	Cálculo de valores porcentuales y clasificación ABC	139
XXX.	Total conteos por clasificación ABC.....	142
XXXI.	Porcentaje por clasificación ABC	144
XXXII.	Cantidad de Inspecciones diarias	144
XXXIII.	Conteos en almacén, año 2015	150
XXXIV.	Porcentaje acumulado para conteo.....	150
XXXV.	Cumplimiento en el plan de mejoras	152
XXXVI.	Valores del inventario correspondientes a ABCD	158
XXXVII.	Porcentaje de clasificación ABCD de la muestra	159
XXXVIII.	Cálculo del lote óptimo	162
XXXIX.	Cálculo del nivel máximo de inventario (muestra de 100 ítems)	165
XL.	Análisis para fijar máximos y mínimos por material.....	168
XLI.	Eficiencia en el proceso de estandarización (ítem triplicado).....	171
XLII.	Eficiencia en el proceso de estandarización (siete ítems duplicados)	172

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AVI	Análisis del valor del inventario
HP	Caballo de fuerza
PCS	Clasificación por naturaleza del repuesto
HAC	Código de activos holcim
CEDRO	Código de clasificación para materiales
MM	Gestión de materiales
MSDS	Hoja de seguridad por material
ME80FN	Informe para evaluaciones generales
mm	Milímetro
%	Porcentaje
MRP	Reporte de planificación de material
RPM	Revoluciones por minuto
SAP	Sistemas de análisis y desarrollo de programas
ABC	Sistema de clasificación de inventario
PNS	Sistema numérico de partes
TPD	Toneladas por día. Capacidad de producción
MM01	Transacción para creación de materiales en SAP
MxP	Valor promedio histórico

GLOSARIO

Activo	Bienes, derechos y otros recursos controlados económicamente por la empresa.
Activo kapex	Artículos imputados a un departamento específico de la empresa, pero primero deben pasar por gerencia.
Código cedro	Sistema de clasificación de repuestos aplicado al estado de los materiales.
Código HAC	Significa código de activos holcim y es un código aplicado a la utilización de los materiales.
<i>Commoditie</i>	Mercancía, artículo, materia prima bruta que ha sufrido procesos de transformación muy pequeños.
Faltante	Inexistencia o menos de lo que se necesita.
Inventario	Relación detallada y valorada de todos los elementos que componen el patrimonio de una empresa.
Ingreso	Acto de ser admitido en grupos o individual.

Ítem	Datos dinámicos que identifican un producto, dando seguimiento de los artículos en tiempo real.
Logística	Conjunto de medios, métodos e infraestructuras necesarios para llevar a cabo la organización y éxito de proyectos.
Método ABC	Sistema de control de inventario que determina a los artículos por su costo.
MRP	Por sus siglas en idioma inglés <i>material requeriment planification</i> , se utiliza como un reporte de planificación
Obsolescencia	Pérdida de efectividad o de valor de un equipo técnico o industrial a causa de los adelantos tecnológicos.
PNS	Sistema de numeración de piezas para clasificación y almacenamiento. Significa <i>number part system</i> .
Producto imputado	Productos que se reconocen para determinados efectos o departamentos de la empresa.
Producto obsoleto	Producto con mal funcionamiento, utilidad insuficiente o superada por otro producto que de alguna manera lo reemplaza.

Reserva

Tener en guardia o custodia algo.

SAP

Por sus siglas en idioma alemán *systemanalyse und programmentwicklung*, y su traducción es sistemas de análisis y desarrollo de programas.

SAP – MM

Submódulo del sistema SAP, por sus siglas en inglés *materials management* y su traducción al español es gestión de materiales.

RESUMEN

Estandarización significa colocar a una serie de elementos bajo un mismo sistema de patrones de forma que todos compartan las mismas características generales, con lo que cualquier proceso que tome en conjunto a dicha serie de elementos se realiza.

Para procesos ya avanzados, cuyos volúmenes de producción son amplios, el sesgo en sus resultados es mayor. Es por ello que la estandarización se hace necesaria de manera que se minimicen los costos.

El proceso completo de estandarización se inicia con una revisión de todo el maestro de materiales, llamándose de esta forma el conjunto de materiales y repuestos que conforman el volumen de un almacén. Las herramientas computacionales actuales proveen de gran ayuda para la selección de los elementos denominados como ítems, que comparten iguales valores en campos donde deberían ser diferentes. A esto se le llama duplicidad y el objetivo general es evitarla.

La inspección de ítems debe llevar un ciclo con procesos adecuados para la localización de la duplicidad y proceder a su eliminación. Es por ello que debe calcularse de acuerdo con el volumen y el tipo de productos, tomando en cuenta su rotación en el inventario, ya que algunos productos presentan mayor requerimiento y, por lo tanto, mayor inspección. Este trabajo se enfoca en los procesos de inspección, cálculo, renombramiento, reclasificación y eliminación de duplicados, así como el cálculo de la eficiencia obtenida.

OBJETIVOS

General

Realizar la estandarización, asignación de códigos y operaciones adyacentes en el almacén de materiales y repuestos de una empresa productora de materiales de construcción.

Específicos

1. Determinar un sistema eficiente de asignación de códigos.
2. Determinar los repuestos y productos que cuenten con duplicidad de códigos por medio del análisis de bases de datos en el maestro de materiales.
3. Obtener un proceso eficiente de inspección de repuestos y productos.
4. Realizar un análisis de rotación en el inventario de repuestos y productos para determinar cuáles han tenido poca rotación.
5. Obtener el nivel de reorden adecuado, para cada material, luego del análisis de ingeniería.
6. Realizar limpieza de ítems obsoletos en la base de datos de todos los materiales.

INTRODUCCIÓN

El presente análisis de ingeniería trata sobre el diseño de sistemas eficientes para creación de ítems, clasificación y optimización de materiales en inventario, depuración en base de datos y cálculo del número de inspecciones en el almacén de una empresa productora de materiales para construcción.

La empresa en análisis es una de las más grandes en el ambiente laboral guatemalteco, con un almacén de materiales de aproximadamente 23 000 productos, cuyas generalidades se describen en el primer capítulo, continuando con el tipo de software y la organización para el inventario, la forma en que se clasifican los materiales y creación de artículo en base de datos del maestro de materiales se describe en el capítulo dos.

El capítulo tres muestra condiciones de movimiento de materiales en el inventario a lo largo del tiempo, confirmando la necesidad de depurar la base de datos y mostrando el proceso completo de creación, actualización, logística de ingreso y procesos adyacentes, siguiendo con los fundamentos y diseño para política de estandarización, utilización del software para manejo de datos, asignación e informes y forma en que se realiza la depuración del maestro de materiales se describe en el capítulo cuatro.

El proceso de inspección, asignación del sistema cíclico y clasificación ABC, cálculo de conteos por clasificación ABC y análisis comparativo con la teoría 80 – 20 se realizan en el capítulo cinco.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

La empresa presenta condiciones específicas para su operación con un área de 26 caballerías, edificios de hierro forjado y concreto, 1 845 colaboradores activos y 452 colaboradores de empresas subcontratistas, planos de estudios geológicos que muestran la factibilidad de construcción para edificios, 3 hornos F.L. Smidth & CO., 2 puentes de acero para su acceso, 2 vías de acceso pavimentadas con soporte y longitud de 5 kilómetros, nueve silos para materia prima, dos para mezcla y dos de prehomogenización, un horno 1 000 TPD de clinker, 2 hornos maerz para cal¹.

La producción de cal cuenta con molino de bolas compuesto de 10 secciones de quince pies, seis pulgadas de diámetro, con largos entre once pies, un anillo parte del horno, con 18 pies de diámetro, con un peso de 122 000 libras y una producción anual actual de cal de 48 000 sacos diarios.

La empresa cuenta con sistemas de capacitación al personal, departamento de desarrollo humano, control de calidad, generación de energía, paletizadora de materiales, hornos, trituradoras, excavadoras, hidratadora, envasadora, departamento de salud y seguridad ocupacional, nutricionistas, maquinaria de obra civil, clínica médica y dental, control central de procesos, código de valores ética y conducta, bodegas amplias, helipuerto y colegio. Todos los sistemas, equipo y personal calificado han hecho de esta empresa

¹ Revista Granito de arena. Guatemala (197). Octubre 2014.

una de las más representativas de Centro América México y El Caribe, posicionándola como una de las empresas más éticas alrededor del mundo.

1.1.1. Historia

Todo inicia cuando los estadounidenses Bert Noble y John Dougherty, dueños de la empresa R.J. Noble, la cual se dedicaba a la fabricación de plantas concreteras, tuvieron la iniciativa de crear una planta de agregados a la que llamaron arena y grava. Con los agregados de arena y grava se instala en Guatemala la primera empresa para producir y comercializar concreto premezclado. Así surgió la primera planta, a la cual representaba un cliente importante en cuanto a pedidos de cemento para elaborar concreto premezclado. Al inicio se contaba solamente con 3 camiones para distribuir el producto, se evidencia que el primer edificio del país que se construyó con concreto premezclado fue el de la Municipalidad de Guatemala².

Tras el terremoto de 1976 se comenzó a cambiar el uso del adobe por concreto, lo que incrementó la producción en la empresa. En ese período se instalaron sistemas electrónicos para mejor dosificación del producto y se construyó la segunda línea de producción. La planta de premezclado se inició en 1980. Varias plantas fueron surgiendo con el paso del tiempo, algunas de ellas móviles de acuerdo al apareamiento de proyectos específicos, en el 2010, en mina San Rafael se realizó una cimentación de 3 419 metros cúbicos, la más grande hasta el momento.

² Revista Granito de arena. Guatemala (197). Octubre 2014.

1.1.2. Ubicación

Se cuenta con varias plantas de producción localizadas en: zona 6 de la ciudad capital, el naranjo y condado concepción, pinula, villa nueva, plantas sur y norte, San Isidro en el boulevard acatán, Calzada Roosevelt y miraflores como plantas móviles, planta san antonio en Calzada La Paz capitalina. En el interior del país se disponen de plantas en Quetzaltenango y fuera del país en San Pedro Sula y Tegucigalpa, Honduras. En el 2006 se realizó la división de las plantas en cuatro regiones, de acuerdo con su ubicación geográfica. Por todo lo anterior se observa que la localización general de la empresa se proporciona alrededor de todo el país, abarcando todos los ámbitos de la región³.

1.1.3. Visión

Promover la generación de sabiduría y fuerza en tiempo real, entre los públicos de la empresa, minimizando costos y maximizando utilidades, haciendo de nuestro proceso uno de los más amigables con el medio ambiente⁴.

1.1.4. Misión

Contribuir con el paso del tiempo a ofrecer alternativas en el campo del patrimonio industrial y brindar a los colaboradores, proveedores y público en general, la posibilidad de aprender y conocer el desarrollo del proceso de construcción en el país, promoviendo procesos de calidad en búsqueda de la excelencia para la elaboración de materiales y satisfacción completa de clientes.

³ Revista Granito de arena. Guatemala (197). Octubre 2014.

⁴ Departamento de Desarrollo Humano. Mixto Listo. Diciembre 2015.

1.1.5. Productos que elabora

Como toda empresa dedicada a la elaboración de materiales de construcción, los productos que componen su *stock* de ventas son: piedrín, cal, concreto y agregados al levantado de muros y paredes, como lo son productos para cernidos, arena, grava y componentes agregados para proporcionar fuerzas de tensión, compresión, dilatación, entre otros, a los resultantes.

1.1.5.1. Piedrín

Se produce piedrín de $\frac{1}{2}$ y 1 pulgada de diámetro. El piedrín es elaborado a partir de la cantera, que es el yacimiento de la piedra a utilizarse en el proceso.

El proceso de producción de piedrín requiere de la siguiente maquinaria:

- Bandas transportadoras: consiste en fajas de transporte con rodillos para su movimiento. Su sistema es automatizado.
- Alimentadores vibratorios: distribuyen la materia prima hacia las bandas transportadoras.
- Zarandas: selecciona los tipos de materiales, posee mallas que permiten la colación de material que posee las medidas específicas del producto.
- Hidrocono: tritura la materia prima por medio de impacto. Se obtiene piedrín de media pulgada. En caso de no cumplir con especificación de diámetro, entonces realiza reproceso.

1.1.5.2. Cal

La producción de cal es muy antigua debido tal vez a que proviene de la quema de piedras. Se han encontrado vestigios y utilización de cal en construcción, pintura y adornos en Grecia, Egipto y Roma donde se fue muy apreciada.

Proviene de la piedra caliza luego de que esta ha sido transformada por un proceso específico, este proceso de producción de cal se resume de la siguiente manera:

- Obtención de la materia prima en la cantera por medio de explosión o explotación, esta materia prima es piedra caliza. Necesita procesos de estudios geológicos y geoquímicos para comprobar si se presenta materia prima con calidad suficiente, con especial cuidado en el control de composición química, granular y humedad de la materia prima.
- Triturado por medio de maquinaria la cual puede ser el hidrocono mencionado en la elaboración de agregados.
- Tamizado: este proceso logra obtener el diámetro requerido para el horno de calcinación, incluye el proceso de pesado de los gránulos resultantes.
- Calcinación: realiza la descomposición de la caliza por medio de calor. Debido a que la piedra se hornea, se pierde casi la mitad del peso de la piedra pulverizada, en este proceso se pierden carbonatos de la piedra y la piedra caliza se convierte en cal viva.
- Hidratación: la cal viva es trasladada a una hidratadora donde se le agrega agua en un proceso controlado pues produce mucha liberación de calor y explosiones, se convierte en cal hidratada.

- Separación: delimita de la cal hidratada, los óxidos de magnesio (óxidos no hidratados) y algunos carbonatos que no lograron ser hidratados en la anterior etapa.
- Envasado: lista la cal se procede a envasar el producto por medio de bandas transportadoras y máquinas de envasado y paletizado. Se envasa en bolsas de papel.

1.1.5.3. Agregados

Pueden definirse de la siguiente forma: material granular como la arena, grava, roca triturada y concreto reciclado, que debe de formar partículas homogéneas, solventes de otros materiales y con vida útil eficiente. Pueden utilizarse como un componente para agregar propiedades físicas de resistencia a la tensión a los materiales compuestos. El tipo de maquinaria y proceso de producción es el mismo que para el piedrín, el cual se le trata en forma individual. Solamente tendrá diferencia en el uso de la maquinaria para especificaciones de tamaño diferentes.

1.2. Descripción del área de almacén

Se encuentra destinada tanto a distribuir como solicitar, inspeccionar, almacenar y administrar el inventario de materiales y repuestos de la empresa. Actualmente se cuentan más de 23 000 productos en sus bodegas, dadas sus especificaciones requieren mantenimientos y análisis diversos. La eficiencia en su administración ha logrado que el personal a su cargo sea relativamente poco, contándose con 35 personas entre pilotos de montacargas, administradores de materiales y repuestos, inspectores, despachadores, jefe y subjefe de almacén, entre otros.

1.2.1. Administración de tareas

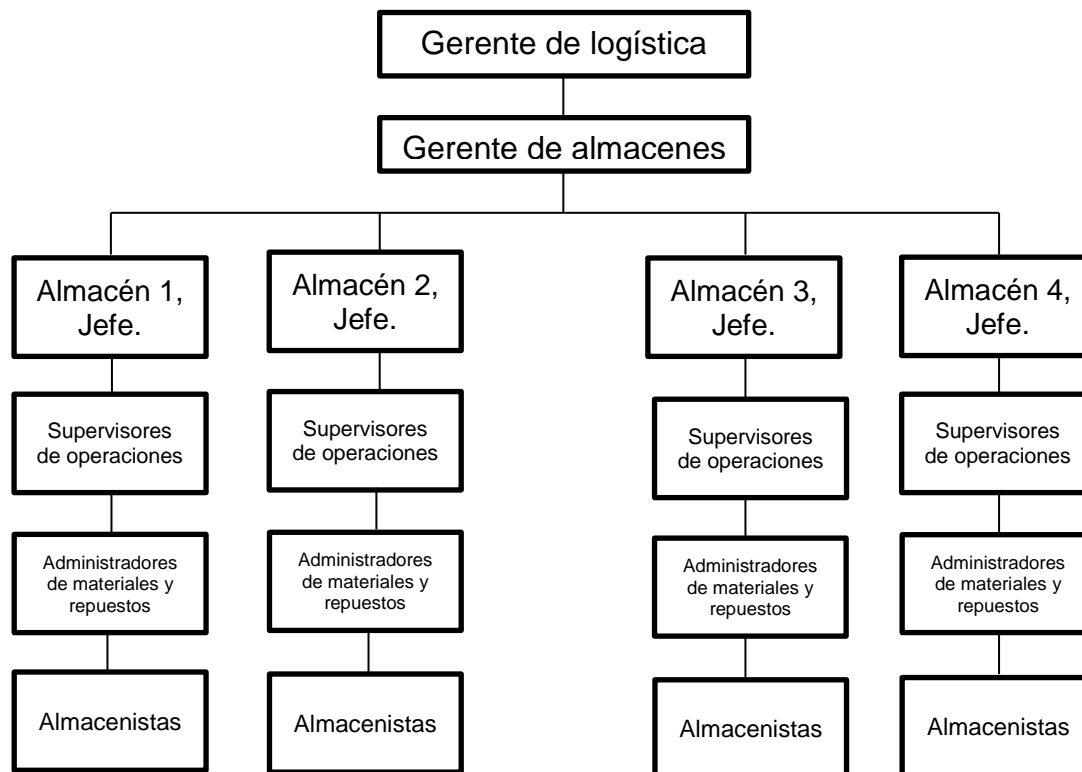
El departamento de almacén no cumple únicamente con almacenar materiales y repuestos, dispone de una serie de tareas específicas que dispondrán el eficaz estado de los materiales y repuestos, así como una eficaz localización, ubicación y obtención del mismo. Estas tareas son:

- Recepción adecuada de los materiales, definición de funciones de cada material, ingreso oportuno y detallado al sistema computarizado para disponer órdenes de compra y autorización de salida, proveer soporte de cada elemento por medio de documentos autorizados, determinar el proceso de interrelación entre diferentes departamentos que utilizan elementos, compra o devolución de materiales.
- Proveer sistemas de comunicación con todos los departamentos sobre materiales y equipo, control de pedidos tomando en cuenta la fecha pactada de ingreso con el proveedor y puesta en común en la orden de compra, en coordinación con departamento de compras.
- Proveer sistemas verificables y transparentes sobre movimiento de materiales en coordinación por medio de sistema SAP.
- Actualización periódica de materiales y repuestos, solventar necesidades de su uso en toda la empresa, planificar y coordinar la distribución física efectiva de materiales, determinar datos de recepción de materiales.

1.2.2. Organigrama

Para la eficaz administración de tareas se propone el siguiente sistema de personal encargado de sus operaciones:

Figura 1. **Organigrama del almacén de materiales y repuestos**



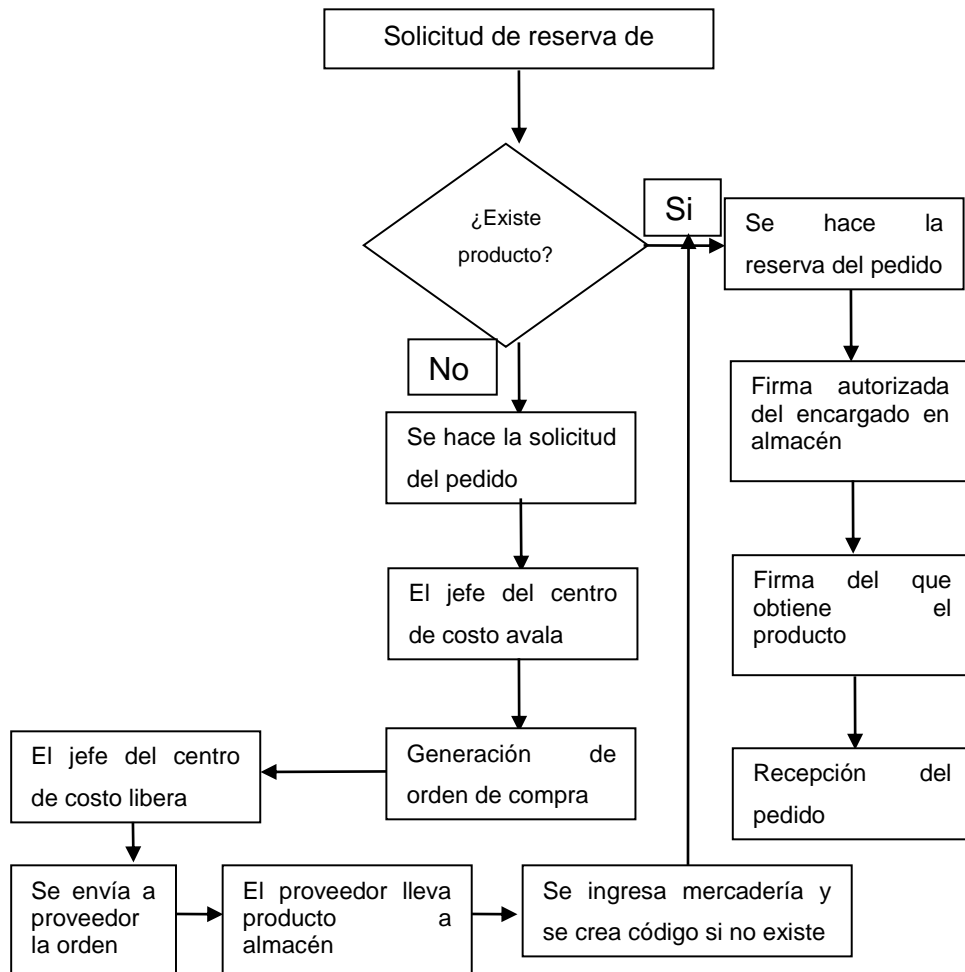
Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos.

La figura 1 se refiere a 4 almacenes de diferentes plantas de producción. El gerente de logística a requerimiento del gerente de almacenes, presenta los proyectos de mejora, los jefes de almacenes administran cada almacén, dos supervisores de operaciones reciben informe de los administradores de MRP y finalmente 15 almacenistas en cada almacén realizarán las tareas necesarias.

1.2.3. Diagrama de flujo de solicitud y despacho de repuesto

Existe un proceso de solicitud de materiales, el cual se diagrama a continuación:

Figura 2. Diagrama de flujo para solicitud y despacho de repuesto

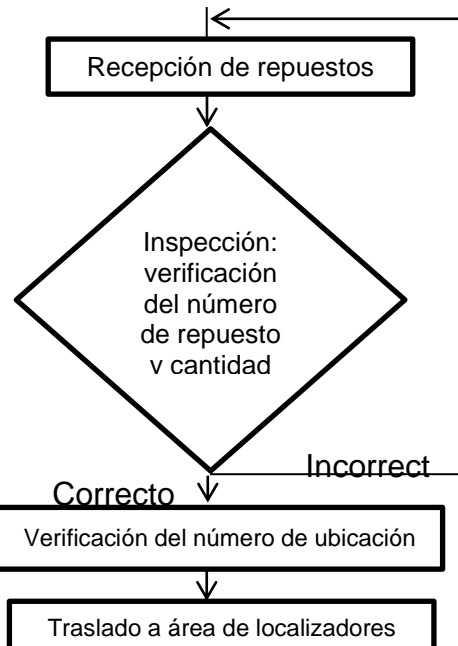


Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos.

1.2.4. Condiciones de recepción de repuesto

En el ingreso a almacén se verifica el contenido respecto a cantidades de solicitud y se coloca en el área de inspección con número de ubicación para distribución en áreas específicas. La figura 3, presenta el diagrama secuencial.

Figura 3. **Flujograma para recepción de materiales**



Fuente: Panta San Miguel, almacén de materiales y repuestos.

1.2.4.1. Creación de código

El código se obtendrá a partir del análisis PCS y Cedro, agregando a ello la descripción y características físicas, de proveedores, ubicación, entre otras.

1.2.4.2. Descripción de repuesto

Los materiales que ingresan deben recibir por parte de los almacenistas una descripción general de las actividades que dicho elemento realiza, partes principales, características, elementos técnicos, entre otros, tratando de evitar deísmos, solecismos, artículos, preposiciones, aumentativos o diminutivos, ni abreviaturas que dificulten la lectura y comprensión.

1.2.4.3. Descripción del proveedor

Es el número de identificación con el cual el proveedor reconoce al repuesto por su descripción en el manual, como por ejemplo trituradora Krupp XK579, soplador RT456, en ocasiones se utiliza la posición del repuesto en el esquema del manual, ejemplo: piston pos 4-0045.

1.2.4.4. Código de base

Permite el control en almacén, ejemplo: polipasto (código de base: pie), bomba (código de base: unidad), válvulas de mariposa (código de base: kit).

1.2.4.5. Código de pedido

Indica el momento en el cual el sistema detecta una específica cantidad para cada material, así mismo, se genera orden de completar el *stock* máximo.

1.2.4.6. Cantidad máxima en bodega

Es la cantidad permisible en bodega para evitar faltantes de repuesto en todo momento.

1.2.4.7. Inventario mínimo

Se identifica con la cantidad mínima que debe mantenerse en bodega de cada producto para evitar las variaciones productivas del ciclo anual y evitar faltantes.

1.2.4.8. Costo unitario

Se identifica con el precio de compra para la empresa de cada artículo por separado en forma unitaria.

1.2.4.9. Condiciones de almacenamiento

Cada repuesto conlleva características distintas, las cuales pueden corresponder a los aspectos que se detallan a continuación.

1.2.4.9.1. Temperatura

Algunos materiales como gomas, hules, fluidos inflamables, aceites, medicinas, entre otros, deben contar con característica especial de temperatura, por lo que deberán crearse las condiciones específicas para su almacenamiento como cuarto frío, intemperie, jaula, silo, depósito, contenedor, cobertor de lona, entre otros.

1.2.4.9.2. Embalaje

Las condiciones de soporte que algunos materiales puedan contener sobre sí en su almacenaje, podrán determinar su entarimado para evitar aplastamiento.

1.2.4.9.3. Vencimiento

Condición especial que delimita el intervalo de tiempo máximo para almacenaje, con el fin de evitar atrasos para su eficaz operación.

1.2.4.10. Posición en almacén

Un proceso eficaz con fácil y rápida identificación y localización de materiales podrá realizarse identificando el almacén, tramo y estantería:

Ejemplo:

Almacén	Ubicación
4	5 – 15

Indica que se localiza en almacén 4, tramo 5, estantería 15.

1.2.4.11. Mantenimiento requerido a entrada

Identifica operaciones de restauración o prevención de malas condiciones de almacenamiento, con período breve de tiempo, realizando al inicio inspección visual e inspecciones especiales que delimiten su análisis electrónico, limpieza, lubricación o embalaje.

1.2.4.12. Mantenimiento preventivo

Destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante inspecciones, revisiones y reparaciones que garanticen el correcto funcionamiento y confiabilidad de los equipos.

1.2.5. Tipos de repuesto

Las refacciones y materiales registrados por la dinámica de uso se clasifican en: manufacturado, modificado, amortizado y en consignación.

1.2.5.1. Manufacturado

Se refiere a aquellos repuestos que han sido elaborados en forma completa y se encuentran a disposición total en el almacén. Son materiales nuevos que no han sido usados desde su compra y entrada al almacén.

1.2.5.2. Modificado

Indica los repuestos que recibieron proceso de reparación, ensayo o armadura. Generalmente son materiales reparados que se desgastaron o se descompusieron y después de reparados se devuelven al almacén. Ejemplo: motores reductores, rodillos para prensas o molinos, compresores.

1.2.5.3. Amortizado

Indican materiales recuperados o sea materiales sobrantes de algún proyecto o excedentes de inventario que se ingresan y se registran en almacén para mantener control de ellos y no duplicar compras.

1.2.5.4. En consignación

Tienen unidades dentro de almacén, pero el valor surte efecto hasta que se consumen con cargo a una orden de mantenimiento.

1.2.6. Métodos para la clasificación de productos

Se clasifican para concentrar su historial técnico y de costos, desde su compra e instalación inicial, agregar rutinas preventivas y órdenes de mantenimiento, refacciones del inventario, consumos de materiales de almacén,

agregarlos a los equipos que los requieren, historial de compras, precio, fabricante, proveedores, tiempo de entrega, equipo que los consume, asignarle niveles mínimo y máximo, lote de compra, código, ubicación y demás atributos. Para todo ello se realizan las asignaciones de código cedro, HAC y PNS.

1.2.6.1. Código cedro

Esta clasificación es utilizada para clasificar a los materiales con el fin de obtener una base en la clasificación para el sistema de inventarios denominado como ABC, el cual se observará más adelante. Se detalla a continuación los requerimientos para denominar un material según cedro.

Tabla I. Clasificación cedro de materiales

Clasificación de material	Integración	Características
Consumo	Lubricantes, partes de uso general, mecánicas, eléctricas, equipo móvil, auxiliares.	Son desechados al concluir su vida útil, sustituyéndose por otro igual, se clasifican como C y tiene alto consumo anual.
Estratégicos	Refacciones, mecánicas, eléctricas, electrónicas.	Bajo consumo, clasificados A por su valor de existencia, tiempo de fabricación y de entrega son largos, normalmente de importación, si faltan detienen la línea de producción, impactan al mercado y a las utilidades.
Desgaste	Blindaje, bola, refractario, Combustible, explosivos, cadenas de elevador, martillos.	Su existencia depende directamente del volumen de producción, se desgastan proporcionalmente a la cantidad producida, el desgaste es totalmente inspeccionable, lo que permite programar la fecha de compra.
Reemplazo	Conjuntos y partes mecánicas, eléctricas, electrónicas, hidráulicas, neumáticas.	Desechadas después de sufrir daños o al término de su vida útil, en algunos casos al reemplazar uno de sus componentes vuelven a funcionar, como los motores, reductores, bombas, que se reparan y quedan renovados para volver a funcionar.
Obsoletos	Refacciones y materiales incluidos en otras clasificaciones pero que dejan de ser utilizables.	Generados por actualizaciones tecnológicas de partes y equipos o por el reemplazo de los mismos. Materiales en buenas condiciones de operación o dañados por impacto o intemperización.

Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos.

De ahí su clasificación como C.E.D.R.O.

1.2.6.2. Código HAC

Identifica el tipo de activo y su ubicación. Compuesto por 11 dígitos y pueden utilizarse los signos “-”, “y”, “.”. No se utiliza para identificar repuestos.

Ejemplo de utilización de código HAC:

1	X	-	X	X	X	-	X	X	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Casilla 1: número de planta.

Casilla 2: sub planta o división de la empresa.

Casilla 3: centro de costo o departamento de la empresa.

Casilla 4: preparación de materias primas.

Casilla 5: preparación específica de la materia prima.

Casilla 6: número de línea de producción.

Casilla 7: unidad de activo.

Casilla 8: número de máquina.

Como ejemplo, un código HAC delimitado 21 – 361 – MB1, podría significar:

- Planta delimitada por número 2.
- División: Cal (1).
- Departamento: producción de harina cruda (3).
- Función: molienda (6).
- Número de línea de producción: 1.
- Activo: molino de bolas (MB).

- Número de activo: tipo de maquinaria 1.

1.2.6.3. Código PNS

Grupo de numeración que incluye una abreviación de los tipos de material.
Por ejemplo, para materiales refractarios:

4101 refractar, se refiere a los anclajes.

4115 refractar, morteros en repuestos internos de hornos.

4201 matdesgas, cadena para cuerpos moledores (bolas).

4302 matdesgas, bolas de acero fundido.

Se proveen abreviaturas para blindajes de molinos tubulares (corazas), materiales de desgaste, de mantenimiento, cojinetes, elementos de apoyo y unión, tornillos, tuercas, no metálicos, de accionamiento, entre otros.

1.2.6.4. Stock máximo

Es la cantidad ideal de materiales que debe existir en bodega para ser utilizado en área de producción, despacho, mantenimiento y reparación.

1.2.6.5. Stock de seguridad

Es la cantidad de producto almacenado que puede mantenerse para evitar faltantes que se obtienen debido a casos fortuitos como atraso del proveedor, mal funcionamiento de maquinaria, ausencias masivas de empleados, entre otros.

1.2.7. Base teórica de almacenaje

Consiste en asegurar el máximo aprovechamiento del espacio factible con la adecuada conservación y protección de los materiales a almacenar, fácil y segura identificación y localización física, ahorro real del tiempo, mano de obra versus materiales y pasillos adecuados. Ha de basarse en los conceptos de: máximo aprovechamiento de mano de obra contra mínima mano de obra, rotación física rápida en el almacén, mostrar el grado de protección que requiere cada material en particular, disposición ordenada de los artículos.

Deben evitarse los errores más frecuentes que se cometen en un almacén y determinar lo siguiente: puerta de despacho en una posición adecuada al flujo de trabajo, codificación adecuada de materiales, ubicación efectiva a su utilización, intensidad de transporte.

1.2.7.1. Costo de almacenaje

Se refiere a todas las actividades y sistemas de control de costos, específicamente detallados para mantener la existencia del inventario de productos dentro de la planta de producción. Estos costos incluyen: mantenimiento del producto en bodega, seguridad, logística, movimiento y utilización de combustible, energía, entre otros.

1.2.7.2. Importancia de almacenaje y mantenimiento

Se basa en un servicio eficaz al cliente, produciendo buen manejo de los productos y despachando los mismos en buen estado, tomando en cuenta costos de despacho y de venta al consumidor.

1.2.8. Tipos de control de inventario

Depende en muchos casos del tipo de producto ya que existen productos que tienen poca fecha de vencimiento o las condiciones de temperatura requieren de un despacho rápido. Atendiendo a esas necesidades se procede a determinar el tipo de control más adecuado.

1.2.8.1. Método PEPS

Su nombre proviene de sus siglas, siendo así: primeras entradas, primeras salidas, esto en referencia a las mercancías adquiridas. De esta forma las primeras mercancías en ser adquiridas son las primeras en ser vendidas, por lo tanto, el inventario final estará formado por las últimas mercancías adquiridas⁵.

1.2.8.2. Método UEPS

Sus siglas provienen de las palabras últimas entradas, primeras salidas. Esto significa que las últimas mercancías en ser adquiridas serán las primeras en ser vendidas. Tómese en cuenta que estas últimas mercancías pudieron llegar con precio mayor que las primeras, lo que producirá un aumento en el precio de venta para las primeras mercancías.

1.2.8.3. Método promedio

Este método consiste en calcular el costo promedio de los artículos adquiridos, sin importar cuáles entraron primero o de último. Para ello debe calcularse el costo unitario del inventario final, calculando el total de costos

⁵ KONZ, Stephan, *Manual de distribución en plantas industriales*. México, D.F.: Grupo Noriega editores, 1992. 402 p.

acumulados, por lo tanto, cada vez que haya entrada de mercancías se recalcula el costo de venta.

1.2.8.4. Sistema ABCD

Este sistema clasifica a los materiales de acuerdo a su costo. De esta forma los materiales denominados como A son los más costosos, siguiendo en el orden los materiales para clasificación como B, C. y debe tomarse en cuenta la rotación de los materiales en el inventario, en caso de que un material rotó bastante se denomina como A. Sin embargo, debe tenerse mucho cuidado en esta denominación de materiales, pues existirán productos que rotan poco y tendrán alto costo.

1.2.9. Sistema de software empresarial

La multiplicación de errores recurrentes debido a la utilización de técnicas manuales de trabajo ha sido contenida en gran medida gracias a la utilización de sistemas de cálculo por medios informáticos. La utilización de hojas electrónicas como Excel, reducen grandemente el número de horas / persona, mejoran el trabajo, captan de forma instantánea los puntos importantes de los problemas y su mejora. En este caso se utiliza el sistema SAP, el cual controla todas las actividades de la empresa y presenta grandes resultados de cálculo a nivel global empresarial. Las secciones siguientes detallarán mejor el sistema administrativo informático SAP.

1.2.9.1. Sistema SAP

Provenientes del idioma alemán, los vocablos *systemanalyse und programmentwicklung*, significan sistemas de análisis y desarrollo de programas

en el idioma español. Se refieren a una empresa alemana dedicada al diseño de software para desarrollo empresarial. Su sistema permite la interacción informática entre todas las actividades de una empresa.⁶

1.2.9.1.1. SAP – MM

Submódulo de aplicación del sistema SAP que por sus siglas en el idioma inglés se escribe *materials management* y su traducción al idioma español es gestión de materiales. Siendo la aplicación específica para el ingreso, despacho, actualización, creación, entre otros, de materiales, indispensable para su uso en el almacén de materiales y repuestos.

- Batch de respaldo

El manejo de información requiere de procesos efectivos de manejo y cuidado de la misma. Como medida de protección hacia la pérdida de información se recomienda realizar *back ups* para actualizar información que pudo cambiar en forma periódica, aconsejándose realizarlos de manera diaria. Para ello se preparan los denominados *batch* de información, los cuales son copias diarias de las bases de datos de toda la información.

1.2.10. Sistema de clasificación de centros de trabajo

Primero debe analizarse la tarea que se realizará en las estaciones. El diseño de la tarea puede basarse en 8 principios⁷, los cuales son:

⁶ <http://www.mundosap.com/foro/showthread.php?t=281>. (fecha de consulta: 20 diciembre 2015).

⁷ KONZ, Stephan, *Manual de distribución en plantas industriales*. México, D.F.: Grupo Noriega editores, 1992. 402 p.

