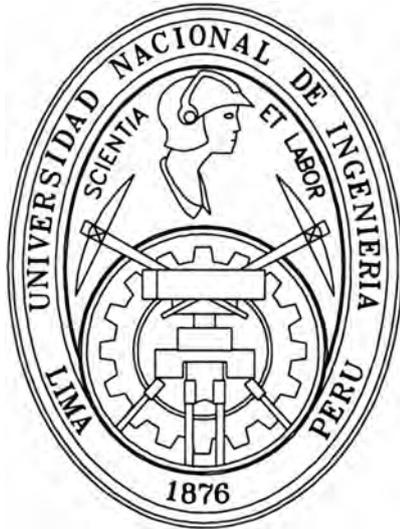


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“OPTIMIZACIÓN DE LOS ACTIVOS EN EL ÁREA DE
PROCESOS DE MINERA YANACOCHA; A TRAVÉS DE
LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM”**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

RICHARD BERTONI CUSI DÁVILA

PROMOCIÓN 2002 – II

LIMA – PERU

2007

A Dios, Grande y Temible, quien es mi luz y guía.

A mis padres Juan y Elena, a mi asesor y compañeros de trabajo de Minera Yanacocha, muchas gracias por su confianza y apoyo.

**“OPTIMIZACIÓN DE LOS ACTIVOS EN EL ÁREA DE PROCESOS DE MINERA
YANACOCHA; A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM”**

SUMARIO

Normalmente en las industrias se presta mucha atención áreas que se encuentran relacionadas con el producto y normalmente el área de mantenimiento queda relegada a un plano inferior. ¿Por que?, muy sencillo; se tiene la idea errónea de que los procesos que llevan a buen puerto el procesamiento de un producto dependen exclusivamente de producción.

No hay que ser un erudito para concluir que los procesos industriales dependen más que nada del buen funcionamiento de los equipos afectados al mismo y del buen desempeño de la Operación. Sencillamente “las máquinas nos dan de comer”. Ahora bien; ¿Quién tiene la responsabilidad de hacer funcionar las máquinas de manera óptima?; la respuesta es mantenimiento. En todas las empresas cuando empieza un período se hace una evaluación del costo operativo que implicará que un área se desempeñe sin sobresaltos. Habría que preguntarse, ¿Qué presupuesto se destinará este año a mantenimiento?, ¿Cómo hicieron para calcularlo?, ¿Que parámetros tomaron en cuenta? La respuesta casi obvia será: “se calculó en función de lo que se asignó el año anterior, ya que anduvimos bien porque hasta nos sobró dinero”.

Si uno preguntara, ¿Qué presupuesto se destinará este año a producción?; la respuesta también será obvia: se evaluó la calidad del producto, problemas que se puede tener en la logística, las posibles negociaciones con los proveedores, con los compradores; etc.

Son muy raras las empresas que toman muy en serio la implantación de estrategias para gestionar los activos: personal, maquinas, métodos, costos, materiales y tiempos.

Los procesos tradicionales enfocan las actividades de las diferentes áreas de la empresa de forma aislada. Operaciones entrega productos a costas de los equipos y Mantenimiento se encarga de repararlos; ya que consideran a la gestión de activos de una importancia secundaria con respecto a otras. Este análisis trata de resolver esa problemática.

En el mismo se desarrollan los fundamentos teóricos del TPM en diferentes capítulos, en los mismos se encontrará información básica de los temas relevantes del TPM.

También se consideran pautas claves para el éxito de la implementación del TPM en una Planta Piloto de Precipitación de oro de Minera Yanacocha (Planta Merrill Crowe).

Finalmente concluiremos con el análisis de los beneficios obtenidos y su sustento en el tiempo; así como su replica horizontal a las demás plantas.

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	1
1. CONCEPTOS GENERALES	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Antecedentes	5
2. VISIÓN GENERAL DEL TPM EN LAS INDUSTRIAS DE PROCESO	9
2.1. Origen y desarrollo del TPM	9
2.2. Características especiales de las industrias de proceso	14
2.3. Definición del TPM	17
2.4. Desarrollo del TPM	20
2.4.1. Fase de preparación (pasos 1-5)	20
2.4.2. Fase de introducción (paso 6)	26
2.4.3. Fase de implementación (pasos 7-11)	27
2.4.4. Fase de consolidación (paso 12)	27
2.5. Actividades fundamentales para el desarrollo del TPM	28
2.5.1. Mejora enfocada (paso 7.1)	28
2.5.2. Mantenimiento Autónomo (paso 7.2)	39
2.5.3. Mantenimiento Planeado (paso 7.3)	62
2.5.4. Capacitación y Entrenamiento (paso 7.4)	74
2.5.5. Pilares adicionales para el apoyo a la gestión	84
2.5.6. Gestión de las cinco "S" como base del TPM	93
2.5.7. Medición de la eficacia del TPM	98
3. MAXIMIZACIÓN DE LA EFICACIA DE LA PRODUCCIÓN	104
3.1. Eficacia de la producción en las industrias de proceso	104
3.2. Eficiencia global de la planta	104

3.3.	Maximización de la eficacia de los inputs de producción	107
3.3.1.	Reducción de pérdidas de materiales y energía	107
3.3.2.	Simplificación del proceso	108
3.3.3.	Reducción de los materiales para el mantenimiento	108
3.3.4.	Reducción de las pérdidas de mano de obra	109
3.3.5.	Reducción de las pérdidas de limpieza	109
3.3.6.	Reducción de las pérdidas de gestión	110
3.3.7.	Reducción de pérdidas administrativas	110
3.4.	Filosofía de cero fallas de equipos	110
4.	PROCESO DE MERRILL CROWE EN MINERA YANACOCCHA	113
4.1.	Reseña histórica del proceso Merrill Crowe	113
4.1.1.	Geología del oro	113
4.1.2.	Fundamentos básicos de cianuración	115
4.1.3.	Proceso de Merrill Crowe	117
4.2.	La Filtración	118
4.2.1.	La clarificación	119
4.2.2.	Proceso de filtración	122
4.3.	La Desoxigenación	125
4.3.1.	La desoxigenación en el proceso Merrill Crowe	125
4.3.2.	Las torres de desoxigenación o de vacío	125
4.3.3.	La bomba de vacío	127
4.4.	La Precipitación	132
4.4.1.	La precipitación o cementación	132
4.4.2.	Principio del proceso de precipitación o cementación	132
4.4.3.	Variables que influyen en la precipitación	135
4.5.	Proceso del Filtro prensa	137
4.5.1.	Precapa del filtro prensa	141
4.5.2.	Operación en el cambio del filtro prensa	141

5. IMPLEMENTACIÓN DEL TPM2 EN MERRILL CROWE	142
5.1. Anuncio de la Gerencia para la implementación del TPM2	143
5.2. Entrenamiento y difusión del TPM2 en Minera Yanacocha	144
5.3. Organización del TPM2: Formación de los equipos de trabajo	145
5.4. Definición de objetivos y políticas básicas del TPM2	146
5.5. Plan Maestro de implementación del TPM2	149
5.6. Implementación del TPM2 para maximizar la eficacia de la producción	152
5.6.1. Filosofía de las cinco “S”, base de toda gestión del mantenimiento	152
5.6.2. Pilar de Mejora Enfocada y el árbol de pérdidas del proceso	166
5.6.3. Pilar de Mantenimiento Autónomo	170
5.6.4. Pilar de Mantenimiento Planeado	187
5.6.5. Pilar de Capacitación y el Entrenamiento	195
5.7. Evaluaciones internas y externas para la consolidación del TPM2	202
6. BENEFICIOS OBTENIDOS BASADOS EN LOS RECURSOS DE LA EMPRESA	204
6.1. Beneficios en los indicadores de productividad	204
6.2. Ahorro en costos de los procesos productivos: “Árbol de Perdidas”	215
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	217
BIBLIOGRAFIA	221
ANEXO A: FORMATOS	223
ANEXO B: ANÁLISIS PM	244
ANEXO C: EL ZINC	247
ANEXO D: RESPONSABILIDADES DE LA ORGANIZACIÓN DEL TPM2	250
ANEXO E: ÁRBOL DE PÉRDIDAS DEL PROCESO MERRILL CROWE	261
ANEXO F: MATRICES DE HABILIDADES DEL PERSONAL	270
ANEXO G: FORMATO DE AUDITORIAS DE LOS PILARES DEL TPM2	274

PRÓLOGO

El TPM se introdujo originalmente para usuarios de maquinas; pero ahora se está implementando cada vez más en los fabricantes de equipos. Se esta también extendiendo más allá de los departamentos de producción para abarcar los departamentos administrativos, los de apoyo y los de ventas. El interés por el TPM crece también por todo el mundo. Por todas partes, hay muchas personas que están empezando a percibir que el TPM es una de las claves de la elevada productividad, la calidad excelente, los bajos costos y los cortos plazos de fabricación o producción.

El enfoque original del Instituto Japonés del Mantenimiento (JIPM) para la implementación del TPM se describió a mediados de 1989. Sin embargo, el programa descrito en ese informe se inclina más bien a las industrias de procesos mineros, y tiene que sufrir algunas adaptaciones para cubrir las necesidades de las industrias de la manufactura en serie.

Como todo proyecto debemos trazar objetivos generales y específicos, sostenibles en el tiempo, el capítulo 1 describe estos objetivos y como estos objetivos llegaron desde la Gerencia General a los trabajadores. El programa de implementación descrito para las industrias de proceso lo describimos en el capítulo 2 de este informe. Explica también las cuatro fases de implementación comunes para todo tipo de industria; además de los 8 pilares del TPM se describe como la filosofía de las cinco "S" forma la base de toda gestión de los activos. En el capítulo 3 se identifican los puntos clave para llevar a una maximización de la eficacia de la producción, adicionalmente es imprescindible tener claro la definición de las cero fallas en equipos a través del Pilar de Mantenimiento Autónomo.

En el capítulo 4 se resume la operación de la Planta Merrill Crowe, en donde se aplicó la metodología del TPM; y es tomada como el proyecto piloto en donde evaluamos los resultados que mostramos en este informe.

El capítulo 5 detalla el procedimiento de implementación paso a paso del TPM, que para Yanacocha se llamará TPM2, en la Planta piloto. En cada uno de los sub capítulos se describen todas las actividades que el Comité de Coordinadores TPM2 de Yanacocha optó por realizar, finalmente se describe la manera como se evaluaron los resultados de cada pilar; a través de las auditorías internas y externas para la consolidación del programa.

En el capítulo final examinaremos los beneficios que se obtuvieron en la implementación del TPM2. Detallamos también los tipos de indicadores usados actualmente, y se ofrece un análisis macro de las tendencias de cada uno de estas.

Las industrias de proceso están empezando a aplicar el TPM y se espera que muchas otras empresas, sobretodo las industrias mineras y petroleras, lo introduzcan en un futuro corto. En nombre del Comité de Coordinadores TPM2 de Minera Yanacocha, esperamos que este informe pueda ayudar de alguna forma a esas empresas a introducir eficientemente el TPM y que consigan sus indudables beneficios.

CAPÍTULO 1 CONCEPTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

La globalización y la inestabilidad económica, dan a las empresas un escenario cada vez más complejo, cambiante y competitivo. Donde la planificación, estratégica y la flexibilización de la organización pasan a ser de importancia fundamental para la construcción de una sólida base empresarial.

En los últimos años podemos observar acontecimientos que cambiaron el mundo y su economía:

- La unificación de la moneda Europea.
- El papel de las economías Asiáticas.
- La utilización de nuevos materiales para generar productos en los diversos segmentos.
- La importancia de la preservación del medio ambiente.
- La reestructuración de algunos países tradicionales.
- Los atentados terroristas, las dificultades de las compañías aéreas.
- La abertura de los mercados de las telecomunicaciones.
- La evolución de la biotecnología - clonaciones.
- Los derechos de los consumidores.
- La venta de vehículos parcelados con intereses cero, etc.

Las empresas precisan desarrollar medios que respondan rápidamente y continúen atendiendo a las expectativas de los clientes, generando:

Productos de mejor calidad, bajo costo, corto plazo de entrega, y garantía asegurada.

Solo así se mantiene la empresa de forma competitiva y lucrativa.

Algunas empresas que no lograron entrar en competitividad, tuvieron que optar por la venta a grupos multinacionales, los cuáles ya dominaban parte del mercado.

Pero, en la era de la competitividad no es el más fuerte o el más chico el que vence, si no el más veloz en responder a los drásticos cambios en la demanda y en las expectativas del cliente.

La rápida evolución tecnológica y la globalización obligaran a los ejecutivos a adoptar nuevas metodologías de trabajo para eliminar las ineficiencias y aprovechar los potenciales no utilizados de los activos empresariales.

La globalización y la inestabilidad económica, dan a las empresas un escenario cada vez más complejo y competitivo (figura 1.0). Donde la planificación estratégica y la flexibilización de la organización pasan a ser de importancia fundamental para la construcción de una sólida base empresarial.



Figura 1.0 - Escenario actual de las empresas, teniendo en cuenta la Globalización y la Inestabilidad.

Una organización que quiera ser victoriosa debe perseguir tres objetivos:

- Anticiparse a los cambios, ya que nada es constante o predecible.
- Estar atento a responder rápido a las necesidades de los clientes.
- Estar al frente de la competencia.

Para atender estos objetivos la organización debe ser:

- Innovadora para actualizar tecnológicamente sus productos y servicios;
- Fuertes para competir en precios;
- Con foco en el cliente para asegurar la máxima calidad y mejor atención.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

A través de la implementación del TPM se eliminarán las pérdidas logrando “cero fallas”, “cero defectos”, “cero accidentes” y “optimizando costos”; con el compromiso y participación de todos los empleados.

1.2.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos se alinean a los objetivos de la empresa y de la Planta Merrill Crowe de Pampa Larga:

- Identificar, medir y eliminar pérdidas.
- Recuperar y conservar las condiciones ideales de los equipos.
- Eliminar fallas en los equipos.
- Reducir inventarios de repuestos.
- Eliminar retrabajos.
- Replicar horizontalmente los conocimientos y mejoras específicas.
- Entrenamiento específico de acuerdo a la matriz de habilidades.
- Entrenamiento en cascada.
- Incremento de la moral de los trabajadores.
- Crear un ambiente agradable de trabajo.

1.3. ANTECEDENTES

Minera Yanacocha fue constituida legalmente en 1992 y está conformada por los siguientes accionistas: Newmont Mining Corporation, con sede en Denver - Estados Unidos (con 51.35% de las acciones); Minas Buenaventura, compañía peruana (con 43.65% de las acciones) y el International Financial Corporation (IFC), brazo financiero del Banco Mundial (con 5% de las acciones).

El yacimiento aurífero de Yanacocha está ubicado en el departamento de Cajamarca, a 600 kilómetros al norte de Lima, a una altura de 3400 a 4200 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1.1 - Circuito de Producción de Oro por Lixiviación en Minera Yanacocha SRL.

El proceso usado para la extracción del mineral es conocido como lixiviación; todo se inicia con la exploración y minado del mineral ocupado en los yacimientos luego este mineral es llevado a los tajos abiertos o PAD's que son grandes cerros temporales, posteriormente se riega con una solución cianurada (proceso de lixiviación) y el líquido filtrado es almacenado en pozas de operación; finalmente esta solución rica en oro, plata y otros minerales (en poca cantidad) es tratada mediante un proceso de precipitación de oro a través del zinc (Merrill Crowe), obtenido este precipitado de oro

se lo solidifica por fundición para obtener la ansiada barra DORE (85% de oro y 15 % de plata); para mas detalle del proceso véase la figura 1.1.

Existen tres plantas productivas del mineral: La Quinua, Yanacocha Norte y Pampa Larga; se unirá a estas un nuevo proyecto de Molienda de Oro llamado Gold Mill que empezará a operar a inicios del 2008.

Cada planta presenta áreas de trabajo definidas; tales como el área de Mantenimiento, Operaciones, Metalurgia, Laboratorios (Químico y Metalúrgico).

Actualmente Minera Yanacocha al tener catorce años de producción ha experimentado una disminución en su producción del treinta por ciento; por lo tanto el costo de producción aumenta y los beneficios disminuyen. Al no tener control sobre los beneficios (ley del mineral) nos vemos obligados a minimizar los costos a través de la eliminación de las pérdidas en todos los procesos productivos.

Al hacer un análisis de la situación actual de la gestión de los activos de la empresa se pueden encontrar las siguientes pérdidas:

- Perdidas de tiempo dentro de las principales actividades productivas de la empresa.
- Falta de velocidad de respuesta a los requerimientos de cambios dentro de los procesos.
- Inventarios de productos en exceso dentro de la planta de producción.
- Los trabajadores conocen únicamente un proceso, lo que genera que el conocimiento específico de cada uno de los operarios sea imprescindible para el buen desempeño del área productiva.
- Las maquinas de los principales procesos de las plantas tienen largos periodos de puesta en marcha, calentamiento y calibración.
- El programa de capacitación existente de los empleados no es puntual y específico de acuerdo a la necesidad.
- Los trabajadores no miden su rendimiento de acuerdo a los objetivos de la empresa.

- El área de Mantenimiento y Operaciones trabajan de forma aislada.
- Los puestos de trabajo de la planta en general permanecen sucios y desordenados.
- Existen fuentes de contaminación y suciedad causante potencial de accidentes y mal funcionamiento de maquinas y conservación de herramientas.
- La actitud general del trabajador frente a sus funciones y papel es la compañía no es positiva.
- Las maquinas fallan y se realizan reparaciones correctivas que podrían evitarse con otras técnicas de mantenimiento ahorrando tiempo y dinero.
- Perdidas de tiempo por retrabajos y reprocesos dentro de la operación.

Hoy en día existen infinidad de diferentes herramientas, técnicas, metodologías y filosofías para optimizar los recursos de una empresa. Algunas de las más utilizadas pueden ser:

- Mantenimiento Productivo Total (TPM).
- Mejoramiento de la Confiabilidad Operacional (MCO).
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) / (MCC).
- Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR).
- Análisis Causa Raíz (ACR).
- Análisis de Criticidad (AC).
- Inspección Basada en Riesgo (RBI).

Al tener falencias en diferentes frentes operativos, decidimos experimentar las buenas practicas y beneficios que nos traería el TPM; para lo cual verificamos su éxito en empresas nacionales tales como Procter & Gamble y Alicorp de Perú, e internacionales como Unilever de Brasil.

CAPÍTULO 2

VISIÓN GENERAL DEL TPM EN LAS INDUSTRIAS DE PROCESO

Las industrias de proceso japonesas introdujeron el mantenimiento preventivo (PM) relativamente pronto porque los volúmenes y tasas de producción, calidad, seguridad y entorno dependen casi enteramente del estado de la planta y el equipo. Los sistemas de mantenimiento preventivo y productivo¹ introducidos por las industrias de procesos japonesas han tenido un papel importante en la mejora de la calidad del producto y en la productividad. Han contribuido significativamente al progreso global en la gestión en áreas tales como el mantenimiento especializado, la creación de sistemas de gestión de los equipos, la mejora de la tecnología de equipos, y la elevación de la productividad del mantenimiento.

2.1. ORIGEN Y DESARROLLO DEL TPM2

Mientras las industrias de proceso avanzaban en el mantenimiento preventivo y productivo, las industrias de manufactura y producción invertían en nuevos equipos esforzándose en ser menos intensivos en mano de obra. Los equipos utilizados en estas industrias se han estado automatizando y sofisticando cada vez más, y Japón es ahora un líder mundial en el uso de robots industriales. Esta tendencia hacia la automatización, combinada con la producción justo a tiempo "Just-In-Time", estimuló el interés en mejorar la gestión del mantenimiento en las industrias. Esto dio origen a un enfoque exclusivamente japonés denominado Mantenimiento Productivo Total (TPM), una forma de mantenimiento productivo que involucra a todos los empleados.

¹ El mantenimiento preventivo se introdujo en Japón, desde USA, en los años 50. El mantenimiento productivo, desarrollado en los años 60, incorporó disciplinas tales como el diseño para prevenir el mantenimiento, ingeniería de fiabilidad y mantenibilidad, e ingeniería económica para elevar la eficiencia de la vida entera del equipo.

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente paso a formar parte de cultura corporativa de empresas tales como: Toyota, Nissan y Mazda, y de sus suministradores y filiales. Se ha introducido también posteriormente en otras industrias tales como electrodomésticos, maquinas herramientas, plásticos, micro-electrónica, etc.

También, las industrias de procesos, partiendo de sus experiencias de mantenimiento preventivo, han empezado a implementar el TPM. En los últimos años, han estado incorporando el TPM un creciente número de plantas de procesos de industrias de alimentos, caucho, refinerías de petróleo, químicas, farmacéuticas, gas, cemento, papeleras, siderurgias, impresión, etc.

En el Perú solo se tiene experiencia demostrada en industrias de manufactura caso práctico es el de Procter & Gamble. Fue un reto para Minera Yanacocha implementar la metodología del TPM a la industria de la extracción de los minerales.

Inicialmente, las actividades TPM se limitaron a los departamentos directamente relacionados con los equipos. Sin embargo, como muestra la figura 2.0², actualmente los departamentos administrativos y de apoyo a la vez que apoyan activamente al TPM en la producción, lo aplican también para mejorar la eficacia de sus propias actividades. Los métodos de mejora TPM se están aplicando también en los departamentos de desarrollo y ventas.

Esta última tendencia subraya la creciente importancia de considerar desde la fase inicial del desarrollo no sólo los procesos y equipos de producción sino también los productos, con el objetivo de simplificar la producción, mejorar el aseguramiento de la calidad, y la eficiencia, y reducir el periodo de arranque de una nueva producción. Estos temas son de particular importancia en las industrias de proceso de hoy, conforme continua la diversificación de los productos y se van acortando los ciclos de vida de los mismos.

² Fase 1 TPM: TPM en Departamentos de Producción

Fase 2 TPM: Toda la empresa: producción, ventas, desarrollo, administración.

En años recientes, se ha extendido el interés por el TPM fuera del Japón. Muchas industrias de Estados Unidos, Europa y Sudamérica están trabajando activamente, o planifican hacerlo, sobre TPM. En la tabla 2.0 se muestra las empresas que han recibido la certificación de la JIPM³.

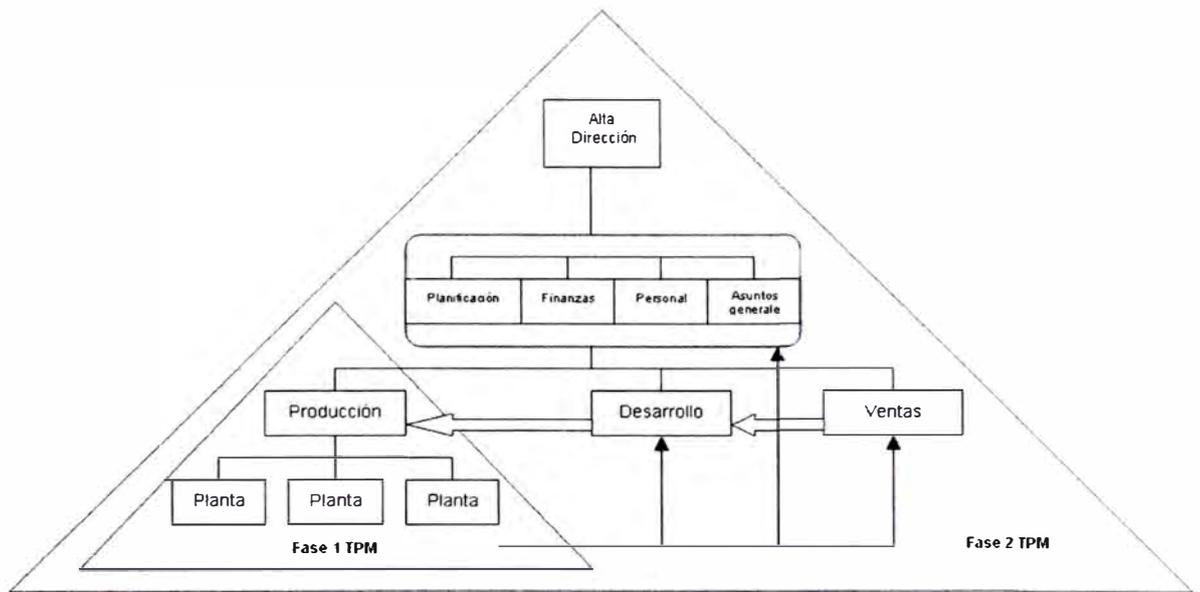


Figura 2.0 - TPM desde el departamento de producción al TPM en toda la empresa.

Hay tres razones principales por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria japonesa y ahora lo está haciendo en todo el mundo:

- Garantiza drásticos resultados.
- Transforma visiblemente los lugares de trabajo, y
- Eleva el nivel de conocimientos y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento.

³ La JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance), es el instituto que ha desarrollado las metodologías y conceptos del TPM.

Premio a la Excelencia en TPM		
1996	PIRELLI CABOS	CERQUILHO (BRA)
1996	PIRELLI PNEUS	SANTO ANDRÉ (BRA)
1998	PIRELLI PNEUS	CAMPINAS (BRA)
1998	UNILEVER	VALINHOS (BRA)
1998	UNILEVER	ANASTÁCIO (BRA)
1998	UNILEVER	CARRASCAL (CHI)
1999	COPENE	CAMAÇARI (BRA)
2000	UNILEVER	VINHEDO (BRA)
2000	UNILEVER	INDAIATUBA (BRA)
2000	UNILEVER	VALINHOS (BRA)
2000	ELETRONORTE	MATO GORSSO (BRA)
2001	ELETRONORTE	MARANHAO (BRA)
2001	ELETRONORTE	TOCANTINS (BRA)
2001	ELETRONORTE	PARÁ (BRA)
2001	ELETRONORTE	TUCURUI (BRA)
2001	UNILEVER	VESPASIANO (BRA)
2001	BRESLER	SAN BERNARDO (CHI)
2001	UNILEVER	TORTUGUITAS (ARG)
2001	UNILEVER	ROSARIO (ARG)
2002	UNILEVER	AVELLANEDA (ARG)
2002	ELETRONORTE	PORTO VELHO (BRA)
2002	ELETRONORTE	MACAPA (BRA)
2002	VOTOCEL	SOROCABA (BRA)
2002	YAMAHA	MANAUS (BRA)

Tabla 2.0 - Empresas que han recibido la certificación de la JIPM en Sudamérica.



Figura 2.1 - Premio a la Excelencia TPM.

Estos beneficios pueden clasificarse en tangibles e intangibles. Los beneficios tangibles se concretan con los Indicadores de Gestión PQCDSM:

- P: Indicadores de Productividad (Productivity).
- Q: Indicadores de Calidad (Quality).
- C: Indicadores de Costos (Cost).
- D: Indicadores de Entrega de Productos (Delivery).
- S: Indicadores de Seguridad (Security).
- M: Indicadores de Moral (Morality).

En la figura 2.2 mostramos unos ejemplos para cada uno de estos indicadores.

P	Aumento de la productividad Reducción de rupturas y fallas	P roductividad
Q	Reducción de defectos en el proceso de la producción Reducción de reclamación	C alidad
C	Reducción del Costo de Operación	C osto
D	Reducción del Inventario Total	E ntrega
S	Accidente con días perdidos Contaminación	S eguridad
M	Nº de sugerencias/LPP's	M oral

Figura 2.2 - Beneficios tangibles del TPM.

Los beneficios intangibles pueden presentarse como:

- Logro de autogestión plena: Los operarios asumen las responsabilidades de los equipos, se ocupan de el sin recurrir a los departamentos indirectos.
- Se eliminan averías y defectos, y se difunde confianza en “puedo hacerlo”.
- Los lugares de trabajos antes sucios y contaminados, son ahora limpios, brillantes y vivos.
- Se ofrece una mejor imagen a los visitantes y clientes.

2.2. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LAS INDUSTRIAS DE PROCESO

Las industrias de proceso se distinguen de la manufactura y las industrias de ensamblaje por algunas características especiales que, desde luego, tienen su efecto en la implementación del TPM.

Sistemas de producción diversos: El término “industrias de proceso” cubre una amplia variedad de industrias que incluye el refinado del petróleo, petroquímica, siderurgia, generación eléctrica, gas, cemento, textil, minería (figura 2.3), etc. Las industrias emplean una mezcla de regímenes de producción diversos que van desde la producción continua completamente integrada hasta la producción en lotes.

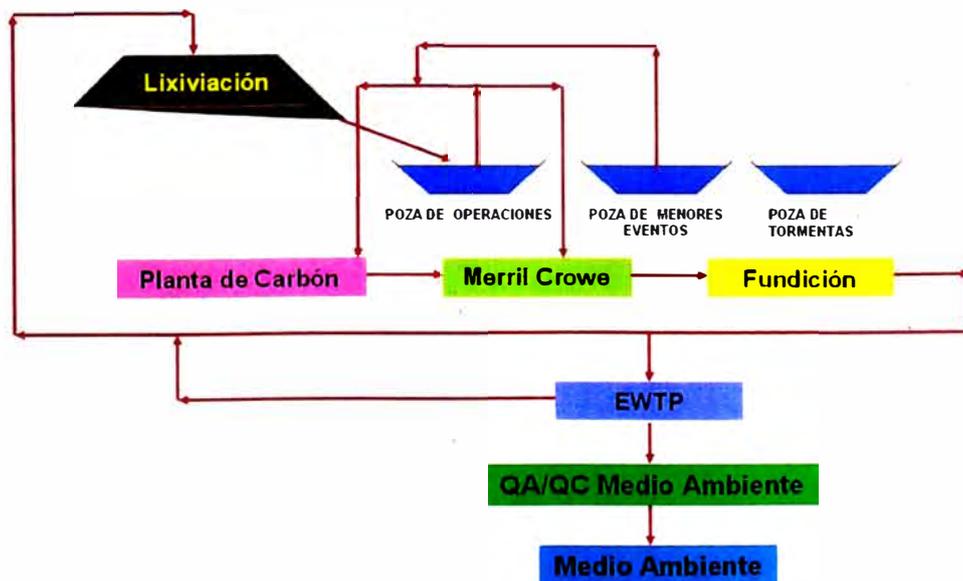


Figura 2.3- Diagrama de flujo de procesos de Minera Yanacocha.

Diversidad de equipos: En las industrias de proceso, los procesos de producción consisten en la combinación de operaciones unitarias tales como pulverización, disolución, reacción, filtración, absorción, concentración, cristalización, separación, moldeado, secado y calentamiento junto con el manejo y transporte de diversas sustancias. Las instalaciones incluyen unidades estáticas tales como columnas, tanques, intercambiadores de calor, calderas y hornos; maquinaria rotativa, bombas, compresoras, motores y turbinas; la tubería, y sistemas mas eléctricos e instrumentación que conectan el conjunto. Un ejemplo de esta característica es el proceso de Merrill Crowe de Minera Yanacocha (figura 2.4).

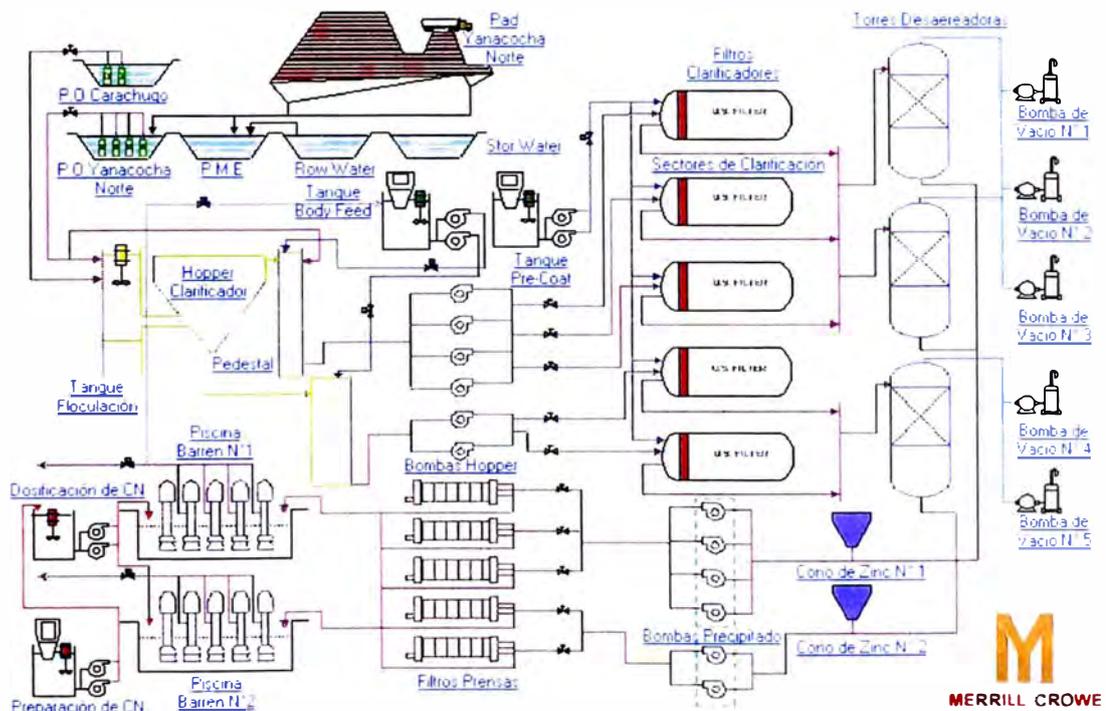


Figura 2.4 - Diagrama de flujo de planta procesos Merrill Crowe de Yanacocha.

Control centralizado y pocos operativos: Al contrario que las industrias de manufactura y ensamble, en las industrias de proceso el control es centralizado. Muchas industrias de proceso tienen una producción integrada y continua con control centralizado de grandes complejos de equipos (figura 2.5). A menudo, una amplia gama de equipos está controlada por unos pocos operarios.

Diversos problemas relacionados con los equipos: Además de las obstrucciones, fugas, y otros problemas de proceso, el equipo a menudo está plagado de fallas tales como fisuras, roturas, corrosión, agarrotamientos, fatiga, holguras, piezas que se desprenden, desgastes, distorsiones, quemaduras, cortocircuitos, aislamiento defectuoso, cables rotos, operación defectuosa, fugas de corriente, y sobrecalentamiento. Sin embargo, los problemas más comunes son la corrosión, fisuras y obstrucciones.

Alto consumo de energía: Muchos de los procesos de estas industrias, como por ejemplo, la disolución, reacción, cristalización, horneado, o secado, consumen grandes cantidades de energía eléctrica, gas, petróleo, agua, etc.

Uso común de unidades de reserva y conexiones de derivación: Para aliviar los efectos de las averías, es una práctica estándar instalar equipos de reserva, conexiones de derivación, etc.

Altos riesgos de accidentes y contaminación: Algunos procesos manejan sustancias, peligrosas o tóxicas y se operan a altas temperaturas y presiones, con el riesgo de explosiones y contaminación del entorno. Esto hace esencial una estricta gestión de la planta; así como un cuidadoso cumplimiento de los reglamentos.

Entorno de trabajo deficiente: Los productos intermedios y finales manejados en las industrias de procesos usualmente consisten en cargas de materiales que generan contaminación, vaporización y solidificación. En este contexto, se considera inevitable que el entorno de trabajo se ensucie como resultado de la dispersión de partículas, derrames, fugas, etc., condiciones que con frecuencia causan problemas en los equipos.

Mantenimiento con parada de instalaciones: El mantenimiento a máquina parada es una característica distintiva de las industrias de proceso. Cuidadosamente planificado, y sistemáticamente ejecutado, el mantenimiento con parada general se considera el modo más eficaz de evitar averías. Sin embargo, como este tipo de mantenimiento consume un tiempo considerable y es muy intensivo en mano de obra, es también

costoso. Encontrar el modo más eficaz de realizar el mantenimiento con parada de instalaciones es por tanto una preocupación perenne de las industrias de proceso.

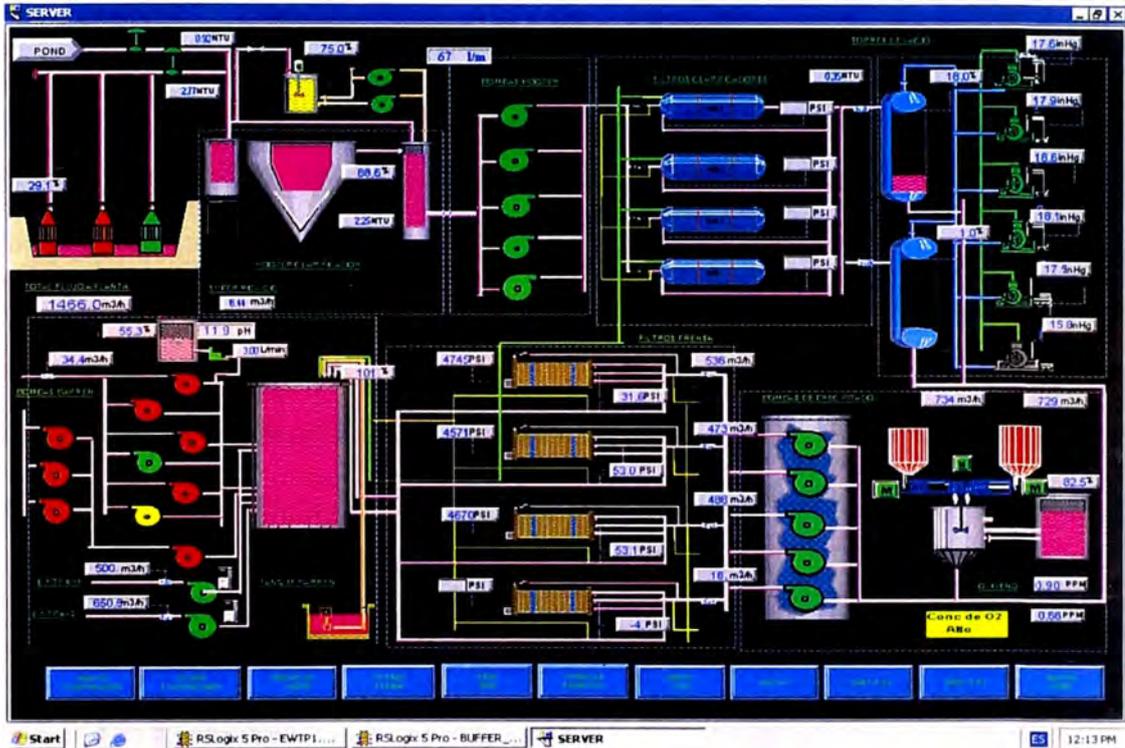


Figura 2.5 - Control centralizado de un proceso productivo. Merrill Crowe de Minera Yanacocha.

2.3. DEFINICIÓN DEL TPM

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "Mantenimiento Preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Asumimos el término TPM con los siguientes enfoques: la letra "M" representa acciones de Management y Mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa.

La letra "P" está vinculada a la palabra Productivo o Productividad de equipos pero que se puede asociar a un término con una visión más amplia como Perfeccionamiento.

La letra "T" de la palabra Total se interpreta como Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

$$\begin{array}{c} \text{TPM}^2 \text{ ES, BASICAMENTE} \\ \text{OPTIMIZAR EL} \\ \text{USO DE LOS} \\ \text{ACTIVOS DE LA} \\ \text{EMPRESA} \end{array} = \frac{\text{IN PUT (\$)}}{\text{OUT PUT (\$)}} = \begin{array}{c} \$ \\ \text{ÍNDICE} \\ \text{(RESULTADO)} \end{array}$$

Figura 2.6 - Definición del TPM desde el punto de vista de los activos.

El TPM es un sistema orientado a lograr cero pérdidas, optimizando la utilización de los activos industriales 4M+1T: Men, Machine, Material, Method, Time (figura 2.7); a través de:

- Eliminación de pérdidas
- Restauración de las condiciones de uso
- Cambio de cultura y comportamiento
- Capacitación técnica
- Mayor eficiencia administrativa
- Búsqueda de los 3 CEROS (defectos, fallas y accidentes / riesgos ambientales)
- Minimización de las ineficiencias en nuevos equipos, procesos y productos

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo deben participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa.

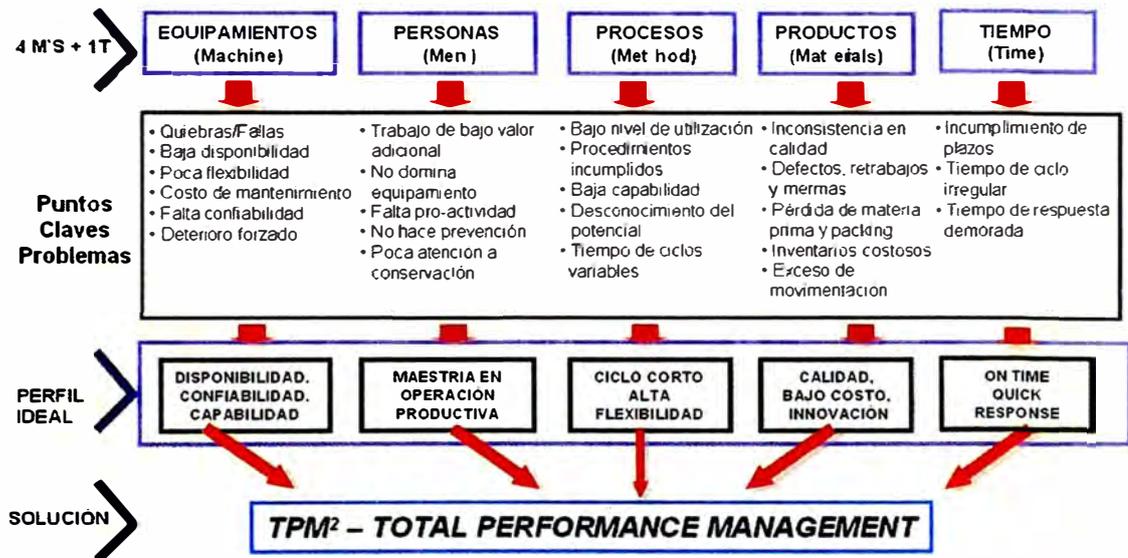


Figura 2.7 - Porque aplicar TPM a un proceso.

La obtención de las “cero pérdidas” se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

La sigla TPM ha evolucionado con el tiempo en cuatro generaciones (figura 2.8):

- Total Productive Maintenance: Mantenimiento Productivo Total
- Total Productivity Management: Gestión de la Productividad Total
- Total Performance Management: Gestión de la Performance Total
- Total Profit Management: Gestión del Lucro Total

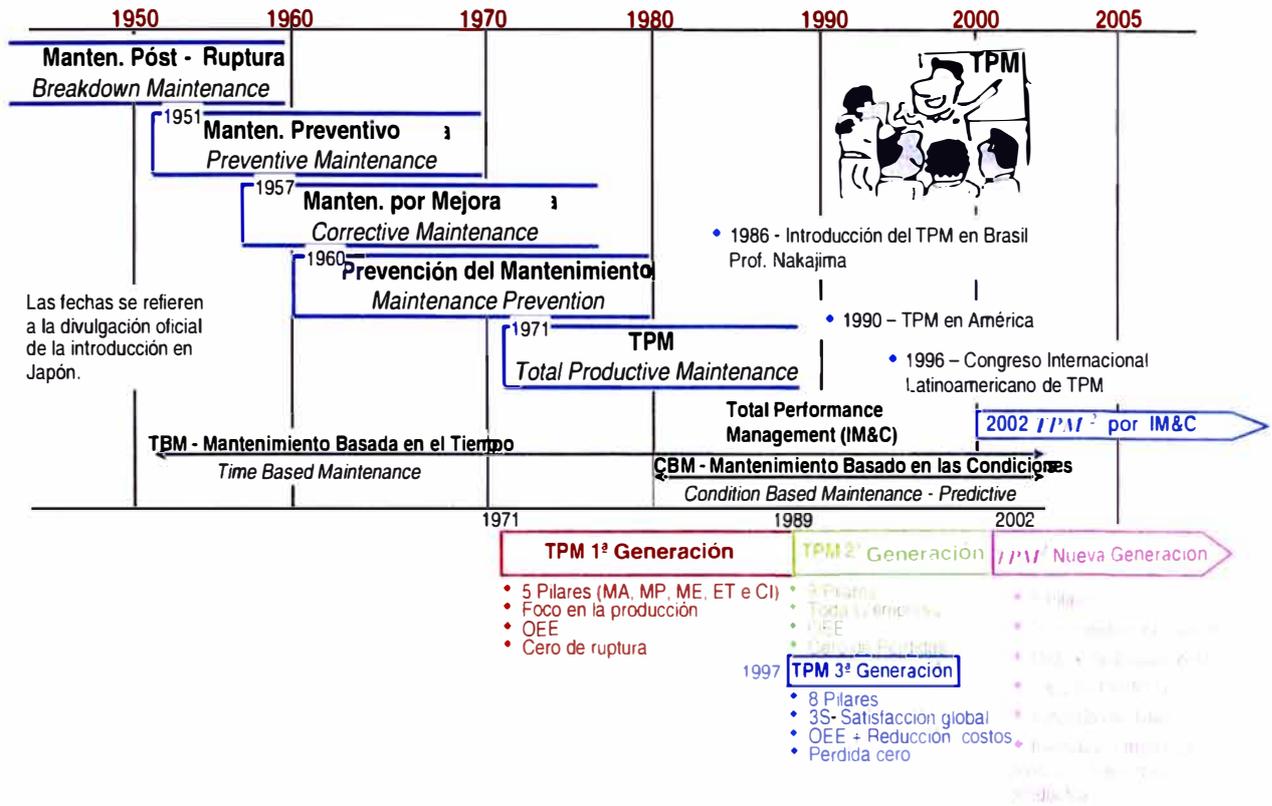


Figura 2.8 - Histórico de la metodología TPM.

2.4. DESARROLLO DEL TPM

El TPM se implanta normalmente en cuatro fases (preparación, introducción, implementación y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos (tabla 2.1).

2.4.1. Fase de preparación (pasos 1-5)

Es vital elaborar cuidadosa y prolijamente los fundamentos para un programa TPM. Si la planificación es descuidada, se necesitarán repentinas modificaciones y correcciones durante la implementación. La fase de preparación arranca con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir el TPM y se completa cuando se ha formulado el Plan Maestro plurianual de desarrollo del TPM.

Paso 1: La alta gerencia de la empresa anuncia su decisión de introducir el TPM. Todos los empleados deben comprender el porque de las introducción del TPM en su empresa y estar convencidos de su necesidad. La elevación de los costos de las materias primas, la caída de los precios de los productos, y otros factores productivos del entorno, fuerzan a las industrias a organizarse más eficazmente. Muchas empresas están optando el TPM como un medio para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas. No es necesario explicar, que la alta dirección debe considerar cuidadosamente esos puntos antes de anunciar su decisión de introducir el TPM.

Sin embargo, cuando la alta gerencia formule este compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. Esto informa a todos los empleados y órganos empresariales que la gerencia comprende el valor estratégico del TPM y que facilitara el apoyo físico y organizacional necesario para resolver los diversos problemas que inevitablemente surgirán durante la implementación. La etapa de preparación para el TPM comienza con este anuncio.



Figura 2.9 - Fujiocho, Presidente de Toyota anunciando la implementación del TPM.

Paso 2: Educación Introductoria para el TPM. Antes de poner en práctica el programa TPM debe conocerse. Para garantizar que todos comprendan las características del TPM, y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, se planifican seminarios externos y planes de entrenamiento interno adecuados para cada nivel de la empresa.

Paso 3: Crear una organización de promoción del TPM. El TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización. Como muestra la figura 2.10, en este sistema, los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado. También la alta gerencia constituye en si misma un pequeño grupo. Este sistema es extremadamente eficaz para desplegar las políticas y objetivos de la alta gerencia por toda la organización.

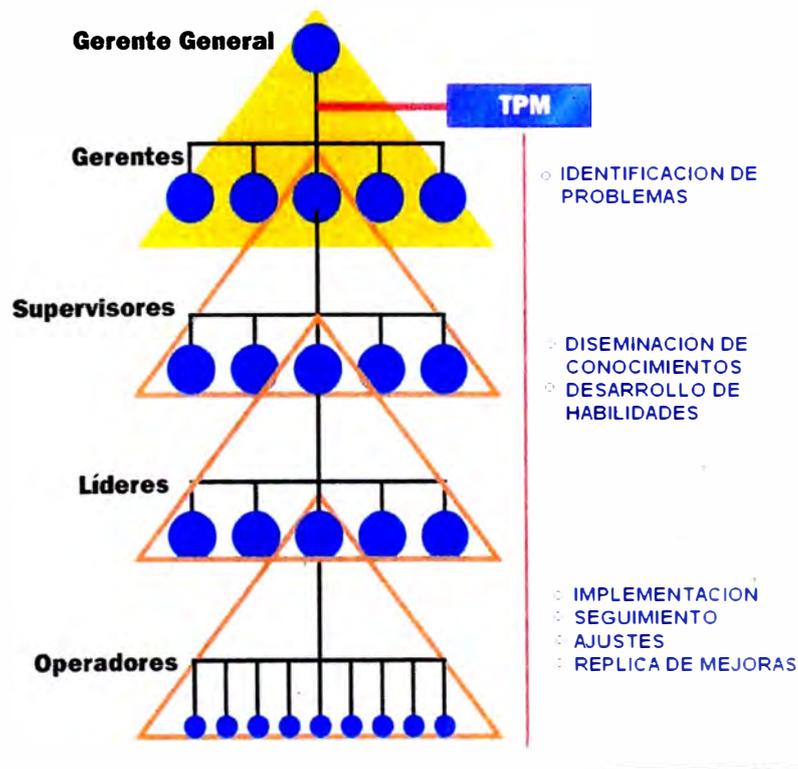


Figura 2.10 - Solapamientos de actividades de pequeños grupos TPM.

