



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS EN EL
ALMACÉN DE CEMENTOS PROGRESO S.A. PLANTA SAN
MIGUEL**

Martín Manuel Herrera Muralles

Asesorado por Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, noviembre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS EN EL
ALMACÉN DE CEMENTOS PROGRESO S.A. PLANTA SAN
MIGUEL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARTÍN MANUEL HERRERA MURALLES

Asesorado por Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

Guatemala, noviembre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada Martínez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MANUAL DE CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS EN EL ALMACÉN DE CEMENTOS PROGRESO S.A. PLANTA SAN MIGUEL

Tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 31 de marzo de 2003.

Martín Manuel Herrera Muralles

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII

1. CEMENTOS PROGRESO S.A.

1.1 Generalidades	1
1.1.1 Descripción de Cementos Progreso S.A.	1
1.1.2 Descripción del departamento de mantenimiento mecánico	3
1.1.3 Descripción del departamento de almacén	3
1.1.4 Descripción de las diferentes áreas de proceso	11
1.2 Descripción de las condiciones de almacenamiento de los repuestos .	19
1.2.1 Descripción	19
1.2.2 Factores que inciden en el buen almacenamiento de los Repuestos	19
1.2.2.1 No. de material (Pns)	19
1.2.2.2 Descripción del repuesto	41
1.2.2.3 No. de parte del proveedor	41
1.2.2.4 Unidad de medida base	42
1.2.2.5 Código Hac	42
1.2.2.6 Punto de pedido	49
1.2.2.7 Stock máximo	49
1.2.2.8 Stock de seguridad	49
1.2.2.9 Costo unitario del repuesto	49
1.2.2.10 Código Cedro	49

1.2.2.11	Condición de almacenamiento y temperatura	51
1.2.2.12	Ubicación	51
1.2.2.13	Mantenimiento inmediato	52
1.2.2.14	Mantenimiento preventivo	52
1.2.2.15	Tipo de repuesto	53
1.3	Fundamentos teóricos de almacenamiento y mantenimiento	53
1.3.1	Costo de almacenamiento de los repuestos	53
1.3.2	Importancia del almacenamiento y mantenimiento de los repuestos	59
1.3.3	Como mejorar el almacenamiento y mantenimiento de los repuestos	60

2. CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS

2.1	Identificación de repuestos en almacén	65
2.1.1	Revisión de listado de repuestos de mayor valor	65
2.1.2	Revisión de listado de repuestos de equipos críticos (equipos a y q)	66
2.2.3	Ingreso de datos de listado de repuestos de mayor valor y Listado de repuestos de equipos críticos (equipos a y q) en el Formato de clasificación de repuestos	67
2.2	Condición inicial de los repuestos en almacén	68
2.2.1	Identificación de la ubicación de los repuestos	68
2.2.2	Revisión visual de los repuestos	69
2.2.3	Conocimiento de las condiciones de almacenamiento y Mantenimiento de los repuestos	69
2.2.4	Estado actual de los repuestos en almacén	70
2.3	Manual de clasificación de repuestos en almacén	70
2.3.1	Diseño y elaboración del formato para la clasificación de los Repuestos	70

2.3.2	Establecimiento de parámetros hac, punto de pedido, Stock máximo, stock de seguridad y código Cedro	72
2.3.3	Establecimiento de las condiciones de almacenamiento y Mantenimiento requeridas por los repuestos	74
2.4	Análisis de las condiciones de almacenamiento, temperatura y mantenimiento después de la clasificación de repuestos	87
2.4.1	Condiciones actuales de los repuestos	88
2.4.2	Condiciones requeridas por los repuestos	88
CONCLUSIONES		89
RECOMENDACIONES		91
BIBLIOGRAFÍA		93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Sistema de codificación de activos	43
2	Generación de código hac	44
3	Códigos y especificaciones de hac	47
4	Ejemplo y cómo determinar el código hac	48
5	Clasificación código cedro	50
6	Condiciones de almacenamiento y temperatura	51
7	Gráfica de cantidad de pedido económico	54
8	Costo anual vrs cantidad del pedido	55
9	Inventario con incertidumbre	56
10	Listado de repuestos de mayor valor	66
11	Listado de repuestos críticos	67
12	Condiciones de almacenamiento de electrodos	77
13	Código de condiciones de almacenamiento y temperatura	87

GLOSARIO

Caliza	Roca sedimentaria compuesta de calcita (Carbonato de calcio), cuando se calcina da lugar a Cal.
Cedro	Código que clasifica a los repuestos según su uso en consumibles, estratégicos, de desgaste, de reemplazo y obsoletos.
Clinker	Material artificial con propiedades hidráulicas, que se obtiene de la transformación de carbonato de calcio y óxidos de sílice, aluminio, hierro y magnesio en un horno rotatorio.
Hac	Códigos de activos Holcim, identifica el tipo y la ubicación del activo dentro de la empresa.
Mac	Núcleo estandarizado de sistemas, técnicas, herramientas y prácticas de mantenimiento en plantas de cemento.
Pns	Sistema de numeración de piezas para clasificación y almacenamiento de piezas de repuestos
Sap	Sistema, aplicaciones y productos para procesamiento de datos.

RESUMEN

El manual de clasificación de repuestos elaborado en Cementos Progreso S.A. Planta San Miguel, contiene parámetros importantes para un mejor almacenamiento, mantenimiento e identificación de los repuestos en almacén.

En el manual se definen las condiciones recomendadas por el fabricante o proveedor para un adecuado almacenamiento de cada uno de los repuestos, esta información fue recopilada de los manuales de los equipos existentes en Cementos Progreso S.A. Planta San Miguel, y de esta forma garantizar preservarlos en buen estado.

Se describe la forma en la cual es conveniente definir punto de pedido, *stock* máximo, *stock* de seguridad, códigos tanto HAC como CEDRO, así como a que personas acudir para ello.

Una buena clasificación logra la reducción de la cantidad económica de repuestos, lo cual significa una tasa baja de activos, especialmente repuestos almacenados y estar dentro de los estándares definidos por Holcim.

También ayuda al requerimiento específico del sistema de gestión MAC (mantenimiento de cemento) aplicable a todas las empresas del grupo Holcim, el cual es lograr un alto TRT (Tasa de rendimiento total) con costos de mantenimiento bajos.

OBJETIVOS

- **General**

Realizar una clasificación de los repuestos en almacén para tratar de reducir la cantidad de los mismos de acuerdo al código CEDRO e identificar el HAC códigos de activos Holcim al que pertenecen.

- **Específicos**

1. Determinar las condiciones actuales de los repuestos en almacén, entre las que se encuentran: condición de almacenamiento, temperatura y mantenimiento, así como verificar su ubicación para un mejor control.
2. Capacitar al personal de almacén en los procedimientos adecuados de almacenamiento, mantenimiento y manejo de los repuestos para lograr preservarlos de la mejor manera hasta que sean utilizados por el departamento de mantenimiento mecánico.

INTRODUCCIÓN

Holcim, socio internacional de Cementos Progreso, S.A., ha implementado en todas sus plantas una filosofía específica de gestión de mantenimiento conocida como MAC.

En los siguientes aspectos se resume el requerimiento específico del sistema de gestión MAC Mantenimiento de Cemento, aplicable a todas las empresas del grupo Holcim:

Se desea un alto TRT (tasa de rendimiento total = disponibilidad del equipo de planta x rendimiento del mismo x calidad del producto), con costos de mantenimiento bajos (insumos en general, mano de obra, servicios o trabajos subcontratados, etc.) y una tasa baja de activos, especialmente repuestos almacenados.

Cada uno de los parámetros relacionados con las metas anteriormente descritas (disponibilidad, rendimiento, costos de mano de obra, costos de servicios, cantidad económica de repuestos en almacén, etc.) tiene un estándar definido por Holcim en base a su experiencia en plantas de todo el mundo.

En vista de la necesidad de ser más eficaces y eficientes en el desarrollo del mantenimiento de planta y tomando en cuenta los requerimientos de Holcim, el grupo de Mantenimiento Mecánico de Planta San Miguel desarrolló una planeación estratégica para el departamento, uno de los objetivos principales de dicha planeación (tomando en cuenta los problemas que han tenido lugar con almacén durante los últimos años) es la reducción de la cantidad de repuestos en almacén, para lo cual se necesita llevar a cabo una clasificación general que permita identificar cuáles son obsoletos, estratégicos, de desgaste, consumibles, etc., en que forma están almacenados y si necesitan de mantenimiento, embalaje y disposición en otra área física.

También definir en cuál equipo dentro de la planta se utilizan y esto se logra con el establecimiento del código HAC códigos de activos Holcim.

Otros parámetros importantes de establecer son el punto de pedido, *stock* máximo y *stock* de seguridad con los cuales se podrán definir que repuestos son los que se necesitan que estén almacenados dentro de la planta y cuales se pueden pedir planificados con lo cual se ayuda a no incrementar el inventario de almacén.

1. CEMENTOS PROGRESO S.A.

1.1 Generalidades

1.1.1 Descripción de Cementos Progreso, S.A.

Fue con mucha visión y con la idea clara de fundar una de las primeras fábricas de cemento en Latinoamérica, que un 18 de octubre de 1899, Don Carlos Federico Novella Klée creó la empresa **Carlos F. Novella y Cía.** Don Carlos se aventuró a invertir en una cementera ejerciendo desde ese momento un liderazgo transformador ya que en ese tiempo el cemento no era el material que en Guatemala se utilizaba para la construcción.

En 1901 se inició la comercialización del cemento producido en la finca La Pedrera. A raíz del terremoto de 1917 se inició la verdadera demanda del producto ya que todas aquellas construcciones hechas con cemento soportaron las inclemencias de tal fenómeno natural.

La creciente demanda en el mercado creó la necesidad de incrementar la producción. En 1965 se adquirió la finca San Miguel río abajo en Sanarate, El Progreso.

En 1971 se inició la construcción de la primera línea en la planta San Miguel. Siete años después, en 1978, se construyó la segunda línea y se legalizó el nombre de **Cementos Progreso, S.A.** En 1996 principió la construcción de la tercera línea que arrancó en 1998.

Pilares de la empresa

Siempre presentes en el desarrollo de la empresa han estado sus pilares.

1. Sus valores: recurso humano, eficiencia, rentabilidad, familia, solidaridad, ecología, servicio, soñador, liderazgo.
2. La orientación permanente a la calidad (de productos y servicio)
3. La implementación de la más alta tecnología
4. La importancia del recurso humano, su capital intelectual

Tipos de cementos más comunes producidos en la planta

UGC: Es un cemento con adición de más del 15% de toba volcánica (puzolana natural). Cumple con la norma ASTM C 595 para el cemento tipo IP y con la norma ASTM C 1157 para el cemento tipo GU.

5,000 psi: Es un cemento Pórtland tipo I. Cumple con la norma ASTM C 150

4,000 psi: Es un cemento tipo I(PM) con la adición de hasta 15% de toba volcánica (puzolana natural), que cumple con la norma ASTM C 595

Tipo de cal producido en la planta

Cal horcalsa Es una cal tipo S o especial. Cumple con las normas COGUANOR NGO 41018 cal hidratada, ANSI/ASTM C207 Y C206

1.1.2 Descripción del departamento de mantenimiento mecánico

Visión

Ser el departamento mecánico modelo para plantas de cemento

Misión

Somos un equipo que planifica, ejecuta, controla y evalúa el mantenimiento mecánico de las áreas productivas y de apoyo dentro de planta San Miguel de Cementos Progreso, S.A., para lograr una alta disponibilidad mecánica, acorde a los objetivos de calidad de la empresa, asegurando un óptimo funcionamiento de la maquinaria y los equipos.

Nos apoyamos en personal competente y proactivo, un sistema de gestión de mantenimiento MAC y herramientas de planificación como SAP.

Buscamos ser la primera opción de nuestros clientes basados en la confianza y credibilidad en nuestro trabajo y en la calidad del servicio prestado.

1.1.3 Descripción del departamento de almacén

Objetivos

Definir los procedimientos necesarios para el óptimo y claro manejo de la información, manuales y materiales, de tal manera que satisfaga las necesidades de los usuarios de manera oportuna y ofrezca sistemas de control ágiles y efectivos.

Políticas y alcance

Describir y ejecutar las funciones para el control y manejo de los materiales. El almacén sólo dará ingreso al sistema computarizado, a elementos que correspondan a órdenes de compra, autorizadas de manera específica y que al momento de su recepción, cumplan las condiciones de calidad, cantidad y oportunidad requeridas.

Los retiros o salidas de materiales del Almacén deben estar soportados por un documento previamente autorizado, donde indique el costo que va a afectar para la realización de los registros contables.

Establecer los procedimientos necesarios con el fin de establecer la interrelación entre las diferentes áreas, delimitando labores y responsabilidades.

Todos los materiales que se compren o se devuelvan a los proveedores deben controlarse a través del almacén.

Responsabilidades del área de almacén

Recibo y manejo de los materiales y/o equipos que se han adquirido para la realización de mantenimiento y operación de la planta.

Mantener una permanente comunicación con todas las áreas sobre el ingreso de materiales y/o equipos.

Controlar la entrega de los pedidos de acuerdo con la fecha pactada con el proveedor y estipulada en la orden de compra, en coordinación con el área de compras.

Mantener un control transparente sobre el movimiento (entradas salidas) de los materiales y/o equipos utilizando el sistema SAP.

Mantener actualizado el sistema de manejo de Almacén, de tal manera que se pueda consultar permanentemente la existencia y disponibilidad de materiales.

Suministrar la información necesaria sobre cada equipo y/o material en el momento que se amerite (auditoria, usuarios, compras).

Prever las necesidades de materiales en coordinación con las diferentes áreas y canalizar su adquisición a través de compras.

Planear y realizar una distribución física de los materiales y/o equipos, de tal manera que se facilite su identificación y entrega oportuna.

Ingresar los datos de recibo de materiales y/o equipos al sistema de manejo, para efectos de pagos a proveedores.

Codificación de materiales

Para la codificación de equipos y/o materiales que ingresen al Almacén se consideran dos casos:

Activos: Los activos se codificarán y se ingresarán al sistema con el código HAC códigos de activos Holcim definido para cada equipo por el Depto. de Planificación.

Materiales de uso general y específico: (repuestos)

Se codificarán de acuerdo con el tipo de material (material de desgaste y consumo, material de mantenimiento, otros materiales, etc.), como una segunda clasificación, se tendrá en cuenta el uso del material (los materiales de mantenimiento se subdividen en: para uso mecánico, uso eléctrico, etc.) y una tercera clasificación el equipo para el cual se van a emplear, cuando así se requiera.

La numeración empleada concuerda con la establecida para este caso por el sistema de PNS sistema de numeración de piezas dentro del plan contable.

Almacenamiento en planta

La distribución de las bodegas está planeada teniendo en cuenta el proveedor, el equipo y la línea del material.

Se divide en islas identificadas con diferentes códigos alfanuméricos, tanto en la bodega principal como en el resto de bodegas y patios donde se almacenarán los elementos que no necesitan protección y que su tamaño así lo requiere.

Se utilizarán señales y avisos donde se indican los parámetros mencionados.

Recepción de materiales

En el almacén, los recepcionistas coordinarán la ubicación y recibo de material.

El proveedor entrega el material en la bodega o lugar que se le indique (previamente coordinado con el área respectiva), junto con la remisión y el original de la factura, donde relaciona el número de orden de compra o solicitud de compra.

Se verifica que el material cumpla con los requerimientos de calidad.

En el caso de materiales específicos e importaciones, el receptor de materiales debe entregar al Almacén un reporte de inspección, donde certifique la calidad, detalle de montaje y cantidad en un plazo máximo de 24 horas hábiles.

Para los elementos de uso común, el Almacén verifica las especificaciones para la elaboración del Informe de Recibo en el Sistema SAP.

Los siguientes documentos se necesitan para que Almacén elabore el informe de recibo:

Orden de compra

Remisión del proveedor

Factura del proveedor

Reporte de inspección (cuando se requiere)

El informe de recibo se procesa en el sistema SAP que se mantiene en red, de donde el área administrativa podrá tomar la información necesaria para efectos de pago, con la frecuencia que lo desee.

Almacén ubica los materiales de acuerdo con su distribución interna.

Para las importaciones, se realizan los pasos descritos anteriormente. Para efecto de costos definitivos, compras realiza la liquidación definitiva y almacén procesa la información del informe de recibo en el sistema.