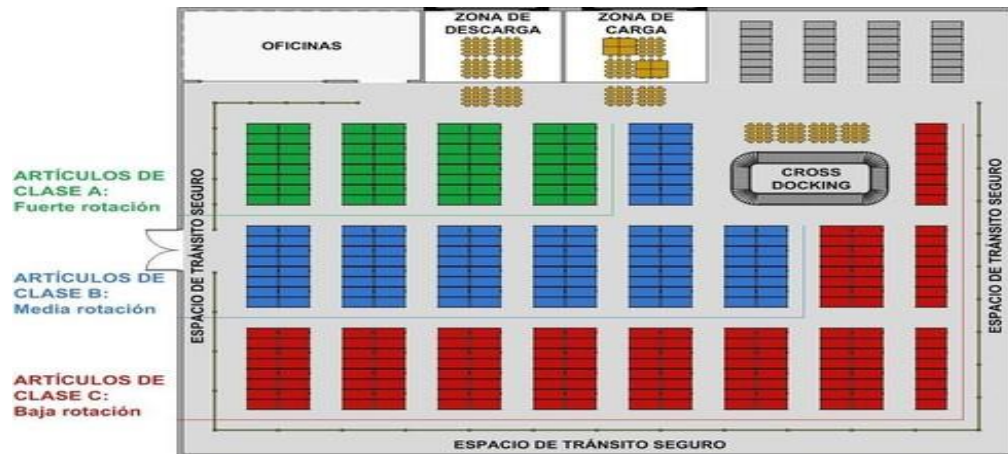
- Usar la especialización, aunque se sacrifique la versatilidad con el fin de aumentar la calidad.
- Producir varios artículos idénticos simultáneamente.
- Combinar operaciones y funciones dado que con la planeación pueden realizarse varias tareas al mismo tiempo.
- Reducir al mínimo la capacidad ociosa por medición de la eficiencia.
- Ajustar la carga de trabajo a una fuerza de trabajo fija y ajustar la fuerza de trabajo a una carga de trabajo fija.
- Variar el estímulo ambiental inversamente al estímulo de la tarea, ya que las personas trabajan mejor donde la tarea es intermedia en su dificultad.
- Permitir frecuentes descansos cortos.
- Dar instrucciones precisas en un formato comprensible.

Esto permite que la información y el material fluyan hacia el almacenamiento inicial de cada estación transfiriéndose al objeto de procesamiento donde se transforman por medio de energía y memoria.

1.2.10.1. Método de exposición (*Lay out*)

Corresponde a la distribución física de los elementos dentro del almacén. Debe considerarse el modo más eficiente para el recorrido y manejo de materiales. De esta forma se aconseja una zona específica para cada tipo de material dependiendo del mismo. Este método toma en cuenta las demás áreas de trabajo de la empresa. Su combinación con el método ABC propone una disposición más eficiente de los materiales. La figura 4 muestra un ejemplo de un *lay out* en un almacén similar al que se presenta en el estudio

Figura 4. Ejemplo de una disposición *Lay out*



Fuente: http://descuadrando.com/Estrategia_de_layout, (Consulta: 15 de diciembre 2015).

1.2.11. Clasificación de materiales

El objetivo es dar un panorama de la composición del inventario para mantenimiento con el fin de administrar y controlar sus existencias y modos de abastecimiento. Se crean con un código denominado HAC y un ítem para concentrar su historial técnico y de costos, desde su compra e instalación inicial y ligarlos a los equipos, luego la dinámica de uso tiene lotes nuevos, reparados, recuperados y de consignación, los artículos del almacén se valoran con valor promedio o histórico MxP , esto indica que el valor de entrada se promedia con los materiales iguales existentes en almacén, luego se reevalúan, multiplicando el valor de entrada al almacén por la inflación de cada mes durante toda la estancia del material en inventario.

1.2.11.1. Teoría 80 – 20

Propone un índice de análisis y ordenamiento adecuado para la clasificación ABC de los materiales, siendo muy aconsejable tratar de cumplirla en todo almacén. Indica que el 80 % del costo total del almacén de materiales se encuentra representado en el 20 % de todos los materiales⁸ y en caso no se cumpla esta clasificación deberá realizarse una revisión de la clasificación ABC para todo el almacén.

1.2.11.2. Commodities

Son las mercancías que no sufren cambio en su estado inicial, luego del proceso de producción, como, un cojinete que entra y se despacha de almacén, al fin de su vida útil, se le denominará como cojinete, aunque no sea funcional.

1.3. Optimización de materiales⁹

Una alternativa muy beneficiosa para el control de inventario es la ABC. En este caso, *A* representa los materiales o repuestos denominados como gigantes, los cuales contendrán el 20 % del total en el almacén, pero casi el 80 % del valor del inventario. Los artículos *C* representan tal vez el 60 % de los artículos, pero con un valor muy pequeño, tal vez el 1 % del inventario, mientras que *B* serán el resto de materiales. La tecnología de grupo, implica que existirá un rápido crecimiento de grupos y familias de productos (por falta de estandarización), esto disminuye el tamaño del lote promedio porque el costo

⁸ ROBBINS, Stephen P. y COULTER, Mary. *Administración*. 5ta. Ed. Edo. De México. Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A., 1996. 765 p.

⁹ KONZ, Stephan, *Manual de distribución en plantas industriales*. México, D.F.: Grupo Noriega editores, 1992. 402 p.

de preparar puede superar el costo de corrida. El propósito, entonces, es reducir la variedad, es decir, realizar estandarización.

1.3.1. Catalogación y clasificación de inventario

Tiene como objetivo la generación de una metodología de planeación y detección de necesidades de partes de repuesto, la estrategia de abastecimiento y reposición de materiales, así como la logística de entrada y recepción.

1.3.2. Identificación

El reconocimiento eficaz de los materiales a través de su recorrido en toda la planta de producción, necesita de una metodología de identificación que permita describir todas sus características esenciales e inherentes a la planta de producción, proveedores, costos, entre otros, esta metodología favorecerá los procesos de recepción, traslado, transformación, despacho y costos.

1.3.3. Normalización

Este término reconoce la equiparación de formas de reconocimiento para códigos de materiales, buscando un sistema que resuman en pocos dígitos de espacio las características específicas de los materiales y ubicarlos en grupos de especialidades.

1.3.4. Estandarización

El conjunto de datos completo de materiales y repuestos puede llevar consigo grandes cantidades. En el proceso de ingreso, asignación y

delimitación de características pueden producirse valores poco referentes a cada elemento. Esto debido a errores humanos o fortuitos. El proceso de estandarización implica la limpieza de datos y referencias poco coherentes con la realidad de sus especificaciones, es por ello aconsejable el proceso de limpieza y estandarización de datos.

1.3.5. Base de datos

En el ámbito de la computación, base de datos se conoce como un archivo que contiene un conjunto de registros con información de datos estructurados hacia controles específicos de una actividad. Para este caso las bases de datos reemplazan a tarjetas de control de los datos de materiales en el almacén de materiales y repuestos, incluyendo dentro de su estructura datos para nombre del material, código, proveedor, aspectos de seguridad, inspección, entre otros¹⁰.

1.3.5.1. Ítem

Se reconoce por este término al conjunto de datos dinámicos que identifican un producto, como fecha y lugar de fabricación, fecha de vencimiento, longitud, grosor, entre otros, se propone como un sistema de identificación y seguimiento de los artículos en tiempo real.

1.3.5.2. Código

El sistema de clasificación de la maquinaria y equipo de la empresa utiliza una nomenclatura específica para cada material o equipo dependiendo de su

¹⁰ SIMPSON, Alan. *Cómo usar dBase III plus*. 1ra. Edición. México D.F.: Macrobit – Alfaomega. 1989. 540 p.

naturaleza. Para cada naturaleza se crea un código fuente y éste se subdivide por la especificidad que corresponda.

1.3.5.3. Maestro de materiales

Se conoce de esta forma al conjunto de datos relacionado con la información de los materiales y repuestos que conforman el almacén. En el maestro de materiales se encuentra la información individual de cada elemento, características especiales, código, proveedor, entre otros, toda esta contenida en un ítem de datos.

Su importancia radica especialmente en la prevención de situaciones anómalas en el proceso de compras y en el manejo de inventarios.

1.3.5.3.1. Elementos

El maestro de materiales corresponde a la gran base de datos de materiales, equipos o refacciones que se encuentran dentro. El trabajo de agrupación por familias optimiza en gran medida el flujo de materiales. De esta forma las refacciones se reconocen así: blindaje para molinos, lubricantes, sellantes, cojinetes, elementos de apoyo, tornillería y tuercas, elementos de unión, metales, cables y alambre, no metales, elementos accionamiento, válvulas, materiales eléctricos, materiales electrónicos, partes mecánicas, bombas, motores, ventiladores y partes especiales por equipo.

- Identificación

Generalmente referido a un código alfanumérico determinado por la empresa para denominar de una manera específica cada uno de los materiales susceptible a compra o almacenaje. También se conoce como código de ítem.

- Ubicación

Determina la localización eficaz de los elementos que conforman el almacén de materiales y repuestos. Generalmente es otro tipo de código específico a localización. Ejemplo de código de ubicación: B – 10 – P04: Almacén B, corredor 10, estante P, casillero 04.

- Clasificación

Significa la asignación de los elementos de almacén a grupos que reúnen características similares. Existen diversas formas de clasificación a nivel mundial, de forma que plantas de producción de mismos productos pueden obtener mismos códigos de clasificación. Generalmente se provee clasificación a tres niveles: primer nivel denominado categoría, segundo nivel denominado familia del material, tercer nivel dividido en clases.

- Descripción

Para reconocer eficazmente el material o repuesto en un campo descriptivo de la base de datos, es necesario que la descripción sea clara, completa y concisa, tomando en cuenta las especificaciones que lo caracterizan para no equivocar procesos de compra o despacho.

- Jerarquía

La clasificación jerárquica de los materiales permitirá flexibilidad y simpleza en relación a otros estándares con sólidas características técnicas.

Por ejemplo, la clasificación de un anillo en almacén podría ser:

- Sistema de numeración de pieza (código): 4401- 0040.
- Descripción: anillo.
- Área productiva a la que pertenece: cuarto de herramientas.
- Almacén y ubicación donde se encuentra físicamente: 2 – C – 11.
- Stock total: 13.
- Unidad de medida: m.
- Última entrada del repuesto: 2/nov/07.
- Última salida del repuesto: 29/sep/09.
- Último consumo del repuesto: 29/sep/09.
- Años sin movimiento del repuesto: 3.72.

- Categoría

De la manera más general posible según código Cedro, pueden catalogarse como: consumibles, estratégicos, desgaste, reemplazo, obsoletos.

- Clase

Representa un nivel para clasificación que agrupa a los materiales según sus características o necesidades a cubrir específicas en la empresa. Ejemplo: llantas, clase: materiales de desgaste y consumo.

1.3.6. Catalogación de materiales

Un sistema de análisis de materiales y repuestos delimitará código, especificaciones, descripción, datos técnicos, localización, calidad, entre otros, siendo fácilmente identificables, optimizando la eficacia en la producción.

1.3.6.1. Beneficios

Los beneficios del sistema de estandarización son los siguientes:

- Delimita las especificaciones del material.
- Proporciona información detallada y eficiente.
- Muestra atributos cuantitativos y cualitativos.
- Medibles e identificables entre proveedores y fabricantes.
- Provee descripciones estándar para familias y clases de materiales.
- Facilita el proceso de compra.
- Reduce la duplicidad de ítems.

1.3.7. Generación maestro de materiales

Al crear el sistema de catalogación se procede a la elaboración del maestro de materiales, con la estructura delimitada en la estandarización.

1.3.8. Revisión y depuración

Este proceso denominado limpieza, identificará y depurará ítems duplicados, donde las descripciones u otras secciones del código pueden presentar duplicidad, implantándose el proceso de estandarización de ítems.

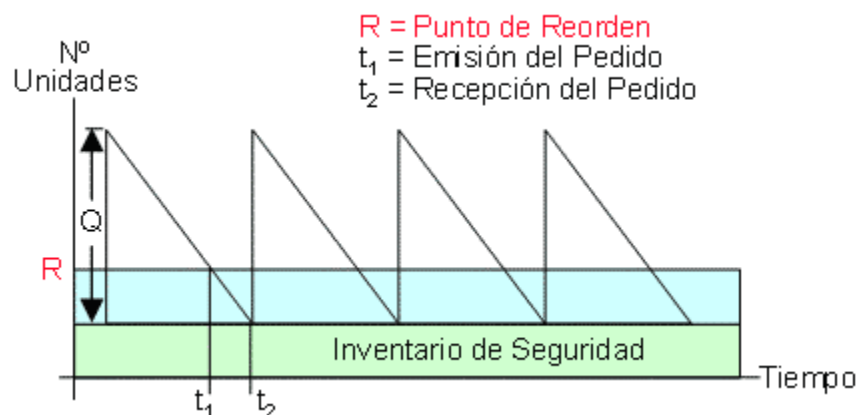
1.3.9. Manejo de inventario

Mantener al mínimo los costos de inventario, producto siempre en *stock*, efectivo servicio al cliente, fluido movimiento interno y externo de materiales, entre otros, son algunos de los objetivos de diseñar un sistema de reorden, lo cual producirá un sistema de punto fijo, indicando el momento en que el inventario necesita aprovisionarse, al llegar a cierto nivel permisible de espera para el ingreso de materiales a almacén.

1.3.9.1. Parámetros

Los parámetros más importantes para realizar eficiente el manejo del inventario son: stock de seguridad, *stock* máximo y mínimo, nivel de reorden, orden de pedido.

Figura 5. Ciclo de inventario con nivel de seguridad



Fuente: <http://inventariosypuntosdereorden.blogspot.com/p/puntos-de-reord.html> (Consulta: 20 de diciembre 2015).

La figura 5 muestra el punto t_1 donde se realiza el pedido para mantener siempre el *stock* con inventario de seguridad para evitar faltantes.

1.4. Tipos de activos en almacén

El almacén se encuentra lleno de activos con Identificación especial que delimite su finalidad, lo cual describirá aquellos costos impositivos que por su naturaleza como inversiones representan costos que añadirán valor a un activo existente para mantenimiento. Como ejemplo de lo anterior veamos la compra de una fotocopidora, el cual es un costo para el funcionamiento de un negocio, será un costo de inversión, mientras que la compra de papel, mantenimiento, energía eléctrica y tóner representan costos continuos definidos de otra manera. Por todo lo anterior la compra de fotocopidora será un activo capex, mientras que los costos continuos serán activos opex.

1.4.1. Activos capex

Según la literatura el activo capex es adquirido para dar mayor valor a un activo ya existente. Sus siglas derivan de *capital expenditures*. En el ámbito empresarial el activo capex es denominado como imputado a un departamento específico y en su recepción a almacén no se ingresa al sistema como repuesto nuevo adquirido, únicamente aumentará el valor de un activo general, su negociación se realiza directamente con gerencia. Puede traducirse como inversiones de capital¹¹.

¹¹ <http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-opex.html>, (Consulta: 20 de diciembre 2015).

1.4.2. Activos opex

Derivado de *operating expense* en el idioma inglés, son costos permanentes para el funcionamiento de sistemas, negocios o productos. Su traducción más correcta sería gasto de funcionamiento o gastos operacionales.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Tipo de control de inventarios utilizado en la empresa

En el almacén se aplica el sistema ABC para clasificación. Por motivos de análisis y especificación se describe el método como ABCD, dando a entender que los materiales D tendrán una especificación diferente a los ABC.

2.1.1. Aplicación del sistema ABCD

Este sistema es apropiado para los aproximadamente 25 000 materiales de la empresa. Para denominar a cada material como A, B, C o D, se toman en cuenta las siguientes especificaciones:

Tabla II. **Clasificación de materiales**

Clasificación	Costo	Repuesto	Rotación
A	Alto	Alto crítico	Alta.
B	Medio	Medio crítico	Media
C	Bajo	Bajo crítico	Bajo
D	Bajo	Bajo	No se mueven

Fuente: Planta San Miguel, Almacén de materiales y repuestos, diciembre 2015.

Se observa que, si algún producto tuvo alta rotación, entonces será denominado como A. La finalidad de esta clasificación es tomar en cuenta tanto el costo de compra como costos de mantenimiento. Por ejemplo, para el rodo del horno, su recepción se realiza contra pedido y su tiempo de entrega es un

año, siendo un producto de baja rotación, pero es crítico en su función y su precio es alto, su clasificación es A, aunque tenga baja rotación, pues si se descuida el precio alto, entonces se descuidará el mantenimiento.

2.1.2. Análisis de la teoría 80 – 20 en posicionamiento de datos

Esta teoría indica que el 80 % del costo del inventario se encuentra entre el 20 % de los productos con mayor valor. En primer lugar deberá realizarse la clasificación ABCD de todos los materiales, luego de eso, a partir de la base de datos del maestro de materiales, delimitar el conteo de cada clasificación y obtener porcentajes. En caso de no cumplir con la teoría 80 – 20, indica que debe realizarse una nueva clasificación de materiales y algunos materiales críticos han de estar descuidándose para su mantenimiento.

Tabla III. Ejemplo de clasificación CEDRO de materiales

MxP (1000)	C	E	D	R	O	Sin Cod.	Total Dic. 13	Total Dic. 14	Total Dic. 15
AC	351	5 016	460	4 157	27	1	10 112	7 951	12 653
AP	136	3 840	1 099	13 134	203	0	18 412	15 396	22 635
MP	8	2 437	570	8 829	0	0	11 463	10 275	14 312
OZ	4	1 828	2 879	13 214	140	0	18 228	17 436	21 482
RA	1 777	4 731	1 553	14 195	0	85	22 654	27 836	28 933
TC	1 078	3 208	445	9 996	24	2	13 953	14 231	16 170
Total	3 352	2 1060	7 006	63 525	394	88	94 822	93 125	116 185
%	3,5 %	22,2 %	7,4 %	67 %	0,41 %	0,09 %	100 %		

Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Los datos MxP indican el valor promedio histórico. El valor de entrada se promedia con los materiales iguales existentes en almacén. Y los datos AC, AP, MP, OZ, RA, TC representan códigos PNS con el fin de clasificar a los

materiales en una misma categoría, al mismo tiempo, los datos C, E, D, R, O representan la clasificación de materiales por su rotación.

Los conteos y porcentajes indican que el 67 % de los materiales son de reemplazo, mientras que 22,2 % son estratégicos. La teoría 80 – 20 indica que, para este caso, debe hacerse un reajuste y reclasificación de código Cedro en el almacén de materiales y repuestos.

2.2. Herramientas de conteo para productos en almacén

En el almacén se realiza un registro continuo de las existencias, debido al gran número de refacciones que se manejan y a la cantidad de transacciones que se realizan diariamente. El registro de existencia se realiza en el sistema SAP en el archivo maestro de materiales, el cual suministra una base confiable para las decisiones de la jefatura de almacén con el aprovisionamiento, disposición de sobrantes y otras acciones. Los datos facilitados incluyen información sobre necesidades, pedidos, entradas, salidas transferencia y ajustes. Se realiza inspección física diaria de todos los materiales, con el fin de comprobar su existencia y estado. Para esto es necesario contar con una cantidad diaria de conteo y los materiales específicos que se inspeccionarán, es de tomar en cuenta que no todos los materiales requieren del mismo tiempo de conteo. Este proceso de cálculo para el número de inspecciones es realizado por el sistema SAP y será analizado completamente en el capítulo 5.

2.2.1. Método cíclico de inspección

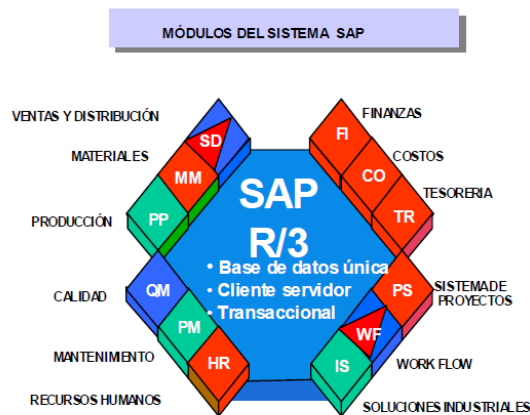
La estandarización y normalización de ítems requiere de un proceso de inspección que llevará un período de tiempo igual o mayor a un año, dada la cantidad de productos. Esta será parte de la labor diaria de los 10 almacenistas,

quienes enviarán su informe a los 2 administradores de MRP para ingreso de datos en sistema SAP. Su actualización será revisada por el supervisor de operaciones (con el fin de revisión de forma correcta para los ítems) quien enviará informe al jefe de almacén. El proceso de conteo e inspección se denomina cíclico, debido a que su periodicidad será diaria.

2.2.2. Sistema de software

Se mencionó anteriormente que el sistema SAP es el utilizado para procesos de trabajo en el almacén. Este sistema comprende las siguientes aplicaciones mostradas en la figura 6.

Figura 6. Aplicaciones del sistema SAP



Fuente: <http://www.mundosap.com/foro/showthread.php?t=281>. (consulta 10-10-2015).

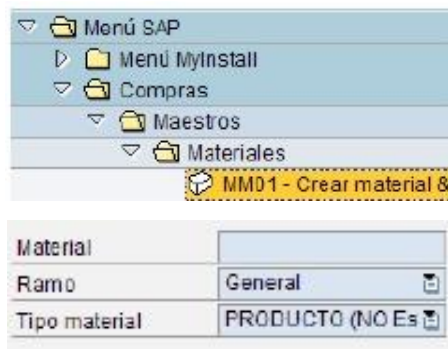
Las aplicaciones específicas son: finanzas, costos, tesorería, sistemas de proyectos, *work flow*, soluciones industriales, recursos humanos, mantenimiento, calidad, producción, materiales, ventas y distribución. Cada una

de estas aplicaciones contiene su propio proceso de trabajo en el sistema SAP, aunque se encuentran menús de acceso que conllevan a todas las aplicaciones.

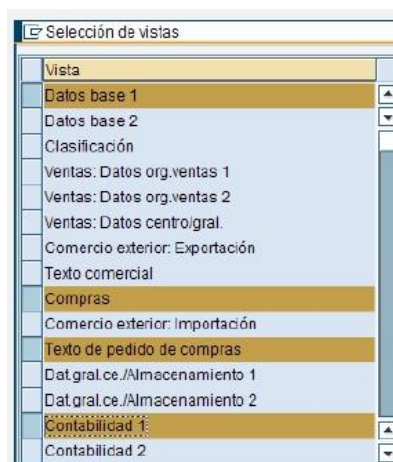
2.2.3. Creación de artículo en base de datos

La transacción para crear artículo en SAP se denomina como MM01, los pasos necesarios son los mostrados en la figura 7.

Figura 7. **Secuencia de submenús en SAP para transacción MM01**



Ingresar el código del material según especificaciones del código PNS y luego pasar a la selección de vistas. Seleccionar las siguientes:



Continuación de la figura 7.

Luego de seleccionar las vistas, ingresar el centro de costo.

Niveles de organización de centro	
	Niveles de organización de centro

Entradas posibles Centros				
	Aduar	Centro	Nombre 1	
		ABA	Abantia	GRUPO
		ACL	Abantia	CLIMA
		ACS	Abantia	CSC
		ACT	Abantia	CONTRATAS
		AEM	Abantia	MEDIO AMBIENTE
		AFG	Abantia	FLUIDOS

El valor a escoger es ACS. ABANTIA CSC, podemos escribirlo directamente

Fuente: <http://es.slideshare.net/ricardopabloasensio/manual-sap-compras>. (Consulta 15 – 12 – 2015).

Presionar INTRO dos veces y seleccionar la base de datos, mostrará el menú de creación de código:

Figura 8. Características agregadas al crear materiales

Código	Descripción

Campo obligatorio

Grupo de artículos

Familia de artículo

Fuente: <http://es.slideshare.net/ricardopabloasensio/manual-sap-compras>. (Consulta 15 – 12 – 2015).

2.2.4. Tipos de lotes de los ítems

Las refacciones y materiales registrados, por la dinámica de uso tienen lotes nuevos, reparados, recuperados y de consignación.

- Nuevos: materiales que no han sido usados desde su compra.
- Reparados: desgastados o descompuestos y luego de reparados se devuelven al almacén. Ejemplo: motores reductores, compresores.
- Recuperados: sobrantes de proyecto o excedentes de inventario registrados en almacén para mantener control y no duplicar compras.
- Consignación: tienen unidades, pero el valor surte efecto hasta que se consumen con cargo a una orden de mantenimiento.

2.2.5. Existencia de diferentes lotes de un mismo ítem

Han podido observarse ítems duplicados con diferente número de material. Por ejemplo, la tabla IV muestra una parte de la base de datos.

Tabla IV. **Muestra seleccionada del maestro de materiales**

Ce.	Material	Texto breve de material	Total	Nuevos	Reparados	Histórico	Revaluado	Recuperados	Ic
CPOZ	101695	MOTOR 3F 150HP440VCA 1800R	5	1	4	45 895,72	60 500,00	0	R
CPOZ	123283	MOTOR REDUCTOR D-7300	1	0	1	7 502,00	409,62	0	R
CPOZ	11670	MOTOR 4KW 220VCD 3000RPM	3	0	1	1 446,00	0	2	R
CPOZ	11752	MOTOR 670 KW 200VCD 175 RPM	1	0	1	4 950,00	0	0	R
CPOZ	11763	MOTOR 3F 50 HP 440VCA 1800RP	1	0	1	6 832,36	0	0	R
CPOZ	22475	MOTOR SF 40HP 440VCA 1800RP	3	0	3	8 400,00	0	0	R
CPOZ	28290	MOTOR 3F 40 HP 440VCA 1800RP	4	0	3	7 064,38	0	1	R
CPOZ	32478	MOTOR 3F 200HP 440VCA 1800R	3	0	3	64 282,32	0	0	R
CPOZ	40116	MOTOR 3F 100HP 440VCA 1800R	4	0	3	16 830,31	0	1	R
CPOZ	68322	MOTOR 3F 75HP 440VCA 1800RP	6	0	2	11 294,32	0	0	R
CPOZ	68585	MOTOR 3F 125HP 440VCA 1800R	5	0	4	40 320,42	0	1	R
CPOZ	82653	MOTOR 3F 100HP 440VCA 1800R	2	0	2	29 288,78	0	4	R
CPOZ	84600	MOTOR 3F 25HP 440VCA 3600RP	2	0	2	4 896,00	0	1	R
CPOZ	117383	MOTOR 3F 328HP 1800RPM 4000	1	0	1	131 893,7	0	0	E
CPOZ	117597	MOTOR 3F 800HP 4000VCA 1186	1	0	1	39 571,93	0	0	E
CPOZ	118131	MOTOR 1850KW 4000VCA 1190R	2	0	2	180 880,8	0	0	E
CPOZ	123211	MOTOR 3F 250HP 440VCA 3600R	1	0	1	15 641,47	0	0	E
CPOZ	123212	MOTOR 3F 200HP 440VCA 3600R	1	0	1	35 417,14	0	0	E

Continuación de la tabla IV.

CPOZ	123428	MOTOR 16.5KW 440VCD 20000R	2	0	1	13 500,00	0	1	R
CPOZ	123831	MOTOR 3F 30 HP440VCA 1200R	1	0	1	5 998,00	0	0	R
CPOZ	123954	MOTOR 3F 100HP 440VCA 1800R	2	0	1	5 173,00	0	1	R
CPOZ	131179	MOTOR 3F 5HP 440VCA 1800RP	4	0	1	3 095,50	0	3	R
CPOZ	148957	MOTOR 3F 500HP 440VCA 1800R	1	0	1	50 593,57	0	0	R
CPOZ	149700	MOTOR 3F 200HP 460V 1800RP	2	0	2	14 094, 75	0	0	R
CPOZ	155261	MOTOR 3F 150HP 440VCA 3600R	1	0	1	11 473,93	0	0	R

Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La tabla IV muestra igual descripción en el texto breve del material como: motor 3F 40HP 440VCA 1800 RPM, y números de materiales 22475 y 28290, existencias 1 y 3, ignorándose si son los mismos equipos y comprobándose la duplicidad.

2.2.6. Proceso de valoración de artículos almacenados

Los artículos en almacén se valoran así.

- Valor promedio o histórico MxP: el valor de entrada se promedia con los materiales iguales existentes en almacén.
- Valor revaluado MxP: el valor de entrada al almacén se multiplica por inflación mensual durante toda la estancia del material en inventario.
- Valor en *local currency*: son MxP a valor del pedido/compra y no se revalúa. Son cargos al costo de producción por consumo de materiales.

2.2.7. Procesos antes de realización de compras

Las compras requieren un proceso de análisis ante de la misma. A fin de evitar inventarios inflados, falta de activos y liquidez, exceso en presupuesto, entre otros. Para esto se propone:

- Realizar estrategia correctiva de inventarios:
- Determinar cuáles refacciones requieren los equipos y sus conjuntos.
- Determinar cuáles refacciones faltan de crear en almacén.
- Identificar físicamente los obsoletos y excedentes.
- Cotizar formalmente los ítems más caros, incluyendo los obsoletos.
- Modificar valor revaluado de ítems más caros con base en cotizaciones.
- Negociar ítems excedentes y obsoletos con proveedores para:
- Que los reciban a cuenta de requerimientos actuales.
- Que los promuevan entre sus clientes.
- Diseñar una campaña rentable para deshacernos de los obsoletos.
- Estrategia preventiva de inventarios.
- Mantener un inventario actualizado de los equipos y sus conjuntos.
- Planear las compras con base en tendencias de inspección predictiva – preventiva.
- Sólo comprar hasta después de verificar las existencias del grupo similares.
- Consumir excedentes y obsoletos para proyectos.
- Crear los ítems en almacén y determinarlos previo a la compra.
- Siempre que se pueda, estandarizar las refacciones y componentes entre plantas.
- Negociar que los proveedores mantengan stock de seguridad en su almacén.

2.2.8. Tipos de artículos en SAP – MM

Según su naturaleza para el sistema SAP – MM, los materiales del almacén se agrupan en varios tipos. Véase tabla V.

Tabla V. **Denominación de tipo de materiales sistema SAP**

Tipo de material	Denominación tipo de material
ZAFC	Activo fijo crítico
ZAFE	Activo fijo estratégico
ZALT	Materiales alternos
ZEMB	Material de embalaje
ZHTA	Herramienta
ZMAL	Alternos Ecoltec
ZMCO	Material de consumo
ZMFC	Material flujo continuo
ZMGR	Materiales del grupo
ZMPR	Materia prima y combustibles
ZMQM	Gestión de calidad
ZMUL	Multiproductos
ZNPF	Número parte fabricante
ZRMT	Repuestos de mantenimiento

Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Se recomienda consultar los materiales utilizando manuales.

2.2.9. Grupos de artículos

El maestro de materiales divide sus artículos de la siguiente forma:

- 01: materias primas, productos terminados y semiterminados.
- 02: Energía, combustibles y gases.
- 03: Refacciones de mantenimiento.
- 04: materiales consumibles y partes de desgaste.
- 05: consumibles administrativos y otros.
- 06: servicios.
- 07: material de embalaje.
- 08: equipo de planta e infraestructura.

2.3. Exactitud en el inventario

Significa que las existencias físicas en el inventario correspondan a la cantidad que muestra el registro del mismo. Para ello se realiza inspección y conteo de los materiales, en consecuencia, el proceso de inspección va de la mano con la exactitud. Una formulación sencilla es la siguiente:

$$\text{Exactitud} = \text{cantidad registrada} / \text{cantidad mostrada} * 100.$$

De esta manera se mostrará un índice de exactitud, por material, por familia o por inventario completo.

2.3.1. Inventario inflado

La cadena de suministro envía materiales a almacén, en caso darse un lento trabajo en la misma, se producirá un excedente de productos los cuales ocuparán espacio y serán costos de almacenaje. A este excedente de productos se le llama inventario inflado. En la empresa se ha observado inventario inflado sobre todo en las instalaciones de nuevos equipos, remanentes que ya no se utilizan y al encontrarse pasan a denominarse obsoletos.

2.3.2. Productos obsoletos

A veces el rediseño de una nueva línea de producción dio por consecuencia que algunos productos no fueron utilizados y se encuentran ocupando espacio físico, el cual limita espacio para materiales utilizados y es gasto de capital que nunca fue utilizado. Estos productos se quedan ocupando el espacio año tras año y no pueden ofrecerse al cliente, o utilizarse en

procesos productivos por lo que se les denomina obsoletos. El almacén presenta esta discontinuidad, calculándose hasta 975 materiales obsoletos.

2.3.3. Productos imputados

Son productos que formarán parte del costo de un departamento determinado de la empresa, denominado centro de costo, los cuales contienen un presupuesto y los productos imputados al centro de costo indican que son directamente cobrados hacia él. Estos productos no pueden devolverse a almacén.

2.3.4. Código repetido en varios productos

Durante los procesos de compra, venta, despacho y producción se han observado códigos duplicados para diferentes productos. La situación se ha observado inclusive en códigos triplicados o cuádruplicados.

2.3.5. Organización del almacén

El almacén se organiza de acuerdo a las necesidades que presenta. Algunos de los procesos que se llevan a cabo son: técnicas de localización, ubicación y despacho de materiales, técnicas de almacenamiento (dependiendo de cada material o familia), gestión de existencias, reglas de pedidos, estructura del modelo de gestión de inventarios y *stocks*, determinación de los modelos de clasificación más adecuados para el inventario. Para el caso en estudio el sistema utilizado es el ABC y los materiales con mayor rotación, o sea los A, se encuentran en las posiciones más cercanas al despacho y almacenamiento, continuando con su distancia para los materiales B y C.

2.3.5.1. *Lay out* y procesos operacionales

La palabra *Lay out* se refiere a la distribución física de materiales y repuestos en el almacén del mismo nombre.

2.3.5.2. Mercancías sin modificación (*commodities*)

Anteriormente se definieron las *commodities* como aquellas mercancías que no sufrieron cambio en el proceso de producción o sufrieron cambios muy leves, recuperables.

2.3.5.2.1. Porcentaje de *commodities* en el almacén

En esta situación puede decirse que aproximadamente el 90 % de los materiales que entran a almacén son *commodities*. Únicamente para este caso, los materiales que sufren modificación directa durante el proceso de producción son los perfiles (aceros, hierros), los cuales son modificados.

3. PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN Y ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS

3.1. Revisión periódica

Debe realizarse una revisión física del estado de los repuestos cuando ingresan a almacén, antes de entrar a almacén y ser registrados deben ser revisados y verificar que existen materiales que serán contados mayores veces debido a tener alta rotación y con ello alto ingreso a recepción de materiales. Actualmente el proceso de revisión periódica es el siguiente: período de revisión total un año, materiales con alta rotación se revisan 12 veces por año, una por mes. Materiales con mediana rotación se revisan 2 veces por año. Materiales con baja rotación se revisan 1 vez por año. Estos valores deberán recalcularse de acuerdo a un nuevo análisis de materiales, su valor en porcentajes para clasificación ABC y relaciones funcionales de cálculo.

3.1.1. Sistema de revisión

Se asigna una cantidad de veces para inspección dependiendo de la rotación del material y su asignación como A, B, C o inclusive D. Esta cantidad de asignaciones pertenece al plan de mantenimiento. Inicia una inspección física que se realiza a los materiales en su ingreso. El mantenimiento a la base de datos es determinante y se realiza por áreas de trabajo, por ejemplo área de clínker, cemento, despacho, taller mecánico o calera, de éstos se revisa la rotación de los materiales en la base de datos, se determina su rotación y se envía éste dato a los jefes de área quienes después de 5 años, si no ha habido rotación del material, deciden si se determinan como obsoletos.

Este proceso incluye la inspección que los departamentos realizan a los materiales, por ejemplo, mantenimiento realiza inspección donde determina si es necesario engrasar un material o limpiarlo con antioxidantes.

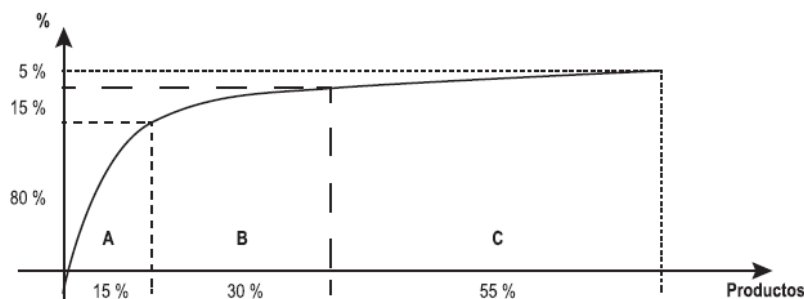
3.1.1.1. Sistema cíclico

Determinar el índice de rotación y valor de costo en los materiales son datos claves para su clasificación. Un material se inspecciona una vez al mes si su índice de rotación es alto y tiene alto costo. Con este proceso, cada fin de año o de período, el sistema SAP determina la clasificación A, B, C dada su rotación, aunque algunos se planifican para cambio de clasificación. Actualmente se cuentan aproximadamente 400 materiales por semana.

3.2. Análisis de materiales

La clasificación de materiales se le denomina por equipos, como equipos de maquinaria pesada y repuestos para hornos, para molinos de cemento, de harina cruda, entre otros. El sistema programa trabajo para mantenimiento. La figura 9 muestra el porcentaje de materiales, según su clasificación.

Figura 9. **Representación gráfica de la clasificación ABC**



Fuente: <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abc.pdf> [Consulta: 20 – 12 – 2015].

La figura 9 presenta la clásica gráfica de clasificación ABC de los materiales donde se observa que para la clasificación A aproximadamente el 15 % de los productos contiene al 80 % del costo del inventario. Para los productos B, el 30 % de los productos corresponderá al 15 % del costo y para los productos C el 55 % de los productos corresponderá al 5 % restante del costo.

3.2.1. Rotación del inventario

La revisión periódica de los materiales dispone como objetivo que en un año pueda realizarse el conteo e inspección física y en base de datos de los materiales. Para tal efecto actualmente se cuentan aproximadamente 400 materiales por semana. De esta forma se dice que se le da vuelta al inventario cada año. Debe tomarse en cuenta que al 80 % de los materiales se denominan de recambio, los demás se denominan como transformados.