Se debe establecer una oficina de promoción del TPM que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción del TPM. Para ser eficaz, la oficina debe funcionar con personal permanente, de plena dedicación, ayudado por varios comités y subcomités. Sus funciones incluyen tareas tales como preparar el Plan Maestro del TPM y coordinar su promoción, dirigir campañas sobre temas específicos, diseminar información y garantizar la publicidad. La oficina de promoción juega un papel especialmente importante en la gestión de la implementación del mantenimiento autónomo y en centrar las actividades de mejora (véase subtítulo 2.5).

Paso 4: Establecer políticas y objetivos TPM básicos. La política TPM básica debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades a realizar (figura 2.11). Los objetivos TPM deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir, con los objetivos de negocio a mediano y largo plazo y deben decidirse después de consultas prolongadas con todos los interesados, incluida la alta gerencia. El programa TPM debe durar lo suficiente para obtener los objetivos fijados.

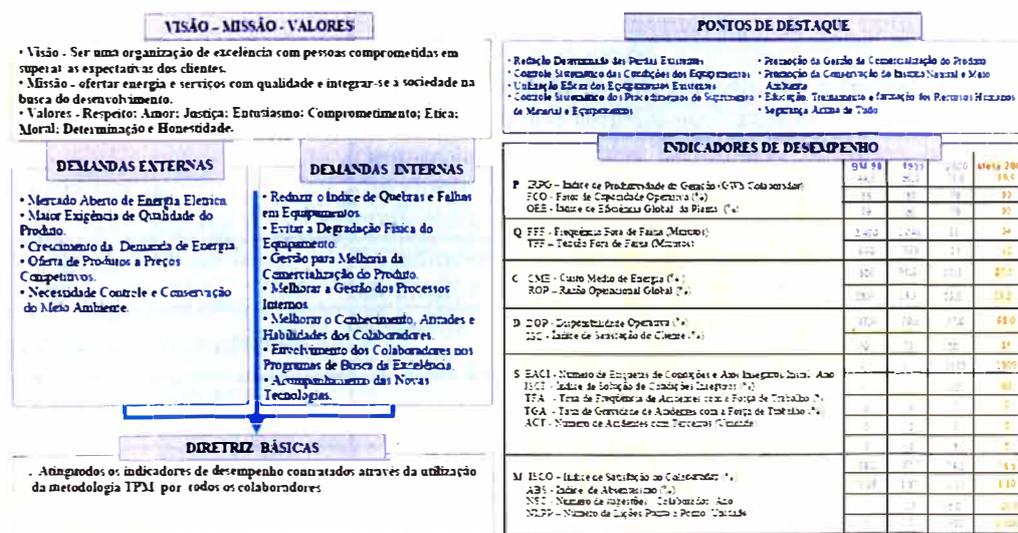


Figura 2.11 - Políticas y directrices del TPM en la Central Hidroeléctrica de Tacuruí (Noviembre de 1999)

Fase	Etapas	Contenido
Preparación	1. Dirección Superior declara la implementación del sistema TPM2	Declaración hecha a través de reunión interna y/o periódico de la empresa.
	2. Educación de introducción y campaña del TPM2	Gerentes: entrenamientos a través de Seminarios a todos los escalones de gerencia (Entrenamiento in Company). Empleados en general: reuniones de entrenamiento utilizando slides, cartillas o teatro.
	3. Formación de un modelo de organización para la estructuración del TPM2	Comité Ejecutivo. Subcomité de los Pilares. Secretaría del TPM2. Máquina modelo para entrenamiento en Mantenimiento Autónomo para gerentes y supervisores. Examen de las pérdidas - "Árbol de Pérdidas".
	4. Establecimiento de los principios básicos y metas para el TPM2	Indicadores PQCDMS Objetivos y metas por 3 -5 años
	5. Creación de un plan de implementación del TPM2	Master Plan completo desde las fases de preparaciones para la puesta en práctica, hasta el premio de Excelencia. (Opcional)
Principio	6. Kick off / Lanzamiento oficial del TPM2.	Invitación a suministradores y a empresas afiliadas y participantes.
Puesta en práctica	7. Estructuración de los Pilares	Maximizar eficiencia productiva con los Pilares iniciales.
	7.1. Mejora Enfocada	Promoción de actividades de equipo y de pequeños grupos de mejora en el local de trabajo con foco en las pérdidas.
	7.2.Mantenimiento Autónomo	Sistemas por etapas, auditorias, verificación de adecuación
	7.3.Mantenimiento Planeado	Mantenimiento Después de Avería (BDM). Mantenimiento Basado en el Tiempo (TBM). Mantenimiento Basado en la Condición (CBM). Mantenimiento por Mejora.
	7.4.Capacitación y Entrenamiento	Entrenamiento para elevar el nivel de conocimiento de los líderes producción / mantenimiento, permitiendo capacitación técnica para desarrollar habilidades de los miembros de los grupos autónomos.
	8. Control Inicial	Desarrollo de nuevos productos, equipos e procesos (productos fáciles de operar y procesos fáciles de controlar)
	9. Mantenimiento de la Calidad	Establecimiento de condiciones para eliminar defectos en productos y para mantener control de los procesos.
	10. Áreas Administrativas	Apoyo a la producción, aumentando la eficiencia de equipos y procesos.
	11. Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Cero accidentes, cero polución.
Aplicación Continua	12. Aplicación llena del TPM2 y elevación continua de los niveles.	Desafío de una meta superior a través de innovación constante.

Tabla 2.1 - Los 12 pasos para implementar el TPM.

Hay que expresar objetivos numéricos en el máximo grado posible. Al establecer objetivos, empezar por establecer bases de referencia claras. Estas deben facilitar una medición instantánea de la situación existente y expresarse parcialmente de modo cuantitativo y parcialmente cualitativo. Establecer un objetivo significa contemplar un nivel deseable de logro por encima de una línea de fondo particular. La cuestión más difícil es siempre decidir cuanto más hay que situar el objetivo por la base de referencia. Los objetivos deben ser desafiantes; pero alcanzables.

Paso 5: Diseñar un Plan Maestro TPM. Para formular un plan maestro de implementación, primero debemos decidir las actividades a ponerse en práctica para lograr objetivos TPM. Este es un paso importante. Cada empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos, y entre estos y las bases de referencia.

El TPM desarrolla sus actividades nucleares en 8 pilares fundamentales que involucra directamente a todas las áreas de una industria de proceso (figura 2.12), estos pilares son:

Pilares de confiabilidad:

- Mejora Enfocada (ME).
- Mantenimiento Autónomo (MA).
- Mantenimiento Planeado (MP).
- Capacitación y Entrenamiento (CE).

Pilares de apoyo a la gestión:

- Gestión temprana de equipos (GTE).
- Mantenimiento de calidad (MQ).
- TPM en áreas administrativas y RRHH.
- Gestión de seguridad, higiene y medio ambiente (SHE).

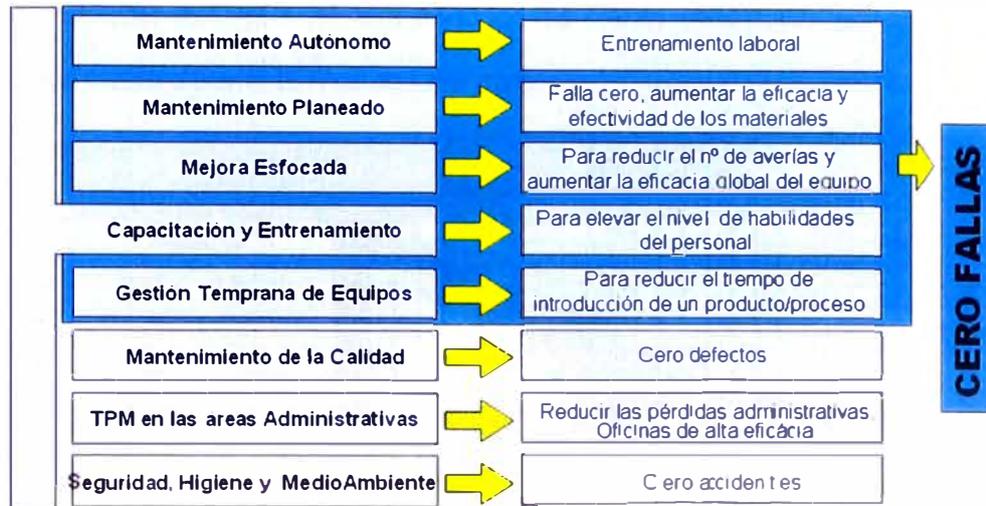


Figura 2.12 - Objetivos de los Pilares del TPM.

Otras actividades particularmente importantes en plantas de proceso específicas incluyen:

- Diagnósticos y mantenimiento predictivo.
- Gestión de equipos.
- Desarrollo de productos, diseño y construcción de equipos.

Estas actividades necesitan presupuestos y orientaciones clara. Asimismo deben supervisarse apropiadamente. Debe prepararse un programa con hitos claramente visibles para cada actividad, integrando todos ellos en el plan maestro (figura 2.13).

2.4.2. Fase de Introducción (paso 6): Saque inicial (Kick Off) del TPM

Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el saque inicial del TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral e inspire dedicación. En Japón, consiste a menudo en una reunión de todo el personal a la que se invitan a clientes, filiales y subcontratistas. En la reunión la alta gerencia confirma su compromiso de

implementar el TPM e informa de todos los planes desarrollados y el trabajo desarrollado durante la fase de preparación.

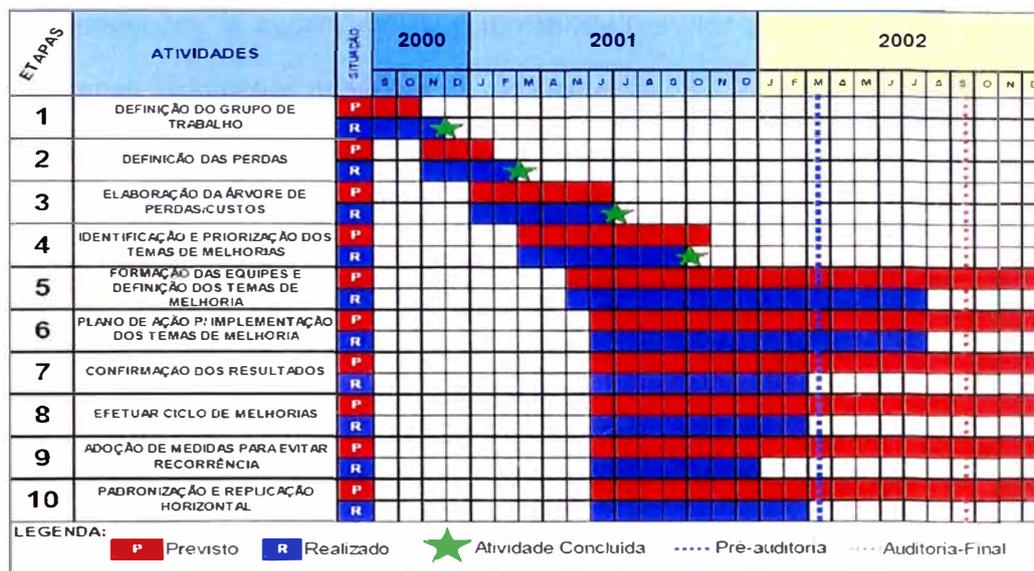


Figura 2.13 - Plan Maestro del TPM en la Central Hidroeléctrica de Tacurui (Setiembre del 2000)

2.4.3. Fase de Implementación (pasos 7-11)

Durante la fase de implementación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7 al 11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, áreas o plantas. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente. En el subtítulo 2.5, se resumen los pilares o actividades TPM fundamentales (Mejora Enfocada, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado y Capacitación y Entrenamiento).

2.4.4. Fase de Consolidación (pasos 12): Afianzar los niveles logrados y mejorar metas

En Japón, la primera fase de un programa TPM termina cuando la empresa gana un premio PM. Sin embargo, las actividades TPM corporativas no terminan aquí. Hay que continuar engarzándolas firmemente en la cultura corporativa haciéndolas cada vez más eficaces.

Una corporación crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez mas elevados. Las empresas se están esforzando en realizar planes estratégicos que garanticen la supervivencia y rentabilidad en los próximos años. Los programas TPM deben apoyarlas en este esfuerzo.

Recientemente, las corporaciones están percibiendo la importancia de no contentarse con las mejoras aportadas por su programa TPM inicial. Tales corporaciones están introduciendo una fase adicional en sus actividades con la intención de ganar en Premio PM Especial.

2.5. ACTIVIDADES FUNDAMENTALES PARA EL DESARROLLO DEL TPM

Las empresas deben seleccionar y poner en práctica actividades que logren eficiente y eficazmente los objetivos estratégicos del TPM. Aunque diferentes empresas pueden seleccionar actividades ligeramente diferentes, las más comunes son las ocho descritas a continuación. Se ha podido comprobar que rinden resultados excelentes cuando se realizan apropiadamente, y son fundamento y soporte de cualquier programa de desarrollo TPM.

2.5.1. Mejora Enfocada (paso 7.1)

La mejora enfocada⁴ incluye todas las actividades que maximizan la eficiencia global de los equipos (OEE), procesos y plantas a través de una intransigente eliminación de las pérdidas y la mejora de rendimientos.

El objetivo de la mejora enfocada es maximizar la eficiencia del sistema productivo; a través de la eliminación de las pérdidas en los procesos.

Las macro actividades que se desarrollan con este pilar son:

- Conocer las grandes pérdidas.
- Elaborar el árbol de pérdidas:
 - ✓ Definir la estructura de pérdidas aplicable a la empresa.

⁴ El concepto de "mejora enfocada" es análogo al de "actividad de mejora del equipo" del TPM de las industrias de manufactura y ensamble. Véase S. Nakajima, Programa de Desarrollo del TPM (TGP Hoshin y Productivity, Madrid de 1992).

- ✓ Manejar pérdidas (GAP's) entre la situación actual y la condición ideal.
- ✓ Valorar todas las pérdidas y cuantificar el impacto financiero.
- ✓ Divulgar los conceptos y resultados.
- ✓ Promover el dominio de la metodología para eliminación de las grandes pérdidas a través de las actividades de grupos de mejora.
- ✓ Eliminar las pérdidas, con prioridad a las que tienen mayor impacto financiero y contabilizar las mejoras implantadas.

Muchas personas preguntan cual es la diferencia entre la mejora enfocada y las actividades de mejora continua diarias que ya se vienen practicando. El punto básico a recordar sobre la mejora enfocada es que si una empresa esta haciendo ya todas las mejoras posibles en el curso del trabajo rutinario y las actividades de pequeños grupos, la mejora enfocada es innecesaria. Sin embargo, las mejoras de día a día, en la práctica, no marchan tan regularmente como sería deseable.

Las personas se quejan de estar demasiado ocupadas, que las mejoras son difíciles de hacer, o que no se les asigna suficiente presupuesto. Como resultado los problemas difíciles permanecen irresueltos, y continúan las pérdidas y el desperdicio, haciendo aún más remota la posibilidad de mejorar. La mejora enfocada pone en práctica el sistema de mejora continua llamado "Ciclo CAPDo⁵" para romper el ciclo vicioso que impide que las mejoras se implementen firmemente en los lugares de trabajo. El desarrollo de las actividades Mejora (figura 2.14), se realizan a través de los pasos mostrados:

- C: Check.
- A: Análisis.
- P: Planificación y,

⁵ El ciclo CAPDo es la técnica desarrollada por Shewart y Deming como opción para abordar los proyectos de mejora sobre los procesos propios, externos o internos.

- Do: Hacer o poner en práctica la mejora.

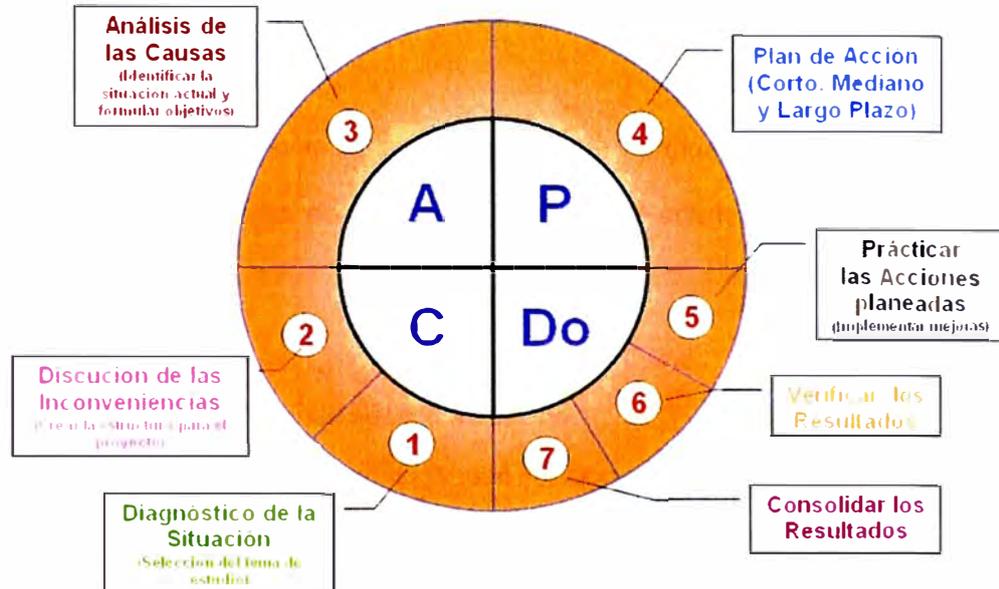


Figura 2.14 - Desarrollo de las actividades de mejora o ciclo CAPDo.

Una mejora realizada de acuerdo con este procedimiento es una mejora enfocada que se distingue de la mejora continua diaria, general. Se caracteriza por la asignación de recursos (equipos de proyecto que incluye ingeniería, mantenimiento, producción y otro personal especializado) y por un procedimiento de trabajo cuidadosamente planificado y supervisado.

A continuación detallamos las actividades más relevantes dentro de los siete pasos mostrados en la figura 2.14.

Paso 1: Selección del tema de estudio. El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios:

- Objetivos superiores de la Gerencia PQCDMS (figura 2.11).
- Problemas con el proceso productivo (fallas leves y LPP's⁶ del área de producción).

⁶ Un LPP es una Lección Punto a Punto o de punto único, sirve para transmitir conocimientos de forma puntual y concisa. Pueden ser de tres tipos: de conocimiento básico, casos de problemas o fallas y de casos de mejora.

- Criterios técnicos de especialistas (fallas graves y LPP's del área de mantenimiento).
- Relación con otros procesos de mejora continua de la empresa (Gold Medal Performance⁷).
- Mejoras significativas de la planta (Árbol de Perdidas).
- Ideas Innovadoras de los Pilares (ME, CE, Seguridad, Higiene y Medio Ambiente).
- Y otros.

Paso 2: Crear la estructura para el proyecto.

- La estructura del equipo será poli funcional: Supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, seguridad, medio ambiente, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad.
- Caracterizar correctamente el Problema: Usar la herramienta 5W+2H (figura 2.15 y anexo A / formatos).
- Identificar el GAP (situación actual y la condición ideal). Véase el ejemplo figura 2.16.
- Registrar las actividades de cada grupo de mejora (grupos KAIZEN).
- Establecer el tiempo máximo de conclusión de cada etapa del análisis.

Paso 3: Identificar la situación actual y formular objetivos

- En este paso se analiza el problema en forma general y se identifican las causas principales asociadas.
- Se usan herramientas como: Análisis causa efecto, Análisis PM (ver anexos / análisis PM), 5 Porqués, Tormenta de ideas, RCM, etc. (figura 2.17, tabla 2.2 y anexo A / formatos).
- Se debe recoger información sobre averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas asociadas.

⁷ Gold Medal Performance o GMP, es un área de Minera Yanacocha que se encarga de canalizar las ideas innovadoras propuestas por los trabajadores de todos los niveles.

- Levantar y considerar todas las hipótesis, no descartar ninguna idea en dicha etapa.
- Verificación de las hipótesis levantadas en el campo.
- Definir las acciones para corrección del problema, estableciendo los objetivos (valores numéricos que se pretenden alcanzar).

Aclarar el fenómeno (5W+2H)

- **What (qué)** – ¿Qué pasó? ¿Que es el problema?
- **When (cuándo)** – ¿Cuándo ocurrió?
- **Where (donde)** – ¿Dónde ocurrió el problema ? (Linea/Máquina/Local)
- **Who (quien)** – ¿Problema depende o no de habilidad de alguien?
- **Which (cual)** – ¿Cuál es la tendencia usted ve en el problema?
- **How (cómo)** – ¿Cómo el estado está diferente del normal (óptimo)?
- **How many** – ¿Cuánto afecta el problema? ¿En cuánto tiempo?

Figura 2.15 - Herramienta de las 5W's + 2H's, para caracterizar el problema.

GASTO POR MANTENIMIENTO DEL CONTROLADOR DE CLORO

COSTO DE MATERIALES		
Descripción	# de Parte	Costo
Tarjeta Display	19073	520
Tarjeta Power Supply	A-1549	855
Tarjeta Display	A-1605	375
Tarjeta Logic Multipunto	A-1448	174
Sub Total		2224

COSTO MANO DE OBRA		
Descripción	Horas	Costo
HH de Mantenimiento por cambio	8	80
Sub Total		80

COSTO DE OPERACIONES		
Descripción	Perdida	Costo
Flujo no tratado	No estimado	
Perdida en reactivos por parada	No estimado	
Sub Total		0

TOTAL	2304
--------------	-------------

Total de Equipos de Eliminación	4
--	----------

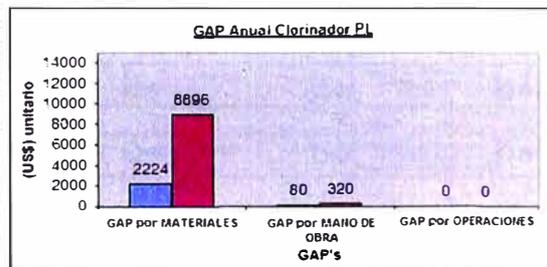


Figura 2.16 - Ejemplo de identificación del costo de la perdida GAP (Mejora en el mantenimiento del controlador de cloro Merrill Crowe de Minera Yanacocha Junio 2006).

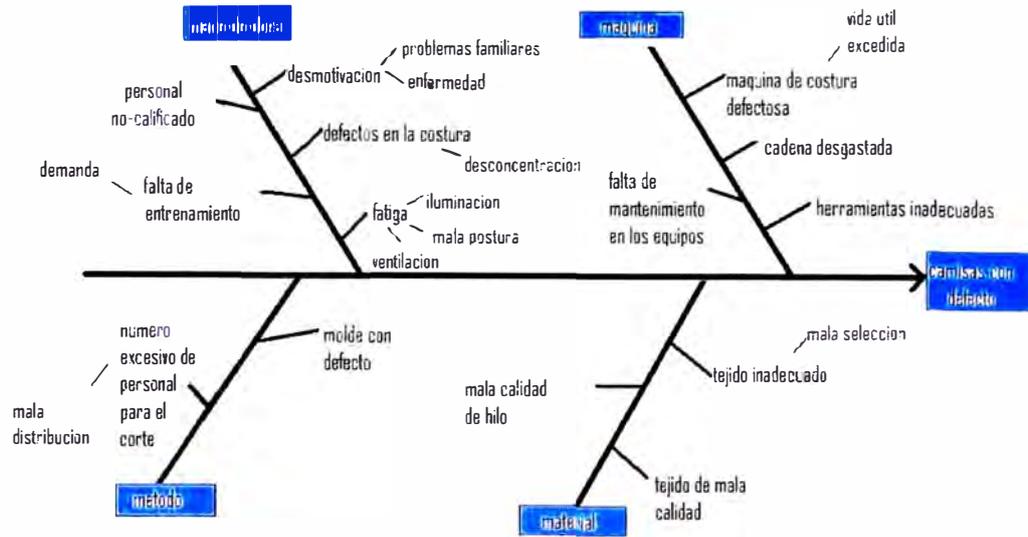


Figura 2.17 - Diagrama causa efecto (Ishikawa) o espina de pescado.

TABLA DE ANALISIS DE LOS POR QUÉS			FECHA DE ANALISIS		MIEMBROS		OBSERVACIONES		
NOMBRE DEL EQUIPO	LINEA DE ACABAMIENTO PRENSA DE 100 T nº 1	LOCAL DA INCONVENIENCIA	CILINDRO HIDRAULICO	FENOMENO DA INCONVENIENCIA	LLEVASE TIEMPO PARAL A ELEVACION DE LA PRECION Y DEBIDO AL LARGO TIEMPO DE CICLO ESTA SE REDUCIENDO EL INDICE OPERACIONAL (OCORRE PRINCIPALMENTE EN EL VERANO)		<input type="radio"/> MEDIDO AL BUENO RESULTADO VERIFICADO EN LA INSPECCION LA ANALISIS ESTA CONCLUIDA <input type="radio"/> MEDIDO AL MALO RESULTADO VERIFICADO EN LA INSPECCION LA ANALISIS TENDRA PROSEGUIMIENTO PROSEGUIR HACIENDO LA MARCA ✓		
1º ROUND		2º ROUND		3º ROUND		4º ROUND		5º ROUND	
A	POR QUE LLEVA TIEMPO PARA LA ELEVACION DE LA PRESION ? PORQUE LA CAPACIDAD DE LA BOMBAS ESTA REDUCIDA	¿ PORQUE LA VISCOSIDAD DEL ACEITE ESTA BAJA	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
B	POR QUE ?	○ PORQUE EL FILTRO DE SUCCION ESTA TAPADO	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
C	POR QUE ?	○ POR QUE EL AIRE ESTA SIENDO INSUFLADO CON MUCHA CANTIDAD DE ACEITE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
D	POR QUE ?	○ POR QUE LA INGENIERIA DE LA BOQUA ESTA CON DESHASTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
E	POR QUE ?	○ POR QUE ?	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
F	POR QUE ?	○ PORQUE EL CILINDRO DE ACEITE ESTA CON ESCAPES	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
G	POR QUE ?	○ PORQUE EL O-RING ESTA QUEBRADO	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE
H	POR QUE ?	○ PORQUE A VALVULA SOLENODE ESTA ENFUNDADA	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE HIDRAULICO SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA TEMPERATURA DEL ACEITE SE ELEVA	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE	○ PORQUE LA REFRIGERACION DEL CAMBIADOR DE CALOR ES INSUFICIENTE

Tabla 2.2 - Análisis de los porqués, para encontrar las posibles causas del fenómeno.

Paso 4: Formular Plan de Acción

- Elaborar un Plan para implementar acciones establecidas 3W's / 5W+2H. (tabla 2.3 y anexo A / formatos).

- Definir los Plazos limites de termino de las acciones (planes a corto, mediano y largo plazo). (tabla 2.4).
- Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especialista, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operadores.
- Dividir las actividades entre los componentes del grupo, involucrando a otras personas.



SITE/DEPT/AREA: TPM2
TEMA: 01 Mar 2006
FECHA:

What (QUE)
Who (QUIEN)
When (CUANDO)

3W FORM

ITEM	WHAT	PRIORITY	WHO	WHEN (complete)		COMMENTS
				Target	Actual	
1	Pizarra para Superintendente (01)		Richard, Henry, Fernando	8 Marzo		M.A.
2	Pizarras para Autónomos (06)		Carlos, Richard, Fernando	8 Marzo		M.A.
3	Pizarra para Jefe Gral. Operaciones (01)		Carlos, Richard, Fernando	8 Marzo		M.A.
4	Pizarras para Mantenimiento Planeado (02)		Henry, Rolando	8 Marzo		M.P.
5	Pizarra para Mejora Especifica (01)		Jaime	8 Marzo		M.E.
6	Definir ubicación de pizarras M.A. en líneas de producción		Carlos	8 Marzo		
7	Programación y Planeamiento de cursos de Mantenimiento Autónomo		Richard, Fernando, Henry	2 Marzo		
8	Dictado de cursos de Mantenimiento Autónomo		Carlos, Richard, Fernando			
9	Recolectar LPP's		Henry, Richard, Fernando			
10	Listar todos los proyectos de mejora en proceso y definir pérdidas a eliminarse para mejorar en la planta, alineados a los objetivos de la planta.		Jaime	8 Marzo		M.E.

Tabla 2.3 - Ejemplo del uso de las 3W's en Minera Yanacocha.

Wich (Cual)	What (Que)	Where (Donde)	Who (Quien)	How (Como)	How Much (Costo)	When (Cuando)										
						Semana										
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4-01	Cambio de tuerca 5 por 7	Tapa de aceite	Persona de la operación	Cambio de turno 5 minutos	\$ 150.00						CP					
4-02	Instalación de diábradizas	Protección de domos	Persona de mantenimiento	Durante la detención para setup 30 minutos	\$ 300.00							MP				
4-03	Cambiar la posición de manómetro	En la salida de bomba de aceite	Persona de mantenimiento	Durante detención programada 120 minutos	\$ 50.00											LP

Tabla 2.4 - Ejemplo del uso de las 5W's + 2H's para definir acciones de mejoras.

Paso 5: Implantar Mejoras

- Ejecutar el Plan de acción de acuerdo a prioridades.

- Seguir frecuentemente el avance de las acciones realizadas en relación a lo previsto.
- Aclarar el motivo de los cambios a todos los involucrados, para garantizar su efectividad.
- Comprobar la implantación de cada mejora.

Paso 6: Verificar los Resultados

- Confirmar si los resultados alcanzaron los objetivos establecidos.
- Si es necesario, aplicar una evaluación a otros niveles (otras guardias, otros comités, etc.).
- Si las metas no se alcanzaron, volver a la paso 3 y detallar más el análisis.
- Si fuera necesario flexibilizar y replantear los objetivos.

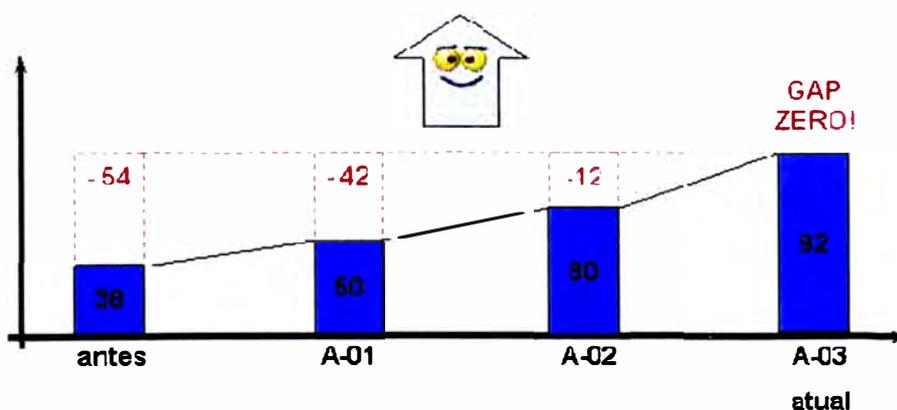


Figura 2.18 - Verificar los resultados de las mejoras implementas.

Paso 7: Consolidar los resultados

- Aplicar medidas para prevenir recurrencias del problema y para asegurar la efectividad de los resultados en el tiempo.
- Establecer estándares e incluir puntos clave en rutinas de inspección y chequeo.
- Revisar y actualizar los procedimientos.
- Feedback para próximos proyectos.

- Elaborar Estándares provisorios y/o LPP's para cada mejora implementada (figura 2.19 y anexo A / formatos).
- Divulgar y hacer reconocimiento del grupo.
- El líder y/o facilitador del Pilar ME, archivará los resúmenes de cada grupo.



ESTANDAR PROVISORIO (INSPECCIÓN - LIMPIEZA - LUBRICACIÓN)		REACTOR CLARIFICADOR #001		LUBRIFICACIÓN	
	INSPECCIÓN	1	2	3	4
	LUBRIFICACIÓN	5	6	7	8

Figura 2.19 - Lecciones punto a punto (LPP) y Estándar Provisorio, como resultado de las mejoras.

La mejora enfocada intenta eliminar toda clase de pérdidas, por tanto es importante identificar y cuantificar esas pérdidas. Entiéndase como pérdida la diferencia entre la situación actual y la ideal de un parámetro.

Con el método tradicional de identificar pérdidas, se analizan estadísticamente los resultados para identificar los problemas, y luego se investiga y rastrea hacia atrás para encontrar las causas. El método adaptado por el TPM asume un enfoque práctico y se centra en examinar directamente los inputs de la producción como causas. Examina los cuatro inputs principales del proceso de producción (activos de la empresa): equipo, materiales, personas y métodos. Además considera como pérdida cualesquiera deficiencias de estos inputs. La figura 2.7 muestra las diferentes pérdidas asociadas a los activos de una empresa.

El árbol de pérdidas⁸, es el resultado del análisis de los procesos, subprocesos y actividades que definen a una planta.

Es una tarea fundamental de los líderes de la planta saber y reconocer las pérdidas que se tienen en su proceso productivo (figura 2.20).

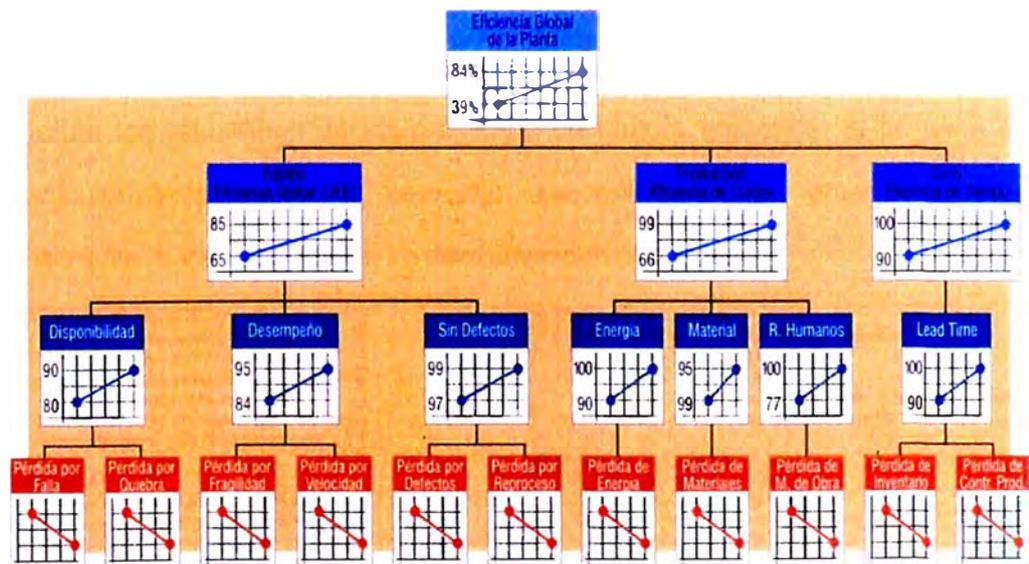


Figura 2.20 - El árbol de pérdidas define las pérdidas mayores y las refleja al nivel de piso de planta en forma de cascada.

⁸ Véase “Análisis de Pérdidas Productivas en un Proceso Industrial” (TGP Hoshin y Productivity, Madrid de 1992).

La tabla 2.5 relaciona diez pérdidas principales y temas de mejora asociadas usadas en una planta de proceso particular.

Pérdida	Ejemplos de temas de mejora enfocada
1. Pérdidas por fallas en equipos	Eliminar las fallas mejorando la construcción de los cojinetes de eje principal de los separadores de producto.
2. Pérdidas por fallas en procesos.	Reducir el trabajo manual evitando la obstrucción de electrodos del medidor de pH en aparatos de descoloración.
3. Pérdidas por tiempos perdidos y pequeñas paradas	Aumentar la capacidad de producción reduciendo disfunciones de descargadores de separadores.
4. Pérdidas por velocidad de los equipos y/o procesos.	Incrementar la tasa de rendimiento mejorando el montaje de los agitadores en los cristalizadores.
5. Pérdidas por defectos en los procesos	Evitar la contaminación con materiales extraños mejorando la lubricación de cojinetes intermedios en transportadores de producto tipo tornillo.
6. Pérdidas por arranque y rendimiento.	Reducir las pérdidas de producción normal mejorando el trabajo de remezcla durante el arranque.
7. Pérdidas de energía.	Reducir el consumo de vapor concentrado y la alimentación de líquido en el proceso de cristalización.
8. Pérdidas por defectos de calidad	Eliminar las quejas de clientes evitando la adhesión del producto que resulta de la absorción de humedad por los sacos de producto de papel Kraft.
9. Pérdidas por fugas y derrames	Incrementar el rendimiento del producto mejorando el débil soporte de los cojinetes en los elevadores de cangilones.
10. Pérdidas por trabajos manuales o retrabajos.	Reducir el número de trabajadores automatizando la recepción y aceptación de materiales auxiliares.

Tabla 2.5 - Ejemplo de pérdidas principales y temas de mejora asociadas.

Para evaluar los resultados logrados a través de la mejora enfocada se deben evaluar los seis outputs de la producción (PQCDSM) tan cuantitativamente como sea posible. La tabla 2.6 ofrece un ejemplo de cómo deben descomponerse estos resultados principales (indicadores). Comúnmente, los grupos de mejora usan indicadores como los mostrados en la figura 2.18 para evaluar los resultados de los proyectos de mejora enfocada. Si un tema es particularmente grande o complejo, los resultados se entenderán más fácilmente si los indicadores se descomponen aún más.

<p>P (Indicador de Productividad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de la productividad del personal 2. Aumento de la productividad del equipo 3. Aumento de la productividad del valor añadido 4. Aumento del rendimiento de productos 5. Aumento de la tasa de operación de la planta 6. Reducción del número de trabajadores. <p>C (Indicador de Costos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de horas de mantenimiento. 2. Reducción de costos de mantenimiento 3. Reducción de costos de recursos (reducción de consumos unitarios) 4. Ahorros de energía (reducción de consumos unitarios) <p>S (Indicador de Seguridad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción del número de accidentes con baja laboral 2. Reducción del número de otros accidentes 3. Eliminación de incidentes de polución 4. Grado de mejora en requerimientos de entorno legales 	<p>O (Indicador de Calidad)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de la tasa de defectos de proceso 2. Reducción de quejas de clientes 3. Reducción de tasa de desechos 4. Reducción del costo de medidas contra defectos de calidad 5. Reducción de costos de reprocesamientos <p>B (Indicador de Entregas)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de entregas retrasadas 2. Reducción de stocks de productos 3. Aumento de tasa de rotación de inventarios 4. Reducción de stocks de repuestos <p>M (Indicador de Moral)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento del número de sugerencias de mejora 2. Aumento de la frecuencia de las actividades de pequeños grupos 3. Aumento de número de hojas de lecciones de punto a punto 4. Aumento del número de irregularidades detectadas
---	---

Tabla 2.6 - Muestra de indicadores para evaluar los outputs de producción.

Finalmente, los grupos de mejora (KAIZEN) deben trabajar para que la mejora se mantenga en el tiempo y se hagan las replicas horizontales necesarias. El líder el Pilar debe promover los resultados en pizarras visibles para toda la planta (figura 2.21).

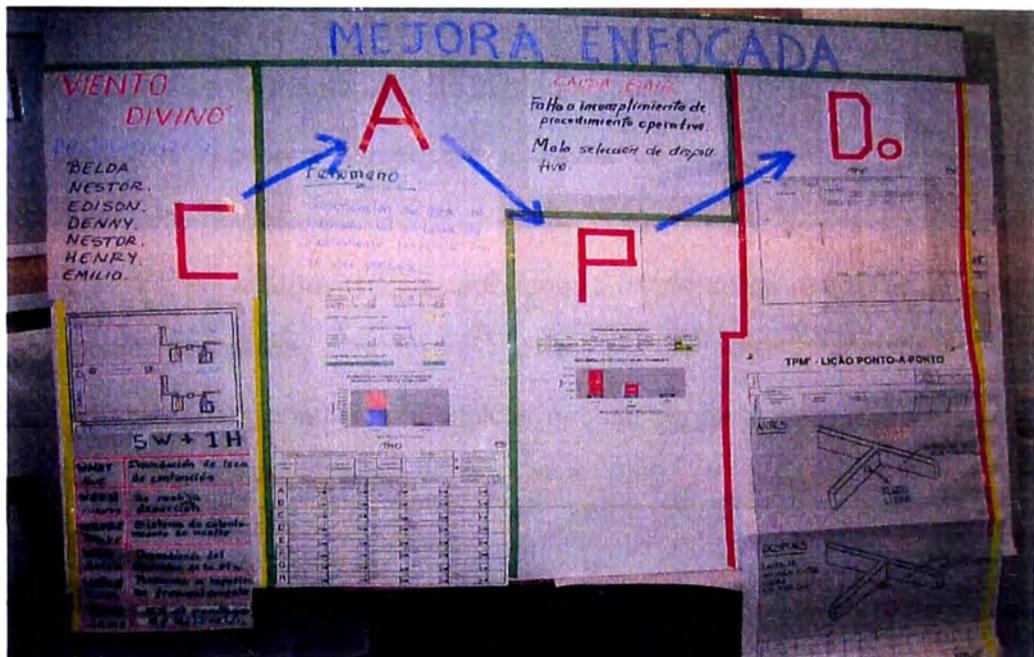


Figura 2.21 - Ejemplo de pizarras KAIZEN. (Minera Yanacocha Julio del 2006).

2.5.2. Mantenimiento Autónomo (paso 7.2)

El TPM mejora los resultados empresariales y crea lugares de trabajos agradables y productivos cambiando el modo de pensar y trabajar con los equipos de todo el personal. El mantenimiento autónomo (mantenimiento realizado por el departamento de producción) es uno de los pilares más importantes del TPM.

Este paso es de extrema importancia, pues es el punto de partida de la puesta en práctica efectiva del TPM.

Actúa con el enfoque en el HOMBRE de operación, cambiando su visión sobre el trabajo, capacitándolo y habilitándolo para la GESTIÓN AUTÓNOMA.

Eso significa que el operador pasa a tener el dominio sobre equipos, pudiendo tanto prever “señales de defectos” y “señales de fallas”, como tomar medidas necesarias para evitar que esos factores embrionarios se desarrollen y se transformen en problemas graves.

Y todo se resume por la frase “de mi maquina me encargo yo”. Los objetivos de un programa de mantenimiento autónomo son:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- Llevar a los equipos a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente.

Actualmente, a menudo es conflictiva la relación entre los departamentos de producción y mantenimiento. Cuando para la producción debido a fallas de los equipos, el departamento de producción se queja amargamente: “Mantenimiento no hace bien su trabajo”; “Tarda demasiado tiempo en reparar el equipo”; o “Este equipo es tan anticuado, que no hay que maravillarse porque se averíe”. Asimismo., proclaman que están demasiado ocupados para hacer los vitales chequeos diarios.

Paralelamente, el departamento de mantenimiento critica al de producción: “Preparamos los estándares, pero no hacen lo chequeos”; “No saben como operar apropiadamente los equipos” o “No lubrican las maquinas”. El departamento de mantenimiento excusa sus propias fallas diciendo que tiene demasiadas reparaciones por hacer y le falta personal. Finalmente se saca el as bajo la manga: “Desearíamos poner en practica el mantenimiento correctivo, pero no tenemos dinero para eso”. Con estas actitudes en ambos

lados, no hay modo de alcanzar el objetivo de un buen mantenimiento: detectar y tratar rápidamente las anomalías en los equipos.

El departamento de producción debe abandonar la mentalidad “Yo opero y tu reparas”, y asumir responsabilidades de los equipos y la de evitar su deterioro. Solo así el departamento de mantenimiento podrá aplicar apropiadas técnicas de mantenimiento especializado que asegurarán un mantenimiento eficaz.

Las actividades pensadas para lograr las condiciones óptimas en el equipo y maximizar su eficiencia global se refiere bien a mantener el equipo o a mejorarlo. La figura 2.22 resume algunas técnicas y actividades de mantenimiento.

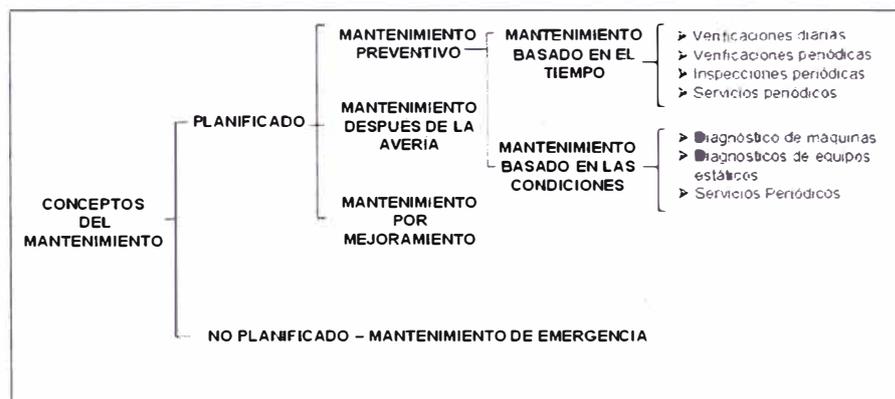


Figura 2.22 - Técnicas y actividades de mantenimiento.

La guía y apoyo apropiados del departamento de mantenimiento son indispensables para establecer el mantenimiento autónomo y hacerlo una parte eficaz del programa de mantenimiento. Las tareas más importantes son:

- Facilitar instrucciones en técnicas de inspección y ayuda a los operarios a preparar estándares de inspección (puntos a chequear, intervalos de chequeo, etc.).
- Facilitar formación en técnicas de lubricación, estandarizar tipos de lubricantes y ayudar a los operarios a formular estándares de lubricación (puntos de lubricación, tipos de lubricantes, etc.).

- Tratar rápidamente el deterioro, las pequeñas deficiencias y las deficiencias en las condiciones básicas del equipo (por ejemplo, realizar prontamente el trabajo de mantenimiento identificado por lo operarios).
- Dar asistencia técnica a las actividades de mejora tales como eliminar las fuentes de contaminación, hacer más accesible las áreas difíciles para la limpieza, lubricación e inspección y mejorar la eficacia del equipo.
- Organizar las actividades de rutina (reuniones de mañana, rondas para recibir ordenes de trabajos de mantenimiento, etc.).

El manteniendo autónomo se implementa en siete pasos (figura 2.23), empezando por la limpieza inicial y procediendo regularmente hasta la plena autogestión. Con ello se pretende establecer las condiciones de proceso óptimas aplicando repetidas interacciones del ciclo de dirección para la mejora continua (CAPDo).

Los pasos del 1 al 3 dan prioridad a suprimir los elementos que causan el deterioro, establecer y mantener las condiciones básicas del equipo. Paralelamente, los objetivos de estos pasos son conseguir que los operarios se interesen y responsabilicen por sus equipos.

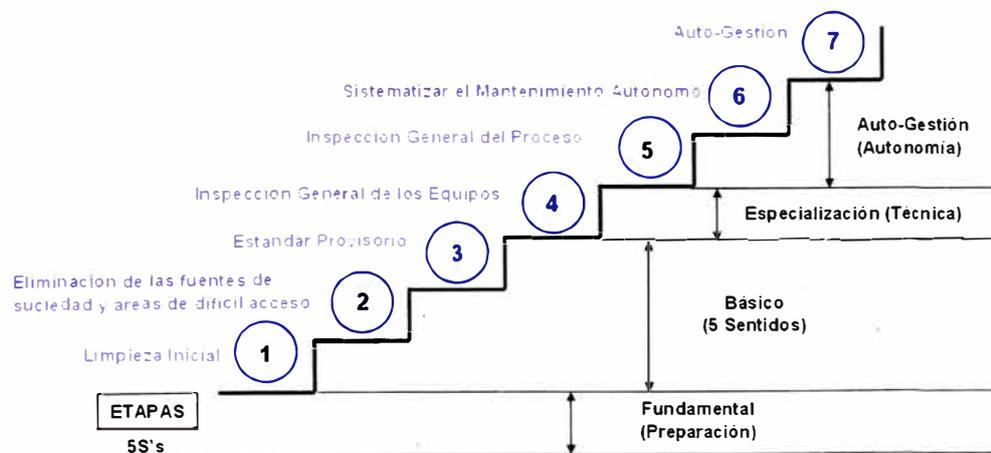


Figura 2.23 - Siete pasos para la implementación del Mantenimiento Autónomo.

En los pasos 4 y 5, los líderes de grupos enseñan procedimientos de inspección a sus miembros, y la inspección general se amplía desde las unidades de equipos individuales a procesos enteros. Los objetivos de estos pasos son reducir averías y formar a operarios que comprenda y dominen a fondo sus equipos y procesos.

Los pasos 6 y 7 están pensados para reforzar y elevar el nivel de mantenimiento autónomo y actividades de mejora, estandarizando sistemas y métodos y ampliando la esfera de acción desde los equipos a otras áreas tales como los almacenes, etc. El objetivo último de estos pasos es una organización robusta y la cultura en la que cada lugar de trabajo es capaz de autogestionarse.

Paso 1: Limpieza inicial (inspección)

Los problemas causados al equipo por falta de limpieza son:

- La infiltración de materiales extraños en las partes móviles de la máquina podrá provocar desgastes excesivos, obstrucciones, fugas, fallas en la operación, reducción de precisión, etc.
- La suciedad y materias extrañas pueden impedir la alimentación y distribución de materiales, ocasionando productos defectuosos, operación en vacío y necesidad de pequeñas reparaciones.
- En componentes electro/electrónicos, la suciedad podrá causar paradas tales como corto circuito, quema de placas electrónicas, causando parada demorada de la máquina, además de elevar los costos de mantenimiento.

En la limpieza inicial, además de eliminar la basura y suciedad que se forman junto a los equipos, debemos:

- Lubricar.
- Ajustar elementos de sujeción.
- Identificar problemas y

- Realizar las respectivas reparaciones.

En esta etapa se usan tarjetas de anomalías (figura 2.24 y anexo A / formatos) para identificar la anomalía/inconveniencia encontrada. En la etiqueta son registrados:

- La descripción de la inconveniencia / anomalía.
- El lugar / sector / subconjunto del equipo donde es pegada la etiqueta.
- Identificación de las etapas de MA.
- Prioridad A/B/C. Esto va de acuerdo a la criticidad de la anomalía y al tiempo de reparación.
- Quién detecta la anomalía y la fecha

Los criterios para la colocación de las Tarjetas son:

- Etiqueta Azul: Para la inconveniencia / anomalía que el operador se juzga con competencia y habilidad para resolver el problema. Esta anomalía es resuelta por los operarios.
- Etiqueta Roja: Para la inconveniencia / anomalía que el operador juzga no tener competencia, habilidad o herramientas adecuadas para resolver el problema. Esta anomalía es resuelta por personal especializado de mantenimiento.