El Almacén debe realizar devoluciones al proveedor durante las 24 horas hábiles posteriores al recibo del material por alguna de las siguientes causas:

Material dañado

Especificaciones incorrectas

Calidad inadecuada

Precio diferente al acordado

Almacén es responsable de informar a las partes relacionadas con tal efecto (compras, usuario, proveedor, contabilidad), con el fin de asegurar la reposición del material.

Se elabora una orden de salida del material del proyecto, especificando que se trata de una devolución del proveedor.

Nota: Toda actividad (verificación de inspección, ingreso físico temporal, devolución al proveedor etc.) realizada en el almacén deberá ser registrada inmediatamente en el sistema para efectos de control y seguimiento a los requerimientos.

Informe de salida de materiales

El usuario con firma autorizada envía el formato de Informe de salida de materiales o autoriza el sistema la entrega. Esta autorización debe contener:

Fecha

Especificaciones del material

Cantidad requerida con su respectiva unidad de medida (metro, galón, unidad, etc.)

Especificación del equipo u obra para la cual va a ser utilizado el material, de tal manera que al despacharlo se pueda determinar la codificación contable.

Las autorizaciones emitidas por la red generan un reporte en el Almacén, el cual debe ser siempre firmado por la persona que recibe el material.

Con el documento Informe de salida o con el reporte, almacén procede a entregar el material y a procesar inmediatamente la información en el sistema de inventarios, de tal manera que permanezca actualizado.

Las firmas autorizadas para el retiro de materiales son las de los gerentes de plantas y superintendentes de áreas, ingenieros, supervisores y jefes de departamento.

Reintegro de materiales

Se aceptará el reintegro de materiales sobrantes de mantenimientos, instalaciones nuevas. Para tal fin se debe tramitar el mismo formulario de salida de materiales, indicando:

Fecha

Especificaciones del elemento

Cantidad con su respectiva unidad de medida

Codificación del equipo

Almacén procesa inmediatamente la información en el sistema y reubica el material.

Al procesar esta información se acreditan los costos que habían sido causados inicialmente.

Control de stock

Materiales de uso permanente

Se establecerán puntos mínimos de existencia para los diferentes elementos a mantener en el Almacén, en coordinación con los usuarios, los cuales serán modificables de acuerdo con consumos posteriores.

El control de los requerimientos se realizará con el sistema SAP, donde se tienen en cuenta parámetros como: período de compra, punto mínimo de existencia, consumo promedio, punto de pedido y se calcula la cantidad a comprar, la cual puede ser modificada de acuerdo con actividades programadas posteriormente.

1.1.4 Descripción de las diferentes áreas de proceso

Descripción del departamento de trituración

Funciones del departamento de cantera y trituración

Es el responsable directo de proveer a la planta de las materias primas esenciales para la fabricación de sus productos principales: Cemento Portland y Cal Hidratada. Estas materias son: Caliza, Esquistos, Yeso, Tobas, Hematita y Puzolana. Estos materiales son procesados bajo un estricto control de calidad que garantiza que estarán disponibles para el proceso en la cantidad necesaria, con la composición química correcta y con la granulometría adecuada. La explotación se realiza por medio de personal debidamente capacitado y observando un reglamento interno de normas de seguridad e higiene industrial.

Comprende de las siguientes etapas:

- Exploración
 - Diseño de frentes de explotación
 - Extracción
-
- Carga y transporte
 - Trituración
 - Control de calidad
 - Grupo de apoyo

Sección de exploración

Consiste en la investigación sistemática de las áreas de reservas mineras, esto incluye la realización de mapas topográficos y geológicos.

Frentes de explotación

Con toda la información geológica y topográfica debidamente organizada, se procede al diseño de los frentes de explotación; para ello se cuenta con un grupo de topografía que trazan en el campo las vías de acceso para luego construirlas y se delimitan las áreas a explotar dependiendo del tipo de terreno y del método de extracción a utilizar.

Extracción

Consiste en remover los minerales de sus estado natural para que puedan ser transportados a la planta, para esto se utilizan tractores de cuchilla y ripio en un 70% y voladuras en un 30%.

Carga y transporte

El material fragmentado es cargado en camiones de volteo y transportado a la planta para luego ser triturado, para esto se cuenta con 6 camiones de 35 toneladas, 2 cargadores 980 C, una pala 650 y una pala 245.

Trituración

Los materiales provenientes de la cantera son descargados a la trituradora primaria de cono, la cual puede aceptar bloques de hasta 1 metro, y los reduce a tamaños menores de 150mm, luego son transportados por medio de bandas a una zaranda la que clasifica el material, el de 25mm pasa directo a los silos de materias primas, el de 50mm-100mm, es llevado por medio de bandas para el patio de stock para la elaboración de cal, y el resto es triturado por una trituradora de cono que lo reduce a tamaños menores de 25mm y son llevados por medio de bandas a los silos de materias primas.

Descripción del departamento de molinos de mezcla

Proceso de fabricación de harina cruda

El área de harina cruda cuenta con tres líneas de producción, una de ellas con un molino vertical y las restantes con molinos de bolas. Todas las líneas son controladas por los operadores de control central según los instructivos de operación y control, quienes son supervisados por el jefe de turno, quien a su vez, reporta al superintendente de harina cruda.

El proceso de fabricación de harina cruda cuenta con tres etapas:

- a) Extracción de materia prima y alimentación al molino: la materia prima se almacena en silos, tolvas o en la galera de prehomogenización los cuales son revisados periódicamente en función de la conservación del producto según verificación de producto y condiciones de almacén. En éste se inspeccionan los equipos o almacenes para asegurar que el medio de trabajo, como equipos aislados del ambiente para evitar

humedad en la harina cruda y contaminación de polvo al medio ambiente, se pueda dar y dañar el producto. En todas las líneas de producción existe un sistema de pesaje para obtener la cantidad deseada de cada material en el sistema de transporte hacia el molino. En esta etapa se hace la “mezcla” de materia prima para cumplir con los requerimientos químicos del área de *clinker*.

- b) Molienda de materia prima: sucede dentro del molino propiamente dicho y abarca también el control de la finura (que se lleva a cabo en los separadores de partículas) y de propiedades químicas del producto.
- c) Recolección del producto y almacenaje: en esta etapa se recolecta el producto luego de salir de la etapa de molienda y es transportado hacia los silos de almacenaje, los cuales al igual que los de materia prima, son revisados según la Verificación de producto y condiciones de almacén.

Descripción del departamento de hornos de *clinker*

Proceso de fabricación de *Clinker*

El departamento de *Clinker* cuenta con tres líneas de producción: Líneas 1 y 2, hornos vía seca con 4 precalentadores y enfriadores de satélites, con una capacidad de 1,250 y 2,000 tm/día respectivamente; línea 3, horno vía seca con 5 precalentadores, calcinador en línea y enfriador de parrillas con una capacidad de 3,000 tm/día.

Las tres líneas de producción son operadas por los operadores de control central, según los instructivos de operación y control , siendo supervisados por el Jefe de turno, quien a su vez, reporta al superintendente de hornos.

El proceso de fabricación de Clinker cuenta con tres etapas que son controladas por el operador de control Central, desde la sala de control.

Estas etapas son:

- a) Extracción de materia prima y alimentación al horno

La materia prima proporcionada por el departamento de harina cruda, se encuentra almacenada en silos, los cuales son revisados periódicamente en función de la conservación del producto. Esta materia prima es transportada a los hornos, por sistemas mecánicos y neumáticos, pasando por dosificadores con control de pesaje para el debido control de la alimentación del horno. La alimentación del horno hace un muestreo periódicamente para evaluar su composición química y si algún parámetro sale de control.

b) Proceso de transformación o Clinkerización

Es el proceso que se da dentro del horno, por la transformación química de los elementos de la harina cruda, en Clinker; debido a los gradientes de presión y temperatura generados por el sistema.

c) Recolección del producto y almacenaje

Esta es la etapa en la que el producto es llevado por medios mecánicos, hacia los almacenes de producto terminado.

Para el resguardo del Clinker producido se cuenta con ocho silos de almacenamiento, con una capacidad total de 40,750 tm y una galera de 20,000 tm. Cuando en estos almacenes ya no es posible almacenar más material, el mismo es trasladado a un patio abierto en la cantera.

Cuando el material es trasladado a patio abierto, el mismo debe ser apilado, con el objeto que la menor área posible entre en contacto con agua (en época lluviosa). Si la temperatura del Clinker lo permite, se cubre con lona.

Descripción del departamento de molinos de cemento

Proceso de fabricación de cemento

El área de cemento cuenta con dos líneas de producción de cemento con molinos verticales, dos líneas de producción de cemento con molinos de bolas y una línea de premolienda de Clinker para alimentar a los molinos de bolas.

El proceso de fabricación de cemento cuenta con tres etapas:

- a) Extracción de materia prima y alimentación al molino: la materia prima se almacena en silos, tolvas o en la galera de Clinker. En cualquier caso, existe un sistema de pesaje para obtener la cantidad deseada de cada material en el sistema de transporte hacia el molino. En algunos casos (alimentación de Clinker) se tendrá primero una extracción volumétrica para mantener el nivel de una tolva, el sistema de pesaje está acondicionado en la salida de estas tolvas.
- b) Molienda de la materia prima: sucede dentro del molino propiamente dicho y abarca también el control de la fineza del producto, que se lleva a cabo en los separadores de partículas.
- c) Recolección del producto y almacenaje: en esta etapa se recolecta el producto luego de salir de la etapa de molienda y es transportado hacia los silos de almacenaje, antes de su despacho

Descripción del departamento de envasado y despacho de cemento

Manejo y empaque del cemento envasado y despachado

La manipulación en el manejo de los sacos o bolsas de papel que se utilizan para el proceso de envasado y despacho de cemento, se inicia con la aplicación del saco en forma manual para las envasadoras 21-641-EV1 y 21-642-EV1 y la aplicación automática para las envasadoras 21-643-EV1 y 21-644-EV1 en donde sus características de utilización debe cumplir con la verificación al momento de su recepción en cuanto a sus especificaciones. En planta San Miguel se tienen dos líneas de carga directa hacia las plataformas del camión denominadas envasadoras manuales donde directamente el personal de cargadores de cemento colocan los sacos ordenadamente sobre la plataforma con la cantidad indicada a despachar según la orden de despacho, las revisiones principales efectuadas antes del proceso de carga lo constituyen la inspección de la plataforma para asegurarse de que esta no dañe el empaque del cemento envasado al momento de ser colocado sobre la plataforma, lo cual satisface que al momento de su transporte llegue a los

clientes con las condiciones necesarias de calidad, entrega y servicio. Al encontrarse alguna deficiencia en el estado de una plataforma, se genera una solicitud de acción, para que se tomen las medidas correspondientes para su reparación. Se tiene también en CEMPRO SM la disponibilidad de dos máquinas con aplicación automática del saco o bolsa de papel donde intervienen mecanismos automáticos para el proceso de envase y despacho así como también el del transporte de carga que se hace por medio de un montacargas, por lo que las características principales de estos sistemas en los equipos contribuyen en gran parte a que la manipulación del saco genere las condiciones y especificaciones en que debe satisfacer el tipo de empaque a usar en el proceso. Este formato aplica también para las máquinas de aplicación manual donde la severidad de utilización en el manejo de la bolsa es menor. La reutilización del cemento provocada por causas de rotura de bolsa que son atribuidas al manejo y transporte de los sacos se recupera recirculando el cemento en el gusano de rechazo 21-644-TF1.

Descripción del departamento de cal

El departamento de cal tiene como propósito: producir cal viva e hidratada de la mejor calidad a bajo costo, para abastecer las necesidades del mercado.

El proceso de fabricación de cal empieza con la extracción de materia prima (piedra caliza) luego de esto pasa a ser triturada con lo que se logra el tamaño adecuado de la piedra, después la piedra pasa por un horno rotativo donde adquiere ciertas características tanto químicas como físicas debido a los gradientes de presión y temperatura, después de este proceso ingresa nuevamente a una trituradora para luego pasar a la hidratadora donde se le atomiza agua, ya hidratada la cal pasa por un separador de partículas el cual deja pasar las partículas más livianas y retiene las pesadas para enviarlas a un molino de bolas para que logren alcanzar el tamaño adecuado, y por último la cal hidratada es enviada a los silos para luego ser despachada.

1.2 Descripción de las condiciones de almacenamiento de los repuestos

1.2.1 Descripción

Los repuestos que se encuentran en el almacén deben de cumplir con ciertas condiciones esenciales para su adecuado almacenamiento, lo cual asegura las buenas condiciones de los mismos al momento de ser utilizados por los diferentes usuarios de las diversas áreas de proceso.

1.2.2 Factores que inciden en el buen almacenamiento de los repuestos

Existen varios factores que nos garantizan el buen almacenamiento y manejo de los repuestos, entre estos factores tenemos:

1.2.2.1 No. de material (PNS)

Sistema de numeración de piezas para clasificación y almacenamiento de repuestos, el número de material nos ayuda a clasificar y reclasificar materiales, actualización de saldos y costos de materiales, la forma de clasificación es la siguiente:

- **Lista de códigos, dígito 1 (categorías principales)**

- 1 Componentes de materia prima, aditivos
- 2 Productos semiacabados

- 3 Combustibles, gases (para producción)
- 4 Materiales de desgaste y consumo
- 5 Materiales de mantenimiento
 - Partes pequeñas y estándares
 - Materiales semiacabados
- 6 Materiales de mantenimiento
 - Partes y conjuntos
 - Materiales eléctricos y electrónicos
 - Materiales para vehículos automotores
- 7 Otros materiales
- 8 Productos acabados
- 9 Reserva

▪ **Lista de códigos, dígitos 1 2 (sub-categorías)**

- 1 COMPONENTES DE MATERIA PRIMA, ADITIVOS
 - 1 1 Componentes calcáreos
 - 1 2 Componentes de Arcilla (esquistos)
 - 1 3 Componentes aluminosos
 - 1 4 Componentes ferrosos
 - 1 5 Aditivos (puzolana, toba, yeso y filo caliza)
 - 1 6 Fluidificantes
 - 1 7 Ayudantes de molienda (líquido)

2 PRODUCTOS SEMIACABADOS

2 1 Componentes de materia prima (triturados)

2 2 Mezclas de materia prima

2 3 Aditivos, triturado

2 4 Clinker

2 5 Polvo de horno

3 COMBUSTIBLES, GASES

3 1 Combustibles, sólido (carbón)

3 2 Combustibles, líquido

3 3 Combustibles, gaseoso

3 4 Libre

3 5 Gases (no para producción)

4 MATERIALES DE DESGASTE Y CONSUMO

4 1 Materiales refractarios

4 2 Materiales internos de hornos

4 3 Cuerpos molidores (bola de acero)

4 4 Blindajes para molinos tubulares

4 5 Otros materiales de desgaste (no son p/molinos tubulares)

4 6 Explosivos

4 7 Lubricantes

4 8 Otros materiales de consumo

4 9 Llantas

5 MATERIALES DE MANTENIMIENTO

5 1 Materiales sellantes

5 2 Materiales para instalaciones eléctricas

- 5 3 Elementos de apoyo, rodamientos
- 5 4 Elementos de apoyo, otros
- 5 5 Elementos de unión, tornillos y tuercas
- 5 6 Elementos de unión, otros
- 5 7 Materiales semiacabados, acero y fundición
- 5 8 Materiales semiacabados, otros (no metálicos)

6 MATERIALES DE MANTENIMIENTO

- 6 1 Elementos de accionamiento
- 6 2 Válvulas
- 6 3 Materiales eléctricos
- 6 4 Materiales electrónicos
- 6 5 Partes mecánicas
- 6 6 Bombas, motores, ventiladores, reductores, moto reductores, etc.
- 6 7 Partes especiales para... (relacionado al equipo)
- 6 8 Materiales para maquinaria Caterpillar
- 6 9 Materiales para vehículos automotores, excepto Caterpillar

7 OTROS MATERIALES

- 7 1 Materiales de embalaje (bolsas y sacos)
- 7 2 Materiales de protección
- 7 3 Accesorios para herramienta y equipo
- 7 4 Herramientas y equipo
- 7 5 Materiales de oficina (papelería y útiles)
- 7 6 Materiales de cafetería y víveres
- 7 7 Promociones y regalos
- 7 8 Equipo de oficinas/mobiliario/computación/comunicaciones
- 7 9 Medicinas

8 PRODUCTOS ACABADOS

- 8 1 Cemento "Portland"

- 8 2 Cementos importados
- 8 3 Cal
- 8 4 Agregados (piedrin y arena)
- 8 5 Sub-Productos (polvo piedra)
- 8 6 Agromsa
- 8 7 Premezclados

- **Lista de códigos, dígitos 1 2 3 4 (grupos)**

4 Materiales de desgaste y consumo

4 1 Materiales refractarios

4 1 0 1	REFRACTAR	Anclajes
4 1 0 3	REFRACTAR	Concretos
4 1 0 8	REFRACTAR	Ladrillo refractario de forma especial (Alamo, Benezet)
4 1 0 9	REFRACTAR	Ladrillo refractario , forma I.S.O (no básico: Kronex)
4 1 1 0	REFRACTAR	Ladrillo refractario, forma R.K.
4 1 1 1	REFRACTAR	Ladrillo refractario, forma V.D.Z. (básico: Anker, Ankral)
4 1 1 3	REFRACTAR	Ladrillos de horno, otros
4 1 1 4	REFRACTAR	Ladrillos, otros
4 1 1 5	REFRACTAR	Morteros

4 2 Repuestos internos de hornos

4 2 0 1	MATDESGAS	Cadena
4 2 0 4	MATDESGAS	Suspensiones, soportes para cadenas
4 2 9 9	MATDESGAS	Otros materiales internos de hornos (partes de desgaste.