3.2.1.1. Índice de rotación por costo de material

La obtención de este instrumento de cálculo se realiza comparando la inversión realizadas por mes y la producción obtenida. Esta producción también se valora en forma monetaria, comparando la inversión monetaria realizada entre la producción obtenida, determinándose cuánta inversión monetaria se ha realizado por cada unidad patrón de medida del material. Por ejemplo, obsérvese la comparación entre dinero invertido y toneladas producidas entre diferentes plantas de producción. Para efectos de ejemplo, recuérdese que las abreviaturas AC, AP, MP, OZ, RA y TC representan códigos PNS con el fin de clasificar a los materiales en una misma categoría.

La formulación es: $R = \text{inversión realizada} / \text{producción obtenida}$.

Tabla VI. **Índice de rotación por costo de material producido**

USD x 1000	\$ Inversión Dic.14	\$ Inversión Dic.15	Tons. Producidas a Dic.15	USD Inversión/Ton Prod. Dic.15
AC	1,249	1,244	379	3.3
AP	2,663	2,756	1,626	1.7
MP	1,432	1,700	935	1.8
OZ	3,029	2,980	1,299	2.3
RA	2,951	2,750	1,532	1.8
TC	2,477	2,352	1,944	1.2
TOTAL	13,801	13,782	7,442	1.9

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de almacén. Octubre 2015.

De esta forma según el ejemplo se observa que el material clasificado AC es en el cual se está invirtiendo mayor cantidad de dinero por cada tonelada producida.

3.2.1.1.1. Índice de rotación por tipo de material

Se determina a partir del material específico, por ejemplo, ladrillos y pastas refractarias, los cuales tienen también alto valor, se determina su utilización dada la consulta al usuario. El objetivo es determinar cuáles tipos de materiales tienen poca rotación en el inventario y va unido a la política de evitar altos inventarios.

3.3. Estadísticas de entrada y salida de materiales

El propósito del monitoreo del valor del inventario es el cambio total de materiales en el sistema, esto puede realizarse semanal o mensualmente, dependiendo de las necesidades y se denomina análisis del valor del inventario.

La tabla VII muestra estadísticas en entrada y salida de materiales.

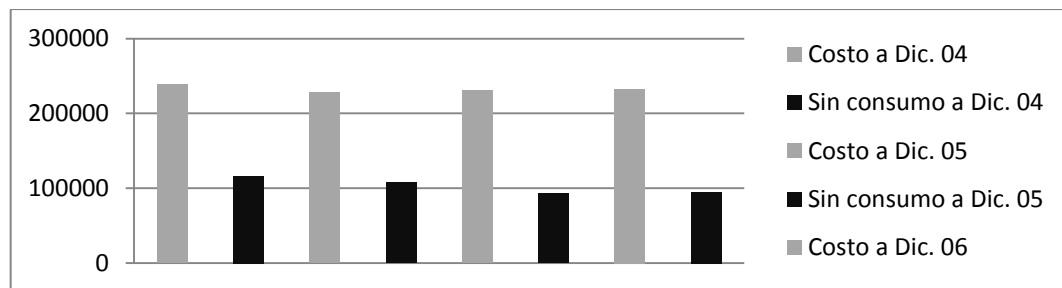
Tabla VII. **Movimiento de materiales por costo anual**

Mx px 1000	\$ Real Dic. 03	\$ Real Dic. 04	Sin consumo a dic 04	\$ real Dic 05	Sin consumo a Dic 05	\$ real Dic. 06	Sin consumo a Dic. 06	\$ real jun 07.	\$ sin consumo a jun 07
AC	25 155	25 322	12 653	22 553	12 061	19 689	7 951	20 605	10 112
AP	48 659	47 592	22 635	46 109	19 645	45 828	15 396	51 032	18 412
MP	27 066	22 543	14 312	25 186	14 522	23 346	10 275	25 615	11 463
OZ	44 194	50 921	21 482	45 475	18 973	42 822	17 436	45 789	18 228
RA	48 855	51 552	28 933	53 079	28 254	52 739	27 836	49 043	22 654
TC	45 270	40 085	16 170	36 153	14 722	45 759	14 231	40 662	13 953
Total	239 210	238 014	116 185	228 555	108 166	230 193	93 125	232 755	94 822

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de almacén. Octubre 2015.

Las estadísticas monitorean el valor del inventario y cantidad de materiales, este análisis se realiza semanalmente y se le denomina AVI.

Figura 10. **Análisis comparativo entre materiales y costos**



Fuente: Planta San Miguel. Departamento de almacén. Octubre 2015.

La figura 10 muestra una gráfica ejemplo que incluye cantidad de materiales y su costo total. El análisis de esta gráfica visualiza fácilmente los años en los que los materiales sin consumo han logrado reducirse, optimizando con ello el inventario.

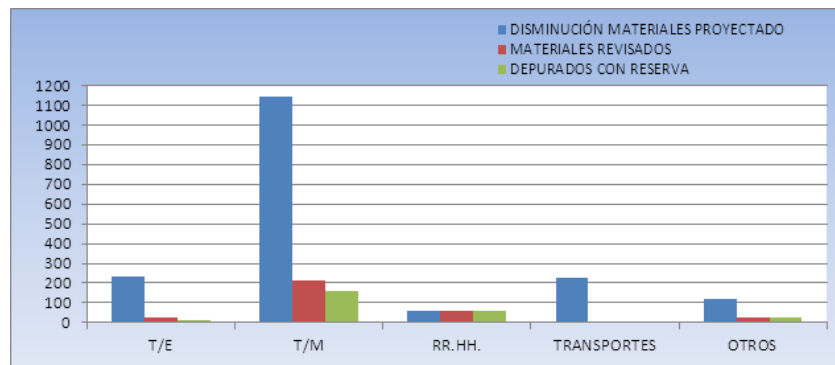
3.3.1. Análisis de materiales

Este proceso se basa en la reducción de obsolescencia e identificar físicamente obsoletos como aquellos excedentes para así, de ser posible, consumir los excedentes y focalizar los obsoletos hacia algún proyecto.

3.3.1.1. Materiales obsoletos

La rotación de los materiales denotará aquellos que han estado sin movimiento hasta por 5 años para así declararlos obsoletos, proceso que requiere control y experiencia en el manejo de materiales e inspección física ya que algunos pueden ser estratégicos y no obsoletos.

Figura 11. **Resultados de análisis de materiales, revisión y depuración, con base en centros de costo**



Fuente: Planta San Miguel. Departamento de almacén. Octubre 2015.

La figura 11 muestra la cantidad de materiales que se proyecta reducir o depurar, los revisados y por último los depurados, todos en diferentes departamentos de la planta de producción.

3.3.1.2. Materiales de nuevo ingreso

Al momento de ingresar a almacén un material nuevo se procede a realizar una revisión física del material, cantidad de ingreso, comprobar su estado físico y su etiquetado, para luego realizar la ubicación correcta pues si por ejemplo es un material específico como un químico o un gas se procede a verificar sus MSDS que son sus hojas de seguridad para luego colocarlo en jaulas fuera del alcance de cualquier persona ajena al uso del material.

3.3.1.2.1. Creación de código

Se aplica la nomenclatura PNS debe incluirse el número de parte del sistema, de acuerdo al tipo de material, así se crea su código. Este es un código de 8 dígitos que luego incluye la descripción del material. La estructura de creación de código se realiza por las denominadas vistas, que son visualizaciones de pantalla en el funcionamiento del sistema SAP. Cada vista funciona específicamente para cada departamento. Deben completarse los campos necesarios y automáticamente asigna código, utilizando la nomenclatura correspondiente. Deben ingresarse 4 dígitos que son relativos a la nomenclatura interna y los otros 4 dígitos son agregados por el sistema.

Los 4 dígitos que corresponden inicialmente al ingreso por parte del usuario para la creación de material corresponden específicamente a la descripción del mismo y son agrupados en 16 familias.

Figura 12. **Clasificación PNS para materiales**

Clasificación Manual PNS	
Cantidad Tipo material: 16	
Tipo material	
Total	
4400	Blindajes p/Molinos Tub
4700	Lubricantes
5100	Sellantes
5300	Cojinetes
5400	Elementos de Apoyo
5500	Tornillería y Tuercas
5600	Elementos de Unión
5700	Metales, Cables y Alambre
5800	No Metales
6100	Elementos Accionamiento
6200	Válvulas
6300	Materiales Eléctricos
6400	Materiales Electrónicos
6500	Partes Mecánicas
6600	Bombas, Motores, Ventilador
6700	Partes Especiales/Equipo

Fuente: ALDANA LÓPEZ, Luis Argelio. *Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento*, p. 70.

En la figura 12 se encuentra el conjunto universo de materiales que pueden encontrarse en el almacén, así como su respectiva clasificación PNS para el ingreso al sistema SAP.

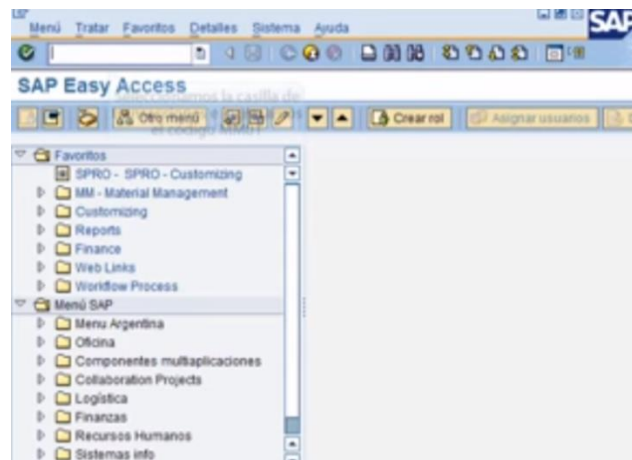
- Creación en sistema SAP – MM

SAP – MM es un módulo especial del sistema SAP que se utiliza para la gestión de materiales. Para la creación de un material nuevo deben realizarse una serie de pasos.

A continuación, se explican y presentan las vistas resultantes de las operaciones necesarias en la creación de materiales.

Se ingresa al sistema SAP y se presenta la pantalla de inicio:

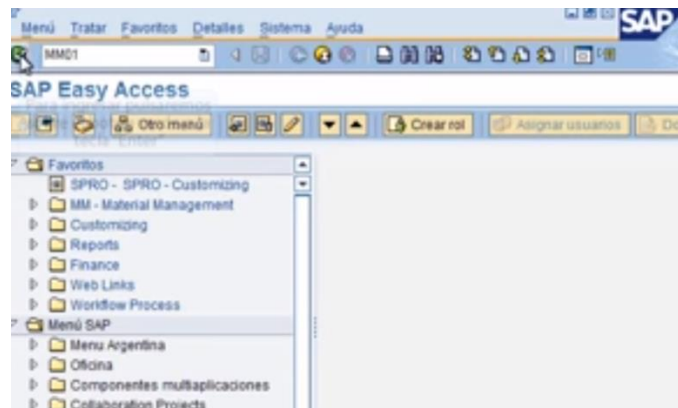
Figura 13. **Pantalla de inicio SAP**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Se selecciona la casilla de transacciones y se ingresa el código MM01, para ingresar se selecciona el botón verde o la tecla enter.

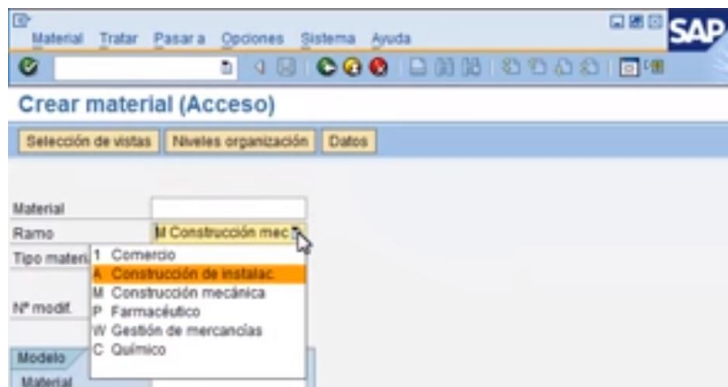
Figura 14. **Ingreso al menú de gestión de materiales**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Se selecciona el campo ramo y se despliega la lista con la flecha de cursor, elegimos el valor deseado de la lista correspondiente

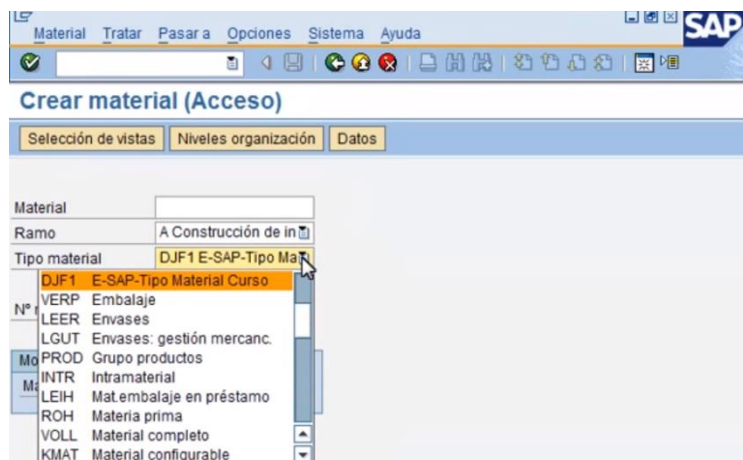
Figura 15. **Campo ramo de operaciones**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Se elige el valor deseado de la lista correspondiente, luego se selecciona el campo tipo de material y se despliega la lista con la flecha

Figura 16. **Selección del tipo de material**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Se elige el tipo de material de la lista presentada

Figura 17. **Ingreso de tipo de material**

The screenshot shows the SAP 'Crear material (Acceso)' interface. The 'Tipo material' field is highlighted, showing a dropdown list with the selected option 'DJF1 E-SAP-Tipo Ma'. The window includes tabs for 'Selección de vistas', 'Niveles organización', and 'Datos'. The left sidebar shows the 'Material' model selected.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Realizar click sobre el botón selección de vistas para ingresar

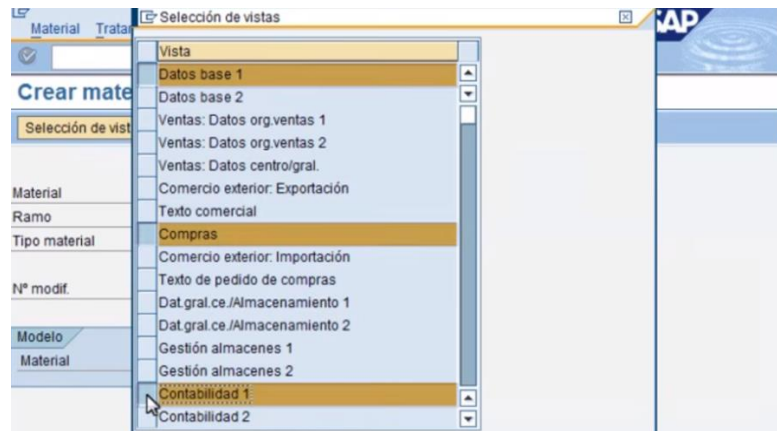
Figura 18. **Selección de vistas**

The screenshot shows the SAP 'Selección de vistas' interface. The 'Vista' list is expanded, showing various view options such as 'Datos base 1', 'Ventas: Datos org.ventas 1', 'Compras', 'Gestión almacenes 1', and 'Contabilidad 1'. The window includes tabs for 'Selección de vistas', 'Niveles organización', and 'Datos'. The left sidebar shows the 'Material' model selected.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Se seleccionan las vistas datos base 1, compras y contabilidad 1, luego seleccionar el botón de aceptar o sea la flecha verde.

Figura 19. Selección de base de datos



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).


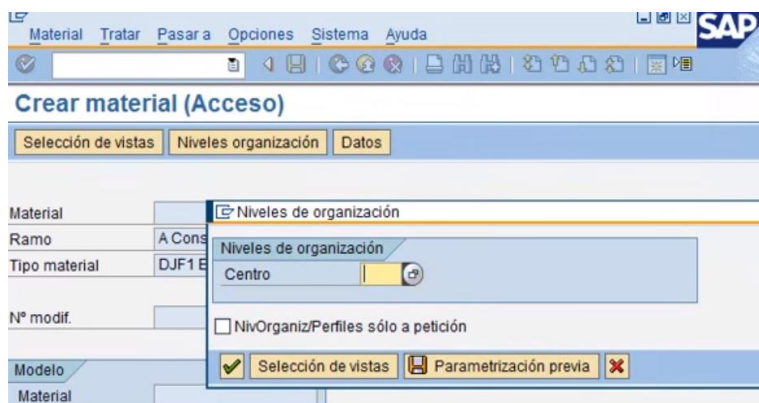
Ingresar los datos del nuevo material mediante seleccionar el campo centro y el botón que se encuentra a la par  Matchcode

Figura 20. Selección de centro de costo



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Se mostrará la lista de centros disponibles, seleccionar el deseado

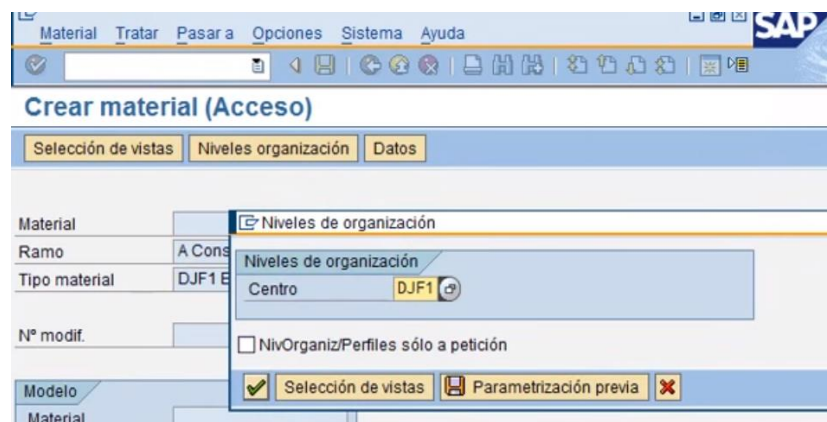
Figura 21. **Lista de centros disponibles**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Realizar click en el botón seleccionar y luego en el botón aceptar presionar la flecha verde

Figura 22. **Aceptación de datos y centro específico**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Figura 23. Ingreso de datos del material en análisis

Material Tratar Pasara a Entorno Sistema Ayuda

Material 0000000000000000105 (E-SAP-Tipo Material Curs...

Datos adicionales Niveles organización Verif.datos imagen

Datos base 1 Datos base 2 Ventas: Org.ventas 1 Ventas: Org.ventas 2

Material 0000000000000000105 Dispositivo
Dispositivo electronico de control

Datos generales

Unidad medida base	<input checked="" type="checkbox"/>	Grupo articulos	<input checked="" type="checkbox"/>
Nºmaterial antiguo		Grupo art. ext.	
Sector		Labor/Oficina	
Esquema contingente		Juqia.productos	
Status mat.todos ce.		Válido de	
		Gr.tp.pos.gral.	NORM Posición normal

Grupo de autoriz. material

Grupo autorizaciones

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

A continuación seleccionar el campo unidad medida base y seleccionar el *matchcode* o la tecla F4.

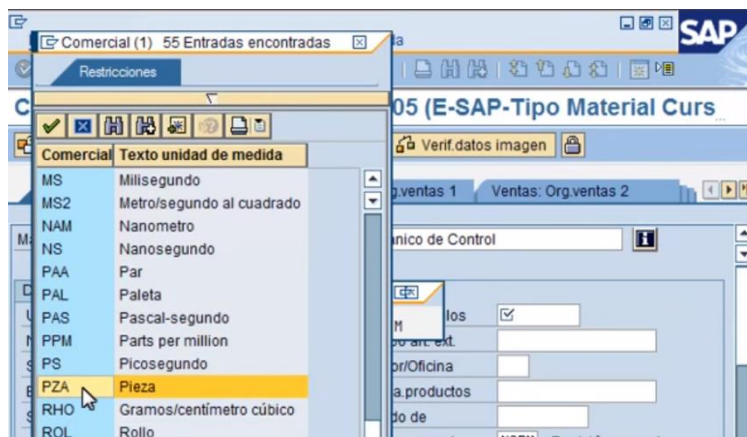
Figura 24. Selección de Unidad medida base

The screenshot displays the SAP Material Master creation interface. At the top, the navigation bar includes 'Material', 'Tratar', 'Pasara', 'Entorno', 'Sistema', and 'Ayuda'. The main title is 'Crear material 00000000000000000105 (E-SAP-Tipo Material Curs)'. Below the title, there are three buttons: 'Datos adicionales', 'Niveles organización', and 'Verif. datos imagen'. The 'Datos base 1' tab is selected, showing the material number '00000000000000000105' and the description 'Dispositivo mecanico de Control'. The 'Datos generales' section is expanded, revealing fields for 'Unidad medida base', 'N°material antiguo', 'Sector', 'Esquema contingente', and 'Status mat todos ce.'. The 'Grupo articulos' field is set to 'NORM' and 'Posición normal'.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Revisar la vista hasta encontrar la unidad requerida

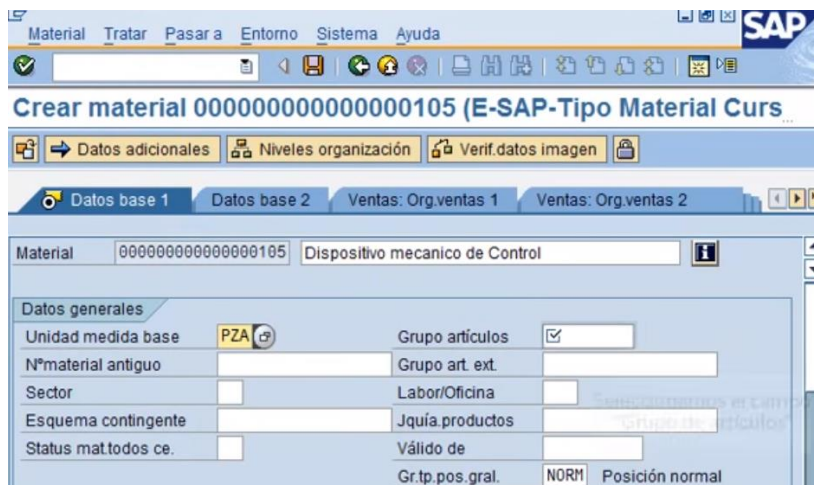
Figura 25. Selección de unidad requerida



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Pulsar con doble click para tomar el valor seleccionado, seleccionar el campo grupo de artículos y acceder de manera similar con el *matchcode*.

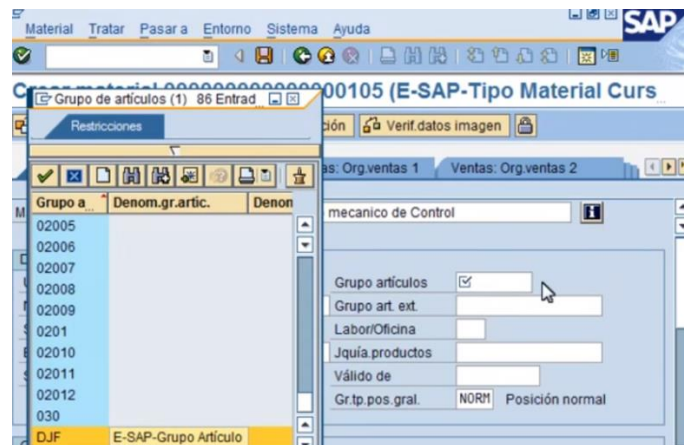
Figura 26. Selección del grupo de artículos



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Revisar la lista y tomar el valor deseado, seleccionar con doble click.

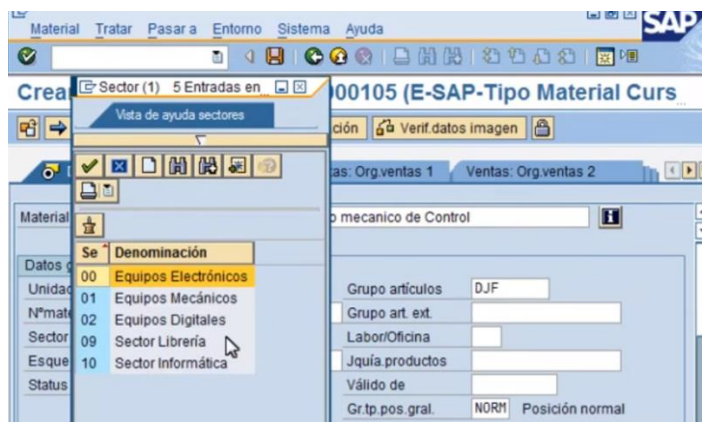
Figura 27. Selección del valor deseado



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

A continuación seleccionar el campo sector y consultar la lista de sectores definidos en el sistema, aceptar el valor con un doble click, para pasar a la siguiente vista presionar la tecla enter.

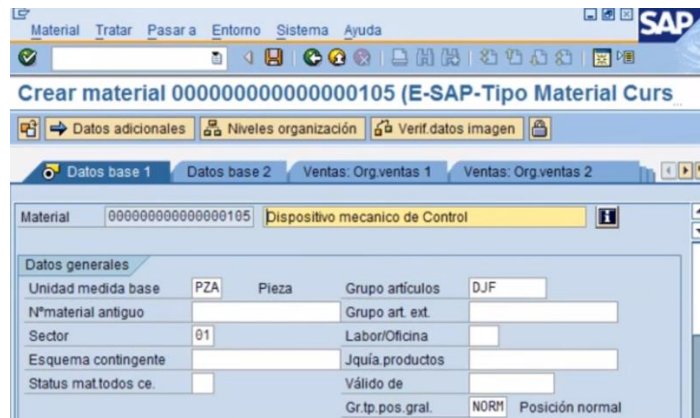
Figura 28. Selección del sector de trabajo



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Si se recibe algún mensaje de advertencia al pie de la pantalla por parte de SAP, continuar pulsando la tecla enter.

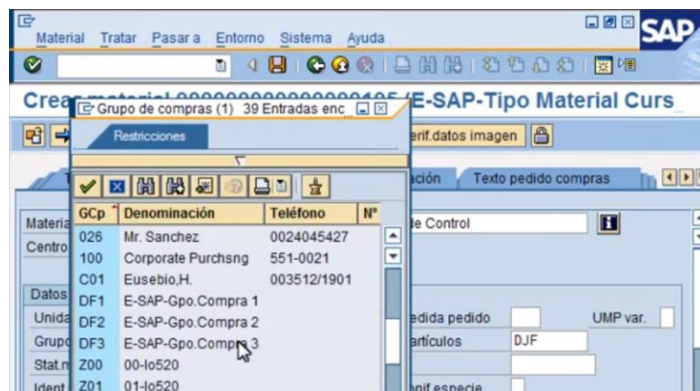
Figura 29. **Revisión de datos correctos**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Paso siguiente seleccionar el campo grupo de compras y consultar la tabla definida para grupos de compras, se escoge el valor deseado y se acepta con doble click.

Figura 30. **Selección del grupo de compras**




Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Pulsar la tecla enter para continuar a la próxima vista.

Figura 31. Selección del material o repuesto

Crear material 00000000000000105 (E-SAP-Tipo Material Curs

Gestión almacenes 2
Contabilidad 1
Contabilidad 2

Material	00000000000000105	Dispositivo mecanico de Control	
Centro	DJF1	E-SAP - Curso SAP - 1	

Datos generales

Unidad medida base	PZA	Pieza	Tipo de valoración	<input type="checkbox"/>
Moneda	USD	Período actual	04 2011	
Sector	01	Determ.precio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> LM act.

Valoración actual

Categoría valoración	<input type="text"/>	CatValStockPPProyecto	<input type="text"/>
CatgValStkPedCliente	<input type="text"/>	Cantidad base	1
Control de precios	S		

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

En la vista contabilidad 1 se encuentra el campo categoría valoración, el cual se selecciona y revisa la lista, de la cual se selecciona con un doble click.

Figura 32. **Creación de material**

Material Tratar Pasar a Entorno Sistema Ayuda

Crear material 000000000000000105 (E-SAP-Tipo Material Curs...

Datos adicionales Niveles organización Verif.datos imagen

Gestión almacenes 2 Contabilidad 1 Contabilidad 2

Categoría valoración (1) 4 En...

Material Centro

Restricciones

CatVal Denominación

Unidad 7920 Productos terminados

Moneda 9000 E-SAP-Materia prima

Sector 9100 E-SAP-Producto Semiterm.

Mecanico de Control

o SAP - 1

M

Tipo de valoración

Período actual 04 2011

Determ.precio LM act

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Seleccionar el campo precio estándar, ingresar el valor y pulsar la tecla enter.

Figura 33. Ingreso de precio del material

The screenshot shows the SAP 'Crear material' (Create Material) screen. The title bar indicates 'Crear material 000000000000000105 (E-SAP-Tipo Material Curs...'. The screen is divided into several tabs: 'Gestión almacenes 2', 'Contabilidad 1', and 'Contabilidad 2'. The 'Contabilidad 1' tab is active. The 'Unidad medida base' is 'PZA' (Pieza) and the 'Moneda' is 'USD'. The 'Sector' is '01'. The 'Tipo de valoración' is set to '1'. The 'Período actual' is '04 2011'. The 'Determ.precio' is set to 'LM act.'. The 'Valoración actual' section shows 'Categoría valoración' as '9000', 'CatgValStkPedCliente' as 'S', and 'Control de precios' as 'S'. The 'Precio variable' is '0'. The 'Stock total' is '0'. The 'CatValStockPProyecto' is '1'. The 'Cantidad base' is '1'. The 'Precio estándar' is '120', which is highlighted in yellow. The 'Valor total' is '120'. The 'UM valorada' is '1200'.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

Para guardar, pulsar el botón SI, luego el botón verde para regresar a la pantalla principal y finalizará la actividad.

Figura 34. Finalización de creación de material

The screenshot shows the same SAP 'Crear material' screen as Figure 33, but with a confirmation dialog box open. The dialog box is titled 'Última pantalla' and contains the text: 'Se finalizará el tratamiento' and '¿Desea que los datos del material sean antes grabados?'. There are three buttons: 'Sí', 'No', and 'Cancelar'. The 'Sí' button is highlighted. The background screen shows the same data as Figure 33, but the 'Precio estándar' is now '12' and the 'Valor total' is '0,00'.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0WIOmWteUJo>, (Consulta 15-12-15).

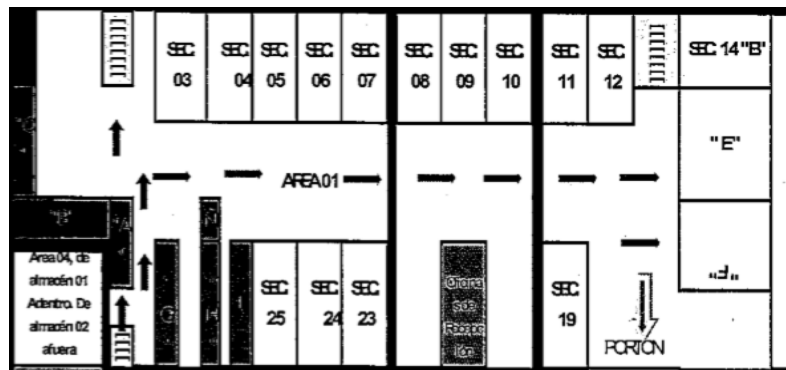
3.4. Método de recepción de materiales y repuestos nuevos

Material específico para un equipo se ubica en la posición específica para los repuestos de ese equipo, por medio de asignación de ubicación, grabación en el sistema, aviso al solicitante que recibe el material, inspección previa y depósito en ubicación determinada.

3.4.1. Área de despacho

Proporciona materiales a solicitud de centros de costo y realiza operaciones como revisión de asignación correcta de pedido a través de una requisición previamente avalada por supervisores, despacho de repuestos nuevos en reposición de usados, descarga materiales y su recepción, asigna códigos a materiales nuevos y su ingreso al maestro de materiales.

Figura 35. *Lay out del área de despacho*



Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Para su efectiva entrega y recepción, los materiales tipo A deben encontrarse cercanos a ventana de despachos.

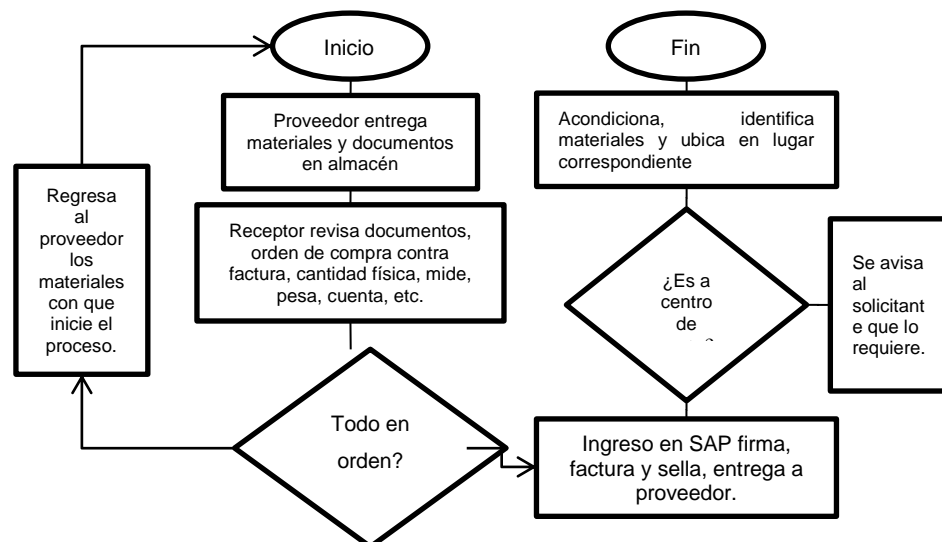
3.4.1.1. Control de calidad

El área de despacho, al recibir material, realiza una inspección física del mismo, con revisión de peso, masa, medidas o condiciones de uso en aceites específicos o grasas. Algunos materiales requieren control de calidad especial para su almacenamiento revisándose las denominadas MSDS (*material safety data sheet*, que significa ficha de datos de seguridad).

3.4.1.2. Diagrama de flujo

El proceso de recepción de materiales puede observarse con claridad y realizar un análisis en la verificación de sus operaciones, por medio de un diagrama de flujo de operaciones de proceso.

Figura 36. Diagrama de flujo de recepción de materiales



Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

En la figura 36 se demuestra la necesidad de la utilización del sistema SAP para el ingreso efectivo de refacciones al maestro de materiales.

3.5. Análisis metodológico ABC compartido al código cedro y código HAC

El código cedro determina la clasificación de los materiales que se necesita para el buen funcionamiento del almacén. Además de esto los materiales deben ser ligados al código HAC (*Holderbank Asset Code*), el cual es el sistema de códigos que implementa la firma suiza Holcim que compartía acciones de la empresa. Para que esto sea efectivo, se realiza un conteo mensual de los materiales y sus características para conocer cuáles y cuántos materiales no han sido ligados al código HAC. Un ejemplo de este conteo se presenta a continuación:

Tabla VIII. **Valor de materiales para mantenimiento según clasificación cedro al 04 de junio del 2015**

Mxp (1000)	Consumibles	Estratégicos	Desgaste	Reemplazo	Obsoletos	Sin Cod.	Total x Planta
AC	3 228	5 870	1 285	9 204	31	23	19 641
AP	4 896	15 852	4 296	24 385	376	12	49 817
MP	3 239	2 985	2 223	17 815	2	12	26 276
OZ	2 549	4 008	10 544	26 532	857	42	44 532
RA	5 030	8 179	5 883	24 910	-	193	44 195
TC	6 947	5 972	1 422	24 083	29	8	38 461
TOTAL	25 889	42 866	25 653	126 929	1 295	290	222 922
	21 %		56 %			100 %	

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Octubre 2015.

Algunos materiales fueron revisados y codificados al mes siguiente, según las especificaciones de control de calidad mensual. Obsérvese la reducción de materiales estratégicos y el aumento para materiales de reemplazo.

Tabla IX. **Ítems de materiales según cedro al 01 – 07 – 15**

Cantidad Items	Consumibles	Estratégicos	Desgaste	Reemplazo	Obsoletos	Sin Cod.	Total Planta x
AC	2 641	164	246	5 559	10	17	8 637
AP	1 886	773	811	17 177	10	334	20 991
MP	1 373	345	446	8 558	6	144	10 872
OZ	774	97	566	14 654	31	5 175	21 297
RA	4 341	231	627	5 775	-	126	11 100
TC	4 060	305	248	5 809	7	43	10 472
TOTAL	15 075	1915	2 944	57 532	64	5 839	83 369
	2 %		69 %			100 %	

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Octubre 2015.

Luego se realiza el conteo de ítems o materiales que faltan por codificar, véase especial atención a los ítems faltantes a ligar a HAC y los ligados

Tabla X. **Análisis de ítems reparados**

Cantd. Items	Cantidad Reparados	Ligados HAC a	Sin Liga HAC	IMPORTE Total Mxp
AC	4	4	0	\$ 2 249
AP	23	20	3	\$ 3 161
MP	2	2	0	\$ 257
OZ	37	21	16	\$ 2 045
RA	22	22	0	\$ 900
TC	50	43	7	\$ 1 762
TOTAL	138	112	26	\$ 10 374
	79 %		21 %	

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Octubre 2015.

Tomar muy en cuenta los valores para ítems denominados como estratégicos para el efectivo control de materiales.

Tabla XI. **Análisis de ítems estratégicos**

Cantd. Items	Cantidad Estratégicos	SIN Existencia	Inventariados	Sin liga HAC	IMPORTE Total Mxp
AC	164	52	151	14	5 870
AP	773	80	523	46	15 852
MP	345	135	202	58	2 985
OZ	97	34	69	6	4 008
RA	231	113	154	15	8 179
TC	298	83	242	0	6 658
TOTAL	1 908	497	1 341	139	43 552

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Octubre 2015.

Esta serie de análisis y conteos se hace necesario para el control eficaz de los materiales y repuestos.