Figura 2.24 - Tarjetas de anomalías (roja y azul).

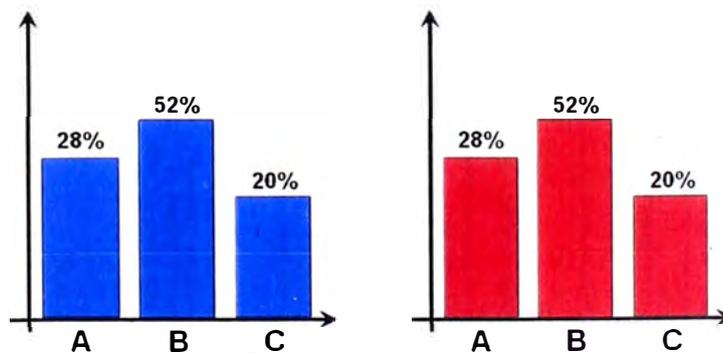


Figura 2.25 - Ejemplo de reporte de anomalías en equipos con tarjetas.

Después de haber hecho campañas de limpieza en la planta debemos estratificar las tarjetas por lugar y tipo de la anomalía (figura 2.26, 2.27, 2.28 y tabla 2.7).

Etiqueta Azul	Etiqueta Roja	Total de Etiquetas
%	%	%

Figura 2.26 - Registro de tarjetas por responsabilidad de ejecución.



Describir los criterios de prioridad:

- A -
- B -
- C -

Figura 2.27 - Estratificación por criterio de prioridad de levantamiento.

TIPOS DE ANOMALIAS		FALLOS MINUSCULOS	CONDICIONES BÁSICAS	LOCAL DE DIFÍCIL ACCESO	FUENTE DE SUCIEDAD	ORIGEN DE DEFECTOS DE CALIDAD	OBJETOS INNECESARIOS NO URGENTES	LOCAL INSEGURO	NUMERO DE CASOS
		Ciclos dades , daño, terremoto, adherencia, deformación, ruido anormal, calentamiento, vibración anormal	Huelgo, trepidación, cacka, falta de aceite, mala calidad de aceite, baja calidad del aceite	Local de difícil acceso para limpieza, trabajo y operación de lubricación, reglas, cambio de línea	Fuga y/o dispersión de aceite, agua, aire, material prima, rebaba, etc.	Origen de defectos como material extraño en el producto, daño, problemas con precisión, apariencia exterior, composición, etc.	Tubería, valvulas, aparatos de medición, instrumentos eléctricos, herramientas, piezas de repuesto, etc.	Escalera, superficie irregular, protuberancias, locales altos, partes altas, capas, productos tóxicos, etc.	
ANOMALIAS EN EL EQUIPO	Capa, capa de seguridad, puerta, tubería, motor eléctrico								
CONDICIONES DE TRABAJO	Parte interior das capas, puertas, canales de transporte, orificio de inspección, etc.								
UNIDADES DE CONTROL	Unidad hidráulica, panel de control, conjunto de 3 componentes, etc.								
CONDICIONES DE TRABAJO	Instrumentos de medición, planilla y herramientas, bancada de operación, limparas, etc.								
CONDICIONES DE TRABAJO	Canales de transporte, correa, plataforma grúa, etc.								
CONDICIONES DE TRABAJO	Piso, soporte, piso, paredes, techo, escaleras, etc.								
	Numero de casos								

**Estratificar las etiquetas por
LUGAR y TIPO
de anomalía encontrada en el equipo.**

Tabla 2.7 - Formato para estratificación por lugar y tipo de anomalía.

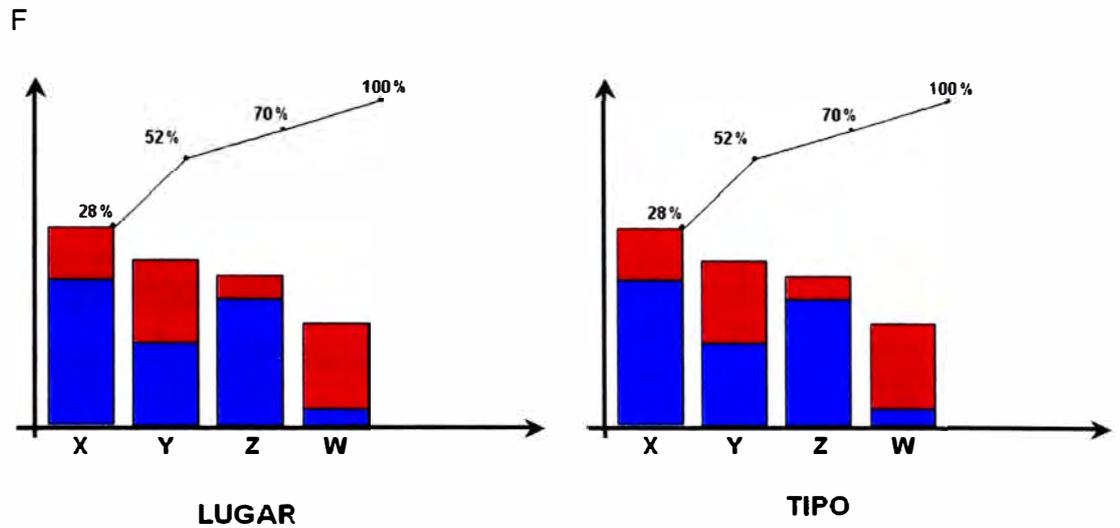


Figura 2.28 - Análisis de Pareto de tarjetas de anomalías.

Para hacer una buena gestión de las tarjetas debemos contar con un procedimiento de administración de las mismas; ya que sabemos que las tarjetas azules serán responsabilidad de los operadores y las rojas del personal de mantenimiento. En la figura 2.29 muestra el procedimiento usado en Minera Yanacocha.

Adicionalmente al reporte de anomalías debemos confeccionar LPP's según lo necesario y estándares provisorios, que podrán ser revisados más adelante en el paso 3.



PROCEDIMIENTO: USO DE TARJETAS DE ANOMALÍAS

Yanacocha

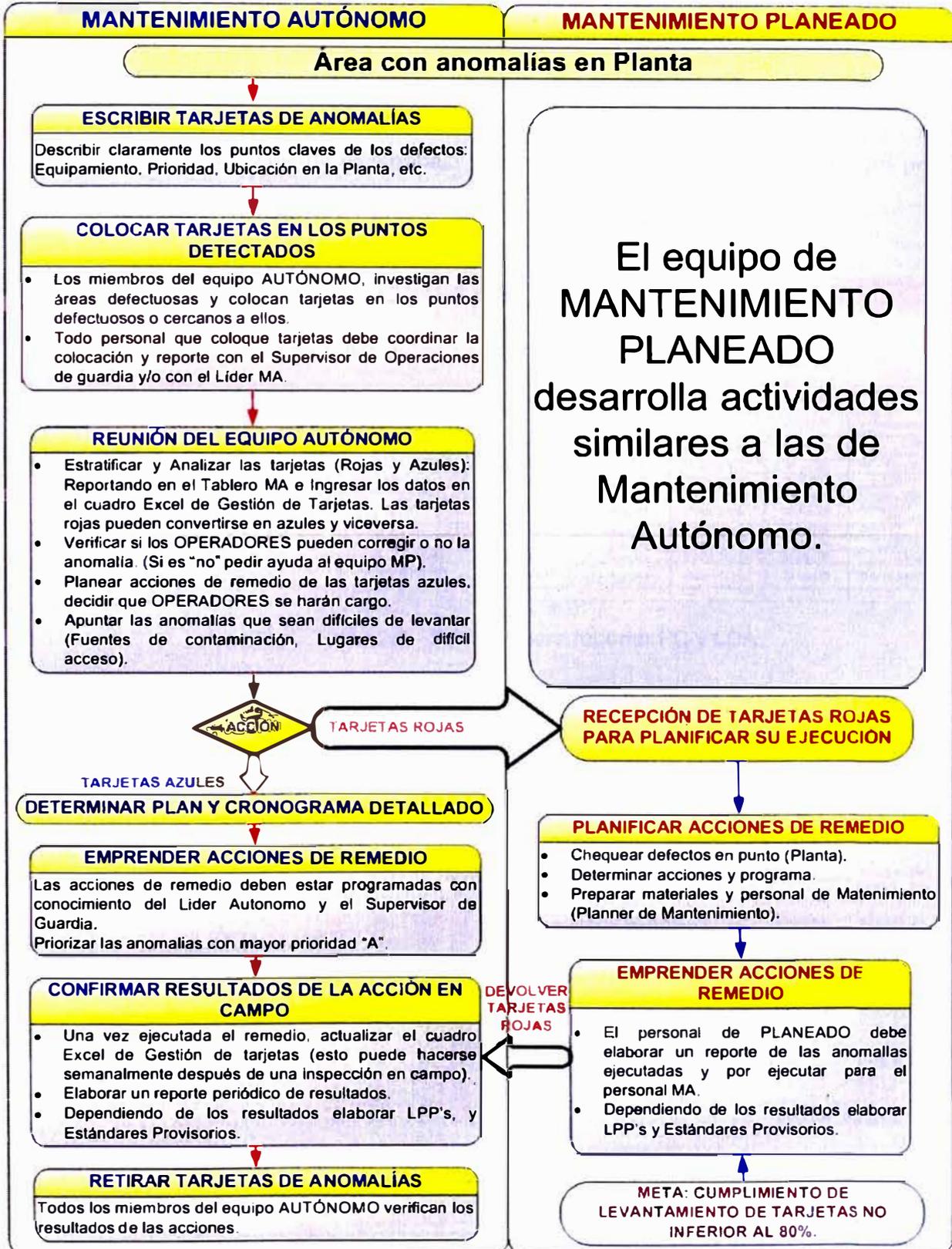


Figura 2.29 - Procedimiento de gestión de tarjetas de anomalías.

Finalmente, registrar los lugares de difícil acceso (LDA) y las fuentes de contaminación (FC) encontradas en toda la zona piloto donde se este aplicando la metodología. Este reporte será el fundamento de las actividades para el siguiente paso. Ve tabla 2.8, 2.9 y 2.10; y figuras 2.30 y 2.31.

En la parte final de este trabajo (anexo A) encontrará los formatos usados por Minera Yanacocha en la actualidad.



FUENTES DE CONTAMINACIÓN



ITEM	FECHA	FUENTES DE CONTAMINACION (FC)	LINEA DE PRODUCCIÓN	ENCONTRADO POR	RESPONSABLE	FECHA DE EJECUCIÓN	COMENTARIOS
1	Jul-06	Rebose de solución por chute de zarandas de Trenes Adsorción	CIC	Grupo MA	Edison Quiroz	23-Sep-06	Moja las paredes exteriores de Piscina Barren
2	Jul-06	Fuga de cianuro cc por líneas de dosificación a Columnas 1 de trenes de adsorción	CIC	Grupo MA	Edison Quiroz	24-Aug-06	Accesorios de líneas
3	Jul-06	Fuga de solución por sellos de Bombas Barren	CIC	Grupo MA	Edison Quiroz	23-Sep-06	Codigos BOGLMV101 102 103 104
4	Jul-06	Carbón fino en TK Superfina 1291-TK-12108	CIC	Grupo MA	Patricio Alva	21-Jul-06	1291-TK-12108
5	Jul-06	Carbón fino y Grueso en TK Intermedia	CIC	Grupo MA	Patricio Alva	21-Jul-06	1291-TK-120105
6	Jul-06	Fuga por sellos de Bombas Super.Rica Moyno	CIC	Grupo MA	Edison Quiroz	24-Oct-06	Codigos SBPCAD46 y 047
7	Jul-06	Furga de agua de Compresoras. descarga hacia losa de contención	CIC	Grupo MA	Patricio Alva	31-Aug-06	Codigos de compresoras SPPCA101 y 102
8	Jul-06	Rebose de piscina barren al Trench	CIC	Grupo MA	Patricio Alva	31-Aug-06	
9	Jul-06	Exterior de TK soda. presencia de sarro	CIC	Grupo MA	Patricio Alva	21-Aug-06	129-TK-12109
10	Jul-06	Encalchamiento de intercambiador de calor APV	CIC	Grupo MA	Edison Quiroz	24-Oct-06	ITIMOS101
11	Jul-06	Fuga de solución por sellos. estopas. de bombas transferencia carbón	CIC	Grupo MA	Edison Quiroz	23-Sep-06	Tren 04 SBPCAD54 y 055

Tabla 2.8 - Formato para reportar FC y LDA.



REPORTE DE TARJETAS ROJAS DE ANOMALIAS



Planta: Pampa Larga

N° Tarjeta	Etapa Autonomo	Prioridad	Equipamiento	Codigo Elipse (N° TAG)	Linea Prod	Mes Repor	Año Reporte	Encontrado por	Descripción del Problema	Responsable	Estatus Actual	Fecha Ejecución	
												Mes Ejec	Año Ejec
2	1	A	Bomba Recirculación	PU-09274	CIC	Junio	2005	Alvaro De	Fuga de solución por sello mecánico	MANTEENIMIENTO	Planado	Junio	2005
4	1	B	Valvula OCV	PU-12272	CIC	Junio	2005	Benito Llanos	Fuga de solución por sello mecánico	MANTEENIMIENTO	Planado	Junio	2005
65	1	A	Bomba Recirculación	PU-9210	Memfil	Julio	2005	Carlos Alcazudo	Fuga de solución por sello mecánico	MANTEENIMIENTO	Planado	Julio	2005
56	1	B	Bomba Heeper	3215-PU-	Memfil	Julio	2005	Roger Cheque	Fuga de solución por sello mecánico	MANTEENIMIENTO	Planado	Julio	2005
78	1	A	Valvula V	4342	CIC	Agosto	2006	Luis Cabellos	Fetivar parlantes	MANTEENIMIENTO	Planado	Agosto	2006
35	1	B	Check	PU-05210	ELVTP1	Agosto	2006	Antonio Roncal	Fuga de solución por sello mecánico	MANTEENIMIENTO	Planado		
34	1	B	Motor Sincrono	OCV junta	Refinera	Agosto	2006	Mano	Fuga de solución por regulador de valvula	MANTEENIMIENTO	Planado		
7	1	B	Tuberia de acido	PU-08273	Refinera	Agosto	2006	Antonio Roncal	Fuga de solución por sello y por valvula OCV	MANTEENIMIENTO	Planado		
1	1	C	Agtador	PU-08271	CIC	Agosto	2006	Yru Cortez	Fuga de solución por sello de bomba y fuga por valvula	MANTEENIMIENTO	Planado	Setiembre	2005
34	2	B	Bomba vacío	r444r	Pond	Agosto	2006	Antrayo	Falta colocar línea de agua en area de piscina	MANTEENIMIENTO	Planado	Setiembre	2005
1	2	C	Filtro	r03	Pond MQ	Setiembre	2006	MANTEENIMIENTO	Falta retirar Parantes del area	MANTEENIMIENTO	Planado		
45	2	B	Edific	0667	Pond	Setiembre	2006	Antonio	Falta de lempo de seguridad de protección de acidos	MANTEENIMIENTO	Planado		
49	2	B	Edific	0611111	Pond MQ	Octubre	2006	Roger Cheque	Retor: manguera conectada a bomba PU-9212 hacia	MANTEENIMIENTO	Planado	Octubre	2006
47	2	C	asad	065576	CIC	Octubre	2006	Antonio	Cuando se realiza mantenimiento se deja sucio	MANTEENIMIENTO	Planado	Octubre	2006
58	1	B	Desflicador 1	PU-05210	Memfil	Enero	2006	Wilmer Tacilla	Fuga de Zinc por bascula	MANTEENIMIENTO	Planado		
66	1	A	Motor Sincrono	erover	Memfil	Enero	2006	Yru Cortez	Fuga de solución por sello mecánico	MANTEENIMIENTO	Planado		
77	1	B	Tuberia de acido	acrieter	Memfil	Enero	2006	Segundo	Fuga de solución por regulador de valvula	MANTEENIMIENTO	Planado		
46	1	B	Agtador	0603	CIC	Febrero	2006	Luis Chauspas	Fuga de solución por sello y por valvula OCV	MANTEENIMIENTO	Planado		
56	2	B	Bomba vacío	g01gs	Memfil	Febrero	2006	Martín Cortés	Fuga de solución por sello de bomba y fuga por valvula	MANTEENIMIENTO	Planado	Marzo	2006

Tabla 2.9 - Formato para reporte de anomalías para mantenimiento.

Encontrado por: (All) Responsable: (All) Año Repor: 2005 Línea Prod: (All)

TARJETAS ROJAS DE ANOMALIAS: REPORTADAS Y EJECUTADAS

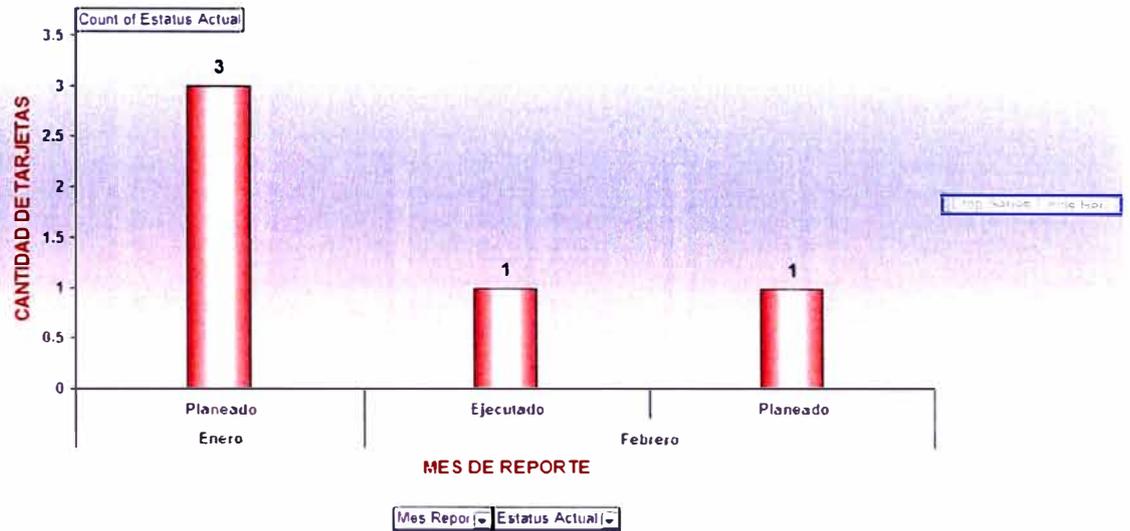


Figura 2.30 - Gestión de tarjetas rojas (Minera Yanacocha Setiembre 2005)



REPORTE DE TARJETAS AZULES DE ANOMALIAS

Planta: Pampa Larga



N° Tarjeta	Etapo	Autonomo	Prioridad	Equipamiento	Codigo Ellipse (N° TAG)	Línea Prod	Fecha Reporte		Encontrado por	Descripción del Problema	Responsable	Estatus Actual	Fecha Ejecución	
							Mes Repor	Año Repor					Mes Ejec	Año Ejec
2	1	A	Bomba Recuperación	PJ-09274	EWTP1	Junio	2005	Antonio Roncal	Fuga de solución por sello mecánico	Antonio Roncal	Ejecutado	Junio	2005	
4	1	B	Valvula OCV	PU-12272	Pond	Junio	2005	Benito Llanos	Fuga de solución por sello mecánico	Antonio Roncal	Ejecutado	Junio	2005	
65	1	A	Bomba Recuperación	PU-9216	Pond MQ	Julio	2005	Antonio Roncal	Fuga de solución por sello mecánico	Carlos Solo	Ejecutado	Julio	2005	
56	1	A	Bomba Hooper	3215-PU	CIC	Julio	2005	Antonio Roncal	Fuga de solución por sello mecánico	Victor Venegas	Ejecutado	Julio	2005	
78	1	B	Valvula V	4342	EWTP1	Agosto	2005	Carlos Solo	Retirar parlantes	William Cotrina	Ejecutado	Agosto	2005	
35	1	B	Check	PU-09516	EWTP1	Agosto	2005	Roger Chauque	Fuga de solución por sello mecánico	Antonio C. Inguiruna	Planeado			
34	1	B	Motor Sincrono	CCV Junta	Pond	Agosto	2005	William Cotrina	Fuga de solución por regulador de abtusa	PIAN ENTRENAMIENTO	Planeado			
7	1	B	Tubera de acido	PU-05273	Refinera	Agosto	2005	MANTENIMIENTO	Fuga de solución por sello y por valvula OCV	Fernando Castrop	Planeado			
4	1	C	Agitador	PU-08271	Refinera	Agosto	2005	Benito Llanos	Fuga de solución por sello de bomba y fuga por valvula	Carlos Ahuado	Ejecutado	Setiem	2005	
34	2	B	Bomba vacío	441r	Merrill	Agosto	2005	Yiro Cortez	Falta colocar línea de agua en zona de cocina	Javier Rojas	Ejecutado	Setiem	2005	
1	2	C	fitro	423	Refinera	Setiem	2005	Luis Chauque	Falta retirar Palanetes del area	Carlos Ahuado	Planeado			
45	2	B	sdifd	de57	EWTP1	Setiem	2005	Victor Venegas	Falta de ferreo de seguridad de protección de oidos	Vilco Valdiviezo	Planeado			
36	2	B	Idasf	fr11111	Refinera	Octubre	2005	Abano De Vinuesa	Retirar manguera conectada a bomba PU-9212 hacia	Benito Llanos	Ejecutado	Octubr	2005	
47	2	C	dasd	de5575	EWTP1	Octubre	2005	Benito Llanos	Cuando se realiza mantenimiento se deja suco	PIAN ENTRENAMIENTO	Ejecutado	Octubr	2005	

Tabla 2.10 - Formato para reporte de anomalías para operaciones.

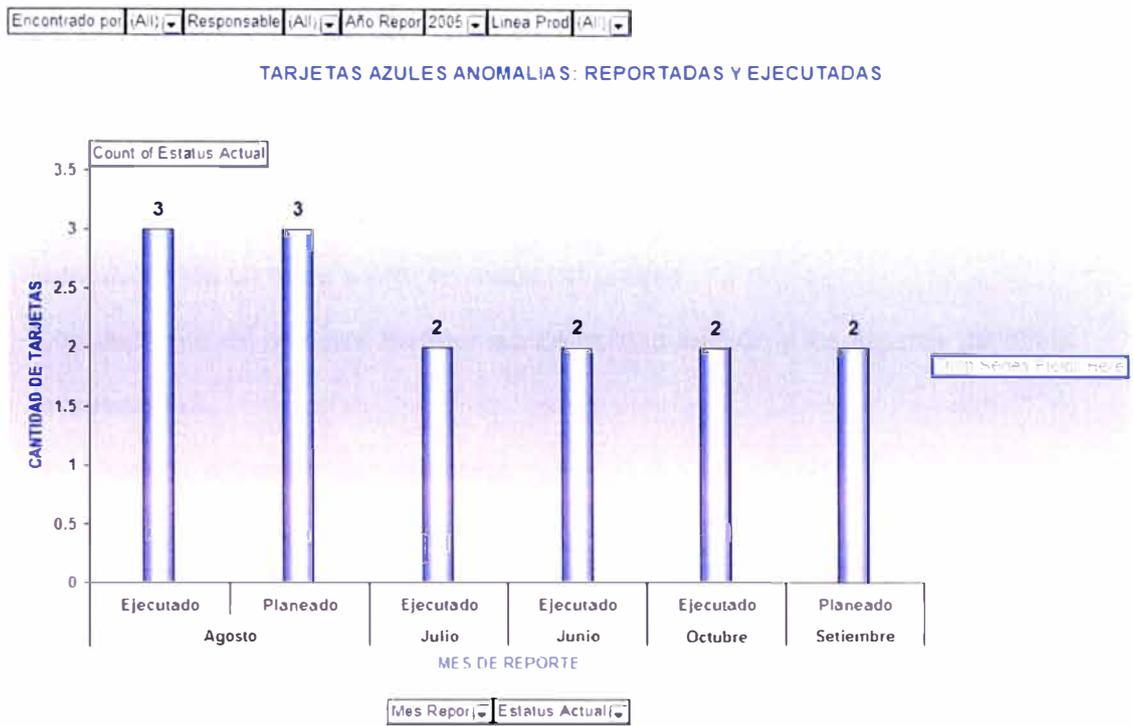


Figura 2.31 - Gestión de tarjetas azules (Minera Yanacocha Setiembre 2005)

De la misma manera que la Mejora Enfocada, se debe publicar los buenos resultados obtenidos en una pizarra de gestión autónoma (figura 2.32).



Figura 2.32 - Pizarra de gestión autónoma.

Paso 2: Eliminación de las fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso

Antes de iniciar las tareas del paso 2, debemos medirnos a través de auditorías internas y externas. Este es un paso importante que debe aplicarse para pasar de un paso a otro en todos los pilares.

Los objetivos de eliminar las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso son:

- Reducir el tiempo de inspección.
- Centralizar puntos de inspección.
- Introducir lubricación centralizada y con frecuencias.
- Lubricantes próximos al local de uso.
- Motivación del personal.

Los lugares de difícil acceso (LDA) se refieren, principalmente, a los locales en que se gasta mucho tiempo para la realización de actividades de limpieza, lubricación, inspección y reparos. Siempre que exista alguna dificultad (estructura, localización y ambiente) en la realización de las actividades descritas arriba, estará identificado un "lugar de difícil acceso". La figura 2.33 muestra un ejemplo de LDA en la zona piloto de Merrill Crowe de Yanacocha. Es importante que el propio personal operacional del área tome la iniciativa de realizar mejoramientos que eliminen o reduzcan los LDA. Por ejemplo, en la lubricación las normas establecidas y el tiempo previsto para ejecutar la tarea fueron elaboradas por personas no ligadas directamente con la operación y tampoco las ejecutan.

Las fuentes de contaminación (FC) son los lugares donde se percibe visualmente el origen de la suciedad y de los materiales extraños que influyen en el buen funcionamiento del equipo y en la calidad del producto. La figura

2.34 muestra un ejemplo de FC en la zona piloto de Merrill Crowe de Yanacocha.

Para disminuir el tiempo gastado con la limpieza es necesario e imprescindible realizar mejoras que actúen directamente en el origen de la suciedad. Los orígenes pueden ser del proceso (limaduras, astillas, rebaba, residuos, materia prima, ruido, baja iluminación, calor, etc.) además de aquella debidas a los materiales extraños y del propio equipo (aceite, agua, residuos de fricción ó virutas, etc.), o suciedad y polvos existentes en el ambiente.

En este paso, usaremos la gestión visual. La gestión visual es una de las herramientas más utilizada para:

- Identificar los puntos de lubricación.
- Los tipos de lubricantes.
- Los containeres de almacenamiento.
- El local de depósito y,
- Cuándo, cómo y quién realizará la lubricación.

Mostramos unos ejemplos de gestión visual en las figuras 2.35. 2.36 y 2.37.

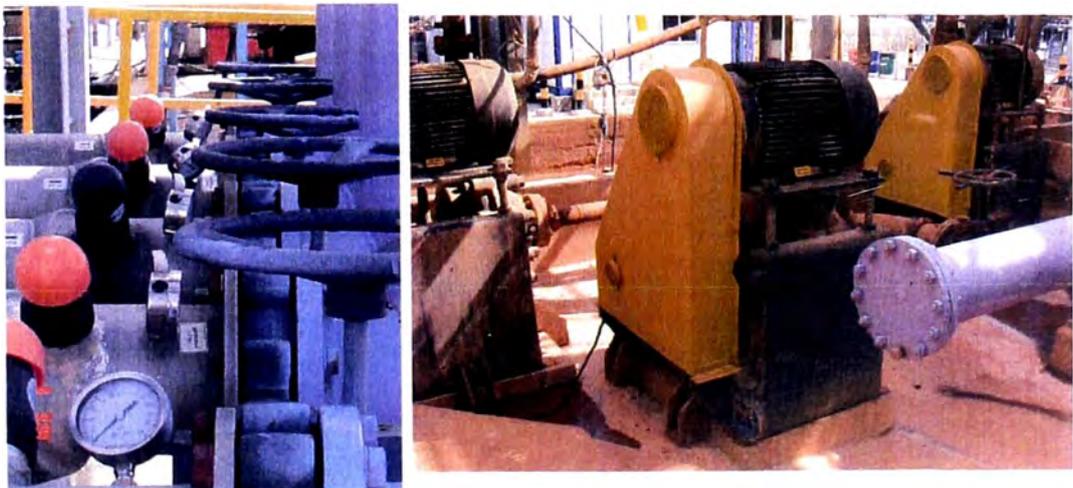


Figura 2.33 - Ejemplos de LDA: Válvulas de descarga en posiciones incorrecta (difíciles de leer) y la guarda del sistema de transmisión del motor se encuentra totalmente cerrado (difícil de inspeccionar).

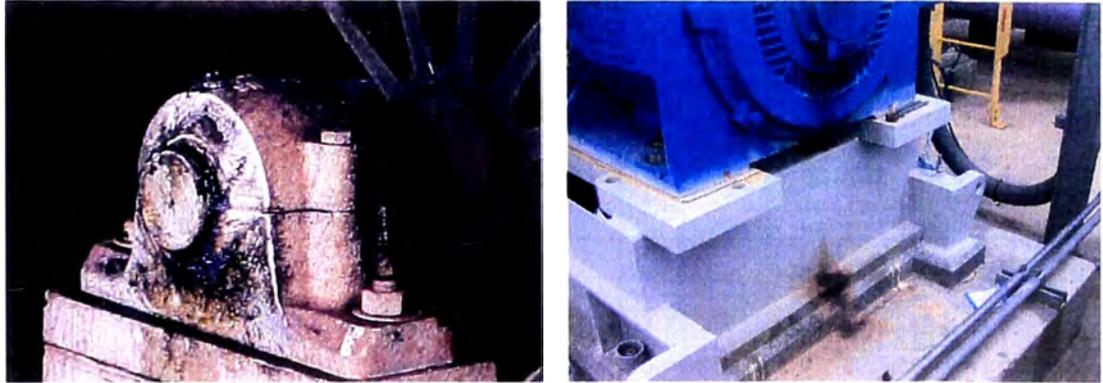


Figura 2.34 - Ejemplos de FC: Puntos de engrase del piñón y el motor eléctrico se encuentran con fugas.



Figura 2.35 - Gestión visual en sistemas de transmisión.



Figura 2.36 - Gestión visual en guardas de motores.

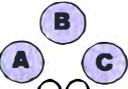
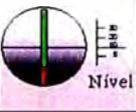
Motores Eléctricos Externo  <i>Busca el viento</i>  <i>Arreglado</i>	Manometro 	El sentido del Proceso  <i>Dirección del Caudal</i>	El Nivel <i>Unidad de Conservación</i> 	El movimiento <i>Poleas</i> 	Chiflado y tornillos   <i>La línea de la demarcación</i>	La Inspección   <i>El lugar y sucesión de la inspección</i>
Interior  <i>La ventana de Inspección</i>	Termómetros 	Tuberías <i>Satifecho/Dirección del Flujo</i> 	El depósito  <i>Nivel</i>	Los cinturones 	Válvulas    	Temperatura <i>Indicadores de temperatura</i> 

Figura 2.37 - Ejemplos de gestión visual en las industrias de proceso.

En la figura 2.38, podemos observar los puntos clave para el desarrollo del paso 2 de MA.

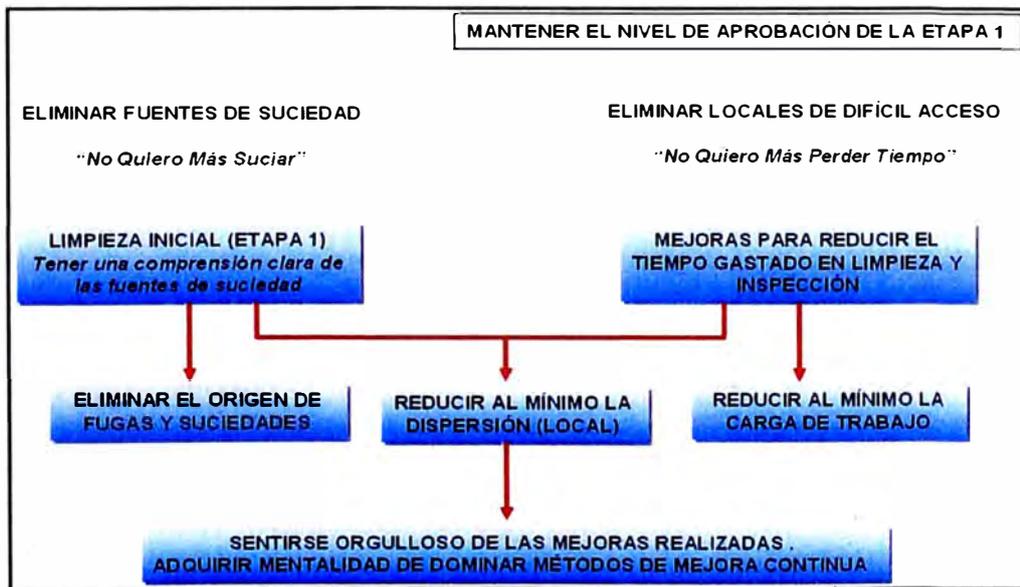


Figura 2.38 - Puntos claves para desarrollar el paso 2 de MA.

Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección

El objetivo de este paso es garantizar el mantenimiento de los logros obtenidos en los pasos 1 y 2, esto es, asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas y de la situación óptima del equipo. Para lograr esto, los

operadores deben estandarizar los procedimientos de limpieza, inspección y asumir la responsabilidad de mantener su propio equipo.

El estándar es un instrumento de trabajo que debe ser consultado, seguido y alterado cuando necesario; garantizando la homogeneidad de procedimientos.

Al estandarizar garantizamos que los mismos problemas no ocurrirán más de la misma forma.

Para elaborar estándares debemos tener en cuenta:

- Establecer de forma clara como una actividad debe ser realizada, de modo a garantizar que esta actividad no tenga desempeño inferior a lo establecido.
- Reunir personas y discutir los procedimientos hasta encontrar aquel que sea el mejor para la realización de la tarea.
- Entrenar las personas para asegurar que la ejecución esté de acuerdo con lo que fue acordado.
- Es necesario que se siga su ejecución y se garantiza su cumplimiento.

Existe la posibilidad de mejorar el estándar; cambiando o agregando procedimientos que mejoren las necesidades exigidas. Si alguien realiza la tarea diferente al estándar, y si fuera mejor ejecutado, el estándar deberá ser revisado y cambiado.

Existe un principio japonés llamado el "GEMBA GEMBUTSU" que enfatiza la importancia de la "observación directa del fenómeno en el local donde ocurre".

En el lugar de trabajo (GEMBA) está la realidad (GEMBUTSU) del día a día de las actividades del operador, donde los conocimientos adquiridos serán aplicados, ampliando su desempeño operacional.

El dominio del operador respecto a su local de trabajo, así como del equipo bajo su responsabilidad, facilita y hace viable la conducción plena del TPM, facilitando el mejoramiento de su desempeño.

Al preparar los estándares provisionarios debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Ayudarse de un diagrama del equipo que se esta trabajando.
- Indicar los puntos de inspección, lubricación y limpieza.
- En lo necesario indicar que procedimiento esta ligado a estos estándares.
- Los métodos de limpieza son importantes.
- Indicar las herramientas a usar para esas labores.
- Indicar que acción correctiva deberá tomarse al encontrar un defecto.
- Indicar que tiempo debe tomar la inspección de cada punto del equipo.
- Indicar la frecuencia del uso del estándar.

En la figura 2.39 se muestra un ejemplo de estándar de inspección, limpieza y lubricación.

Paso 4: Realizar inspección general de los equipos

La etapa 4 tiene como objetivo el desarrollo de las habilidades de los operadores para que comprendan la estructura, funciones, y principios de funcionamiento del equipo.

Que los operadores hagan inspecciones en las principales piezas y elementos de la máquina o equipo y sean capaces de identificar defectos existentes y restaurar el equipo, trayéndolo de nuevo a su condición.

Los temas que deben ser estudiados por los operadores, pueden ser:

- Elementos de sujeción (tuercas y tornillos).
- Lubricación básica.
- Hidráulica.
- Neumática
- Sistema de accionamiento y de transmisión mecánica.
- Electricidad básica.

- Seguridad electromecánica.
- Condiciones de maquinado, etc.

Paso 5: Realizar inspección general del proceso

Los objetivos de los cuatro primeros pasos del mantenimiento autónomo son desarrollar operarios competentes en equipos y mejorar la confiabilidad de los mismos. Sin embargo, solamente estos logros no asegurarán una operación y control eficaces en las industrias de proceso.

Los propósito de este paso se basa en la restauración de los equipos alcanzada en los pasos 1 a 4 debe mantenerse y mejorarse para aumentar más la confiabilidad, conservación y calidad de los mismos.

Por esta razón, las normas provisionales de limpieza, inspección, lubricación y calidad de los equipos, preparadas hasta ahora, deben ser reexaminadas para llegar a una mayor eficacia de comprobación y eliminar errores a fin de preparar las normas definitivas del “mantenimiento autónomo”.

Paso 6: Sistematizar el mantenimiento autónomo (Normalización)

En los casos anteriores, las actividades se han realizado con énfasis en mantener las condiciones básicas y la inspección diaria, primordialmente, en los equipos.

La planta que completa los cinco primeros pasos del programa de mantenimiento autónomo, logra condiciones óptimas en el equipo y establece un sistema de estándares que apoya esas condiciones. Los operarios competentes en equipos y procesos son capaces de detectar y prevenir las anomalías por anticipado a través de chequeos y operaciones apropiados. El paso 6 añade los toques de acabado al sistema de mantenimiento autónomo.

TPM	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (INSPECCIÓN DE LIMPIEZA - LUBRICACIÓN)			GRUPO LIDER	SPRINTER	ELABORACIÓN					
	LOCAL DE TRABAJO	CCR	NOMBRE DEL EQUIPO	TAG N	MA-6810-40	REFORMULACIÓN					
ILUSTRACIÓN			CRISTALIZADOR N° 1 - J								
	LIMPIEZA Y INSPECCIÓN	1	PARTE DE TRACCIÓN	NO DEBE HABER SUCIEDAD NI DESBORDAMIENTO DE ACEITE	LIMPIAR		—	10 MIN	<input type="radio"/>	PEDRO	
		-1	REDUCTOR DE VELOCIDAD	NO DEBE HABER VIBRACIÓN, RUIDO ANORMAL Y CALENTAMIENTO			INFORME EL JEFE DEL GRUPO	}	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	''
		-2	ESCALA DE ACEITE	CANTIDAD DEFINIDA		—	COMPLETAR EL ACEITE		(1)	<input type="radio"/>	''
		-3	CADENA PARA CORONA	NO DEBE HABER RUIDO ANORMAL Y FALTA DE ACEITE			ACRECENTAR ACEITE		<input type="radio"/>	''	
		2	EJE DEL LADO OPUESTO DE LA TRACCIÓN	NO DEBE HABER SUCIEDAD	LIMPIAR		—	10	<input type="radio"/>	''	
		-1	EMPAQUE	NO DEBE HABER FUGA			REAPRETAR (SUSTITUIR)	(1)	<input type="radio"/>	''	
		-2	RODAMIENTO DEL EJE	NO DEBE HABER CALENTAMIENTO O HUELGO		—	VERIFICAR LA LUBRICACIÓN, REAPRETAR	(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	''
		-3	CAJA DE ENTRADA Y DE SALIDA DEL AGUA DE ENFRÍAMIENTO	NO DEBE HABER FUGA			REAPRETAR (SUSTITUIR)	(0.5)	<input type="radio"/>	''	
		3	AL REDEDOR DEL EJE MOTOR	NO DEBE HABER SUCIEDAD	LIMPIAR		—	SEMANAL-12,5 MENSUAL-5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	JOSÉ
		-1	EMPAQUE	NO DEBE HABER FUGA			REAPRETAR (SUSTITUIR)	(1)	<input type="radio"/>	''	
		-2	RODAMIENTO DEL EJE	NO DEBE HABER CALENTAMIENTO O HUELGO		—	VERIFICAR LA LUBRICACIÓN, REAPRETAR	(1)	<input type="radio"/>	''	
		-3	BANDEJA DEL EMPAQUE	NO DEBE HABER ACUMULACIÓN DE ACEITE Y SUCIEDAD			INSPECCIONAR EMPAQUE	10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	''
		-4	RODAMIENTO Y POLEA DEL EJE SIN FIN	RUIDO ANORMAL, CALENTAMIENTO, DE LA ROSCA			INFORME EL JEFE DEL GRUPO	3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	''
		LUBRICACIÓN	N	LOCAL DE LUBRICACIÓN	TIPO DE LUBRICANTE	CANTIDAD DE LUBRICANTE	METODO	CONTAINER	TIEMPO	PERIODICIDAD	JUAN
1-1	REDUCTOR DE VELOCIDAD		DAIFY SUPER CS # 68	12 LITROS	COLOCAR MANUALMENTE		10 MIN	<input type="radio"/>	SUZUKI		
1-3	CADENA			LUBRICAR INTEGRALMENTE			0.5	<input type="radio"/>	''		
2-2	RODAMIENTO DEL LADO OPUESTO AL DE LA TRACCIÓN		GRASA	CUERPO 2-3 VECES	PASAR CIRCULARMENTE	—	3	<input type="radio"/>	''		
3-2	RODAMIENTO DEL EJE MOTOR					—		<input type="radio"/>	''		
3-5	CAJA DE LA ROSCA SIN FIN		# 220S	20 LITROS	COLOCAR MANUALMENTE		10	<input type="radio"/>	''		

Figura 2.39 - Ejemplo de estándar de inspección, limpieza y lubricación.

La normalización pretende asegurar el mantenimiento y gestión de estas actividades y ampliar las áreas de responsabilidad del operario frente al trabajo relacionado con sus equipos y áreas alrededor de ellos. Reduciendo drásticamente las pérdidas, se da un toque acabado a la gestión autónoma.

En la fase de implementación de la normalización se realizan mejoras (KAIZEN), se toman registros de los defectos, averías y pequeñas paradas y se realizan también contramedidas y medidas para prevenir la repetición de las mismas, incluyendo la revisión de las normas.

Se trata también de anotar movimientos y acciones a realizar en cada posición en el trabajo del operario y se intenta conseguir hacer el trabajo más fácil y sencillo de ejecutar.

Se pretende que todos los operarios alcancen un nivel determinado en el desempeño de su función. Se considera que un operario ha alcanzado el nivel para realizar la gestión autónoma solamente después de desempeñar su función al mismo nivel que el resto de los otros operarios.

La figura 2.40 describe la implementación de estas actividades.

Paso 7: Auto gestión

Los pasos 1 a 6 han conseguido los resultados de concentrar todas las actividades, en cambiar el equipo, en cambiar a los hombres y en cambiar los puestos de trabajo.

En el paso 7, se reconoce la propia capacidad y se disfruta de la emoción de la participación, de la solidaridad y de la creatividad con el desafío permanente de que "las mejoras nunca se acaban".

Este paso se dirige a la formación de hombres que actúen como un tren eléctrico con energía propia en vez de, como la locomotiva eléctrica, y que puedan cumplir las políticas y retos de la compañía.

Estas actividades deben implementarse enfocándolas en dos aspectos, tal como se indica en la figura 2.41.

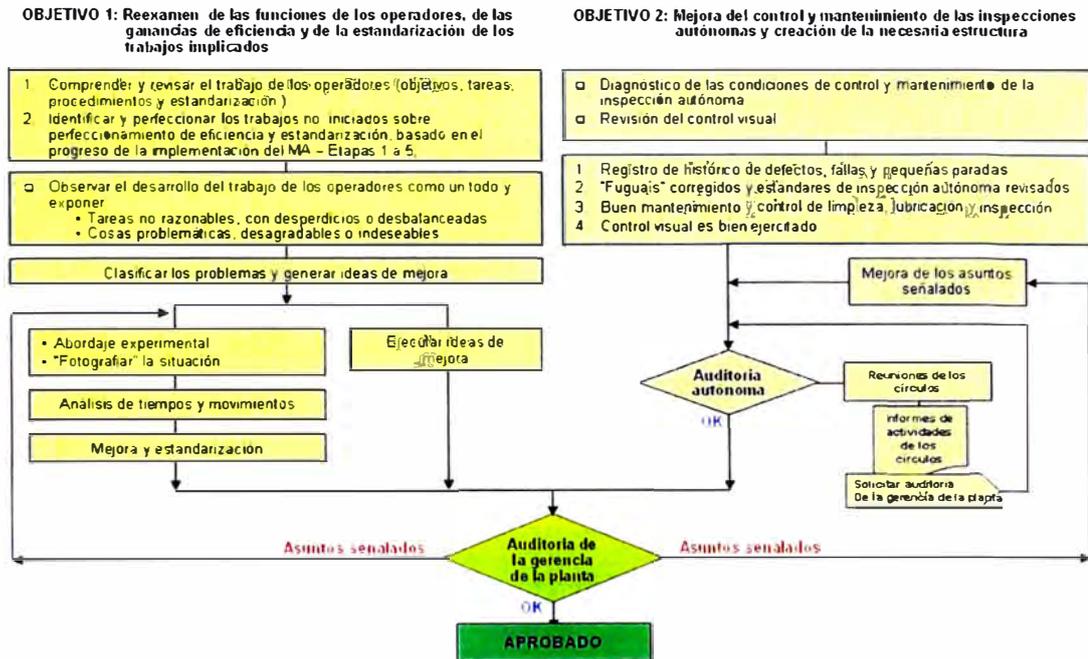


Figura 2.40 - Implementación de las actividades del paso 6 de MA.

Formando una región de gestión que no se derrumbe. El sistema de "Mantenimiento Autónomo" en muchas de las compañías a las que se les ha concedido el distintivo PM, se derrumba en 2 o 3 años, una vez reciban la concesión. Es razonable deferir que este problema es causado por los altos cargos y directores. Los subordinados actúan mirando las espaldas de sus directores. La firme determinación y el poder de actuación de los directores son muy importantes en la continuación de la gestión autónoma.

Entrenamiento del poder subjetivo de actuación de los mismos operarios. Este poder se enseña siempre mediante el entrenamiento práctico y en gran parte por el OJT⁹ (On the Job Training) por directores y supervisores. El poder de gestión autónoma de los operarios se obtiene seleccionando los temas adecuados de las políticas de sus superiores, proporcionando apoyo a sus actividades. Una buena comunicación entre los superiores y sus subordinados es lo mejor para propagar las políticas a los operarios.

⁹ OJT (On the Job Training), es una forma de consolidar la capacitación del personal en el lugar de trabajo, es una etapa de suma importancia del Pilar CE.

Deben fijarse objetivos trascendentales para continuar sin límites con los retos. Probar temas que se acomoden a las misiones y alcanzar las metas de la compañía.

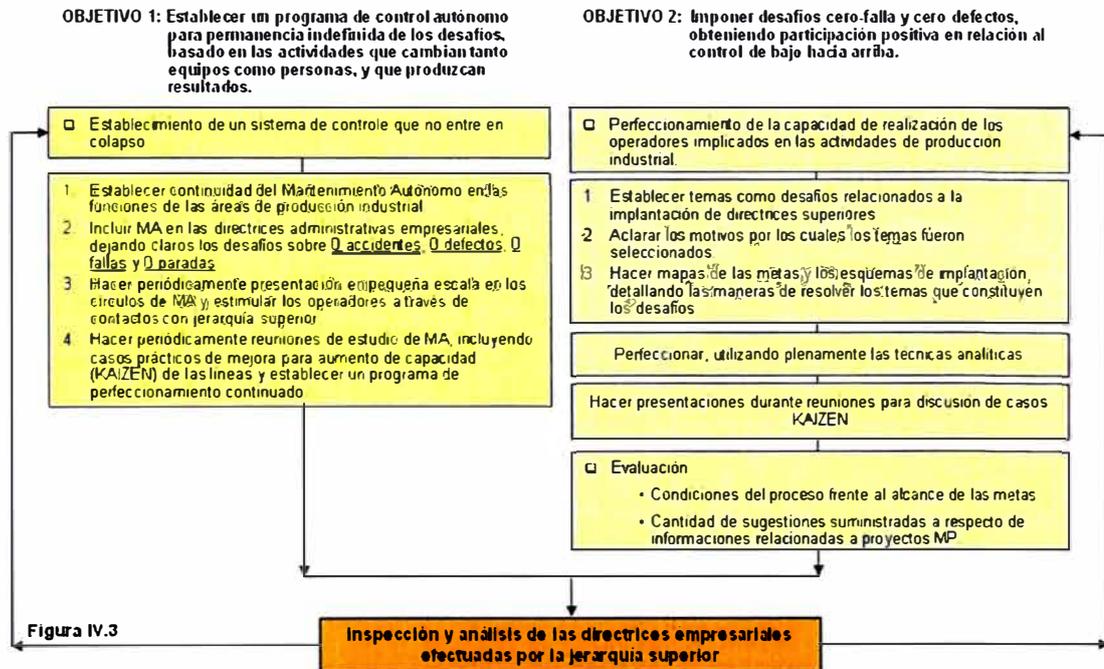


Figura 2.41 - Implementación de las actividades del paso 7 de MA.

2.5.3. Mantenimiento Planeado (paso 7.3)

El mantenimiento planeado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia e y la eficiencia en los costos. En un programa de desarrollo del TPM, el mantenimiento planeado es una actividad metódica estructurada para lograr estos dos objetivos

En el TPM, el mantenimiento planeado se basa en dos pilares: por una parte en el mantenimiento autónomo del departamento de producción y por otra en el especializado del departamento de mantenimiento.