4 3 Cuerpos moledores (bola)

4 3 0 1	MATDESGAS	Bolas, acero forjado
4 3 0 2	MATDESGAS	Bolas, acero fundido
4 3 9 9	MATDESGAS	Otros cuerpos moledores

4 4 Blindajes para molinos tubulares (corazas)

4 4 0 1	MATDESGAS	Blindaje de acero, corazas
4 4 0 2	MATDESGAS	Blindaje de caucho, coraza
4 4 0 3	MATDESGAS	Blindaje de acero para culata
4 4 0 4	MATDESGAS	Blindaje de caucho para culata
4 4 0 5	MATDESGAS	Blindaje de acero para tabique
4 4 0 6	MATDESGAS	Blindaje de caucho para tabique
4 4 0 7	MATDESGAS	Partes de desgaste para molinos (dif. a los de tubos).
4 4 9 9	MATDESGAS	Otros blindajes para molinos tubulares

4 5 Otros materiales de desgaste

4 5 0 1	MATDESGAS	Partes de desgaste para enfriadores
4 5 0 2	MATDESGAS	Partes de desgaste de perforación
4 5 0 3	MATDESGAS	Partes de desgaste para trituradoras
4 5 0 4	MATDESGAS	Levantadores
4 5 0 5	MATDESGAS	Partes de desgaste para rodillo de molienda
		(Placas KN)

5 Materiales de mantenimiento

5 1 Sellantes

5 1 0 1	MATREPMEC	Conjuntos de empaques (<i>kit</i> empaques)
5 1 0 2	MATREPMEC	Conjuntos de sellos (<i>kit de o'ring</i>)

5 1 0 3	MATREPMEC	Diafragmas
5 1 0 4	MATREPMEC	<i>O´ring</i>
5 1 0 7	MATREPMEC	Empaques
5 1 0 9	MATREPMEC	Asbesto
5 1 1 0	MATREPMEC	Guardapolvos
5 1 1 2	MATREPMEC	Empaquetaduras semiacabadas: cintas, cordones
5 1 1 3	MATREPMEC	Empaquetaduras semiacabadas: Láminas flexiglas
5 1 1 5	MATREPMEC	Prensaestopas
5 1 1 7	MATREPMEC	Sellos de caucho, felpa
5 1 2 1	MATREPMEC	Sello mecánico, laberinto
5 1 2 2	MATREPMEC	Retenedores
5 1 2 8	MATREPMEC	Sellos tipo "O"
5 1 9 9	MATREPMEC	Otros materiales sellantes

5 Materiales de mantenimiento

5 3 Cojinetes

5 3 0 2	REPINDUS	Cuñas
5 3 0 3	REPINDUS	Accesorios de cojinete, manguitos
5 3 0 7	REPINDUS	Cojinete axiales de bolas
5 3 0 8	REPINDUS	Cojinete axiales de rodillos
5 3 0 9	REPINDUS	Cojinete de agujas
5 3 1 0	REPINDUS	Cojinete de bolas a rótula
5 3 1 1	REPINDUS	Cojinete de bolas de contacto angular
5 3 1 2	REPINDUS	Cojinete de rodillos a rótula
5 3 1 4	REPINDUS	Cojinete de rodillos cilíndricos
5 3 1 5	REPINDUS	Cojinete de rodillos cónicos
5 3 1 6	REPINDUS	Cojinete rígidos de bolas, dos hileras
5 3 1 7	REPINDUS	Cojinete rígidos de bolas, una hilera
5 3 1 9	REPINDUS	Cojinete tipo "Y"(SKF) ó "S" (FAG)
5 3 9 9	REPINDUS	Otros Cojinetes

5 Materiales de mantenimiento

5 4 Elementos de apoyo , otros

5 4 0 1	MATREPMEC	Articulaciones de rótula
5 4 0 2	MATREPMEC	Bujes con tope
5 4 0 3	MATREPMEC	Bujes sin tope
5 4 0 4	MATREPMEC	Bujes, otros
5 4 0 5	MATREPMEC	Casquetes con tope
5 4 0 6	MATREPMEC	Casquetes sin tope
5 4 0 7	MATREPMEC	Casquetes, otros
5 4 0 9	REPINDUS	Chumacera
5 4 1 2	MATREPMEC	Rótulas con vástago
5 4 9 9	MATREPMEC	Varios otros elementos de apoyo (diferentes de los de rodamientos)

5 Materiales de mantenimiento

5 5 Elementos de unión Tornillos y tuercas

5 5 0 1	MATREPMEC	Espárragos
5 5 0 2	MATREPMEC	Tornillo sin cabeza (allen)
5 5 0 3	MATREPMEC	Perno
5 5 0 4	MATREPMEC	Tornillo cabeza avellanada
5 5 0 5	MATREPMEC	Tornillo Estufa
5 5 0 6	MATREPMEC	Tornillo Hilti (cab. cilíndrica)
5 5 0 7	MATREPMEC	Tornillo cabeza cuadrada (castigador)
5 5 0 8	MATREPMEC	Tornillo cabeza hexagonal, acerado
5 5 1 1	MATREPMEC	Tornillo tirabuzón y lámina
5 5 1 2	MATREPMEC	Tornillo cabeza hexagonal, rosca milimétrica
5 5 1 3	MATREPMEC	Tornillo cabeza hexagonal, rosca fina
5 5 1 4	MATREPMEC	Tornillo cabeza hexagonal, rosca ordinaria
5 5 1 7	MATREPMEC	Tornillo de cabeza plana
5 5 2 2	MATREPMEC	Tornillo cabeza de argolla
5 5 2 3	MATREPMEC	Tornillo de anclaje

5 5 2 4	MATREPMEC	Tornillo para carrocería
5 5 2 5	REPINDUS	Tornillo especial para enfriadores
5 5 2 6	REPINDUS	Tornillo especial para hornos
5 5 2 7	MATREPMEC	Tarugo de expansión
5 5 2 8	REPINDUS	Tornillo especial para molino
5 5 3 0	REPINDUS	Tornillo especial para trituradoras
5 5 3 1	MATREPMEC	Tornillo para madera
5 5 3 2	MATREPMEC	Tuerca cuadrada
5 5 3 3	MATREPMEC	Tornillo, otros
5 5 3 4	MATREPMEC	Tuerca mariposa
5 5 3 5	MATREPMEC	Tuerca expansión
5 5 3 6	MATREPMEC	Tuerca de seguridad
5 5 3 7	MATREPMEC	Tuerca tope
5 5 3 8	MATREPMEC	Tuerca hexagonal, rosca milimétrica
5 5 3 9	MATREPMEC	Tuerca hexagonal, rosca fina
5 5 4 0	MATREPMEC	Tuerca hexagonal, rosca ordinaria
5 5 4 1	MATREPMEC	Tuerca, otras
5 5 9 9	MATREPMEC	Otros elementos de Tornillería

5 Materiales de mantenimiento

5 6 Elementos de unión, otros

5 6 0 1	MATREPMEC	Abrazadera para manguera
5 6 0 2	MATREPMEC	Abrazadera para tubo
5 6 0 3	MATREPMEC	Abrazadera, otras
5 6 0 4	MATREPMEC	Accesorios de manguera
5 6 1 9	MATREPMEC	Arandelas de seguridad dentadas
5 6 2 0	MATREPMEC	Arandelas de seguridad de presión
5 6 2 1	MATREPMEC	Arandelas Biseladas
5 6 2 2	MATREPMEC	Arandelas de seguridad planas
5 6 2 3	MATREPMEC	Arandelas de seguridad, otras
5 6 2 4	MATREPMEC	Arandelas cuadradas
5 6 2 5	MATREPMEC	Arandelas de presión

5 6 2 6	MATREPMEC	Arandelas planas
5 6 2 7	MATREPMEC	Arandelas, otras
5 6 3 1	MATREPMEC	Cuñas
5 6 3 2	CONSTRUC	Clavos con cabeza
5 6 3 3	CONSTRUC	Clavos sin cabeza
5 6 3 4	MATREPMEC	Pasadores, otros
5 6 3 6	MATREPMEC	Pines cilíndricos
5 6 3 7	MATREPMEC	Pines de abrir
5 6 3 8	MATREPMEC	Pines exteriores
5 6 3 9	MATREPMEC	Pines interiores
5 6 4 0	MATREPMEC	Pines, otros
5 6 4 1	MATREPMEC	Puntillas
5 6 4 3	MATREPMEC	Resortes para compresión
5 6 4 4	MATREPMEC	Remaches
5 6 4 6	MATREPMEC	Resortes para disco
5 6 4 7	MATREPMEC	Resortes para tensión
5 6 4 8	MATREPMEC	Resortes, otros
5 6 5 0	MATREPMEC	Tensores
5 6 5 1	TUBOS	Tubos de acero sin costura (tubo acero negro)
5 6 5 2	TUBOS	Tubos galvanizados
5 6 5 3	TUBOS	Tubos, otros
5 6 5 4	MATREPMEC	Mangueras para agua
5 6 5 5	MATREPMEC	Mangueras para aire
5 6 5 6	MATREPMEC	Mangueras para combustible
5 6 5 7	MATREPMEC	Mangueras hidráulicas
5 6 5 8	MATREPMEC	Mangueras otras
5 6 9 9	MATREPMEC	Otros elementos de unión

5 Materiales de mantenimiento

5 7 Metales, cables y alambre

5 7 0 1	MATREPMEC	Alambre de acero
5 7 0 2	MATREPMEC	Artículos de fundición de bronce

5 7 0 3	MATREPMEC	Artículos de fundición de hierro (ejes pulidos, acero inoxidable)
5 7 0 4	MATREPMEC	Barras roscadas
5 7 0 5	CABLES	Cables de aceros
5 7 0 8	CONSTRUC	Láminas
5 7 0 9	MATREPMEC	Mallas metálicas
5 7 1 0	MATREPMEC	Varilla (dif. a perfiles corrugados)
5 7 1 1	CABLES	Accesorios para cable
5 7 2 5	MATREPMEC	Metal antifricción
5 7 2 6	MATREPMEC	Plomo
5 7 9 9	MATREPMEC	Otros metales

5 Materiales de mantenimiento

5 8 No metálicos

5 8 0 1	MATREPMEC	Aluminio, zinc, cobre, estaño, latón antimonio
5 8 0 4	MATREPMEC	Láminas y empaques
5 8 0 5	MATREPMEC	Bronce
5 8 0 6	MATREPMEC	Cartón y corcho
5 8 0 7	MATREPMEC	Fajas transportadoras
5 8 1 9	CONSTRUC	Materiales para sanitarios
5 8 2 1	MATREPMEC	Lonas
5 8 2 3	MATREPMEC	Teflón
5 8 3 0	MATELEC	Materiales de aislamiento
5 8 9 9	MATREPMEC	Otro materiales no metálicos

6 Materiales de mantenimiento

6 1 Elementos de accionamiento

6 1 0 1	MATREPMEC	Acoples de embrague
6 1 0 2	MATREPMEC	Acoples fijos
6 1 0 3	MATREPMEC	Acoples flexibles

6 1 0 4	MATREPMEC	Acoples, otros
6 1 0 5	MATREPMEC	Accesorios acoples , Rejilla
6 1 0 9	MATREPMEC	Accesorios acoples, pasadores
6 1 1 1	MATREPMEC	Actuadores(flotadores)
6 1 1 3	CADENAS	Cadenas de Transmisión
6 1 1 5	CADENAS	Accesorios de cadena
6 1 1 8	MATREPMEC	Cigüeñas
6 1 1 9	MATREPMEC	Faja de transmisión en V, múltiple
6 1 2 0	MATREPMEC	Faja de transmisión en V, simple
6 1 2 2	MATREPMEC	Faja, otras
6 1 2 3	MATREPMEC	Engranajes cónicos
6 1 2 4	MATREPMEC	Engranajes helicoidales
6 1 2 5	MATREPMEC	Engranajes rectos
6 1 2 6	MATREPMEC	Engranajes sin fin
6 1 2 7	MATREPMEC	Engranajes, otros
6 1 2 8	MATREPMEC	Cremalleras
6 1 2 9	MATREPMEC	Ejes
6 1 3 7	MATREPMEC	Frenos
6 1 4 0	MATREPMEC	Accesorios frenos, revestimiento
6 1 4 1	MATREPMEC	Accesorios frenos, otros (embrague)
6 1 4 2	POLEAS	Poleas de transmisión
6 1 4 3	MATREPMEC	Ruedas de cadenas
6 1 4 4	MATREPMEC	Trenes de reductores (conjunto)
6 1 9 9	MATREPMEC	Otros

6 Materiales de mantenimiento

62 Válvulas

6 2 0 1	VÁLVULAS	Válvulas, accionamiento eléctrico
6 2 0 3	VÁLVULAS	Válvulas, accionamiento hidráulico
6 2 0 4	VÁLVULAS	Válvulas, accionamiento manual (llave de globo)
6 2 0 5	VÁLVULAS	Válvulas, accionamiento mecánico
6 2 0 6	VÁLVULAS	Válvulas, accionamiento neumático

6 2 0 7	VÁLVULAS	Válvulas, otras (contrallave)
6 2 0 8	VÁLVULAS	Válvulas, accesorios

6 Materiales de mantenimiento

6 3 Materiales eléctricos

6 3 0 1	MATELEC	Alambres
6 3 0 2	MATELEC	Alternadores (vehículos)
6 3 0 3	MATELEC	Arrancadores de resistencia, accesorios
6 3 0 4	MATELEC	Socket
6 3 0 5	MATELEC	Acumuladores
6 3 0 7	MATELEC	Bobinas y Accesorios
6 3 0 8	MATELEC	Amplificadores
6 3 0 9	MATELEC	Bombillos de iluminación y accesorios
6 3 1 0	MATELEC	Bombillos de señalización
6 3 1 1	MATELEC	Barras para conexiones a tierra
6 3 1 2	MATELEC	Bujías de encendido
6 3 1 3	MATELEC	Cables de control
6 3 1 4	MATELEC	Cables de potencia
6 3 1 5	MATELEC	Cables para instrumentación
6 3 1 6	MATELEC	Celdas de carga
6 3 1 7	MATELEC	Solenoides
6 3 1 8	MATELEC	Contactores
6 3 2 0	MATELEC	Accesorios de Contactores
6 3 2 1	CONTADORES	
6 3 2 2	MATELEC	Controladores
6 3 2 3	MATELEC	Pulsadores
6 3 2 4	MATELEC	Detectores de giro
6 3 2 5	MATELEC	Elementos calefactores
6 3 2 6	MATELEC	Fusibles alto voltaje
6 3 2 7	MATELEC	Fusibles bajo voltaje, tipo cañuela
6 3 2 8	MATELEC	Fusibles bajo voltaje, tipo NH
6 3 2 9	MATELEC	Fusibles bajo voltaje, tipo tapón