3.6. Análisis de mínimos y óptimos necesarios

Para efectos de control óptimo de tamaños de lotes, inventarios de seguridad, faltas de existencias, entre otros, con el fin de optimizar el control de inventario, deberá ante todo diseñarse una serie de políticas para todo el departamento de almacén, las cuales se detallan a continuación.

3.6.1. Eliminación de falta de existencias

Para eliminar la falta de existencias deben crearse políticas especiales de trabajo en el almacén. Estas políticas son:

- Determinar cuáles refacciones requieren los equipos y sus conjuntos.
- Determinar cuáles refacciones faltan de crear en almacén.
- Vincular con los HACs todos los ítems que tengan existencias.
- Identificar físicamente los obsoletos y los excedentes.
- Cotizar formalmente los ítems más caros incluyendo los obsoletos.
- Modificar valor revaluado de ítems más caros con base en cotizaciones.
- Negociar ítems excedentes y obsoletos con proveedores para:
 - Que los reciban a cuenta de requerimientos actuales.
 - Que los promuevan entre sus clientes.
- Diseñar una campaña rentable para deshacerse de los obsoletos.

3.6.2. Método de tamaño económico de lote

El método de tamaño económico de lote permitirá conocer la cantidad de cada material en almacén para evitar materiales, tanto obsoletos como para ocupación de espacio.

Este método lleva consigo varias variables y se cuentan entre ellas: tiempo de entrega, *stock* de seguridad, punto de pedido, tamaño del lote óptimo, nivel máximo de inventario, días de imprevistos, consumo mensual, consumo anual, costo de pedido, costo unitario, costo de oportunidad del capital; una formulación específica calculará el nivel máximo de inventario permisible para cada material en bodega a fin minimizar costos.

3.6.3. Punto de reorden

Esta cantidad se encuentra íntimamente ligada a la necesidad para cubrir y mantener la cantidad de material o repuesto en almacén, con el fin de que no

falte su existencia. El punto de reorden determinará la fecha óptima para realizar el pedido de cada material o repuesto. De esta manera se realizará el pedido tomando en cuenta, el tiempo de entrega por parte del proveedor, inconvenientes e imprevistos. Algunas empresas poseen un pequeño esquema de fechas con banderas en fecha específica para realizar el pedido.

La formulación general es:

$$Pr = D \times t$$

D = demanda diaria del material o repuesto.

T = tiempo de reposición de cada pedido en días.

3.6.4. Inventario de seguridad

También denominado *stock* de seguridad y es el tamaño de lote mínimo que debe encontrarse en almacén para mantener siempre en bodega existencias. En este caso, la empresa utiliza la siguiente formulación:

Stock de seguridad (SS) = días de imprevistos / días del mes (30) * consumo mensual.

Utilizando estos datos los resultados serán utilizados para calcular el tamaño de lote óptimo.

3.7. Método de organización y gestión de inventario

Los objetivos básicos que rigen la política del trabajo en la estandarización de ítems y revisión de los controles en los movimientos del inventario son:

Determinar cuáles refacciones requieren los equipos y sus conjuntos además determinar las que faltan de crearse en el almacén. Vincular con los HAC's todos los ítems que tengan existencias, identificar físicamente los materiales obsoletos y excedentes, cotizar formalmente los ítems más caros incluyendo los obsoletos, modificar valor revaluado de ítems más caros con base en cotizaciones, negociar ítems excedentes y obsoletos con proveedores para que los reciban a cuenta de requerimientos actuales y que los promuevan entre sus clientes, finalmente diseñar una campaña rentable para deshacerse de materiales y repuestos obsoletos.

3.7.1. Planeación y detección de necesidades

Las necesidades las crea el usuario, éste regularmente realiza actividades con los materiales y con base en estas necesidades se crean procesos de llenado en formularios para solicitudes tanto de mantenimiento en órdenes de trabajo, avisos, recursos humanos, producción, punto de pedido, *stock*, renombramiento, estandarización de descripciones de acuerdo con solicitud para completar el máximo, de acuerdo con sistema SAP, ingreso de materiales con efectivos datos y campos para ubicación y localización.

3.7.2. Estrategia de abastecimiento y reposición

Con el fin de contar con un inventario adecuado para cualquier situación urgente o cotidiana deben realizarse las siguientes estrategias: mantener un inventario actualizado de los equipos y sus conjuntos, planear las compras con base en tendencias de inspección predictiva / preventiva, sólo comprar hasta después de verificar las existencias del grupo HAC, similares incluso, consumir excedentes y obsoletos para proyectos, crear los ítems en almacén y ligarlos a su HAC previo a compra, siempre que se pueda estandarizar refacciones y

componentes entre plantas, negociar que los proveedores mantengan *stock* de seguridad en su almacén.

3.7.3. Logística de ingreso

El abastecimiento, planificación y recepción de materiales son unas de las operaciones clave en la planificación de las actividades del almacén, para ello se han creado reportes específicos en el ingreso de los mismos. El formulario inicial para el ingreso de materiales se muestra en la figura 37.

Figura 37. Formulario de creación de materiales en almacén

FORMULARIO PARA CREACION DE MATERIALES																				
NO.	MATERIAL NO.	DESCRIPCION	NO. DE PARTE DEL PROVEEDOR	U/M BASE	CODIGO HAC	PUNTO DE PEDIDO	STOCK MAXIMO	STOCK SEGURIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	ALZA PROMEDIO INVENTARIO (Q)	CLASE CEDRO	CONDICION ALMACENAJE Y TEMPERATURA								
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO			CONDICIONES DE TEMPERATURA		CLASE CEDRO		Si las columnas de <i>Punto de Pedido</i> , <i>Stock Máximo</i> y <i>Stock de Seguridad</i> no son necesarias, la creación de este material se creará sin vistas de planificación. TODOS LOS DEMAS DATOS SON OBLIGATORIOS PARA SU TRAMITE.													
1	INTEMPERIE		1	NORMAL	Consumible		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIPO DE MATERIAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>MATERIAL</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td>REPUESTO</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td>ACTIVO DE PLANTA</td> </tr> </tbody> </table>						TIPO DE MATERIAL		<input type="radio"/>	MATERIAL	<input type="radio"/>	REPUESTO	<input checked="" type="radio"/>	ACTIVO DE PLANTA
TIPO DE MATERIAL																				
<input type="radio"/>	MATERIAL																			
<input type="radio"/>	REPUESTO																			
<input checked="" type="radio"/>	ACTIVO DE PLANTA																			
2	BAJO TECHO		2	FRIAS	Estratégico															
3	CUARTO FRIO		3	CALIENTES	Desgaste															
4	CALIENTE		4	SECA SIN HUMEDAD	Reemplazable															
5	SECAS				Obsoleto															
6	CUARTO ESPECIAL		OBSERVACIONES:																	
7	DEPOSITO																			
8	SILOS																			
9	CUBIERTAS CON LONA																			
Solicita: Superintendente de Area			Autoriza: Gerente de Planta			Recibido:			Almacen											

SAC-SIA-AL-FO-02 / Rev. 0

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

La principal estrategia de recepción se basa en la comparación de la solicitud del pedido por la unidad de negocio o departamento de la planta, interesada en su utilización. Esta solicitud debe ser creada por el departamento

de compras por medio de SAP. El análisis de la recepción debe comprobar la coincidencia con la solicitud.

3.7.4. Sistema de organización y gestión de inventario

En forma anual, la última semana de diciembre se realiza el análisis de materiales y repuestos para determinar cuáles son denominados como A, B o C para su localización, ubicación y conteo, de esta forma se clasifican y se obtiene una correcta ubicación en almacén, realizando una nueva clasificación.

Figura 38. **Análisis ABC, determinado por sistema SAP**

Segm.	Tipo material		Val.stk.valor. En segm.	
Segm. A	3	18.75 %	13,169,744.40 Q	71.21 %
Segm. B	6	37.50 %	3,772,161.17 Q	20.40 %
Segm. C	7	43.75 %	1,551,082.33 Q	8.39 %
Total	16	100.00 %	18,492,987.90 Q	100.00 %

Fuente: ALDANA LÓPEZ, Luis Argelio. Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento. p. 79.

La figura 38 es un ejemplo de clasificación de materiales en almacén, como se observa, el sistema SAP determina los resultados para los tipos de materiales observándose que se cumple con la teoría 80 – 20.

3.7.4.1. Detección de necesidades

Los *stocks* dentro de almacén deben mantenerse activos y con cantidades suficientes para hacer frente a los cambios repentinos del mercado y solicitudes de cadena de suministro. Para ello es necesario tomar en cuenta ciertos

parámetros. Para reconocer a cada material se utilizará el código PNS. Los parámetros son tiempo de entrega, precio unitario, demanda mensual, demanda anual, inventario mínimo, punto de pedido, inventario máximo, valor óptimo de lote, inventario mínimo. Las formulaciones son:

$$\text{Inventario mínimo} = (\text{días de sesgo} \times \text{demanda por mes}) \div 30$$

$$\text{Punto de pedido} = \text{demanda diaria} \times \text{tiempo de entrega.}$$

$$\text{Valor óptimo de lote} = \sqrt{\frac{2 \times \text{consumo anual} \times \text{costo de pedir}}{\% \text{ costo de oportunidad} \times \text{precio unitario}}}$$

$$\text{Inventario máximo} = \text{inventario mínimo} + \text{valor óptimo de lote}$$

Con los datos recabados se procede a su ingreso en la transacción para explosión de necesidades en el sistema SAP.

3.8. Beneficios de la estandarización

Luego de la estandarización se generan procesos como: depuración de la base de datos, evasión de duplicación de ítems en planta actual y futuras, eficiencia en compras, cadena de suministro evita problemas de pedidos en productos, menores tiempos de entrega, eficiencia general en negocios.

3.8.1. Normalización de códigos

Diferentes plantas de una empresa pueden tener necesidades iguales en determinado momento. Al inicio de este proyecto se realizaba la pregunta ¿para qué realizar la estandarización?, cada planta posee un almacén de materiales y

repuestos donde existen entradas y salidas de materiales. Gerencia general de almacenes se presenta en una posición accesible a todas plantas, realiza análisis continuo en revisión de existencias de almacenes y determina inventarios inflados y faltantes, para ello realizará comprobación de materiales. Un adecuado proceso de nombramiento en los materiales determinará una adecuada clasificación de los mismos, para determinar la posición adecuada de ubicación y cantidad veraz de existencia. La idea central es realización de intercambios entre plantas. Tómese muy en cuenta que, así como tiene código, también tiene cuenta contable y por ello cada material representa costos. Se espera la estandarización de descripciones de acuerdo a un ordenamiento específico. La realización específica de renombramiento se realizará utilizando fichas técnicas, en las cuales se determinarán campos de información que describan específicamente todos los datos del material.

3.8.1.1. Eficiencia en gestión de compra

Durante el proceso de negociación con proveedores se expresa el tiempo de entrega, este tiempo puede reducirse si ya depurada la base de datos de materiales, entonces el departamento de compras puede negociar este tiempo. En las listas de compras podían aparecer hasta triplicados los mismos repuestos. Esto produce que cierto repuesto pueda ser devuelto y esto amplía el tiempo de negociación con los materiales, además que consume el mismo tiempo de trabajo con los administradores del maestro de materiales.

3.8.1.2. Eficiencia en localización

Con la realización de este proyecto se espera minimizar el hecho de tener materiales y repuestos en diferentes ubicaciones de las correspondientes. Este proceso ahora permite que ocupen un solo lugar.

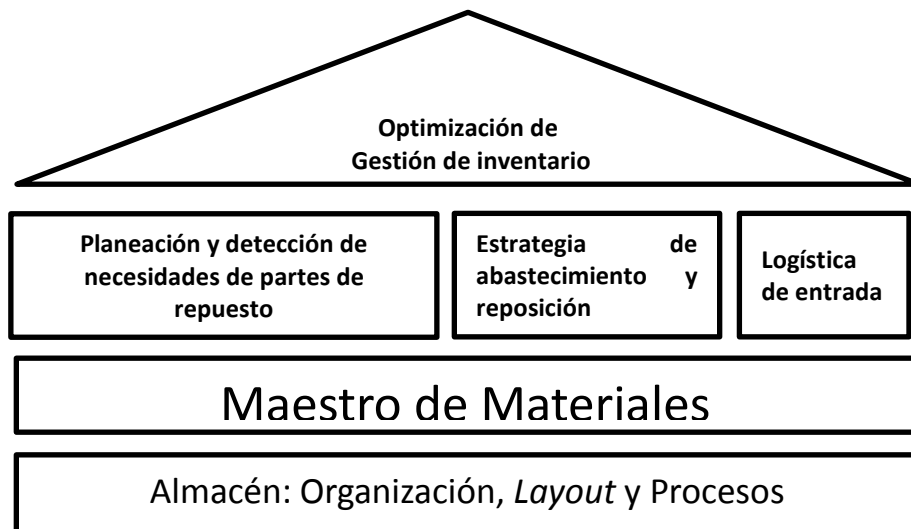
Luego de que un material ha sido correctamente clasificado entonces la petición de borrado en la base de datos es menor, esto se debe a que debe borrarse un código duplicado, además, en caso de existir duplicidad de códigos se produce un estatus temporal en la base de datos, en el cual el código PNS de material duplicado no puede ser utilizado.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Implementación de la propuesta

El fundamento para la optimización en los niveles de inventario es el maestro de materiales, de esta forma se tendrá alto impacto en el capital de trabajo neto. Primero debe responderse la siguiente pregunta: ¿Qué se puede hacer localmente con el fin de construir una base sólida para alcanzar los beneficios derivados de las sinergias? el diagrama de la figura 39 resume las bases del proceso, las operaciones generales y el resultado esperado.

Figura 39. Fundamentos para la optimización



Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La figura 39 muestra que el cimiento necesario para el alcance de la optimización del inventario es la organización efectiva y procesos del almacén.

4.2. Estandarización de asignación de códigos

La figura 39 muestra la necesidad de una política específica de estandarización de ítems para la optimización del inventario, esta debe sustentarse sobre hechos reales, tomando en cuenta lo siguiente:

- Comenzar con una política que garantice una buena calidad de información como base sólida.
- Limpieza de errores humanos cometidos en el pasado.
- Comprender los gastos que lleva consigo el desorden en la identificación de los ítems en los materiales y repuestos.
- Determinar materiales que no sufren transformación y ser reutilizados.
- Preparar el enlace de comunicación entre plantas o departamentos.
- Reducir la complejidad a nivel de planta y de país (multinacionales).
- Reducir códigos y bases de datos de proveedores.
- Mejorar la planificación (con datos como stock máximo y mínimo, nivel de reorden, entre otros).
- Comenzar a nivel local.

4.2.1. Diseño de política de estandarización

Dados los fundamentos de la estandarización, es más sencillo determinar una política con pasos específicos, estos serán:

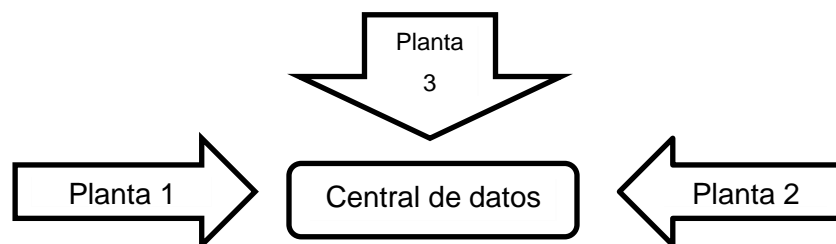
- Implantar una política de maestro de materiales y procedimientos.
- Limpieza de ítems obsoletos.
- Tener el código PCS con una asignación adecuada.
- Selección de *commodities* para enfocar las tareas de limpieza.

- Aplicación de la convención de nomenclatura.
- Identificar los elementos comunes o duplicados entre las plantas.
- Estandarización de elementos o artículos seleccionados a nivel de planta.
- Estandarización de los elementos seleccionados entre las plantas.
- Eliminar los duplicados debido a la normalización.
- Actualizar parámetros de almacén (estrategias de reposición).

4.2.2. Centralización de la gestión de datos

El objetivo de la centralización de datos es tener una visión panorámica de todo el maestro de materiales y la recepción de la información enviada por cada planta. De esta forma central de datos recibe información de las plantas de producción, analiza los datos y conforma las necesidades más urgentes para su solución. Este proceso puede observarse con un sencillo diagrama.

Figura 40. **Centralización de datos**



Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Cada planta de producción enviará desde sus almacenes la base de datos de su maestro de materiales, estos serán comparados y analizados para determinar excedentes, sobrantes o duplicados, se realizarán transacciones específicas para solucionar problemas o gestionar negocios.

4.3. Limpieza de los ítems obsoletos

La limpieza de ítems puede realizarse por 2 formas: a requerimiento y observación del usuario o análisis de la base de datos del maestro de materiales en hoja de datos de Microsoft Excel o por medio de sistema SAP.

4.3.1. Selección de ítems

Como un ejemplo de la selección de ítems para su limpieza, obsérvese el siguiente trabajo realizado en el departamento de mantenimiento.

Tabla XII. **Ejemplo, selección de ítems para estandarización**

Material	Texto breve de material
5607 – 0001	BUJE REDUCIDOR GALV ¼ A 1/8"
5607 – 0002	BUJE REDUCIDOR GALV 3/8 A 1/8"
5607 – 0003	BUJE REDUCIDOR GALV 3/8 A 1/4"
5607 – 0004	BUJE REDUCIDOR GALV ½ A ¼"

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Diciembre 2015.

Los usuarios observaron los anteriores textos breves determinándolos como inusuales y realizaron el envío del informe a administradores de bases de datos (MRP), quienes realizan la gestión para realizar el cambio siguiente:

Tabla XIII. **Ejemplo de estandarización**

Material	Texto breve de material
5607 – 0001	REDUCIDOR BUJE GALV ¼ A 1/8"
5607 – 0002	REDUCIDOR BUJE GALV 3/8 A 1/8"

Continuación de la tabla XIII.

5607 – 0003	REDUCIDOR BUJE GALV 3/8 A 1/4"
5607 – 0004	REDUCIDOR BUJE GALV 1/2 A 1/4"

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Diciembre 2015.

Los anteriores cambios parecen insignificantes, sin embargo, forman parte de la nueva convención de nomenclatura y deben realizarse.

4.3.1.1. Período programado de localización

El cálculo del período programado de localización es sencillo, porque únicamente se toma en cuenta la cantidad total de productos y los días laborables, tomándose en cuenta que a lo largo del año se laboran $365 - 52 - 52 = 261$ días laborales. De esta forma se obtiene que:

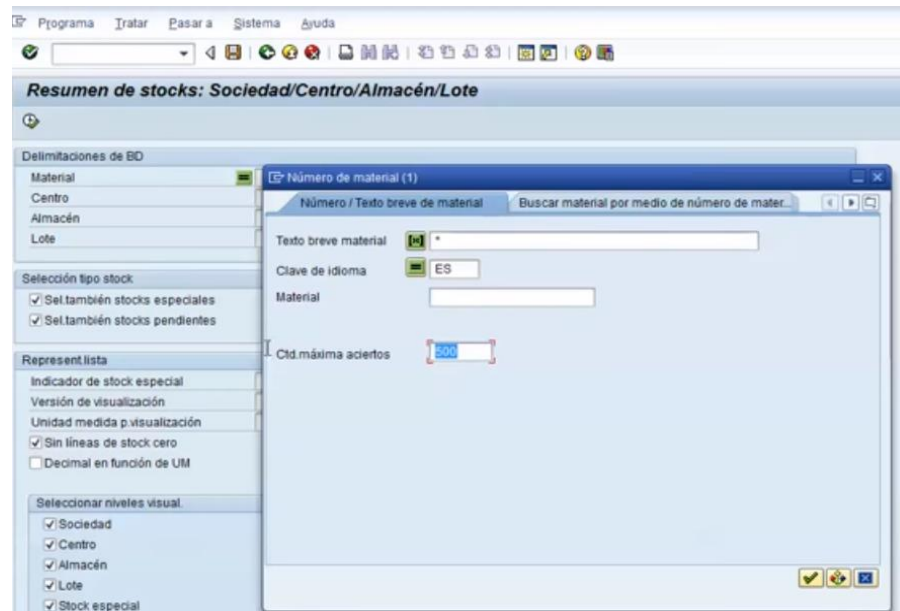
$\text{Período} = 23\,000 / 261 = 88$ productos diarios a inspeccionar.

Como un aspecto de mejora de metas, se propone una meta de 100 productos diarios para su inspección.

4.3.1.2. Reporte de base de datos

El reporte que se presenta debe seguir una ruta específica en el sistema, denominándose como transacción MMBE, donde se observa el resumen de *stock* por material, pudiendo consultarse a nivel centro, almacén o lote.

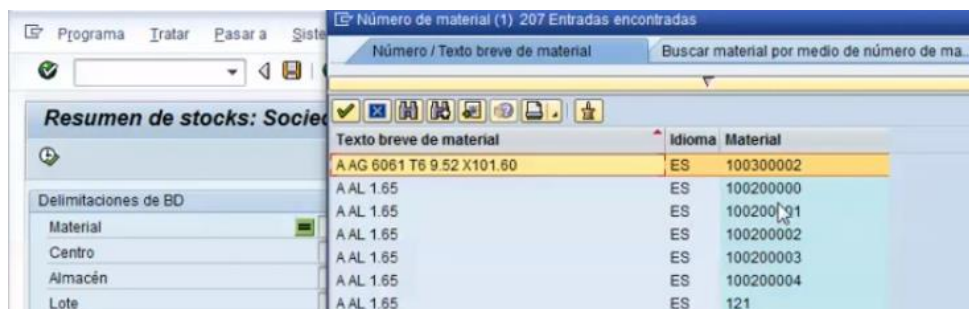
Figura 41. Vista de resumen de stocks



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

De la anterior forma se selecciona el material que se reportará.
Al obtenerse la lista de materiales existentes se selecciona el deseado.

Figura 42. Vista de lista de materiales



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Al obtenerse la lista de materiales existentes se selecciona el deseado.

Figura 43. Vista de características del material

Resumen de stocks: Lista base

Selección

Material: 100200001 AL 1.65

Tp.material: 1002 ALUM ALAMBRE

Unidad medida: KG Unidad medida base: KG

Resumen de stocks

Visualiz. detallada

Mandante / Sociedad / Centro / Almacén / Lote / Stock especial	Libre utilización	Control calidad	Reservado	Reserva entrada	Stock en curso
Total	122.027.000			28.000	100.000
CSOM Casa Sommer	122.027.000			28.000	100.000
1014 Naucalpan (Matriz)	4.000			28.000	100.000
1401 Metales	4.000			28.000	100.000
0000000048	2.000				
0000000052	2.000				
1052 Córdoba	122.023.000				
5201 Metales	122.023.000				
0000000087	122.023.000				

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Se corroboran las especificaciones de cada material en figura 43.

4.3.1.3. Informe a estaciones de trabajo

Luego de verificar el material y sus características, es posible realizar reportes a solicitud y necesidad de diferentes estaciones de trabajo

Figura 44. Vista de reporte de informe

List of Vendors: Purchasing

Name of vendor	Street	Cty	Postal Code	City	Group	Search term	B	BF	DelF	One-time	POrg	Purch. Org. Descr.	PayT	IncoT	Incoterms 2	B	D	Min. value	Crcy	Salesperson	Telept
Vendor 100263																					
Transportadora Dimi Ltda	Rua da Graça 987	BR	01122-020	São Paulo	NAC1	DIMITRI					0100	Org. Compras Ind. SP	0001	FOB	São Paulo			0,00	BRL	Rosária	011-9
Vendor 100268																					
Fornecedor MP 01	Rua São Cristóvão 888	BR	01122-020	São Paulo	NAC1						0100	Org. Compras Ind. SP	0001	FOB	São Paulo			0,00	BRL	Marcia	011-9
Vendor 100273																					
Fornecedor MP 02 Ltda	Rua da Consolação 888, Q 110	BR	01112-013	São Paulo	NAC1	GLAUCON					0100	Org. Compras Ind. SP	0001	FOB	São Paulo			0,00	BRL	Julia	011-9
Vendor 100274																					
Xispita Peças Ltda	Av Feliz 255	BR	08670-140	SAO PAULO	NAC1	XISPITA					0100	Org. Compras Ind. SP	0001	FOB	SAO PAULO			0,00	BRL	ALINE	69536

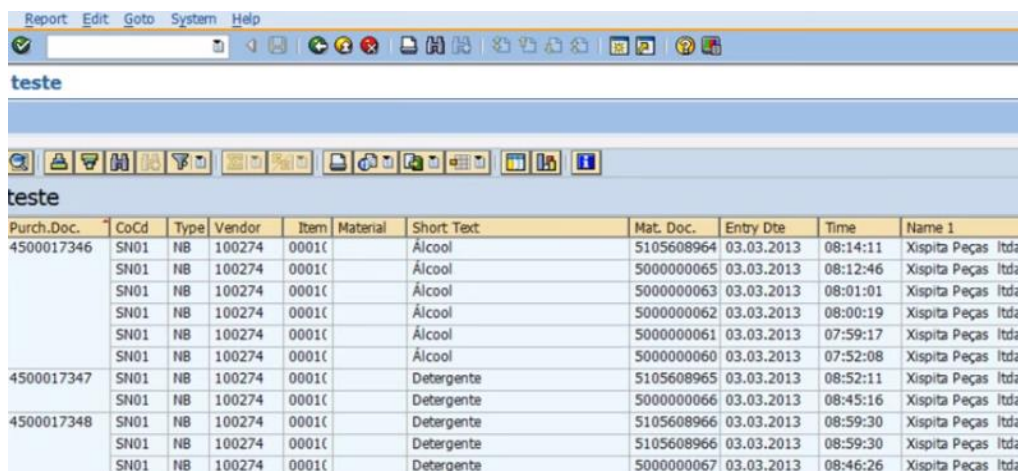
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

De esta forma cada estación de trabajo tendrá conocimiento sobre la existencia de materiales en el *stock* y podrá realizar solicitudes de uso.

4.3.1.4. Revisión del informe y selección

El sistema SAP proporciona la posibilidad de realizar exploración de datos de cada material y comprobar existencias, cualidades y características, véase la figura 45.

Figura 45. Características de materiales



The screenshot shows the SAP Material Characteristics (MCHG) report interface. The title bar includes 'Report Edit Goto System Help'. The main window displays a table with the following columns: Purch.Doc., CoCd, Type, Vendor, Item, Material, Short Text, Mat. Doc., Entry Dte, Time, and Name 1. The data is organized by purchase document number, with rows for materials like 'Álcool' and 'Detergente'.

Purch.Doc.	CoCd	Type	Vendor	Item	Material	Short Text	Mat. Doc.	Entry Dte	Time	Name 1
4500017346	SN01	NB	100274	0001C	Álcool	Álcool	5105608964	03.03.2013	08:14:11	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Álcool	Álcool	5000000065	03.03.2013	08:12:46	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Álcool	Álcool	5000000063	03.03.2013	08:01:01	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Álcool	Álcool	5000000062	03.03.2013	08:00:19	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Álcool	Álcool	5000000061	03.03.2013	07:59:17	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Álcool	Álcool	5000000060	03.03.2013	07:52:08	Xispita Peças Ltda
4500017347	SN01	NB	100274	0001C	Detergente	Detergente	5105608965	03.03.2013	08:52:11	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Detergente	Detergente	5000000066	03.03.2013	08:45:16	Xispita Peças Ltda
4500017348	SN01	NB	100274	0001C	Detergente	Detergente	5105608966	03.03.2013	08:59:30	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Detergente	Detergente	5105608966	03.03.2013	08:59:30	Xispita Peças Ltda
	SN01	NB	100274	0001C	Detergente	Detergente	5000000067	03.03.2013	08:46:26	Xispita Peças Ltda

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Dado el código PNS de cada material, los campos siguientes forman parte de las características de cantidad en *stock*, precio, cualidades, especificaciones de seguridad y cualquier otro distintivo particular.

4.3.1.4.1. Asignación adecuada del código PCS

La clasificación se realiza por grupo de artículos, debido a localización más rápida en base de datos y comprensión por parte del usuario y administradores de materiales y repuestos. Para su correcta clasificación se utiliza el manual de códigos PCS, siendo un ejemplo la tabla de datos XIV.

Tabla XIV. **Códigos PCS**

031300	Spare Parts for Mobile Equipment	
031301	Filter	FILTROS
031302	Batteries	BATERIAS (ACUMULADORES)
031303	Engines for Replacement	MOTORES DE REPUESTO
031304	Transmissions	TRANSMISIONES
031305	Differentials	DIFERENCIALES
031306	Hydraulic systems	SISTEMAS HIDRAULICOS
031307	Clutches	EMBRAGUES
031399	Other Spare Parts For Mobile Equipment	OTROS REPUESTOS PARA EQUIPOS MOVILES

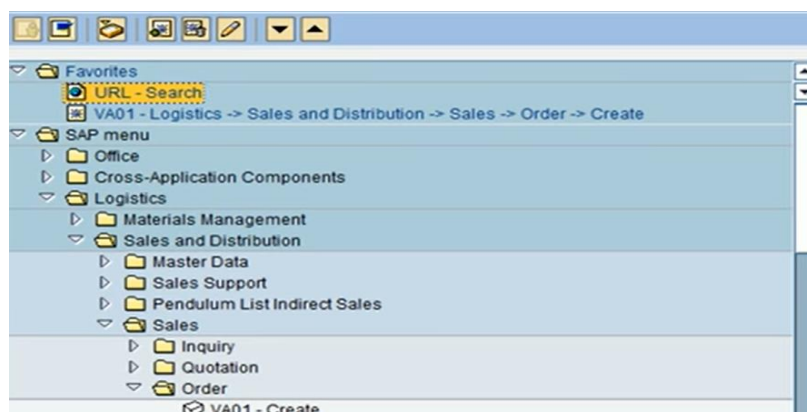
Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

La asignación adecuada de códigos PCS corresponderá a la designación correcta por naturaleza de repuesto.

- Análisis de informe

Obtener un informe recorre una ruta específica. La figura 46 muestra la vista de recorrido en sistema SAP, desde sistemas de información, logística, compras, materiales/actividad y proveedores.

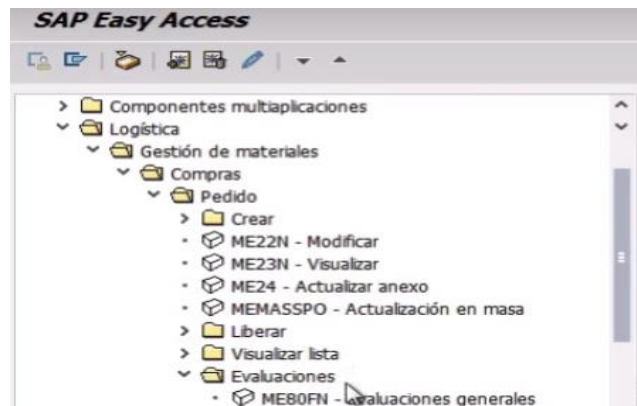
Figura 46. **Ruta inicial de informes en SAP**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

La siguiente ruta mostrará el informe denominado como ME80FN para evaluaciones generales.

Figura 47. Ruta en sistema SAP para informe ME80FN



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Luego se mostrará la vista con características para cada transacción.

Figura 48. Características de transacciones realizadas

Documentos de compras

Documento compras Material Proveedor Visualización de impresión

Datos cabecera/posición

Doc.com	Pos.	Proveedor	Grupo art.	Material	OrgC	GCp	Ce.	Alm.	Fecha doc.	Cantidad de pedido	U.	Valor neto	Mon.	U.	I	CL	CeSu	Texto breve
30050002	10	1000	001	100-431	1000	002	1000	0001	13.02.2006	1	UN	1,02	EUR	UN		EC		Netzteil 100
30050002	10	1005	001	100-130	1000	002	1000	0001	13.02.2006	1	UN	0,50	EUR	UN		EC		Sechskantscl
30050002	10	1000	001	100-431	1000	002	1000	0001	13.02.2006	1	UN	1,02	EUR	UN		EC		Netzteil 100
30050002	10	1005	001	100-130	1000	002	1000	0001	13.02.2006	1	UN	0,50	EUR	UN		EC		Sechskantscl
30050002	10	1000	001	100-300	1000	002	1000	0001	15.02.2006	1	UN	203,93	EUR	UN		EC		Welle
41515031	10	T-K515A01	001	T-M15A01	1000	001	1000	0001	24.02.2003	100	UN	1.000,00	EUR	UN		NB		Rohling für S
41515031	20	T-K515A01	001	T-M15B01	1000	001	1000	0001	24.02.2003	100	UN	5.000,00	EUR	UN		NB		Flachdichtun
4151503	30	T-K515A01	001	T-M15C01	1000	001	1000	0001	24.02.2003	100	UN	2.000,00	EUR	UN		NB		Packungsdi
41515031	40	T-K515A01	001	T-M15D01	1000	001	1000	0001	24.02.2003	100	UN	500,00	EUR	UN		NB		Sperring

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Se observan todos los pedidos realizados. Al seleccionar un pedido de material y posicionarse sobre el ícono de material se observarán las características correspondientes.

De esta forma SAP dirige hacia el maestro de materiales y presentará los datos significativos del pedido seleccionado.

Figura 49. **Datos de material seleccionado**

Datos adicionales Niveles organización

Datos básicos 2 Compras Com.ext.:Importación Texto pedido co...

Material T-M15C01 Impaquetadura

Centro 1000 Werk Hamburg

Datos generales

Unidad medida base	UN	Unidad	Unidad medida pedido	001	UMP var.
Grupo de compras	001		Grupo de artículos	001	
Stat.mat.especif.ce.			Válido de		
Ident.impuest.mat.			Suscep.bonif.especie		
Grp.porte mat.			Ind ped.autom.		
Sujeto-lote			Gestión LO		
			Material ref.LO		

Valores de compras

Clave-valores-comp	1		Normas de envío	
1ª reclamación	10	Días	Toler.faltas sumin.	0,0 %
2ª reclamación	20	Días	Tol.exc.suministro	0,0 %
3ª reclamación	30	Días	Porc.entrega mínima	0,0 %
ValStd desv.PlzEntrg	0	Días	Exceso sumin.lim.	
			Ind.obl.confirm.ped.	

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Esta vista permite analizar los detalles del material como documento de compras, proveedor e impresión del informe.

- Determinación del tipo de material

Llevada a cabo por el uso que recibe, aplicación en la empresa y el proceso de producción. Inicia por una estructura general, por ejemplo:

- 61 = materiales de desgaste y consumo.
- 41 = materiales refractarios.
- 4101 = anclajes.

Entonces los anclajes tendrán código 4101 partiendo desde su clasificación inicial.

- Clasificación interna

La clasificación interna utilizada en la empresa y en todas las plantas es la recomendada por el grupo HOLCIM, empresa suiza líder en el suministro de cemento. A esta clasificación interna se le denomina código PNS (*part number system*) y engloba a los materiales en 16 grupos principales los cuales se describen en la tabla XVIII.

- Asignación de código PCS al código PNS de material en análisis

El código PNS corresponde al número de parte en el sistema (*part number system*) y código PCS corresponde a clasificación de PNS por naturaleza del repuesto. Un ejemplo de estructura PNS es la mostrada en la tabla XV.

Tabla XV. **Ejemplo de clasificación PNS**

4		Materiales de		
4	MATR		Cintas	
4	MATR		Cintas, otras	Cintas, 92 teflón y
4	MATR		Cordones	
4	MATR		Filtro de	
4	MATR		Filtro de aire	
4	MATR		LIBRE	
4	MATR		Filtro de	
4	MATR		Filtro de	
4	MATR		Filtro	
4	MATR		Otros filtros	
4	HERR		Herrajes	

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

Ya completo un ejemplo de PNS se obtiene:

4804-0005 filtro agua metálico CP-68775.

Ya completo un PCS con el mismo ejemplo del PNS 4805-0005 se procede a realizar su creación en el sistema SAP obteniéndose la vista de la figura 50.

Figura 50. **Vista de asignación de código de material en SAP**

Visualizar material 4804-0005 (Datos básicos, Mat Consumo (a

Textos breves Unidades de medida Niveles organización

Material: 4804-0005 **FILTRO AGUA METALICO CP-68775**

Textos breves

Idioma	Texto breve de material
ES	FILTRO AGUA METALICO CP-68775
EN	FILTRO METALICO AGUA CP-68775

Entrada 1 de 2

Datos generales

Unidad medida base	U	Unidad	Grupo artículos	031301
Nºmaterial antiguo		Grupo art. ext.		

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Octubre 2015.

De esta forma se realiza la combinación correcta para materiales entre códigos PCS y PNS.

Revisando lo obtenido se observa que el código PNS para filtro de agua metálico CP-68775 es: 4804-0005 y el grupo de artículos correspondientes al código PCS es 031301.

- Asignación de tipo de material correcto de acuerdo a la naturaleza del material o repuesto

Debe recordarse que los equipos se crean con un código para:

- Concentrar su historial técnico y de costos, desde su compra e instalación inicial.
 - Ligarles sus rutinas preventivas y órdenes de mantenimientos.
 - Ligarles las refacciones del inventario y servicios a terceros.
 - Ligarles consumos de materiales de almacén y de mano de obra.

Con base en esta información se determinará cuándo resulta más rentable reponer un equipo que seguirlo reparando y debe tomarse en cuenta que los artículos se crean con un número de ítem para:

- Poder ligarlos a los equipos que los requieren.
- Llevar su historial de compras, precios, fabricante, proveedores, tiempo de entrega, equipo que los consume.
- Asignarle niveles mínimo y máximo, lote de compra, código Cedro, ubicación y todos sus atributos.

4.4. Selección de *Commodities* para enfoque de limpieza

Esta selección de *commodities* es para reconocer aquellos materiales que pueden ser negociados por medio de un contrato. De esta forma es posible determinar los que han tenido poca rotación y su posibilidad de negocio. Para que esto sea posible, el material debe permanecer inalterado en todo el proceso de producción, como por ejemplo aceros, plata, en fin todo lo reutilizable.