En un sistema de mantenimiento planeado, el personal de mantenimiento realiza dos tipos de actividades: actividades que mejoren el equipo y actividades que mejoren la tecnología y capacidad de mantenimiento.

Estas actividades deben planificarse, realizarse y evaluarse sistemática y orgánicamente. La figura 2.42 ilustra la relación entre las dos.



Figura 2.42 - Las dos clases de actividades de mantenimiento especializado.

La figura 2.43 muestra los dos diferentes regímenes de mantenimiento utilizados actualmente. Un programa de mantenimiento planeado eficiente combina, tan racionalmente como sea posible, el mantenimiento basado en el tiempo (TBM), con el basado en las condiciones (CBM) y el mantenimiento por averías (BDM).

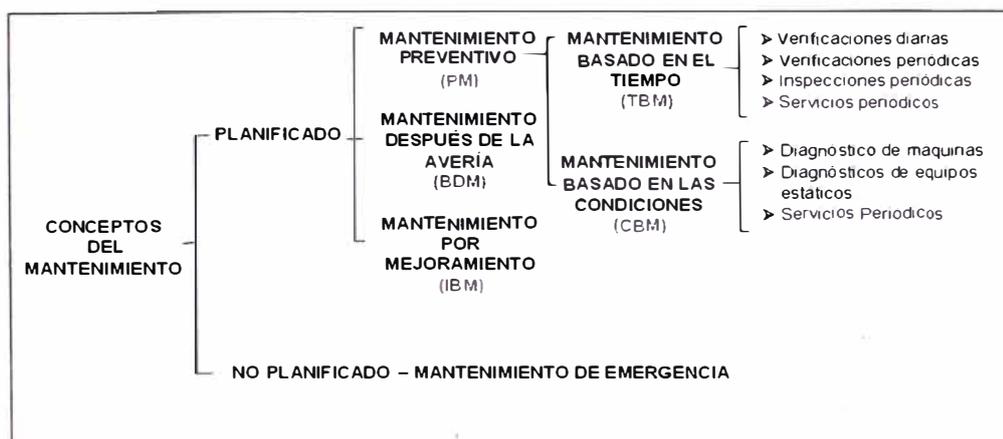


Figura 2.43 - Tipos de mantenimiento.

El mantenimiento basado en el tiempo (TBM) consiste en inspeccionar, ejecutar servicios, limpiar los equipos y sustituir periódicamente piezas para evitar averías súbitas y problemas en los procesos. Es un concepto que debe

ser parte de MA y MP. Generalmente también lo conocen como mantenimiento preventivo.

El mantenimiento basado en las condiciones (CBM) utiliza equipos de diagnósticos para supervisar las condiciones de las máquinas móviles de manera continua o intermitente durante la operación e inspecciones al inicio del funcionamiento. Como indica su nombre, el mantenimiento basado en condiciones es realizado en función de las condiciones reales de los equipos, y no por transcurso de un determinado intervalo de tiempo. Generalmente también lo conocen como mantenimiento predictivo.

En el mantenimiento después de la avería (BDM), al contrario de los sistemas anteriores, con este sistema se espera que los equipos fallen para repararlos. Se utiliza el concepto de mantenimiento por avería o defectos cuando la falla no afecta significativamente las operaciones o la producción; no genera otras pérdidas además de los costos de reparaciones. Generalmente también lo conocen como mantenimiento correctivo.

Por ultimo el mantenimiento por mejoramiento (IBM) se encarga de realizar proyectos de mejora en los equipos.

Montar un sistema de mantenimiento planeado exige una preparación rigurosa y un trabajo duro. Es ineficaz intentar hacerlo todo a la vez. Recomendamos realizar las actividades en la secuencia siguiente (figura 2.44), cooperando en cada paso con todos los departamentos relevantes.

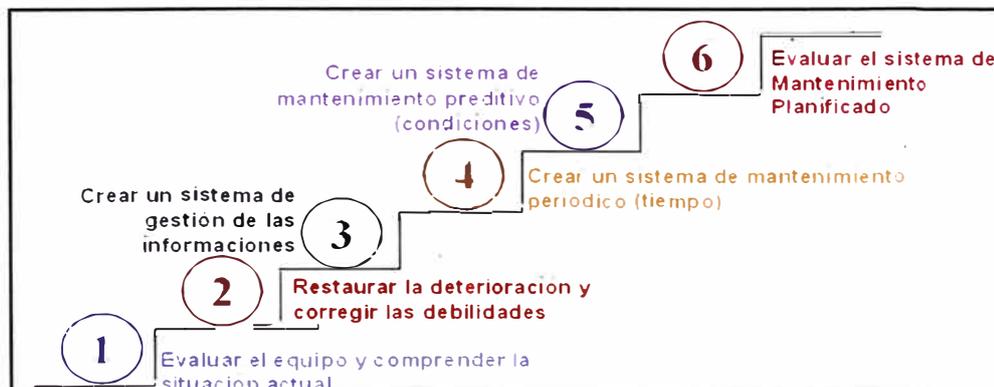


Figura 2.44 - Desarrollo del mantenimiento planeado por pasos.

Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual

Las plantas de proceso usan muchos tipos diferentes equipos incluso equipos iguales o similares pueden diferir en importancia dependiendo de su función en el proceso. Para decidir que equipos serán objeto de mantenimiento planeado, hay que preparar registros de los equipos y priorizar estos de acuerdo con criterios preestablecidos.

Las actividades a realizar en este paso son:

- Preparar o actualiza los registros de los equipos. Ver tabla 2.11.
- Evaluar los equipos: establecer criterios de evaluación, priorizar los equipos y seleccionar los para aplicarles PM.
- Definir rangos o criticidad de falla.
- Comprender la situación: medir el número, frecuencia y severidad de fallas y pequeñas paradas: MTBF, costos de mantenimiento, etc.
- Establecer objetivos de mantenimiento (indicadores, métodos de medir resultados).

TAG N°		Elaborado en / /			Aprobación		Elaboración	
Nombre del Equipo		Local de la instalación			Nivel del equipo		A B C	
Fabricación	Nombre del fabricante	Fecha de fabricación / /	Número de fabricación		Valor de la adquisición US\$			
Adquisición	Nombre del suministrador	Fecha de adquisición / /	Número del activo fijo		Valor de la adquisición US\$			
Instalación	Nombre de la instaladora	Fecha de adquisición / /	Número del activo fijo		Valor de la adquisición US\$			
Ítem	Fecha de elaboración	Local de almacenaje	Archivo n°		Responsable	Nota		
Dibujo								
Especificación								
Manual de operación								
Diagrama de la instrumentación								
Especificación del equipo	Modelo		Velocidad -rotación					
	Capacidad		Tipo de motor					
	Dimensiones-peso		Largo x Alt. x Ancho x kg		Capacidad del motor		polos kVV	
Piezas principales de repuesto	Nombre	Código	Fabricante	Modelo	Dimensiones	Cant.	Local de almacenaje	
Registro de provisiones	Fecha	Clasificación del mantenimiento	Contenido de la provisión			Respons	Tiempo	Valor
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
Nota: Continúa en la próxima hoja								

Tabla 2.11 - Ejemplo de formato para registro de equipos.

Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir debilidades

Hasta que una planta establece el mantenimiento autónomo, el equipo que ha estado expuesto al deterioro acelerado durante muchos años, puede fallar de modo inesperado a intervalos irregulares. A menudo, los departamentos de mantenimiento no tienen tiempo para realizar mantenimiento planeado porque están demasiado ocupados resolviendo esas fallas. En esta situación, es imposible formar la implementación de un programa de mantenimiento planeado. Por tanto, el primer paso de un programa de mantenimiento planeado es apoyar las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios restaurando el deterioro acelerado, corrigiendo las debilidades de diseño y restaurando el equipo hasta su condición óptima.

Para apoyar los pasos 1 al 3 del programa de mantenimiento autónomo, las actividades más importantes en este paso:

- Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y eliminar los entornos que causan deterioro acelerado (apoyar al mantenimiento autónomo, levantando las anomalías reportadas con tarjetas rojas).
- Poner en práctica actividades de mejora enfocada para corregir debilidades y ampliar periodos de vida.
- Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallas idénticas o similares. Ver ejemplo de tabla 2.12.
- Introducir mejoras para reducir las fallas del proceso.

Paso 3: Crear un sistema de gestión de información

En las industrias de proceso necesitan mantenimiento una enorme variedad de equipos, y diferentes procesos requieren diferentes regímenes de mantenimiento. Gestionar manualmente esta colosal cantidad de información es imposible. Debe montarse un sistema de proceso de datos informatizado. Este sistema de gestión de información, en lo posible, debería cumplir con:

- Crear un sistema de gestión de datos de fallas. Ver el ejemplo de la tabla 2.13.
- Crear un sistema de gestión del mantenimiento de equipos (control de historiales de maquinas, planificación del mantenimiento, planificación de inspecciones, etc.)
- Crear un sistema de gestión de presupuesto de equipos.
- Crear sistemas para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.

VAMOS A APRENDER CON LOS FALLOS		Jefe de Sección	Supervisor	Encargado		
RESUMEN DE MEDIDAS CONTRA LOS FALLOS DEL EQUIPO						
Denominación de la Línea	Montaje G/INT	Fenómeno	El mandril de fijación de piezas no esta sujetando			
Maquina #						
Fecha/Hora de la Ocurrencia	__/__/__()_h_min	Tiempo empleado para el arreglo	1 0 h	Parte con fallo		
Fecha/Hora de la Restauración	__/__/__()_h_min	Paro de Línea	2 0 h	Accidental		
				Re incidencia		
Resultado de la Investigación	Diseño esquemático 	Items investigados	Resultados			
		* interruptor limite de la vuelta la puerta * Falta de grasa en el eje principal * Boton de encendido del clamp	Normal Normal Ruptura en la tapa del interruptor. Filtración de aceite de corte al interior del interruptor.			
Contenido de la medida tomada	Sustitución del interruptor tipo botón por uno de accionamiento del clamp					
CAUSAS	Por que ? 1	La botonera de fijación no funcionó	Aspecto humano (que faltó en el mantenimiento autónomo			
	Por que ? 2	Habia filtración de aceite de corte en la parte interna de la botonera	Hace alrededor de una semana que la falla venia ocurriendo en la fijación (3 veces / día)			
	Por que ? 3	La capa superior del interruptor estaba rota	Como el boton de fijación funcionaba apretándolo 2 ó 3 veces, se siguió la producción de esa forma.			
	Por que ? 4	Desgaste por fricción	Se notó la ruptura en la capa de caucho, pero como funcionaba se siguió usando de esa forma.			
	Por que ? 5		Falta de conocimiento sobre la función de la tapa de caucho y la influencia del aceite de corte			
	Prevenición de la Re incidencia	Cambiar de sitio el interruptor y modifíca el ángulo de fijación, para evitar la entrada del aceite de corte	Fecha de la conclusión Fin/10/88	Estar pendiente de la ruptura de la tapa, además de hacer un relevamiento de las condiciones de uso de la botonera		
			Fecha de la conclusión Fin/10/88			
Comentarios del Supervisor	Items	Nece sidades	Contenido	Previsión	Responsable	Conclusión
El caucho se debilita con el fluido de corte y lubricantes y empieza a romperse más fácilmente	Conexión punto a punto	Si / No		/	Encargado	/
	Incluir en el Manual de Normas Basicas	Si / No		/		/
	Desarrollo horizontal de las medidas de combate	Si / No	Ejecución MG/143 19/10	/	Encargado	/
Comentarios del jefe de sección	Puntos a considerar con relación al análisis del fallo 1) Estudiar sobre la estructura, función y uso correcto 2) Estudiar el perfil ideal y listar los items a inspeccionar 3) Ejecutar inmediatamente la investigación sobre el producto en cuestion, basandose en los items a inspeccionar 4) Las investigaciones sobre las causas deben profundizarse hasta el nivel de las fallas en terminos del comportamiento humano					

Tabla 2.12 - Ejemplo de medidas contra fallas en equipos.

RESUMEN PERIODICO DE FALLAS										TPM	
Periodo: 01/08/2005 a 10/08/2005					Director del Departamento:						
Total acumulado: 13/05/2005 a 10/08/2005					Jefe de sección:						
Fallos mecánicos	Equipos PM				Conjunto de equipos						
Equipos	Total mensual	% mensual	Total acumulado	% acumulado	Total mensual	% mensual	Total acumulado	% acumulado	Tiempo parada	Horas reparación	
Mezcladoras	0	0.0	2	1.5	0	0.0	2	1.3	0.00	0.00	
Separadores	3	23.1	49	36.6	3	23.1	49	31.0	0.00	0.17	
Filtros	2	15.4	3	2.2	2	15.4	4	2.5	0.00	16.00	
Bombas	1	7.7	14	10.4	1	7.7	17	10.8	0.00	0.00	
Agitadores	1	7.7	8	1.5	1	7.7	3	1.9		0.33	
Tanques	0	0.0	2	1.5	0	0.0	15	9.5	0.00	0.00	
Crystallizadores	2	15.4	6	4.5	2	15.4	6	3.8	0.00	2.00	
Tamices	0	0.0	2	1.5	0	0.0	2	1.3	0.00	0.00	
Elevadores	0	0.0	9	6.7	0	0.0	9	5.7	0.00	0.00	
Transportes vibrantes	0	0.0	4	3.0	0	0.0	4	2.5	0.00	0.00	
transporte de tomillo	0	0.0	8	6.0	0	0.0	9	5.7	0.00	0.00	

Tabla 2.13 - Ejemplo de resumen periódico de fallas.

Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico

En el mantenimiento periódico (o basado en tiempo), para realizar el trabajo programado es necesario tener preparado por anticipado unidades de reserva, piezas de repuesto, equipo de inspección, lubricantes y la información técnica necesaria (planos de detalle, etc.). Solamente con esta preparación anticipada el trabajo de mantenimiento procede regularmente.

Debemos tener en cuenta las siguientes actividades:

- Preparación del mantenimiento periódico (piezas de repuesto, instrumentos, lubricantes, unidades reserva, control de unidades, etc.)
- Preparar el diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico
- Selección de equipos y componentes prioritarios a mantener.
- Preparación de estándares (materiales, trabajos, inspección)
- Mejoramiento en la eficiencia de inspección y diagnósticos.
- Eficiencia del mantenimiento con parada general y control de subcontratados

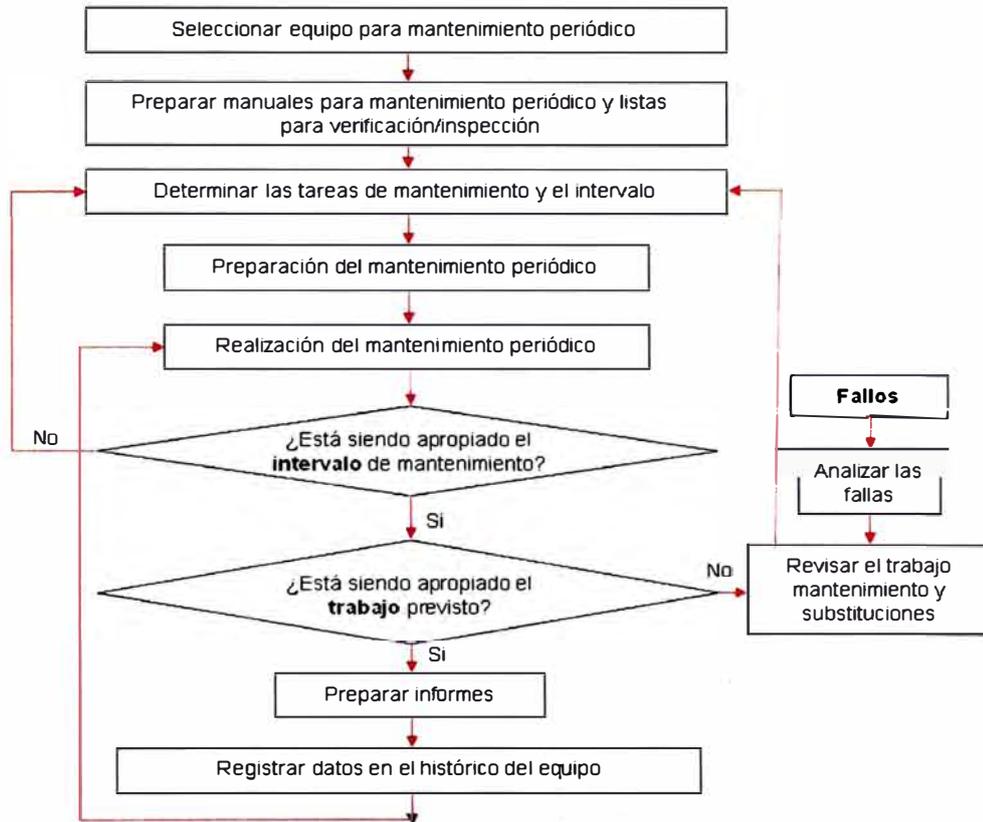


Figura 2.45 - Ejemplo de diagrama de flujo de mantenimiento periódico.

Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo

A pesar de los fallos inesperados se reducen considerablemente una vez que se ha establecido el mantenimiento periódico, realmente no se han eliminado del todo y se siguen produciendo, y a veces, los costos de mantenimiento pueden incrementarse. Esto es consecuencia de que el mantenimiento periódico se basa en el tiempo y asume una tasa hipotética de deterioro del equipo. Sin embargo, no pueden establecerse intervalos de servicio óptimos sin medir la extensión del deterioro real de las diferentes unidades del equipo. Esto requiere un mantenimiento basado en condiciones, en el que el "timing" y la naturaleza del mantenimiento necesario se basa en el deterioro real confirmado a través de diagnósticos del equipo. Para poner en práctica el mantenimiento predictivo o basado en condiciones, debe ser posible medir las características que indican fiablemente el deterioro. Tales características

pueden incluir la vibración, temperatura, presión, tasa de flujo, contaminación de lubricantes, reducción del espesor de paredes, crecimiento de defectos metalúrgicos, tasa de corrosión y resistencia eléctrica.

Las actividades pueden resumirse en lo siguiente:

- Introducir técnicas de diagnóstico de equipos (formar a especialistas, comprar equipo de diagnóstico, etc.)
- Preparar un diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo.
- Seleccionar equipos y componentes para mantenimiento predictivo, y ampliar gradualmente el sistema.
- Desarrollar equipos y tecnologías de diagnóstico.

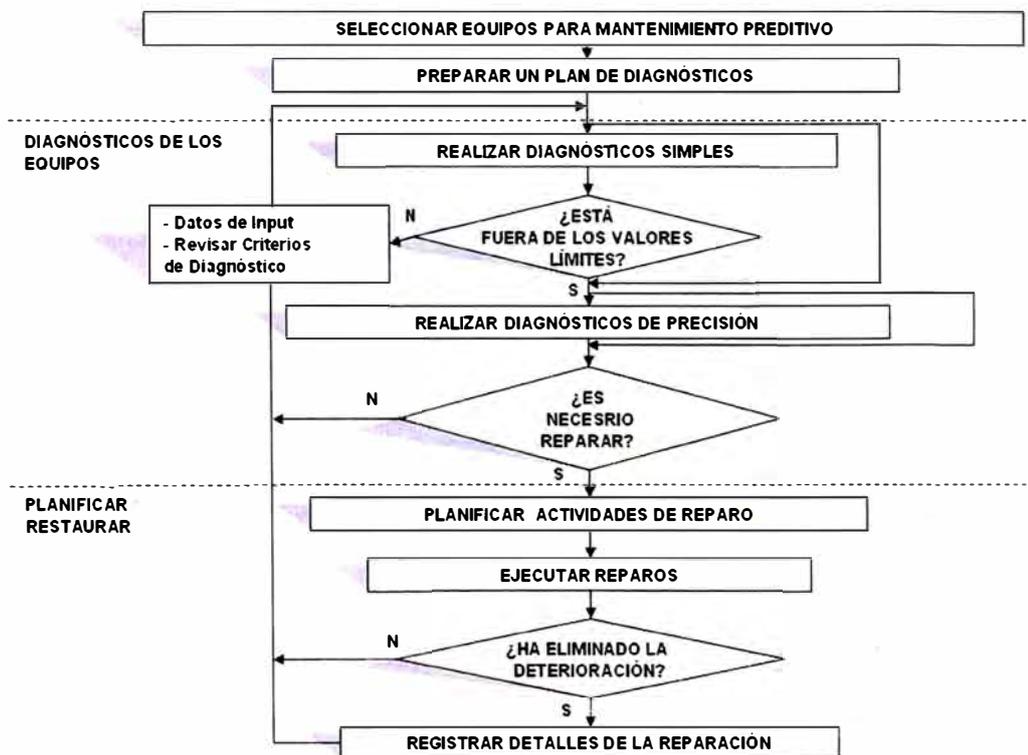


Figura 2.46 - Ejemplo de diagrama de flujo de mantenimiento predictivo.

Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planeado

El objetivo del mantenimiento planeado en las industrias de proceso no es meramente planificar los calendarios y técnicas de mantenimiento, sino

también planificar los métodos para mantener eficazmente la funcionalidad y fiabilidad esperada en los equipos. Básicamente, el mantenimiento planeado sistematiza las técnicas de mantenimiento más eficaces para eliminar los fallos que conducen a la degradación o pérdida total de las funciones de producción del equipo.

Anomalías	Causa	Técnicas de diagnóstico	Equipo
COLUMNAS / TANQUES Fugas	Corrosión, fisuras, etc.	Inspección visual, test de agua espumosa, detección de gas, medida de espesor de paredes	Líquidos coloreados o espumosos, detectores de grietas magnetoscópicos, indicadores ultrasónicos de espesores, detectores de gas
Vibraciones	Transmisión desde el exterior	Medición de vibraciones	Medidor de vibraciones
	Fujo anormal de gas / líquido	Análisis de condiciones de operación	Analizador de frecuencias, registro de operación
Contaminación interna	Corrosión, fluidos internos anormales	Chequear condiciones de operación, analizar descarga	Radioscopio, registro de operación
Datos internos	Aflojamiento debido a flujos anormales	Vibraciones, sonido	Medidor de vibraciones, estetoscopio, radioscopio
TUBERIA Fugas	Corrosión, erosión, perforación	Inspección visual, detección de gas, test de líquido espumoso	Detectores de gas, detectores de grietas magnetoscópicos, indicadores ultrasónicos de espesores
	Guardas y empaques no herméticos	Medición de espesores	
Obstrucciones	Válvulas obstruidas o bloqueadas. materias extrañas, grasa o desechos acumulados	Medida de caída de presión, radioscopia	Indicador de presión, radioscopio
Vibraciones	Resonancia con vibraciones de maquinaria rotativa	Medida de vibraciones	Medidor de vibraciones
	Flujo anormal de fluidos	Investiga condiciones de operación	Medidor de vibraciones
	Apoyos anormales	Inspección visual, medición de vibraciones	Medidor de vibraciones
Deformaciones / doblados	Suspensiones y apoyos anormales	Medición de desplazamiento	Escala, indicador de nivel, teodolito
	Fuerza externa anormal, tensión térmica	Chequeo de fuerzas externas y temperaturas	Registro de operación

Tabla 2.14 - Técnicas de diagnóstico para equipo estático

Como muestra la figura 2.47, el punto crítico para el buen funcionamiento de un sistema de mantenimiento es la eficaz integración del trabajo conjunto de los departamentos de mantenimiento y producción. El sistema debe apoyarse en dos pilares: el departamento de mantenimiento es responsable del mantenimiento periódico basándose en un calendario de mantenimiento y del mantenimiento predictivo que utiliza equipos de diagnóstico y supervisa las

condiciones; el departamento de producción es responsable de mantener el equipo en condiciones óptimas mediante chequeos diarios regulares.

Para evaluar la eficiencia, oportunidad en tiempos y factibilidad económica del mantenimiento hay que investigar lo que sucede actualmente a los equipos en los lugares de trabajo. Para verificar si el sistema de manteniendo planeado funciona consistentemente, hay que monitorear si los sistemas de apoyo (estándares de control, estándares técnicos, etc.) están apropiadamente implantados.

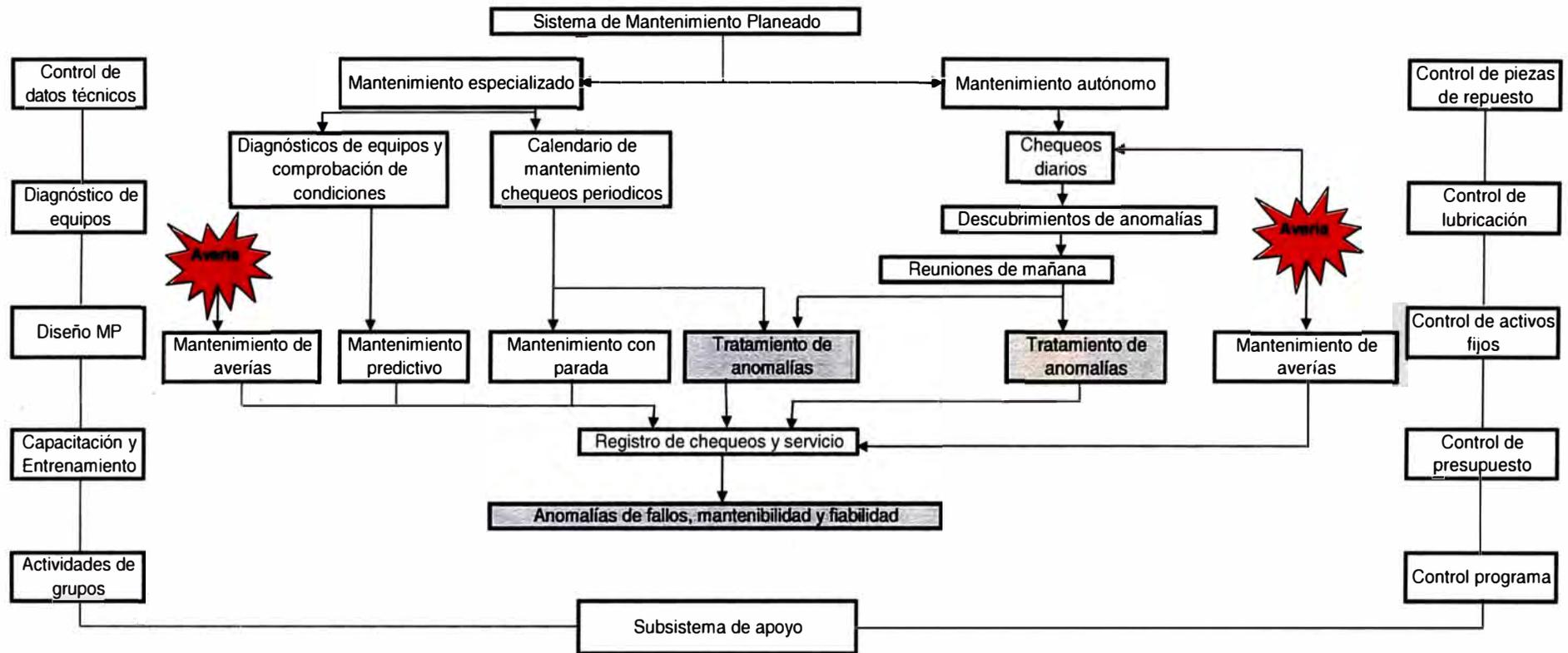


Figura 2.47 - Esquema de sistema de mantenimiento planeado.

2.5.4. Capacitación y entrenamiento (paso 7.4)

El TPM libera a las empresas del ciclo vicioso de problemas a través de las mejoras de las habilidades gerenciales, técnicas y prácticas de cada individuo involucrado.

Las empresas que obtienen resultados a través de la aplicación de la metodología TPM responderán al crecimiento tecnológico acelerado y las exigencias de habilidades, estableciendo sistemas de capacitación y entrenamiento proyectados para maximizar el potencial de cada empleado.

Esas empresas dedican esfuerzos enormes en entrenamiento de las habilidades de operación y de mantenimiento. Este entrenamiento debe comenzar a partir del primer día del desarrollo de TPM, teniendo en cuenta el ambiente y las necesidades de la empresa.

En TPM, las actividades básicas de este pilar son:

- El "On The Job Training" (OJT), entrenar en el trabajo
- El "Off Job Training" (Off-JT), entrenar fuera del lugar de trabajo.
- El "Autodesarrollo".

Desarrollar las capacidades de las personas no solo ayuda a los resultados financieros de la empresa, sino que también aumenta el entusiasmo y el orgullo por el trabajo realizado.

En el ambiente TPM los gerentes y supervisores de línea se deben dedicar a educar a las personas a su cargo, deben dedicar una parte considerable de su energía para el desarrollo personal, formando equipos competentes a la altura de las necesidades crecientes de la empresa.

Habilidad es la capacidad de hacer un trabajo, aplicando conocimiento y experiencia de manera correcta y reflexiva en todos los tipos de evento a lo largo de un periodo. Acumular sistemáticamente entrenamiento, experiencia e información, capacita a las personas a ejercer un buen raciocinio y hacerlo de

manera apropiada. Cuanto más ágil es una persona en el trato de las anomalías o problemas, más alto es su nivel de habilidades.

La habilidad es producto de motivación personal y entrenamiento constante, el resultado final es experticia. Para permitir que las personas sean expertas, la empresa debe desarrollar métodos de entrenamiento más efectivos.



Figura 2.48 - Ciclo del desarrollo de la habilidad.

Para asegurar la eficacia del entrenamiento, hay que desarrollar sistemáticamente seis pasos, que se examinan en detalle a continuación (figura 2.49).

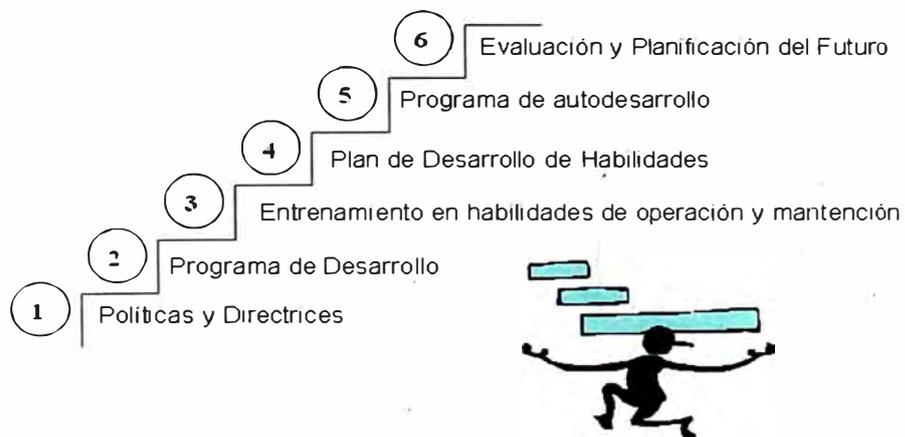


Figura 2.49 - Pasos para la implementación del pilar Capacitación y Entrenamiento.

Paso 1: Políticas y Directrices

La mayor parte de las empresas proporcionan a sus empleados alguna forma de entrenamiento; pero pocas empresas, entretanto, poseen cuadros de cualidades de individuos realmente competentes en equipos.

El entrenamiento es consecuencia de presión directa del trabajo y cuando es realizada es ritualizado y gradual.

Inicialmente debemos dar una ojeada bien severa al programa de entrenamiento de la empresa, y monitorear el aumento de las habilidades y especializaciones, revisando la situación e identificando los problemas persistentes.

En seguida; definimos las políticas, metas y prioridades, para un programa de entrenamiento proyectado a resolver esos problemas. La figura 2.50 da un ejemplo de las políticas, metas y prioridades para el entrenamiento.

El diagrama muestra un trabajador sosteniendo una pizarra con el texto 'Política y Objetivos' y el logo 'TPM' a la derecha. El contenido del diagrama es el siguiente:

Política básica
La política de entrenamiento de la planta es **DESARROLLAR HABILIDADES de ESPECIALISTA** a través de un programa activo de **ENTRENAMIENTO OJT, OnJT y AUTO DESARROLLO**.
Nuestra creencia básica es que aumentar las **resultados individuales** no tan solo ayuda a mejorar los **RESULTADOS** de nuestra empresa, si no que también aumenta nuestro **ENTUSIASMO** por la vida y orgullo en nuestro trabajo.

Metas
Promover **PERSONAL COMPETENTE** en términos de **EQUIPO** y competente en término de **GESTIÓN**, a través de **TPM**. Educar recursos humanos que irán a atender las necesidades de trabajo de **HOY** y del **LARGO PLAZO**.

Prioridades
Para alcanzar esas metas, revisamos el sistema de entrenamiento. La prioridad ahora es orientada en:

- 1. Desarrollar personas competentes en términos de EQUIPO**
- 2. Desarrollar personas competentes en términos de GESTIÓN**
- 3. Establecer un programa de desarrollo de CAPACIDADES.**

Figura 2.50 - Ejemplo de políticas, objetivos y prioridades de formación. MEALS de Colombia SA.

Paso 2: Programa de desarrollo

Todo el programa de entrenamiento debe ser elaborado con el ojo puesto en los objetivos empresariales (figura 2.51), tomando en consideración las áreas críticas, donde son identificadas las mayores pérdidas.

Un programa de entrenamiento debe abarcar y atender todos los niveles de la empresa.

Al inicio de las actividades de TPM, es necesario identificar cuáles son los conocimientos y habilidades necesarias de todos los niveles para el desarrollo de la metodología (figura 2.52). El mismo análisis es necesario para cualquier nueva actividad, proyecto, tecnología.



Figura 2.51 - Enfoque del entrenamiento.

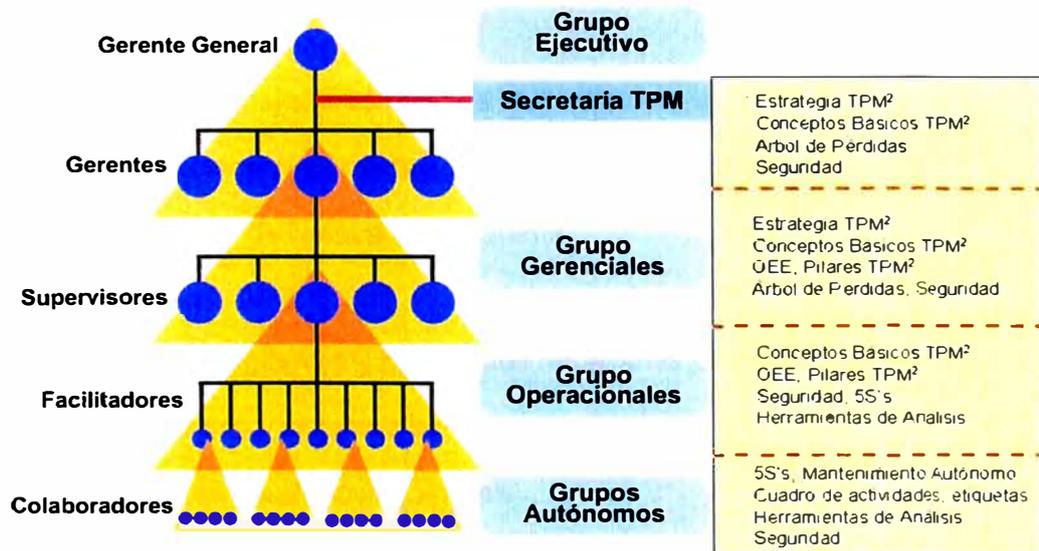


Figura 2.52 - Entrenamiento alineado a los niveles de cualquier empresa con TPM.

En relación a los objetivos de la empresa, de deben definir las habilidades y conocimientos necesarios a cada nivel de la estructura de la organización.

Basado en este perfil, es posible identificar cuales son los entrenamientos necesarios para así trazar el programa de desarrollo adecuado.

Ejemplo 1: Conocimientos y habilidades necesarias para los operadores:

- Puntos claves del trabajo.
- Criterios para el razonamiento.
- Control de resultados del trabajo.
- Principios operativos.
- Gestión de los instrumentos y herramientas de trabajo.
- Método de medición.
- Cambio de piezas y método de control.
- Método de regulación.
- Identificación de anomalías.

Si el conocimiento no es completo, la falta de ellos en el operador tendrá como resultado:

- Acciones y trabajos incorrectos.
- Determinaciones incorrectas de causas y acciones ineficaces.
- Agravamiento de la situación existente.

Ejemplo 2: Conocimientos y habilidades necesarias para los mantenedores:

- Componentes y sistemas de los equipamientos.
- Técnicas de diagnóstico y análisis.
- Límites entre normal y anormal.
- Herramientas de análisis: FMEA, ADF, ADP, etc.
- Análisis P-M.
- Identificar causas y acciones correctivas para evitar la.
- Reincidencia de fallas.
- Técnicas de entrenamiento.

- Análisis de los indicadores.
- Análisis crítico de costos.

El primer paso de cualquier programa de entrenamiento es identificar el nivel de conocimientos, tecnología, habilidades y competencia de lo que las personas precisan para cumplir y progresar en cada tipo de tareas, especialización o posición.

Los niveles de habilidades existentes deberían también ser evaluados:

- Nivel 1: Falta de conocimiento teórico y capacidad práctica (requiere de ser enseñado).
- Nivel 2: Conoce la teoría pero no la práctica (requiere de entrenamiento práctico).
- Nivel 3: Domina la práctica, pero no la teoría (no puede enseñar a otros).
- Nivel 4: Domina la teoría y la práctica (puede enseñar a otros).

El entrenamiento deberá ser proyectado para atender a todas las necesidades. El entrenamiento debe ser comprensible y práctico, y deberá ser dirigido a las necesidades claramente definidas.

Ejemplo 1: "Capacidad de análisis y solución de fallas" para personal de mantenimiento.

- Nivel 0: No conoce.
- Nivel 1: No sabe analizar, pero intenta resolver el problema.
- Nivel 2: Resuelve el problema con base en la experiencia. o con la ayuda de otras personas.
- Nivel 3: Analiza correctamente la falla y propone soluciones para impedir la recurrencia.
- Nivel 4: Es capaz de enseñar a otras personas.

Ejemplo 2: “Conocimiento de las normas de seguridad” para OPERADORES.

- Nivel 0: No conoce
- Nivel 1: Conoce las normas y los procedimientos, pero no los practica.
- Nivel 2: Practica las actividades siguiendo las normas de seguridad estando acompañado u observado.
- Nivel 3: Conoce las normas y dispositivos de seguridad y los aplica sistemáticamente de modo correcto.
- Nivel 4: Es capaz de enseñar a otras personas.

La matriz de conocimientos y habilidades debe ser implantada en la empresa con el objetivo de facilitar la gestión de las habilidades de cada funcionario.

La planificación de acciones de entrenamiento, es el análisis global del “status” de la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades de cada funcionario.

El subcomité del pilar de educación y entrenamiento debe elaborar la matriz, después de realizada la discusión de aclaración con los líderes de las áreas (supervisores, coordinadores, gerentes, etc.), sobre la importancia de la elaboración de la matriz de conocimientos y habilidades con sus objetivos.

Cada líder debe definir cuales son las habilidades, competencias, necesarias para todos sus funcionarios, cuales son las expectativas de desempeño deseadas, debido a la introducción de nuevas tecnologías, nuevos equipamientos o procesos.

Además, es preciso identificar cuales son los conocimientos y habilidades necesarias para el desarrollo de las actividades de TPM, debiendo los líderes de pilar definir esa necesidad. A continuación se muestra la estructura (figura 2.53) y un ejemplo (figura 2.54) de la matriz de habilidades.

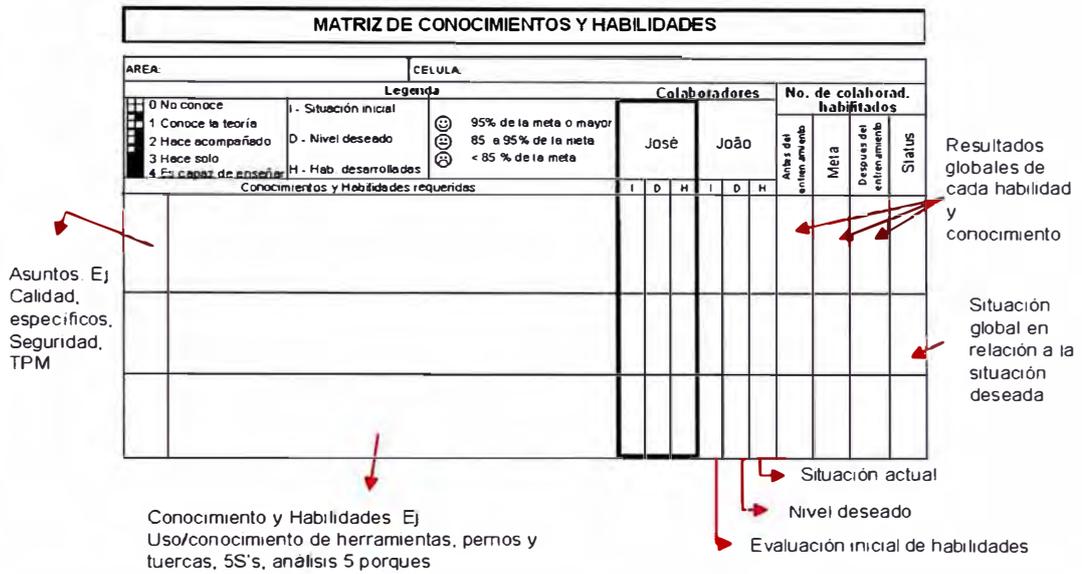


Figura 2.53 - Estructura de la matriz de habilidades y conocimientos.

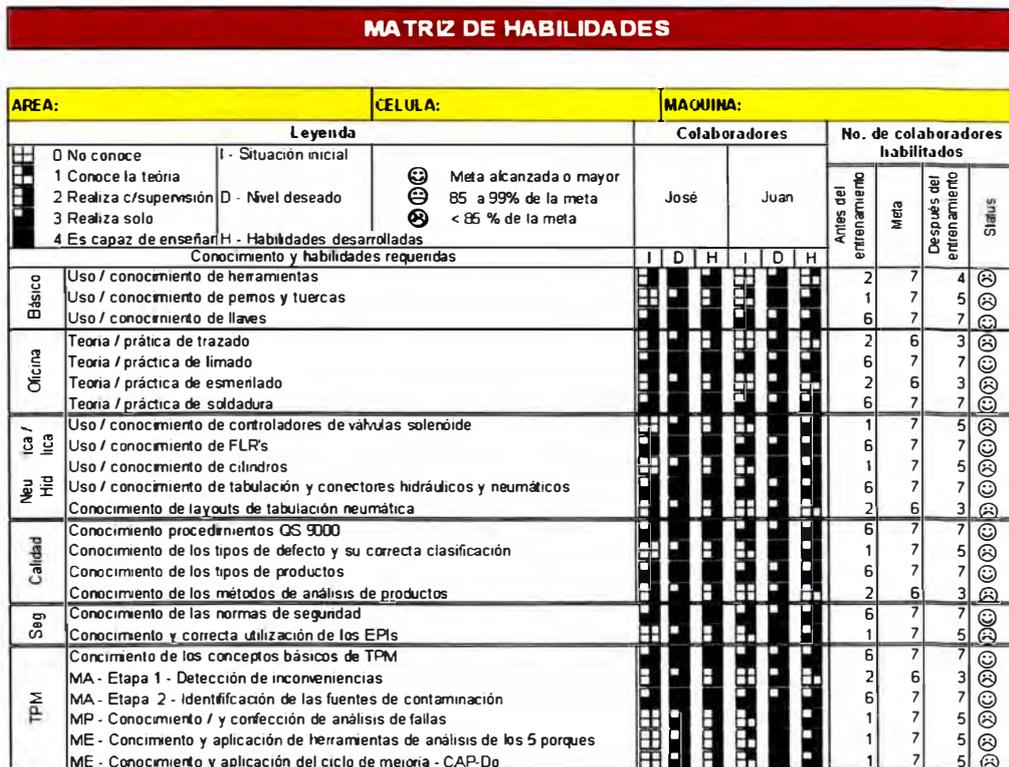


Figura 2.54 - Gestión de las habilidades y conocimientos.

Paso 3: Entrenamiento en habilidades de operación y mantenimiento

En este paso se describe como mejorar las capacidades de operación y mantenimiento hasta el nivel requerido en un programa TPM eficaz. El

proceso del entrenamiento empieza desde la definición de los temas a entrenamiento (de acuerdo a los objetivos empresariales o de la planta) y termina en la actualización de la matriz de habilidades. En la figura 2.55 se muestran la secuencia y los responsables

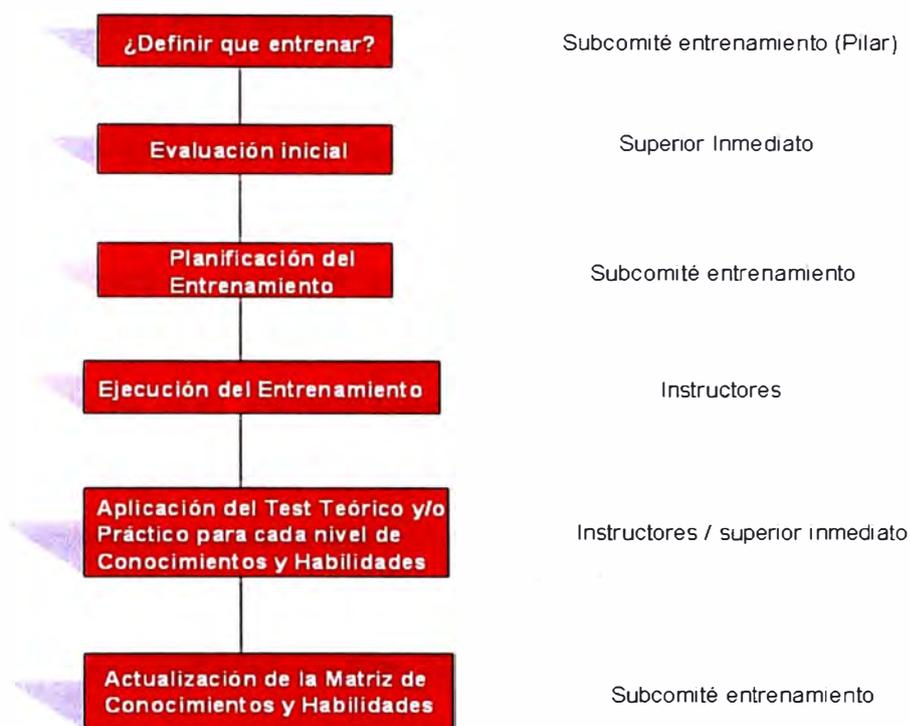


Figura 2.55 - Secuencia del entrenamiento y sus responsables.

Paso 4: Plan de desarrollo de habilidades

El desarrollo de habilidades deberá enfatizar en el entrenamiento OJT, OFFJT, y autodesarrollo en el lugar de trabajo.

A largo plazo, el mejor medio, para cumplir con sus objetivos de cada departamento de una empresa, es desarrollar personas con habilidades y conocimientos excelentes, extrayendo su potencial ilimitado y prepararlos a desafíos cada vez más altos. Evaluar las habilidades de los subordinados y ayudar a planificar programas de entrenamiento individuales, son dos tareas importantes para gerentes y supervisores de línea.

El primer paso es trazar un plan a largo plazo para desarrollar habilidades, los empleados discuten sus carreras deseadas y direcciones de desarrollo de

habilidades con sus supervisores, y estos realizan políticas de entrenamiento a largo plazo con base en: capacidades, aptitudes, características actuales y perspectivas futuras de cada empleado.

Programas anuales de desarrollo de habilidades son también planificados e implementados. Para determinar el entrenamiento adecuado, el supervisor realiza una evaluación general de habilidades con base en necesidades identificadas en cada área de trabajo.

El supervisor entonces define un plan anual de entrenamiento de habilidades específico para el empleado que equilibre adecuadamente entrenamiento OJT, OFFJT, y autodesarrollo.

En el final de cada ejercicio financiero, este programa de entrenamiento individual es evaluado resultados son usados para trazar el plan de entrenamiento del siguiente año.

Los supervisores también usan esas evaluaciones para ayudar a determinar promociones o aumentos salarios. Esta discusión es importante en todos los departamentos, incluso marketing, investigación & desarrollo, ingeniería de la producción y administración.

Paso 5: Programa de autodesarrollo

Es importante para los empleados fortalecer sus puntos débiles y desarrollar sus habilidades en el propio trabajo diario, este es el principio del entrenamiento en el trabajo.

Cuando las personas están ocupadas de más con tareas rutinarias, el autodesarrollo asume un papel secundario.

Además de ofrecer planificación de autodesarrollo y entrenamiento apropiado, las empresas deben crear un ambiente propicio en que los empleados sientan que pueden seguir también sus metas de mejora continua de sus habilidades.

Muchas empresas proporcionan un ambiente que conducen al autodesarrollo, introduciendo cursos de Internet, teniendo a disposición programas de video y

libros u ofreciendo asistencia financiera con entrenamiento. Otras usan un abordaje de gerenciamiento por objetivo que atribuye a cada empleado un proyecto de autodesarrollo cada seis meses.

Item de entrenamiento	Costo para el empleado	Unidad del curso	Participantes
Curso por internet	Abastecer de computador	Establecer la institución del curso por internet Recomendado por el supervisor del empleado	Todos los empleados (los cursos comienzan en Enero y Julio)
Entrenamiento por video (sistema de arriendo)	Grátis	Mas de 250 videos de entrenamiento disponibles	Todos los círculos, pequeños grupos e individuos de la empresa y proveedores
Curso de entrenamiento por Video Designado	Gratis	Mensualmente	Libre participación (El tópicó mensual es definido por la empresa y anunciado a pnnipio del mês. Cada video dura 40 minutos y es pasado despues del horario de trabajo.

Tabla 2.15 - Esquemas para incentivar el autodesarrollo.

Paso 6: Evaluación y planificación del futuro

Es preciso evaluar periódicamente las actividades de entrenamiento, verificando el progreso del personal en dirección a las metas de desarrollo de habilidades establecidas.