6 3 3 0	MATELEC	Fusibles bajo voltaje, tipo vidrio
6 3 3 1	MATELEC	Fusibles bajo voltaje, otros
6 3 3 2	MATELEC	Accesorios de fusibles
6 3 3 3	EQUINDUS	Generadores
6 3 3 4	MATELEC	Accesorios de generadores
6 3 3 5	MATELEC	Guarda motores
6 3 3 6	MATELEC	Indicadores de alarma
6 3 3 7	MATELEC	Instrumentos de indicación
6 3 3 8	MATELEC	Accesorios de Pulsadores
6 3 3 9	MATELEC	Accesorios de instrumentos de indicación
6 3 4 0	MATELEC	Interruptores de alumbrado
6 3 4 1	MATELEC	Interruptores de control
6 3 4 2	POTENCIA	Transformadores
6 3 4 3	MATELEC	Interruptores de limites (flipones)
6 3 4 4	MATELEC	Interruptores de protección para circuitos
6 3 4 5	MATELEC	Interruptores de seguridad
6 3 4 6	MATELEC	Interruptores, otros
6 3 4 7	MATELEC	Accesorios de interruptores, contactos
6 3 4 8	MATELEC	Otros accesorios de interruptores
6 3 4 9	MATELEC	Materiales telefónicos
6 3 5 0	MATELEC	Pantallas para alumbrado
6 3 5 1	MATELEC	Accesorios de pantalla
6 3 5 2	MATELEC	Portafusibles
6 3 5 3	MATELEC	Accesorios de portafusibles
6 3 5 4	MATELEC	Potenciómetros motorizados
6 3 5 5	MATELEC	Rectificadores
6 3 5 6	MATELEC	Registadores
6 3 5 7	MATELEC	Reles de control
6 3 5 8	MATELEC	Reles bimetálicos
6 3 5 9	MATELEC	Reles de tiempo
6 3 6 0	MATELEC	Reles, otros
6 3 6 1	MATELEC	Accesorios de Reles
6 3 6 2	MATELEC	Sensores
6 3 6 4	MATELEC	Termostatos

6 3 6 5	MATELEC	Aisladores (pararrayos)
6 3 6 6	MATELEC	Tornillo scr
6 3 6 7	MATELEC	Filtros eléctricos
6 3 6 8	MATELEC	Accesorios de cajas de distribución
6 3 6 9	MATELEC	Cintas aislantes
6 3 7 0	MATELEC	Conectores, bornes y accesorios
6 3 7 1	MATELEC	Empalmes
6 3 7 2	MATELEC	Enchufes
6 3 7 3	MATELEC	Grapas para cables
6 3 7 4	MATELEC	Materiales para identificación de cables
6 3 7 5	MATELEC	Resortes sellos y otros
6 3 7 6	MATELEC	Terminales para cables
6 3 7 7	MATELEC	Tomacorriente
6 3 7 8	MATELEC	Accesorios para subestación
6 3 8 0	MATELEC	Tubos para protección de cables, corazas
6 3 8 1	MATELEC	Accesorios para tubos de protección de cables
6 3 9 9	MATELEC	Otros materiales para instalaciones eléctricas

6 4 Materiales electrónicos

6 4 0 1	ELECTRÓN	Circuitos integrados
6 4 0 2	ELECTRÓN	Condensadores
6 4 0 3	ELECTRÓN	Diodos
6 4 0 4	ELECTRÓN	Potenciómetros
6 4 0 5	ELECTRÓN	Reguladores
6 4 0 6	ELECTRÓN	Resistencias
6 4 0 7	ELECTRÓN	Tarjetas electrónicas
6 4 0 8	ELECTRÓN	Tiristores
6 4 0 9	ELECTRÓN	Transistores
6 4 1 0	ELECTRÓN	Accesorios de quipos electrónicos
6 4 1 1	ELECTRÓN	Tubos, válvulas de vacío
6 4 1 3	ELECTRÓN	Instrumentos de indicación, horómetros,

		tacómetros
6 4 1 4	ELECTRÓN	Instrumentos de indicación, manómetros
6 4 1 5	ELECTRÓN	Transmisores
6 4 1 6	ELECTRÓN	Accesorios de instrumentos de indicación
6 4 1 8	ELECTRÓN	Acopladores ópticos
6 4 1 9	ELECTRÓN	Triacs
6 4 2 0	ELECTRÓN	Mov S
6 4 2 1	ELECTRÓN	Analizador
6 4 9 9	ELECTRÓN	Otros materiales electrónicos

6 Materiales de mantenimiento

6 5 Partes mecánicas

6 5 0 1	MATREPMEC	Anillos de ajuste y espaciadores
6 5 0 2	MATREPMEC	Anillos de caucho
6 5 0 3	MATREPMEC	Anillos de pistón
6 5 0 4	MATREPMEC	Bielas
6 5 0 5	MATREPMEC	Anillos otros, rines, aros
6 5 0 6	MATREPMEC	Articulaciones, crucetas
6 5 0 7	MATREPMEC	Camisas
6 5 0 9	MATREPMEC	Carcazas
6 5 1 1	MATREPMEC	Partes de carcazas
6 5 1 2	MATREPMEC	Cilindros hidráulicos
6 5 1 3	MATREPMEC	Cilindros neumáticos
6 5 1 4	MATREPMEC	Cilindros, otros
6 5 1 5	MATREPMEC	Accesorios de cilindros
6 5 1 7	MATREPMEC	Elementos de enfriamiento
6 5 1 9	MATREPMEC	Amortiguadores
6 5 2 0	MATREPMEC	Grapas para fajas otros
6 5 2 1	MATREPMEC	Engranajes
6 5 2 2	MATREPMEC	Tapas
6 5 2 3	MATREPMEC	Toberas
6 5 2 4	MATREPMEC	Trinquetes
6 5 2 5	MATREPMEC	Accesorios de filtros

6 5 2 6	MATREPMEC	Graseras
6 5 2 7	MATREPMEC	Indicadores de nivel de aceite
6 5 2 8	MATREPMEC	Accesorios de indicadores de nivel de aceite
6 5 3 8	MATREPMEC	Manguitos
6 5 3 9	MATREPMEC	Pistones
6 5 4 1	MATREPMEC	Palancas
6 5 4 2	MATREPMEC	Pivotes
6 5 4 3	MATREPMEC	Placas
6 5 4 4	POLEAS	Poleas de cables
6 5 4 5	POLEAS	Poleas para fajas transportadoras
6 5 4 6	POLEAS	Tambores de freno
6 5 4 7	POLEAS	Suplementos
6 5 4 8	POLEAS	Poleas, otras
6 5 5 1	RODOS	Rodillos para bandas transportadora
6 5 5 5	RODOS	Rodillos, otros
6 5 5 6	MATREPMEC	Soportes
6 5 5 7	MATREPMEC	Ruedas
6 5 9 9	MATREPMEC	Otras partes mecánicas

6 Materiales de mantenimiento

6 6 Bombas, motores, ventiladores, moto reductores, compresores, etc...

6 6 0 1	BOMBAS	Bombas
6 6 0 2	EQUINDUS	Ventiladores
6 6 0 3	REPINDUS	Compresores
6 6 0 4	REPINDUS	Sopladores
6 6 0 7	BOMBAS	Accesorios de bombas
6 6 0 8	MOTORES	Motores de combustión
6 6 0 9	MOTORES	Motores eléctricos
6 6 1 0	MATREPMEC	Reductores
6 6 1 1	MATREPMEC	Accesorios para reductores
6 6 1 2	MOTORES	Moto reductores

6 6 1 4	MATELEC	Escobillas y accesorios
6 6 1 6	MOTORES	Accesorios de motores eléctricos
6 6 2 0	INSTNUEVA	Equipo por instalar

6 Materiales de mantenimiento

Las posiciones 4 y 5 de HAC se colocaran en las posiciones 5 y 6 de PNS para la subcategoría 67

6 7 Partes especiales para... (relacionado al equipo)

6 7 0 1	REPINDUS	Aerodeslizadores (regueras)	A Z
6 7 0 2	REPINDUS	Agitadores de pasta	A L
6 7 0 3	REPINDUS	Alimentadores (general)	A M
6 7 0 4	REPINDUS	Alimentadores de báscula	A B
6 7 0 5	REPINDUS	Alimentadores de cangilones	A C
6 7 0 6	REPINDUS	Alimentadores de placas	
6 7 0 7	REPINDUS	Alimentadores hidráulicos	
6 7 0 8	REPINDUS	Alimentadores vibratorios	A V
6 7 1 0	REPINDUS	Básculas de banda	B B
6 7 1 1	REPINDUS	Bombas de agua	B A
6 7 1 2	REPINDUS	Bombas de combustible	B C
6 7 1 3	REPINDUS	Bombas de gas	B G
6 7 1 4	REPINDUS	Filtros de tejido	F T
6 7 1 5	REPINDUS	Bombas de pasta	B H
6 7 1 6	REPINDUS	Bombas fuller	B F
6 7 1 7	REPINDUS	Bombas pilar	B C
6 7 2 0	REPINDUS	Celosía	V M
6 7 2 1	REPINDUS	Compresores de aire	C A
6 7 2 3	REPINDUS	Compuertas	C M
6 7 2 4	REPINDUS	Compuertas distribuidoras	C D
6 7 2 5	REPINDUS	Cortadores de sacos	C U
6 7 2 7	REPINDUS	Zaranda vibratoria	C V
6 7 2 8	REPINDUS	Deflectores de sacos	D S
6 7 2 9	REPINDUS	Detectores de metal	D M

6 7 3 0	REPINDUS	Dosificadores	D F	
6 7 3 1	REPINDUS	Elevadores de cangilones	E C	
6 7 3 2	REPINDUS	Electro filtros		
6 7 3 4	REPINDUS	Envasadora	E V	
6 7 3 7	REPINDUS	Enfriadores de agua	E E	
6 7 3 8	REPINDUS	Enfriadores de Clinker	E K	
6 7 3 9	REPINDUS	Enfriadores de aceite	I C	
6 7 4 3	REPINDUS	Hogares auxiliares	H A	
6 7 4 4	REPINDUS	Horno 61 (1061)	H R	
6 7 4 5	REPINDUS	Horno 62 (1062)	H R	
6 7 4 6	REPINDUS	Horno 3	H R	
6 7 4 7	REPINDUS	Limpiadores de sacos	L S	
6 7 4 8	REPINDUS	Mandos auxiliares	M A	
6 7 4 9	REPINDUS	Mandos principales	M P	
6 7 5 0	REPINDUS	Mesas rotatorias	M R	
6 7 5 1	REPINDUS	Molinos de carbón AB	B	M L
6 7 5 2	REPINDUS	Molino de Crudo ATOX		M L
6 7 5 3	REPINDUS	Molino de cemento		M B
6 7 5 4	REPINDUS	Molino de cemento OK		M L
6 7 5 5	REPINDUS	Molinos otros	M L	
6 7 5 6	REPINDUS	Roller Press (línea común)		T Z
6 7 5 7	REPINDUS	Tritudadora Boliden Allis		T M
6 7 5 8	REPINDUS	Hidrocono 12-45 (Boliden Allis)		T G
6 7 5 9	REPINDUS	Hidrocono 6-45 (Boliden Allis)		T G
6 7 6 0	REPINDUS	Hidrocono 12-60 (Allis Chalmers)		T G
6 7 6 1	REPINDUS	Quemadores	Q E	
6 7 6 2	REPINDUS	Secador	S E	
6 7 6 3	REPINDUS	Paletizadora		
6 7 6 4	REPINDUS	Tornillos sinfines/transportador		T F
6 7 6 5	REPINDUS	Sopladores	S R	
6 7 6 6	REPINDUS	Trituradora Barmack	T B	
6 7 6 7	REPINDUS	Grúas P&H	G R	
6 7 6 8	REPINDUS	Transportador de cadenas	T K	
6 7 6 9	REPINDUS	Transportadores de cangilones	T C	

6 7 7 0	REPINDUS	Konus B L	
6 7 7 1	REPINDUS	Trituradoras primaria (Allis Chalmers)	T R
6 7 7 2	REPINDUS	Trituradora secundaria (Allis Chalmers)	T R
6 7 7 3	REPINDUS	Trituradora de martillos (Pensylvania)	T S
6 7 7 4	REPINDUS	Trituradora Allis Chalmer's (1031)	T M
6 7 7 5	REPINDUS	Unidades de combustible	U C
6 7 7 6	REPINDUS	Unidades de gas	U G
6 7 7 7	REPINDUS	Unidades de lubricación	U L
6 7 7 8	REPINDUS	Unidades hidráulicas	U H
6 7 7 9	REPINDUS	Válvulas de mariposa	V M
6 7 8 0	REPINDUS	Válvulas rotatorias	V R
6 7 8 1	REPINDUS	Trituradora móvil (Allis Chalmer's)	T X
6 7 8 2	REPINDUS	Ventiladores	V E
6 7 8 3	REPINDUS	Trituradora Krupp	T B
6 7 9 9	REPINDUS	Otros	

1.2.2.2 Descripción del repuesto

Es el nombre con el que se conoce el repuesto en forma general, ejemplo: cojinete cónico, chumacera, eje, etc. La descripción del repuesto debe ser solo en singular, no debe utilizarse aumentativo o diminutivo para su descripción, tampoco deben incluirse abreviaturas al principio, no se deben de utilizar artículos como: el, la, los, las, etc. No se deben de utilizar preposiciones como: para, como, en, etc. Si se diera el caso de utilizar lo anterior, debería de utilizarse en casos estrictamente necesarios.

1.2.2.3 No. de parte del proveedor

Es el número con el cual el proveedor o fabricante del repuesto identifica al mismo en el manual, ejemplo: Elevador UD7216B, Coraza XK679, etc. Este número puede ser alfanumérico, en algunos casos el proveedor o fabricante del repuesto también identifica la posición del repuesto en el esquema del manual, ejemplo: Arandela estranguladora pos 2-0030.

1.2.2.4 Unidad de medida base

Es la unidad de medida a utilizar en el manejo y control del repuesto dentro de almacén, ejemplo: Faja pesadora (unidad de medida base: pie), Segmento de desgaste (unidad de medida base: kit), Filtro (unidad de medida base: unidad), etc.

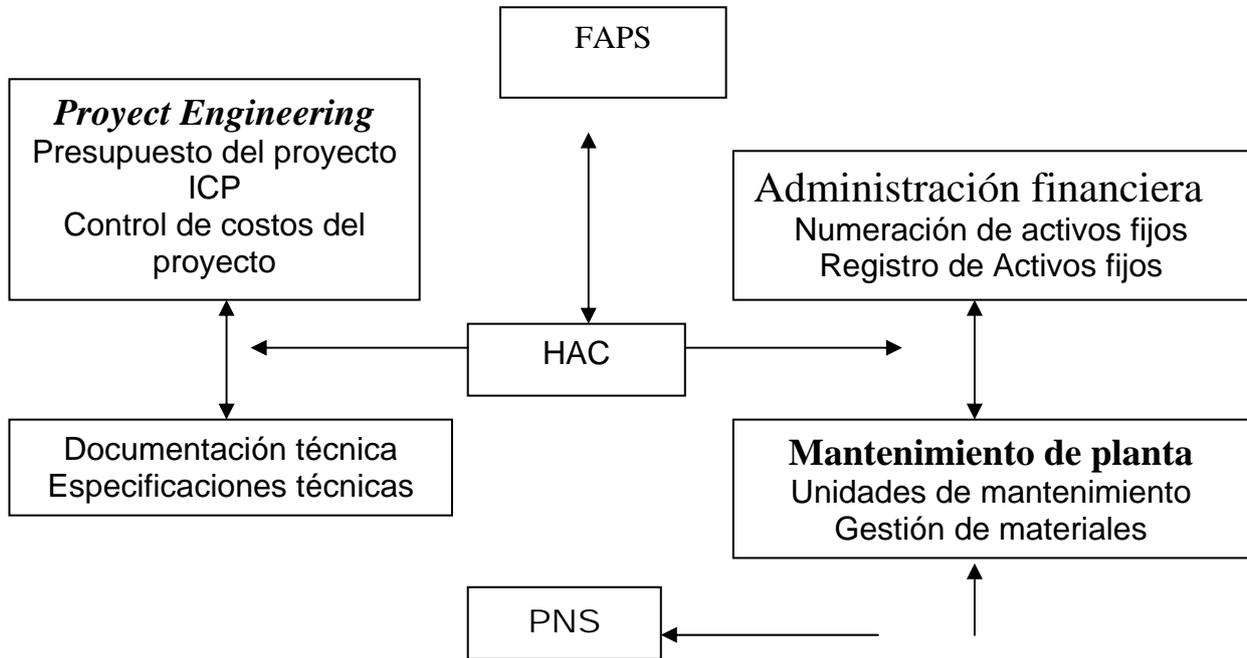
1.2.2.5 Código HAC

Es el sistema universal de identificación de activos que tiene adoptado Holcim para sus plantas de cemento. El código HAC identifica el tipo y la ubicación del activo dentro de la empresa.