4.4.1. Fichas técnicas de ingeniería

Para su efectiva clasificación se utilizan formatos especiales de trabajo denominadas fichas técnicas, de las que se presenta un ejemplo, utilizada para clasificar correas, obsérvese el código PCS para grupo de artículos.

Figura 51. **Ficha técnica de ingeniería para clasificación de repuestos y/o materiales**

Clase	Grupo de artículos	
	30302	CORREAS
	Unidad de medida	
	Unidad	

Descripción corta <NOMBRE><TIPO> MODELO>

Ejemplo texto corto CORREA V B78

15

Descripción larga <NOMBRE>;<TIPO>;<MODELO>

Ejemplo texto largo CORREA TIPO V MODELO B78

Característica	Abreviatura	Descripción (L o C)	VALOR	Ejemplo
NOMBRE	NOMBRE	C+L	CORREA	CORREA
Característica	Abreviatura	Descripción (L o C)	LISTA	Ejemplo
TIPO	TIPO	C+L	V	

Característica	Abreviatura	Descripción (L o C)	VALOR	Ejemplo
MODELO	MODELO	C+L		
			AX	
			BX	BX78
			CX	

Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

De esta forma se realiza la adecuada asignación del código PCS.

4.4.2. Determinación de productos *commodities*

Para la identificación de *commodities* se tienen manuales de ayuda, a continuación, se presenta un ejemplo de selección y las descripciones que se incluyen en su denominación.

Convenio de denominación:

Descripción corta: básica y obligatoria en SAP para búsqueda, limitada a 40 caracteres.

Descripción larga: no obligatoria en SAP está dirigida para ser utilizada en la comunicación con los proveedores y si no está disponible, la descripción breve será impresa una vez concluida la denominación. A continuación se muestra una sección de manual de reconocimiento para *commodities*.

Tabla XVI. Lista de *commodities* globales y regionales

<i>Commoditie</i>	Códigos PCS versión 2.2	Códigos PCS versión 5.0
Medios de molienda	040200 a 040204 y 040299	040200 a 040205 y 040299
Refractarios	040100 a 040105 y 040199	040100 a 040199
Papel	070201	070201
Bolsa de papel	070101	070101
Saco de WPP	079901	070102
Saco grande o gigante	079901	079901
Forros de mesa, pistas de molienda	040301	040301
Revestimientos de rodillos	040302	040302
Piezas de desgaste de la trituradora	040403	040403
Forros de diafragma	040304	040304

Fuente: Planta San Miguel, departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

Se debe tomar en cuenta que los productos *commodities* sufren cambio de precio debido al mercado mundial.

4.5. Aplicación de la convención de nomenclatura

Los equipos se crean con un código HAC para concentrar su historial técnico y de costos, desde su compra e instalación inicial para ligarles:

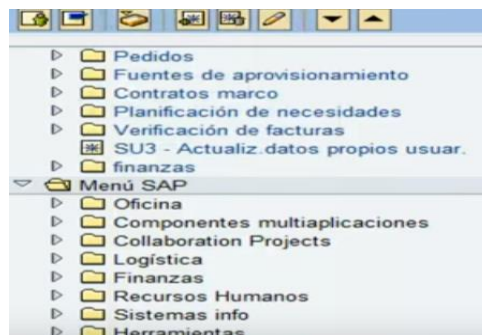
- sus rutinas preventivas y órdenes de mantenimiento.
- las refacciones del inventario y servicios de terceros.
- consumos de materiales de almacén y de mano de obra.

Con base en la información anterior será posible determinar cuándo resulta más rentable reponer un equipo que seguirlo reparando.

4.5.1. Actualización de datos en sistema SAP – MM

Desde el menú principal de SAP se ingresa al árbol de menús hasta llegar a la transacción requerida para su modificación.

Figura 52. **Árbol de menús en SAP**

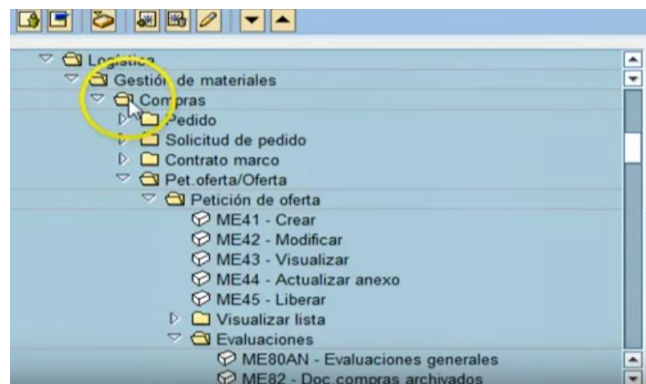


Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

El despliegue del árbol de menús lleva fácilmente a la transacción deseada y también pudo ingresarse desde la barra inicial para llegar a ella.

El número de ítem en materiales ofrece: poder ligarlos a los equipos que los requieren, llevar su historial de compras, precios, fabricante, proveedores, tiempo de entrega, equipo que los consume, asignarle niveles mínimo y máximo, lote de compra, código cedro, ubicación y todos sus atributos.

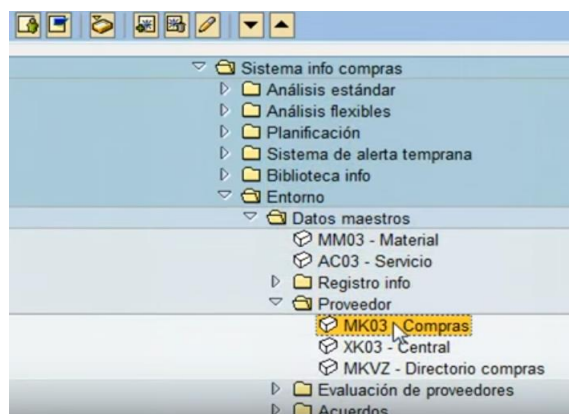
Figura 53. **Submenús para alcance de modificación de datos**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

De esta forma se alcanza la transacción, en este caso es la MK03.

Figura 54. **Submenú de compras en SAP**



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Luego aparecerá la vista de la transacción propiamente dicha y sus datos, en este caso, la transacción de compras.

Figura 55. **Transacción de compras en SAP**

The screenshot shows the SAP initial selection screen for a purchase transaction. At the top, there are fields for 'Acreedor' (Supplier) with value '1' and 'Organización compras' (Purchasing Organization) with value 'ZA02'. To the right, it says 'Empresa de la esquina' (Corner company) and 'Org Compras 02'. Below these are two expandable sections: 'Datos generales' (General data) with options for 'Dirección' (Address), 'Control', 'Pagos' (Payments), and 'Persona de contacto' (Contact person); and 'Datos organización compras' (Purchasing organization data) with options for 'Datos de compras' (Purchase data) which is checked, and 'Func. interlocutor' (Interlocutor function).

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

La opción de visualizar>modificar realiza actualizaciones de datos.

Figura 56. **Transacción de visualizar / modificar en SAP**

The screenshot shows the SAP 'Visualizar->Modificar' (View->Change) screen for a purchase transaction. A menu is open at the top left with options: 'Visualizar->Modificar' (F5), 'Grabar' (Save), and 'Finalizar' (Shift+F3). The main header shows 'Acreedor' (Supplier) '1', 'Empresa de la esquina' (Corner company), and 'Barcelona'. Below this, 'Org. compras' (Purchasing organization) is 'ZA02' and 'Org Compras 02'. The 'Condiciones' (Conditions) section includes fields for 'Moneda de pedido' (Order currency) 'EUR', 'Condición de pago' (Payment condition) '0001', 'Incoterms', 'Valor mínimo pedido' (Minimum order value) '0,00', 'GrEsquema proveedor' (Supplier schema) 'Esquema estándar proveedor' (Standard supplier schema), 'Control fecha precio' (Price date control) 'Sin control' (No control), and 'Lim. optimiz. ped.' (Order optimization limit). The 'Datos de venta' (Sales data) section at the bottom shows 'Vendedor/a' (Salesperson).

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

Al seleccionar esta opción el ícono de grabación permanecerá activo y permitirá realizar la modificación.

Figura 57. **Modificación de datos en SAP**

The screenshot displays the SAP 'Acreedor Modificar: Datos de Compras' (Supplier Modify: Purchase Data) screen. The interface includes a header bar with the title and several icons. Below the header, there are input fields for 'Acreedor' (1) and 'Org. compras' (ZA02). The 'Condiciones' (Conditions) section contains fields for 'Moneda de pedido' (EUR), 'Condición de pago' (0001), 'Incoterms' (FOB BARCELONA), 'Valor mínimo pedido', 'GrEsquema proveedor', 'Control fecha precio', and 'Lim. optimiz. ped.'. The 'Datos de venta' (Sales Data) section includes a field for 'Vendedor/a'.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>. (Consulta 30 – 12 – 15).

De esta forma se modifican datos en el sistema SAP.

4.5.2. **Informe a administradores de MRP**

La necesidad de cambios la genera el usuario. Este reconoce la utilización de datos y códigos. Luego de observar la anomalía, realiza una solicitud de cambio denominada solicitud de modificación o baja de material, la cual es enviada a los administradores de MRP quienes proceden a realizar el cambio en el maestro de materiales, informar del resultado y solicitar la autorización al jefe de bodega con el formato de solicitud utilizado que se presenta en la figura 58.

Figura 58. **Solicitud de modificación o baja de material**

Baja	<input type="radio"/>	
Modificación	<input type="radio"/>	
Cambio solicitado	Estado del material	
	Actual	Solicitado
Código de Material o PNS	6105-0104	6105-0104
Descripción	SELLOS 1070T10 FALK	SELLO 1070T10 FALK
Código del fabricante o No. De Parte		
U/M		
No. De HAC		
Costo Aproximado		
Datos técnicos del HAC		
Peso (kg)		
Alto (m)		
Ancho (m)		
Largo (m)		
Nombre y firma del solicitante.	Nombre y firma del Jefe Inmediato	Firma Jefe de almacén.

NOTA:
Favor enviar por correo electrónico, en caso contrario utilizar letra clara y de molde,
Incluir nombre y firma en la parte inferior de este formato.

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

El formato anterior puede ser utilizado en situaciones como: obsolescencia de materiales, cambio de característica o de código, fuera de uso, eliminación del material debido a cambios en la línea de producción.

4.5.3. Implementación de batch de respaldo

Para la segura utilización de los datos es imprescindible realizar *batch* de respaldo, es decir, copias de la base de datos en diferentes sistemas y procesos con el debido orden y seguridad, utilizando claves de acceso y en ordenadores utilizados por personal calificado y con la debida autorización para el manejo de los mismos. Las copias se realizarán en forma diaria debido a que la actualización de datos se realiza con la misma periodicidad.

Para el caso ejemplo que se considera en este trabajo, se presenta un *batch* de respaldo representativo de toda la población de datos, realizando para ello un estudio prospectivo y sistemático, realizándose el cálculo del tamaño de la muestra de la siguiente forma:

Se utilizará el plan de muestreo *military standard* 414, como un muestreo de aceptación por lotes, debido a conocerse el tamaño de lote o sea para este caso la cantidad de ítems de la base datos. El punto principal de este modelo es el nivel de calidad aceptable, y comprende porcentajes que van de 0,05 a 15 %. El estándar tiene 5 niveles generales de inspección y al nivel IV se le considera el usual.

El tamaño del lote para este proceso es de 23 000, siendo la cantidad ítems, de acuerdo con los propósitos se elige un nivel de calidad aceptable del 1 % y se procede a seleccionar el nivel de inspección en la figura 59.

Figura 59. **Letras código del tamaño de la muestra**

Tamaño del lote	Niveles de inspección				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3200	F	H	J	L	M
3201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22 000	H	J	M	N	O
22 001 a 110 000	I	K	N	O	P
110 001 a 550 000	I	K	O	P	Q
550 001 y más	J	K	P	Q	Q

Fuente: GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 367.

Dada la figura 59 se observa que el nivel de inspección es el usual o sea IV y la letra correspondiente para un tamaño de lote de 23 000 es O.

Dado lo anterior se procede a localizar el tamaño de la muestra en la figura 60.

Figura 60. Selección del tamaño de la muestra

Letra código para el tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra n	Nivel de calidad aceptable, NCA o AQL (inspección normal)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7	↓	↓	↓	↓	0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10	↓	↓	↓	0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.250	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.280	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.264	0.398	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.275	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	0.147	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.203	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.204	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
Niveles de calidad aceptable, NCA o AQL (inspección severa)															

Fuente: GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 368.

Del análisis en la figura 60 se observa que el tamaño de la muestra es de 100, por lo tanto, se realizará un estudio sobre 100 ítems.

4.6. Identificación de los elementos comunes o duplicados entre plantas de producción de la empresa

Habiendo obtenido el tamaño de la muestra de 100 ítems y un estrato de 200, se procede a realizar la obtención de ésta muestra, dando por resultado la tabla XVII.

Tabla XVII. Muestra de base de datos

PNS	Descripción Material	Almacén	UBICACIÓN	Stock
35040026	CYL NITROGENO RECARG P/ROLLER	03	03-001-015	1
35040027	NITROGENO A.PUREZA 200 W.GAS N2 99.9995	01	202-003-00	3
35040033	RECARGA CILINDRO NITROGENO	01	202-002-00	7
35050005	RECARGA OXIGENO INDUSTRIAL T/D PORTATIL	01	TOOL ROOM	0
35050006	RECARGA OXIGENO 240 PIES CUBICOS	01	TOOL ROOM	0
35050028	CILINDRO CALIBRACION 2 % DE OXIGENO	01	202-004-02	2
35050029	RECARGA OXIGENO	01	TOOL ROOM	0
41030005	PASTA REF REFRACLAY 40 Z AR	04	00-000-000	200
41030006	PASTA REFRAC CX-R-MORTEL	04	12-000-000	310
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	02	CONTENE-43	0
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	04	05-000-000	315
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ALMA		0
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	04	06-000-000	9
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	02	CONTENE-47	864
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	04	01-000-000	0
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	02	CONT-48-44	0
41030014	PASTA REF REFRABAUXITE 85 ED A	04	00-000-000	1400
41030020	REFRACORUND 95 LCCARX	02	M-01	0
47010029	ACEITE MIN IND TRIBOL 943/68	05	02-002-000	18
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	05	03-004-000	6,750
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	07	00-000-000	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	01	06-083	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	05	00-000-000	9,250
7010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	05	04-004-000	1
47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	07	00-000-000	0
47010040	CLEAN & CLEAR SIGMA KAESER SISTEMA INTER	01	200-033-00	10
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	05	05-001-006	49,75
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	07	00-000-000	0
47010043	ACEITE MIN IND ISO VG 1000 AGMA 8ª COMP	05	08-001-000	25
48100218	ELEMENTO FILTRADORA 924452Q MICRO.5	01	14-002-009	4
48100220	ELEMENTO FILTRADORA 924450Q MICRO.10	01	14-002-024	2
48100221	ELEMENTO FILTRADORA 933742Q MICRO.20	01	14-023-000	4
48100226	FILTER FOR OIL VAPOUR AA22248	01	62-091-016	1
48100227	FILTRO SEPARADOR DE CONDENSADOS KFS100	01	12-092-000	2
48100228	FILTRO PARA AEREOSOLES FINOS KOR 100	01	12-092-000	1
48100229	FILTRO PARA REMISION EXTRA FINA KOX 100	01	12-003-000	1
48100230	RETURN FILTER 3136 2600 30	01	13-041-000	1

Continuación de la tabla XVII.

48100232	FILTER ELEMENT RETURN OIL 60022338	01	12-082-000	3
48100233	FILTER ELEMENT AIR HYDR. TANK 60015593	01	12-082-000	4
48100234	FILTER RETURN OIL 6002239	01	12-082-000	9
48100235	REPLACEMENT ELEMENT #851 SOLBERG	01	12-023-000	1
48100236	ELEMENTO FILTRANT HP140L20-25WB=1.1401G2	01	12-123-000	1
51220008	RETENEDOR 472179	01	61-00F-017	3
51220010	RETENEDOR 19970 = 541802 = 470530	01	61-074-012	6
51220016	RETENEDOR 470625 = CR 14940	01	61-00E-054	4
51220020	RETENEDOR 100X75X10mm	01	61-00D-035	5
5120022	RETENEDOR 17X40X7mm 17-40 CR 661	01	0D-002-00A	4
51220023	RETENEDOR 70X49X10mm 473241 FED.MOG	01	61-00D-020	1
51220024	RETENEDOR 110X70X12mm	01	61-00F-009	4
51220027	RETENEDOR 55X70X8mm 21612	01	61-00D-018	4
51220031	RETENEDOR 50X70X9mm	01	61-00F-043	4
51220032	RETENEDOR CR 17387=472164	01	61-00D-018	6
51220036	RETENEDOR 45X80X10mm	01	29-001-008	4
51220037	RETENEDOR 95X125X12mm	01	61-00F-045	9
51220044	RETENEDOR 133.3X107X9.22mm 42419/42422	01	61-00F-059	2
51220045	RETENEDOR 48X65X10mm 18951/19211	01	61-00F-059	4
53170075	RODAMIENTO 6316-2RS.C3 = 6316-2RS1/C3	01	61-102-000	1
53170076	RODAMIENTO 6318=BL318=318:M.MRC 12 BOLAS	01	61-034-000	1
53170085	RODAMIENTO 6217 C3 10 BOLAS	01	61-113-000	4
53170086	RODAMIENTO 6214 2ZR C3 10 BOLAS	01	61-064-002	5
53170088	RODAMIENTO 6224-2RS.C3	01	61-094-000	6
53170092	RODAMIENTO 3202-2Z	01	61-072-004	1
53170093	RODAMIENTO 6304 2RS.C3 = 6304-2RS1/C3	01	61-073-016	3
53170095	RODAMIENTO 30306ª CON CUNA	01	61-072-006	1
53170096	RODAMIENTO 6320-2Z.C3	01	61-044-000	2
53170097	RODAMIENTO NU-322C3	01	61-052-000	2
53170098	RODAMIENTO 6306-2Z.C2 = 6306.2ZR.C3	01	61-172-004	4
53170100	RODAMIENTO 6310-2Z/C2ELHT23 = 63102R.C2	01	61-172-011	8
53170105	RODAMIENTO 6021	01	61-112-006	1
3170106	RODAMIENTO 6201-22/12.7=6201-08ZZCE CSRI	01	61-073-024	6
54090010	SOPORTE 126815 2"	01	61-034-000	2
54090011	SOPORTE T-208 EJE 1-1/2" =TU508M	01	61-023-003	3
54090012	SOPORTE RTS 13247S 3-15/16"	03	02-003-003	1
54090013	SOPORTE FY TB 1-3/16"	01	61-003-001	7
54090019	SOPORTE COMPLETO NP-322-2 P109 2"	01	61-013-000	2
54090020	SOPORTE CON RODAMIENTO TIPO FLANGE 3"	01	61-002-000	1

Continuación de la tabla XVII.

54090021	SOPORTE COMPLE LINK BELT 2-7/16 PLB6839R	01	61-033-000	1
54090023	SOPORTE FLANGE 1-7/16"	01	61-013-000	2
54090025	SOPORTE PILLOW BLOCK 3"	01	61-013-000	1
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	01	61-052-000	0
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	07	61-161-000	0
54090031	SOPORTE SKF SNH520 = SNV180	01	61-022-000	3
68510041	BENDIX DRIVE ASSY PN.4.395.923=93-480345	01	14-052-003	1
75010249	ENGRAPADORA OFICINA	01	02-072-011	6
75010251	SUSCRIPCIONES ANUALES	01	151-04-002	0
75010275	CARTUCHO TINTA IMPRESORA 6001277U NEGRA	01	151-02-002	1
75010276	CINTA VINYL, 52090 MINIMARK,AMA#6001274U	01	151-01-005	3
75010287	FORMULARIO CONTINUO BOLETA PARA BASCULA	01	02-083-000	54000
75010295	CINTA VINYL 120855 MINIMARK,AMA#6001275U	01	151-002-02	2
75010298	CINTA VINYL, 52063 MINIMARK,AMA#6001276U	01	151-002-03	1
75010303	ROTULADORA ELECTRONICA	01	02-012-000	0
75010324	CINTA MAQUINA ESCRIBIR BICOLOR	01	151-001-01	2
75010353	ETIQUETA AUTOADESIVA	01	151-001-03	199
75010376	HOJA REPORTE TIEMPO EXTRA Y ORDINARIO	01	10-103-000	9500
75010387	MARCADOR PUNTO FINO COLOR NEGRO	01	02-072-028	1
75010420	ETIQUETA REMOVIBLE 5/8X7/8" BRACHTEL	01	151-001-02	0
75010440	CALCOMANIA AUTOADHESIVA	01	151-002-02	3620
75010446	BOBINA DE PAPEL BOND 36"	01	01-013-000	1
75010454	GLICERINA SOLIDA CUENTA FACIL	01	02-072-030	6
75010505	CLIP STANDARD #1 33mm (CAJA)	01	02-072-017	31

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

En la tabla XVII se observa una muestra de tamaño 100 respecto a la base de datos del maestro de materiales. Se observan reflejados todos los tipos de material que se utilizan en la empresa, desde material de oficina pasando por rodamientos, filtros, refractarios, aceites, materiales químicos entre otros.

4.6.1. Estandarización de PNS

Los códigos PNS se cubrirán de acuerdo a una clasificación que agrupa en 16 módulos a toda la base de datos, siendo esta la siguiente:

Tabla XVIII. Clasificación de PNS

4400	Blindajes para molinos
4700	Lubricantes
5100	Sellante
5300	Cojinetes
5400	Elementos de apoyo
5500	Tornillería y Tuercas
5600	Elementos de unión
5700	Metales, cables y alambre
5800	No metales
6100	Elementos accionamiento
6200	Válvulas
6300	Materiales eléctricos
6400	Materiales electrónicos
6500	Partes mecánicas
6600	Bombas, motores, ventilador
6700	Partes especiales / equipo

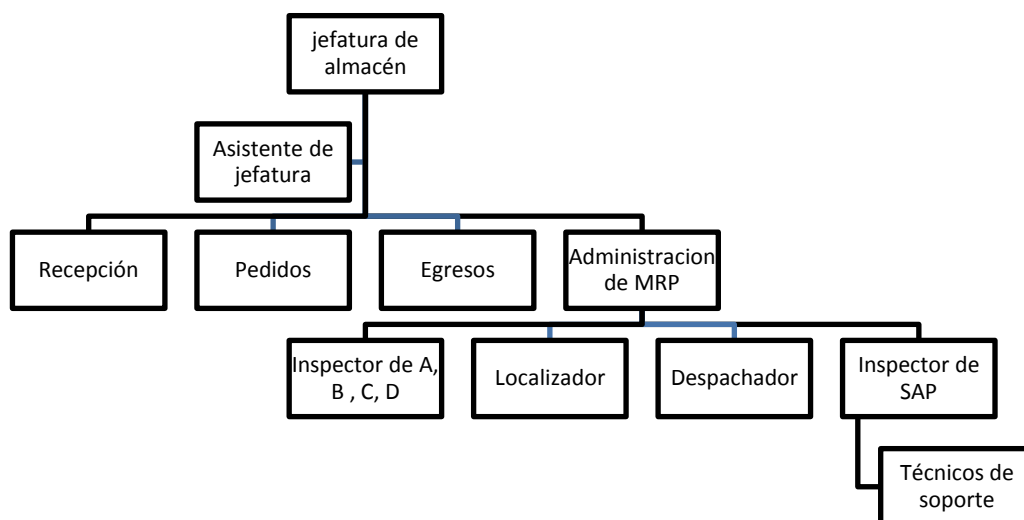
Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Diciembre 2015.

Con la tabla XVIII es posible iniciar la clasificación de cada material, cuyo código se amplía dependiendo el orden de trabajo.

4.6.1.1. Organización del staff de trabajo

Las necesidades más urgentes a cubrir por el personal del almacén de materiales y repuestos corresponden a actividades diarias de revisión, despacho, informe y reporte, jefatura, administración, entre otros, esta organización se representa en el organigrama de la figura 61.

Figura 61. **Organigrama del almacén de materiales y repuestos**



Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

4.6.1.2. **Inspección de las PNS**

Dada la facilidad de trabajo para hojas de cálculo en el programa Microsoft Excel es posible realizar un análisis rápido de inspección en la base de datos. De esta forma, al realizar una solicitud de revisión en la base de datos mostrada, se requiere el apareamiento de códigos iguales y el resultado es el mostrado en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Localización de duplicados**

PNS	Descripción Material	Almacén	UBICACIÓN	Stock
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	02	CONTENE-43	0
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	04	05-000-000	315
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ALMA		0
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	04	06-000-000	91
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	02	CONTENE-47	864
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	04	01-000-000	0
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	02	CONT-48-44	0
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	05	03-004-000	6.75
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	07	00-000-000	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	01	06-083	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	05	00-000-000	9.25
47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	05	04-004-000	1
47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	07	00-000-000	0
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	05	05-001-006	49.75
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	07	00-000-000	0
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	01	61-052-000	0
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	07	61-161-000	0

Fuente: elaboración propia.

En la búsqueda anterior se observan códigos duplicados y triplicados, con igual descripción, en diferente ubicación y con diferente cantidad en *stock*.

4.7. Estandarización de los elementos o artículos seleccionados a nivel de cada planta

Los movimientos entre artículos deben indicarse desde su ingreso a almacén, localización y su egreso por medio de requisición, en éste caso los reportes generarán movimiento de documentos, por ello, deberá informarse al personal sobre su utilización, en las transacciones del almacén, entre éstos se muestran: requisiciones, solicitud de repuestos, baja de material, renombramiento, solicitud de compra, entre otros.

4.7.1. Organización del staff de trabajo

Manteniéndose el objetivo del funcionamiento eficiente del almacén y la preparación óptima del personal del almacén, se aplicará la siguiente guía:

- Especificar al personal el papel que desempeña el almacén, en los procesos generales de la empresa especialmente del taller y la relación entre el servicio del taller y el suministro de repuestos, para mantener en buenas condiciones la maquinaria y equipo de la empresa.
- Establecer organigrama de estructura administrativa y operativa del almacén. Identificar la posición de cada elemento y la relación que existe entre cada uno.
- Mostrar el organigrama de estructura administrativa y operativa del almacén en afiches, en lugares optativos.
- Indicar en gráficas y tablas a cada elemento las funciones y actividades diarias que debe desempeñar.
- Dar a conocer la importancia del sistema SAP y las ventajas de este sobre controles y registros manuales. Proporcionar información sobre el sistema.

4.7.2. Inspección de las PNS

Con el objeto de mantener un estricto control de seguridad, antes de realizar la clasificación de los materiales, debe realizarse un análisis físico y específico de cada uno. Físico en cuanto a la realidad del material y lo solicitado al comprado, específico en cuanto a los requerimientos que cada material necesita para su óptima conservación como temperatura de almacenamiento, estiba, engrase, entre otros.

4.8. Eliminación de duplicados debido a la normalización

Luego de analizar los datos duplicados en la tabla XIX se procede a su eliminación, para ello debe darse de baja cada material utilizando el formato de la figura 58.

El resultado de los materiales eliminados presentará lo siguiente:

Tabla XX. **Determinación de ítems duplicados y triplicados**

Cen- tro	PNS	Descripción Material	UM	Alma- cén	UBICACIÓN	Stock
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	02	CONTENE-43	0
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	04	05-000-000	31
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	ALMA		0
SM	41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	ZBO	04	06-000-000	91
SM	41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	ZBO	02	CONTENE-47	864
SM	41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	ZBO	04	01-000-000	0
SM	41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	ZBO	02	CONT-48-44	0
SM	47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	ZGA	05	03-004-000	6,750
SM	47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	ZGA	07	00-000-000	0
SM	47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	ZGA	01	06-083	0
SM	47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	ZGA	05	00-000-000	9,250
SM	47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	ZGA	05	04-004-000	1
SM	47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	ZGA	07	00-000-000	0
SM	47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	ZUN	05	05-001-006	49,75
SM	47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	ZUN	07	00-000-000	0
SM	54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	ZUN	01	61-052-000	0
SM	54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	UN	07	61-161-000	0

Fuente: elaboración propia.

Utilizando Microsoft Excel se realiza el análisis completo de la muestra en la tabla XVII. Una selección de datos muestra ítems iguales con diferente ubicación, algunas demasiado alejadas. Por lo que corresponderá a los

administradores de materiales y repuestos, realizar la baja de material, eliminación del mismo y con ello aumentar la exactitud del inventario.

4.8.1. Estrategias de limpieza

Los materiales remarcados con color gris deben eliminarse o analizar sus condiciones, se elabora un reporte de baja de material con formato mostrado en la figura 58. Se darán de baja aquellos materiales cuyo stock es cero o se encuentran duplicados, anteriormente habían sido determinados como obsoletos, La tabla XXI muestra el grupo de materiales a eliminarse.

Tabla XXI. Eliminación de duplicados

Centro	PNS	Descripción Material	UM	Almacén	UBICACIÓN	Stock
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	04	05-000-000	315
SM	41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	ZBO	04	06-000-000	91
SM	41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	ZBO	02	CONTENE-47	864
SM	41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	ZBO	04	01-000-000	0
SM	41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	ZBO	02	CONT-48-44	0
SM	47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	ZGA	05	03-004-000	6,75
SM	47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	ZGA	05	00-000-000	9,25
SM	47010038	ACEITE MONTAJE LHM F 300/ SKF	ZGA	05	04-004-000	1
SM	47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	ZUN	05	05-001-006	49,75
SM	54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	ZUN	01	61-052-000	0

Fuente: elaboración propia.

Algunos materiales presenten condiciones especiales para análisis, pues presentan diferente ubicación y cantidad de *stock* que no es cero.

Tabla XXII. **Materiales con condiciones especiales**

	41	REFRAC PASTE KILOCALOR K340			06-000-	9
	41	REFRAC PASTE KILOCALOR K340			CONTE	8
	41	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035			01-000-	0
	41	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035			CONT-	0

Fuente: elaboración propia.

Procede ahora realizar toma de decisiones específicas para maximizar la exactitud del inventario.

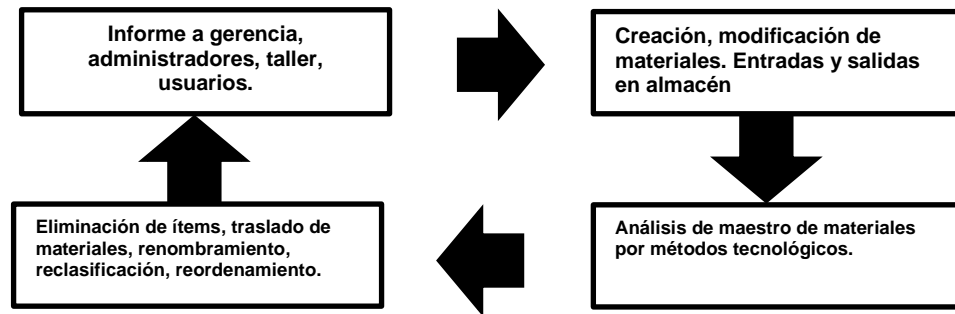
El administrador de materiales y repuestos seleccionará alguna de las decisiones siguientes:

- Seleccionar los materiales que se encuentran en stock en la ubicación 06 – 000 – 000 para su traslado a CONTENE – 47 o inverso.
- Decidir esperar la caducidad del material 41030011 de la ubicación ya sea 06 – 000 – 000 o CONTENE – 47, para su eliminación.
- Determinar la ubicación ya sea 01 – 000 – 000 o CONT – 48 – 44 para su eliminación y manutención del material 41030013.

4.8.1.1. Proceso cíclico de borrado

El almacén continuamente se encuentra en modificación y actualización dadas las entradas y salidas. El proceso de análisis en la base de datos para un maestro de materiales con 23 000 productos merece un análisis diario y continuo denominado cíclico, el cual se resume en el siguiente diagrama:

Figura 62. **Proceso cíclico de actualización de datos**



Fuente: elaboración propia.

Se le denomina proceso cíclico debido a que su realización es continua.

4.8.1.2. Especificaciones de traslado

Los administradores del almacén son responsables del reaprovisionamiento de materiales y determinan el procedimiento adecuado que garantice cantidades siempre en *stock*. Esto procederá a lo siguiente:

- Marcas para identificación (etiquetas fijas): se colocan en cada artículo y en su ubicación. Deben contener como mínimo la siguiente información:
- Fecha de ingreso.
- Identificación de centro o planta.
- Unidad de medida.
- Número de bodega.
- Ubicación.
- Nombre del material.
- Código de barras.
- Códigos PNS y PCS.

- Fichas de control (móviles): se utilizan cada vez que un artículo llega a su punto de reorden. Inicialmente junto a las etiquetas fijas de identificación y, al llegar al punto de reorden, son removidas hacia el tablero de control.

Las fichas de control deben contener la siguiente información:

- Códigos PCS y PNS del artículo.
- Descripción.
- Ubicación.
- Cantidad estándar por ordenar.
- Tablero de control: colocado al final de cada pasillo en cada zona de almacenamiento. En este se colocan las fichas de control de artículos que se desean ordenar. Al final de la jornada se revisa cada tablero y se anota el número de los artículos que aparecen en las fichas de control, para hacer el nuevo pedido. Al llegar los artículos solicitados, las fichas de control se regresan a su ubicación original. Debe estar dividido en dos áreas, una para colocar las fichas que se deben ordenar y otra para colocar las fichas que se han ordenado (tránsito).

4.9. Actualización de parámetros de estrategias de reposición (MRP)

El procedimiento para el reaprovisionamiento de inventario es el siguiente:

- Luego de despachar el artículo debe compararse el punto de reorden fijado con la cantidad en existencia.
- Si la existencia disponible es menor o igual al punto de reorden se retira la ficha de control de la ubicación y se traslada al tablero de control en el área donde se debe ordenar.

- Al final de la jornada revisar las fichas de control en el tablero y ordenar los artículos en cuestión, las fichas se colocan en el área de tránsito.
- Al recibir los artículos se retira la ficha de control del tablero y se coloca en su ubicación original, siguiendo con el proceso normal de despacho.

4.9.1. Estrategias de reposición para MRP

Los administradores de almacén en el inicio de su labor deben identificar duplicados, para ello el ejemplo de la tabla XX determina en forma correcta la selección de los ítems duplicados. Luego de identificados los duplicados, procederá a darse de baja los ítems inexistentes o sobrantes.

4.9.2. Clasificación de material




La tabla XVIII clasifica los materiales en 16 grupos principales, esto se debe a un proceso estándar de fabricantes a nivel mundial y exige que antes de nombrar un producto se agregue:

- Nombre del producto y grupo de artículo.
- Medida y Número de parte.
- Función, fabricante y modelo.

4.9.2.1. Informe de movimientos en inventario

Este informe es realizado en sistema SAP y genera vistas de proceso, como la que se muestra a continuación:

Figura 63. **Resultado de informe de movimientos por material**

Análisis material (CST): Lista básica					
 Cambiar desglose...  Top N... 					
Cantidad Material: 1					
Material	Consumo total	GrRotStkTo	Cantidad SC	Stock total	AlcMedStkT
Total	444 U	1.54	0 U	399 U	60
7501-0010	444 U	1.54	0 U	399 U	60

Fuente: planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

El informe muestra clasificación, consumo, rotación en inventario, saldo por cuenta contable, valores de cierre, crecimiento o decrecimiento y movimientos en el *stock*.

4.9.2.2. **Cálculo de máximos, mínimos y nivel de reorden**

El cálculo adecuado de cantidades máximas, mínimas y nivel de reorden utiliza una aplicación en hoja de cálculo Excel, donde se ingresan datos de constantes y códigos para luego obtener los valores requeridos.

Figura 64. Aplicación de análisis para máximos y mínimos

Análisis para fijar Máximos y Mínimos por Material																	
<table><tr><th colspan="2">Constantes</th></tr><tr><td>Costo del Pedido</td><td>\$25.00</td></tr><tr><td>Costo de Oportunidad del capital</td><td>18%</td></tr><tr><td>Días de Imprevistos</td><td>15</td></tr></table>										Constantes		Costo del Pedido	\$25.00	Costo de Oportunidad del capital	18%	Días de Imprevistos	15
Constantes																	
Costo del Pedido	\$25.00																
Costo de Oportunidad del capital	18%																
Días de Imprevistos	15																
Código	Material	LT (meses)	Costo Unitario (\$)	Consumo Mensual (U)	Consumo Anual (U)	SS (U)	PP (U)	Lote Óptimo (U)	MAX (U)								
4824-0063	SPECTRO-MELT A10 10783	2.5	44	27	324	14	81	45	126								
Variable:	Denominación:	Formula:															
LT	Lead Time o Tiempo de Entrega																
SS	Safety Stock o Stock de Seguridad	Días de imprevistos * Consumo mensual															
PP	Punto de Pedido	SS + LT * Consumo Mensual															
Lote Óptimo	Tamaño del Lote optimo	$\frac{(2 * \text{Consumo anual} * \text{costo pedido})}{(\text{costo unitario} * \text{costo de oportunidad del capital})}^{1/2}$															
MAX	Nivel Máximo de Inventario	PP + Lote Óptimo															

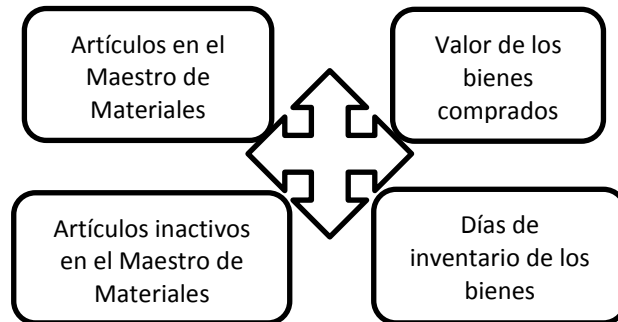
Fuente: Planta San Miguel. Departamento de mantenimiento. Octubre 2015.