Los empleados deben ser capaces, de acompañar y anticiparse rápidamente, a los avances en la tecnología, equipamientos y gerenciamiento, a través de su capacitación.

Se recomienda periódicamente revisar el funcionamiento del sistema de entrenamiento, y currículo de lo que la empresa necesita, y esforzarse por un programa que desarrolle a las personas a la altura de sus trabajos y sus equipamientos. Este es el modo de obtener un crecimiento empresarial duradero.

2.5.5. Pilares adicionales para el apoyo a la gestión

En los puntos anteriores hemos desarrollado la metodología para cuatro pilares fundamentales del TPM llamados "Pilares de confiabilidad": Mejora enfocada Mantenimiento autónomo, Mantenimiento Planeado; y Capacitación y entrenamiento.

Cuando el TPM se planea implementar en plantas de proceso, es recomendable trabajar en primera etapa los pilares de confiabilidad y cuando se haya conseguido resultados claros se pretenderá trabajar sobre los otros cuatro.

En este informe focalizaremos justamente en esta recomendación; pues es el objetivo de Minera Yanacocha, experimentar resultados alentadores en las plantas de procesos como primera etapa.

En los siguientes puntos desarrollaremos en forma resumida los pilares de apoyo a la gestión: Gestión temprana de equipos, Mantenimiento de calidad, Gestión de seguridad y TPM en oficinas.

Gestión temprana de equipos

Conforme se diversifican los productos los productos y se acortan los ciclos de vida, crece en importancia encontrar modos de aumentar la eficiencia del desarrollo de nuevos productos y de las inversiones de los equipos. El objetivo de este pilar es reducir drásticamente el plazo desde el arranque inicial a la producción en gran escala y lograr un arranque en vertical (un arranque rápido, libre de dificultades y correcto desde el principio).

La gestión temprana de equipos es particularmente importante en las plantas de proceso porque se invierten cantidades considerables de dinero en unidades de proceso conectadas y la dirección espera que funcione un gran número de años. Por otra parte, después de cada operación de mantenimiento con parada, la operación de arranque debe gestionarse con el mismo procedimiento seguido cuando la planta se puso en marcha por primera vez. Para lograr esto, todos los departamentos deben cooperar estrechamente, no solamente ingeniería, proyectos, producción y mantenimiento; sino también planeamiento, marketing, finanzas y aseguramiento de la calidad.

El TPM concede la misma importancia la gestión temprana de equipos y productos que a las demás actividades de TPM. Las bases de la gestión son dos: la evolución del rendimiento económico del curso de vida del equipos (optimización del costo del ciclo de vida) y el diseño para prevenir el mantenimiento (MP).

El siguiente procedimiento asegura que la gestión temprana de equipos evolucione comprensiva y eficazmente:

- Paso 1: Investigar y analizar la situación existente.
- Paso 2: Establecer un sistema de gestión temprana.
- Paso 3: Depurar el nuevo sistema y facilitar formación.
- Paso 4: Aplicar el nuevo sistema ampliando su radio de acción.

La figura 2.56 muestra el comportamiento de los defectos producidos durante la operación del arranque y fases posteriores de un equipo, la gestión temprana ayuda a acortar el tiempo de revisión en la entrada en servicio.

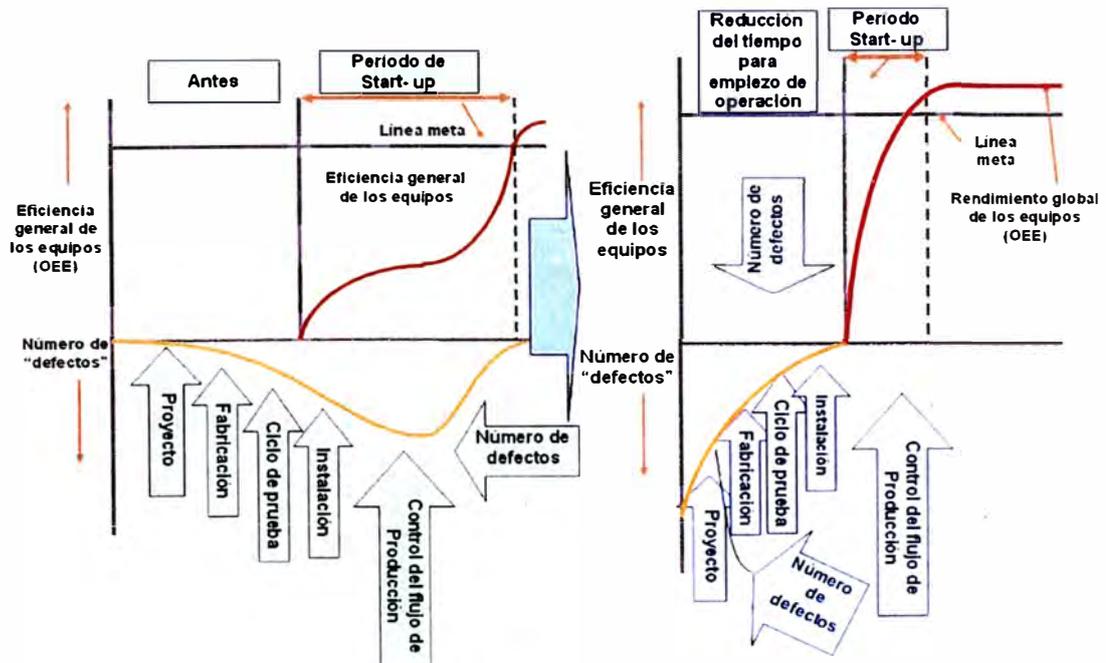


Figura 2.56 - Depuración de los defectos en la puesta en marcha de los equipos con gestión temprana.

Mantenimiento de calidad

El mantenimiento de calidad consiste en realizar sistemáticamente y paso a paso actividades que garanticen en los equipos las condiciones para que no se produzcan defectos de calidad. Es decir, hablamos de mantener el equipo en condiciones perfectas para producir productos perfectos. Los defectos de calidad se evitan chequeando y midiendo periódicamente las condiciones del equipo y verificando que los valores medidos estén dentro del rango especificado.

Normalmente se controlan los resultados inspeccionando los productos y actuando contra los defectos una vez que se han producido. Pues bien, el mantenimiento de calidad del TPM considera e intenta evitar enteramente los defectos de calidad antes de que se produzcan. Esto se logra identificando los puntos de chequeo para todas las condiciones del equipo y proceso que puedan afectar a la calidad, midiéndolas periódicamente, y tomando acciones apropiadas (figura 2.57).

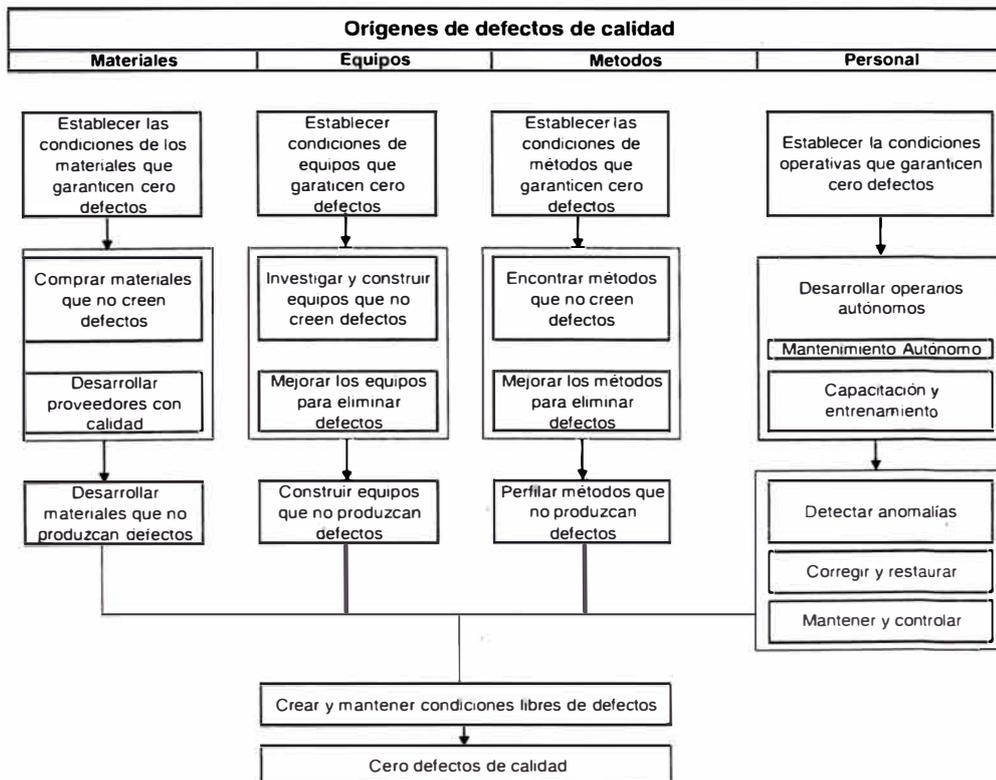


Figura 2.57 - Filosofía básica de los cero defectos.

TPM en áreas administrativas y RRHH

La información en los departamentos tales como ingeniería y administración dispara la acción del departamento de producción. Por tanto, la calidad, precisión y oportunidad en el tiempo de esta información afectan profundamente a lo que hace el departamento de producción.

El modo de manejar esta información es el núcleo del TPM en los departamentos administrativos y de apoyo. En el TPM, el trabajo de tales departamentos se trata de forma análoga a los procesos de producción (por ejemplo, como fabricación de información), contemplándose los procedimientos administrativos como análogos al equipo de producción.

El enfoque descrito sistematiza las experiencias de muchas empresas que han implementado el TPM en sus departamentos administrativos y de apoyo.

Los principales elementos o acciones a tomar para implementar este pilar son:

- Empezar con el concepto de crear “fabricas de información”.
- Aplicar el concepto de “equipo” al trabajo administrativo.
- Crear una visión a o que debe aspirar cada departamento (por ejemplo, sus condiciones óptimas) y esforzarse en alcanzar este ideal.
- Implementar el TPM mediante sus cinco actividades nucleares (pilares de confiabilidad)
- Esforzarse en lograr resultados medibles.

Gestión de seguridad, higiene y medio ambiente

Asegurar la fiabilidad del equipo, evitar los errores humanos, y eliminar los accidentes y polución son algunos de los pilares básicos del TPM. La gestión de la seguridad, higiene y medio ambiente es una actividad clave en cualquier programa TPM. Una implementación plena del TPM mejora la seguridad de diversas formas, por ejemplo:

- El equipo defectuoso es una fuente común de riesgos, de modo que las campañas para las cero averías y defectos mejoran también la seguridad.
- A través de una aplicación de los principios de cinco “S” (como parte del mantenimiento autónomo) se eliminan fugas y derrames; y los lugares de trabajo se vuelven más limpios, pulidos y bien organizados.
- El mantenimiento autónomo y las mejoras dirigidas eliminan las áreas inseguras.
- Los operarios entrenados en TPM se preocupan de sus equipos, están más capacitados para detectar anomalías inmediatamente y resolverlas rápidamente.
- Los equipos y procesos no se operan por personal no calificado.
- Los operarios asumen la responsabilidad de su propia salud y seguridad.
- El personal cumple con rigor los estándares y reglamentos desarrollados en un programa TPM.

La práctica del TPM crea seguridad en el trabajo. También contribuyen considerablemente a crear un entorno sano y acogedor. La figura 2.58 muestra como una empresa (Japan Cable Systems) ha trabajado para mejorar la productividad y la seguridad simplemente poniendo en práctica cinco de las ocho actividades nucleares o pilares del TPM.

Una planta de proceso es un vasto complejo de personas y máquinas. Para eliminar accidentes y contaminación, hay que tomar acciones específicas para reforzar la organización, la gestión de personas y equipos: crear un sistema que pueda apoyar, promover y dirigir la creación de lugares de trabajos seguros, libres de contaminación y hospitalarios.

Dos factores ayudan a las personas a adquirir una mentalidad cero accidentes, cero contaminación: La práctica diaria como parte de su trabajo, la

gestión de materiales y un fuerte y visible apoyo de la dirección. Sin embargo hay límites que pueden lograrse si el personal de la planta es enteramente responsable de evitar los accidentes y la polución. El personal de la planta y el staff deben comprenderse entre si y trabajar de modo conjunto con eficacia.

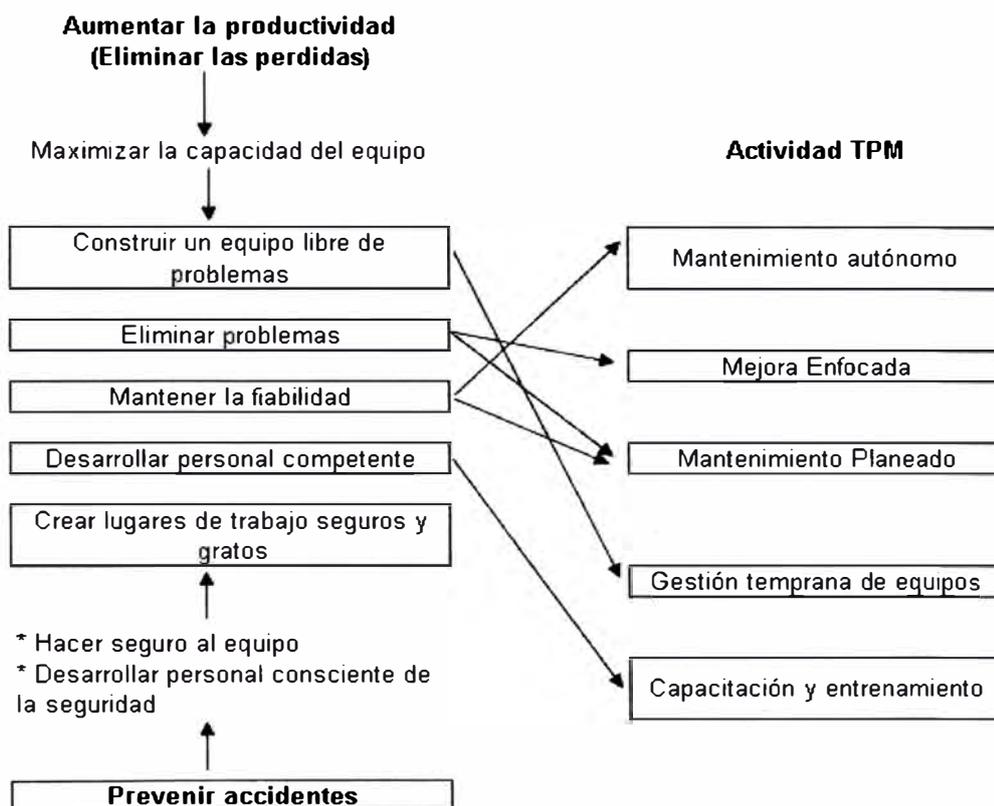


Figura 2.58 - Productividad, seguridad y actividades TPM.

Un plan para revisar la seguridad de una empresa puede durar de dos a tres años, como parte integral de un programa de desarrollo del TPM. Algunas corporaciones cuentan con toda un área dedicada a este punto; pero el corazón de los riesgos y peligros se encuentran en el lugar de trabajo. Por lo tanto, el desarrollo de actividades de seguridad debe formar parte de los programas de mantenimiento autónomo y planeado.

Como los accidentes y la polución se originan en los lugares de trabajo, el programa de seguridad y entorno eficaz debería comenzar con un plan de desarrollo paso a paso basado en los propios lugares de trabajo, las

instalaciones y materiales presentes en dichos lugares. Todos los empleados participan en las actividades, que se promueven y estimulan a través de auto evaluaciones y auditorias de dirección.

Aunque la gestión de la seguridad y el entorno se revisan a fondo en el paso 11 del programa de desarrollo del TPM (después de una plena implementación), la conciencia de la seguridad necesita tiempo para arraigar. Es importante empezar tratando este tema desde la fase de preparación.

En los primeros pasos del mantenimiento autónomo, los operadores limpian los equipos de trabajo y el estacionario (no móvil). Como es probable que no hayan hecho esto antes, hay un considerable riesgo de accidentes y daños. Debemos considerar la aplicación paralela de las cinco "S" -desarrollaremos esta técnica en el siguiente subtítulo- y de la gestión visual para asegurar la continuidad en el tiempo.

El mantenimiento planeado pretende eliminar los fallos inesperados y mejorar gradualmente los niveles de operación conforme se completan las cuatro fases de la implementación. Sin embargo, esto implica muchas actividades peligrosas, tales como las relacionadas con la introducción de nuevos equipos, reconstrucciones a gran escala, el mantenimiento con parada general y el trabajo no rutinario. Hay que diseñar un programa de seguridad para estas tareas, y ponerlo en práctica conjuntamente con los subcontratistas.

Para mejorar los conocimientos de seguridad y su concienciación, se realizan ejemplos de omisiones y errores próximos. Estos ejemplos se describen en hojas de lecciones de punto a punto (LPP).

Para hacer un análisis y monitoreo de las mejoras en seguridad, nos valdremos del principio de Heinrich¹⁰ (figura 2.59). El principio de Heinrich deriva de un análisis de aproximadamente 500000 incidentes relacionados

¹⁰ Considerado el padre de la moderna seguridad industrial, H. W. Heinrich (Industrial Accident Prevention, 5ta edición, McGraw-Hill, 1980) propuso ya en 1931 su filosofía y métodos de prevención de accidentes.

con la seguridad en la industria. El estudio demostró que había aproximadamente 300 pequeñas fallas por cada daño serio o muerte.

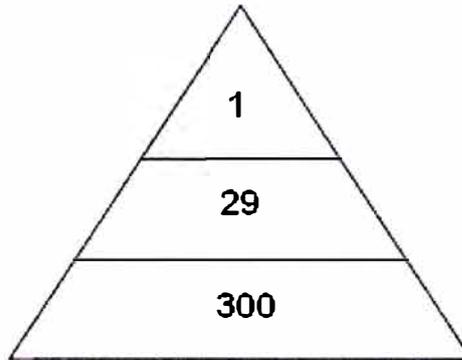


Figura 2.59 - El principio de Heinrich.

La figura 2.60 muestra un análisis de pequeñas fallas de una cierta fábrica especificando los puntos débiles (causas) que conducen a los incidentes. Hay que tomar en serio las pequeñas fallas. Es recomendable hacer un análisis de causa raíz.

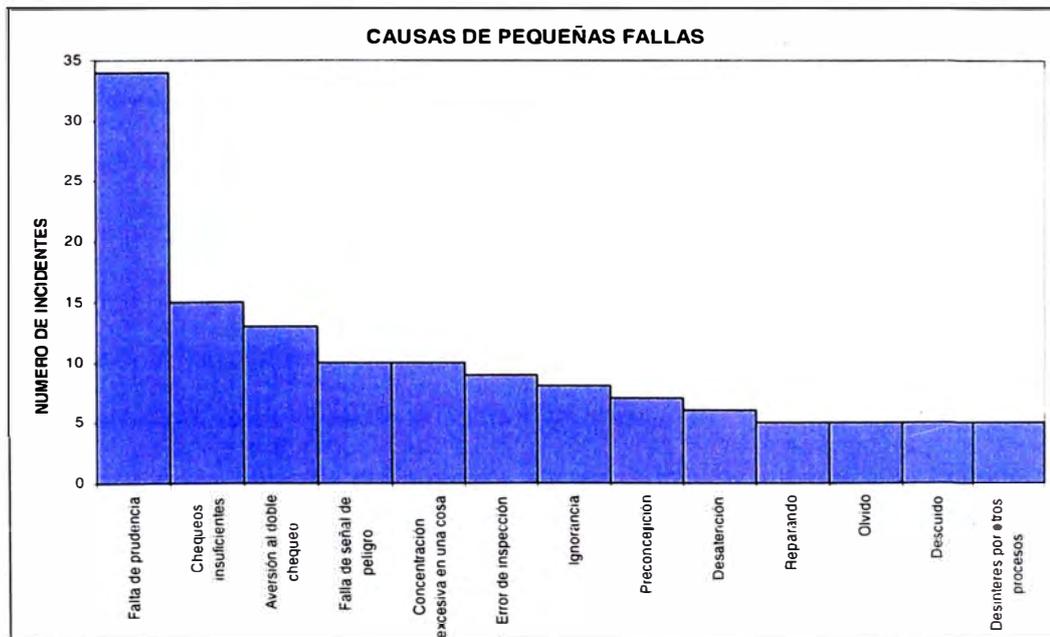


Figura 2.60 - Causas de pequeñas fallas.

2.5.6. Gestión de las cinco "S" como base del TPM

Las cinco "S" es una metodología cuya filosofía se centra en eliminar todo lo inútil de los puestos de trabajo y organizar lo útil para obtener el máximo rendimiento, sus objetivos fundamentales son:

- Mejorar la eficacia en los puestos de trabajo.
- Detectar más fácilmente los problemas.
- Ayudar a descubrir las anomalías de nuestro entorno.
- Ayudar a construir un sistema de control visual.

Se llama estrategia de las cinco "S" porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

- Clasificar (Seiri).
- Orden (Seiton).
- Limpieza (Seiso).
- Limpieza Estandarizada (Seiketsu).
- Disciplina (Shitsuke).

Las cinco "S" son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las 5S sean características exclusivas de la cultura japonesa.

Todos los no japoneses practicamos las cinco "S" en nuestra vida personal y en numerosas oportunidades no lo notamos. Practicamos el Seiri y Seiton cuando mantenemos en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc. Cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce.

Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican en forma estandarizada las cinco "S" en igual forma como mantenemos nuestras cosas personales en forma diaria. Esto no debería ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en nuestro trabajo y la calidad de vida en aquel lugar donde pasamos más de la mitad de nuestra vida. Realmente, si hacemos números es en nuestro sitio de trabajo donde pasamos más horas en nuestra vida.

Es por esto que cobra importancia la aplicación de la estrategia de las cinco "S". No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación de algo japonés que "dada tiene que ver con nuestra cultura latina". Simplemente, es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente.

La tabla 2.16 define las actividades de las cinco "S".

5S	Definición	Mejoramiento del trabajo	Objetivo
<i>Seiri</i>	Separar las cosas necesarias de las innecesarias. Eliminar las innecesarias liberando espacio de trabajo. <i>Clasificar y separar.</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Reducir inventarios. * Hacer eficiente el uso del sector de trabajo. * Prevenir la pérdida de cosas. * Dejar al lugar de trabajo sin desperdicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de costos. Mejoramiento de trabajo.
<i>Seiton</i>	Hacer un buen ordenamiento de las cosas necesarias para usarlas rápidamente. <i>Ordenar.</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Eliminar pérdida de tiempo buscando cosas. * Mejorar la seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejoramiento de la seguridad.
<i>Seiso</i>	Eliminar cualquier suciedad, desperdicio, o materiales extraños en el sector. <i>Limpieza.</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Mantenimiento y mejora de la apariencia de los equipos. * Mantener limpio el lugar de trabajo para facilitar el control. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de los tiempos de parada de equipos.
<i>Seiketsu</i>	Mantener todo listo en condiciones. <i>Alce, Limpieza estandarizada.</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Mejorar el ambiente de trabajo. * Eliminación de accidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejora la Seguridad.
<i>Shitsuke</i>	Observar estrictamente las reglas del lugar de trabajo. <i>Formación moral y ética, Disciplina y Entrenamiento.</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Eliminación de errores y las negligencias. * Estricto cumplimiento de las decisiones. * Mejora de las buenas relaciones humanas. 	<ul style="list-style-type: none"> Atención.

Tabla 2.16 - Actividades a realizar en las cinco "S".

Al igual que los pilares del TPM, debemos tener un Plan Maestro para ejecutar las actividades cinco "S", la tabla 2.17 muestra un ejemplo de plan maestro para la implementación de la primera S (Seiri).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA 5S (1S)

ACTIVIDADES	FECHA INICIO	2004																															RESPONSABLE
		DICIEMBRE			ENERO							EBRERO							JUNIO			JULIO											
		49	50	52	53	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	26	27	28	29	30	31										
Capacitación del Equipo 5S	27/12/2004																													Jorge Hinojosa Antonio Arango			
Elaboración de Procedimiento Manual (versión 1) para las 5S	13/12/2004																													Comité 5S			
Entrega de materiales	17/01/2005																													Antonio Arango Antonio Arango Jorge Chicoma			
Capacitación a todo el personal de la Planta Piloto	13/12/2004																													Comité 5S			
Preparación de materiales de trabajo para patrullaje - Guías de audít. tarjetas rojas	03/01/2005																													Antonio Arango Jorge Chicoma			
Establecer división de zonas o áreas del piloto y definir cuadro de responsabilidades	01/10/2005																													Comité 5S			
Preparar tableros de Gestión Visual	15/02/2005																													Antonio Arango Jorge Chicoma			
Difusión del Sistema 5S (importancia, beneficios, progresos y avances de la implementación) a nivel de toda la planta	01/01/2005																													Comité 5S			
SEIRI: Arreglo apropiado, clasificar, seleccionar	22/12/2004																																
Distinguir ítems necesarios, ordenarios, almacenables y los ítems esesarios retirables	01/03/2005																													Áreas de Implementación			
1º Patrullaje y aplicación de Tarjetas Rojas (días martes)	22/3/2005																													Patrullas			
Envío de Informes (días miércoles)	23/3/2005																													Patrullas			
Reunión de Informe al Comité 5S (días Jueves)	30/3/2005																													Coordinador 5S (Antonio Arango)			
2º Patrullaje y aplicación de Tarjetas Rojas	04/05/2005																													Patrullas			
Monitoreo para el levantamiento de las TRs	05/05/2005																													Patrullas			
Envío de Informes	06/05/2005																													Patrullas			
Reunión de Informe al Comité 5S (días Jueves)	07/05/2005																													Coordinador 5S (Antonio Arango)			
3º Patrullaje y aplicación de Tarjetas Rojas	16/05/2005																													Patrullas			
Monitoreo para el levantamiento de las TRs	18/05/2005																													Patrullas			
Envío de Informes	19/05/2005																													Patrullas			
Reunión de Informe al Comité 5S	19/05/2005																													Coordinador 5S (Antonio Arango)			
Monitoreo de la implementación de la primera S	19/05/2005																													Coordinador 5S, Asesora Edelmira, Coordinador 5S			
Informe Final	26/05/2005																																

Tabla 2.17 - Plan maestro para la implementación de la primera "S".

El primer paso, en la implantación del Seiri consiste en la identificación de los elementos innecesarios en el lugar seleccionado para implantar las cinco "S". En este paso se pueden emplear la lista de elementos innecesarios se debe diseñar y enseñar durante la fase de preparación. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación. Adicionalmente se encuentran las tarjetas de color que permiten marcar o "denunciar" que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. En algunas empresas utilizan colores verde para indicar que existe un problema de contaminación, azul si está relacionado el elemento con materiales de producción, roja si se trata de elementos que no pertenecen al trabajo, como envases de comida, desechos de materiales de seguridad como guantes rotos, papeles innecesarios, etc. En Japón se utiliza frecuentemente la tarjeta roja para mostrar o destacar el problema identificado (ver ejemplo en la figura 2.61).



Figura 2.61 - Ejemplo de tarjeta roja.

En la segunda "S", ordenar significa colocar los elementos necesarios en el lugar exacto, identificados, con el fin de que cualquier persona pueda encontrarlo, usarlo, retirarlo y dejarlo en su sitio fácilmente. Los métodos más utilizados son: la gestión visual que están relacionados directamente con la estandarización (codificación de colores, marcación de ubicación, guardas transparentes, etc.); el mapa 5S que permite mostrar donde ubicar las cosas rápidamente. Algunos ejemplos vemos en las figuras 2.62 y 2.63.



Figura 2.62 - Uso de la gestión visual en el pañol de herramientas.



Figura 2.63 - Uso del mapa cinco "S" y la gestión visual.

El objetivo de la tercera "S" es establecer una metodología de limpieza que evite que el área de trabajo se ensucie. La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente. Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo. Debemos implementar campañas de limpieza, comúnmente se les conoce como "Clearing Day" en donde deben intervenir desde el operador hasta la gerencia general. Seguidamente elaborar un plan del mantenimiento de la limpieza que significa integrar estas campañas de limpieza al plan de mantenimiento preventivo. Estas dos actividades traen como resultado conocimientos que son emitidos por los especialistas y recibidos por los operadores menos capacitados, tales conocimientos son impartidos por medio de LPP's y estándares de inspección, limpieza y lubricación.

La cuarta "S" (Seiketsu) es una metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un

proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Shitsuke o disciplina, es la última "S" que significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos. Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente. Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa.

Finalmente, al igual que todas las metodologías implementadas debemos organizar auditorías internas y externas para cada paso de las cinco "S" (ver anexos / formatos).

2.5.7. Medición de la eficacia del TPM

En el paso 4 del programa de implementación del TPM consiste en establecer políticas y objetivos TPM básicos. La cuestión más difícil de establecer metas de mejora es cómo fijar adecuadamente el nivel de eficacia sobre las marcas de referencia actuales. Pero, previa o simultáneamente a cuando se establecen los objetivos, hay que decidir la contribución que debe hacer el TPM a la política básica de la empresa, y al logro de sus objetivos a medio y largo plazo. Los objetivos TPM deben integrarse con los objetivos generales de la empresa.

Una vez establecidos, los objetivos TPM se comunican a toda la planta. A continuación, se definen los enfoques, prioridades y estrategias requeridas

para lograr los objetivos. Periódicamente, se evalúan los resultados de las actividades TPM.

El comité de promoción TPM juega un papel extremadamente importante en el logro de los objetivos TPM. Cada tres o seis meses, un comité de promoción TPM (bien departamental o de la planta) debe evaluar el progreso hacia los objetivos, así como el cumplimiento de las prioridades. Este comité es responsable de establecer metas más elevadas cuando se han logrado las originales. Cuando las metas no se logran, el comité debe revisar la situación, identificar los obstáculos, emitir las instrucciones apropiadas y recomenzar el desafío.

Las industrias de proceso emplean una amplia variedad de equipos. En particular la industria minera usa numerosas unidades estáticas tales como columnas, y tanques. Las distintas unidades del equipo son generalmente muy grandes y están conectadas entre sí por sistemas complejos de tuberías e instrumentación para formar procesos continuos.

Aplicadas a procesos continuos de tal magnitud, las actividades TPM raramente rinden resultados instantáneos. Con todo, los indicadores de la eficacia deben reflejar con precisión el esfuerzo TPM que se realiza. Al medir la eficacia del TPM, hay que cuidar tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Los indicadores deben mostrar claramente los resultados de las actividades.
- Los indicadores deben evaluar equitativamente los esfuerzos TPM.
- Los indicadores deben revelar las prioridades de mejora.

Los indicadores de eficacia TPM, pueden clasificarse en siete tipos; gestión; eficacia de la planta; calidad; ahorro de energía; mantenimiento; salud; seguridad y entorno; y finalmente, entrenamiento y moral. Las tablas 2.18 a la

2.27) muestran algunos ejemplos de indicadores, se recomienda añadir o deducir de estas listas los indicadores que sean necesarios.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Beneficio de operaciones	Cuenta de pérdidas y ganancias		Anual	Indica el rendimiento global de la planta
Proporción entre beneficio de operaciones y capital bruto	$\frac{\text{Beneficio de operaciones} \times 100}{\text{Capital bruto}}$		Anual	Indica el rendimiento global de la planta
Valor añadido	$\frac{\text{Valor añadido} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de empleados}}$	1,3 - 1,5 x	Anual	Valor añadido por empleado
Productividad del personal	$\frac{\text{Volumen o cantidad de producción}}{\text{N}^\circ \text{ trabajadores (hs trab totales)}}$	1,4 - 2 x	Anual	Output por persona
Reducción de Costos	Reducción de costos absolutos o en porcentaje	de acuerdo con meta anual	Semestral	Porcentaje de reducción de costos o umbral de rentabilidad
Reducción de personal	Reducción absoluta o porcentual del N° de trabajadores	de acuerdo con meta anual	Semestral	En comparación con antes de introducir el TPM
Reducción en valor stocks producto	Reducción absoluta o porcentual del valor de los stocks de producto	de acuerdo con meta anual	Semestral	En comparación con antes de introducir el TPM
Reducción en valor trabajo en proceso	Reducción absoluta o porcentual del valor del trabajo en proceso	de acuerdo con meta anual	Semestral	En comparación con antes de introducir el TPM
Eficiencia de inversiones en equipo	$\frac{\text{Producción por periodo}}{\text{Valor de activos fijos al final del periodo}}$	de acuerdo con meta anual	Semestral	Indica la productividad de las inversiones en equipos
Proporción planta/personal	$\frac{\text{Activos fijos de planta (al final del periodo)}}{\text{N}^\circ \text{ empleados (al final del periodo)}}$	de acuerdo con meta anual	Semestral	Industrias de proceso: 80000 a 480000 \$/persona Industrias de ensamble: 24000 a 48000 \$/persona

Tabla 2.18 - Indicadores de gestión.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Eficiencia global de la planta	Disponibilidad x tasa de rendimiento x tasa de calidad	80-90%	Mensual	Macro-indicador de la eficiencia global del proceso
Eficiencia global de sub-proceso	Igual anterior	80-90%	Mensual	Eficiencia global de sub-proceso cuello de botella
Eficiencia global de equipos importantes	Igual anterior	85-90%	Mensual	Eficiencia global de unidades de equipo importantes
Disponibilidad	$\frac{CT - (\text{pérdidas SD} + \text{pérdidas de paradas}) \times 100}{CT}$	90% o más	Mensual	Pérdidas de paradas (SD) tiempo perdido durante las paradas para mantenimiento, ajustes de producción, etc Pérdidas de grandes paradas: tiempo perdido debido a fallas de equipos y proceso
Tasa de rendimiento	$\frac{\text{Tasa media actual de producción} \times 100}{\text{Tasa de producción estándar}}$	95% o más	Mensual	Indica el rendimiento de la Planta
Tasa de producción estándar	$\frac{\text{Volumen estándar de producción} \times 100}{\text{Tiempo}}$		Revisar anualmente	Capacidad estándar (nominal) de la planta
Tasa media de producción actual	$\frac{\text{Volumen de producción actual} \times 100}{\text{Tiempo de operación}}$	Valor actual	Mensual	Producción real por unidad de tiempo
Tasa de calidad	$\frac{\text{Volumen de producción} - (\text{defectos} + \text{reprocesos}) \times 100}{\text{Volumen de producción}}$	99% o más	Mensual	Tasa para el conjunto del proceso obtenida restando del volumen producido el output fuera de especificaciones y el producto reciclado
Número de fallas de equipos	Valores actuales para cada clase de equipos	Grado A = 0 Grado B = 1/10 Grado C = 1/15	Mensual	N° (para cada clase de equipos) de averías inesperadas que han conducido a paradas de producción
Número de fallas de proceso	N° de fugas, incidentes de contaminación, y fenómenos similares	Minimizar	Mensual	Incluye cualquier fenómeno que haya conducido a anomalías de proceso o calidad - normalmente denominadas "problemas de proceso"

Tabla 2.19 - Indicadores de eficacia de la planta.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Tasa de defectos de calidad	$\frac{RC + OS + desecho}{Volumen de producción}$	1/10 o menos	Mensual	Tasa de generación de productos reciclados (RC), producto fuera de especificación (OS) y desechos
Costo de defectos de proceso	Costo total de pérdidas generadas por cada tipo de producto	Minimizar	Mensual	Costos de reclamo, pérdidas de degradación de productos, y valor de costo de desechos
N° de defectos pasados sin detectar	N° de defectos pasados al proceso siguiente	0	Mensual	Errores de muestreo, errores de inspección intermedia, etc
N° de reclamaciones de garantía	N° de reclamaciones de clientes	0	Mensual	Número: 1/10 o menos Tasa: 30-100 ppm
Valor de reclamaciones de garantía	Valor de las reclamaciones para cada tipo de producto	Minimizar	Mensual	Valor total actual de reclamaciones de garantía
Rendimiento global	$\frac{\text{Total productos expedido}}{\text{Total primeras materias usadas}}$	Maximizar	Mensual	Rendimiento global de cada tipo de producto

Tabla 2.20 - Indicadores de calidad.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Consumo de electricidad	Tendencia de consumo de electricidad (KWH)	De acuerdo con metas anuales	Mensual	Incluida energía comprada y generada internamente
Consumo de vapor	Tendencia de consumo de vapor	De acuerdo con metas anuales	Mensual	
Consumo de fuel	Consumo de fuel oil, gas natural, etc	De acuerdo con metas anuales	Mensual	
Consumo de agua	Tendencia de consumo de agua	De acuerdo con metas anuales	Mensual	Incluida agua fresca, reciclada y tratada
Consumo de lubricantes y fluidos	Consumo de lubricantes y fluidos hidráulicos	De acuerdo con metas anuales	Mensual	
Consumo de materiales auxiliares	Consumo de disolventes, pinturas, etc	De acuerdo con metas anuales	Mensual	

Tabla 2.21 - Indicadores de ahorro de energía.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Frecuencia de fallas	$\frac{N^{\circ} \text{ total de paradas debidas a fallas}}{\text{Tiempo de carga}}$	0,10% o menos	Mensual	Referido a las paradas de 19 minutos o más de duración
Tasa de gravedad de fallas	$\frac{\text{Tiempo total de paradas debidas a fallas}}{\text{Tiempo de carga}}$	0,15% o menos	Mensual	Mantener el tiempo total de paradas dentro de 1 hsl/mes
Tasa de mantenimiento de emergencia	$\frac{N^{\circ} \text{ de trabajos EM} \times 100}{N^{\circ} \text{ total de trabajos PM y EM}}$	0,5% o menos	Mensual	PM: Mantenimiento Preventivo EM: Mantenimiento de Emergencia
Costos de paradas debidas a fallas	Tiempo de paradas x costo por unidad de tiempo	Minimizar	Mensual	Incluida la producción perdida, costos de energía, y costos de horas perdidas de personal
Número de pequeñas paradas y tiempos muertos	Tendencia en el número de pequeñas paradas y tiempos muertos	0	Total mensual (media diaria)	Referido al número de pequeñas paradas y tiempos muertos de menos de 10 minutos
MTBF	$\frac{\text{Tiempo total de operación}}{N^{\circ} \text{ de paradas}}$	2-10 veces	Mensual	Intervalo medio entre fallas
MTTR	$\frac{\text{Tiempo total de paradas}}{N^{\circ} \text{ de paradas}}$	1/2 a 1/5	Mensual	Tiempo medio de reparaciones

Tabla 2.22 - Indicadores de mantenimiento: Fiabilidad y mantenibilidad.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Tasa de costos de mantenimiento	$\frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Costo total de la producción}} \times 100$	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Indica la proporción de los costos de mantenimiento sobre el costo total
Costos de mantenimiento unitarios	$\frac{\text{Costos de mantenimiento}}{\text{Volumen de producción}} \times 100$	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Costos de mantenimiento por unidad de producto
Tasa de reducción de costos de mantenimiento	Tendencia en la reducción de costos de mantenimiento	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Comparación con situación anterior a introducción TPM
Costos de reparación de fallas inesperadas	Tendencia en los costos de reparación de fallas inesperadas	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Comparación con situación anterior a introducción TPM
Honorarios de mantenimiento	Tendencia en honorarios de mantenimiento pagados a terceros	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Comparación con situación anterior a introducción TPM
Reducción de stocks de repuestos	Tendencia en el valor de los stocks de repuestos	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Comparación con situación anterior a introducción TPM
Tasa de costos globales de mantenimiento	$\frac{\text{Costos totales de mantenimiento} + \text{pérdidas de paradas}}{\text{Costos totales de producción}} \times 100$	De acuerdo con metas anuales	Semestral	Comparación con situación anterior a introducción TPM

Tabla 2.23 - Indicadores de mantenimiento: Costos del mantenimiento.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Reducción en el número de paradas para mantenimiento (SMD)	$\frac{\text{SMD previsto}}{\text{SMD actual}}$	De acuerdo con metas anuales	Anual	La meta es ampliar el número de días de producción continua
Arranque vertical después de las paradas de mantenimiento	Tendencia en el número de problemas de arranque después de las paradas de mantenimiento	Minimizar	Anual	Evitar las fallas tempranas después de las paradas para mantenimiento
Tasa de logros del PM	$\frac{\text{Tareas PM terminadas}}{\text{Tareas PM planificadas}} \times 100$	90% o más	Mensual	Indica el nivel de la planificación del mantenimiento
Tendencia CM	Tendencia en los logros del mantenimiento correctivo (CM)	Como mínimo 10 por persona y año	Anual	El nivel del mantenimiento correctivo indica la capacidad técnica del departamento de mantenimiento
Tasa de reducción de personal de mantenimiento	Tendencia en la reducción del número de personas de mantenimiento	De acuerdo con metas anuales	Anual	

Tabla 2.24 - Indicadores de mantenimiento: Eficiencia del mantenimiento.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Tasa de mantenimiento contratado (1)	Contratado debido a falta de tecnologías y capacidades	De acuerdo con metas anuales	Anual	Comparación con situación anterior a introducción TPM
Tasa de mantenimiento contratado (2)	Magnitud necesaria para absorber falta de capacidad (falta de personal)	De acuerdo con metas anuales	Anual	Comparación con situación anterior a introducción TPM
Tasa de renovación	Proporción de unidades de equipos obsoletos modernizados	De acuerdo con metas anuales	Anual	Modernizar el equipo obsoleto físico o tecnológico antiguo
Desarrollo interno	Tendencia en el número de unidades de equipo desarrollados internamente	De acuerdo con metas anuales	Anual	Incluir elementos remodelados
Tasa de corrección de fallas	Tasa de análisis de fallos x Tasa de implantación de contramedidas x Tasa de prevención de repeticiones	De acuerdo con metas anuales	Anual	Para sacar a la luz debilidades en las medidas contra fallas y prevenir retoceros

Tabla 2.25 - Indicadores de mantenimiento: Otros.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Frecuencia de accidentes	$\frac{\text{Número de dañados / accidentados}}{\text{Horas de trabajo totales}} \times 100$	0	Anual	Número de accidentes por millón de horas de trabajo personal
Tasa de gravedad de accidentes	$\frac{\text{Días perdidos por accidentes}}{\text{Horas totales de trabajo}} \times 100$	0	Anual	Número de días de trabajo perdidos por accidentes por cada 1000 hs. de trabajo
Número de accidentes con pérdida de días de trabajo	Número actual	0	Anual	Mantener por debajo de la media de la industria
Número de accidentes sin pérdida de días de trabajo	Número actual	0	Anual	
Número de accidentes de planta	Número actual	0	Anual	Fuego, explosiones, etc
Número de días continuamente libres de accidentes	Número actual	0	Número total de días	Incluir accidentes que requieren o no requieren pérdidas de días de trabajo
Número de incidentes	Número actual	De acuerdo con meta anual	Mensual	Incluir accidentes que requieren o no requieren pérdidas de días de trabajo
Número de puntos peligrosos por las patrullas de seguridad	Número actual	De acuerdo con meta anual	Mensual	Mediante las patrullas de seguridad de la planta
Número de mejoras hechas en trabajos peligrosos	Número actual	De acuerdo con meta anual	Mensual	Número de medidas sobre seguridad
Nivel de ruidos del lugar de trabajo	Medir en puntos fijos usando "mapas de ruido"	Dentro de requerimientos legales	Medición periódica en puntos fijos	Medir también niveles de luz, concentraciones de pdvo, niveles de gas tóxico, y otros factores que atenden el entorno
Número de quejas externas	Número actual	0	Anual	Ruido, pdvo, olores, etc

Tabla 2.26 - Indicadores de entorno / seguridad / salud.

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Número de reuniones o tiempo invertido en actividades de pequeños grupos	Números actuales	De acuerdo con meta anual	Mensual	Calcular el total de pequeños grupos que se solapan en cada nivel de la organización
Número de temas registrados de mejoras orientadas	Número registrado para cada tipo de pérdida	De acuerdo con meta anual	Mensual	Empezar atacando los tipos de pérdidas que rendirán los mayores beneficios tangibles
Costos ahorrados debido a mejoras orientadas	Costos totales ahorrados con mejoras orientadas	De acuerdo con meta anual	Mensual	Costos totales ahorrados debido a mejoras orientadas de equipos de proyecto, organización permanente y pequeños grupos
Número de sugerencias de mejora	Número actual	De acuerdo con meta anual	Mensual	Como mínimo 100/personas/año o 8/personas/mes
Número de prestaciones externas	Número actual	De acuerdo con meta anual	Anual	En asociaciones, simposios, conferencias de presentación, etc
Número de hojas de lecciones de punto único	Número actual	De acuerdo con meta anual	Mensual	Como mínimo 1/persona/mes
Número de personas educadas en PM	Número actual	De acuerdo con meta anual	Anual	Incluido cursos, etc. Internos y externos
Número de calificaciones oficiales adquiridas	Número actual	De acuerdo con meta anual		Incluido técnicos de mantenimiento mecánico

Tabla 2.27 - Indicadores de formación y moral.

CAPÍTULO 3 MAXIMIZACIÓN DE LA EFICACIA DE LA PRODUCCIÓN

En las industrias de proceso, los productos se fabrican en plantas con equipamiento complejo que consiste en unidades tales como columnas, tanques, intercambiadores de calor, bombas, compresoras y hornos, todas ellas conectadas por tuberías, sistemas de instrumentación, etc. Como resultado de esta integración, es más importante maximizar la eficacia global de una planta que centrarse exclusivamente en la eficiencia de las unidades de equipo individuales.

3.1. EFICACIA DE LA PRODUCCIÓN EN LAS INDUSTRIAS DE PROCESO

La eficiencia de una planta depende de la eficacia con que se utiliza el equipo, materiales, persona y métodos. Por lo tanto, la mejora de la eficacia de la producción en las industrias de proceso arranca con los temas vitales de maximizar la eficacia global de la planta (equipo), la eficiencia de la primeras materias (materiales), la de las tareas (personal), y la de la gestión (métodos). Esto se hace examinando los inputs del proceso de producción (equipos, materiales, personas y métodos) e identificando e eliminando las pérdidas asociadas con cada input para así maximizar los outputs PQCDMS (productividad, calidad, costos, entregas, seguridad y moral).

3.2. EFICIENCIA GLOBAL DE LA PLANTA

Las industrias de proceso deben maximizar la eficacia de su planta elevando al máximo las posibilidades de sus funciones y rendimiento. La eficacia global se eleva eliminando cuidadosamente todo lo que tienda a perjudicar dicha eficacia. En otras palabras, maximizar la eficacia de la planta implica llevar esta a condiciones óptimas de operación y mantenerla en ese estado eliminando o al menos minimizando factores tales como fallas, defectos o problemas que perjudiquen su rendimiento.

Las ocho pérdidas siguientes son las más importantes que impiden que una planta alcance su máxima eficacia:

- Paradas programadas.
- Ajustes de la producción.
- Fallas en los equipos.
- Fallas en los procesos.
- Pérdidas de producción normales.
- Pérdidas de producción anormales.
- Defectos de calidad.
- Reprocesamientos.

La tabla 3.0 muestra las definiciones de las pérdidas antes listadas y unos ejemplos.

	Pérdidas	Definición	Unidades	Ejemplo
1	Pérdidas de paradas programadas	Tiempo de producción perdido cuando para la producción por el mantenimiento planificado anual o el servicio periódico.	Días	Trabajo en la parada, servicio periódico, inspecciones o autónomas, trabajo de reparación general, etc.
2	Pérdidas por ajustes de producción	Tiempo perdido cuando cambios en demanda o suministros exigen ajustes en los planes de producción.	Días	Parada para ajustes de producción, parada para reducir stocks, etc.
3	Pérdidas de fallas en el proceso	Tiempo perdido cuando el equipo pierde súbitamente sus funciones específicas.	Horas	Fallas de bombas, motores quemados, cojinetes dañados, ejes rotos, etc.
4	Pérdidas de fallas en los equipos	Tiempo perdido en paradas debidas a factores externos tales como cambios en las propiedades químicas o físicas de los materiales procesados, errores de operación, materiales defectuosos, etc.	Horas	Fugas, derrames, obstrucciones, corrosión, erosión, dispersión del polvo, operación errónea, etc.
5	Pérdidas de producción normales	Pérdidas de la tasa estándar y tiempo en arranques, paradas o cambios de piezas.	Reducción de tasa, horas	Reducciones de la tasa de producción durante periodo de arranque, cambios de producto, etc.
6	Pérdidas de producción anormales	Pérdidas de tasa de producción cuando la planta rinde por debajo del estándar debido a disfunciones y anomalías.	Reducción de tasa	Operación con baja carga, o con baja velocidad, y operación con tasa de producción por debajo del estándar.
7	Pérdidas por defectos de calidad	Pérdidas debidas a producción de producto rechazable, pérdidas financieras por baja graduación del producto.	Horas, tons, dólares	Pérdidas físicas y de tiempo debidas a producir productos que no cumplen los estándares de calidad.
8	Pérdidas de reprocesos	Pérdidas de reciclaje debidas a tener que devolver el material a un proceso anterior.	Horas, tons, dólares	Reciclaje de producto no conforme para hacerlo aceptable.

Tabla 3.0 - Las ocho pérdidas principales de una planta.

Para distinguir y cuantificar las pérdidas que impiden la eficacia, es útil identificar la estructura de las pérdidas que ocurren en una planta. La figura 3.0 describe la estructura de las ocho pérdidas mayores y muestra la fórmula para calcular la eficacia global de la planta. Esta estructura de pérdidas se ha preparado considerando las ocho pérdidas desde la perspectiva del tiempo.

La “disponibilidad” es el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo calendario. Para calcular la disponibilidad, del tiempo calendario se resta el tiempo perdido durante las paradas programadas (para mantenimiento planificado y ajustes de la producción) y el tiempo perdido en paradas súbitas importantes (fallas de equipos y de proceso).

La tasa de rendimiento de una planta expresa la tasa de producción como porcentaje de la tasa de producción estándar. La tasa de producción estándar es equivalente a la capacidad de diseño de la planta y es a capacidad intrínseca de una planta particular.