La sigla HAC que traducida al castellano significa: Códigos de Activos Holcim.

Un sistema de gestión de activos debe: Registrar a la primera oportunidad para los activos, los datos técnicos y económicos de cierta importancia relacionados con ellos: Para un seguimiento y optimización de las inversiones, y de los costos de mantenimiento y operativos de tales activos y para tomar decisiones, basadas en cálculos económicos correctos, cargas por depreciación y la adecuada asignación de los activos respectivos.

Figura 1. Sistema de codificación de activos



- FAPS (Sistema de gestión financiera y administrativa de proyectos, ej: SAP.)
- PNS (Sistema de numeración de piezas para clasificación y almacenamiento de piezas de repuestos)
- ICP (Guía para presentación de los costos de inversiones)

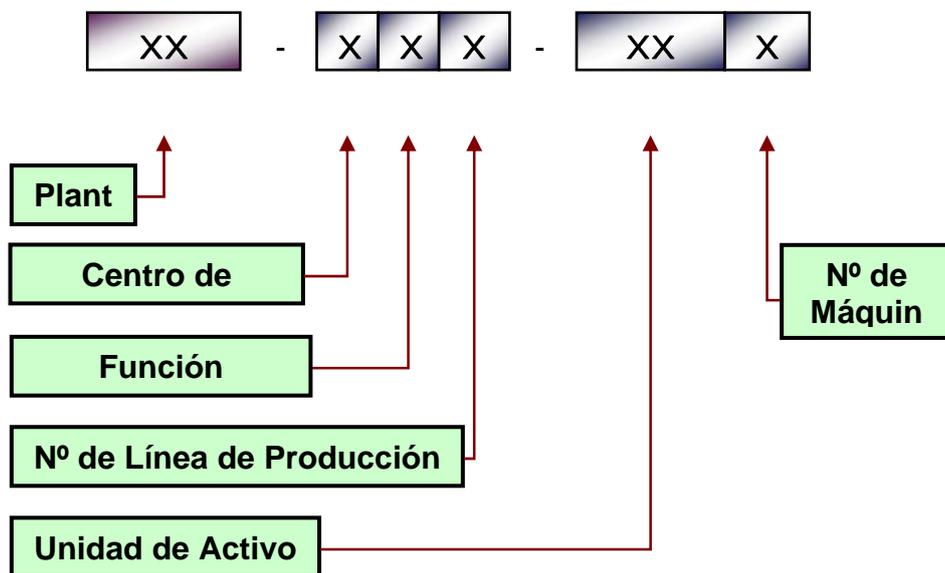
Estructura del Código de activos HOLCIM

El código HAC está compuesto de once dígitos alfanuméricos, los cuales pueden ser completados con dígitos individuales adicionales. Los componentes de las unidades de activos ó unidades de mantenimiento son clasificadas con dígitos adicionales. En caso que varias plantas estén codificadas bajo el mismo

código de activo, oficialmente el dígito código de planta debe preceder al código para una fácil referencia entre grupo, activo y componente. Puede usarse como delimitadores los signos “-“ y “.”

Dentro de sistemas de mantenimiento como SAP el HAC se utilizará para identificar la ubicación de la unidad de mantenimiento del activo. No se utilizará el HAC para identificar o numerar repuestos.

Figura 2. Generación de código hac



▪ **Posición que identifica la planta:**

- 1 La pedrera (LP)
- 2 San Miguel (SM)

- **Posición que identifica una sub-planta o división:**

- 1 Cemento
- 2 Cal

- **Centro de costo o funciones principales**

- 0 Todas las funciones principales
- 1 Extracción de materias primas
- 2 Preparación de materias primas
- 3 Preparación de crudo
- 4 Fabricación de clinker
- 5 Fabricación de cemento
- 6 Ensacado y expedición

- **Sub-división de funciones principales**

Preparación de materias primas

- 21 Trituración de materias primas
- 29 Transporte y almacenamiento de materias primas

Preparación de harina cruda (mezcla)

- 30 Función global
- 31 Extracción del depósito y transporte a la tolva
- 36 Molienda de harina cruda
- 39 Transporte de harina cruda al almacenamiento

Fabricación de clinker

- 41 Transporte de harina cruda
- 42 Desempolvamiento
- 43 Alimentación al horno
- 44 Precalentamiento
- 46 Fabricación de clinker
- 47 Enfriamiento de clinker
- 48 Inyección de combustible al horno

49 Transporte de clinker

Fabricación de cemento

51 Transporte de clinker hasta la tolva de alimentación

56 Molienda de cemento

57 Recirculación

59 Transporte de cemento y almacenamiento

Ensacado y expedición

61 Transporte a la ensacadora

62 Carga a granel

64 Ensacado

65 Carga en sacos

▪ No. De línea de producción

1 Línea número 1

2 Línea número 2

3 Línea número 3

Figura 3. Códigos y especificaciones del hac

Código	Especificación	Código	Especificación
AD	Apilador	LS	Limpia sacos
AS	Ascensor	MB	Molino de bolas
AV	Alimentador vibrante	MR	Molino de rodillos
AZ	Regueras	MU	Muestreador
BA	Bomba de agua	PA	Perciana de clapeta
BC	Bomba de combustible	PC	Perciana de cierre
BD	Báscula cinta-transporte	PQ	Precalcinador
BN	Bomba neumática	PR	Precalentador
BP	Báscula dosificadora	PZ	Paletizador
BS	Bomba sumergible	QE	Quemador
BW	Báscula de plataforma	RD	Roscadora de desechos
CA	Compresor	SE	Secador
CC	Calentador de combustible	SH	Sistema Hidráulico
CD	Compuerta distribuidora	SM	Separador magnético
CF	Compuerta dosificadora	SP	Separador de partículas
CI	Ciclón	SR	Soplantes
CK	Chimenea	TA	Torre acondicionamiento
CN	Compuerta de clapeta	TC	Transportador de cangilones
CS	Faja transportadora	TF	Tornillo sin fin gusano
CV	Zaranda vibratoria	TG	Trituradora giratoria
CW	Zaranda rotativa	TK	Transportador de cadena
CY	Carro de descarga	TL	Tolvas en general
DF	Dosificador general	TM	Trituradora de mandíbulas
DP	Dosificador de placa	TN	Transportador neumático
DS	Deflector de sacos	TP	Transportador de placas
EB	Enfriador de parrilla	TQ	Tanque de combustible
EC	Elevador de cangilones	TS	Trituradora de martillos
ED	Esclusa celular	TZ	Trituradora de cilindros

ER	Enfriador rotativo	TV	Transportador vibratorio
EK	Enfriador de clinker	TY	Tolva de alimentación
EV	Ensayadora	VA	Válvulas en general
FC	Filtro de combustible	VE	Ventiladores
FE	Filtro electrostático	VQ	Válvula de mariposa
FT	Filtro de polvo	VN	Válvula de estrangulación
GA	Guía auxiliar (rodo tope)	VM	Válvula motorizada
GR	Grúa	VV	Válvula 2/3 vías
HR	Horno rotativo	TB	Trituradora de impacto
KV	Calentador de vapor		

Activos de tipos similares, ejemplo:

21-461-HR1, 21-462-HR1, 21-463-HR1

Figura 4. Ejemplo de cómo determinar el código hac

HAC del molino de crudo

	Centro de costo	Harina Cruda	3	Código HAC
	Función	Molienda	6	
21	No. De línea	Línea 1	1	21-361-MB1
	Activo	Molino de bolas	MB	
	No. De activo	Tipo de maquinaria	1	

1.2.2.6 Punto de pedido

Es el momento en el cual el sistema al detectar que el repuesto ha llegado a determinada cantidad, genera una orden para volver a completar el stock máximo del mismo, con lo cual se garantiza su existencia en almacén.

1.2.2.7 Stock máximo

Es la cantidad ideal que debe de existir del repuesto en almacén para poder ser utilizado por las diferentes áreas de proceso.

1.2.2.8 Stock de seguridad

Es la cantidad que existe del repuesto en almacén que logra cubrir las variaciones en la demanda del mismo.

1.2.2.9 Costo unitario del repuesto

Es el costo o precio del repuesto por unidad del mismo, en el caso de la compra de algún repuesto que se adquiera con varias piezas, ejemplo: kit de sellos, chumacera completa (chumacera con su cojinete), el precio unitario del repuesto debe tomarse incluyendo todas las piezas que lo forman.

1.2.2.10 Código Cedro

Clasifica a los repuestos en consumibles, estratégicos, de desgaste, de reemplazo y obsoletos.

Figura 5. Clasificación código cedro

	Definición	Ejemplos	Responsables de Planificación	Responsables de Ingreso al Sistema	Comportamiento de los Materiales
Consumibles	Los que se utilizan regularmente en cualquier mantenimiento, repuestos comunes en varios equipos y de utilización frecuente y bajo precio, además de accesibles en el mercado. Se comportan como un consumo estadísticamente normal	Tubería y Accesorios, Lubricantes, <i>Wipe</i> , Tornillería, Filtros, Cojinetes comunes, etc	Almacén : El sistema calculará automáticamente la mayoría de los parámetros de planificación	Almacén	Tienen un consumo normal (estadísticamente), permanente y no cíclico.
Estratégicos	Son aquellos materiales, normalmente repuestos, que en equipos críticos, pueden fallar sin poderse predecir con anterioridad su condición y con dificultad de compra o largos tiempos de entrega.	Rodo del Horno	Usuario / Almacén: normalmente se pondrá una cantidad mínima como mínimo, sugiriéndose uno (1).	Almacén	Tienen un consumo muy lento, poco probable, no pronosticable
Desgaste	Son aquellos que con el tiempo de uso pierden sus medidas originales sin perder por ello la posibilidad de utilizarse para la operación para la cual fueron diseñados. Se puede controlar la medida conforme a su uso y por medio de pronósticos (extrapolación).	Ladrillo Refractario, Coraza de Molino, Mantos de Trituradora	Usuario / Almacén: se deberá hacer un orden de trabajo con suficiente anterioridad y en ella detallar los materiales a utilizar con sus cantidades.	Almacén	Tienen un consumo no frecuente, cíclico y pronosticable
Reemplazable	Repuestos específicos de un equipo, que al deteriorarse pueden hacer que el equipo falle, cambiables con cierta periodicidad o de falla periódica frecuente, no reparables sino de reemplazo total	Cojinetes Especiales	Usuario / Almacén: en la mayoría de los casos se tendrá que hacer una reserva por medio de una orden de trabajo abierta en base a un aviso que monitorea su posibilidad de falla o por medio del plan maestro (MtMPS), en varios casos puede sugerirse parámetros de planificación bajos para posibles fallas o mantenimientos correctivos	Almacén	Consumo cíclico y pronosticable, a veces predecible
Obsoletos	Repuestos Maquinaria Inexistente, Repuestos que ya no van a ser utilizados por modificaciones en los equipos o procesos, Inventario sin movimiento en ___ años, repuestos o materiales con fechas de expiración vencidas, de no compatibles a la visión ecológica de la empresa, de calidad no aceptada.	Repuestos Terex, Cat D8, Generadoras GM	Almacén / Usuario: se deberán marcar en SAP MM como obsoletos.	Almacén	No tienen consumo, ni equipo en ___ donde utilizarse

1.2.2.11 Condición de almacenamiento y temperatura

Son las condiciones que almacén debe cumplir para garantizar un buen estado de los repuestos, estas condiciones han sido definidas por números para su fácil aplicación y han sido establecidas tomando en cuenta aspectos que el fabricante o proveedor del repuesto indica a través del manual.

Figura 6. Condiciones de almacenamiento y temperatura

1	Intemperie	1	Normal
2	Bajo techo	2	Frías
3	Cuarto frío	3	Calientes
4	Caliente	4	Secas sin humedad
5	Secas		
6	Cuarto especial		
7	Depósito		
8	Silos		
9	Cubiertas con lona		
10	Contenedor		

1.2.2.12 Ubicación

Es el lugar físico dentro de almacén donde se encuentra el repuesto, este factor permite identificar en forma rápida la ubicación del mismo, evitando perdidas de tiempo para buscarlo y para despacharlo, la forma de establecer la ubicación en Planta San Miguel es por medio de identificar el almacén, el tramo y la estantería.

Ejemplo de la ubicación:

almacén	ubicación
1	2-35

Se encuentra en el almacén 1, tramo 2 y estantería 35.

1.2.2.13 Mantenimiento Inmediato

Es el mantenimiento requerido por el repuesto debido a las malas condiciones de almacenamiento en que se encuentra, debiendo realizarlo en un plazo de tiempo breve, este mantenimiento ha de definirse en la inspección visual del repuesto, para uso práctico se han establecidos tres campos generales, estos campos son: Limpieza, lubricación y embalaje.

1.2.2.14 Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que requiere el repuesto aún estando en buenas condiciones de almacenamiento, con lo cual se garantiza prolongar la vida del repuesto dentro de almacén y poderlo conservar en condiciones adecuadas al momento de ser utilizado, este mantenimiento consiste en una revisión programada cada cierto tiempo para verificar sus condiciones, como por ejemplo: el estado de embalaje del repuesto, lubricación en partes específicas o capa de anticorrosivo, etc.

1.2.2.15 Tipo de repuesto

Basándose en los dos listados, repuestos de mayor valor (proporcionado por el departamento de almacén) y repuestos de equipos críticos A y Q (proporcionado por los asistentes de planificación) se determina la clasificación de un repuesto específico.

Para uso práctico de esta clasificación se establecen las letras iniciales mayúsculas de los nombres de los dos listados, tomando en cuenta que los repuestos pueden estar en ambas clasificaciones, siendo estas:

MV: Repuestos que se clasifican dentro del listado de mayor valor

C: Repuestos que se clasifican dentro del listado de equipos A y Q (equipos críticos)

MV/C: Repuestos que se clasifican dentro de los dos listados

1.3 Fundamentos teóricos de almacenamiento y mantenimiento

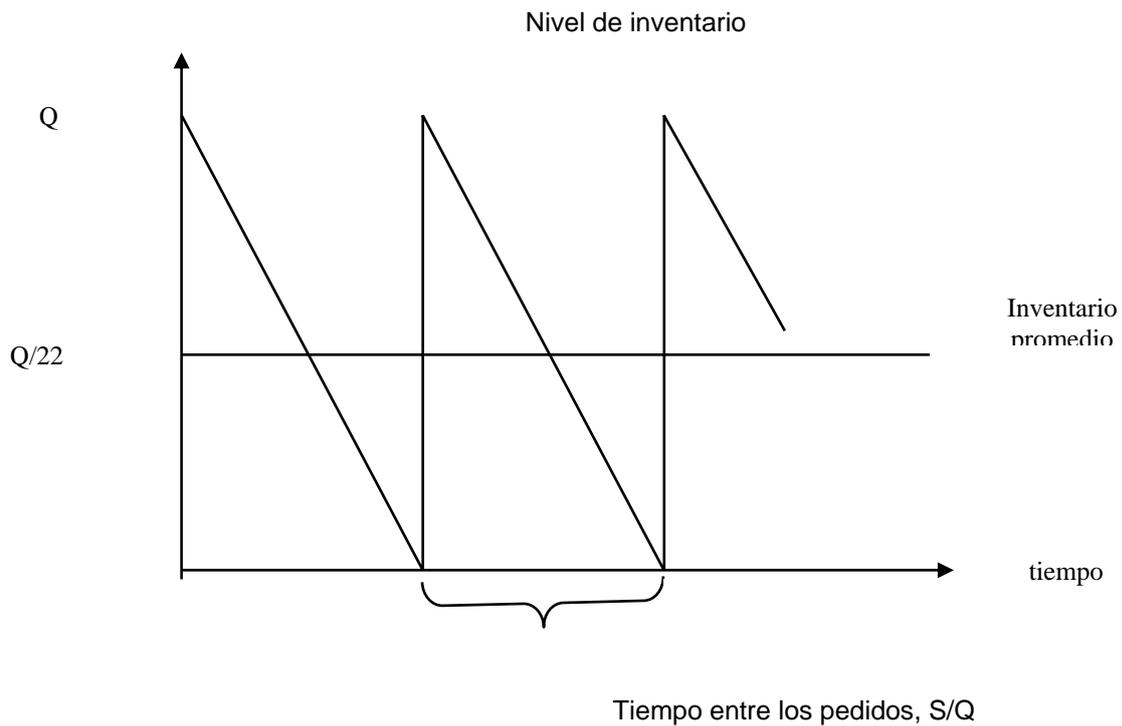
1.3.1 Costo del almacenamiento de los repuestos

Un modelo sencillo y útil de administración del inventario es el modelo de cantidad de pedido económico (CPE). Este modelo se deriva de la siguiente manera. Supongamos que los repuestos se retiran del inventario en una proporción constante S , supongamos que hay un costo fijo por hacer un nuevo pedido, F , (sin importar el número de repuestos del pedido), y que cuesta C tener un repuesto en inventario durante todo un periodo. El modelo CPE supone un uso constante y reabastecimiento instantáneo del inventario.