Los datos de costo unitario, consumo mensual y anual, *stock* de seguridad y punto de pedido, determinarán el lote óptimo y el nivel máximo de inventario para cada material.

4.10. Medición del desempeño y acciones de mejora

Toda vez que las actividades locales se han completado es posible realizar la medición del desempeño y acciones de mejora como inspección, conteo y clasificación de los elementos. Para este efecto es necesario conocer los datos críticos que intervienen en las actividades de los administradores de materiales y repuestos dentro del almacén. El conocimiento exacto de éstos, generará sinergias de mejora en los procesos adyacentes. La figura 65 muestra estos datos críticos.

Figura 65. **Datos críticos para revisión y mejora**



Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Luego del conocimiento y alcance de estos datos podrán generarse objetivos clave para acciones de mejora.

4.10.1. Generación de batch de respaldo

El objetivo principal en las operaciones de renombramiento es la disminución en la cantidad de ítems. Estructuralmente la clasificación de materiales no cambia, únicamente en caso de crear nuevos materiales. La administración de MRP es un sistema automático, solicitud de órdenes de pedido se realizan en sistema SAP y se les denomina rutinas en el sistema que generan necesidades. Las copias de la base de datos se realizan en forma diaria, almacenándose en la base de datos y manteniendo los cambios realizados diariamente, es decir, debe realizarse copia diaria y guardarlas durante por lo menos un año.

4.10.2. Proyección de resultados

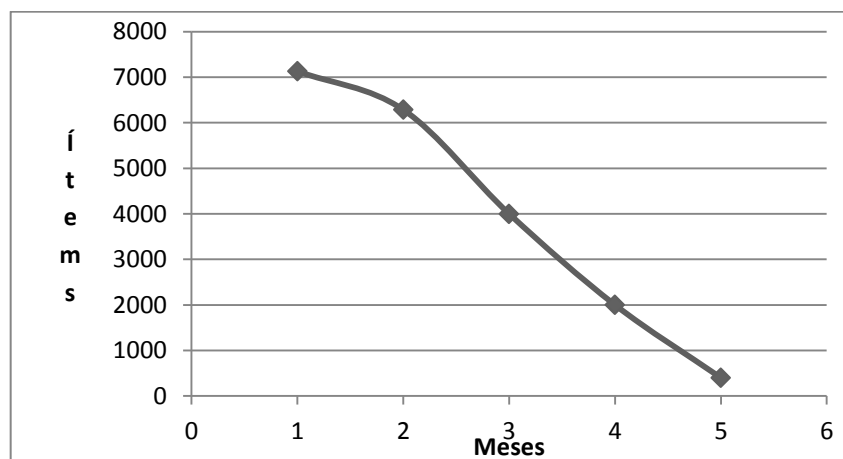
Dada la cantidad de personal a cargo del proyecto se presentó la proyección de resultados en la reducción de ítems, de la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Proyección de reducción de ítems**

Mes	Ítems a corregir
Agosto	7 130
Septiembre	6 286
Octubre	4 000
Noviembre	2 000
Diciembre	400

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Figura 66. **Proyección de resultados para reducción de ítems duplicados, obsoletos o sin movimiento**



Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

El proyecto inició con 7 130 ítems, mensualmente se realizaron procesos cíclicos de borrado y actualización, alcanzando hasta 400 ítems.

4.10.3. Medición del trabajo

Para medir la eficiencia del trabajo se utilizan las siguientes formulaciones:

$$\%E = \left(\frac{TP}{TE} \right) \times 100$$

donde:

%E = porcentaje de eficiencia.

TP = tiempo proyectado

TE = tiempo empleado

4.10.4. Análisis de tareas

Cuando las operaciones de almacén se han visto disminuidas en su eficiencia debido a falta de planificación y control generalmente presentan una gran cantidad de llamadas de atención y quejas acerca de los sistemas de trabajo, como las siguientes:

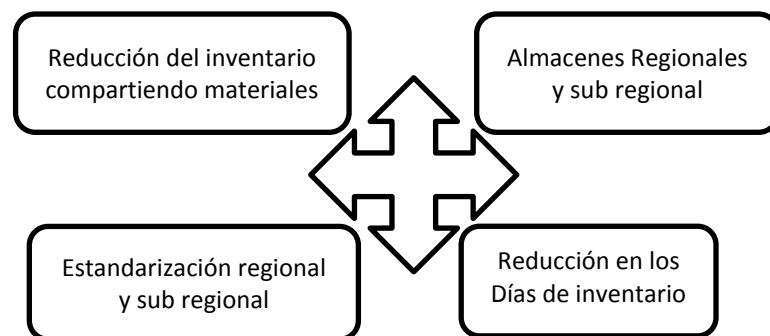
- Eliminación de los contratos de pedido debido a falta de capacidad para soportar la solicitud de trabajo.
- Inventario inflado.
- Paro en la producción debido a falta de material para trabajo.
- Excesivas diferencias en la comprobación física de las existencias.

Los sistemas de control de existencias representan generalmente un costo muy alto para la empresa, por lo que debe minimizarse. Por todo lo anterior es notable la urgencia del renombramiento en los ítems debido a que generan costos de tiempo y dinero.

4.11. Comparaciones de bases de datos y nuevas sinergias

Con una base de datos maestro de materiales limpia y estándares de procedimientos, es posible realizar comparaciones y pasar a nuevas sinergias.

Figura 67. Sinergias esperadas a través de plantas



Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

El diagrama de la figura 67 es muy específico en cuanto a los alcances esperados. En resumen, se observa que se espera convergencia entre almacenes de diversas plantas, optimizar el inventario por medio de la reducción al compartir materiales, así como realizar el proceso de estandarización en todas las plantas.

4.11.1. Informes del sistema SAP – MM

El sistema SAP – MM proporciona informe de conteo en materiales y su movimiento, así como las necesidades de inspección. Estos informes presentan resultados con períodos específicos de trabajo que han sido calculados por un proceso que se detalla en la sección 5.3.1. Los resultados de estos informes se detallan en la tabla XXIV.

4.11.1.1. Informe semanal, mensual y anual

El conteo, inspección e informe de materiales se realiza en forma diaria, produciendo datos semanales y por consiguiente anuales. Un ejemplo muy detallado de estos datos se presenta en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Conteos cíclicos en almacén**

Semana	plan				Total plan	conteos				Sin ABC	Total conteo	Meta 2015	Eficiencia
	A	B	C	D		A	B	C	D				
1					0						0	100%	
2	485	155	205	235	1080	229	552	27			808	100%	75%
3	485	155	205	235	1080	314	189	169	130		802	100%	74%
4	485	155	205	235	1080	512	99	145	306		1062	100%	98%
5	485	155	205	235	1080	161	227	14	331	2	815	100%	75%
6	485	155	205	235	1080	473	47	331	227		1078	100%	100%
7	485	155	205	235	1080	720	13	263	164		1160	100%	107%
8	485	155	205	235	1080	510	144	259	164		1077	100%	100%
9	485	155	205	235	1080	78	1	697	213		989	100%	92%
10	485	155	205	235	1080	469	190	162	238		1059	100%	98%
11	485	155	205	235	1080	566	176	174	165		1081	100%	100%
12	485	155	205	235	1080	307	130	159	165	62	823	100%	76%
13	485	155	205	235	1080	368	467	186	190		1211	100%	112%
14	485	155	205	235	1080	323	118	153	165		759	100%	70%
15	485	155	205	235	1080	418	112	167	164		861	100%	80%
16	485	155	205	235	1080	306	64	226	164	69	829	100%	77%
17	485	155	205	235	1080	104	6	259	483		852	100%	79%
18	485	155	205	235	1080	203	517	1		22	743	100%	69%
19	485	155	205	235	1080	353	176	159	182		870	100%	81%
20	485	155	205	235	1080	290	131	163	172	75	831	100%	77%
21	485	155	205	235	1080	320	112	169	164		765	100%	71%
22	485	155	205	235	1080	106	101	342	208		757	100%	70%
23	485	155	205	235	1080	323	109	163	165	20	780	100%	72%
24	485	155	205	235	1080	307	55	225	172		759	100%	70%
25	485	155	205	235	1080	761	0	284	165	73	1283	100%	119%
26	485	155	205	235	1080	375	1	334	412	24	1146	100%	106%
27	485	155	205	235	1080	8	143	343	412		906	100%	84%
28	485	155	205	235	1080	290	137	167	166		760	100%	70%
29	485	155	205	235	1080	319	117	158	166		760	100%	70%
30	485	155	205	235	1080	532	562	43	143		1280	100%	119%
31	485	155	205	235	1080	233	4	660	16		913	100%	85%
32	485	155	205	235	1080	277	47	34	395		753	100%	70%
33	485	155	205	235	1080	283	149	154	309		895	100%	83%
34	485	155	205	235	1080	307	40	103	381		831	100%	77%
35	485	155	205	235	1080	323	164	163	164		814	100%	75%
36	485	155	205	235	1080	323	109	163	165		760	100%	70%
37	485	155	205	235	1080	265	109	163	224		761	100%	70%
38	485	155	205	235	1080	392	168	147	346		1053	100%	98%
39	485	155	205	235	1080	403	305	294	184	80	1266	100%	117%
40	485	155	205	235	1080	284	138	59	396		877	100%	81%
41	485	155	205	235	1080	322		275	160		757	100%	70%
42	485	155	205	235	1080	244	1	191	223		659	100%	61%
43	485	155	205	235	1080	15	95	340	396		846	100%	78%
44	485	155	205	235	1080	228	68	156	315		767	100%	71%
45	485	155	205	235	1080	321	108	137	187		753	100%	70%

Continuación de la tabla XXIV.

Semana	Plan				Total plan	conteos			
	A	B	C	D		A	B	C	D

46	485	155	205	235	1080	461	147	178	254
47	485	155	205	235	1080	329	269	158	164
48	485	155	205	235	1080	174	481	184	277
49	485	155	205	235	1080	1290	56	384	281
50	485	155	205	235	1080	161		1	
51	485	155	205	235	1080	170	218	910	1980
52						14	14	13	902
									125
	24250	7750	10250	11750	54000	16864	7386	10809	13640

Sin ABC	Total conteo	Meta 2015	Eficiencia
	0	100%	

	1040	100%	96%
	920	100%	85%
	1116	100%	103%
	2011	100%	186%
	162	100%	15%
	3278	100%	304%
	943	100%	
	125	100%	
507	58,203	100%	108%

Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Enero 2016.

La tabla XXIV muestra el resultado de la inspección de materiales y repuestos de cada tipo A, B, C o D que se encuentran en el almacén, a lo largo de un año. Se observan 52 semanas de trabajo. Se reconocen las metas, los conteos realizados y el porcentaje de cumplimiento semanal, para obtener un porcentaje anual del 108 %, con lo que se rebasa la meta de inspección. Un dato muy interesante es el recabado por los inspectores quienes mencionan que efectivamente se realiza el conteo cíclico de acuerdo a un cálculo

establecido, con la dificultad que dicho cálculo no toma en cuenta la dificultad de conteo por material.

4.11.1.1.1. Materiales inactivos

Se denominan de esta forma a aquellos materiales que no han tenido movimiento a lo largo del año o inclusive desde años atrás. Estos materiales pueden considerarse obsoletos dependiendo de su naturaleza. Para ello los administradores de materiales y repuestos deben realizar un análisis de los mismos, informando sobre la necesidad de su obsolescencia como la de su uso a través de largos períodos de tiempo. En este caso a este tipo de materiales se les reconoce como: sin ABC.

- Eficiencias en el proceso de renombramiento y reclasificación

Del análisis de la tabla XXIV se observa que se realizaron 58 203 conteos de 54 000 proyectados por lo que el porcentaje de cumplimiento fue:

$$\frac{58\,203}{54\,000} \times 100 = 108 \%$$

De lo anterior se afirma que la eficiencia en el conteo e inspecciones fue de 108 %, con lo que se rebasa la meta propuesta.

- Comparación de proyección y resultados

La tabla XXIII proporciona los datos para proyección y resultados obtenidos, de ellos puede extraerse el análisis de la tabla XXIV. Los datos proyectados se observan en la casilla plan, bajo conteo de materiales

clasificados como A, B, C o D, así mismo, se observan los conteos realizados a lo largo del 2015, para luego mostrarse los resultados finales.

Tabla XXV. **Comparación entre proyección y resultados**

Plan				Total plan	conteos				Sin ABC	Total conteo	Meta 2015	Eficiencia
A	B	C	D		A	B	C	D				
4250	7750	10 250	11 750	54 000	16 864	7386	10809	13640	507	58 203	100 %	108 %

Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Enero 2016.

De esta forma se comprueba que se rebasó la meta propuesta alcanzando un cumplimiento del 108 %.

- Conteo de códigos PNS

En todo este proceso existe un concepto muy importante denominado: exactitud en el inventario, éste es fundamental para mantener un flujo constante en la cadena de suministro. La tabla XXVI muestra un ejemplo.

Figura 68. **Análisis de códigos PNS en materiales**



Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos, almacén 3. Diciembre 2015.

Se observan dos materiales con igual código sin embargo son resultado de diferente proveedor, por lo tanto, ambos códigos deben corregirse.

4.12. Información de resultados

Las inspecciones se realizan en diariamente así como su análisis, informe y actualización en la base de datos del maestro de materiales. La tabla XXVI muestra el resultado de inspeccionar el inventario durante 22 días de un mes determinado.

Tabla XXVI. **Resultados inspección del inventario (22 días)**

Día	Número de materiales contados	Materiales sin Diferencia	Materiales con Diferencia	Porcentaje de exactitud	Meta	Diferencia
1						
2	808	782	26	96.78%	95%	2%
3	802	795	7	99.13%	95%	4%
4	1062	1027	35	96.70%	95%	2%
5	815	812	3	99.63%	95%	5%
6	1078	1065	13	98.79%	95%	4%
7	1160	1149	11	99.05%	95%	4%
8	1077	1069	8	99.26%	95%	4%
9	989	980	9	99.09%	95%	4%
10	1059	1055	4	99.62%	95%	5%
11	1081	1080	1	99.91%	95%	5%
12	823	815	8	99.03%	95%	4%
13	1211	1208	3	99.75%	95%	5%
14	759	756	3	99.60%	95%	5%
15	861	851	10	98.84%	95%	4%
16	829	817	12	98.55%	95%	4%
17	856	841	15	98.25%	95%	3%
18	743	742	1	99.87%	95%	5%
19	870	860	10	98.85%	95%	4%
20	831	825	6	99.28%	95%	4%
21	765	752	13	98.30%	95%	3%
22	777	774	3	99.61%	95%	5%

Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Se observa que se ha sobrepasado la meta de exactitud cada día ya que la meta es del 95 %.

4.12.1. Clasificación, ordenamiento y ubicación de productos

Para la realización efectiva del proceso de colocación de productos, se cuenta con 3 almacenes, cada uno con 3 niveles y en cada nivel se cuenta con pasillos, estanterías, nivel de estantería y ubicación.

Figura 69. **Estantería en Pasillo del almacén**



Fuente: Planta San Miguel, almacén de materiales y repuestos, almacén 3. Diciembre 2015.

La forma más adecuada para un modelo de clasificación de materiales y repuestos es el modelo de tamaño económico de lote, la cual determina el momento preciso de ordenar cada vez que el denominado punto de reorden indique el momento de pedido. Cuando un artículo llega al punto de reorden, es el momento de ordenar pedido.

Punto de reorden = (uso diario promedio + tiempo de entrega + *stock* de seguridad).

El *stock* de seguridad que se menciona en la formulación anterior es la cantidad mínima que debe mantenerse en almacén, al momento de espera para la cantidad de producto solicitada.

Stock de seguridad = consumo diario promedio × política de *stock* mínimo.

Por política de *stock* mínimo se conoce a la diferencia que existe entre el tiempo más grande de entrega y el tiempo promedio de entrega de pedido.

En la sección 5.6.2 se realizará un ejemplo en el cálculo de estas formulaciones y conceptos.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Forma de control de SAP

El sistema SAP proporciona datos completos sobre el valor del inventario. La figura 70 muestra una vista de forma de control en el sistema SAP del valor del inventario en el almacén de materiales y repuestos en el 2009.

Figura 70. Control del valor del inventario en SAP

Valor del inventario por tipo de material en SAP		
Tipo material	Val. stk.	valor
Total	18,492,987.90	Q
4400 Blindajes p/Molinos Tub	259,610.71	Q
4700 Lubricantes	214,362.82	Q
5100 Sellantes	243,987.10	Q
5300 Cojinetes	769,382.98	Q
5400 Elementos de Apoyo	192,362.63	Q
5500 Tornillería y Tuercas	155,162.75	Q
5600 Elementos de Unión	199,942.48	Q
5700 Metales, Cables y Alambre	473,849.82	Q
5800 No Metales	285,654.64	Q
6100 Elementos Accionamiento	999,717.31	Q
6200 Válvulas	727,441.38	Q
6300 Materiales Eléctricos	1,984,059.75	Q
6400 Materiales Electrónicos	625,020.14	Q
6500 Partes Mecánicas	824,149.31	Q
6600 Bombas, Motores, Ventilador	352,317.54	Q
6700 Partes Especiales/Equipo	10,185,967.34	Q

Fuente: ALDANA LÓPEZ, Luis Argelio. Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento. p. 100.

El SAP es un sistema especializado en el control de procesos de una empresa. Incluye muchas vistas y actividades, mostrando también la vista para planificación de necesidades. En este caso, esta vista proporciona datos para punto de medido, *stock* máximo, plazo de entrega y *stock* de seguridad, siendo calculados con este sistema.

Figura 71. Planificación de necesidades por material

Modificar material 5705-0061 (Planificación de necesidades)

Textos breves Unidades de medida Niveles organización Verif datos imagen

Material 5705-0061 CABLE 7/8" TIPO 18 6x37 HILOS
Centro LP LP CEMENTOS PROGRESO, S.A.

Datos generales

Unidad medida base * Pie Grupo planif nec.
Grupo de compras JIM Indicador ABC A
Stat.mat.especif.ce. Válido de

Método planif. nec.

Caract planif. nec. VB Planif manual del punto-pedido
Punto de pedido 124.000 Horiz planif. fijo
Ciclo planif. nec. Planif. necesidades T08

Datos de tamaño de lote

Tam. lote planif. nec. HB Reposición hasta el stock máximo
Tamaño lote mínimo Tamaño lote máximo
Tamaño lote fijo Stock máximo 298.000
Costes lote fijo Costes almacenaje
Rechazo conjunto (%) Cadencia
Perfil de redondeo Valor de redondeo
Grupo un. medida

Programación

Tmpto. tratamiento EM Días Plazo entrega prev. 30 Días
Clave de horizonte Calendario planif.

Cálculo necesidades netas

Stock de seguridad 103.000 Nivel servicio (%)
Stock seguridad mín. Perfil de cobertura
Indicador marg. seg. Margen seg./Cob. real Días
Perf. per. margen seg.

Fuente: ALDANA LÓPEZ, Luis Argelio. Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento. p. 127.

La vista de la figura 71 muestra que los datos proporcionados por el sistema SAP pueden ser modificados. Esto sucede debido a consideraciones realizadas durante el proceso de producción, ventas o decisiones particulares tomadas por gerencia.

5.1.1. Análisis de datos en SAP – MM

La figura 71 muestra el detalle de datos necesarios para el flujo continuo de materiales en almacén y su planificación. Estos datos son proporcionados para su análisis en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. Análisis de datos mostrados en SAP

Material	CABLE 7/8" TIPO 18 6×37 HILOS
Código PNS	5705 – 0061
Punto de pedido	124
Stock máximo	298
Plazo de entrega	30 días
Stock de	103

Fuente: elaboración propia.

El punto de pedido la cantidad en *stock* que indica el momento para el cual debe ordenarse un lote de materiales con el fin de mantener siempre existencias, así mismo, dado el dato de *stock* máximo se reconoce que el límite en existencia es de 298 materiales y bajo el *stock* de seguridad, se asegura que nunca deben encontrarse menos de 103 existencias.

5.2. Verificación de rotación en inventario

La relación funcional para la rotación de inventario es la siguiente:

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{salidas acumuladas (período de tiempo)}}{\text{Existencias acumuladas (igual período)}}$$

Mientras más cercano a 1 sea el valor de rotación, entonces el inventario fluye de forma continua sin atrasos ni excesos.

5.2.1. Período de aplicación

La planificación de actividades se realiza para un período de tiempo específico. El cálculo de este período se obtendrá a partir de la relación que determina el tiempo de reposición del inventario. Esta relación es la siguiente:

$$RRI = \frac{PR}{PT}$$

Donde:

RRI = relación de rotación de inventario.

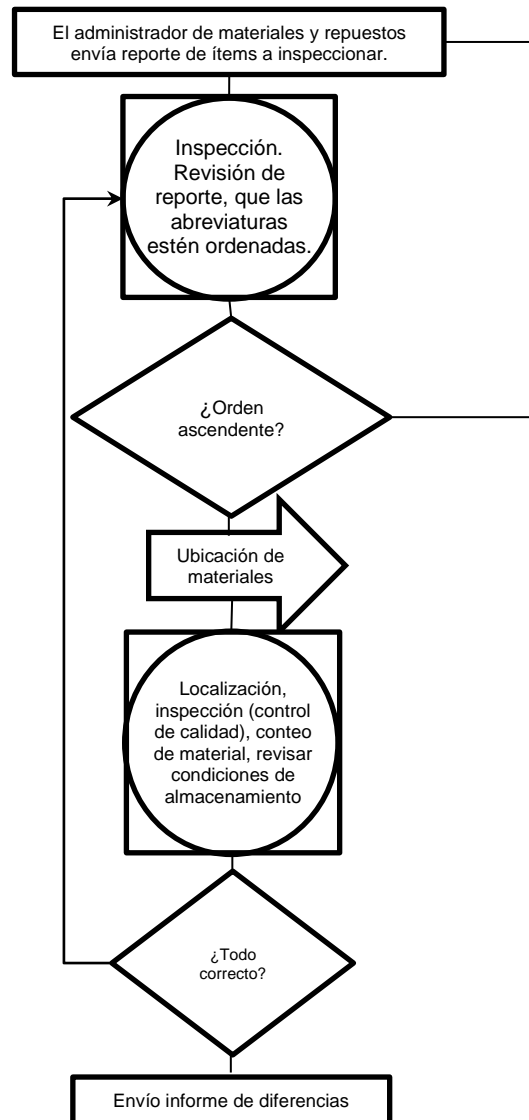
PR = pedidos repuestos en un período, líneas de pedido / pedido.

PT = líneas de pedido totales recibidas en un período, líneas de pedidos / pedido.

5.3. Proceso de inspección

Este proceso determinará con exactitud la forma en que la base de datos se actualiza dependiendo de las operaciones diarias realizadas en ella. El proceso de inspección se resume en el diagrama de flujo de la figura 5.3. Debe tomarse muy en cuenta el objetivo de este proceso, pues es de sobra conocido que la inspección únicamente contabiliza los defectos. Se asocia el hecho de encontrar defectos con aumentar los inspectores o inspecciones. La inspección no implica calidad, aumenta costos y no es requisito para aumento de precio al producto. En este tipo de proceso se observa que debido a una gran cantidad de materiales y repuestos los resultados de inspección también son amplios. Es por ello que la clasificación Cedro unida a los PNS y PCS logra englobar el maestro de materiales a un sistema unificado y con pocas variables.

Figura 72. Diagrama de flujo del proceso de inspección física



Fuente: elaboración propia.

Al inicio del proceso se observa el envío del reporte de ítems a inspeccionar, obtenido por medio de SAP. Se realizan inspecciones de todos los materiales y su respectivo ítem, para luego enviar las diferencias encontradas o comprobar la estabilidad del inventario.

5.3.1. Sistema cíclico

Para efectos del presente trabajo se utilizarán los datos de la tabla XVII para realizar los cálculos correspondientes al sistema cíclico. Para el cálculo se necesitarán los datos de descripción de material, precio medio por artículo y su utilización anual, estos datos fueron obtenidos de la tabla XVII, para luego calcular el valor anual de la siguiente forma:

$$\text{Valor anual} = \text{precio medio por artículo} \times \text{utilización anual}$$

Tabla XXVIII. **Cálculo del valor anual**

Descripción Material	Precio medio por artículo	Utilización anual	Valor anual
CYL NITROGENO RECARG P/ROLLER	99,67	6,11	608,16
NITROGENO A.PUREZA 200 W.GAS N2 99.9995	854,15	27,69	23 653,38
RECARGA CILINDRO NITROGENO	189,42	90	1 7047,8
RECARGA OXIGENO INDUSTRIAL T/D PORTATIL	66,73	45	3 002,85
RECARGA OXIGENO 240 PIES CUBICOS	195,40	360	70 344
CILINDRO CALIBRACION 2 % DE OXIGENO	8775,88	14,4	126 372,67
RECARGA OXIGENO	188,65	360	67 914
PASTA REF REFRACLAY 40 Z AR	328,83	0,0085	2,789
PASTA REFRAC CX-R-MORTEL	1,00	0,1394	0,1394
PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	781,59	1,4754	1 153,166
PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	781,59	1,0227	799,353
PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	781,59	2,9032	2 269,133
REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	790,44	1,0227	808,404
REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	790,44	4,2857	3 387,6
PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	874,56	1,3899	1 215,604
PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	874,56	4,1860	3 660,95
PASTA REF REFRABAUXITE 85 ED A	457,55	0,0635	29,071
REFRACORUND 95 LCCARX	19 957,70	9,7297	194 183,03
ACEITE MIN IND TRIBOL 943/68	80,38	0,4255	34,204
ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	281,25	0,4286	120,536
ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	281,25	360	101 250
ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	0,00	5,7143	0

Continuación de la tabla XVIII.

ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	0,00	7,66	0
ACEITE MONTAJE LHM 300/ SKF	1 261,89	1,59	2 001,24
ACEITE MONTAJE LHM 300/ SKF	1 261,89	360	454 280,4
CLEAN & CLEAR SIGMA KAESER SISTEMA INTER	582,87	6	3 497,22
ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	83,56	1,56	130,789
ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	83,56	1,151	96,107
ACEITE MIN IND ISO VG 1000 AGMA 8ª COMP	276,61	5	1 383,05
ELEMENTO FILTRADORA 924452Q MICRO.5	780,61	360	281 019,6
ELEMENTO FILTRADORA 924450Q MICRO.10	357,72	6,79	2 429,79
ELEMENTO FILTRADORA 933742Q MICRO.20	505,61	1,14	576,01
FILTER FOR OIL VAPOUR AA22248	5 578,89	6,54	36 516,37
FILTRO SEPARADOR DE CONDENSADOS KFS100	3 274,69	0,378	1 239,63
FILTRO PARA AEREOSOLES FINOS KOR 100	3 352,95	0,378	1 269,25
FILTRO PARA REMISION EXTRA FINA KOX 100	3 452,15	0,378	1 306,81
RETURN FILTER 3136 2600 30	11 634,19	0,0089	104,46
FILTER ELEMENT RETURN OIL 60022338	2 160,23	120	259 227,6
FILTER ELEMENT AIR HYDR. TANK 60015593	871,96	3,83	3 339,42
FILTER RETURN OIL 6002239	5 271,39	0,498	2 624,76
REPLACEMENT ELEMENT #851 SOLBERG	1 326,38	11,613	15 403,13
ELEMENTO FILTRANT HP140L20-25WB=1.1401G2	6 939,54	0,224	1 551,69
RETENEDOR 472179	45,26	0,73	33,18
RETENEDOR 19970 = 541802 = 470530	59,03	0,27	15,82
RETENEDOR 470625 = CR 14940	30,96	0,211	6,53
RETENEDOR 100X75X10mm	43,50	1,79	77,91
RETENEDOR 17X40X7mm 17-40 CR 661	22,33	0,51	11,24
RETENEDOR 70X49X10mm 473241 FED.MOG	68,72	0,414	28,47
RETENEDOR 110X70X12mm	65,49	25,71	1 684,03
RETENEDOR 55X70X8mm 21612	32,77	45	1 474,65
RETENEDOR 50X70X9mm	19,28	22,5	433,8
RETENEDOR CR 17387=472164	28,06	11,25	315,67
RETENEDOR 45X80X10mm	36,03	40	1 441,2
RETENEDOR 95X125X12mm	83,19	0,74	61,75
RETENEDOR 133.3X107X9.22mm 42419/42422	150,45	0,42	62,54
RETENEDOR 48X65X10mm 18951/19211	43,28	0,0089	0,39
RODAMIENTO 6316-2RS.C3 = 6316-2RS1/C3	1 099,49	0,45	496,01
RODAMIENTO 6318=BL318=318:M.MRC 12 BOLAS	1 473,14	0,456	672,16
RODAMIENTO 6217 C3 10 BOLAS	565,62	30	16 968,6
RODAMIENTO 6214 2ZR C3 10 BOLAS	352,75	0,27	97,91
RODAMIENTO 6224-2RS.C3	2 477,47	0,21	503,61

Continuación de la tabla XVIII.

RODAMIENTO 3202-2Z	198,72	2,68	533,88
RODAMIENTO 6304 2RS.C3 = 6304-2RS1/C3	75,04	0,76	57,36
RODAMIENTO 30306ª CON CUNA	144,21	4,39	633,12
RODAMIENTO 6320-2Z.C3	2 208,32	12,86	28 392,69
RODAMIENTO NU-322C3	3 208,26	25,71	82 498,12
RODAMIENTO 6306-2Z.C2 = 6306.2ZR.C3	916,05	3,27	2 997,98
RODAMIENTO 6310-2Z/C2ELHT23 = 63102R.C2	1 348,98	0,183	246,51
RODAMIENTO 6021	575,81	360	207 291,6
RODAMIENTO 6201-22/12.7=6201-08ZZCE CSRI	263,76	2,65	698,19
SOPORTE 126815 2"	1 225,81	0,083	101,18
SOPORTE T-208 EJE 1-1/2" =TU508M	410,72	0,28	115,88
SOPORTE RTS 13247S 3-15/16"	30 690,37	0,104	3 201,55
SOPORTE FY TB 1-3/16"	364,72	1,369	499,24
SOPORTE COMPLETO NP-322-2 P109 2"	1 025,10	0,523	536,39
SOPORTE CON RODAMIENTO TIPO FLANGE 3"	1 475,00	0,407	600
SOPORTE COMPLE LINK BELT 2-7/16 PLB6839R	4 882,81	30	146 484,3
SOPORTE FLANGE 1-7/16"	115,68	0,259	30,05
SOPORTE PILLOW BLOCK 3"	1 153,86	15,65	18 060,42
SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	408,55	360	147 078
SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	408,55	36	14 707,8
SOPORTE SKF SNH520 = SNV180	2 319,18	1,48	3 435,82
BENDIX DRIVE ASSY PN.4.395.923=93-480345	0,00	0,0086	0
ENGRAPADORA OFICINA	41,92	40	1 676,8
SUSCRIPCIONES ANUALES	1 329,16	360	478 497,6
CARTUCHO TINTA IMPRESORA 6001277U NEGRA	1 383,92	0,68	940,02
CINTA VINYL, 52090 MINIMARK,AMA#6001274U	1 741,08	1,09	1 905,13
FORMULARIO CONTINUO BOLETA PARA BASCULA	0,52	7,5	3,9
CINTA VINYL 120855 MINIMARK,AMA#6001275U	1 272,33	2,95	3 754,42
CINTA VINYL, 52063 MINIMARK,AMA#6001276U	783,03	0,68	531,87
ROTULADORA ELECTRONICA	263,40	16,36	4 310,18
CINTA MAQUINA ESCRIBIR BICOLOR	4,11	51,43	211,37
ETIQUETA AUTOADESIVA	2,64	0,19	0,498
HOJA REPORTE TIEMPO EXTRA Y ORDINARIO	0,12	1,67	0,201
MARCADOR PUNTO FINO COLOR NEGRO	3,71	6,79	25,2
ETIQUETA REMOVIBLE 5/8X7/8" BRACHTEL	14,06	3,303	46,44
CALCOMANIA AUTOADHESIVA	1,25	0,98	1,23
BOBINA DE PAPEL BOND 36"	736,62	12,41	9 144,25
GLICERINA SOLIDA CUENTA FACIL	7,72	27,69	213,785
CLIP STANDARD #1 33mm (CAJA)	1,56	1,82	2,84

Fuente: Planta San Miguel. Diciembre 2015.

A continuación, se realizará un ordenamiento descendente de materiales tomando como base el valor anual, deben realizarse cálculos porcentuales para determinar las cantidades correspondientes de materiales y su valor en el inventario, así como su respectiva clasificación ABC.

Utilizando el concepto de teoría 80 – 20, se denominará como material tipo A, aquellos que corresponden al 80 % del costo total del inventario, continuando con clasificación B para aquellos materiales que se encuentran entre el 80 y 95 % del costo total, clasificación C para costo entre 95 y casi 100 %, finalizando con clasificación D para aquellos materiales que por su utilización anual son casi obsoletos, aunque los administradores de materiales y repuestos deben revisar su descripción y utilización para clasificarlos de esa forma.

El porcentaje por artículo se calcula así:

Porcentaje por artículo = valor anual / costo total del inventario × 100

Se observa que el costo total del inventario es Q.2 869 705,41.

Tabla XXIX. **Cálculo de valores porcentuales y clasificación ABC**

Descripción de Material	Valor anual	Porcentaje por artículo	Porcentaje acumulado	Clasificación ABC
SUSCRIPCIONES ANUALES	478 497,6	16,67	16,67	A
ACEITE MONTAJE LHM 300/ SKF	454 280,4	15,83	32,51	A
ELEMENTO FILTRADORA 924452Q MICRO.5	281 019,6	9,79	42,29	A
FILTER ELEMENT RETURN OIL 60022338	259 227,6	9,033	51,33	A
RODAMIENTO 6021	207 291,6	7,223	58,55	A
REFRACORUND 95 LCCARX	194 183,027	6,767	65,32	A
SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	147 078	5,125	70,46	A
SOPORTE COMPLE LINK BELT 2-7/16 PLB6839R	146 484,3	5,105	75,55	A
CILINDRO CALIBRACION 2 % DE OXIGENO	126 372,672	4,404	79,95	A

Continuación de la tabla XXIX.

ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	101 250	3,528	83,43	B
RODAMIENTO NU-322C3	82 498,115	2,875	86,36	B
RECARGA OXIGENO 240 PIES CUBICOS	70 344	2,451	88,81	B
RECARGA OXIGENO	67 914	2,367	91,17	B
FILTER FOR OIL VAPOUR AA22248	36 516,37	1,272	92,45	B
RODAMIENTO 6320-2Z.C3	28 392,68	0,989	93,44	B
NITROGENO A.PUREZA 200 W.GAS N2 99.9995	23 653,38	0,824	94,26	B
SOPORTE PILLOW BLOCK 3"	18 060,42	0,629	94,89	B
RECARGA CILINDRO NITROGENO	17 047,8	0,594	95,48	B
RODAMIENTO 6217 C3 10 BOLAS	16 968,6	0,591	96,08	C
REPLACEMENT ELEMENT #851 SOLBERG	15 403,12	0,537	96,61	C
SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	14 707,8	0,513	97,13	C
BOBINA DE PAPEL BOND 36"	9 144,25	0,319	97,44	C
ROTULADORA ELECTRONICA	4 310,18	0,150	97,59	C
CINTA VINYL 120855 MINIMARK,AMA#6001275U	3 754,42	0,131	97,72	C
PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	3 660,95	0,128	97,85	C
CLEAN & CLEAR SIGMA KAESER SISTEMA INTER	3 497,22	0,122	97,97	C
SOPORTE SKF SNH520 = SNV180	3 435,82	0,120	98,09	C
REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	3 387,6	0,118	98,21	C
FILTER ELEMENT AIR HYDR. TANK 60015593	3 339,42	0,116	98,33	C
SOPORTE RTS 13247S 3-15/16"	3 201,54	0,112	98,44	C
RECARGA OXIGENO INDUSTRIAL T/D PORTATIL	3 002,85	0,105	98,54	C
RODAMIENTO 6306-2Z.C2 = 6306.2ZR.C3	2 997,98	0,104	98,65	C
FILTER RETURN OIL 6002239	2 624,76	0,091	98,74	C
ELEMENTO FILTRADORA 924450Q MICRO.10	2 429,79	0,085	98,83	C
PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	2 269,13	0,079	98,9	C
ACEITE MONTAJE LHM 300/ SKF	2 001,23	0,070	98,97	C
CINTA VINYL, 52090 MINIMARK,AMA#6001274U	1 905,13	0,066	99,04	C
RETENEDOR 110X70X12mm	1 684,03	0,059	99,1	C
ENGRAPADORA OFICINA	1 676,8	0,058	99,16	C
ELEMENTO FILTRANT HP140L20-25WB=1.1401G2	1 551,7	0,054	99,21	C
RETENEDOR 55X70X8mm 21612	1 474,65	0,051	99,26	C
RETENEDOR 45X80X10mm	1 441,2	0,050	99,31	C
ACEITE MIN IND ISO VG 1000 AGMA 8ª COMP	1 383,05	0,048	99,36	C
FILTRO PARA REMISION EXTRA FINA KOX 100	1 306,81	0,046	99,41	C
FILTRO PARA AEREOSILES FINOS KOR 100	1 269,25	0,044	99,45	C
FILTRO SEPARADOR DE CONDENSADOS KFS100	1 239,63	0,043	99,49	C
PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	1 215,61	0,042	99,54	C
PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	1 153,17	0,040	99,576	C
CARTUCHO TINTA IMPRESORA 6001277U NEGRA	940,02	0,033	99,609	C
REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	808,41	0,028	99,637	C
PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	799,35	0,028	99,665	C
RODAMIENTO 6201-22/12.7=6201-08ZZCE CSRI	698,19	0,024	99,690	C
RODAMIENTO 6318=BL318=318:M.MRC 12 BOLAS	672,16	0,023	99,713	C

Continuación de la tabla XXIX.