La tasa de calidad expresa la cantidad de productos aceptable (producción total menos productos de graduación baja, desecho y producto reprocesado expresado como un porcentaje de la producción total).

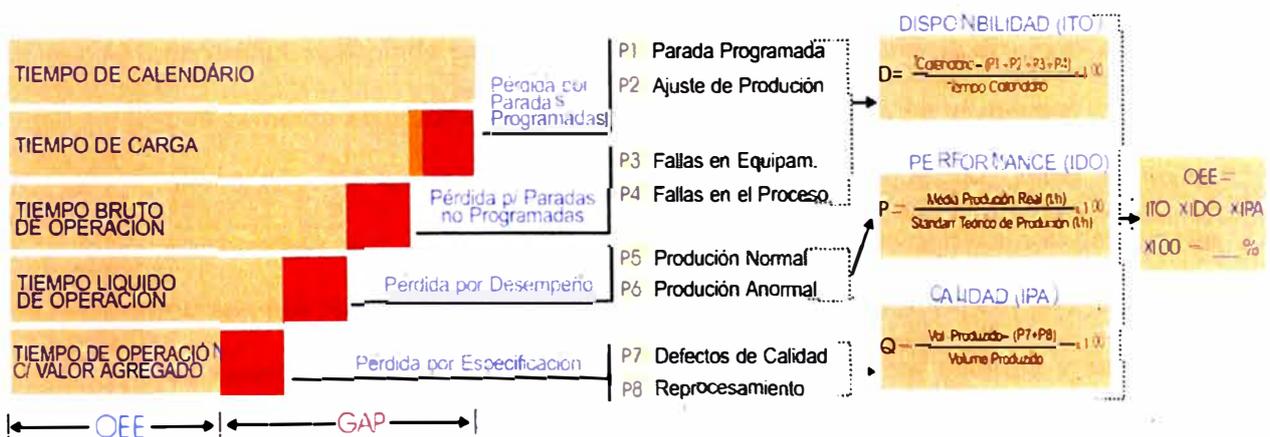


Figura 3.0 - Las ocho pérdidas mayores y el cálculo del OEE.

3.3. MAXIMIZACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS INPUTS DE PRODUCCIÓN

Como se ha explicado anteriormente, para maximizar la eficacia de la producción en las industrias de proceso una empresa debe incrementar infatigablemente la eficacia con que utiliza los recursos de producción (inputs): equipos, materiales, personas, y métodos. En la tabla 3.0 se han usado ejemplos de perturbaciones que podrían variar la eficiencia de estos inputs.

3.3.1. Reducción de pérdidas de materiales y energía

Los costos de energía y de las materias primas en las industrias de proceso constituyen un porcentaje significativo sobre los costos totales, un porcentaje muy superior a la que se da generalmente en la manufactura y ensamble. Es por tanto importante eliminar las pérdidas en estas áreas.

Estos costos representan los costos variables de una empresa como por ejemplo del combustible, vapor, energía eléctrica, agua, aire comprimido, etc. Debemos controlar los costos unitarios que generalmente tienden a decrecer conforme se incrementa la producción, lo correcto es comparar los números de consumos unitarios de los mismos volúmenes de producción preparando un gráfico apropiado para cada tipo de consumo unitario de producción.

Los cambios estacionales de temperatura o del clima en sí afectan a algunos elementos de los consumos unitarios de la producción, tales como el combustible, vapor, energía eléctrica y agua; de modo que las comparaciones no son tan fácilmente interpretables si se toma el conjunto del año. Por tanto es importante recoger datos mensuales de consumos unitarios y establecer índices de consumos unitarios separados para los periodos estacionales diferentes.

En las industrias de proceso, la misma planta produce a menudo varios productos diferentes. Si cambia un producto, entonces cambian también los consumos unitarios. Comúnmente, el consumo unitario aumenta con el tamaño del producto producido; para controlar el consumo unitario, hay que

medir su valor para diferentes productos y establecer índices en consecuencia.

Para maximizar la eficacia de los inputs de producción debemos reducir las pérdidas de materiales y ahorrar energía; a través de los grupos de mejora (KAIZEN-Mejora Enfocada).

3.3.2. Simplificación del proceso

A menudo, las empresas amplían o modifican viejas plantas cuando introducen nuevos productos o alteran procesos para mejorar productos existentes. Frecuentemente, lo que se hace es simplemente añadir el nuevo equipo dejando en la planta el equipo viejo y redundante. Las unidades estáticas, maquinaria, tubería y cableado se complican cada vez más, produciendo a menudo pérdidas de materiales y energía. Se consigue ahorrar energía y eliminar pérdidas, eliminando estas máquinas innecesarias; además se consigue liberar espacio que al final convierten a las áreas de trabajo en lugares más ordenados y espaciosos en donde es más fácil detectar las fugas, el óxido, las vibraciones y otras anomalías; y se consiguen mejorar la mantenibilidad, operación y seguridad de la planta.

3.3.3. Reducción de los materiales para el mantenimiento

Para enfrentarse con las averías no esperadas y reparaciones de emergencia, las plantas mantienen habitualmente materiales y piezas de mantenimiento en stock de modo que siempre este disponible la pieza que se necesita en cualquier momento. Sin embargo, a menudo hay excesivos stocks de estos materiales (considerando la planta en su conjunto) cuando las distintas áreas de trabajo mantienen sus propios almacenes y emiten sus propios órdenes de compra. A menudo, tener los materiales de mantenimiento en un almacén central único reduce sistemáticamente los stocks y sus costos. Por tanto, suele ser lo mejor clasificar los repuestos en dos categorías: los almacenados

permanentemente con niveles mínimos en una sola localización central, y otros almacenados no permanentemente (unidades de reserva, reservas, piezas consumibles y herramientas) en puntos de almacenaje descentralizados de las diferentes áreas.

3.3.4. Reducción de las pérdidas de mano de obra

Las pérdidas por mano de obra se refieren al desperdicio de trabajo humano que se produce por una deficiente condición de la planta. Una planta que convive con anomalías o averías genera trabajo extra, tales como inspecciones e informes sobre el equipo averiado, la realización de ajustes que no deberían ser necesarios, etc. Las acciones de emergencia y el seguimiento de las pequeñas incidencias características de las plantas de proceso (fugas, derrames, obstrucciones, etc.) requieren muchas horas de trabajo. Todo este trabajo extra es una pérdida y debe eliminarse.

3.3.5. Reducción de las pérdidas de limpieza

Muchas plantas de procesos, implementan en su que hacer diario las campañas de limpieza para eliminar las fuentes de suciedad, contaminación y los lugares de difícil acceso, estas actividades están introducidos dentro del paso 2 del pilar de mantenimiento autónomo. Estas campañas de limpieza reducen drásticamente el mantenimiento preventivo de las maquinas aumentando su vida útil, y a la vez reduce la inversión que se haría a las empresas de limpieza.

Si se reorganizan la planta se eliminan los equipos innecesarios, se simplifica y centraliza los diversos procesos. Como resultado se puede lograr reducir la fuerza laboral (menos mano de obra).

3.3.6. Reducción de las pérdidas de gestión

Las pérdidas de gestión son las que surgen como consecuencia de sistemas de gestión o la mala operación de estos sistemas.

Las pérdidas de gestión incluyen, por ejemplo, los cambios de útiles frecuentes causados por modificaciones no previstas de los planes de producción y las pérdidas de distribución que surgen por un deficiente manejo y transporte interno de los materiales. Es importante minimizar estas pérdidas.

3.3.7. Reducción de pérdidas administrativas

La eficiencia administrativa puede elevarse eliminando las pérdidas administrativas y mejorando la capacidad mediante el uso de mejores sistemas de procesamiento de la información.

Por ejemplo, si una organización reduce el número de ficheros y el número de documentos en circulación; además de introducir equipos informáticos se reduce la carga de trabajo administrativa. También, la introducción de equipos informáticos reduce la carga de trabajo administrativo, a la vez que la preparación de manuales de procedimientos mejora la eficiencia de las tareas administrativas de rutina. La introducción de un sistema de mesas compartidas dejará libre cierta cantidad de espacio, mejorando considerablemente la comunicación entre trabajadores y creando un entorno de trabajo más eficaz.

3.4. FILOSOFÍA DE CERO FALLAS DE EQUIPOS

El TPM despliega seis medidas para el cero averías, todas las cuales deben practicarse a fondo para eliminar las fallas en la maquinaria en general:

- Devolverle a la instalación sus condiciones básicas de funcionamiento.
- Aplicar y seguir estrictamente las condiciones de uso.
- Revertir el deterioro.

- Abolir los entornos que causan el deterioro acelerado.
- Corregir las debilidades de diseño.
- Mejorar las capacidades de las personas.

Estas seis actividades no pueden ser eficaces si una planta las emprende apresuradamente todas a la vez. Es más eficaz dividir las en cuatro fases y ponerlas en práctica sistemáticamente y en orden. De este modo, pueden conseguirse y medirse el progreso estable hacia las cero averías. Las cuatro fases, que forman parte integral de la creación de sistemas de mantenimiento autónomo y planificado, tienen como principales los siguientes temas:

- Reducir la variación de los intervalos entre fallas.
- Alargar la vida útil de los equipos.
- Revertir periódicamente el deterioro.
- Predecir los tiempos de vida de los equipos.

Una característica distintiva de las industrias de proceso es la gran variedad de equipos que se emplean. El enfoque más práctico para mantener y mejorar estos equipos es dividirlos en categorías tales como maquinaria rotativa, columnas y tanques, intercambiadores de calor, tuberías, sistemas de instrumentación eléctrica, etc.

Durante mucho tiempo se nos ha exhortado a "introducir la calidad a través del equipo". En efecto, este es el objetivo del mantenimiento de calidad.

En pocas palabras, para anticiparnos a los problemas de calidad que se originan en el equipo o en las condiciones del proceso, los equipos de mantenimiento de la calidad, identifican las relaciones entre las características de calidad y las condiciones del equipo y proceso, y entonces establecen y mantienen las condiciones que no crean defectos. Logran esto clarificando el sistema de causas-efectos que da lugar a los

defectos y el rango que debe mantenerse en cada condición del equipo para el sistema rinda productos libres de defectos.

El prerrequisito básico para un mantenimiento de calidad eficaz es un conjunto de operarios competentes en equipos y proceso desarrollados mediante un programa de capacitación y mantenimiento autónomo. Los operarios pueden entonces mantener y controlar las condiciones específicas y, consecuentemente, lograr los cero defectos.

Véase la figura 2.57 del capítulo 2 para entender la filosofía básica del cero defectos.

CAPÍTULO 4 PROCESO DE MERRILL CROWE EN MINERA YANACOCHA

4.1. RESEÑA HISTÓRICA DEL PROCESO MERRILL CROWE.

4.1.1. Geología del oro.

En la Naturaleza, las riquezas minerales se encuentran formando parte de diversas formaciones y estructuras litográficas propias de la corteza terrestre, que la ciencia de la geología pone al descubierto para su evaluación técnica de su eventual explotación mediante las tecnologías vinculadas a las disciplinas de la Explotación Minera y de la Metalurgia Extractiva.

La Geología, por lo tanto, constituye el primer paso del proceso minero, la explotación minera propiamente como tal comprende todas las actividades relacionadas con la extracción de los minerales desde su lugar de origen en la mina, hasta ser entregados para su procesamiento.

El oro esta ampliamente esparcido en la naturaleza, aunque se le encuentra generalmente en muy pequeñas cantidades. Se ha detectado su presencia en una gran diversidad de materiales tales como granito, carbón, caliza, arcilla, rocas ácidas e incluso en el agua de mar. El oro también se encuentra frecuentemente asociado en los depósitos de minerales básicos, especialmente a los correspondientes a minerales sulfurados de cobre. En general el oro no se presenta en los yacimientos como un sulfuro u otro compuesto, excepto en el caso de los telurios, más bien, se le encuentra en forma de oro nativo, sea en la superficie o diseminado a través de la matriz de otras partículas de mineral.

El oro se presenta en muchos y variados ambientes geológicos como:

- Oro en cuarzo.
- Depósitos epitermales.
- Placeres jóvenes.
- Placeres fósiles.
- Depósitos de oro diseminado.

Se ha estimado que la costa terrestre contiene un promedio de 0.0053 gr. de oro por tonelada métrica o 5.3 ppb y algunas rocas de la costa más auríferas contienen hasta 10 a 12 ppb. El agua del mar contiene alrededor de 0.011 ppb de oro.

Desde el punto de vista de la cianuración las menas de oro generalmente se clasifican en los siguientes grupos:

- Menas de Óxidos simples que contienen partículas finas de oro nativo, ya sea en cuarzo o ganga de piedra caliza.
- Menas de sulfuros simples en las que el oro está asociado con pequeñas cantidades de pirita y arsenopirita.
- Menas complejas de metales comunes.
- Menas complejas refractarias.

La hidrometalúrgica corresponde a la tecnología de extraer los metales, desde los materiales (minerales) que lo contienen, mediante métodos fisicoquímicos acuosos y la pirometalúrgica lo hace mediante métodos fisicoquímicos secos a altas temperaturas.

En la hidrometalúrgica existe una etapa de disolución selectiva de los metales desde los sólidos que lo contienen mediante una solución acuosa, esta etapa se conoce con el nombre de LIXIVIACIÓN (en inglés leaching), los cianuros de potasio y sodio en medio alcalino disuelven el oro formando

complejos de cianuro. Es en esta capacidad de disolver el oro y la plata que se basa el proceso de cianuración.

4.1.2. Fundamentos básicos de cianuración

La acción disolvente de las soluciones de cianuro alcalino sobre el oro metálico fue conocida, desde 1783, por el científico sueco Carl Wilhelm Sheele. Varios otros científicos estudiaron las reacciones involucradas. Pero L. Elsner, en Alemania, fue el primero que estableció la necesidad de la presencia de oxígeno para que el cianuro disuelva el oro (1846), según la reacción:



Sin embargo, su aplicación al tratamiento de minerales fue propuesta por el químico metalurgista John Stewart MacArthur y los doctores Robert y William Forrest solicitan una patente de invención por el "Proceso de Obtención de Oro y Plata desde sus Minerales" que le fue concebida el 19 de Octubre de 1887.

La técnica de cianuración en pilas tiene un considerable potencial de aplicaciones en minerales de oro y plata de baja ley, en los que no se requiere de molienda para lograr buenas recuperaciones. En esencia se trata de una lixiviación por precolación del mineral acopiado sobre una superficie impermeable, preparada previamente para coleccionar las soluciones.

En la cianuración en pilas, la roca debe ser, además, porosa y permeable a la solución, o bien, en los minerales de baja porosidad, producirse una exposición suficiente de las partículas mineralizadas mediante un chancado. Por otra parte, la presencia de cantidades excesivas de arcilla en algunos minerales dificulta e impide la precolación de la solución. Este problema puede ser eliminado o minimizado mediante una aglomeración de finos, lo que se realiza con cal y cemento, además de agua o solución de cianurada.

El mineral fracturado se coloca sobre un piso impermeable formando una pila de una altura determinada , sobre la que se esparce solución diluida de cianuro, la que percola a través del lecho disolviendo los metales preciosos de lixiviación , enriquecida en oro y plata, se colecta sobre el piso impermeable que dispuesto con una inclinación, la hace fluir y la conduce hacia una piscina de recolección, donde es bombeada la planta de Merrill Crowe y la solución barren es ajustado la concentración de reactivos para su posterior recirculación a la pila del mineral

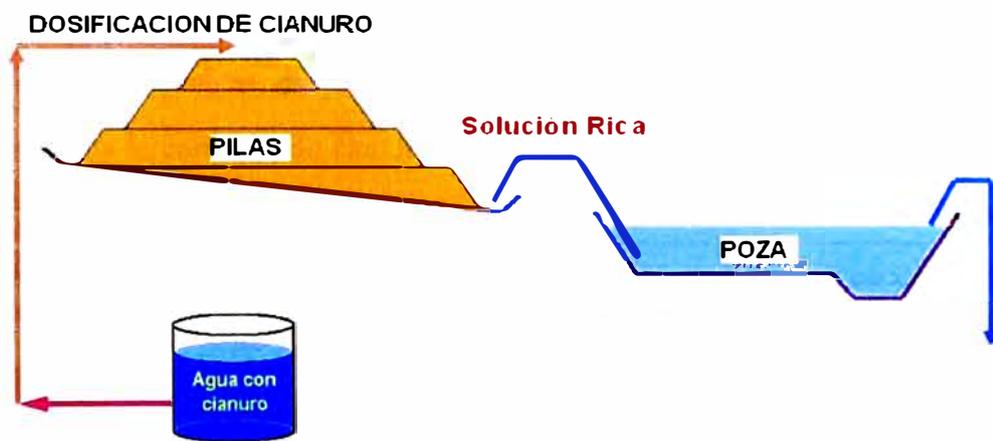


Figura 4.0 - Proceso de lixiviación en Pilas de mineral.

Para la lixiviación, el cianuro se utiliza en alguna de sus formas más solubles, es decir, indistintamente, como cianuro de potasio, KCN, como cianuro de sodio, NaCN, o como cianuro de calcio, $\text{Ca}(\text{CN})_2$, sin embargo, industrialmente se prefiere usar el NaCN por su mayor contenido de CN- activo por unidad de peso: 53 %, versus 40 % en el caso del KCN, lo que influye en los precios de comercialización y en transporte. El $\text{Ca}(\text{CN})_2$ no es tan utilizado, a pesar de presentar un buen porcentaje de ion CN- activo 56.5 % dado que suele comercializarse con un mayor contenido de impurezas que en los otros casos. A su vez el ion aurocianuro $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ es extremadamente estable, mostrando así la fuerte afinidad de acomplejamiento del oro por el ion cianuro.

Se estudio la disolución de oro por una solución cianurada usando varias presiones parciales de oxígeno, cuyos resultados fueron:

- A concentraciones bajas de cianuro, una mayor presión de oxígeno no tiene efecto sobre la velocidad de disolución, sea de oro o de la plata.
- A concentraciones de cianuro mayores, la disolución pasa a ser dependiente de la presión parcial de oxígeno.

En otras palabras, existe una relación entre las concentraciones de cianuro y el oxígeno disponible, que controla combinadamente la velocidad de reacción óptima. El oxígeno afecta positivamente la velocidad de disolución apenas se incrementa la cantidad de cianuro disponible. Para condiciones atmosféricas, es decir, con presión de oxígeno de 0.21 atmósferas, las soluciones diluidas de cianuro tienen el mismo efecto práctico que una solución más concentrada. Por lo tanto es importante conocer la cantidad de oxígeno disuelto en las soluciones durante la cianuración y esa cantidad varía con la altitud (presión) y la temperatura.

4.1.3. Proceso de Merrill Crowe

El proceso Merrill Crowe se inicio en el año 1932 cuando la Merrill Company inició la construcción de un tipo de instalaciones, en las cuales se efectúa simultáneamente la clarificación de las soluciones ricas procedentes de la cianuración, la de aeración y la precipitación contenidas en ellas.

La eficiente precipitación de las soluciones cianuradas con Zinc es dependiente de una buena clarificación y la eliminación del oxígeno disuelto. Ver figura 4.1 para entender el proceso de Merrill Crowe.

En general el proceso de Merrill Crowe es sencillo; pero necesita de varias etapas que internamente tienen sus complejidades en operación y equipos (ver figura 4.2), estas etapas que conforman todo el proceso son:

- La Filtración de metales pesados.
- La Clarificación.
- La Desoxigenación.
- La Precipitación con Zinc y,
- El Prensado o la cosecha.

A continuación, definiremos en forma concisa cada uno de estos subprocesos, para obtener mas detalle se sugiere revisar la parte de anexos / procedimientos estándares de trabajo (PST) del proceso Merrill Crowe de Minera Yanacocha.

4.2. LA FILTRACIÓN.

La filtración de la solución rica consiste en dos etapas, una primera etapa es la eliminación de los sólidos pesados por medio de un tanque Hooper que se encarga de decantar estos sólidos por gravedad, en la segunda etapa se pasa a una clarificación de la solución por medio de filtros.

Estos filtros trabajan por medio de colado a través de mallas, para que estas mallas puedan trabajar con un tiempo de visa óptimo y con alta eficiencia necesitamos que los sólidos restantes se encuentren separados, para lograr esto se usa la diatomita que es un material que ayuda a evitar el taponamiento de las mallas con sólidos. A este paso se le llama precipitación de diatomita.

Todo este proceso es directamente proporcional a la eficiencia en la precipitación, es decir que la eficiencia de la recuperación de los metales lixiviados a través del proceso Merrill Crowe depende críticamente de la claridad de las soluciones que entran a precipitación, para obtener recuperaciones sobre el 95 % son solo posibles cuando el contenido de sólidos de la solución rica es baja.

Antes de la clarificación el contenido de sólidos en las soluciones ricas oscila entre 2 a 10 NTU.

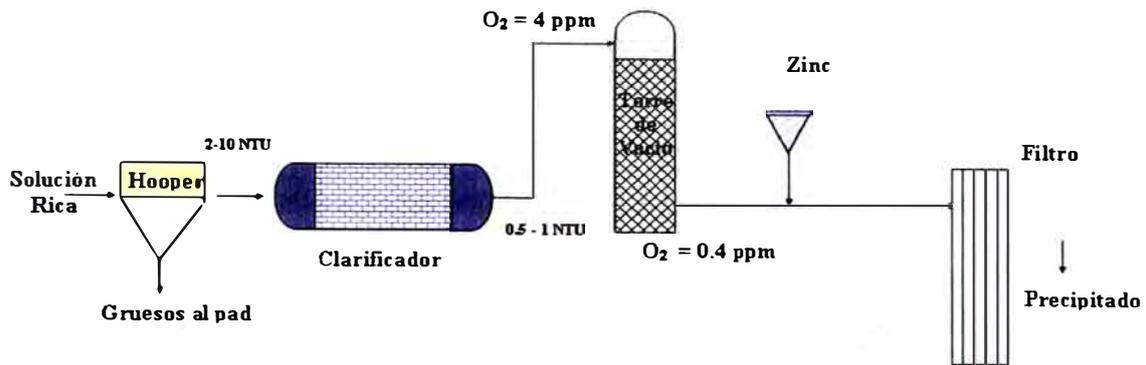


Figura 4.1 - Proceso Merrill Crowe.

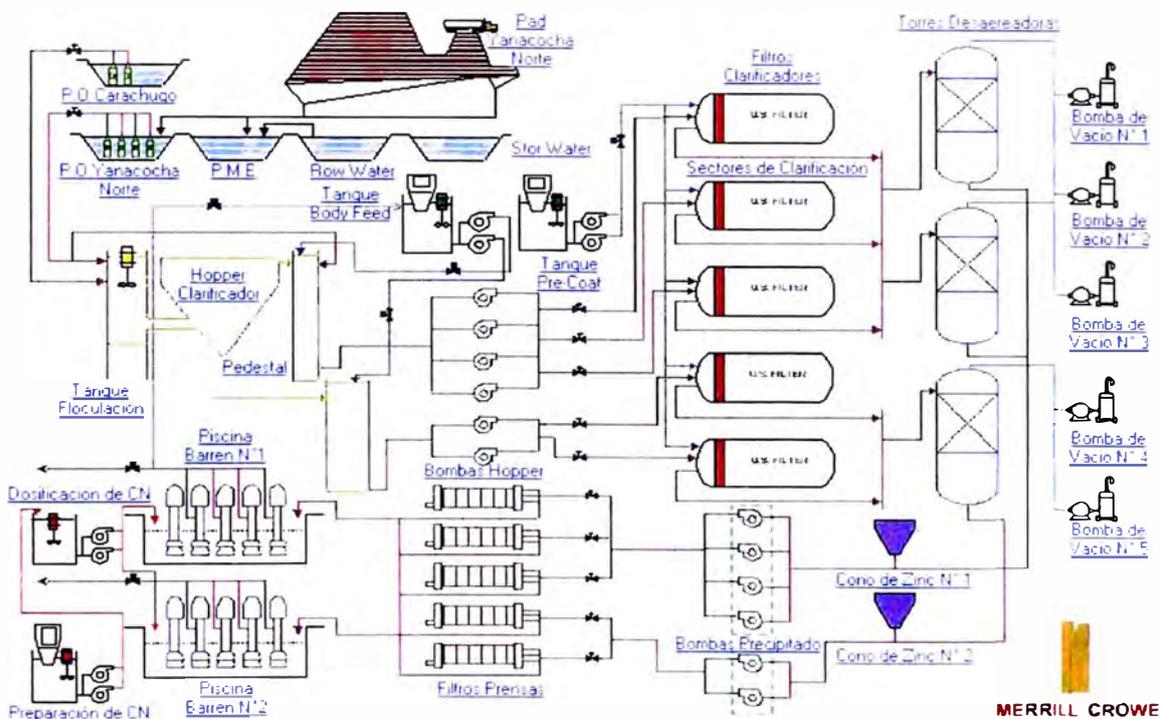


Figura 4.2 - Proceso Merrill Crowe, planta Yanacocha Norte de Minera Yanacocha.

4.2.1. La clarificación

Es una de las operaciones más importante dentro del proceso Merrill Crowe. La Clarificación, más que una ciencia, es un arte; de ello dependerá los excelentes resultados en términos de recuperación y producción de oro. En Minera Yanacocha usamos para clarificar la solución rica, filtros clarificadores (ver figura 4.3), con las siguientes características de operación:

- Flujo de solución, diseño: 215.2 m³ / h.
- Flujo de solución, máximo: 258.2 m³ / h.
- Equipo: Clarificadores de hojas a presión de 28 placas, regadores de lavado, mecanismo manual de apertura y construcción de acero ligero.



Figura 4.3 - Filtros clarificadores U.S. Filter, usados en Merrill Crowe de Minera Yanacocha.

Como explicamos anteriormente, la diatomita es un material en forma de arena que se forma por la acumulación sedimentaria hasta formar grandes depósitos con un grosor suficiente para tener un potencial comercial.

Las propiedades físicas de este excelente filtrante son:

- Aspecto macroscópico: Roca purulenta, fina y porosa con aspecto margoso.
- Color por lo regular blanco brillante (en el caso de alta pureza).
- Pueden estar coloreadas: Blanco (calcinado con fundente), rosa (calcinado) y gris (sin calcinar).
- Alta porosidad.
- Volumen de muy baja densidad.

- Capacidad para absorber líquidos muy alta.
- Capacidad abrasiva suave.
- Conductividad térmica muy baja.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Punto de fusión entre 1400° a 1750°C.
- Químicamente inerte.
- El porcentaje de humedad varía de acuerdo al depósito (entre 10% hasta un 60%).

El uso más importante y espectacular de la diatomita es como ayudante de filtración para la clarificación y purificación de una gran variedad de líquidos en el proceso químico, metalúrgico, alimentos, fármacos, bebidas, petróleo y otras industrias. Las partículas de un producto apropiado de diatomita molida permiten, en el proceso de filtración, la formación de una torta de poros abiertos en el cual las impurezas o partículas suspendidas son capturadas, sufriendo de esta manera un filtrado bien clarificado libre de tales impurezas. Existen varios grados de diatomita de variados tamaños y formas de partículas, los cuales forman tortas de diferentes porosidades y capacidades de filtración.

En la figura 4.4 se muestra los comportamientos que se obtendrían sin uso de diatomita y con este en el filtro clarificador.

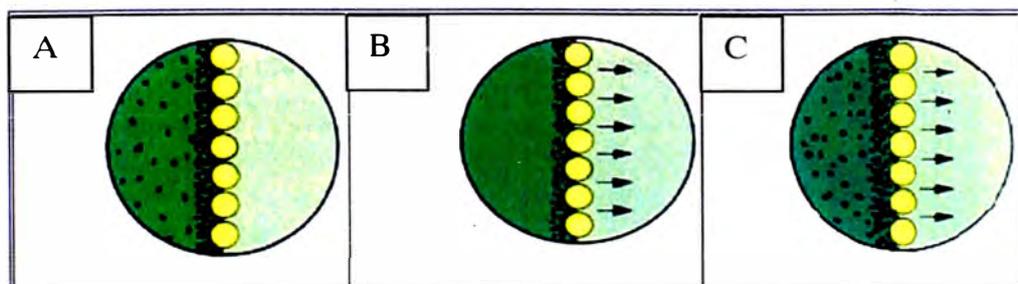


Figura 4.4 - Comportamiento del filtro clarificador con diatomita.

Sin el auxiliar filtrante (diatomita), las impurezas forman una compacta película impermeable en la superficie del filtro, interrumpiendo el flujo del líquido a filtrarse.

La formación de una precapa en la superficie del filtro, garantiza un flujo constante del líquido, permitiendo también la retención de sólidos.

La adición del auxiliar filtrante (diatomita) al líquido a filtrarse, evita la formación de una película impermeable, manteniendo la uniformidad de la porosidad del queque de la filtración.

4.2.2. Proceso de filtración

El proceso de filtración con diatomita está influenciado por tres factores principales a saber:

- Diseño del filtro.
- Clase y cantidad de diatomita (precapa y dosificación).
- Líquido a filtrar.

El filtro clarificador está compuesto internamente por placas o sectores de filtración que van apoyados dentro del filtro a modo secuencial. Dependiendo del fabricante podemos tener desde 28 sectores por filtro, antes de pasar por los sectores necesitamos de una placa distribuidora del flujo que además funciona como un rompe presiones. Es muy importante tener en cuenta la diferencia de presión al ingreso y salida del filtro, no debe pasar de 5 PSI, para lo cual se cuenta con una tubería de purga de aire y una válvula de alivio para la sobre presión. Ver figuras 4.5 a la 4.10.

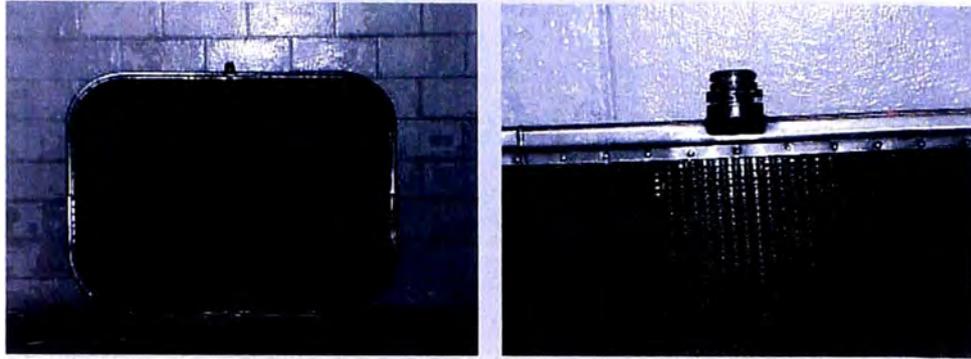


Figura 4.5 - Placas o sectores de filtración.



Figura 4.6 - Medio de soporte para los sectores del filtro.



Figura 4.7 - Empaques para sellado de los sectores.



Figura 4.8 - Plancha distribuidora de flujo (rompe presiones).

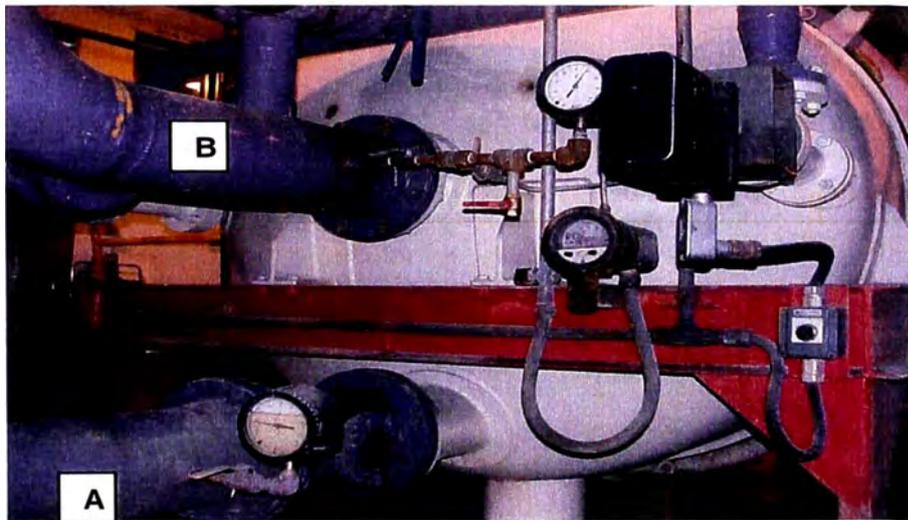


Figura 4.9 - Tuberías de ingreso (A) y salida (B) de solución.

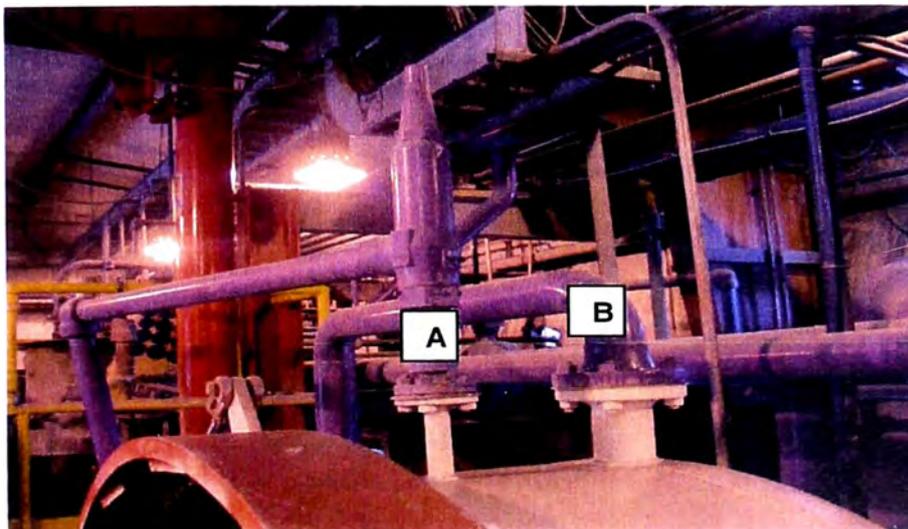


Figura 4.10 - Válvula de alivio / sobrepresión (A) y tubería de purga de aire (B).

4.3. LA DESOXIGENACIÓN

4.3.1. La desoxigenación en el proceso Merrill Crowe

Conociendo ya los principios básicos de cianuración, la solución en presencia de oxígeno y el cianuro lixivia (disuelve) al oro, si tuvieras en la precipitación oxígeno se estará favoreciendo la redisolución de las especies precipitadas (oro) y por ende perjudicando la precipitación. La remoción de los agentes oxidantes, como el oxígeno disuelto mejora la eficiencia de precipitación, evitando la contaminación del precipitado con óxido hidratado de zinc.

4.3.2. Las torres de desoxigenación o de vacío

En el proceso Merrill Crowe, es de suma importancia la eliminación del oxígeno (aire) para poder precipitar los valores de una solución clarificada. La presencia de oxígeno en la solución entorpece la precipitación, con el siguiente aumento en el consumo de Zinc para la precipitación.

El valor óptimo de oxígeno disuelto en la solución es de menos de 0.5 ppm. Para lograr este propósito se utilizan las torres de desoxigenación o de vacío (ver figura 4.11).

La solución al caer verticalmente dentro de esta unidad (torres de vacío) divide la solución en cascadas de delgadas películas (aumentando su área superficial), promoviendo por esta vía una desoxigenación más eficiente y rápida.

Las características de las torres de vacío son:

- 2.4 metros de diámetro por 9.2 metros de alto.
- Empaque y regadores.
- Construcción de acero ligero.

En el interior de la torre se encuentran los empaques o dispersores de la solución rica, que tienen una forma cilíndrica de diámetro y alto aproximadamente de 2 x 2 pulgadas. (Ver figura 4.12).



Figura 4.11 - Torres de vacío, planta Yanacocha Norte en Minera Yanacocha.

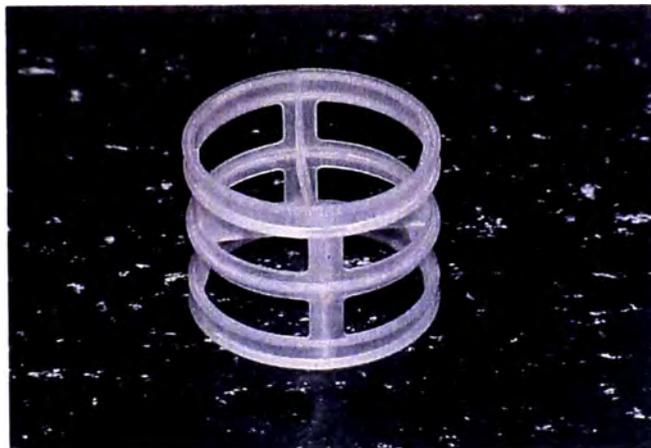


Figura 4.12 - Empaques o dispersores de solución en la torre de vacío.

4.3.3. La bomba de vacío

Para poder generar una presión de vacío dentro de la torre de desoxigenación (presión menor que la atmosférica) es necesario evacuar constantemente el aire generada dentro de la torre por el ingreso de "solución rica". Para extraer el aire de la torre se usa frecuentemente bombas de vacío. En nuestras instalaciones usamos Bombas Nash de vacío.

En la figura 4.13 se muestra la secuencia de las acciones que tienen lugar en la bomba, como resultado de estar descentrada la línea axial del rotor. El movimiento rotativo del líquido en la bomba actúa como medio comprimente para el gas en la misma. Jamás debe girar la bomba en seco.

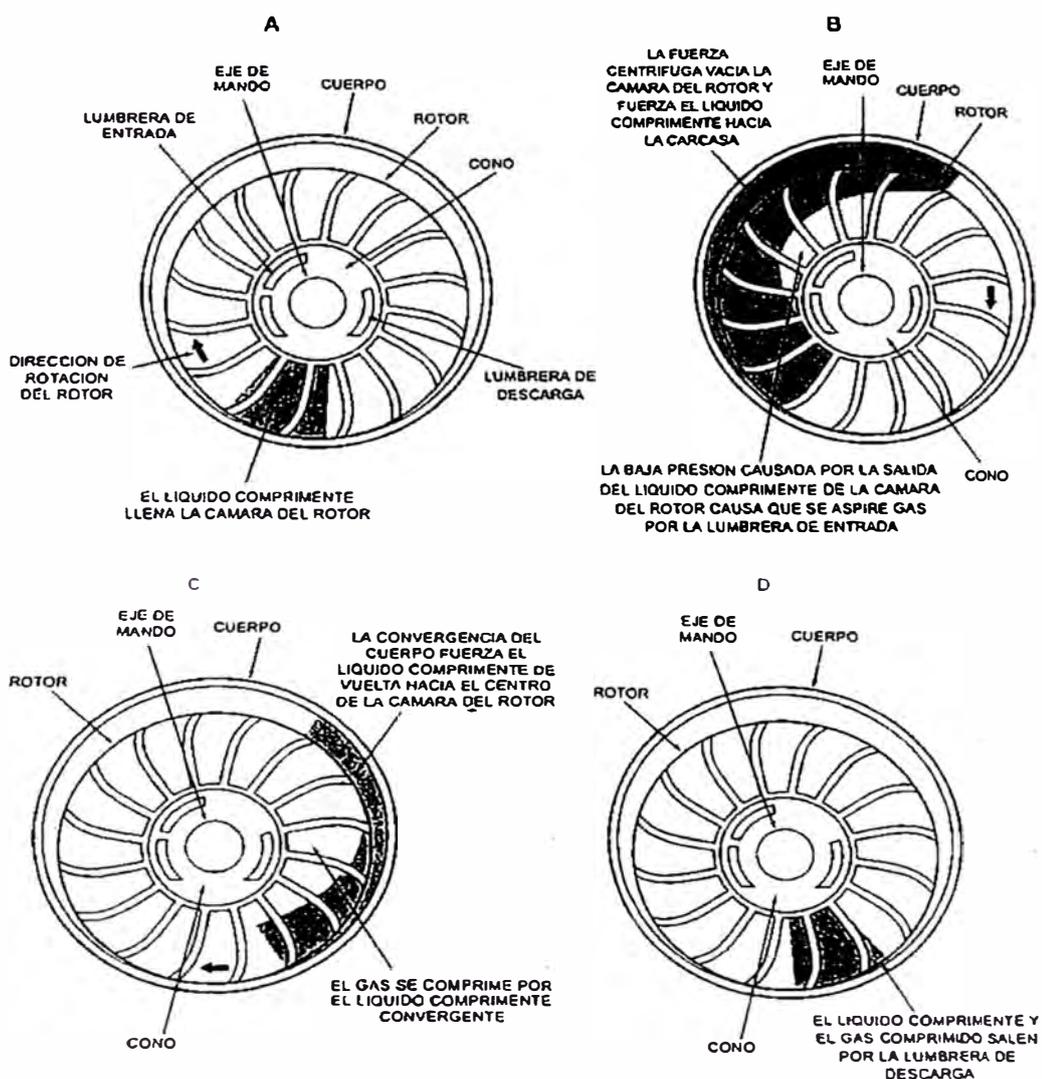


Figura 4.13 - Secuencia del funcionamiento de la bomba Nash.

La bomba Nash de vacío o compresor de aire sólo tiene una parte móvil (rotor balanceado). Tal simplicidad es posible porque todas las funciones de los pistones mecánicos o paletas son en realidad realizadas por un anillo giratorio de líquido compresor.

El rotor transmite energía para mantener girando al anillo líquido. Sin embargo, el líquido tiende a seguir una trayectoria que se conforma la parte interna del cuerpo. El cuerpo es cilíndrico, pero su eje está descentrado del eje del rotor. El líquido compresor casi llena y luego vacía cada cámara de rotor una o dos veces por cada revolución. En las figuras 4.14 a la 4.17 mostramos las partes físicas de la bomba Nash.

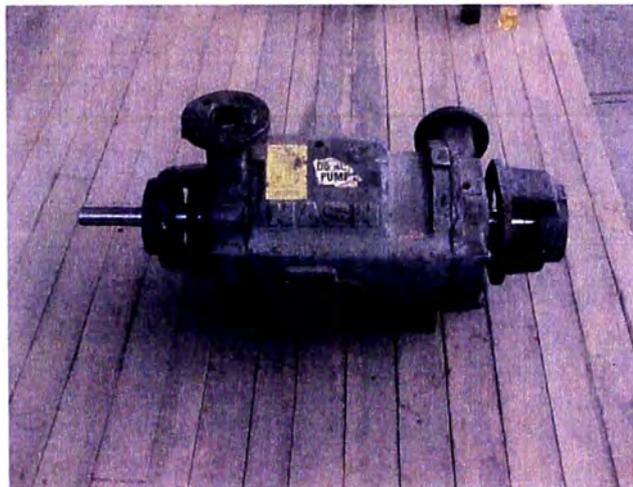


Figura 4.14 - Cuerpo o carcasa de la bomba Nash.

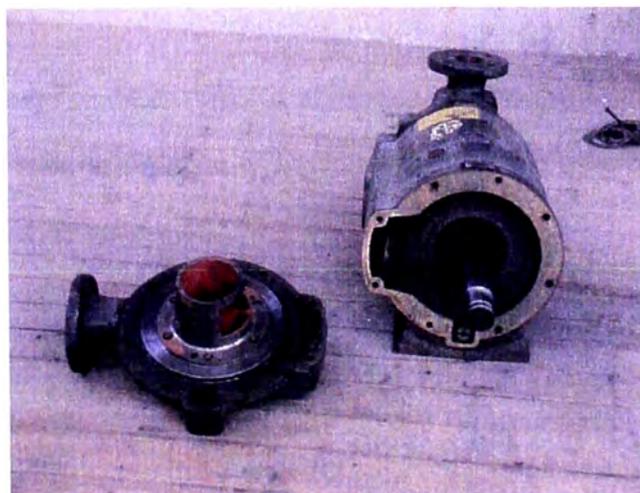


Figura 4.15 - Eje de mando de la bomba Nash.

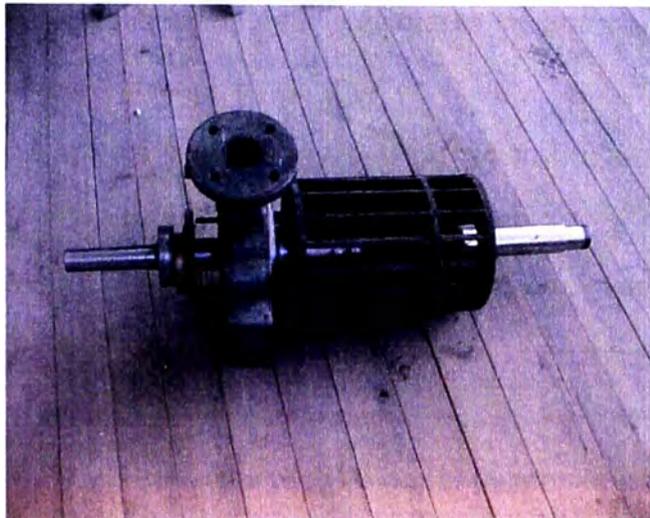


Figura 4.16 - Rotor de la bomba Nash de dos etapas.

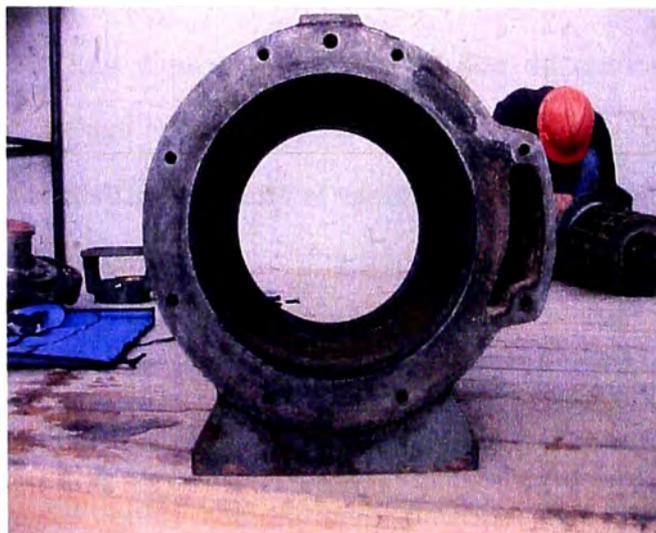


Figura 4.17 - Lumbrera de descarga de la bomba Nash.

Antes de arrancar la bomba, haga la siguiente inspección preliminar:

- Desconecte toda la energía al accionamiento para cerciorarse de que no se produce un arranque accidental.
- Inspeccione la bomba para asegurarse de que están bien colocados todos los tapones de desagüe.
- Ceebe manualmente la bomba con líquido comprimente hasta que salga por el rebose.

- Inspeccione todos los tubos para cerciorarse de que están debidamente conectados a la bomba.
- Compruebe el apriete de los pernos de retención de la bomba ,así como los pernos de anclaje de la base o placa de asiento.
- Cerciórese de que la conexión de descarga de líquido está libre de obstrucciones.
- El eje de la bomba debe girar libremente. Si el eje de la bomba está acuñado y no puede librarse girándolo manualmente, llame al mecánico de turno. Nunca trate de librarlo arrancando el motor.
- Jamás arranque la bomba sin un caudal adecuado de líquido de cebado y de obturación. Las altas presiones de líquido de obturación no indican necesariamente que el caudal es adecuado.
- Mientras se estabiliza la bomba al vacío de entrada requerida, compruebe que fluye líquido de obturación a la bomba. Compruebe que el líquido de obturación sale por el desagüe.
- Compruebe constantemente la temperatura en la envuelta de la bomba durante el arranque. Si aumenta la temperatura o rebasa 14°C de la temperatura del líquido comprimente, detenga la unidad y determine la causa.
- Después de arrancar la bomba, observe la temperatura en los soportes de cojinetes durante un mínimo de 30 minutos, hasta que se estabilicen la temperatura.

Al ser la bomba de vacío un equipo crítico dentro del proceso Merrill Crowe a continuación mostramos unas fotos de una instalación real con sus características reales (figuras 4.18, 4.19 y 4.20).



Figura 4.18 - Entrada de líquido comprimente (agua) y el aire (oxígeno).



Figura 4.19 - Descarga del líquido comprimente (agua).



Figura 4.20 - Tubo de separación del aire (oxígeno) y líquido comprimente (agua).

4.4. LA PRECIPITACIÓN

4.4.1. La precipitación o cementación

La precipitación de un metal o sus sales, desde una solución acuosa, por otro metal se conoce como "cementación", debido a que el metal precipitado usualmente se deposita o cementa sobre el metal añadido. La precipitación, o "Cementación" de oro con zinc fue introducida comercialmente para el tratamiento de soluciones cianuradas en 1890 y consecuentemente fue difundido en la industria. Este proceso referido comúnmente como Merrill Crowe por sus pioneros fue evolucionando hasta alcanzar recuperaciones altas como 99.5 %, logrados rutinariamente. Para ver más detalle de las características del Zinc ir a anexo C.

4.4.2. Principio del proceso de precipitación o cementación

Este proceso que comprende la precipitación por reducción de un metal por otro, formándose una celda de corrosión galvánica, puede predecirse en términos del potencial de electrodo. El metal con el potencial más alto (tendencia a la oxidación), como se muestra en la tabla 4.0 de fuerzas electromotrices, pasará a la solución y desplazará a otro metal que tenga un menor potencial positivo, siempre y cuando las soluciones sean diluidas y el ion del metal no este acomplexado.

Reacción de Electrodo	Potencial Estandar, E° (voltios)
$Au^{3+} + 3e^- = Au$	+ 1.498
$Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$	+1.358
$O_2 + 4H^+ + 4e^- (pH < 7) = 2H_2O$	+1.299
$Pt^{3+} + 3e^- = Pt$	+1.200
$O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^- (pH = 7)$	+0.820

$\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$	+0.799
$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- = 2\text{Hg}$	+0.788
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	+0.771
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^- \quad (\text{pH} > 7)$	+0.401
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$	+0.337
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$	0.000
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Pb}$	-0.126
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Sn}$	-0.136
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Ni}$	-0.250
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Co}$	-0.277
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cd}$	-0.403
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$	-0.440
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Cr}$	-0.744
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$	-0.763
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.828
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Al}$	-1.662
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mg}$	-2.363
$\text{K}^+ + \text{e}^- = \text{K}$	-2.925

Tabla 4.0 - Potenciales electroquímicos a 25°C.