El nivel del inventario se comporta como en la figura que sigue. El inventario comienza en Q repuestos y se reduce en una proporción constante hasta llegar a cero. En ese punto, el inventario se reabastece en forma instantánea con otros Q repuestos y el proceso empieza de nuevo. A lo largo del año, el inventario varía entre Q y cero y el número de picos de la figura es el número de pedidos por año.

El costo total anual consta de dos componentes, los costos de hacer el pedido y los costos de llevar el inventario.

Figura 7. Gráfica de cantidad de pedido económico



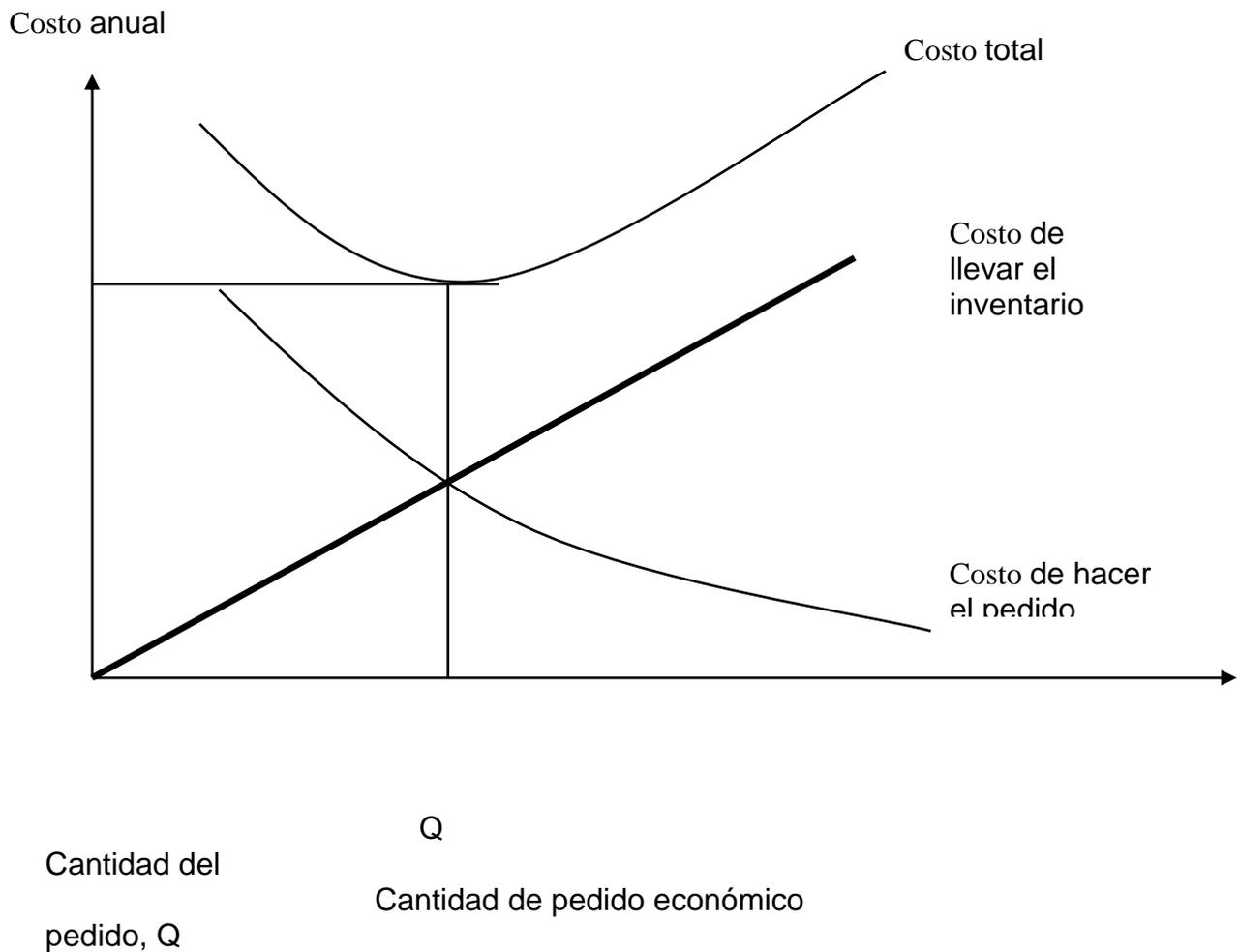
El costo de hacer el pedido es el costo por pedido, F , multiplicado por el número de pedidos por año. El número de pedidos por año es el empleo anual (de repuestos) dividido entre el tamaño del pedido, S/Q , de manera que el costo anual de hacer el pedido es $F(S/Q)$.

El costo anual de mantener el inventario es el costo por unidad, C , multiplicado por el inventario promedio, que es $Q/2$. Por consiguiente el costo anual de mantener el inventario es $C(Q/2)$. El costo anual es la suma de estos dos componentes:

Costo total = Costo de hacer el pedido + Costo de llevar el inventario

$$\text{Costo total} = F(S/Q) + C(Q/2)$$

Figura 8. Costo anual vrs cantidad del pedido



La figura anterior muestra los costos de hacer el pedido y los costos de llevar el inventario como una función de Q. Un incremento en Q incrementa el costo de mantener el inventario, pero disminuye el costo de hacer el pedido. El costo total se puede minimizar encontrando la cantidad del pedido que equilibre los dos componentes de los costos. Esa cantidad del pedido es la cantidad de pedido económico (CPE).

$$CPE = \sqrt{\frac{2FS}{C}}$$

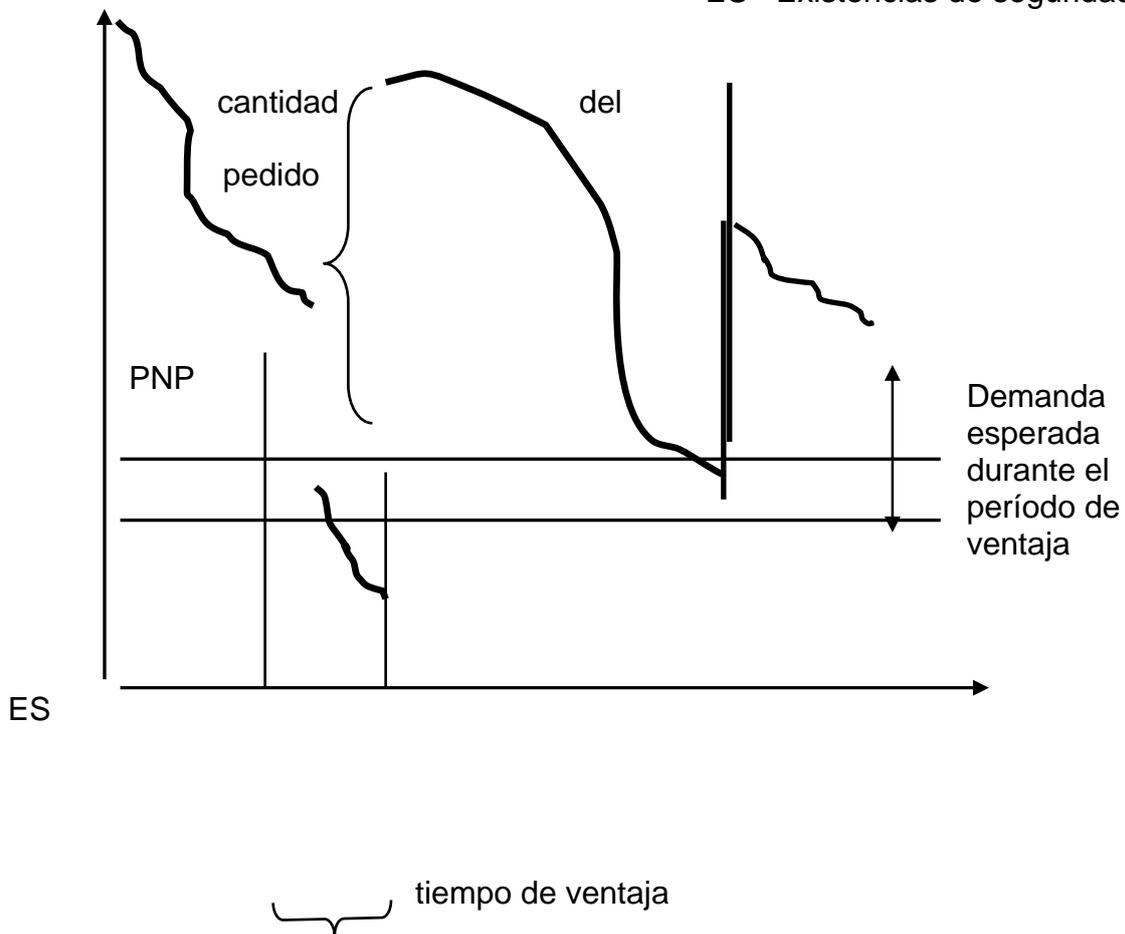
Administración del inventario con incertidumbre

El modelo CPE hace supuestos simplificadores. La demanda futura se conoce con certidumbre, el inventario se utiliza en una proporción constante y la entrega de los repuestos es inmediata. Por supuesto, cada factor en realidad tiene cierto grado de incertidumbre. Es importante que la empresa se proteja de esta incertidumbre teniendo una existencias de seguridad, es decir, un inventario que sirve de amortiguador.

Figura 9. Inventario con incertidumbre
nivel de inventario
nuevo pedido

PNP= Punto de hacer un

ES= Existencias de seguridad



En la figura anterior se muestra el nivel de inventario de la empresa a lo largo del tiempo, con unas existencias de seguridad y otras suposiciones más

realistas. En la figura, la empresa utiliza el inventario hasta llegar al punto de hacer un nuevo pedido. En ese punto la empresa ordena su CPE, pero hay un periodo de ventaja hasta que llega el pedido. Durante este periodo de ventaja, la empresa podría tener un problema de repuestos agotados si la demanda es grande. Para protegerse contra el problema de los repuestos agotados, el punto de hacer un nuevo pedido incluye la demanda esperada durante el periodo de ventaja, más unas existencias de seguridad.

$$\text{Punto de hacer un nuevo pedido} = \text{Demanda esperada durante el tiempo de ventaja} + \text{Existencias de seguridad}$$

Con las incertidumbres, el costo anual de inventario tiene tres componentes:

$$\text{Costo anual} = \text{Costo de hacer el pedido} + \text{Costo de llevar el inventario} + \text{Costo de que se agoten los repuestos}$$

El costo esperado cuando se agotan los repuestos es la probabilidad de que se agoten los repuestos por el costo de los repuestos agotados. Las acciones de seguridad mayores reducen el costo esperado cuando se agotan los repuestos, pero aumentan el punto de hacer un nuevo pedido. Así, los repuestos de seguridad más grandes incrementan el costo de mantener el inventario, debido a que el nivel promedio del inventario es $CPE/2$ más los repuestos de seguridad. Una vez más, hay un intercambio compensatorio entre los costos. Pero de nuevo, la política de inventario proporciona el costo total más bajo.

Sistema ABC y Q del control de inventario de repuestos

El sistema ABC del control del inventario clasifica el inventario en uno de tres grupos, A, B, o C, sobre la base de la necesidad crítica. Los artículos más importantes son los A y los menos importantes los C.

Debido a que son los más críticos, los artículos A se administran con mucho cuidado. Los artículos B se administran con menos cuidado y los artículos C se administran con un cuidado mínimo.

Sistema de planeación del requerimiento de materiales (PRM)

Los sistemas PRM son sistemas basados en computadora como el SAP, que planea hacia atrás el inventario para hacer pedido de repuestos y administrarlos. Estos grandes sistemas de software combinan la información acerca del proceso de producción y el proceso de suministro para determinar cuándo la empresa debe hacer sus pedidos de repuestos. Si se hace bien, la PRM asegura que los mantenimientos avancen sin tropiezos ni interrupciones debido a que se agotaron los repuestos del inventario.

Sistemas de inventario justo a tiempo (JIT)

Los sistemas de inventario justo a tiempo JIT reducen mucho los inventarios de repuestos. La filosofía de un sistema JIT es que los repuestos deben llegar exactamente según se vayan necesitando en cada mantenimiento. El sistema requiere una planeación y una programación cuidadosa y se necesita amplia cooperación entre los proveedores y fabricantes de los repuestos a todo lo largo de los procesos de mantenimiento.

Un sistema JIT puede reducir los inventarios de repuestos. El éxito de un sistema JIT depende de varios factores.

1. Requerimientos de planeación 2. Relaciones con el proveedor 3. Costos de preparación 4. Otros factores de costos 5. Impacto en los términos de crédito.

1.3.2 Importancia del almacenamiento y mantenimiento de los repuestos

Las políticas y los procedimientos relacionados con el almacén de mantenimiento, necesitan diseñarse cuidadosamente para que se ajuste a las

condiciones existentes en la empresa. Existen muchos aspectos relacionados al manejo del almacén de mantenimiento y van desde la organización básica hasta el personal que lo maneja y los formatos correspondientes.

Algunas fórmulas y gráficos referentes a las cantidades y costos que involucra un inventario, aspectos que sirvan para analizar y evaluar los almacenes de mantenimiento que se encuentran instalados o bien, recomendaciones de diseño y organización para almacenes que se planeen montar.

Para que un programa de mantenimiento preventivo logre sus objetivos, se debe contar con un almacén que posea las cantidades, los equipos y las piezas claves, para ser utilizados en un momento determinado, garantizando de esta manera una adecuada prestación del servicio.

Es importante anotar que la normalización y estandarización de los equipos de la planta contribuirán a disminuir la cantidad de repuestos existentes y por consiguiente los costos, así como también es importante el mantenimiento de los repuestos según las especificaciones de los fabricantes para evitar costos en repararlos en el futuro.

1.3.3 Como mejorar el almacenamiento y mantenimiento de los repuestos

Existen dos métodos primordiales para organizar un almacén de mantenimiento: el centralizado y el descentralizado; además, existe una tercera alternativa que corresponde al almacenaje de los elementos de mantenimiento junto con los suministros de producción.

Para escoger alguna de las alternativas presentadas, se debe considerar dos factores: el primero deberá ser el de facilidad para establecer procedimientos de control y segundo, los requerimientos del mantenimiento.

Almacén centralizado

Como su nombre lo indica, con ésta modalidad se busca ubicar en un sitio todos los repuestos necesarios para el mantenimiento

Ventajas

Evitar repuestos repetidos: Mediante este método se tienen bases para mantener los repuestos totales en un mínimo, evitando la multiplicidad de repuestos que existen cuando se cuenta con varios almacenes.

Disminución en el personal que maneja el almacén: Hay menos trabajo para controlar y manejar los repuestos. Por ejemplo, se necesitará menos personal en un almacén centralizado de mantenimiento que en un almacén descentralizado para atender un mismo número de salidas.

Reducción de pérdidas: Al tener todos los repuestos en un mismo sitio se hará una supervisión y un manejo más ordenado de estos, pudiéndose así controlar y disminuir las pérdidas por deterioro, depreciación e identificación de repuestos obsoletos.

Entregas programadas: mediante esta modalidad se podrán implantar métodos de pedido y entrega que eviten los continuos viajes del personal de mantenimiento al almacén. Por otra parte, se podrá lograr más fácilmente y mediante una programación anticipada, la separación de ciertos repuestos en existencia, para asegurar que estos estén disponibles en el caso de una reparación mayor.

Manejo más confiable de los costos: generalmente los almacenes centralizados de mantenimiento proporcionan un manejo más serio de

contabilidad, de las requisiciones de entrada y salida; por consiguiente, brindan un mejor y más confiable manejo de los costos. Lo anterior se debe a que en estos se logra una mejor supervisión administrativa que en los almacenes descentralizados.