RODAMIENTO 30306ª CON CUNA	633,12	0,022	99,735	C
CYL NITROGENO RECARG P/ROLLER	608,16	0,021	99,756	C
SOPORTE CON RODAMIENTO TIPO FLANGE 3"	600	0,021	99,777	C
ELEMENTO FILTRADORA 933742Q MICRO.20	576,01	0,020	99,797	C
SOPORTE COMPLETO NP-322-2 P109 2"	536,39	0,019	99,816	C
RODAMIENTO 3202-2Z	533,87	0,019	99,834	C
CINTA VINYL, 52063 MINIMARK,AMA#6001276U	531,87	0,019	99,853	C
RODAMIENTO 6224-2RS.C3	503,61	0,018	99,871	C
SOPORTE FY TB 1-3/16"	499,24	0,017	99,888	C
RODAMIENTO 6316-2RS.C3 = 6316-2RS1/C3	496,01	0,017	99,905	C
RETENEDOR 50X70X9mm	433,8	0,015	99,920	C
RETENEDOR CR 17387=472164	315,68	0,011	99,931	C
RODAMIENTO 6310-2Z/C2ELHT23 = 63102R.C2	246,51	0,009	99,940	C
GLICERINA SOLIDA CUENTA FACIL	213,79	0,007	99,947	C
CINTA MAQUINA ESCRIBIR BICOLOR	211,37	0,007	99,955	C
ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	130,79	0,005	99,959	C
ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	120,54	0,004	99,964	C
SOPORTE T-208 EJE 1-1/2" =TU508M	115,88	0,004	99,968	C
RETURN FILTER 3136 2600 30	104,46	0,004	99,971	C
SOPORTE 126815 2"	101,17	0,004	99,975	C
RODAMIENTO 6214 2ZR C3 10 BOLAS	97,91	0,003	99,978	C
ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	96,11	0,003	99,981	C
RETENEDOR 100X75X10mm	77,91	0,003	99,984	C
RETENEDOR 133.3X107X9.22mm 42419/42422	62,54	0,002	99,986	C
RETENEDOR 95X125X12mm	61,75	0,002	99,989	C
RODAMIENTO 6304 2RS.C3 = 6304-2RS1/C3	57,36	0,002	99,991	C
ETIQUETA REMOVIBLE 5/8X7/8" BRACHTEL	46,44	0,002	99,992	C
ACEITE MIN IND TRIBOL 943/68	34,21	0,001	99,993	C
RETENEDOR 472179	33,18	0,001	99,994	C
SOPORTE FLANGE 1-7/16"	30,05	0,001	99,996	C
PASTA REF REFRABAUXITE 85 ED A	29,07	0,001	99,997	C
RETENEDOR 70X49X10mm 473241 FED.MOG	28,47	0,001	99,998	C
MARCADOR PUNTO FINO COLOR NEGRO	25,2	0,001	99,998	C
RETENEDOR 19970 = 541802 = 470530	15,82	0,001	99,999	C
RETENEDOR 17X40X7mm 17-40 CR 661	11,24	0,000	99,999	C
RETENEDOR 470625 = CR 14940	6,53	0,000	100,000	D
FORMULARIO CONTINUO BOLETA PARA BASCULA	3,9	0,000	100,000	D
CLIP STANDARD #1 33mm (CAJA)	2,84	0,000	100,000	D
PASTA REF REFRACLAY 40 Z AR	2,79	0,000	100,000	D
CALCOMANIA AUTOADHESIVA	1,23	0,000	100,000	D
ETIQUETA AUTOADESIVA	0,5	0,000	100,000	D
RETENEDOR 48X65X10mm 18951/19211	0,39	0,000	100,000	D
HOJA REPORTE TIEMPO EXTRA Y ORDINARIO	0,21	0,000	100,000	D
PASTA REFRAC CX-R-MORTEL	0,14	0,000	100,000	D
ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	0	0,000	100,000	D
ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	0	0,000	100,000	D
BENDIX DRIVE ASSY PN.4.395.923=93-480345	0	0,000	100,000	D
	2 869 705,41			

Fuente: Planta San Miguel. Diciembre 2015.

5.3.1.1. Períodos de inspección

La inspección de materiales para este caso corresponde al conteo físico de cantidades y contenidos de los mismos y se realizará en forma periódica realizando un cálculo específico para el número de períodos. Para este cálculo deben tomarse en cuenta que existen materiales tipo A, B, C y D, los cuales exigen diferentes frecuencias de conteo de acuerdo a su movimiento en *stock* y valor en inventario. Los artículos no son inspeccionados de igual manera ya que los artículos tipo A se cuentan con mayor frecuencia que los B, al mismo tiempo los B se cuentan con mayor frecuencia que los C y lo mismo sucede entre artículos C y D. Según la literatura no se cuenta con una regla para definir la frecuencia de conteo de cada artículo, esto se hace tomando en cuenta el tiempo que le toma al administrador de materiales y repuestos realizar conteos en un día.

Para el caso en cuestión, la frecuencia recomendada para los artículos clase A es 12; clase B es 2; clase C es 4 y para los artículos clase D es 1¹².

La cantidad de inspecciones a realizarse por ciclo es la siguiente:

Tabla XXX. **Total conteos por clasificación ABC**

Clasificación	Número de artículos	Frecuencia	Total conteos
A	9	12	108
B	9	2	108
C	70	4	280
D	12	1	12
			508

Fuente: Planta San Miguel. Diciembre 2015.

¹²Fuente: <http://www.mundosap.com/foro/showthread.php?t=281>. consulta (15 – 12 – 15).

El modelo de cálculo se describe en la siguiente secuencia de pasos

- Se procede a dividir el número total de conteos por el número de días de conteo, como el ciclo dura un año un el número de días de conteo debe ser $52 \text{ semanas} \times 5 \text{ días hábiles} = 260$.
- Para este caso se observa que el número de conteos anuales 260 resultará muy pequeño para el resultado a realizarse, por lo tanto el conteo se realizará mensual.

Número de artículos a contar por día = total de conteos \div días de conteo.

Número de artículos a contar por día = $508 \div 30 = 16,9 = 17$.

En caso el número de artículos fuera grande, se recomienda realizar el conteo anual y el resultado sería: cantidad de artículos \div 260.

El cálculo de conteos diarios de artículos, lleva los siguientes pasos:

- Dividir el número de conteos anuales en cada clasificación por la cantidad total de conteos y establecer el porcentaje que corresponde a cada clasificación.
- Multiplicar el porcentaje del total para la clasificación ABC por el número de artículos a contarse por día.

Tabla XXXI. **Porcentaje por clasificación ABC**

Clasificación	Conteos anuales	Total conteos	Porcentaje de conteos
A	108	508	0,213
B	108	508	0,213
C	280	508	0,55
D	12	508	0,023

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Cantidad de Inspecciones diarias**

Clasificación	Total conteos diarios	Porcentaje de conteos	Número de artículos a contar por día
A	17	0,213	4
B	17	0,213	4
C	17	0,55	9
D	17	0,023	1

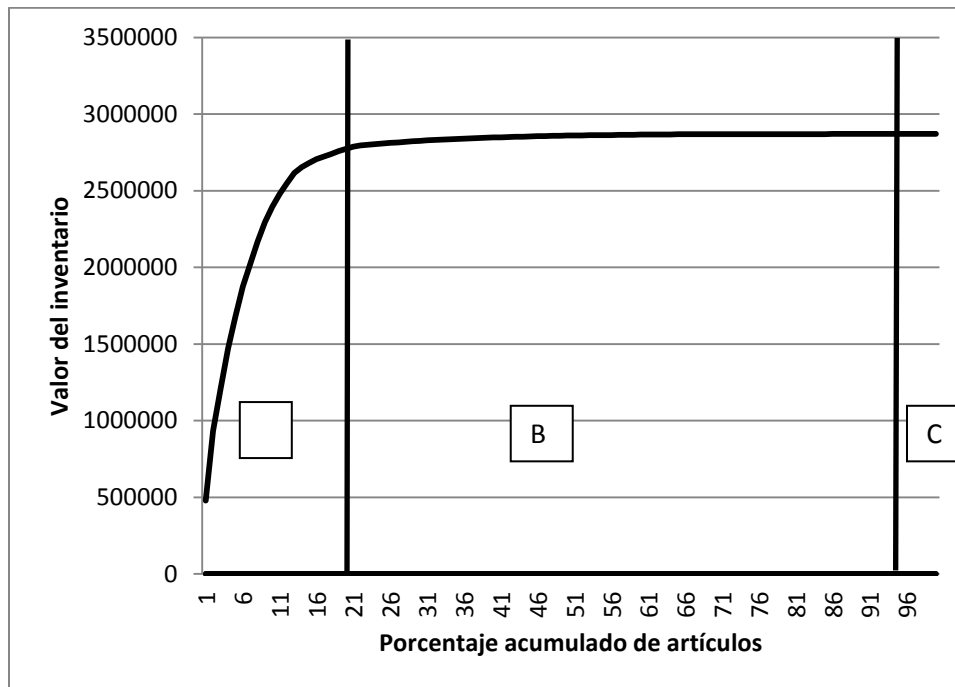
Fuente: Elaboración propia.

De los cálculos y tablas XXXI y XXXII se concluye para productos clase A y B deben realizarse 4 inspecciones por día, clase C, 9 inspecciones y clase D, únicamente 1 inspección. Esta rutina se realizará mensualmente, pudiéndose solicitar la ayuda de sólo un colaborador.

5.3.1.1.1. Informe

Por medio de gráficas se presenta un informe adecuado a las necesidades del almacén de materiales y repuestos. Es notorio observar las proporciones de área que se obtuvieron con base en los resultados del análisis en el inventario.

Figura 73. **Valor del inventario vrs. porcentaje de artículos**



Fuente: almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La figura 73 corresponde a la gráfica teórica de la figura 9, la cual presenta la forma estándar del valor de inventario y el porcentaje acumulado de materiales. Se reconoce la aplicación de la teoría 80 – 20 ya que se observa aproximadamente el 20 % de los artículos como clase A, alcanzándose los productos clase B hasta casi el 95 % de todo el valor del inventario.

5.3.2. **Elaboración de reporte de resultados**

Uno de los objetivos principales para clasificar en forma ABC a los materiales del almacén es para realizar un *layout* que incluya la proximidad de los materiales de acuerdo a su utilización y su despacho óptimo. Es por ello que de acuerdo a los análisis realizados es posible determinar que:

- Los materiales A son:
- Suscripciones anuales.
- Aceites.
- Filtros.
- Rodamientos.
- Materiales refractarios.
- Cilindros.
- Los materiales B son:
- Recargas de oxígeno y nitrógeno.
- Otros tipos de rodamientos, aceites y filtros.
- Los materiales C son:
- Soportes.
- Bobinas.
- Rotuladoras.
- Cintas.
- Pastas.
- Otros tipos de aceites, recargas de oxígeno industrial, filtros de aerosoles y retenedores, marcadores.
- Los materiales D, con muy poco movimiento en inventario son:
- Formularios, clips, etiquetas, calcomanías, hojas de reportes.
- Algunas pastas y aceites.

5.3.2.1. Resultado de estandarización

Para la base de datos de 100 ítems seleccionados se obtuvieron los resultados de la tabla XXVII, la cual, para efectos de nuevos cálculos, se reproduce a continuación.

Figura 74. **Reproducción de tabla XX (ítems duplicados)**

Centro	PNS	Descripción Material	UM	Almacén	UBICACIÓN	Stock
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	02	CONTENE-43	0
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	04	05-000-000	315
SM	41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ZUN	ALMA		0
SM	41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	ZBO	04	06-000-000	91
SM	41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	ZBO	02	CONTENE-47	864
SM	41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	ZBO	04	01-000-000	0
SM	41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	ZBO	02	CONT-48-44	0
SM	47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	ZGA	05	03-004-000	6,75
SM	47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	ZGA	07	00-000-000	0
SM	47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	ZGA	01	06-083	0
SM	47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	ZGA	05	00-000-000	9,25
SM	47010038	ACEITE MONTAJE LHMF 300/ SKF	ZGA	05	04-004-000	1
SM	47010038	ACEITE MONTAJE LHMF 300/ SKF	ZGA	07	00-000-000	0
SM	47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	ZUN	05	05-001-006	49,75
SM	47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	ZUN	07	00-000-000	0
SM	54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	ZUN	01	61-052-000	0
SM	54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	ZUN	07	61-161-000	0

Fuente: Planta San Miguel. Diciembre 2015.

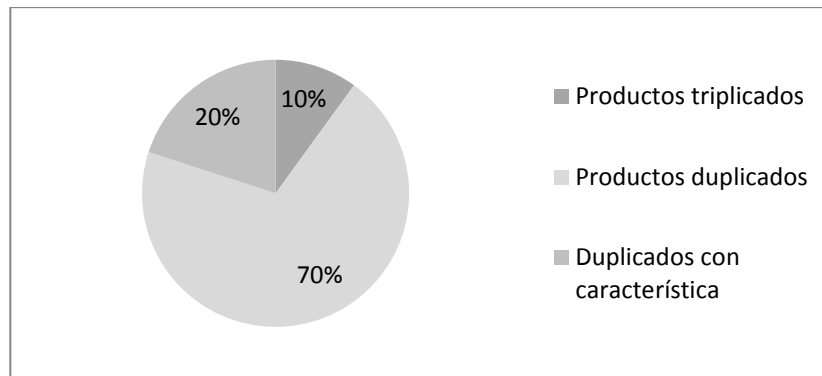
En la figura 74 se observan los resultados de estandarización al darse de baja a los ítems duplicados. Los ítems se encuentran con igual descripción y código, con diferente ubicación. Corresponde al administrador de materiales y repuestos dar de baja a los ítems con cantidad 0 en *stock*.

Los resultados generales fueron:

- Productos triplicados con diferente ubicación, igual código, solicitud de baja de material: 1.
- Productos duplicados con diferente ubicación, igual código, solicitud de baja de material: 7.
- Productos duplicados con diferente ubicación, con stock en ambas ubicaciones, solicitud de traslado de material: 2.

La gráfica de la figura 75 muestra los resultados.

Figura 75. **Resultados de estandarización**



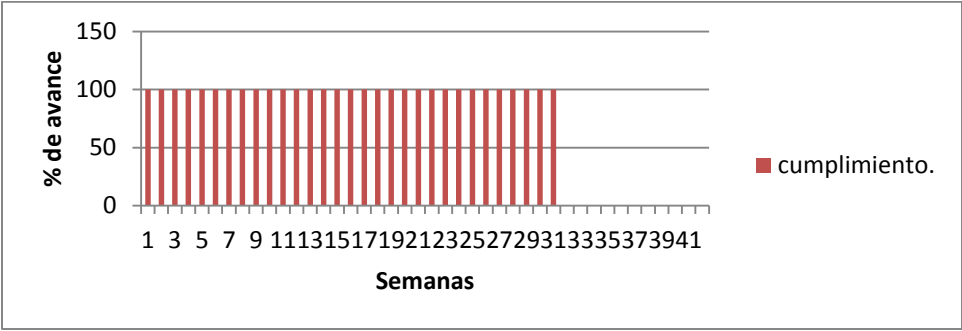
Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La muestra de 100 ítems presentó 18 anomalías representadas por medio de la duplicidad de códigos. En un caso se observó código triplicado. Al estandarizar los datos, se encuentran 10 ítems que deben ser reciclados, dados de baja o normalizar su situación. Corresponde a los administradores de MRP realizar estas actividades. Se sugiere realizar traslado de materiales duplicados con cantidad en stock y eliminar ítems sobrantes.

5.3.2.2. Índice de avance

Los indicadores relacionados para las inspecciones realizadas en el almacén de materiales y repuestos se tomarán a partir del conteo y cumplimiento de inspecciones que fueron planificadas a realizarse. Para este caso deben realizarse 18 inspecciones diarias. Su medición en porcentaje se muestra en la gráfica de la figura 76 y el número de inspecciones realizadas a lo largo del tiempo en días.

Figura 76. **Porcentaje de cumplimiento para inspecciones programadas**



Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Es notable el valor de cumplimiento para el 100 % a lo largo del 2015.

5.4. Índices de eficiencia

Antes de proponer un índice de eficiencia debe fijarse una meta alcanzable a los recursos y políticas del almacén. En reunión general de administradores de materiales y repuestos en conjunto con jefe y subjefe de almacén se plantea la meta a cumplir en un año para un 90 % en el mejoramiento de la base de datos, lo cual significa, una revisión de todos los ítems e inspección física del material. Los resultados a lo largo del 2015, se muestran en la tabla XXXIII, así como un conteo porcentual en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIII. **Conteos en almacén, año 2015**

Fecha inicio 2015	META	Renombrar BD de acuerdo a total BD
INICIAL Enero	90%	20013
Enero	90%	100
Febrero	90%	550
Marzo	90%	600
Abril	90%	600
Mayo	90%	1 000
Junio	90%	1 000
Julio	90%	1 000
Agosto	90%	950
Septiembre	90%	3 000
Octubre	90%	3 951
Noviembre	90%	2 350
Diciembre	90%	4 350
Suma del avance		19 451
Avance		97,19%

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Tabla XXXIV. **Porcentaje acumulado para conteo**

Fecha	Meta 90%	Avance %	Acumulado
Ene-15	90%	3.78%	3.78%
Feb-15	90%	4.50%	8.28%
Mar-15	90%	6.00%	14.28%
Abr-15	90%	5.00%	19.28%
May-15	90%	8.00%	27.28%
Jun-15	90%	7.00%	34.28%
Jul-15	90%	16.88%	51.16%
Ago-15	90%	10.90%	62.06%
Sept-15	90%	2.59%	64.65%
Oct-15	90%	3.77%	68.42%
Nov-15	90%	11.30%	79.72%
Dic-15	90%	11.43%	91.15%

Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Se observa claramente que se ha sobrepasado la meta de conteos, reconociéndose de esta forma los índices de eficiencia.

5.4.1. Formulación

Los indicadores afectan considerablemente el control de los procesos, se utilizarán los datos de la tabla XIX y las formulaciones siguientes¹³

- Códigos correctos: compara la cantidad de repuestos contra cantidad correcta en inventario.

$$= \frac{\text{cantidad de ítems contados con cantidad correcta}}{\text{Total de códigos contados.}} = \frac{93}{100} = 0,93$$

- Conteos correctos: un conteo es una comparación de ítem y ubicación, en este caso calculará el porcentaje de conteos correctos.

$$= \frac{\text{Cantidad total de conteos correctos}}{\text{Cantidad total de conteos}} = \frac{98}{100} = 0,98$$

- Precisión cualitativa: es la razón de variación neta en unidades con la cantidad que se espera encontrar

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Suma de unidades en sistema} + \text{suma de diferencia en unidades}}{\text{Suma de unidades en sistema.}} = \frac{100 + 7}{100} \\ &= \frac{107}{100} = 1,07 \end{aligned}$$

Los indicadores muestran resultados para control en inspecciones de ítems, conteos y unidades de materiales en el maestro de materiales. La tabla XIX mostró estandarización para 100 ítems y produjo productos duplicados y triplicados, con diferente ubicación, igual código y solicitud de baja de material.

¹³ www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis231.pdf . (fecha de consulta: 20 de diciembre 2015).

5.4.2. Conteo

El conteo e inspección de materiales se ve reflejado a través del nivel de cumplimiento, donde se realiza conteo y transformación de valores a porcentajes con respecto a resultados de estandarización, donde el tiempo planificado para su realización es un año.

Tabla XXXV. Cumplimiento en el plan de mejoras

MES	Porcentaje de efectividad	Plan acumulado	Acumulado Mensual
Enero	100 %	8 %	8 %
Febrero	106,25 %	16 %	17 %
Marzo	100 %	24 %	24 %
Abril	112,5 %	32 %	36 %
Mayo	95 %	40 %	38 %
Junio	72,92 %	48 %	35 %
Julio	94,64 %	56 %	53 %
Agosto	93,75 %	64 %	60 %
Septiembre	95,89 %	73 %	70 %
Octubre	91,46 %	82 %	75 %
Noviembre	95,56 %	90 %	86 %
Diciembre	95 %	100 %	95 %

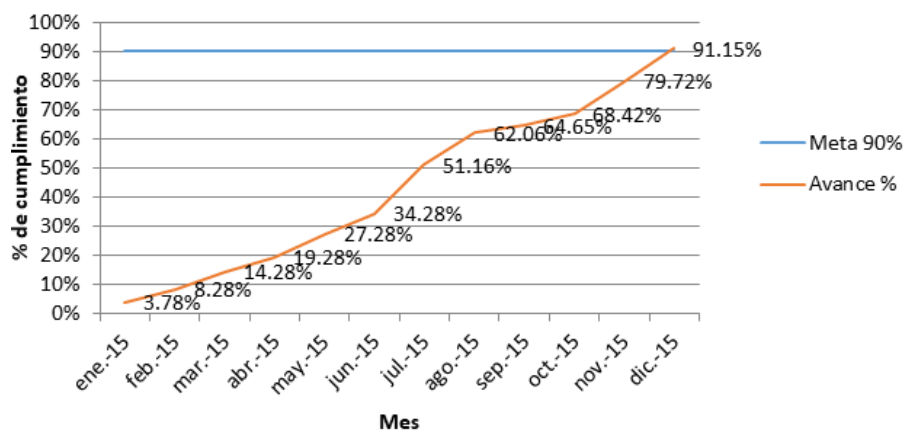
Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Se tomará el mes de julio como ejemplo para su análisis. Se observa que en la columna de acumulado mensual se tiene un 53 % de cumplimiento respecto del 100%, aunque el plan acumulado para ese mes es del 56 %, por lo tanto, no puede obtenerse el 100 % de efectividad de cumplimiento para ese mes y su efectividad real fue de $53/56 = 94,64 \%$. Al fin del año, se observa que el cumplimiento de análisis de ítems en el almacén de materiales y repuestos fue del 95 %. Para una mejor visualización de resultados se presentan gráficas de resultados.

5.5. Gráficas de resultados

Trasladando los resultados de inspección y conteo obtenidos a gráficas de dispersión que incluyen la meta a alcanzar, el avance, el tiempo y el porcentaje logrado, es fácil visualizar los resultados obtenidos en proyecto. La meta propuesta a lo largo de un año fue del 90 % de cumplimiento, es decir, realizar la estandarización en el 90 % del maestro de materiales. De la tabla XXXV se reconoce que el cumplimiento acumulado para todo el año 2015 fue del 95 %, con lo que se rebasa la meta propuesta.

Figura 77. Resultados de inspección y conteo anual



Fuente: Planta San Miguel. Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

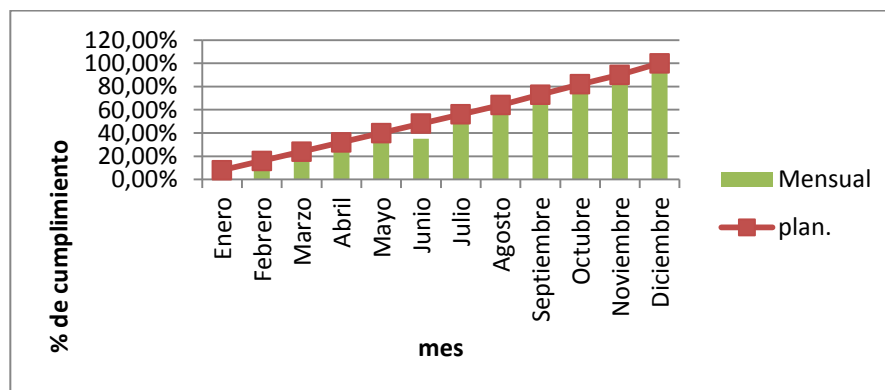
Los beneficios de obtener la estandarización completa en el maestro de materiales se encuentran relacionados tanto a nivel de almacén como en servicio al cliente, proceso de producción, cadena de suministro, ventas, entre otros y es debido a que la estrategia correctiva de inventarios logra sus objetivos al determinar cuáles refacciones requieren los equipos y sus conjuntos, cuáles refacciones faltan de crear en almacén, se vinculan

físicamente los obsoletos y excedentes, se cotizan formalmente los ítems más caros, incluyendo los obsoletos, se modifica el valor revaluado de ítems más caros con base en cotizaciones.

5.5.1. Gráficas de inspección diaria, semanal, mensual

Mediante una gráfica de tendencia aunada a una de barras se observa el avance acumulado mensual de resultados en conteo e inspección.

Figura 78. Resultados de inspección y avance acumulado mensual



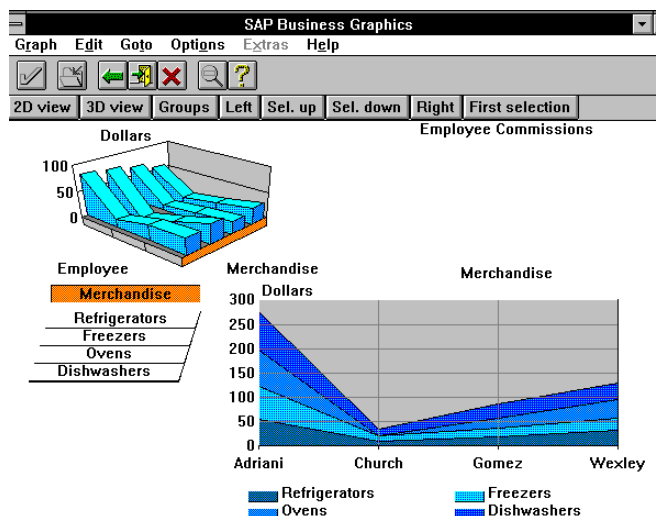
Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Planta San Miguel. Diciembre 2015.

Los resultados no son únicamente un dato cualitativo, abarcan datos relacionados como: informar cumplimiento en métodos y procedimientos de almacenaje, procesos de entrenamiento por inspectores de almacén con resultado eficiente, políticas de la empresa, utilización en espacio de almacenamiento, tratamiento de acuerdo a la conservación y mantenimiento de materiales específicos, costos excesivos, prácticas de higiene y seguridad, identificación visual, entre otros.

5.5.2. Gráficas SAP – MM

El sistema SAP presenta gráficas de resultados de acuerdo a la solicitud del usuario. Pueden corresponder a resultados de ventas, materiales, producción, entre otros. No se acostumbra su utilización en el almacén de materiales y repuestos de la empresa en cuestión. Se presentan en este trabajo como ejemplo indicador de su uso y vista de trabajo.

Figura 79. Ejemplo de gráficas en sistema SAP



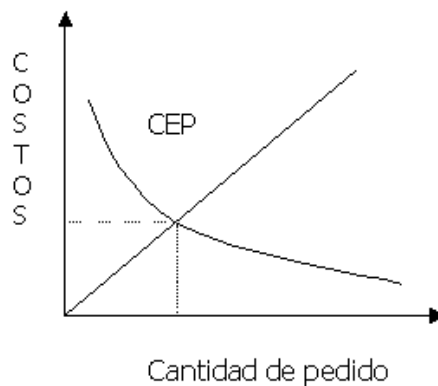
Fuente: http://help.sap.com/saphelp_ppm400/helpdata/en/39/cc9eba576911d1896f0000e829fbbd/content.htm?frameset=/en/39/cc9e6c576911d1896f0000e829fbbd/frameset.htm (fecha de consulta: 15 – 12 – 15).

La utilización de gráficos de resultados es de mucha aplicación ya que pueden mostrarse resultados como costos de operación muy altos, en relación con los colaboradores, espacio disponible, equipo utilizado o almacenamiento, además, provee de un sistema fácil de comprensión de resultados en cuanto a avances, comparaciones o resultados cualitativos específicos.

5.5.3. Gráfica costo contra pedido

La cantidad económica de pedido representa la cantidad máxima de unidades de un material del almacén que se puede pedir (ordenar, comprar, solicitar, entre otros) para un costo total mínimo, su gráfica estándar es aquella que coloca la cantidad de pedido en el eje x y los costos totales en el eje y. El punto donde estos se intersectan será el óptimo.

Figura 80. **Modelo de la cantidad económica de pedido**



Fuente: <http://www.gestiopolis.com/modelo-cantidad-economica-pedido-cep-eoq/>. (fecha de consulta 15 – 12 – 15)

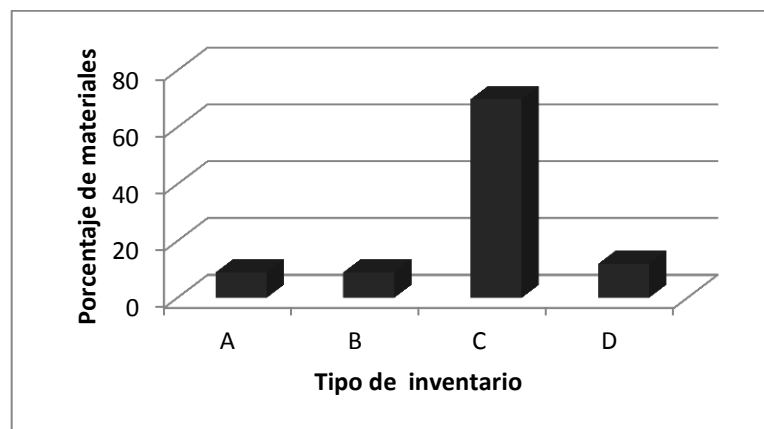
Se tienen costos de mantenimiento (inversión en inventario, almacenamiento, seguros, impuestos, entre otros), los cuales son proporcionales a la cantidad a mantener, por ello su representación gráfica es una línea recta. Los costos de ordenar (papeleo, seguimiento, inspección de la entrega y otros costos de procesamiento), los cuales disminuyen mediante la cantidad de pedido es mayor, debido a que colocar grandes pedidos implica realizar menos órdenes de compras y así se reducen estos costos de pedido. La suma algebraica de costos de pedido y de mantenimiento darán como

resultado los costos totales, los cuales son mínimos donde se encuentra el punto de intersección entre costos de ordenar y de mantener.

5.5.4. Gráfica 80 – 20

La figura 81 muestra los porcentajes en todo el maestro de materiales que se clasifican como A, B, C o D. se observa claramente que entre los materiales tipo A y B cubren el 20 % de todos los materiales, mientras que entre materiales C y D ocupan el siguiente 80 %.

Figura 81. Porcentaje de materiales vrs. ABC



Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

De acuerdo a la clasificación A para las refacciones debe tomarse en cuenta que presentan características como cantidad pequeña de existencias, requieren revisión frecuente, los pedidos pueden ser frecuentes, su registro debe ser detallado, el departamento de compras toma muy en cuenta el movimiento de estas refacciones. Las refacciones tipo B se muestran como de menor valor que las de tipo A y su volumen de existencia es moderado además

de que su estadía en almacén es relativamente corta, control seguro para punto de reorden y de entrega. Las refacciones tipo C presentan valor relativamente bajo, grandes cantidades en existencia, pocos pedidos por ciclo, los puntos de pedido son predeterminados y presentan poca inspección.

De acuerdo a la muestra de 100 ítems el conteo de valores correspondiente a la clasificación ABCD se presenta en la tabla XXXVI.

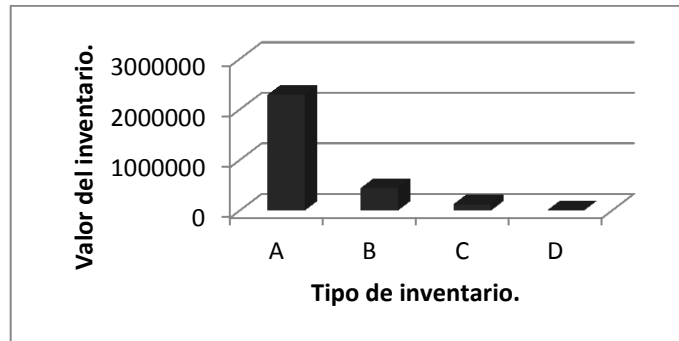
Tabla XXXVI. **Valores del inventario correspondientes a ABCD**

Clasificación	Valor del inventario en ABCD
A	2 294 434,8
B	445 676,77
C	129 575,33
D	18,51
Total	2 869 705,4

Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La tabla XXXVI muestra las cantidades del inventario que corresponden a cada clasificación ABCD. Se observa que el mayor valor del inventario se encuentra en clasificación A, B y el menor valor en clasificación C, D. estos datos pueden presentarse en una gráfica de barras.

Figura 82. **Valor del inventario correspondiente a ABCD**



Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La gráfica de la figura 82 presenta de manera precisa las cantidades en la muestra de 100 ítems correspondientes a la clasificación ABCD.

Con objeto de comprobar la teoría 80 – 20, se presenta a continuación el porcentaje correspondiente a la clasificación ABCD en la muestra de 100 ítems analizada.

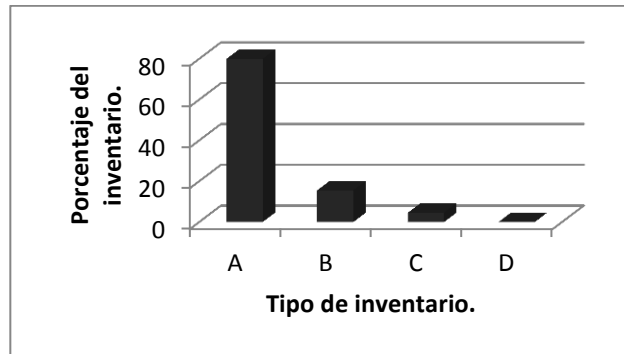
Tabla XXXVII. **Porcentaje de clasificación ABCD de la muestra**

A	79.9536702
B	15.5304015
C	4.51528337
D	0.00064491

Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

La tabla XXXVII muestra el repartimiento porcentual que el inventario clasifica sus materiales como A, B, C o D.

Figura 83. **Gráfica 80 – 20 para la muestra de 100 ítems**



Fuente: Almacén de materiales y repuestos. Diciembre 2015.

Las gráficas de las figuras 82 y 83 muestran claramente cómo el 80 % de los materiales en el almacén de materiales y repuestos, cubre el 20 % del valor del inventario, lo que indica el cumplimiento de la teoría 80 – 20 en el almacén de materiales y repuestos de la planta San Miguel.

5.6. Cálculo del nivel de reorden

El control del sistema de inventario reclama un punto en el cual se debe volver a pedir, es decir, solicitar lotes de productos. Este sistema puede necesitar revisiones periódicas o continuas, la diferencia se encuentra en que las revisiones periódicas se alternan por tiempo y las continuas dependen de un nivel de inventario¹⁴. En este caso, la revisión es periódica, dado que el punto de pedido o nivel de reorden se realiza cada 2,5 meses, para todos los materiales.

¹⁴ Fuente: Taha, Hamdy. *Investigación de operaciones*. 9na. Edición. Pearson Educación. México 2012. página 458.

5.6.1. Análisis del lote óptimo

Para la cantidad óptima de pedido, debe realizarse una comparación entre las siguientes variables:

- Costo de materiales y costo de compras.
- Inventario promedio y lote óptimo.

Se realizará una comparación y ampliación de resultados a partir de un aumento simulado en la cantidad de pedidos por año. De lo anterior resultarán nuevos y diferentes datos para consumo anual, lote óptimo, costo de materiales, costo de compras e inventario promedio. Los datos iniciales de costo del pedido = \$25, costo de oportunidad del capital = 18 %, días de imprevistos = 15, tiempo de entrega (LT = 2,5 meses) y costo unitario (correspondiente para cada material, permanecerán constantes.

Las formulaciones son:

Costo de materiales = consumo anual \times costo unitario.

Costo de compras = cantidad de pedidos por año \times costo del pedido.

Inventario promedio = consumo anual \times costo unitario / 2.

Se realiza la tabla de ampliación de datos para el material mostrado.

Código	Material
35040026	CYL NITROGENO RECARG P/ROLLER

En este caso los siguientes valores también se mantienen constantes:

- Costo unitario = 99,67.
- Consumo mensual = 0,51.

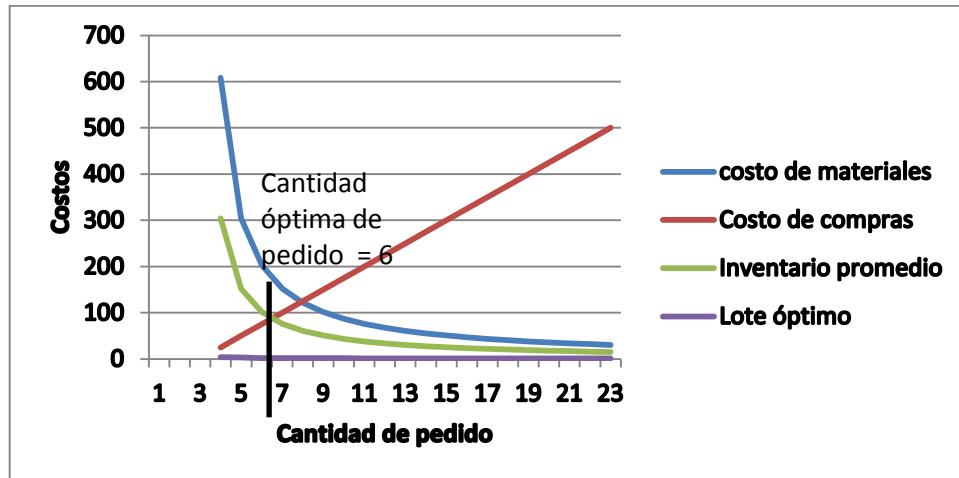
Tabla XXXVIII. **Cálculo del lote óptimo**

Cantidad pedidos por año	Consumo Anual (U)	Lote Optimo (U)	costo de materiales	Costo de compras	Inventario promedio
1	6.10	4	608.16	25	304.08
2	3.05	3	304.08	50	152.04
3	2.03	2	202.72	75	101.36
4	1.53	2	152.04	100	76.02
5	1.22	2	121.63	125	60.82
6	1.02	2	101.36	150	50.68
7	0.87	2	86.88	175	43.44
8	0.76	1	76.02	200	38.01
9	0.68	1	67.57	225	33.79
10	0.61	1	60.82	250	30.41
11	0.55	1	55.29	275	27.64
12	0.51	1	50.68	300	25.34
13	0.47	1	46.78	325	23.39
14	0.44	1	43.44	350	21.72
15	0.41	1	40.54	375	20.27
16	0.38	1	38.01	400	19.00
17	0.36	1	35.77	425	17.89
18	0.34	1	33.79	450	16.89
19	0.32	1	32.01	475	16.00
20	0.31	1	30.41	500	15.20

Fuente: Elaboración propia del investigador. Planta San Miguel. Diciembre 2015.