La recuperación de Oro y Plata de soluciones cianuradas con Zinc en polvo se llama proceso Merrill Crowe, en la cual el oxígeno disuelto en la solución debe ser extraído con una bomba de vacío antes de agregar el zinc precipitante, de otro modo el oxígeno presente en la solución predisolverían inmediatamente el precipitado. Además de que la solución rica debe estar completamente clarificada.

Al existir un excedente de cianuro en solución necesaria para la reacción y si hubiera también oxígeno presente, estarían dadas justamente las condiciones

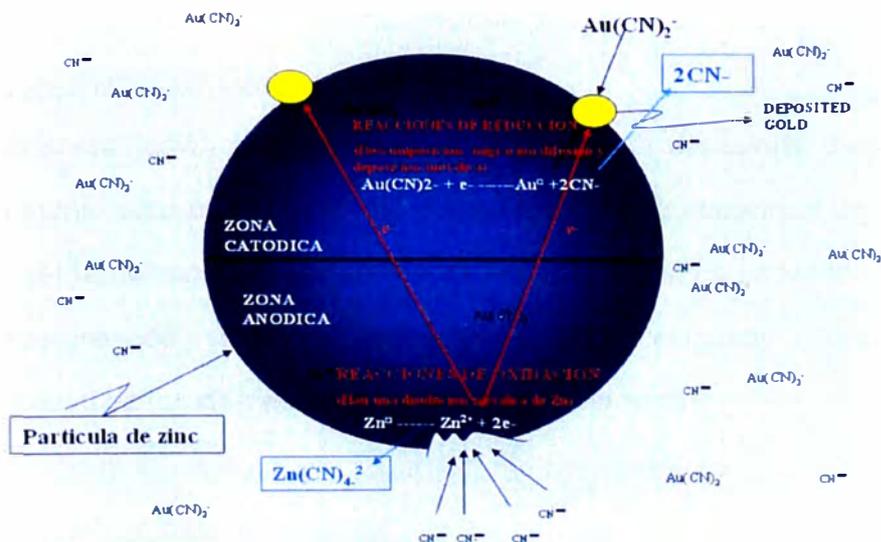
para una redisolución del oro recién precipitado. Por esta razón se aplica vacío a las soluciones con anterioridad al agregado de Zinc. Así se reducen las necesidades de Zinc y el oro en equilibrio en las solución barren puede alcanzar valores como 0.01 ppm.

El principio Fisicoquímico de la precipitación es que forman una reacción de oxido reducción, formando una celda galvánica.



Las etapas de la precipitación de Au (figura 4.21), son las siguientes:

- Transporte de Masa de cianuro de oro y las especies cianuradas.
- Adsorción de la especie oro cianurado hacia la superficie de zinc, involucrando la formación de una especie intermedia: AuCN.
- Transferencia de electrones entre cianuro de oro con el zinc y la simultanea disociación de la formación de cianuro de oro y cianuro complejos de zinc.
- Desorción de las especies cianuradas de zinc desde la superficie de zinc.
- Transferencia de Masa de las especies cianuradas de zinc hacia la solución.



Figuras 4.21 - Mecanismo de precipitación de oro por zinc.

4.4.3. Variables que influyen en la precipitación

Concentración de oro en la precipitación

La velocidad de precipitación de las soluciones diluidas de oro incrementa con el aumento de la concentración de oro, como es esperado debido a que la reacción es controlada por el transporte de masa de oro cianurado en la superficie del zinc.

Concentración de cianuro

En la práctica, la velocidad de precipitación puede ser afectada por el cianuro libre solo si está por debajo de valores mínimos, que depende de la concentración de oro y el pH. Debajo de estos valores la velocidad es controlada por la difusión del cianuro en la superficie del zinc o es retardada por la formación de las capas pasivantes del hidróxido de zinc.

Concentración de zinc

La velocidad de disolución del zinc decrece con el incremento de la concentración de iones de zinc, no obstante se pudo observar que aun a concentraciones altas de zinc todavía el zinc metálico es lo suficientemente reductor para desplazar el oro de la solución cianurada.

Tamaño de partículas de Zinc

Como la precipitación con zinc es controlada por el transporte de masa, la cinética incrementa con el aumento disponible de área superficial del zinc. La granulometría del zinc usados en los sistemas industriales es limitada por los requerimientos de filtración, propiedades del precipitado filtrado y la disponibilidad de los diferentes tamaños de polvos de zinc.

Concentración de oxígeno disuelto

La presencia de oxígeno disuelto reduce la cinética de la precipitación, como consecuencia de que la reducción de oxígeno compite con la reducción de oro. La severidad de este efecto depende de la concentración de oxígeno y las condiciones de la precipitación, principalmente la temperatura y la concentración de oro. En soluciones diluidas de oro y a temperatura ambiente en la precipitación de Merrill Crowe, los efectos se vuelven significantes cuando hay concentraciones de oxígeno disuelto mayores de 0.5 a 1.0 mg/l. Como resultado de la desaeración de la solución se obtiene 1.0 mg/l y preferentemente menores a 0.5 mg/l.

A bajas concentraciones de oxígeno disuelto mejora la precipitación de las soluciones cianuradas de oro. Esto es atribuido a la acción despolarizante del oxígeno en el área del cátodo de la superficie del zinc por la reacción de la evolución de hidrógeno.

pH

En las primeras investigaciones se indicaban que el pH óptimo para soluciones diluidas en frío tenía un rango de 11.5 a 11.9. Pero posteriormente el efecto del pH se halló un rango menor de 9 a 12. La precipitación es retardada severamente a un pH menor de 8, esto es debido a la reducción de la concentración de cianuro libre. A pH mayores de 12 la velocidad de precipitación puede ser bajada drásticamente por la evolución de hidrógeno. Consecuentemente la industria opera usualmente con un rango aplicado en la lixiviación (pH = 10.5)

Claridad de la solución

La presencia en la solución de partículas suspendidas, como arcillas y silicatos coloidales, reducen la eficiencia de la precipitación, posiblemente por el recubrimiento de la superficie del zinc y por que interfiere con la remoción del oxígeno. La adición o la presencia de cualquier sólido en la solución es

recuperado en el precipitado por filtración y contamina el producto final e incrementando consecuentemente los requerimientos en el tratamiento.

Calidad del zinc

La calidad del zinc usado para la precipitación afecta grandemente la eficiencia en la recuperación del oro y el consumo de zinc. Un zinc fresco contiene generalmente óxido de zinc (hasta 6%) que es formado durante la manufactura del producto y se presenta principalmente como una capa en la superficie del zinc, la continuación de la oxidación puede ocurrir por la exposición de este en el aire a periodos largos y es empeorado por la presencia de humedad. La formación de óxido en la capa superficial por óxido de zinc / hidróxido inhiben la precipitación del oro.

4.5. PROCESO DEL FILTRO PRENSA

Este proceso es el último que se debe llevar a cabo dentro de todo el proceso de Merrill Crowe, consiste en extraer el precipitado conseguido en el proceso anterior con el zinc.

Este proceso se realiza con los “filtros prensa”, este es un equipo hidráulico que filtrará el mineral precipitado por presión, luego se secará con aire a alta presión para finalmente ser cosechado y enviado a refinería para su tratamiento final.

En las plantas de Merrill Crowe de Minera Yanacocha se cuenta con tres filtros prensa por planta, el funcionamiento de los equipos estará dado de acuerdo a la cantidad de solución rica que se consiga. Los datos técnicos de estos equipos son:

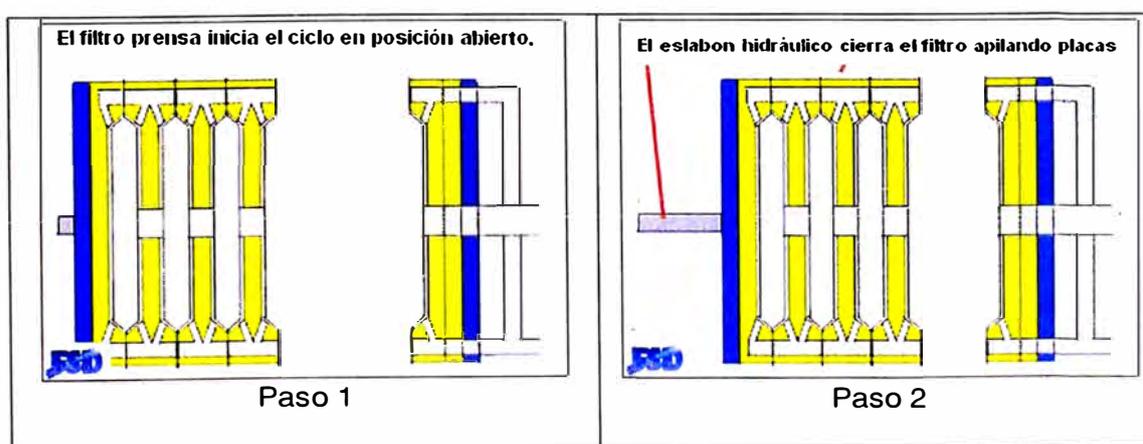
- Marca: EIMCO.
- Flujo mínimo: 450 m³/h.
- Flujo máximo: 750 m³/h.
- Presión de trabajo: Presión de salida vs. Presión ingreso hasta 80 PSI.

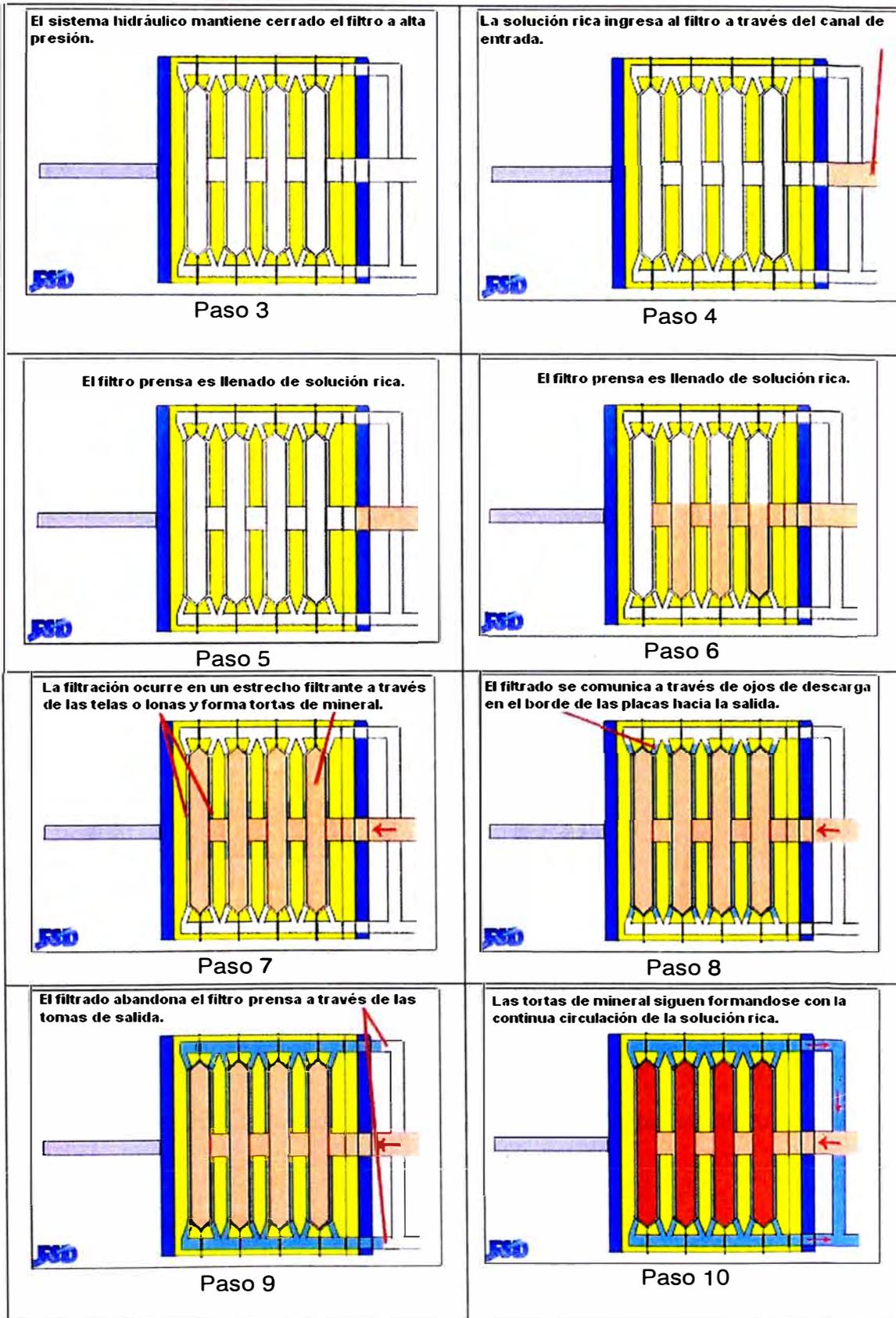
Al igual que los filtros clarificadores, su funcionamiento es filtrar los materiales extraños de la solución rica, esto lo hace a través de unas telas especiales que se encuentran especialmente alojadas en unos compartimientos separados cada uno de ellos por dos placas, un filtro prensa puede tener de 1 a 8 compartimientos dependiendo de la cantidad de flujo que se quiera filtrar.

Los filtros prensa se ponen en operación con las válvulas de control automático llamadas modulantes en modo manual o automático. Unas bombas son las que llevan la solución a los filtros prensa, cuando se comienza a operar un filtro se aumenta la dosificación de zinc por espacio de 30 minutos para evitar la saturación prematura del filtro. El ciclo de trabajo de cada filtro está indicado por el diferencial de presión (60 PSI), cuando se llega a esta presión la eficiencia de filtrado comienza a disminuir. Una vez que el filtro ha sido sacado de operación se procede a inyectársele aire a presión para su secado, para esto se cuenta con una válvula de purga.

Procedemos a descargar el precipitado también llamado cosecha, se hace manualmente y teniendo cuidado de no romper las lonas o telas, este precipitado es recogido en bandejas y selladas con precintos de seguridad para luego ser transportado a la refinería. Una vez cosechado el filtro se procede a lavarlo y revisarlo quedando listo para ser puesto nuevamente en operación.

A continuación, en la figura 4.22 mostramos el proceso paso a paso del filtro prensa.





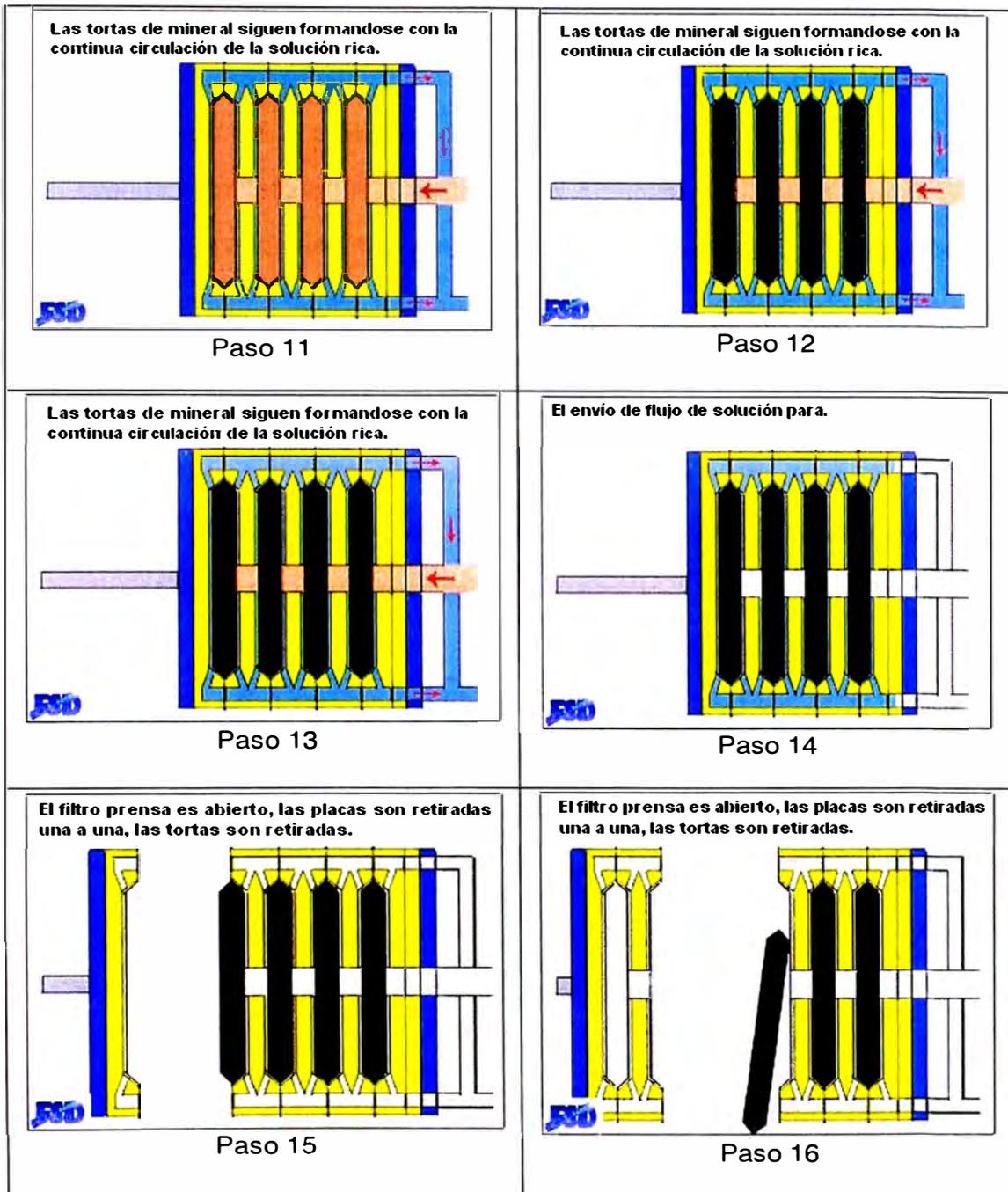


Figura 4.22 - Proceso de cosecha de mineral por los filtros prensa.

4.5.1. Precapa del filtro prensa

Todo proceso de filtración por telas o mallas, tales como el filtro clarificador y el filtro prensa, tiene como dificultad el taponamiento de los elementos filtrantes debido a las partículas o sedimentos. Para evitar este fenómeno se

adiciona diatomita para la formación de una precapa que evitará este fenómeno.

Se adiciona 1 ó 2 bolsas de diatomita, se agita por un tiempo de 5 minutos y cuando esta listo el filtro se lanza las bombas controlando que la presión marque 40 PSI, este flujo debe circular por espacio de 10 minutos en este lapso de tiempo también se hace una precapa de zinc con 25 kg; en cuanto se concluye se pone en operación el filtro.

Como sabemos la solución antes debió haber sido precipitada con zinc. Se mezcla 100 kilos de Zinc Importado con 22.7 kilos de Diatomita en el tambor giratorio por un tiempo de 30 minutos. Esta mezcla queda lista para la dosificación según las necesidades del proceso.

4.5.2. Operación en el cambio del filtro prensa

Antes del cambio se debe de seguir las siguientes observaciones:

- Revisar que las lonas estén en buen estado de conservación.
- La compresión del filtro debe de estar entre los 3200 a 3400 PSI.
- Se abre la salida de la solución barren (solución filtrada).
- Se abre la entrada de la solución rica por filtrar.

CAPÍTULO 5 IMPLEMENTACIÓN DEL TPM2 EN MERRILL CROWE

Como se ha visto en el capítulo 1 y en el prólogo, Minera Yanacocha empezó a experimentar unas actividades relacionadas al pilar de mantenimiento autónomo en agosto del 2005 en la planta de carbón La Quinua.

Después de haber captado algunos cambios significativos, se formó un grupo de facilitadores para capacitarse de manera completa en toda la metodología del TPM, este grupo de personas viajó a Sao Paulo Brasil para un curso de Instructores TPM. Después de empaparse con la metodología se formó un comité general, en el cual estaba incluido.

Analizando la situación actual de la empresa y el estado actual de las plantas se decidió iniciar la implementación del TPM en la planta Merrill Crowe de Pampa Larga (la planta más antigua), además se dio 1 año, de diciembre del 2005 a enero del 2007, como tiempo del proyecto piloto. Después de este periodo se recolectaron las auditorías internas y externas para de ahí empezar la aplicación en cascada en las otras plantas de procesos.

A continuación, describiremos los detalles y resultados de este proyecto que dieron grandes satisfacciones para la empresa.

Es importante rescatar que en este y el siguiente capítulo hablaremos de TPM2, es así como el grupo de coordinadores decidió llamar al proyecto en Minera Yanacocha; pues mostraremos algunas variaciones, con respecto a la implementación en una empresa manufacturera.

Como vimos en el capítulo 2, el TPM ha evolucionado en el tiempo; aunque se le sigue conociendo como "Mantenimiento Productivo Total", muchas otras empresas lo llaman "Total Performance Management" que quiere decir "Gestión Total del Desempeño" con algunas variaciones explicadas en el capítulo 2. Lo cierto es que lo más importante es aplicar las nuevas herramientas del TPM de acuerdo a las necesidades que se tenga.

Como todo gran proyecto debe mostrar difusión total, la empresa creó un logo (ver figura 5.0), con el cual todos los empleados se identificarían con el programa.

5.1. ANUNCIO DE LA GERENCIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM2

Con el objetivo de hacer comprender a los empleados de la necesidad de eliminar las pérdidas de los procesos y convencerlos que para ello es necesaria la implementación del TPM2, se elabora una estrategia donde la gerencia anuncia la decisión de lanzar el programa con un Plan Maestro.

Es importante que el lanzamiento del TPM2 no sea poniendo objetivos imposibles de alcanzar a corto plazo; más bien es importante explicar al personal la importancia de esta herramienta y sus beneficios, tanto a la empresa como a ellos mismos, a largo plazo.

Obviamente, antes de lanzar el programa, la gerencia debe estar enterada y entender en forma general la metodología. Es por ello que se contrataron los servicios exclusivos de una consultora en Gestión del Mantenimiento: **IM&C INTERNATIONAL** con sede en Brasil (entidad certificada por la JIPM de Japón). Se entrenaron a un grupo de lanzamiento llamados "Instructores TPM2" y se divulgó los conocimientos a la alta gerencia.

A continuación en la figura 5.1 mostramos el discurso de lanzamiento del Gerente de Procesos de Yanacocha en ese entonces Ángel Chung Ching.



Figura 5.0 - Logo del proyecto TPM2 en Minera Yanacocha.

	<p style="text-align: center;">Total Performance Management – TPM2 Comité Coordinadores – Procesos</p>
Anuncio Gerencial de lanzamiento del TPM2	
<p>Apartir del 2006 se nos vienen grandes metas y retos que debemos alcanzar para seguir con el constante crecimiento de la empresa y del área. Para alcanzar estos objetivos y metas, el TPM2 se presenta como una gran herramienta y alternativa.</p>	
<p>¿QUE ES TPM2?</p>	
<p>El TPM2 es sin duda un excelente punto de partida de cambios positivos. Trabajaremos juntos las áreas de Operaciones y Mantenimiento como un solo equipo para lograr metas que quizás fueron inalcanzables.</p>	
<p>TPM2 también es una metodología de gestión que identifica, mide y elimina las pérdidas existentes en el proceso productivo.</p>	
<p>TPM2 será implementado por todos los trabajadores de Procesos, con la participación activa desde los Operadores y Mantenedores hasta la Gerencia de Procesos.</p>	
<p>El TPM2 tiene tres objetivos que a todos interesan: Hacer la operación...</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Más fácil.• Más segura.• Más productiva.	
<p>OBJETIVOS DEL TPM2 EN PROCESOS:</p>	
<ul style="list-style-type: none">■ Aumentar la productividad del personal de Mantenimiento y Operaciones, para sostener las actuales operaciones y la nueva operación de la planta Gold Mill.■ Entrenar a los empleados para adquirir habilidades en la operación y mantenimiento de equipos orientados a la prevención y mejora continua.■ Consolidar la participación de todos para crear un sentido de propiedad sobre los equipos.■ Formación de equipos de trabajo multidisciplinarios comprometidos con la mejora continua.■ Crear un ambiente agradable de trabajo.■ Creación de una cultura participativa.	
<p>¿CUALES SON LOS BENEFICIOS?</p>	
<ol style="list-style-type: none">1. Asegurar la permanencia de la empresa en el mercado y por tanto la fuente de trabajo.2. El mayor nivel de capacitación y entrenamiento hace a todos los empleados más valiosos y más empleables.3. Mayor productividad siempre se traduce en beneficios que se extienden a todos los elementos de la organización y a la comunidad.	
<p>Como primer paso del programa TPM2 se procederá a implantar un proyecto piloto en la Planta de Merrill Crowe de Pampa Larga. Analizaremos los resultados obtenidos a Enero del 2007</p>	
<p>Cajamarca, 16 de Diciembre del 2005.</p>	
<p>Angel Chung Ching Gerencia General de Procesos Minera Yanacocha</p>	

Figura 5.1 - Discurso gerencial en Minera Yanacocha para la implementación del TPM2.

5.2. ENTRENAMIENTO Y DIFUSIÓN DEL TPM2 EN MINERA YANACOCHA

Una vez lanzado el programa ante los empleados, se procedió a elaborar un plan de entrenamiento, con respecto a nuestros objetivos de implementación.

Un punto de partida importante fue, haber definido que el proyecto piloto comprendería la planta de Merrill Crowe y que se implementarían 4 pilares del TPM2 basados en la gestión de las cinco "S": Mantenimiento Autónomo (paso 2),

Mantenimiento Planeado (paso 1), Mejora Enfocada (paso 4) y Capacitación y Entrenamiento (paso 3). El alcance se mediría a principios de Enero del 2007.

Teniendo en cuenta este punto de partida se lanzó el programa de entrenamiento siguiente, ver tabla 5.0.



**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN - PROYECTO TPM2
PROCESOS YANACOCHA (Planta Merrill Crowe - Pampa Larga)**

Desarrollo del Programa	Instructor	Total Horas	Asistentes	Fecha del Entrenamiento
		h		Total H-H
Fundamentos Básicos de TPM	IM&C	8	Todos	Enero 2006
Gestion de las 5S's	IM&C	8	Todos	Enero 2006
Taller: "Definición de Procesos y Subprocesos de la planta"	MYSRL	16	Todos los supervisores	Enero 2006
Pilar: Mantenimiento Autónomo	IM&C	16	Supervisores de Operaciones	Enero 2006
Pilar: Mantenimiento Planeado	IM&C	16	Supervisores de Mantenimiento	Febrero 2006
Pilar: Mejora Enfocada	IM&C	16	Metalurgistas / Jefes de Planta	Febrero 2006
Pilar: Capacitación y Entrenamiento	IM&C	16	Instructores de Mantenimiento	Febrero 2006
El ciclo de Mejora CAPDo	IM&C	16	Metalurgistas / Jefes de Planta	Febrero 2006
Taller de Arbol de Perdidas	MYSRL / IM&C	8	Metalurgistas / Jefes de Planta	Marzo 2006

OBS: Los Gerentes y Superintendentes irán al curso de "Fundamentos Básicos de TPM"
Los coordinadores deberán asistir, ya que serán facilitadores de la metodología durante su implementación.

Tabla 5.0 - Programa de capacitación para el lanzamiento del TPM2 en Minera Yanacocha.

Como los cursos están direccionados a personas claves, después de este entrenamiento, ellos mismos realizarán el efecto cascada entrenando a otras personas.

5.3. ORGANIZACIÓN DEL TPM2: FORMACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Para hacer del proyecto algo mas serio se creó una organización con responsabilidades puntuales, en donde partía de la alta Gerencia hasta llegar a los pequeños grupos autónomos (operadores y mantenedores). Esta organización estaba alineada al de la empresa, con los siguientes responsables:

- Gerente de Procesos: Líder total del proyecto.
- Superintendente de planta: Líder del TPM2 en la planta.
- Jefe de operaciones: Líder del pilar mantenimiento autónomo.
- Jefe de Mantenimiento: Líder del pilar mantenimiento planeado.
- Metalurgista Senior: Líder del pilar mejora enfocada.
- Instructor Senior: Líder del pilar capacitación y entrenamiento.

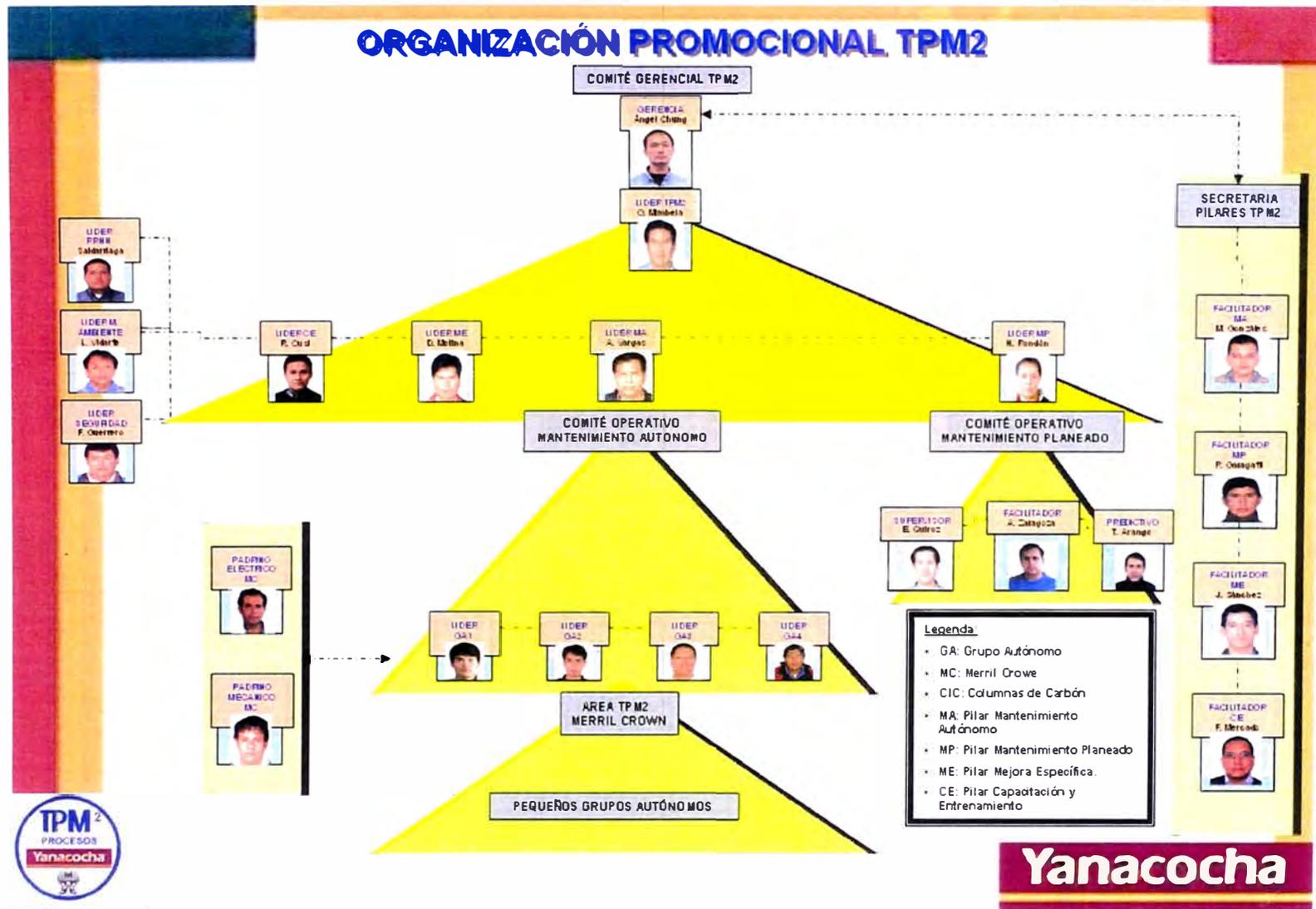
En la figura 5.2 mostramos la organización promocional del proyecto piloto. Revisar el anexo D, acerca de las responsabilidades de la organización TPM2 en Minera Yanacocha para mas detalle.

5.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y POLÍTICAS BÁSICAS DEL TPM2

Antes de delegar las responsabilidades a cada líder de pilar y/o grupos autónomos, debemos plantear la divulgación de las políticas, visión y misión del TPM2, y que deben estar obligatoriamente alienadas a los objetivos de la empresa (ver figura 5.3). Adicionalmente a las políticas del TPM2 se deben definir los indicadores de desempeño PQCDMS con el cual mediremos los resultados en la planta.



Figuras 5.3 - Políticas y directrices del TPM2 en Minera Yanacocha.



Figuras 5.2 - Organización TPM2 en Minera Yanacocha.

Estos indicadores deben mostrar la superación en la eficacia de los procesos productivos y parten del Comité Gerencial para luego reflejarlos en todos los niveles de la organización; esto quiere decir que todos los niveles de la organización tendrán sus propios indicadores que al final alimentarán al de la Gerencia.

Los Indicadores definidos para el proyecto piloto (tabla 5.1), fueron trabajados por los líderes de cada pilar y ellos a la vez fueron retroalimentados por su personal.

INDICADORES TPM2 - COMITÉ GERENCIAL

INDICADORES - PROCESOS		UNIDAD	FRECUENCIA MEDICIÓN	ACTUAL FEBRERO 2006	ÓPTIMO	META ENERO 2007
P PRODUCTIVIDAD	OEE Merrill Crowe	%	Diario	70	85	85
	# de Fallas (Graves y moderadas)	Unid	Mensual	6	1	4
	Producción de Oro	Onz	Diario	5700	6000	6000
Q CALIDAD	Eficiencia Merrill Crowe (Ley de solución barren de descarga)	%	Diario	0.06	0.04	0.05
C COSTO	Costo actual v.s. Presupuesto (Mantenimiento)	%	Anual	120	100	105
D ENTREGA	Flujo Merrill Crowe	m3/hr	Diario	1600	1600	2500
S SEGURIDAD	Primer auxilio	Unid	Anual	8	0	1
	Caso Médico, lesiones	Unid	Anual	2	0	1
	Lesión con trabajo restringido (graves)	Unid	Anual	1	0	0
	Daños a la Propiedad	Unid	Anual	15	0	5
	Incidentes reportados	Unid	Mensual	5	30	15
	Derrames	Unid	Anual	4	1	1
M MORAL	Estándares Provisorios	Unid	Mensual	0	4	4
	# de LPP's	Unid	Mensual	0	40	40
	Cumplimiento de tarjetas	%	Mensual	0	100	80
	Proyectos de Mejora Implementados (CAPDOs)	Unid	Anual	0	10	10

Tabla 5.1 - Indicadores TPM2 para la planta procesos Merrill Crowe.

El 80% de los indicadores son conocidos y medidos actualmente, la novedad para la empresa es poder medir la moral y compromiso del personal, es por ello que es un reto muy grande para la empresa llevar estos valores a condiciones óptimas.

Estos indicadores se miden diariamente, mensualmente y anualmente, para nuestro análisis tomaremos lecturas promedias de cada mes. A la vez tendremos que monitorear estos valores para ver su tendencia de acuerdo a la meta establecida.

Si bien es cierto que deberían existir indicadores para los operadores y mantenedores, en este proyecto piloto veremos como impacta las diferentes actividades de los pilares a los indicadores del Comité Gerencial.

En el siguiente capítulo se mostrarán como estos indicadores han evolucionado en valor y como esta evolución afecta a los costos de la empresa, es muy importante rescatar que debido a que el proyecto esta siendo implementado en un proceso complejo, solo mostraremos los resultados en resumen ya que estos salen de una base de datos muy grande que a la vez es manejada por software sofisticado de propiedad de la empresa.

5.5. PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM2

Para definir el Plan Maestro, se tuvo que priorizar las actividades a realizar. Es por eso que el grupo de Coordinadores TPM2 decidimos abocarnos en el proyecto piloto de la Planta Merrill Crowe e implementar solo los cuatro pilares fundamentales:

- Mantenimiento Autónomo (MA).
- Mantenimiento Planeado (MP).
- Mejora Enfocada (ME) y;
- Capacitación y Entrenamiento (CE).

Y en cada uno de estos pilares, implementar en primera etapa solo los pasos fundamentales. Así pues mostramos en la figura 5.4 el Plan Maestro de Minera Yanacocha y desde las tablas 5.2 a la 5.6; la definición de los pasos de cada pilar.

Para complementar esta actividad, debemos cultivar en los empleados un ambiente de respeto a todas las ideas y de incentivos. Es así que para que el personal se haga dueño de la metodología, se planeo realizar unas campañas de limpieza llamadas "Cleaning Day". En estos eventos se buscaba hacer una aplicación de la primera "S" que es clasificar paralelamente a la limpieza, en donde participaban desde el operador hasta el Gerente.

PLAN MAESTRO TPM²

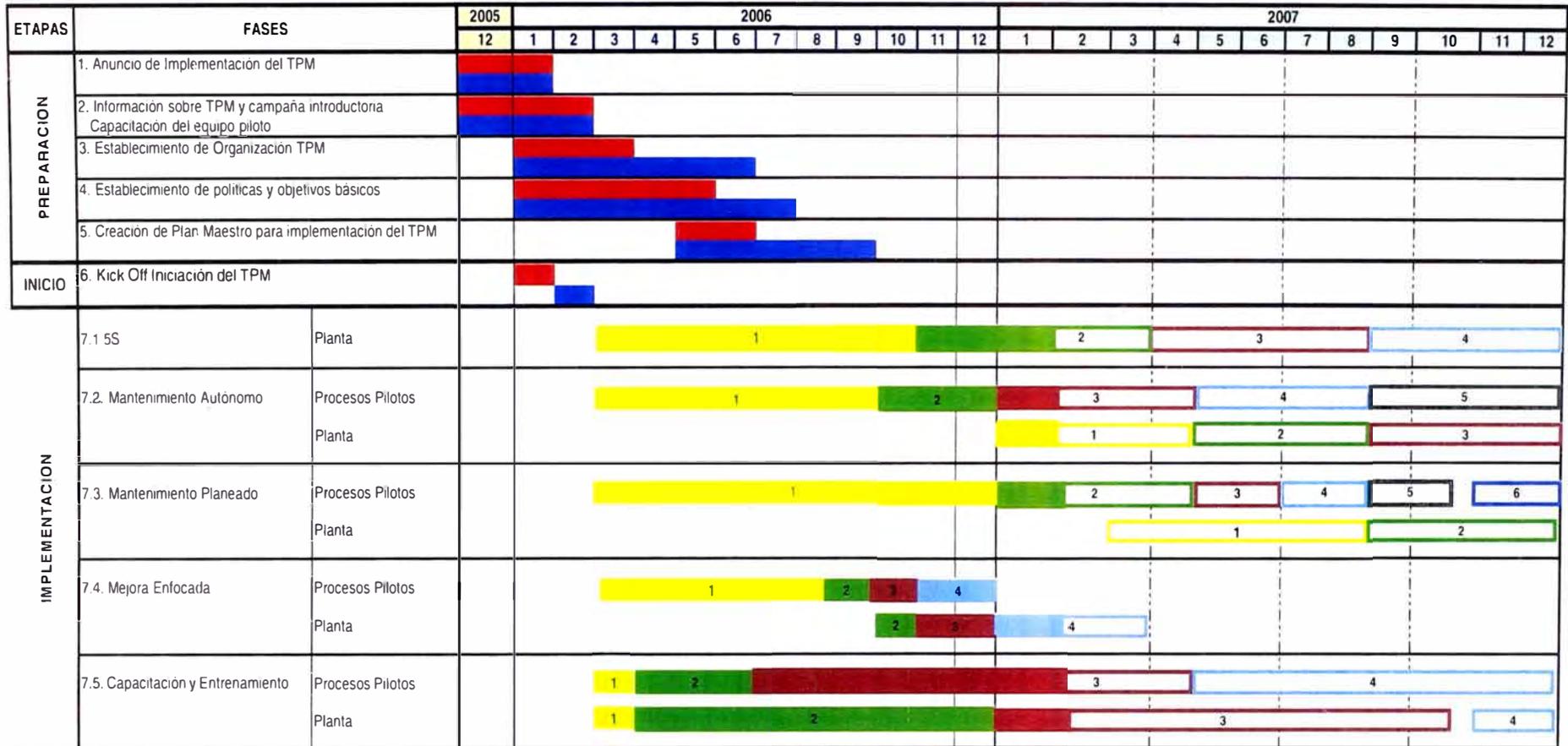


Figura 5.4 - Plan Maestro de la implementación del TPM2 en Minera Yanacocha.

CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO	
PASO 1	Políticas y directrices
PASO 2	Programa de desarrollo
PASO 3	En operación y mantenimiento básico
PASO 4	Plan de desarrollo de habilidades
PASO 5	Programa de auto desarrollo
PASO 6	Evaluación y planificación del futuro

Tabla 5.2 - Pasos del Pilar CE.

5S	
PASO 1	1ra S, Clasificar
PASO 2	2da S, Ordenar
PASO 3	3ra S, Limpiar
PASO 4	4ta S, Estandarizar
PASO 5	5ta S, Autodisciplina

Tabla 5.3 - Pasos de las cinco "S".

MANTENIMIENTO AUTONOMO	
PASO 1	Limpieza Inicial
PASO 2	Eliminar fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso
PASO 3	Elaboración de normas provisorias
PASO 4	Inspección general
PASO 5	Inspección Autónoma
PASO 6	Estandarización
PASO 7	Control autónomo pleno

Tabla 5.4 - Pasos del Pilar MA.

MANTENIMIENTO PLANEADO	
PASO 1	Evaluar el equipo y mantener el estado actual
PASO 2	Restaurar el deterioro y mejorar las debilidades
PASO 3	Construir sistema de gestión de información
PASO 4	Construir sistema de mantenimiento periódico
PASO 5	Construir sistema de mantenimiento predictivo
PASO 6	Evaluación del mantenimiento planeado

Tabla 5.5 - Pasos del Pilar MP.

MEJORA ENFOCADA	
PASO 1	Definir grupos de trabajo
PASO 2	Definición de pérdidas
PASO 3	Elaborar árbol de pérdidas y oportunidades
PASO 4	Identificar y priorizar proyectos de mejora
PASO 5	Formación de equipos y definición de proyectos de mejora
PASO 6	Plan de acción para implementación de proyectos de mejora
PASO 7	Confirmación de resultados
PASO 8	Efectuar ciclo de mejoras
PASO 9	Toma de medidas para evitar recurrencia
PASO 10	Replica horizontal y registro

Tabla 5.6 - Pasos del Pilar ME.

5.6. IMPLEMENTACIÓN DEL TPM2 PARA MAXIMIZAR LA EFICACIA DE LA PRODUCCIÓN

En este capítulo desarrollaremos las principales actividades y/o pasos desarrollados en cada uno de los Pilares, durante Diciembre del 2005 a Enero del 2007. Es en esta parte del proyecto donde realizaremos los beneficios tangibles e intangibles que se lograron con el TPM2 en una empresa minera como Yanacocha.

Debemos tener en cuenta que a nivel nacional somos la primera empresa minera que ha llevado la implementación del TPM de una metodológica, si revisamos el Plan Maestro (figura 5.4) nos daremos cuenta que nuestro objetivo principal no es certificarnos en TPM; pero si el de conseguir la mejora de los procesos.

Las pasos desarrollados se mostrarán por pilar, esto no quiere decir que las actividades son aisladas; por lo contrario todas se complementan.

5.6.1. Filosofía de las cinco “S”, base de toda gestión del mantenimiento

En este punto importante de toda gestión de recursos, tuvimos una equivocación que felizmente a mitad del año pudimos resolver.

El error fue haber iniciado la implementación del TPM2 (pilares de confiabilidad) sin haber tomado en cuenta las cinco “S”, es por ello que cuando estuvimos trabajando en el Pilar de Mantenimiento Autónomo nos fue difícil pasar el primer paso que era el de “Limpieza inicial”. Es por ello que

retomamos este paso paralelamente a las cinco “S” y tuvimos resultados impactantes.

Cabe resaltar que según nuestro Plan Maestro, definimos al inicio llegar a la segunda “S”; pero debido al gran compromiso de los líderes pudimos remontar de manera práctica hasta la tercera “S”, todas las actividades de las cinco “S” tuvieron que plantearse mediante un Plan Maestro (figura 5.5) y a la vez fomentar el compromiso a través de un organigrama interno de responsabilidades (figura 5.6).



Figuras 5.6 - Responsables de las cinco “S” en la planta.



PROYECTO 5S - PROCESOS PAMPA LARGA 2006-2007



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 1ra, 2da y 3ra S - "CLASIFICAR, ORDENAR Y LIMPIAR"

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	JULIO 06				AGOSTO 06				SEPTIEMBRE 06				OCTUBRE 06				NOVIEMBRE 06				DICIEMBRE 06				ENERO 07			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
PREPARACION PRELIMINAR :																													
Capacitación en 3S's	R. Cusi / Supervisores																												
Establecer división de zonas / Definir cuadro de responsabilidades / Estado Actual de Situaciones	A. Vargas / M. Gonzales / R. Cusi																												
Preparar tableros de Gestión Visual	R. Cusi / Responsables de zonas 5S'																												
Difusión del Proyecto 5S (importancia, beneficios, progresos y avances de la implementación) a nivel de Procesos	O. Mimbela / A. Vargas / H. Rondón																												
CLASIFICAR, ORDENAR Y LIMPIAR																													
Registro de situación actual, fotografías	Richard Cusi / Responsables de zonas 5S'																												
Clasificar, ordenar y limpiar equipos y area de responsabilidad	Responsable de Zona																												
1° Auto evaluación interna	Responsable de Zona																												
Publicación de resultados de 1ra Autoevaluación	Responsable de Zona																												
2° Evaluación Planta	Responsable de Zona / Coordinador TPM2																												
Publicación de resultados de 2da Evaluación	Responsable de Zona																												
3° Evaluación Gerencial	Responsable de Zona / Coordinador TPM2/Gerencia																												
Publicación de resultados de 3ra Evaluación Gerencial	Responsable de Zona																												

Figuras 5.5 - Plan Maestro para la gestión de las cinco "S".

En la primera “S” que es clasificar, pudimos encontrar cosas que ya no servían, equipos que no funcionaban correctamente, productos obsoletos, productos o partes sobrantes, etc.

El objetivo de este paso fue mantener solo lo “necesario”; a través de la limpieza general, eliminando el polvo acumulado, grandes manchas, cosas fuera de su lugar, etc.

Se estableció una campaña inicial de selección y discriminación de los elementos en función de su utilidad para realizar el trabajo previsto, disponiendo de contenedores o espacios especiales para la recogida de lo innecesario. A continuación mostramos algunas fotos de las campañas de limpieza inicial (figuras 5.7 a la 5.10).

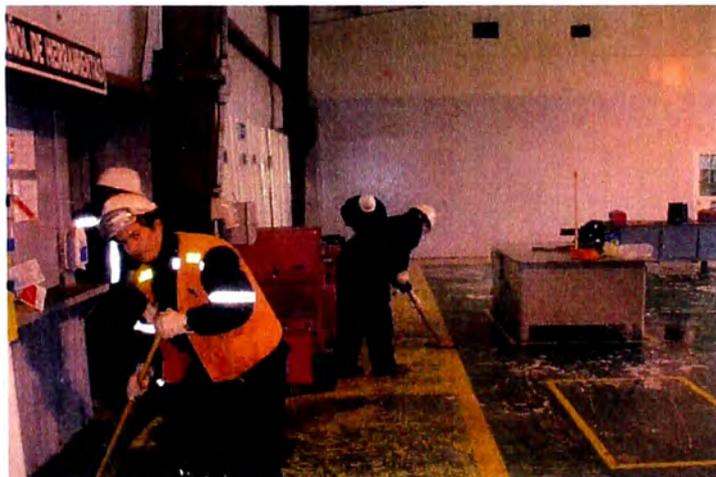


Figura 5.7 - Limpieza en taller de mantenimiento.



Figura 5.8 - Limpieza a las bombas de precipitado en Merrill Crowe.



Figura 5.9 - Análisis de los desechos encontrados.

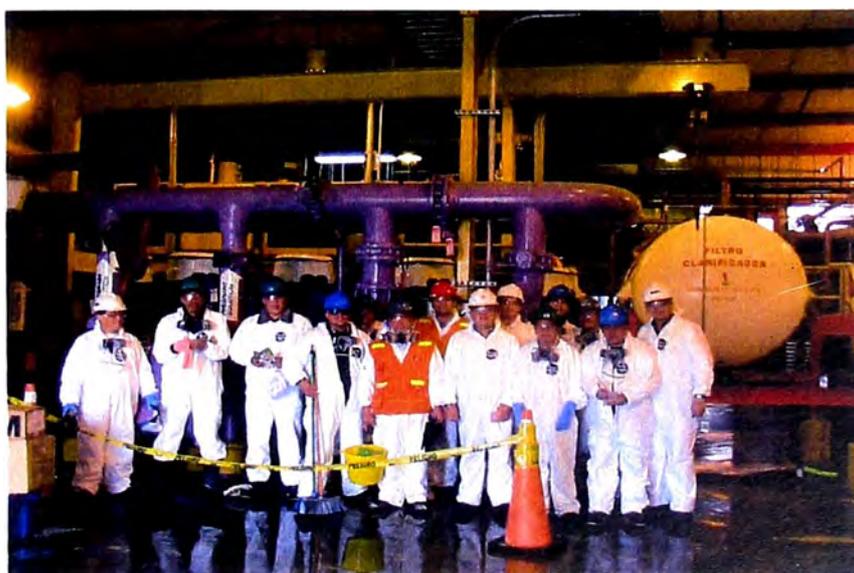


Figura 5.10 - Equipo de procesos Merrill Crowe de Yanacocha.