Uso eficiente del espacio: Se tiene en dicho tipo de almacén (centralizado), un mejor aprovechamiento del espacio por no existir la multiplicidad de repuestos y por contar sólo con un área ocupada por el personal administrativo.

La mayoría de las ventajas mencionadas anteriormente se presentan en este tipo de almacén sólo cuando se le maneja de una manera eficiente y con buenos métodos de control sobre todos sus aspectos.

Almacén descentralizado

Esta modalidad se basa en colocar repuestos específicos de mantenimiento cerca de los puntos de consumo, luego de haber hecho un estudio de las necesidades de cada una de las secciones de producción.

Ventajas

Disminución en el tiempo de adquisición del repuesto: Esta ventaja es quizás la razón primordial para que se escoja dicha modalidad.

Mejor control de repuestos: cuando estos almacenes no son sencillamente una subdivisión de un almacén central. Sino que son especializados, se manejarán volúmenes más pequeños que implican un mejor control de los repuestos, disminuyendo los costos del inventario y agilizando las entregas.

Quizás la ventaja de mayor peso que posee el almacén de mantenimiento descentralizado es la de manejar los repuestos específicos de cada sección, sin dejar a un lado la gran agilidad que estos le proporcionan.

Para escoger una de estas dos modalidades debe hacerse un estudio ponderado de las ventajas de cada una, de acuerdo con los requerimientos de la planta.

Se puede también, hacer un manejo mixto del almacén de mantenimiento, teniendo la mayoría de los repuestos de éste en un almacén central y los repuestos específicos y de gran circulación cerca del punto de consumo. Este sub-almacén estaría bajo supervisión del almacén central.

2. CLASIFICACIÓN DE REPUESTOS

2.1 Identificación de repuestos en almacén

2.1.1 Revisión de listado de repuestos de mayor valor

Este listado proporcionado por el departamento de almacén contiene los repuestos de mayor valor económico utilizados por las diferentes áreas de proceso, tanto en la producción de cemento como en la producción de cal. La revisión consiste en hacer una selección de los repuestos que utilizan cada una de las áreas individualmente y que repuestos se comparten con otras áreas de proceso.

Después de la selección descrita anteriormente se revisan ciertos parámetros del listado de repuestos, siendo estos parámetros los siguientes:

1. PNS sistema de numeración de piezas
2. Descripción del repuesto
3. Área productiva a la que pertenece el repuesto
4. Almacén y ubicación donde se encuentra físicamente el repuesto
5. Stock total del repuesto
6. Unidad de medida del repuesto
7. Última entrada del repuesto
8. Última salida del repuesto
9. Último consumo del repuesto
10. Años sin movimiento del repuesto

Figura 10. Listado de repuestos de mayor valor

PNS	Descripción	Área	Alm	Ubic	Stock Total	U	Ultima entrada	Ultima Salida	Ultimo Consumo	Años sin movimiento
4401-0040	ANILLO	TR	2	C-11	1	U	2/Nov/00	29/Sep/99	29/Sep/99	3.72
4401-0077	CORAZA	TR	2	D-04	3	U	29/Nov/00	5/Oct/99	5/Oct/99	3.70
4401-0100	CORAZA	TR	2	D-04	4	U	17/Aug/97			5.86
4401-0104	CONCAVE	TR	2	L-2	12	U	11/Dec/99	16/Dec/99	28/Apr/98	0.01
4401-0106	CONCAVE	TR	2	L-2	12	U	11/Dec/99	17/Apr/02	19/Mar/02	2.38
4401-0108	CONCAVE	TR	2	L-2	13	U	11/Dec/99	13/Nov/00	28/Apr/98	0.94
4401-0110	CONCAVE	TR	2	L-2	11	U	11/Dec/99	11/Dec/99	28/Apr/98	3.51
4503-0016	CORAZA	TR	2	L-02	4	U	11/Dec/99	16/Oct/00		0.86
4503-0017	CORAZA	TR	2	L-2	12	U	15/May/99			4.10
4503-0018	LINER	TR	2	L-2	16	U	15/May/99			4.10
4503-0020	ANILLO	TR	2	L-2	17	U	31/Oct/02	15/May/00	15/May/00	3.08

Ejemplo de listado de repuestos de mayor valor proporcionado por almacén

2.1.2 Revisión de listado de repuestos de equipos críticos (equipos a y q)

Este listado proporcionado por los asistentes de planificación de cada área de proceso, contiene el equipo crítico y los repuestos que componen al mismo.

La revisión consiste en llevar a cabo una reunión con el jefe y el supervisor de mantenimiento del área productiva para determinar que repuestos de los que componen a los diferentes equipos son críticos, entre las condiciones que se establecen para considerar a un repuesto como crítico están las siguientes:

1. Tiempo de entrega del repuesto por parte del proveedor
2. Costo unitario del repuesto
3. Forma en que el repuesto afecta la producción del área.

Dentro de los datos que contiene este listado están:

1. Área productiva a la que pertenece el repuesto
2. PNS sistema de numeración de piezas
3. Descripción de repuesto
4. Equipo al cual pertenece el repuesto

Figura 11. Listado de repuestos críticos

Área productiva	PNS	Descripción	Equipo
TRITURACION	6783-0063	PLATE237X355 NZ2352775T56 #2512270-6 LNG	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0064	PLATE237X630 NZ2352775T57 #2512271-6 LNG	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0065	PLATE340X630 NZ2352775T58 #2512272-6 LNG	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0066	PLATE340X630 NZ2352775T59 #2512273-6 LNG	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0068	SCRAPPER RKF1 - D8 #2512078-1	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	5301-0228	CHUMACERA FIJA RD 300 # 1007552-4	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	5301-0229	CHUMACERA LADO FLOTANTE RD 300#1007373-4	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0038	ADAPTER SLEEVE POS 3W/OIL #1007376	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	5301-0230	LABYRINTH RING W/COLLER DISC #1840144-3	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0070	O-ring 340x5 #1862153-	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6799-0017	TENSOR 360X455 0302700-0 POS 15	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6783-0071	SPACER SLEEVE RD300/325X269 #1840145-4	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	6799-0051	CUNA FIJACION 75X310 1840151-3 POS 17	TRITURADORA PRIMARIA
TRITURACION	5502-0212	TORNILLO ALLEN 20x60MM POS.18 #2168772	TRITURADORA PRIMARIA

Ejemplo de listado de equipos críticos A y Q

2.1.3 Ingreso de datos de listado de repuestos de mayor valor y listado de repuestos de equipos críticos (a y q) en el formato de clasificación de repuestos

Después de la revisión de los listados: repuestos de mayor valor y repuestos de equipos A y Q, los repuestos seleccionados deben de ser ingresados al formato de clasificación de repuestos, en donde una vez ingresados a este formato deberán de definirse otros parámetros que complementan a los repuestos para un mejor almacenamiento y mantenimiento, así como su adecuado manejo, los cuales son:

1. No. De parte del proveedor
2. Unidad de medida base

3. Código HAC
4. Punto de pedido
5. *Stock* máximo
6. *Stock* de seguridad
7. Costo unitario del repuesto
8. Código CEDRO
9. Condiciones de almacenamiento y temperatura
10. Mantenimiento inmediato
11. Mantenimiento preventivo
12. Tipo de repuesto

2.2 Condición inicial de los repuestos en almacén

2.2.1 Identificación de la ubicación de los repuestos

La identificación de la ubicación del repuesto se realiza basándose en el listado que ha proporcionado inicialmente el departamento de almacén, pero algunas veces el repuesto no está en la ubicación descrita por el listado, por lo que es necesario realizar la identificación del repuesto con una persona del departamento de almacén, quien nos proporciona basándose en su experiencia la correcta ubicación del repuesto, debemos de tomar en cuenta que no encontrar el repuesto donde indica el listado se debe que el departamento de almacén ha modificado la ubicación del mismo, por lo que se debe de anotar la nueva ubicación, y en otras ocasiones el no encontrarlo significa que el stock está en cero.

2.2.2 Revisión visual de los repuestos

Después de identificar al repuesto, se debe realizar una revisión visual del mismo para conocer en forma general el estado en el que se encuentra, los aspectos a revisar son los siguientes:

1. **Limpieza:** revisión de agentes extraños al repuesto como polvo, agua, aceite, etc.
2. **Lubricación:** para repuestos que la requieran revisar cojinetes, capa de lubricante anticorrosivo, etc.
3. **Embalaje:** revisión del estado del embalaje, que no este roto o en mal estado, etc.

2.2.3 Conocimiento de las condiciones de almacenamiento y mantenimiento de los repuestos

La revisión visual de los repuestos que se ha efectuado anteriormente nos ayudara a conocer las condiciones actuales de almacenamiento de los repuestos dentro de almacén y también conocer que acciones de mantenimiento efectúan las personas del departamento para mantener los repuestos en óptimas condiciones para poder ser utilizados en cualquier momento por los diferentes usuarios de los mismos.

El conocimiento de las condiciones de almacenamiento y mantenimiento actual de los repuestos es de gran importancia, porque basándose en estas condiciones se podrán establecer mas adelante las condiciones de almacenamiento y mantenimiento requeridas por los repuestos para poder garantizar una mejor vida de los mismos al momento de ser utilizados en el equipo al que pertenecen.

2.2.4 Estado actual de los repuestos en almacén

Después de la identificación de la ubicación, revisión visual y conocimiento de las condiciones actuales de almacenamiento y mantenimiento, se logra determinar el estado actual de los repuestos dentro de almacén, lo que nos ayuda a establecer acciones de mantenimiento para acondicionarlos y con esto se logra mantener sus características originales.

2.3 Manual de clasificación de repuestos en almacén

2.3.1 Diseño y elaboración de formato para clasificación de repuestos

El diseño del formato para clasificación de repuestos toma en cuenta los factores más importantes para un buen almacenamiento y mantenimiento, su diseño se basa en la experiencia que tienen los jefes de mantenimiento con la identificación de los repuestos dentro de almacén, hecho que ha provocado:

1. Desconcierto
2. Atraso y pérdidas de tiempo en los mantenimiento
3. No se localizan los repuestos
4. Cuando se localizan se encuentran en mal estado por haber sido dispuestos en áreas inadecuadas o a la intemperie, por lo que hay necesidad de acondicionarlos (nadie comunicó con anterioridad la necesidad de conservarlos de otra forma)
5. En el sistema aparecen como que si existen y físicamente no están
6. En el sistema no aparecen y resulta que alguien los vio en algún lugar
7. Estaban reservados para un usuario y resulta que otro los tomó por emergencia o necesidad, nunca se repusieron y a la hora de necesitarlos no aparecen, etc.

Tomando en cuenta estos problemas el formato de clasificación de repuestos cuenta con los factores adecuados para que no vuelva a ocurrir y poder garantizar una disponibilidad a todas las áreas del proceso.

Los factores que se han establecido en el formato de clasificación de repuestos son:

1. No. De material (PNS)
2. Descripción del repuesto
3. No. De parte del proveedor

4. Unidad de medida base
5. Código HAC
6. Punto de pedido
7. *Stock* máximo
8. *Stock* de seguridad
9. Costo unitario del repuesto
10. Código CEDRO
11. Condición de almacenamiento y temperatura
12. Ubicación
13. Mantenimiento inmediato
14. Mantenimiento preventivo
15. Tipo de repuesto

2.3.2 Establecimiento de parámetros hac, punto de pedido, *stock* máximo, *stock* de seguridad y código cedro

Establecer estos parámetros ayuda a un mejor almacenamiento de los repuestos dentro de almacén, porque a través de ellos se puede determinar a cual de los diferentes equipos pertenece el repuesto, que cantidad se necesita en almacén, que cantidad mínima se debe de tener del repuesto, a que cantidad se debe de generar la orden para abastecer la cantidad óptima y que clasificación CEDRO es el repuesto.

HAC traducido al castellano significa código de activos Holcim, es el sistema universal de identificación de activos que tiene adoptado Holcim para sus plantas de cemento, el código HAC identifica el tipo y la ubicación del activo dentro de la empresa, con este código podremos identificar en una forma fácil y rápida la ubicación física del equipo al cual pertenece el repuesto, este código se establece con el jefe y supervisor de mantenimiento del área de proceso.

Stock máximo del repuesto, este parámetro se establece después de revisar en el manual del equipo la cantidad de unidades a utilizar en el mismo, con esto aseguramos la cantidad óptima en almacén, si se diera el caso de no tener

el manual del equipo, este parámetro se establece basándose en la experiencia de personas del área.

Punto de pedido del repuesto, definir este parámetro nos asegura que el sistema genere una orden para completar el *stock* máximo del repuesto al haber llegado a una cantidad previamente definida, se establece basándose en la rotación que tiene el repuesto.

Stock de seguridad del repuesto, es la cantidad mínima que debe tener almacén, se establece al igual que con el punto de pedido, basándose en la rotación que tiene el repuesto, pero se tiene cuidado al establecerse porque es con la cantidad mínima que garantizamos que el equipo opere satisfactoriamente y se asume que no presentara ningún problema de funcionamiento.

Establecer el código CEDRO del repuesto es un parámetro de mucha importancia, porque basándose en este código se logra alcanzar uno de los objetivos del proyecto que es la reducción de repuestos en almacén, con lo cual también se logra reducir el inventario que hay en el mismo.

Los repuestos pueden ser clasificados en: Consumibles, estratégicos, de desgaste, de reemplazo u obsoletos, siendo estos últimos importantes para descontarlos de inventario y tener en lugar de ellos repuestos que se utilicen actualmente y no incurrir en gastos innecesarios como el acondicionamiento de los mismos.

El establecer los parámetros anteriormente descritos para los repuestos, ayudará a un mejor almacenamiento de los mismos, porque el departamento de almacén sabrá con exactitud que repuestos y la cantidad de los mismos que debe tener dentro de él y evitará pérdidas de tiempo al momento de la realización de un mantenimiento.

2.3.3 Establecimiento de condiciones de almacenamiento y mantenimiento requeridas por los repuestos

Condiciones generales para todas las bodegas:

1. Revisar estado y funcionamiento de la puerta, la chapa debe ser segura, tener buena pintura.
2. Extintores en las entradas deben estar accesibles y cargados.
3. Observar que no existan humedades debidas a fugas de agua o filtraciones en el techo.
4. Las bodegas deben de tener piso de cemento.
5. Buena iluminación.
6. Instalación eléctrica en buen estado.
7. Pasillos deben estar libres.
8. No debe de haber peligro que caigan los materiales.
9. Los estantes deben estar asegurados y en buen estado

Condiciones de almacenamiento para repuestos mecánicos

Corazas para molinos

Deben de estar lubricadas con baño antioxidante, colocadas en tarimas, en su embalaje original, bajo techo a temperatura de 20°C y libres de polvo, agua o cualquier agente extraño.

Tubería P.V.C

Debe mantenerse en estantes, ordenada y clasificada por diámetros, bajo techo para protección del sol a temperatura de 20°C y libre de polvo.

Tubería galvanizada

Debe mantenerse en estantes, ordenada y clasificada por diámetros, bajo techo para protección de la lluvia a temperatura 20°C y libre de polvo.

Bandas transportadoras

Deben de estar en estantes, ordenadas y en su embalaje original, bajo techo a una temperatura entre 10°C a 21°C con una humedad relativa entre 20% a 70%. Proteger la banda de aceites, líquidos corrosivos, luz del sol, solventes.

Colocarla en posición vertical evitando accidentes por rodamiento de la banda, bloqueando de ambos lados.

Rodos para hornos

Deben de estar protegidos con embalaje de madera, los ejes deben estar lubricados, bajo techo a temperatura de 20°C y libres de polvo y humedad relativa entre 40% a 60%.

Rodos para pesadoras

Deben de estar en estantes, ordenados, lubricados, bajo techo protegidos de agentes como polvo, agua, etc.

Láminas metálicas

Deben de estar clasificadas, en estantes o alzas de madera, bajo techo, libres de polvo o cualquier agente extraño.

Láminas de asbesto

Deben de estar apiladas de canto no en forma plana, bajo techo, protegidas de agentes extraños como polvo y agua.

Electrodos

Deben de permanecer en sus respectivas cajas, bien acondicionados e iluminados con lámparas infrarrojas para protección de la humedad. Todos los revestimientos de electrodos contienen H₂O. Algunos tipos como los celulósicos requieren un contenido mínimo de humedad para trabajar correctamente (4% para un AWS E-6010). En otros casos como en los de bajo hidrógeno se requieren niveles bajísimos de humedad; 0.4% para la serie 70, 0.2% para la serie 80, 0.15% para la serie 90, 100, 110 y 120.