De la tabla XXXVIII se obtiene la gráfica de la figura 84 y se comprueba para dicho material la cantidad óptima de pedido es 6 unidades.

Figura 84. **Análisis del lote óptimo**



Fuente: Planta San Miguel. Diciembre 2015.

En este proceso de cálculo no existe déficit y se obtiene la cantidad fija que se debe pedir cada que vez que la cantidad del punto de reorden indique cuándo se debe hacer un pedido.

5.6.2. Fijación de máximos y mínimos para materiales

Este análisis se realizará a todo el maestro de materiales y necesitará de valores tanto constantes como variables, los constantes son:

- Costo del pedido: \$25,00
- Costo de oportunidad: 18 %
- Días de imprevistos: 15.
- Tiempo de entrega (meses): 2,5

5.6.3. Variables a tomar en cuenta

Los datos cuyo valor cambia dependiendo de cada material y de sus características son los que se denominan variables y para efectos de cálculo son:

- Costo unitario y consumo mensual.
- Consumo anual y *stock* de seguridad
- Punto de pedido y tamaño del lote óptimo
- Nivel máximo de inventario.

5.6.4. Formulación

Las relaciones funcionales necesarias para el cálculo del nivel máximo de inventario son:

- Consumo anual = consumo mensual * 12.
- *Stock* de seguridad = días imprevistos / 30 * consumo mensual.
- Punto de pedido = *stock* de seguridad + (consumo mensual * tiempo de entrega).
- Tamaño del lote óptimo =
$$\sqrt{\frac{2 * \text{consumo anual} * \text{costo del pedido}}{\text{costo unitario} * \text{costo de oportunidad}}}$$
- Nivel máximo de inventario = punto de pedido + tamaño del lote óptimo

Utilizando las formulaciones anteriores y aplicando el maestro de materiales en la hoja de cálculo Microsoft Excel, es posible obtener el nivel máximo de inventario para cada material.

Tabla XXXIX. Cálculo del nivel máximo de inventario (muestra de 100 ítems)

Análisis para fijar máximos y mínimos por material									
Valores constantes:			Costo unitario = CU Consumo mensual = CM Consumo anual = CA Lote óptimo = LO Tiempo = T						
Costo del pedido: \$ 25 Costo de oportunidad del capital: 18 % Días de imprevistos: 15									
Código	Material	T (meses)	CU (\$)	CM (U)	CA (U)	S (U)	P (U)	LO (U)	MAX (U)
35040026	CYL NITRÓGENO RECARG P/ROLLER	2,5	99,67	0,51	6,10	0,25	1,53	4	6
35040027	NITRÓGENO A.PUREZA 200 W.GAS N2 99.9995	2,5	854,15	2,31	27,69	1,15	6,92	3	10
35040033	RECARGA CILINDRO NITRÓGENO	2,5	189,42	7,50	90	3,75	22,50	11	34
35050005	RECARGA OXÍGENO INDUSTRIAL T/D PORTÁTIL	2,5	66,73	3,75	45	1,88	11,25	14	25
35050006	RECARGA OXÍGENO 240 PIES CÚBICOS	2,5	195,40	30	360	15	90	23	113
35050028	CILINDRO CALIBRACIÓN 2 % DE OXÍGENO	2,5	8775,88	1,20	14,4	0,6	3,6	1	5
35050029	RECARGA OXÍGENO	2,5	188,65	30	360	15	90	23	113
41030005	PASTA REF REFRACLAY 40 Z AR	2,5	328,83	0	0,01	0	0	0	0
41030006	PASTA REFRAC CX-R-MORTEL	2,5	1	0,01	0,14	0,01	0,03	6	6
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	2,5	781,59	0,12	1,48	0,06	0,37	1	1
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	2,5	781,59	0,09	1,02	0,04	0,26	1	1
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	2,5	781,59	0,24	2,90	0,12	0,73	1	2
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	2,5	790,44	0,09	1,02	0,04	0,26	1	1
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	2,5	790,44	0,36	4,29	0,18	1,07	1	2
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	2,5	874,56	0,12	1,39	0,06	0,35	1	1
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	2,5	874,56	0,35	4,19	0,17	1,05	1	2
41030014	PASTA REF REFRABAUXITE 85 ED A	2,5	457,55	0,01	0,06	0	0,02	0	0
41030020	REFRACORUND 95 LCCARX	2,5	19957,7	0,81	9,73	0,41	2,43	0	2
47010029	ACEITE MIN IND TRIBOL 943/68	2,5	80,38	0,04	0,43	0,02	0,11	1	1
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	2,5	281,25	0,04	0,43	0,02	0,11	1	1
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	2,5	281,25	30	360	15	90	19	109
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	2,5	0	0,48	5,71	0,24	1,43	0	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	2,5	0	0,64	7,66	0,32	1,91	0	0
47010038	ACEITE MONTAJE LHM 300/ SKF	2,5	1 261,89	0,13	1,59	0,07	0,40	1	1

Continuación de la tabla XXXIX.

47010038	ACEITE MONTAJE LHM 300/ SKF	2,5	1 261,89	30	360	15	90	9	99
47010040	CLEAN & CLEAR SIGMA KAESER SISTEMA INTER	2,5	582,87	0,5	6	0,25	1,5	2	4
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	2,5	83,56	0,13	1,57	0,07	0,39	2	2
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	2,5	83,56	0,10	1,15	0,05	0,29	2	2
47010043	ACEITE MIN IND ISO VG 1000 AGMA 8ª COMP	2,5	276,61	0,42	5	0,21	1,25	2	3
48100218	ELEMENTO FILTRADORA 924452Q MICRO.5	2,5	780,61	30	360	15	90	11	101
48100220	ELEMENTO FILTRADORA 924450Q MICRO.10	2,5	357,72	0,57	6,79	0,28	1,7	2	4
48100221	ELEMENTO FILTRADORA 933742Q MICRO.20	2,5	505,61	0,09	1,14	0,05	0,28	1	1
48100226	FILTER FOR OIL VAPOUR AA22248	2,5	5578,89	0,55	6,55	0,27	1,64	1	3
48100227	FILTRO SEPARADOR DE CONDENSADOS KFS100	2,5	3274,69	0,03	0,38	0,02	0,09	0	0
48100228	FILTRO PARA AEREOSOL FINOS KOR 100	2,5	3352,95	0,03	0,38	0,02	0,09	0	0
48100229	FILTRO PARA REMISION EXTRA FINA KOX 100	2,5	3452,15	0,03	0,38	0,02	0,09	0	0
48100230	RETURN FILTER 3136 2600 30	2,5	11634,19	0,00	0,01	0	0	0	0
48100232	FILTER ELEMENT RETURN OIL 60022338	2,5	2160,23	10	120	5	30	4	34
48100233	FILTER ELEMENT AIR HYDR. TANK 60015593	2,5	871,96	0,32	3,83	0,16	0,96	1	2
48100234	FILTER RETURN OIL 6002239	2,5	5271,39	0,04	0,50	0,02	0,12	0	0
48100235	REPLACEMENT ELEMENT #851 SOLBERG	2,5	1326,38	0,97	11,61	0,48	2,90	2	5
48100236	ELEMENTO FILTRANT HP140L20-25WB=1.1401G2	2,5	6939,54	0,02	0,22	0,01	0,06	0	0
51220008	RETENEDOR 472179	2,5	45,26	0,06	0,73	0,03	0,18	2	2
51220010	RETENEDOR 19970 = 541802 = 470530	2,5	59,03	0,02	0,27	0,01	0,07	1	1
51220016	RETENEDOR 470625 = CR 14940	2,5	30,96	0,02	0,21	0,01	0,05	1	1
51220020	RETENEDOR 100X75X10mm	2,5	43,50	0,15	1,79	0,07	0,45	3	3
51220022	RETENEDOR 17X40X7mm 17-40 CR 661	2,5	22,33	0,04	0,50	0,02	0,13	3	3
51220023	RETENEDOR 70X49X10mm 473241 FED.MOG	2,5	68,72	0,03	0,41	0,02	0,10	1	1
51220024	RETENEDOR 110X70X12mm	2,5	65,49	2,14	25,71	1,07	6,43	10	16
51220027	RETENEDOR 55X70X8mm 21612	2,5	32,77	3,75	45	1,88	11,25	20	31
51220031	RETENEDOR 50X70X9mm	2,5	19,28	1,88	22,50	0,94	5,63	18	24
51220032	RETENEDOR CR 17387=472164	2,5	28,06	0,94	11,25	0,47	2,81	11	14
51220036	RETENEDOR 45X80X10mm	2,5	36,03	3,33	40	1,67	10	18	28
51220037	RETENEDOR 95X125X12mm	2,5	83,19	0,06	0,74	0,03	0,19	2	2
51220044	RETENEDOR 133.3X107X9.22mm 42419/42422	2,5	150,45	0,03	0,42	0,02	0,10	1	1
51220045	RETENEDOR 48X65X10mm 18951/19211	2,5	43,28	0	0,01	0	0	0	0
53170075	RODAMIENTO 6316-2RS.C3 = 6316-2RS1/C3	2,5	1099,49	0,04	0,45	0,02	0,11	0	0
53170076	RODAMIENTO 6318=BL318=318:M.MRC 12 BOLAS	2,5	1473,14	0,04	0,46	0,02	0,11	0	0
53170085	RODAMIENTO 6217 C3 10 BOLAS	2,5	565,62	2,50	30	1,25	7,50	4	12
53170086	RODAMIENTO 6214 2ZR C3 10 BOLAS	2,5	352,75	0,02	0,28	0,01	0,07	0	0
53170088	RODAMIENTO 6224-2RS.C3	2,5	2477,47	0,02	0,20	0,01	0,05	0	0
53170092	RODAMIENTO 3202-2Z	2,5	198,72	0,22	2,69	0,11	0,67	2	3
53170093	RODAMIENTO 6304 2RS.C3 = 6304-2RS1/C3	2,5	75,04	0,06	0,76	0,03	0,19	2	2
53170095	RODAMIENTO 30306ª CON CUNA	2,5	144,21	0,37	4,39	0,18	1,10	3	4
53170096	RODAMIENTO 6320-2Z.C3	2,5	2208,32	1,07	12,86	0,54	3,21	1	4
53170097	RODAMIENTO NU-322C3	2,5	3208,26	2,14	25,71	1,07	6,43	1	7
53170098	RODAMIENTO 6306-2Z.C2 = 6306.2ZR.C3	2,5	916,05	0,27	3,27	0,14	0,82	1	2
53170100	RODAMIENTO 6310-2Z/C2ELHT23 = 63102R.C2	2,5	1348,98	0,02	0,18	0,01	0,05	0	0
53170105	RODAMIENTO 6021	2,5	575,81	30	360	15	90	13	103
53170106	RODAMIENTO 6201-22/12.7=6201-08ZZCE CSRI	2,5	263,76	0,22	2,65	0,11	0,66	2	3
54090010	SOPORTE 126815 2"	2,5	1225,81	0,01	0,08	0	0,02	0	0
54090011	SOPORTE T-208 EJE 1-1/2" =TU508M	2,5	410,72	0,02	0,28	0,01	0,07	0	0
54090012	SOPORTE RTS 13247S 3-15/16"	2,5	30690,37	0,01	0,10	0,00	0,03	0	0
54090013	SOPORTE FY TB 1-3/16"	2,5	364,72	0,11	1,37	0,06	0,34	1	1

Continuación de la tabla XXXIX.

54090019	SOPORTE COMPLETO NP-322-2 P109 2"	2,5	1025,10	0,04	0,52	0,02	0,13	0	0
54090020	SOPORTE CON RODAMIENTO TIPO FLANGE 3"	2,5	1475	0,03	0,41	0,02	0,10	0	0
54090021	SOPORTE COMPLE LINK BELT 2-7/16 PLB6839R	2,5	4882,81	2,50	30	1,25	7,50	1	9
54090023	SOPORTE FLANGE 1-7/16"	2,5	115,68	0,02	0,26	0,01	0,06	1	1
54090025	SOPORTE PILLOW BLOCK 3"	2,5	1153,86	1,30	15,65	0,65	3,91	2	6
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	2,5	408,55	30	360	15	90	16	106
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	2,5	408,55	3	36	1,5	9	5	14
54090031	SOPORTE SKF SNH520 = SNV180	2,5	2319,18	0,12	1,48	0,06	0,37	0	0
68510041	BENDIX DRIVE ASSY PN.4.395.923=93-480345	2,5	0	0	0,01	0	0	0	0
75010249	ENGRAPADORA OFICINA	2,5	41,92	3,33	40	1,67	10	16	26
75010251	SUSCRIPCIONES ANUALES	2,5	1329,16	30	360	15	90	9	99
75010275	CARTUCHO TINTA IMPRESORA 6001277U NEGRA	2,5	1383,92	0,06	0,68	0,03	0,17	0	0
75010276	CINTA VINYL, 52090 MINIMARK,AMA#6001274U	2,5	1741,08	0,09	1,09	0,05	0,27	0	0
75010287	FORMULARIO CONTINUO BOLETA PARA BASCULA	2,5	0,52	0,63	7,50	0,31	1,88	63	65
75010295	CINTA VINYL 120855 MINIMARK,AMA#6001275U	2,5	1272,33	0,25	2,95	0,12	0,74	1	2
75010298	CINTA VINYL, 52063 MINIMARK,AMA#6001276U	2,5	783,03	0,06	0,68	0,03	0,17	0	0
75010303	ROTULADORA ELECTRONICA	2,5	263,4	1,36	16,36	0,68	4,09	4	8
75010324	CINTA MAQUINA ESCRIBIR BICOLOR	2,5	4,11	4,29	51,43	2,14	12,86	59	72
75010353	ETIQUETA AUTOADESIVA	2,5	2,64	0,02	0,19	0,01	0,05	4	4
75010376	HOJA REPORTE TIEMPO EXTRA Y ORDINARIO	2,5	0,12	0,14	1,67	0,07	0,42	62	62
75010387	MARCADOR PUNTO FINO COLOR NEGRO	2,5	3,71	0,57	6,79	0,28	1,7	23	25
75010420	ETIQUETA REMOVIBLE 5/8X7/8" BRACHTEL	2,5	14,06	0,28	3,30	0,14	0,83	8	9
75010440	CALCOMANIA AUTOADHESIVA	2,5	1,25	0,08	0,98	0,04	0,25	15	15
75010446	BOBINA DE PAPEL BOND 36"	2,5	736,62	1,03	12,41	0,52	3,1	2	5
75010454	GLICERINA SOLIDA CUENTA FACIL	2,5	7,72	2,31	27,69	1,15	6,92	32	39
75010505	CLIP STANDARD #1 33mm (CAJA)	2,5	1,56	0,15	1,82	0,08	0,45	18	18

Fuente: elaboración propia.

De esta forma utilizando la hoja de cálculo excel y la muestra de 100 ítems pudo calculase el tamaño económico de lote para todos los materiales, así como la cantidad máxima en *stock* permitida.

5.6.5. Análisis de costo contra pedido

Para una mejor comprensión del análisis del lote óptimo se realizará un análisis de su cálculo a partir de un material seleccionado. El cálculo del tamaño

de óptimo necesita los siguientes datos: demanda durante el período (o también pronóstico de la demanda), el costo de colocar cada orden, el valor o precio de compra del artículo y el costo de mantener el inventario total expresado en porcentaje¹⁵.

Tómese el siguiente material y sus datos para el análisis.

Tabla XL. **Análisis para fijar máximos y mínimos por material**

Análisis para fijar máximos y mínimos por material									
Valores constantes:		Costo unitario = CU Consumo mensual = CM Consumo anual = CA Lote óptimo = LO Tiempo = T							
Costo del Pedido: \$ 25									
Costo de oportunidad del capital: 18%									
Días de Imprevistos: 15									
Código	Material	T (meses)	CU (\$)	CM (U)	CA (U)	S (U)	P (U)	LO (U)	MAX (U)
35040027	NITROGENO A.PUREZA 200 W.GAS N2 99.9995	2,5	854,15	2,31	27,69	1,15	6,92	3	10

Fuente: elaboración propia.

Entonces, las variables son:

- Consumo anual = 27,69
- Costo del pedido= \$25
- Costo unitario = 854,15
- Costo de oportunidad = 18 % = 0,18
- La formulación a utilizar es la de la sección 5.6.4.

$$\sqrt{\frac{2 \times \text{consumo anual} \times \text{costo del pedido}}{\text{costo unitario} \times \text{costo de oportunidad}}} = \sqrt{\frac{2 \times 27.69 \times 25}{854.15 \times 0.18}} = 3 \text{ unidades}$$

¹⁵ Fuente: ROBBINS, Stephen. P. *Administración*. 5ta. Edición. Prentice Hall. Hispanoamericana. México 1996. p. 748.

El tamaño económico del lote para este material es de 3 unidades, como se verifica en la tabla 5.12. Esto indica que se deben ordenar 9 veces al año ($26,69 / 3 = 8,89 \approx 9$) lotes de 3 unidades.

De esta forma, se comprueba que es factible calcular el tamaño económico de lote y la cantidad máxima para todos los materiales que se encuentran en la muestra de 100 ítems. Luego de este cálculo se procede a informar de los resultados obtenidos, resultados que serán analizados por los administradores de materiales y repuestos.

5.7. Informe de resultados a administradores de MRP

El informe general se presenta en hoja de cálculo como la figura siguiente.

Figura 85. Resultados de informe a administradores de MRP

	A	B	C	D	E
1	DATOS GENERALES ESTABLECER EL LOTE ECONÓMICO DE COMPRAS				
2	Demanda mensual	103	U		
3	Demanda anual	1,236	U		
4	Costo por pedido	25	\$		
5	Costo de oportunidad	18	%		
6	Precio unitario	8.99	\$		
7	Días de trabajo al año	300	DÍAS		
8	Tiempo de entrega	30	DÍAS		
9					
10					
11	RESULTADOS DEL LOC Y PARÁMETROS DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO ÓPTIMO				
12					
13	Cantidad económica de compra (LOC)	U 195	$=SQRT(2*B3*B4/(B5/100*B6))$		
14	Costo anual por mantener en inventario	\$ 158	$=(1/2)*B13*(B5/100*B6)$		
15	Costo anual por orden	\$ 158	$=(B3/B13)*B4$		
16	Costo total anual	\$ 316	$=B15+B14$		
17	Inventario mínimo	U 103	$=(B2/30)*B8$		
18	Nivel de inventario máximo	U 298	$=B13+B17$		
19	Nivel de inventario promedio	U 149	$=B18/2$		
20	Punto de reorden o de pedido	U 124	$=(B3/B7)*B8$		
21	Número de órdenes por año	veces 6.32	$=B3/B13$		
22	Tiempo de ciclo	días 47.43	$=B7/B21$		

Fuente: ALDANA LÓPEZ, Luis Argelio. Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento. p. 144.

El informe anterior permite una eficiente interpretación de cálculos para la planificación de necesidades, además de proporcionar una base sólida de estudio real y eficaz para cualquier adepto en logística de almacenes ya que proporciona los datos constantes y variables para cálculos. Esta operación incluye las formulaciones que dan como resultado las variables más importantes para el control de inventario.

5.8. Eficiencia en el proceso de estandarización

La eficiencia para este trabajo y proceso se medirá de acuerdo a lo realizado sobre la muestra de 100 ítems. Estos ítems fueron analizados y reciclados. Los datos iniciales se muestran en la tabla XX y revelan lo siguiente:

Un ítem triplicado, con diferentes ubicaciones, con dos *stock* cero.

Tabla XLI. Eficiencia en el proceso de estandarización (ítem triplicado)

PNS	Descripción Material	Almacén	UBICACIÓN	Stock
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	02	CONTENE-43	0
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	04	05-000-000	315
41030009	PASTA REFRAC. KILOCALOR 360 SIC SACO 25K	ALMA		0

Fuente: elaboración propia.

Siete ítems duplicados, con diferentes ubicaciones y diferentes cantidades en stock.

Tabla XLII. **Eficiencia en el proceso de estandarización (siete ítems duplicados)**

PNS	Descripción Material	Almacén	UBICACIÓN	Stock
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	04	06-000-000	91
41030011	REFRAC PASTE KILOCALOR K340 SACOS 25 KG	02	CONTENE-47	864
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	04	01-000-000	0
41030013	PASTA REFRAC.KILOCALOR K-7035 SIC.	02	CONT-48-44	0
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	05	03-004-000	6,75
47010031	ACEITE MIN IND ENERPAC HF-101 HIDRAULICO	07	00-000-000	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	01	06-083	0
47010037	ACEITE 2 TIEMPOS MOTO SIERRA SHINDAIWA	05	00-000-000	9,25
47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	05	04-004-000	1
47010038	ACEITE MONTAJE LHMf 300/ SKF	07	00-000-000	0
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	05	05-001-006	49,75
47010041	ACEITE MIN IND ISO VG100 HIDRAULICO ANTI	07	00-000-000	0
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	01	61-052-000	0
54090030	SOPORTE DE BRIDA FY2.TF=FY511M=YM-2"	07	61-161-000	0

Fuente: elaboración propia.

En total, se presentan 17 incongruencias en la muestra de 100 ítems.

Los ítems en color gris serán dados de baja, éstos son 10, por lo tanto, la exactitud en el inventario mostrado es de:

$$\text{exactitud en inventario muestra} = \frac{90}{100} = 0,9 \times 100 \% = \mathbf{90 \%}$$

CONCLUSIONES

1. La estandarización en el proceso de asignación de códigos de materiales conjuga la unión entre códigos PNS, HAC, PCS y CEDRO, debido a que los códigos PNS representan al grupo de numeración para los grupos de material y engloba a los materiales en 16 grupos; el código HAC identifica el tipo de activo y su ubicación dentro de la empresa; el código PCS corresponde a clasificación de PNS, por la naturaleza del repuesto. De esta forma, se realizó la combinación correcta para materiales entre códigos PCS y PNS, los cuales forman parte de los campos de entrada para su ingreso en el sistema SAP, mientras que, el código CEDRO será utilizado por los administradores de materiales y repuestos para su análisis y descripción en almacén.
2. El análisis de revisión del maestro de materiales encontró códigos duplicados y triplicados, debido a errores humanos en el ingreso, estos se refieren a pastas refractarias, aceites y soportes de brida, como lo muestra la tabla XX.
3. Un proceso eficiente de inspección, conoce la cantidad de materiales a inspeccionar por período (en este caso día) y la clasificación ABC de los mismos, ya que materiales con alta rotación se inspeccionan y cuentan con mayor frecuencia que los materiales con poca rotación, cálculos y resultados mostrados en la tabla XXIX. Luego de la inspección física, se procede a la comparación en el maestro de materiales y clasificación CEDRO para determinar obsoletos, se procedió con realización de reportes para dar de baja o renombramiento, reclasificación y

reubicación. A este proceso se le denomina sistema cíclico, como lo muestra la figura 72.

4. La relación de consumo mensual determina la rotación de materiales en el inventario y muestra que los materiales como pastas refractarias, aceites, filtros, retenedores, soportes, cintas y etiquetas autoadhesivas son los que han tenido menor rotación a lo largo del período de trabajo que es un año.
5. El cálculo del nivel de reorden o punto de pedido para todos los materiales se determinó en la tabla XXXIX, con la estrategia de tener una fecha igual de pedido para todos los materiales, para no realizar pedidos diarios, evitando, con ello, la saturación para cadena de suministro y comprometiéndose con el análisis de compras y ventas.
6. Los materiales obsoletos son aquellos que no han tenido movimiento a lo largo del año o en años atrás, a estos se les conoce como sin ABC ya que no pertenecen a ninguna categoría. Pudo determinarse que 507 materiales son considerados inactivos, como se comprueba en la tabla XXV.

RECOMENDACIONES

1. Agregar la clasificación PNS a las fichas técnicas de ingeniería, con el fin de realizar una descripción completa del material y código PCS.
2. Una vez realizada la completa estandarización de ítems en el maestro de materiales, continuar con el proceso de inspección y conteo, ya que esto proveerá un modelo eficiente para el control de *stocks*.
3. Introducir en el análisis de cálculo, para el número de inspecciones por período, la variable dificultad de inspección, en la cual se reconoce la dificultad que cada grupo de materiales o repuestos tiene para su medición, conteo o inspección. Luego de obtener la dificultad que cada grupo presenta, agregar al proceso de cálculo el tiempo que esta dificultad representa. Por último, realizar una nueva distribución para la asignación diaria de inspecciones, de acuerdo con el tipo de material o repuesto que se realizará en almacén.
4. Para casos de compras, realizarlas luego de verificar las existencias del grupo de materiales o refacciones y planearlas con base en tendencias de inspección predictiva / preventiva.
5. Negociar con los proveedores de forma que mantengan stock de seguridad en su almacén, de manera que para el caso de la empresa de nuestro interés no se vea en apuros para la consecución de materiales o repuestos.

6. Al finalizar el conteo e inspección de ítems, negociar ítems excedentes y obsoletos con los proveedores para que los reciban a cuenta de requerimientos actuales, que los promuevan entre sus clientes; asimismo, diseñar una campaña rentable para deshacerse de los obsoletos como consumirlos en proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALDANA LÓPEZ, Luis Rogelio. Modelo de abastecimiento de inventarios bajo una metodología basada en consumo, en el departamento de mantenimiento en una empresa productora de cemento. Trabajo de graduación de administrador de empresas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. 2011. 225 p.
2. APRENDESAP. *Transacción en SAP*. [en línea]. <https://www.youtube.com/watch?v=ppxrm_9DzKc>. [Consulta: diciembre 2015]
3. ASENSIO, Ricardo. *Manual SAP*. [en línea]. <<http://es.slideshare.net/ricardopabloasensio/manual-sap-compras>>. [Consulta: diciembre 2015]
4. BUJÁN, Alejandro. *Enciclopedia financiera*. [en línea]. <<http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-opex.html>>. [Consulta: diciembre 2015]
5. CURSOS CONSULTOR SAP. *Aprende SAP Gratis*. [en línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=qHsXivh3il0#t=121.778>> [Consulta: diciembre 2015]
6. Departamento de Desarrollo Humano. Mixto Listo. Diciembre 2015.

7. Departamento de mantenimiento, planta San Miguel, octubre 2015.
8. FRANCO, Rómulo. *Cómo identificar los inventarios*. [en línea]. <<http://inventariosypuntosdereorden.blogspot.com/p/puntos-de-reord.html>>. [Consulta: diciembre 2015]
9. FUCCI, Tomás. *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios*. [en línea]. <<http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abc.pdf>>. [Consulta: diciembre 2015]
10. GÓMEZ, Giovanni. *Modelo de la cantidad económica de pedido CEP o EOQ*. [en línea]. <<http://www.gestiopolis.com/modelo-cantidad-economica-pedido-cep-eoq/>>. [Consulta: diciembre 2015]
11. KONZ, Stephan, Manual de distribución en plantas industriales. México, D.F.: Grupo Noriega editores, 1992. 402 p.
12. MROMERO CONSULTORES. *Estrategia de lay out*. [en línea]. <http://descuadrando.com/Estrategia_de_layout>. [Consulta: diciembre 2015]
13. Revista Granito de arena. Guatemala (197). Octubre 2014.
14. ROBBINS, Stephen P. y COULTER, Mary. Administración. 5ta. Ed. Edo. De México. Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A., 1996. 765 p.
15. SAP CONSULTING. *MMBE Resumen de Stock por Material*. [en línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=EM5M4uS2lh4>>. [Consulta: diciembre 2015]

16. SAP ERP. *Forosap*. [en línea].
<<http://www.forosap.com/member/13767-nublar>>. [Consulta: diciembre 2015]
17. SAP ERP. *Mundo sap*. [en línea].
<<http://www.mundosap.com/foro/showthread.php?t=281>>. [Consulta: octubre 2015]
18. SAP ERP. *Portal de ayuda de SAP*. [en línea].
<http://help.sap.com/saphelp_ppm400/helpdata/en/39/cc9eba576911d1896f0000e829fbbd/content.htm?frameset=/en/39/cc9e6c576911d1896f0000e829fbbd/frameset.htm>. [Consulta: diciembre 2015]
19. SIMPSON, Alan. *Cómo usar dBase III plus*. 1ra. Edición. México D.F.: Macrobit – Alfaomega. 1989. 540 p.
20. TAHA, Hamdy. *Investigación de operaciones*. 9na. Edición. Pearson Educación. México 2012. 790 p.
21. VELEZ MARTINEZ, Alfonso. *Flexibilidad estratégica en la industria del cemento*. [en línea].
<www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis231.pdf>. [Consulta: diciembre 2015]

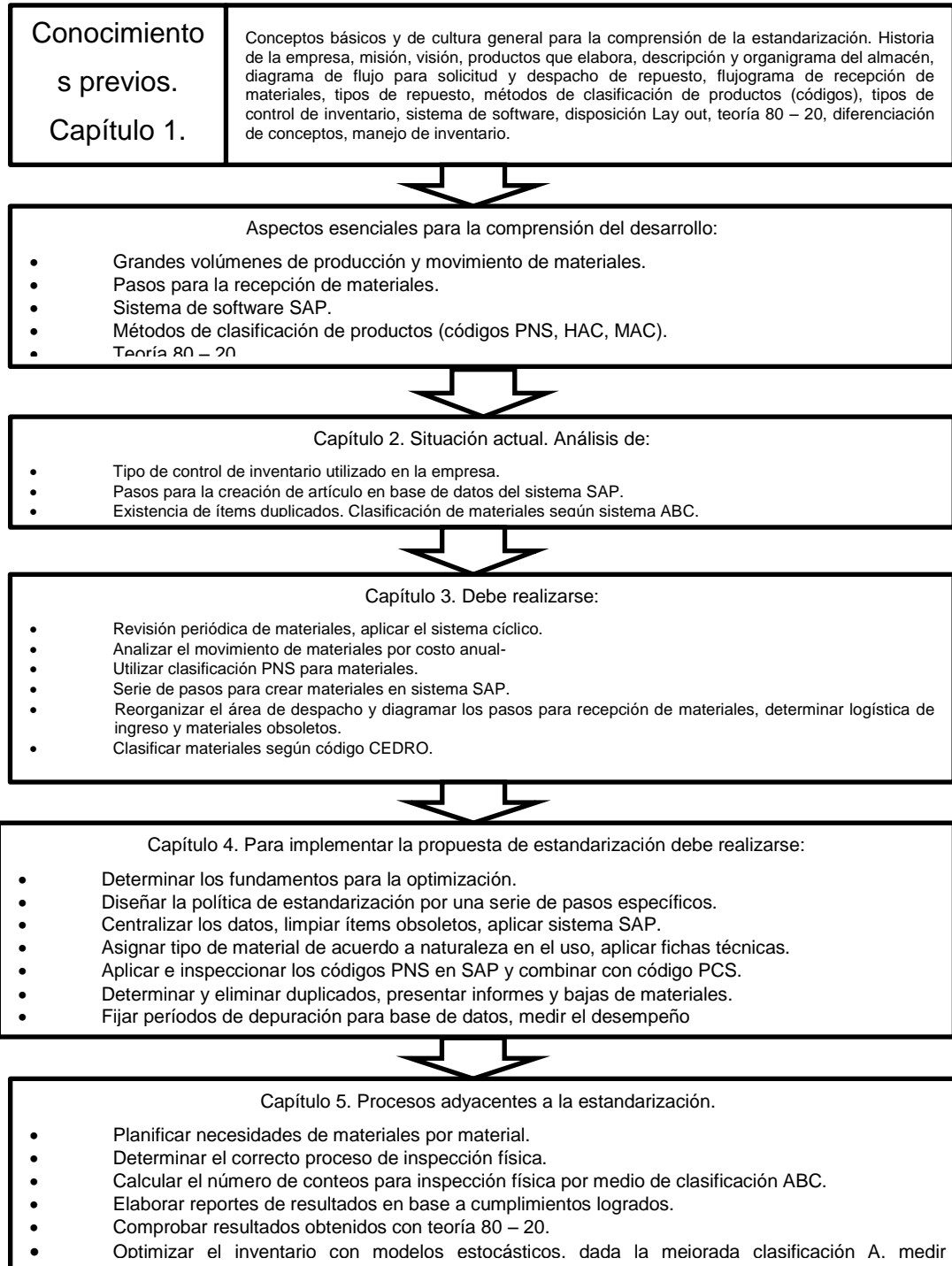
APÉNDICES

Apéndice 1. Ejemplo de proceso de renombramiento.

Código	Antes	Después
6901-0140	PIPE CLAMP 1.5011-39	ABRAZADERA TUBO 1.5011-39
6942-0075	PIPE CLAMP 1.8526-6	ABRAZADERA TUBO 1.8526-6
6901-0013	PIPE CLAMP TOP RKD2.000/2X18 ST35K	ABRAZADERA TUBO SUP. RKD2.000/2X18 ST35K
6414-0067	ABS PLASTIC CASE GAUGE-GRADE B1.5" 0-160	ABS PLASTIC CASE GAUGE GRADE B1.5" 0-160
6414-0066	ABS PLASTIC CASE GAUGES-GRADE B1.5" 0-30	ABS PLASTIC CASE GAUGE GRADE B1.5" 0-30
6201-0221	VALVULA SOLENOIDE SOUND ABSORBER FOR VAL	ABSORVEDOR VALVULA SOLENOIDE 1.5 044-4901-002-21
6115-0043	ACC CAD 1- CC126-9T-26.31 P.D. MANG MO	ACC CAD 1- CC126-9T-26.31 P.D. MANG MO
6828-0131	ACTUADOR 5014092 TYMCO	ACTUADOR 5014092 TYMCO
6499-0145	ACTUADOR HERZOG 8-5527-345265-3	ACTUADOR 8-5527-345265-3 HERZOG
6770-0001	ACTUADOR CONUS ST 5112-32 C15MM COL 295M	ACTUADOR CONUS 295mm ST 5112-32 C15MM COL 24752
6208-0294	ACTUADOR GIRATORIO DFPB-45-090-F05	ACTUADOR GIRATORIO DFPB-45-090-F05
6899-0077	ACTUADOR HIDRAULIC 23602910	ACTUADOR HIDRAULICO 23602910
6413-0222	Actuador Matrix mod.MX450 #600502,120PSI	ACTUADOR MX450 600502 120PSI MATRIX
6111-0007	ACTUADOR NEUM 20-RDB40-1SDBE0=20BRS40N10	ACTUADOR NEUMATICO 20-RDB40-1SDBE0=20BRS40N10
6201-0191	ACTUAD NEUMA BRAY DOBLE ACCION 92-0830	ACTUADOR NEUMATICO DOBLE ACCION 92-0830 BRAY
6201-0161	PNEUMATIC ACTUADOR WORCESTER REPARADO	ACTUADOR NEUMATICO REPARADO 38 DN 12 WORCESTER
6854-0846	ROTARY ACTUADOR 12897	ACTUADOR ROTATIVO 12897
6111-0002	ROTARY ACTUATOR COMPL. 40	ACTUADOR ROTATIVO COMPL. 40
6201-0114	ACTUADOR ST5102 110V, 50/60 HZ VALVULA 3	ACTUADOR ST5102 110V 50/60HZ VALVULA 3 VIAS
6763-1518	ACTUD NEUMA DN 300 INTERAPP 650551D	ACTUD NEUMA DN 300 INTERAPP 650551D
6763-1519	ACTUD NEUMA DN 350 INTERAPP 650586D	ACTUD NEUMA DN 350 INTERAPP 650586D
6755-0240	ACUMULADOR 50BAR 0531602500	ACUMULADOR 0531602500 50BAR
6783-0144	ACUMULATOR BLADDER HYDAC SB330-1A1/112A-	ACUMULADOR BLADDER HYDAC SB330-1A1/112A-
6305-0028	ACUMULATOR BLADDER VALVE ASSY	ACUMULADOR BLADDER VALVE ASSY
6754-0168	ACUMULATOR FOR CYLINDER MARK 05.04.05.20	ACUMULADOR CILINDRO MARK 05.04.05.20
6752-0031	Acumulador hidr. complet HY/AB-20/330-C1	ACUMULADOR HID. COMP. HY/AB-20/330-C1
6305-0061	ACUMULADOR HYDRA CUSHION FCHJ947804-A	ACUMULADOR HID. CUSHION FCHJ947804-A
6305-0062	ACUMULA. HYDRA CUSHION FCHJ947804-A REP.	ACUMULADOR HID. REP. CUSHION FCHJ947804-A
6752-1010	ACUMULADOR HIDRAU REPAR HY/AB-20/330-C1	ACUMULADOR HID. REP. HY/AB-20/330-C1
6599-0299	HIDR. ACCUMULATOR PART 636785U	ACUMULADOR HIDRAULICO 636785U
6305-0030	ACUMULADOR BRADER HIDRAULICO	ACUMULADOR HIDRAULICO BRADER
6754-0272	ACUMULADOR REPARADO CILINDRO MARK 05.04.	ACUMULADOR REP. CILINDRO MARK 05.04.05.20

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Esquema estratégico de tesis.



Fuente: elaboración propia.