Si los porcentajes de humedad se mantienen dentro de los límites requeridos, el electrodo conserva sus características necesarias para producir soldaduras sanas y libres de defectos.

Figura 12. Condiciones de almacenamiento de electrodos

Electrodo	Condición del depósito para almacenamiento	Mantenimiento de electrodos en estufas
Exx10 Celulósico Exx11 Celulósico	Temperatura ambiente	No recomendado
Exx12 Exx14 De rutilo (Fe) Exx24 De rutilo (Fe)	Temperatura 15°C más alta que la temperatura ambiente y humedad relativa de 50%.	10°C a 20°C sobre la temperatura ambiente.
Exx15 Básico Exx16 Básico Exx18 Básico (Fe) Exx48 Básico (Fe) Inox. De rutilo E 70/E 130 Básico	Temperatura 20°C más alta que la temperatura ambiente y humedad relativa de 50%.	30°C a 140°C sobre la temperatura ambiente.

Cojinetes

Deben de tener una película de protección antioxidante, en su empaque y caja original, colocados en estantes, por lo menos a 15 cm. por encima del suelo y con una humedad relativa del 60% (Esto se logra en el cuarto seco de la bodega 1).

Engranajes

Deben de tener una película de protección antioxidante, en su embalaje original, bajo techo y libres de agentes extraños como polvo y agua. Colocados en estantes a temperatura promedio de 20°C y humedad relativa entre 40% a 60%.

Empaques (gaskets)

Deben de almacenarse en estantes, en forma plana, no doblarlos ni enrollarlos, ordenados y clasificados, libres de agentes como polvo y agua.

Empaques de grafito

Deben de almacenarse en estantes en sus respectivas cajas para evitar la contaminación de agentes extraños a ellos, ordenados y clasificados.

Tornillos grandes especiales

Deben de almacenarse en estantes con su embalaje original, bajo techo, la rosca debe de permanecer lubricada y con un protector plástico, esto evitará la contaminación con el polvo.

Cadenas

Deben de almacenarse bajo techo y estar ordenadas en estantes, deben estar limpias libres de agentes como polvo o agua, empacadas y lubricadas en las uniones y protegidas con anticorrosivo para evitar óxido. Almacenarlas a una temperatura entre 15°C a 20°C y humedad relativa entre 40% a 60%.

Bombas

Deben de almacenarse con su respectivo aceite y proteger las válvulas de salida por contaminación, almacenarlas bajo techo, en estantes, y protegerlas de agentes como polvo y agua.

Cilindros neumáticos

Deben de almacenarse en estantes, bajo techo, deben de mantenerse lubricados para proteger el émbolo y conservar el embalaje original para evitar contaminación de polvo que es perjudicial.

Almacenarlos a una temperatura entre 15°C y 20°C con una humedad relativa del 50% a 60%.

Filtros

Deben de almacenarse en estantes, ordenados y clasificados, mantenerse en cajas que es el embalaje original, esto evitará su contaminación con agentes como polvo.

Mangueras

Deben almacenarse en estantes, bajo techo, ordenadas, clasificadas y en bolsas esto evitará su contaminación con polvo, no exponerlas a luz solar y enrolladas no dobladas para garantizar que no se quiebren.

Bolsas para filtros

Se deben mantener en su respectiva caja y llevarla para su instalación en la misma, ordenadas y clasificadas en estantes.

Paletas para compresores Fuller

Almacenarlas en estantes, mantenerlas en su embalaje original, con lo que se evita la contaminación con agentes extraños a las mismas, protegerlas del polvo y no almacenarlas a la intemperie.

Válvulas

Deben almacenarse en estantes, bajo techo a una temperatura entre 15°C a 21°C y humedad relativa 60%, almacenarlas con su embalaje original para evitar contaminación en los orificios, especialmente polvo.

Bolas de molinos

Deben de almacenarse en estantes, dentro de toneles y bajo techo para evitar deterioro de las mismas, si se almacenan a la intemperie protegerlas de la lluvia y del polvo sellando bien los toneles.

Cumbos para elevadores

Almacenarlos en estantes en forma ordenada, bajo techo y cubiertos con nylon a temperatura promedio de 20°C lo cual ayuda a protegerlos de la oxidación y no deteriorar la pintura de los mismos.

Compresores Fuller

Almacenarlos estantes bajo techo a una temperatura promedio de 20°C y humedad relativa entre 50% a 60%, durante el almacenamiento proteger las entradas de lubricación y entrada/salida de las bridas, el cilindro debe de permanecer armado y lubricado libre de polvo y agua.

Gusanos transportadores

Deben de almacenarse libres de agentes extraños a ellos y la superficie debe de estar en buenas condiciones, proteger los cojinetes lubricándolos y asegurando que no se contaminen con polvo.

Rotar los gusanos cada dos semanas, protegerlos de la intemperie, humedad excesiva, temperaturas extremas y para embalaje no utilizar plástico u otros materiales que provoquen condensado, se recomienda embalaje de

madera, todas las partes que queden expuestas deben de ser cubiertas con una capa de aceite anticorrosivo.

Motores eléctricos ABB

Deben de almacenarse en un cuarto seco y para prevenir daño en los cojinetes el cuarto de almacenamiento debe de estar libre de vibraciones.

Es recomendable que el eje se rote manualmente cada cierto periodo de tiempo para evitar perdida de lubricante en el mismo. Si es posible energizar los calentadores anti-condensación.

Condiciones de almacenamiento para repuestos de obra civil

Los pasillos deben estar libres, no debe haber peligro que caigan los materiales y los estantes asegurados y en buen estado.

Todo el material refractario debe estar protegido tanto de la lluvia como de la humedad excesiva, al igual que de los rayos directos del sol.

Los cementos refractarios deben estar apilados sobre tarimas no en el suelo para evitar absorción de humedad del piso.

Las pastas refractarias no deben almacenarse en lugares calientes porque la temperatura las hace secarse.

Anclas cerámicas (ladrillo refralusit) se deben de proteger de los golpes y de la lluvia al igual que las placas aislantes.

El mejor lugar para almacenar materiales refractarios es la bodega 4, por lo que lo almacenado en contenedores en la bodega 2 debe de trasladarse a dicha bodega para garantizar mejores condiciones de los mismos al momento de su uso.

En caso no se trasladen los materiales refractarios de los contenedores se debe de observar que el techo de los mismos este en buenas condiciones, sin filtraciones de agua, las puertas deben cerrar bien para evitar la entrada de lluvia, polvo y humedad. Deben de estar colocados en estantes y más arriba del nivel del piso.

En la bodega 4 debe haber un correcto apilado de los ladrillos para evitar poner en peligro a personas y daños de materiales, tanto los materiales refractarios de la bodega 4 como los de la bodega 2 se deben almacenar e identificar para despachar los materiales más viejos.

Condiciones de almacenamiento para repuestos de instrumentación

Condiciones generales:

Los pasillos deben estar libres, no debe haber peligro que caigan materiales y los estantes deben estar asegurados y en buen estado.

Observar:

No deben haber componentes electrónicos o tarjetas fuera del cuarto seco (tramo 62) de la bodega 1.

Revisar en orden numérico los tramos, verificando las condiciones de almacenamiento de instrumentos y partes de repuestos para estos, no se deben dañar o deteriorarse durante su almacenamiento.

En el cuarto seco (tramo 61) de la bodega 1, revisar en los estantes y en muebles D,E y F, tarjetas electrónicas pequeñas y otros repuestos electrónicos, se debe observar que tengan sus bolsas antiestática y en recipientes metálicos o contenedores también antiestáticos. Revisar que siempre este la conexión a tierra física.

En el cuarto seco (tramo 62) de la bodega 1 revisar que los extintores estén cargados con CO₂, que la iluminación e instalación eléctrica se encuentre en buen estado, El aire acondicionado debe estar funcionando permanentemente y la temperatura dentro del mismo debe de oscilar dentro de 2°C a 40°C sin variaciones bruscas, deshumidificador también deben estar funcionando permanentemente y la humedad relativa del aire < 85%, no se admiten condensaciones en los equipos aquí almacenados.

Los estantes para semiconductores de metal deben estar sin plástico encima y conectados a tierra física. El piso mantenerlo sin materiales aislantes, los contenedores deben ser de materiales antiestático.

No deben de existir materiales plásticos cerca de las tarjetas electrónicas y todas estas contenidas en empaques antiestáticos, los dispositivos semiconductores también deben tener el mismo tipo de empaque.

Debe existir un área de trabajo protegida de la estática, en el cuarto seco (tramo 62) de la bodega 1 con:

Carpeta antiestática conectada a tierra física y correa de muñeca conectada a la carpeta. Dicha área debe ser utilizada para pasar a empaques individuales antiestáticos los dispositivos semiconductores que se despachen en almacén, con el propósito de garantizar el buen funcionamiento durante su uso.

Válvulas y cilindros neumáticos e hidráulicos

Deben de almacenarse en estantes, bajo techo, sus aberturas de paso deben estar protegidas para evitar contaminación con polvo o materiales extraños, el vástago debe de estar lubricado y con embalaje que no forme condensado.

Reles y contactores

Almacenarlos en estantes, ordenados y clasificados, deben de estar limpios y en sus empaques los cuales evitan que se contaminen con polvo.

Sensores de nivel capacitivos o piezoeléctricos

Almacenarlos en estantes, ordenados y clasificados, deben de estar limpios y en sus empaques, no deben de estar expuestos a una humedad relativa del aire mayor de 85%.

Filtros y trampas de aire

Deben de almacenarse en estantes, ordenados y clasificados, deben permanecer en sus respectivas cajas hasta el momento de su instalación, con lo cual se garantiza su ausencia de contaminación con polvo.

Cilindros de gas

Almacenarlos en forma segura colocados en estantes para evitar que caigan accidentalmente por vibraciones o movimientos bruscos. Las llaves deben de permanecer cerradas y las llaves de seguridad con las tapas puestas.

Deben estar en un área ventilada donde no queden expuestos a condiciones extremas, la temperatura debe estar entre 10°C y 20°C.

Panel electrónico

Debe de almacenarse en forma cerrada, en posición vertical, protegerlo contra la contaminación del polvo y debe estar bajo techo, en su interior colocar bolsas de silica para evitar formación de humedad que puede ser perjudicial para los componentes internos.

La humedad relativa del aire < 85% del ambiente donde este almacenado y la temperatura entre 2°C y 40°C.

Cilindros hidráulicos grandes

Deben de almacenarse en posición vertical para evitar daño de los empaques por peso del vástago, bajo techo y en su respectivo embalaje, para que no se contamine con polvo, el vástago debe permanecer lubricado para evitar oxidación.

Humedad relativa del aire de almacenamiento aproximadamente de 60% y una temperatura que oscile entre 10°C a 20°C.

Sellos de aceite

Cuando se reciben deben estar dentro de papel encerado o en cajas individuales, el cuidado es manual para no dañar los sellos, los sellos son provistos de una capa protectora para evitar contaminación de ellos y para evitar resequedad en la parte de cuero, si los sellos no se almacenan en estas condiciones la capa protectora se deteriora y provoca corrosión, el no almacenarlos con su papel encerado provocara acumulación de polvo y daño no solo en el sello sino en el eje donde se coloque. El no almacenarlos en estantes provocará la deformación de los sellos.

2.4 Análisis de las condiciones de almacenamiento, temperatura y mantenimiento después de la clasificación de repuestos

Para una clasificación rápida y fácil de los repuestos se establecen en el manual de repuestos ciertos números, los cuales representan una determinada condición tanto de almacenamiento como de temperatura, el significado de cada número es el siguiente:

Figura 13. Código de condiciones de almacenamiento y temperatura

1	Intemperie
2	Bajo techo
3	Cuarto frío
4	Caliente
5	Seca
6	Cuarto especial
7	Depósito
8	Silos
9	Cubiertas con lona
10	Contenedor

1	Normal
2	Fría
3	Caliente
4	Seca sin humedad

Durante la revisión física de los repuestos se anota en el formato de clasificación las condiciones actuales de los mismos, tanto de almacenamiento como de temperatura para luego poder comparar estas condiciones con las que recomienda el fabricante.

2.4.1 Condiciones actuales de los repuestos

Durante la revisión se observó que muchos de los repuestos no cumplen con la condición de almacenamiento y temperatura requerida por el fabricante, especialmente los que se encuentran en la bodega 2 donde están a la intemperie expuestos a varios agentes contaminantes como agua, polvo, rayos directos del sol, etc.

Otros repuestos si cumplen con las condiciones de almacenamiento y temperatura pero no así con las condiciones de mantenimiento requeridas, esto es en la bodega 3, por lo cual también necesitarán ser acondicionados para preservarlos en un mejor estado.

Los repuestos de la bodega 1 son los que se encuentran en mejores condiciones, especialmente los de los cuartos secos tramo 61 y 62, ya que estos cuartos cuentan con el equipo necesario para lograr las condiciones de temperatura requeridas (equipo de aire acondicionado y deshumidificadores).

2.4.2 Condiciones requeridas por los repuestos

Las condiciones de almacenamiento y mantenimiento requeridas por los repuestos se han establecido en la sección 2.3.3 del manual de clasificación de repuestos

CONCLUSIONES

1. Con la clasificación de repuestos en almacén se logró definir el código CEDRO de cada uno de ellos e identificar al HAC código de activos Holcim al que pertenecen, con estos parámetros definidos se podrá establecer que repuestos se pueden descontar del inventario para reducir la cantidad en almacén.
2. Las condiciones actuales de almacenamiento, temperatura, mantenimiento y ubicación de los repuestos se determinaron con la revisión visual en almacén, con esta información se logró establecer las condiciones que los repuestos requieren para prolongar su vida y que se encuentren en buen estado al ser utilizados para cualquier mantenimiento.
3. Un personal de almacén capacitado en la forma de almacenar, manejar y proveer de mantenimiento a los repuestos ayuda a un mejor control e identificación de los mismos, así como preservarlos durante más tiempo en condiciones adecuadas para ser utilizados.
4. Es importante que el personal de almacén conozca qué condiciones y factores dañan los repuestos, para evitar exponerlos a un deterioro más rápido provocando pérdida económica a la empresa.

RECOMENDACIONES

Al departamento de mantenimiento mecánico

1. Proveer de mantenimiento a los repuestos que lo requieran basándose en el manual de clasificación, con esto se logrará obtener las condiciones adecuadas que recomienda el fabricante o proveedor para un adecuado almacenamiento.
2. Definir HAC, punto de pedido, *stock* máximo, *stock* de seguridad y código CEDRO de todos los repuestos, esto ayudará a continuar reduciendo la cantidad de repuestos en almacén y solo almacenar los repuestos que así lo requieran, en tanto que los otros pueden pedirse planificadamente.
3. Dar seguimiento del proyecto de clasificación de repuestos con una persona que tenga conocimientos en Ingeniería Mecánica para que coordine todas las actividades que se definen en el manual, con lo cual se alcanzarán los objetivos a largo plazo y aplicar el mismo procedimiento a los repuestos restantes,

Al departamento de almacén

4. Realizar el cambio de condición de almacenaje y temperatura de los repuestos que lo requieran basándose en el manual de clasificación, con esto se logrará preservarlos en buen estado durante el tiempo que permanezcan en almacén.

5. Evaluar la posibilidad económica de la empresa para la creación de una nueva bodega en la cual se logre el acondicionamiento adecuado de repuestos (condiciones de almacenamiento y temperatura), especialmente repuestos de gran dimensión y los que se encuentran en la bodega 2 (patio abierto), considerando que esta inversión beneficiará a la empresa para no incurrir en gastos futuros de mantenimiento de repuestos antes de ser utilizados por estar en condiciones desfavorables para el mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Botero, Camilo. **Manual de mantenimiento**. Colombia: Grupo de Publicaciones SENA Digeneral. 1991.
2. Cementos Progreso. (**Proceso de fabricación de cemento y cal**. <http://www.cementosprogreso.com> (21/07/2003)).
3. Cementos Progreso. **Manuales de equipos propiedad Cementos Progreso, S.A.**
4. Holcim. **Manual HAC códigos de activos Holcim**. 1999.
5. Scandura. **Cuidado y mantenimiento de fajas conductoras y elevadoras**. 1991