Para sacar las cosas que no son necesarias y ponerlas aparte se planearon las tres fases siguientes:

- Buscar alrededor cosas que le pertenecen y no va a usar nunca más.
- Para cosas que pertenecen a otros, colocar letreros indicando fecha de cuando deben ser retiradas.
- Controlar y actuar de acuerdo con las tarjetas.

Para consolidar estas tres fases anteriores, se elaboró un flujograma que resumía las actividades iniciales (figura 5.11), con el objetivo de hacer más fácil el trabajo al empleado.



Figuras 5.11 - Flujograma de la primera "S".

Para marcar o "denunciar" que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva, se usaron las tarjetas del Pilar de Mantenimiento Autónomo (tarjeta roja para desechar las cosas innecesarias y azul para organizarlas).

Las preguntas habituales que se debieron hacer para identificar si existe un elemento innecesario son las siguientes:

- ¿Es necesario este elemento?
- ¿Si es necesario, es necesario en esta cantidad?
- ¿Si es necesario, tiene que estar localizado aquí?

El control estricto del avance de las cinco "S", se hizo a través de un formato de gestión de tarjetas de cinco "S", vemos un ejemplo en la tabla 5.7.

CONTROL DE TARJETAS CINCO "S" (Merrill Crowe Pampa Larga)				
No. De Tarjeta	Inspector	Zona/Equipo	Accion Correctiva	Fecha de Corrección
201	A. CASTILLO	Porta herramientas	Etiquetar	8/15/2006
202	A. CASTILLO	Porta herramientas	Etiquetar	8/15/2006
203	A. CASTILLO	Porta herramientas	Etiquetar herramientas	8/15/2006
204	A. CASTILLO	Porta herramientas	Etiquetar herramientas	8/15/2006
205	A. CASTILLO	Barretas	Reubicar y etiquetar	8/15/2006
206	A. CASTILLO	Porta herramientas	Sombrear las herramientas, y etiquetar	8/15/2006
207	A. CASTILLO	Silla	Desechar silla	8/15/2006
208	A. CASTILLO	Llave stilson 36"	Reubicar, va que es demasiado peso para un solo gancho	8/15/2006
209	A. CASTILLO	Esmeril de banco	Verificar si esta en buenas condiciones y reubicar	8/15/2006
210	A. CASTILLO	Andamio de consumibles	Etiquetar y disminuir cantidad	8/15/2006
211	A. CASTILLO	Pata de Cabra	Reubicar	8/15/2006
212	A. CASTILLO	Motor Franklin	Reubicar en zona de Underdrain	8/15/2006
213	A. CASTILLO	Reflector	Reubicar en almacén eléctrico	8/15/2006
214	A. CASTILLO	Zona de repuestos diarios/semanales	Ordenar y hacer divisiones en cada nivel.	8/15/2006
215	A. CASTILLO	Caja de MSDS	Reubicar caja en el taller	8/15/2006
216	A. CASTILLO	Cables eléctricos	Reubicar cables en Almacen Reusables	8/15/2006
217	A. CASTILLO	Estante de rodamientos	Etiquetar rodamientos, colocar stock minimo y stock code	8/15/2006
218	A. CASTILLO	Herramientas	Desehchar	8/15/2006
219	A. CASTILLO	Chaleco salvavidas	Reubicar chaleco	8/15/2006
220	A. CASTILLO	Zona de empaques y estopas	Etiquetar, colocar stock minimo y stock code	8/15/2006
221	A. CASTILLO	Caja papel toalla	Reubicar caja	8/15/2006
222	A. CASTILLO	Mameluco	Llevar mameluco a vestuarios	8/15/2006
223	A. CASTILLO	Stickers de seguridad	Reubicar los stickers, dejar solo lo necesario	8/15/2006
224	A. CASTILLO	Recubrimientos	Colocar en zona de consumibles	8/20/2006
225	A. CASTILLO	Manómetros	Etiquetar por tipo	8/20/2006
226	A. CASTILLO	Caja papel toalla	Reubicar con el personal de limpieza	8/20/2006
227	A. CASTILLO	Cuadro de seguridad	Reubicar cuadro dentro del taller	8/20/2006
228	A. CASTILLO	Bolsas	Reubicar las bolsas en zona apropiada	8/20/2006
229	A. CASTILLO	Bombas hidraulicas	Reubicar las bombas	8/20/2006
230	A. CASTILLO	Cable para máq. de soldar	Reubicar en zona de soldadura	8/20/2006
231	A. CASTILLO	Cables	Etiquetar y ordenar	8/20/2006
232	A. CASTILLO	Tintas para impresora	Verificar tintas y ordenar	8/20/2006
233	JOHN NIXON	Hojas de sierra	Botar las hojas de sierra	8/20/2006
234	JOHN NIXON	Arco de sierra	Botar	8/20/2006
235	JOHN NIXON	Manguera	Reubicar en la zaja de mangueras	8/20/2006
236	JOHN NIXON	Casacas de cuero	Reubicar en zona de soldadura	8/20/2006
237	JOHN NIXON	Extensiones	Revisarlas, clasificarlas y ordenarlas	8/20/2006
238	JOHN NIXON	Llaves	Clasificarlas según lugar o equipo	8/20/2006
239	JOHN NIXON	Manguera para equipo de OXI	Reubicar en zona de soldadura	8/20/2006
240	JOHN NIXON	Tectes	Ordenar y clasificarlos según tonelaje	8/20/2006
241	JOHN NIXON	Torquímetros	Ordenar y clasificarlos según rango de torque	8/20/2006
242	JOHN NIXON	Calentador de rodamientos	Reubicar y ordenar	8/20/2006
243	JOHN NIXON	Destornilladores	Ordenarlos y clasificarlos según tipo	8/20/2006
244	JOHN NIXON	Formador de empaques	Reubicar	8/20/2006
245	JOHN NIXON	Punzón con letras	Reubicar y ordenar	8/20/2006
246	JOHN NIXON	Cadenas	Reubicar cadenas	8/20/2006
247	JOHN NIXON	Cintas de seguridad	Reubicar	8/20/2006
248	JOHN NIXON	Marcador	Reubicar	9/15/2006
249	JOHN NIXON	Cancamo	Ordenarlo y llevarlo a su zona	9/15/2006
250	JOHN NIXON	Caja de limpia lentes	Reubicar caja	9/15/2006
251	JOHN NIXON	Eje bomba grundfos	Reubicar en zona de Underdrain	9/15/2006
252	JOHN NIXON	Clavos	Reubicar los clavos en zona de pernos	9/15/2006
253	JOHN NIXON	Equipo de soldar	Reubicar en zona de soldadura	9/15/2006
254	JOHN NIXON	Zona de recepcion y envio	Eliminar zona	9/15/2006
255	JOHN NIXON	Lijas	Clasificar las lijas según su número	9/15/2006
256	JOHN NIXON	Equipos hidráulicos	Revisarlos ante fugas, ordenarlos y clasificarlos	9/15/2006
257	JOHN NIXON	O rings	Reubicarlos y clasificarlos según diámetro en cajas adecuadas	9/15/2006
258	JOHN NIXON	Tarjetas	Reubicarlas y clasificarlas, fabricar portapapeles para ordenarla	9/15/2006
259	JOHN NIXON	Cartuchos de tinta	Reubicar las tintas en armario y clasificarlos según color	9/15/2006
260	JOHN NIXON	Armario equipos de precision	Ordenarlo, clasificarlo y hacer una lista de los equipos	9/15/2006
261	JOHN NIXON	Limas, seeger	Ordenarlos, hacer divisiones para clasificarlos	9/15/2006
262	JOHN NIXON	Llave de cadena	Reubicar llave en zona de herramientas	9/15/2006
263	JOHN NIXON	Bomba	Reubicar	9/15/2006
264	JOHN NIXON	Vidrios para caretas de sold.	Reubicar en zona de soldadura	9/15/2006
265	JOHN NIXON	Mascaras para soldar	Reubicar en zona de soldadura	9/15/2006
266	JOHN NIXON	Soga	Reubicar en zona para sogas	9/15/2006
267	JOHN NIXON	Terraja	Reubicar en zona de herramientas	9/20/2006
268	JOHN NIXON	Dados	Reubicarlos y clasificarlos según dimensión	9/20/2006
269	JOHN NIXON	Archivador	Reubicarlo y ordenarlo	9/20/2006
270	JOHN NIXON	Machos	Reubicar en zona para machos	9/20/2006
271	JOHN NIXON	Seeger	Reubicar los seeger y ordenarlos	9/20/2006
272	JOHN NIXON	Pata de cabra chica	Reubicar	9/20/2006
273	WALTHER S	Lainas	Etiquetar lainas y retirar cosas que no pertenezcan	9/20/2006
274	WALTHER S	Extractores	Retirar accesorios que no pertenecen	9/20/2006
275	WALTHER S	Zona de equipos	definir y etiquetar la zona	9/20/2006
276	WALTHER S	Zona de accesorios	Reubicar y clasificar.	9/20/2006
277	WALTHER S	Zona de lijas	Definir y etiquetar la zona	9/20/2006
278	WALTHER S	Zona de herramientas	definir y etiquetar faltantes	9/20/2006
279	WALTHER S	Mesa de atención	Ordenar la mesa, cuadernos, etc	9/20/2006
280	WALTHER S	Pernos hilti	Retirar escobas cajas	9/20/2006
281	WALTHER S	Maleta de herramientas	Etiquetar tipo de herramientas y colocar armellas para candado	9/20/2006
282	WALTHER S	Armario verde	Retirarlo	9/20/2006
283	WALTHER S	Caja de retenes	Seleccionarlos y ordenarlos según dimensiones	9/20/2006
284	WALTHER S	Maletas	Reubicarlos y clasificarlos	9/20/2006
285	WALTHER S	Cables	Definir donde van los cables, retiro de lo innecesario	9/20/2006
286	WALTHER S	Extintor	Reubicar el extintor	9/20/2006
287	WALTHER S	Caja de prisioneros	Etiquetar caja y reubicarlos	9/20/2006

Tabla 5.7 - Ejemplo de control de tarjetas de cinco S.

La información que se puede tener de nada vale si no se analiza, es por ello que una práctica es cuantificar y calificar las tarjetas mediante el lugar donde se encontró y que tipo de defecto define, para ello podemos usar un análisis de pareto. En la tabla 5.8; y las figuras 5.12 y 5.13 mostramos los resultados del análisis de la tabla 38.

Punto inconveniencia Localización inconveniencia	NUEVOS PARA ORDENAR (EQUIPOS NUEVOS SIN UBICACIÓN)	NUEVOS PARA DESECHOS (EQUIPOS NUEVOS QUE NO SE USARÁN)	DETERIORADO PARA REPARAR (CORTO PLAZA, MEDIANO PLAZO)	DETERIORO PARA VERIFICACIÓN (OPERATIVIDAD NO DETERMINADA)	EQUIPO FUERA DE LUGAR	OTROS	TOTAL	PORCENTAJE
BOMBAS				1	2		3	3
MOTORES					1		1	1
VALVULAS							0	0
AGITADORES							0	0
FERRETERIA					5	8	13	15
HERRAMIENTAS					12	10	22	25
MATERIAL LIMPIEZA							0	0
TUBERIAS							0	0
SOLVENTES							0	0
INSTRUMENTACION							0	0
CABLES					3	1	4	5
TRANSMISORES							0	0
RELES							0	0
CONTACTORES							0	0
INTERRUPTORES							0	0
FUSIBLES							0	0
OTROS ELECTRICOS					2		2	2
OTROS MECANICOS					12	28	42	48
TOTAL	0	0	0	3	37	28	47	87
PORCENTAJE	0	0	0	3	43	54	100	100

Tabla 5.8 - Análisis de las inconveniencias por lugar y tipo.

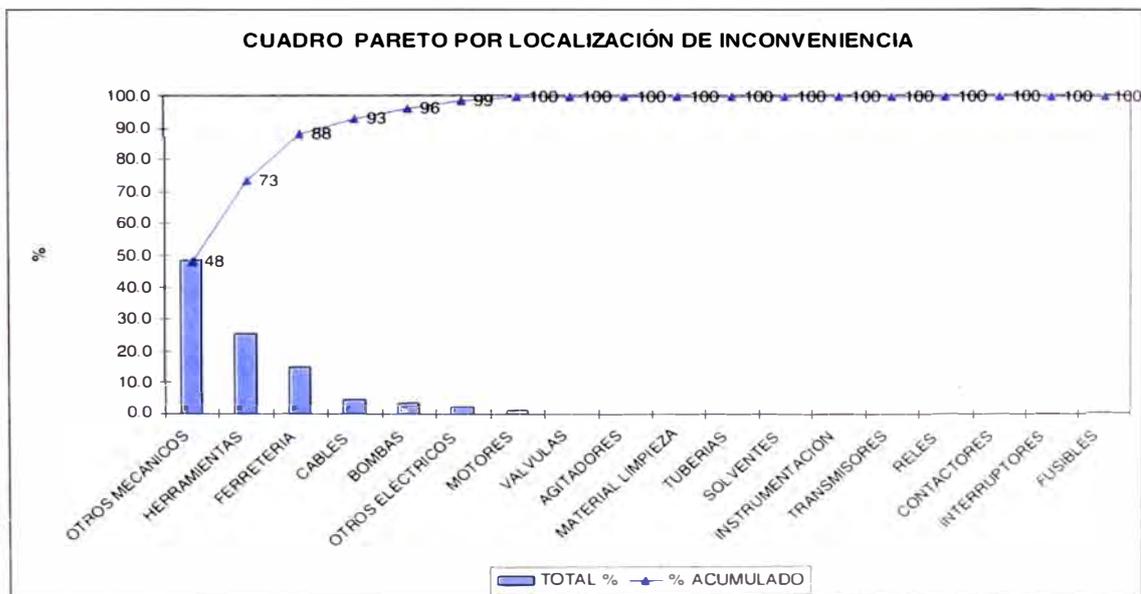


Figura 5.12 - Análisis pareto de las tarjetas por el lugar de ubicación.

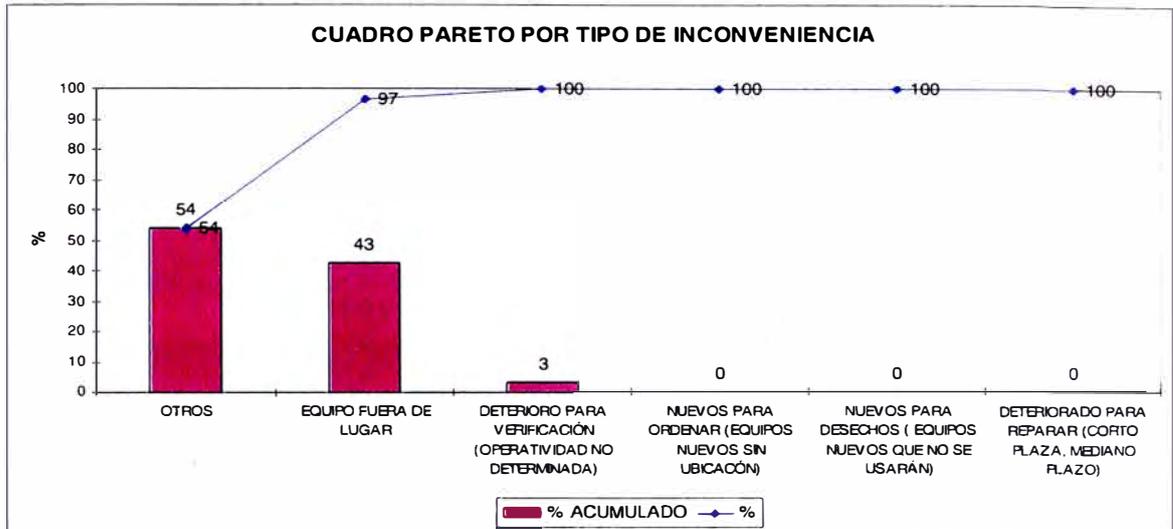


Figura 5.13 - Análisis pareto de las tarjetas por el tipo de inconveniencia.

Estos reportes indicaban que la mayor cantidad de objetos innecesarios se encontraban en herramientas, ferreterías, cables y otros; además estas inconveniencias podrían deberse a que se encontraban fuera de su lugar, eran por deterioro o fuera de operación. Es ahí donde se focalizaron los esfuerzos.

Paralelamente se ordenaron las cosas, colocando los elementos necesarios en el lugar exacto, identificados, con el fin de que cualquier persona pueda encontrarlo, usarlo, retirarlo y dejarlo en su sitio fácilmente.

Con esta práctica conseguimos reducir las pérdidas de tiempo en búsquedas de elementos y en movimientos para localizarlos; además de disminuir la inseguridad (golpes y contusiones con objetos depositados en cualquier parte, vías de evacuación obstruidas, elementos de protección fuera de lugar, etc.).

Los puntos clave analizados fueron:

- Los movimientos de materiales, piezas, y personal.
- Los tiempos y/o distancias involucradas en las actividades; y
- Los procesos repetitivos.

A continuación presentamos algunas fotos que destacan los cambios obtenidos (se uso la herramienta llamada gestión del cambio “el antes y el después”). Figuras 5.14 a la 5.20.

**Planta Merrill Crowe PL
Control Room**

Antes



Después

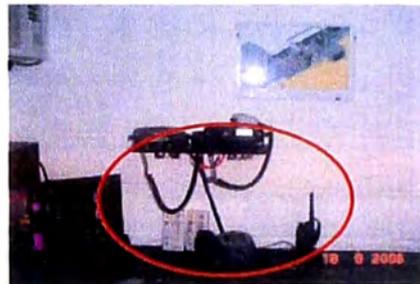


Figura 5.14 - Aplicación de la segunda “S” en sala de control.

**Planta Merrill Crowe PL
Control Room**

Antes



Después

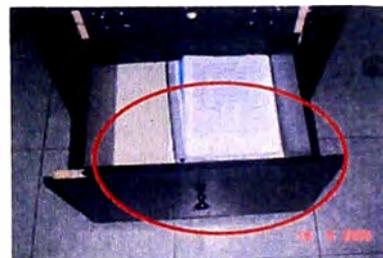


Figura 5.15 - Aplicación de la segunda “S” en archivadores.

Planta Merrill Crowe PL

Antes



Después



Figura 5.16 - Aplicación de la segunda “S” en la planta.

Planta Merrill Crowe PL
Antes **Después**

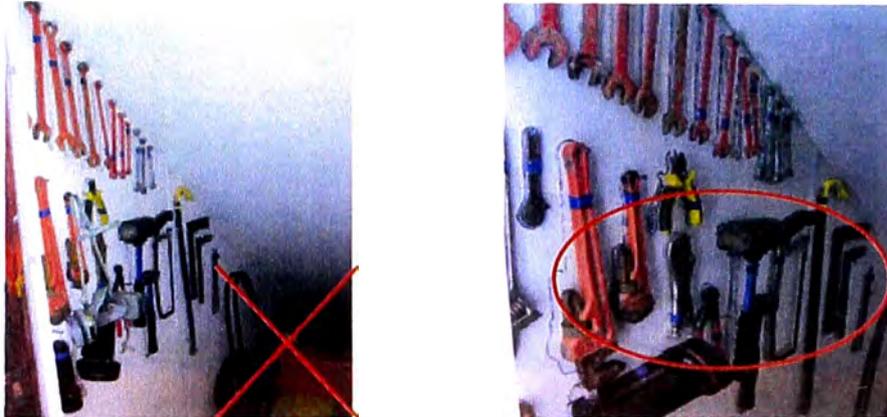


Figura 5.17 - Aplicación de la segunda "S" en almacenes de herramientas.

Planta Merrill Crowe PL
Oficinas

Antes **Después**

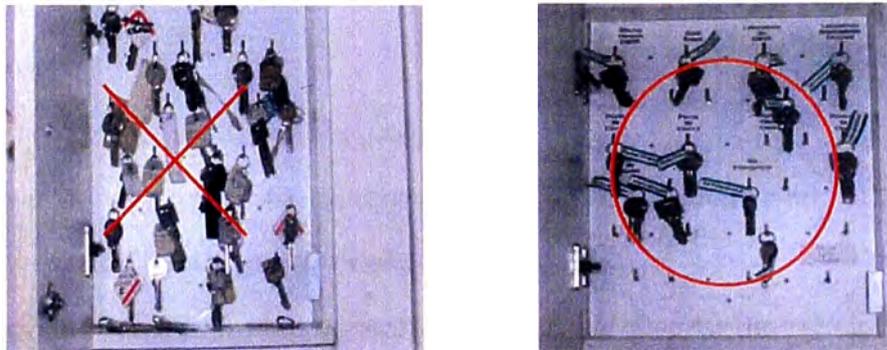


Figura 5.18 - Aplicación de la segunda "S" en tableros de oficinas.

Planta Merrill Crowe PL
Almacén

Antes **Después**

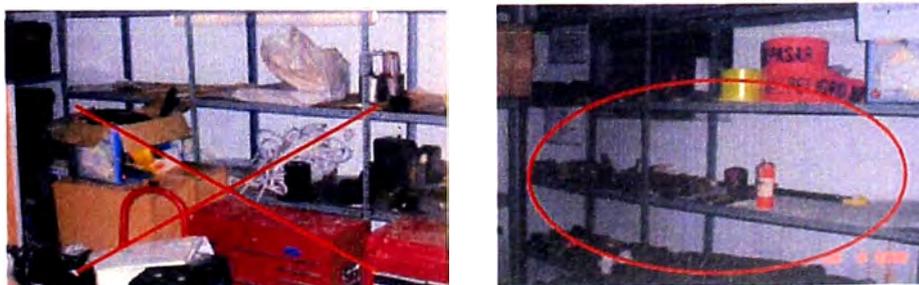


Figura 5.19 - Aplicación de la segunda "S" en almacenes.

Planta Merrill Crowe PL

Oficinas

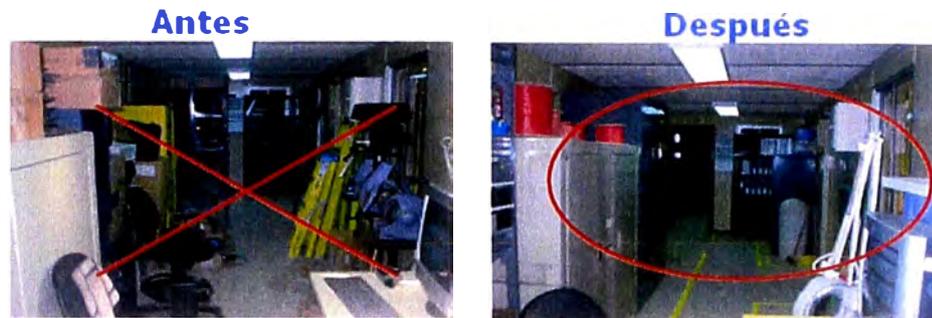


Figura 5.20 - Aplicación de la segunda "S" en oficinas.

Dentro del proyecto piloto, nuestro objetivo fue llegar a la tercera "S" que es limpieza. Los puntos claves dentro de esta actividad fueron:

- No deje que las cosas se ensucien antes que tenga que limpiarlas.
- Dedique cada día 5 minutos para limpiar su área de trabajo.
- Sea responsable, con sus compañeros del área alrededor de su lugar de trabajo.
- No tire ni deje tiradas cosas por el suelo.
- Lavar los pisos y las máquinas con agua y detergente o limpiador autorizado, según lo estandarizado.
- Recoger continuamente desechos, residuos al realizar un trabajo.
- Pintar equipos, solo cuando se haya hecho la limpieza del mismo.

Con frecuencia el personal realizaba campañas de orden y limpieza para implantar las cinco "S". En estas jornadas se eliminaron los elementos innecesarios y se limpiaron los equipos, pasillos, armarios, almacenes, etc.

Presentamos algunas fotos de consolidación de las 3 primeras "S" en el proyecto piloto. Figuras 5.21 a la 5.26.

Almacenes de materiales



Figura 5.21 - Gestión de las 3 primeras "S" en almacenes 1.

Almacenes



Figura 5.22 - Gestión de las 3 primeras "S" en almacenes 2.

Talleres de mantenimiento

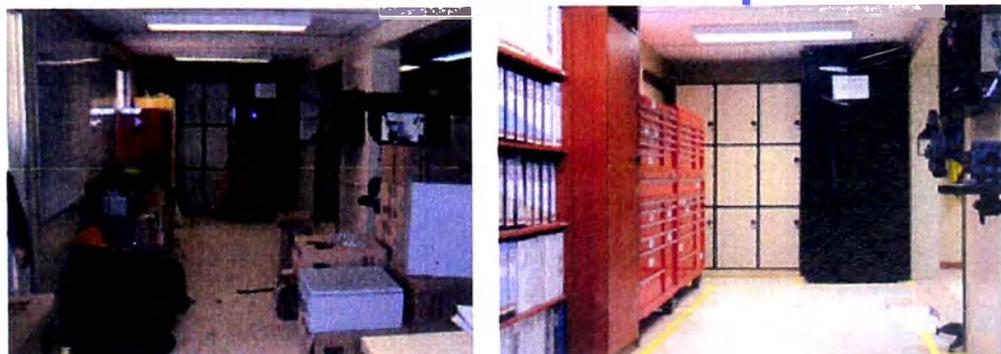


Figura 5.23 - Gestión de las 3 primeras "S" en talleres de mantenimiento 1.

Talleres de mantenimiento

Antes



Después



Figura 5.24 - Gestión de las 3 primeras "S" en talleres de mantenimiento 2.

Talleres de mantenimiento

Antes



Después



Figura 5.25 - Gestión de las 3 primeras "S" en talleres de mantenimiento 3.

Oficinas

Antes



Después

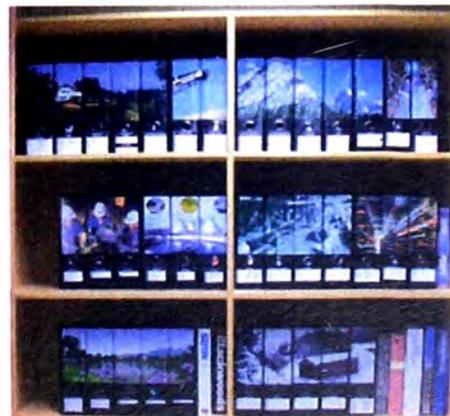


Figura 5.26 - Gestión de las 3 primeras "S" en oficinas.

Al obtener la practica en las tres primeras "S", el objetivo actual es hacer que se mantenga estable en el tiempo, porque como lo dice la metodología si nos descuidamos podemos retroceder.

El plan de Minera Yanacocha es hacer de esto una práctica común en todas las plantas a mediano plazo, para esto se usará la experiencia alcanzada en el proyecto piloto.

Estas son solo algunos de los cambios experimentados en el proyecto piloto.

5.6.2. Pilar de Mejora Enfocada y el árbol de pérdidas del proceso

Como primera acción de este pilar fue definir los objetivos que se trazarían para cumplir los objetivos de la gerencia (indicadores). Estos objetivos son:

- Asegurar la aplicación de la metodología CAPDo antes de la implementación de cualquier idea de mejora.
- Difundir la metodología a todo el personal para que sean capaces de desarrollar ellos mismos sus proyectos de mejora.
- Reducción de pérdidas significativas para finales de 2006 (el valor de la reducción lo definirá el Árbol de Pérdidas).
- Maximizar el OEE de la planta piloto: Se trabajará para maximizar cada uno de los tres factores componentes de este indicador.
- Implementar mejoras orientadas a conseguir cero fallas graves de equipos críticos de las plantas de procesos para finales del 2007, exigiendo al Pilar de Mantenimiento Planeado el análisis de falla del 100% de las fallas graves de los equipos y monitoreando la implementación de las recomendaciones resultantes de estos análisis.

Una vez definidos estos objetivos, propios de la empresa, y teniendo a los lideres involucrados e instruidos en la metodología se empezó a capacitar al

resto del personal que trabajaría en los diferentes pilares aplicables al proyecto piloto.

Un punto muy importante que no se debe obviar, es que este Pilar debe fundamentar sus objetivos basados en los de los otros Pilares (Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado y Capacitación y Entrenamiento). Este Pilar es quien monitorea los beneficios tangibles que tienen que ver con los ahorros económicos, esto lo hace con el “Árbol de Pérdidas”.

Un paso inicial, muy importante, fue definir el plan de acción del pilar. En la tabla 5.9 mostramos este plan de acuerdo a los pasos y las actividades a realizar por los responsables del pilar.

CATEGORÍA	Nº	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				% Cumplimiento	
										15em	25em	35em	45em		
1. Estructura de Pérdidas	1.1	Delimitación de indicadores de calidad, productividad y pérdidas en las líneas piloto.	A. Vargas	Prog											100%
	1.2	Listar las mejoras propuestas por todos los pilares.	J. Sanchez	Avance											100%
	1.3	Aplicar la metodología (CAPDO) y priorizar las mejoras en curso.	Equipos Kaizen	Prog											100%
2. Proceso de Mejora	2.1	Acompañar a los entrenados en la orientación de CAPDO	Facilitadores TPM2	Prog											100%
3. Beneficio Visual	3.1	Implementar pizarra de pilar ME y esta debe ser actualizada cada mes.	J. Sanchez	Prog											100%
	3.2	Implementar pizarra CAPDO y esta debe ser actualizada cada inicio de mes.	J. Sanchez / Equipos kaizen	Avance											100%
4. Beneficio Tangible	4.1	Elaborar el árbol de pérdidas para los equipos pilotos.	Comité Gerencial	Prog											100%
	4.2	Hacer visual las pérdidas críticas y sus ahorros. Relacionar las Pérdidas en cuanto a responsabilidades de	Lideres Pilares TPM2	Avance											100%
	4.3	Visualizar las pérdidas del OEE en los equipos críticos.	Lideres Pilares TPM2	Prog											75%
5. Kaizens	5.1	Elaborar meta de CAPDO por pilar según los recursos	Equipos Kaizen	Prog											85%
	5.2	Definir N° de CAPDOS por pilar	J. Sanchez / Facilitadores	Avance											85%
	5.3	Seguimiento del Status del cumplimiento de las mejoras	J. Sanchez	Prog											100%
6. Herramientas y Técnicas	6.1	Listar herramientas, técnicas y definir su formato (5Ws + 1H, Análisis PM, CAPDO, Ishicawa)	J. Sanchez	Prog											100%
	6.2	Socializar los formatos y exigir su uso disciplinadamente.	Facilitadores TPM2	Avance											100%
	6.3	Entrenamiento en Análisis PM (Se reformuló por entrenamiento Pilar ME y Ciclo CAPDO)	Facilitadores ET	Prog											100%
7. Revision	7.1	Definir e implementar el proceso formal de revisión de procedimientos, formatos y entregables	J. Sanchez	Prog											100%
	7.2	Registrar en formato físico y electrónico las reuniones locales.	J. Sanchez / Equipos Kaizen	Avance											100%
8. Reconocimiento	8.1	Elaborar políticas internas de reconocimiento para casos de mejora	J. Sanchez	Prog											75%
	8.2	Tener actualizado los CAPDOS mas relevantes e involucrar al personal.	J. Sanchez y Facilitadores	Avance											100%
	8.3	Convocar a una feria a fin de año de mejoras.	J. Sanchez	Prog											50%
9. Implementacion de Ideas	9.1	Listar las ideas de mejora (con su análisis CAPDO) y hacer una presentación anual.	J. Sanchez	Prog											50%
	9.2	Definir necesidades de entrenamiento para los CAPDO que lo requieran	Equipos Kaizen / Facilitadores ET	Avance											100%
	9.3	Gestionar la implementación de una sala Kaizen en Pampa Larga.	J. Sanchez	Prog											75%
10. Esquema de Sugerencias	10.1	Diseñar un procedimiento de sugerencias (incluye formato), deberá terminar con acciones de información	Facilitadores ET	Prog											50%

Tabla 5.9 - Plan de acción del pilar Mejora Enfocada.

A continuación mostraremos las tareas que se realizaron para obtener el Árbol de Pérdidas:

- Se estudió el proceso completo de Merrill Crowe para nivelar conocimientos, tanto del personal de operaciones como mantenimiento.
- Se definieron el proceso, los subprocesos y las actividades más importantes en la planta Merrill Crowe, para ello se necesitó los conocimientos de todos.
- Una vez conocido las actividades mas importantes, se clasificaron y se midieron las pérdidas en cada una de ellas (aquellas perdidas que eran posibles eliminar o al menos minimizar). Para esto se definieron las variables que intervenían en cada actividad, la formula o ecuación con la cuales podríamos calcularlas, el valor actual y la meta. La meta fue reducir el 30% de cada pérdida.
- Estas pérdidas encontradas se valorizaron económicamente (US\$), tanto por actividad y por subprocesos para un mejor análisis.
- Como encontramos alrededor de 115 pérdidas, nos dimos cuenta que menos de la mitad eran las de mayor impacto. Es por eso que se trabajó bajo la definición de PARETO, en la cual pudimos encontrar que el 80% de todas las pérdidas se encontraban en solo un 20% de las actividades.
- Se consolidó el paso anterior con una priorización, para abocarnos a las pérdidas que podrían dar un mayor impacto financiero para la empresa.
- Finalmente, se aprobó por la gerencia y se divulgó a todo el personal para indicar en que íbamos a trabajar.

El tiempo que tomo todas estas tareas fue de un mes, y los resultados los siguientes:

- Se encontraron 5 subprocesos y 115 pérdidas que daban lugar a la misma cantidad de posibles pérdidas.
- La valorización nos dio como resultado una pérdida total de US\$ 207674 anuales.

- Se priorizaron las pérdidas con PARETO y obtuvimos un total de 23 pérdidas significantes de las 115 que daban un total de US\$ 167002 de pérdida.
- Aplicamos la metodología CAPDo de mejora en las pérdidas más significativas y de las que teníamos poder de acción. La medición de las 23 pérdidas medidas en Enero del 2007 arrojaron que reducimos la pérdida total a US\$ 110462, esto significa una reducción del 34% aproximadamente.
- Los resultados sobrepasaron nuestras expectativas y metas que eran de reducir solo el 30%, esto significa que haciendo una proyección a largo plazo podemos eliminar por completo todas las pérdidas halladas.

Es importante aclarar que en todas estas acciones y procesos de mejora participaron todos los empleados que conforman los pilares de confiabilidad. La metodología empleada para disminuir las pérdidas fue el ciclo de mejora CAPDo, en este informe no se mostrará el proceso que se hizo en Yanacocha; pero si el como realizarlo (véase el capítulo 2).

Los logros del pilar se consolidaron en una pizarra informativa (figura 5.27).



Figura 5.27 - Pizarra de gestión del pilar Mejora Enfocada en Minera Yanacocha.

En el anexo E, podemos ver la construcción del árbol de pérdidas y analizar los resultados obtenidos a enero del 2007.

5.6.3. Pilar de Mantenimiento Autónomo

El equipo de Mantenimiento Autónomo, liderado por el Jefe de Operaciones de la planta se reunieron para elaborar sus objetivos y su plan de acción para el proyecto (tabla 5.10).

CATEGORIA	Nº	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE
1. 5S y Gestión del Lugar de Trabajo	1.1	Elaborar programa de Implementación hasta la 3S	Henry Rondon
	1.2	Implementar un plan de Auditorias Mensuales en cada area	Alberto Vargas
	1.3	Fomentar la gestion visual 5S en cada Area (tableros para herramientas, señalización, letreros).	Henry Rondon
2. Seguridad	2.1	Hacer Análisis de Riesgos para areas piloto e indicar gestion visual	Henry Rondon
	2.2	Identificar sistemas de seguridad actuales y faltantes	Henry Rondon
	2.3	Listar incidentes (fallas, paradas de equipos, especificando tiempo de parada) de cada equipo.	Henry Rondon
	2.4	Alcanzar formato para reportes de incidentes de equipos	Henry Rondon
3. Objetivos y Metas	3.1	Listar equipos (máquina) de las areas piloto especificando metas por cada equipo	Henry Rondon
	3.2	Implementar Análisis CAPDo para mejoras propuestas por el Grupo de Mantenimiento Autónomo.	Alberto Vargas / Martin Gonzalez
4. Status de las Actividades	4.1	Gestionar uso de pizarras por cada guardia la ultima semana de mes.	Supervisores Operaciones
	4.2	Realizar un consolidado de la data y colocar en la pizarra la ultima semana de cada mes	Alberto Vargas / Martin Gonzalez
	4.3	Implementar pizarra para Jefe General que debe resultar de los resúmenes mensuales de las pizarras.	Alberto Vargas
5. Limpieza inicial	5.1	Cumplir las 4 campañas de limpieza y tarjeteo por mes.	Supervisores Operaciones
	5.2	Intensificar inspección de equipos y toma acciones correctivas con el personal de guardia	Supervisores Operaciones
6 - 7. Fuentes de Mugre y Lugares Dificiles	6.1	Listar las fuentes de contaminación (polvo, fugas de aceite) Caminata en campo de lider de MA con Supervisor de Guardia	Supervisores Operaciones
	6.2	Elaborar programa correctivo para eliminar fuentes de contaminación	Supervisores Operaciones
8. Limpieza y Estándares Preliminares	8.1	Cada guardia entregará procedimiento de limpieza de equipos y luego se consolida para tener un procedimiento unico de limpieza de equipos.	Alberto Vargas / Martin Gonzalez
	8.2	Realizar estándares provisorios para cada equipo de las zonas piloto	Alberto Vargas / Martin Gonzalez
9. Lubricación	9.1	Rotular todos los puntos de lubricación, el estandar debe ser alcanzado por lider MP además de niveles máximos y mínimos de lubricantes.	Henry Rondon
	9.2	Hacer procedimiento para disponibilidad y uso de lubricantes.	Henry Rondon
	9.3	Implementar Kit de lubricación en cada area piloto Fortalecer el conocimiento del personal de MA en lubricación.	Henry Rondon
10. Habilidades y Entrenamiento	10.1	Implementar Laboratorio de Entrenamiento (considerar módulos de entrenamiento).	Richard Cusi

Tabla 5.10 - Plan de acción del pilar Mantenimiento Autónomo.

Los objetivos redundaban en aprender una metodología sencilla y aterrizada, que permita que los operadores se involucren en las partes básicas de mantenimiento de sus máquinas mediante:

- La limpieza e inspección de los equipos.
- La eliminación de las fuentes de contaminación.
- Adecuaciones a las máquinas para facilitar la inspección.
- El establecimiento de estándares.

- La capacitación en metodologías de inspección general.
- La utilización de controles visuales para facilitar las actividades de mantenimiento.
- Crear el sentido de pertenencia.
- Convertir a los trabajadores en mantenedores.

Este pilar fue uno de los principales dentro de los objetivos alcanzados; pues que nunca se pensó que los operadores pudiesen hacer alguna tarea de mantenimiento, así tuvieran la habilidad. Como la metodología del TPM lo dice el mantenimiento básico de los equipos parte de los operadores ya que ellos se encuentran todo el tiempo con las maquinarias. Es así que cuando se inició el proyecto se plantearon acciones inmediatas que eran iniciativa de los Supervisores y el Jefe General (véase la tabla 5.10).

Como los primeros pasos del pilar se asemejaban a las cinco "S", se aprovecho dentro de los días de limpieza para reportar anomalías a través de las tarjetas. Visiblemente después de este proceso fue increíble la cantidad de anomalías encontradas que anteriormente convivían con los equipos en el día a día, podemos observar las figuras 5.28 y 5.29 para ver esta herramienta.



Figura 5.28 - Uso de tarjetas rojas para reportar anomalías graves.



Figura 5.29 - Uso de tarjetas azules para reportar anomalías leves.

Con el uso de esta herramienta pudimos darnos cuenta que existían anomalías de tres tipos: fallas comunes en partes de equipos, fuentes de suciedad y lugares de difícil acceso. Todas estas anomalías se reportaron en una hoja electrónica de Excel con el cual podíamos administrar los avances del levantamiento y ejecución de las tareas.

Al inicio se notó una cantidad exagerada de tarjetas rojas (anomalías a ser ejecutadas por los mantenedores) y pocas azules (anomalías ejecutadas por los operadores), esto se debía a tres razones:

- El personal de operaciones no tenían los conocimientos necesaria para hacer pequeñas tareas de mantenimiento.
- Los operadores no contaban con las herramientas necesarias para ejecutar una labor de mantenimiento.
- Algunos tenían conocimientos y herramientas; pero lo que les faltaba era la habilidad o experiencia necesaria.

Uno de los objetivos de los tres primeros pasos del Pilar fueron invertir la relación de tarjetas (menos cantidad de rojas y mas de azules); o sea que el personal de operaciones pueda ejecutar tareas de mantenimiento básicas,

dejando así al personal de mantenimiento con mas tiempo y se dediquen a tareas mas específicas y mejoras en los equipos.

Este objetivo se lograría con acciones compartidas con el Pilar de Capacitación y Entrenamiento así como de Mantenimiento Planeado.

En la tabla 5.11, 5.12, 5.13 y la figura 5.30; mostraremos el resumen de la gestión de anomalías a través de las tarjetas durante el 2006. Veremos como la gestión de anomalías y el entrenamiento recibido impactó en las habilidades del personal de operaciones.

GESTIÓN DE TARJETAS AZULES 2006

Guardia (Supervisor)	(All)
Encontrado por	(All)
Responsable	(All)
Año Repor	2006
Tipo Anomalía	(All)

Count of Status Actual		
Mes Repor	Status Actual	Total
Febrero	Ejecutado	88
	Planeado	1
Febrero Total		89
Abril	Ejecutado	43
	Planeado	1
Abril Total		44
Mayo	Ejecutado	49
Mayo Total		49
Junio	Ejecutado	39
Junio Total		39
Julio	Ejecutado	13
Julio Total		13
Agosto	Ejecutado	30
	Planeado	1
Agosto Total		31
Setiembre	Ejecutado	49
	Planeado	3
Setiembre Total		52
Octubre	Ejecutado	78
	Planeado	5
Octubre Total		83
Noviembre	Ejecutado	102
	Planeado	1
Noviembre Total		103
Diciembre	Ejecutado	89
Diciembre Total		89
Grand Total		592

Tabla 5.11 - Resumen de la gestión de tarjetas azules 2006.

GESTIÓN DE TARJETAS ROJAS 2006

Guardia (Supervisor)	(All)
Encontrado por	(All)
Responsable	(All)
Año Repor	2006
Tipo Anomalía	(All)

Count of Estatus Actual		
Mes Repor	Estatus Actual	Total
Febrero	Ejecutado	269
	Planeado	5
Febrero Total		274
Abril	Ejecutado	9
	Abril Total		9
Mayo	Ejecutado	20
	Planeado	1
Mayo Total		21
Junio	Ejecutado	11
	Planeado	75
Junio Total		86
Julio	Ejecutado	5
	Planeado	23
Julio Total		28
Agosto	Ejecutado	2
	Planeado	9
Agosto Total		11
Setiembre	Ejecutado	1
	Planeado	95
Setiembre Total		96
Octubre	Ejecutado	27
	Planeado	60
Octubre Total		87
Noviembre	Ejecutado	24
	Planeado	30
Noviembre Total		54
Diciembre	Ejecutado	8
	Planeado	32
Diciembre Total		40
Grand Total		706

Tabla 5.12 - Resumen de la gestión de tarjetas rojas 2006.

RESUMEN TARJETAS 2006

	Azules	Rojas	Total
Febrero	89	274	363
Abril	44	9	53
Mayo	49	21	70
Junio	39	86	125
Julio	13	28	41
Agosto	31	11	42
Septiembre	52	96	148
Octubre	83	87	170
Noviembre	103	54	157
Diciembre	89	40	129
GRAN TOTAL	592	706	1298

Tabla 5.13 - Tendencia mensual de las tarjetas durante el 2006.

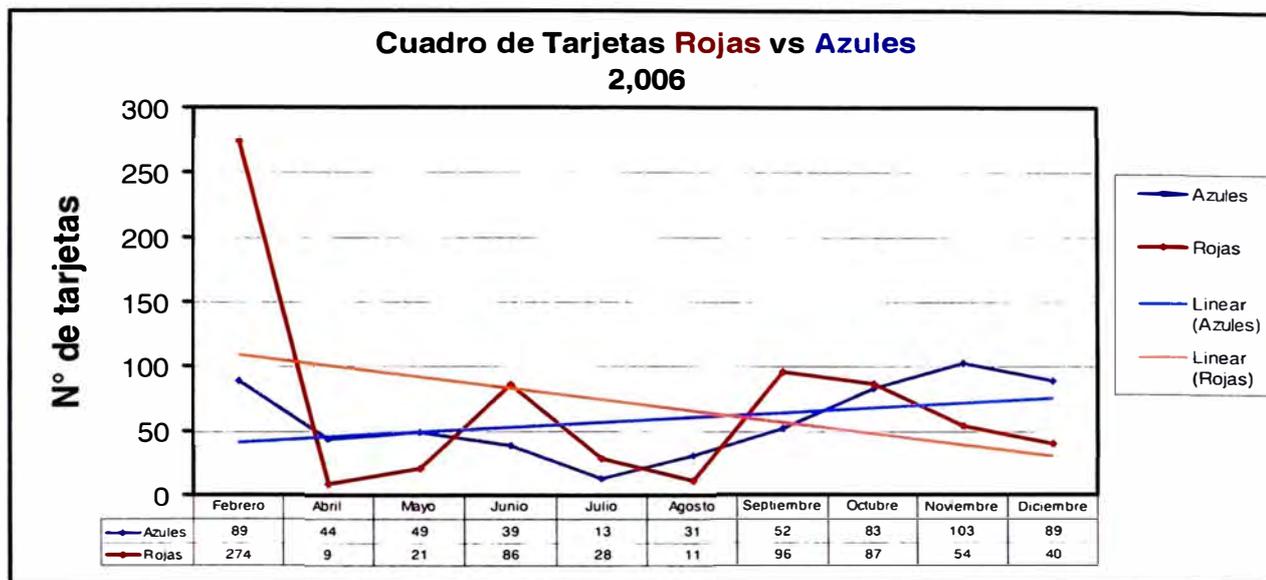


Figura 5.30 - Tendencia mensual de las tarjetas durante el 2006.

La gestión de las anomalías a través de las tarjetas no solo queda ahí, sino mas bien debemos seguir estrictamente los lineamientos del procedimiento “Uso de tarjetas de anomalías” (véase figura 2.29).

Según este procedimiento, las tarjetas rojas son levantadas por el personal de mantenimiento y las azules por los operadores, si es que una de las rojas es posible que un operador la ejecute se convierte inmediatamente por azul y es levantada por los operadores. Mostramos algunos trabajos realizados por los operadores (figuras 5.31 a la 5.38).

Después de todo este proceso, los resultados obtenidos se resumen en la elaboración de LPP's ya sea de conocimiento básico, caso de problema o caso de mejora; así mismo los conocimientos adquiridos se plasman en estándares provisorios de limpieza, inspección y lubricación. La tabla 5.14 y la figura 5.39 muestran el resumen de los LPP's elaborados en el mes de diciembre; y la tabla 5.15 y la figura 5.40 de todo el 2006.

A continuación mostramos algunos LPP's (figuras 5.41, 5.42 y 5.43) y estándares provisorios generados por los operadores (figuras 5.44 y 5.45).

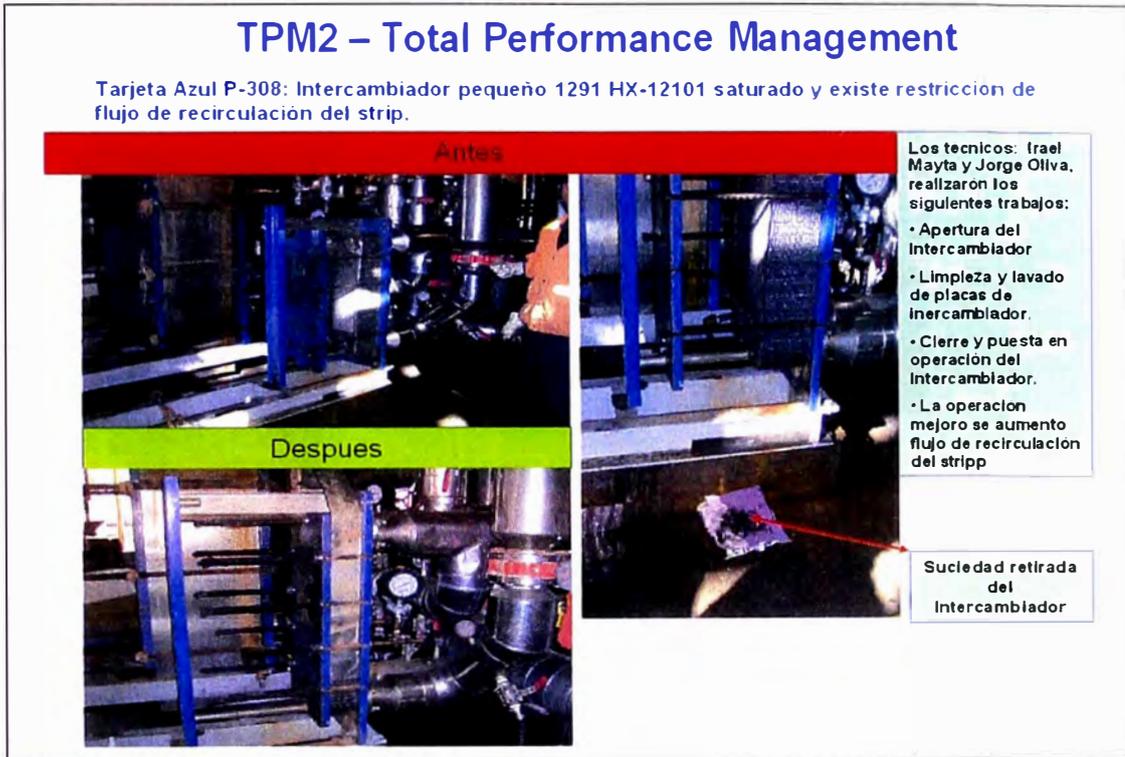


Figura 5.31 - Trabajos de montaje realizados por los operadores.

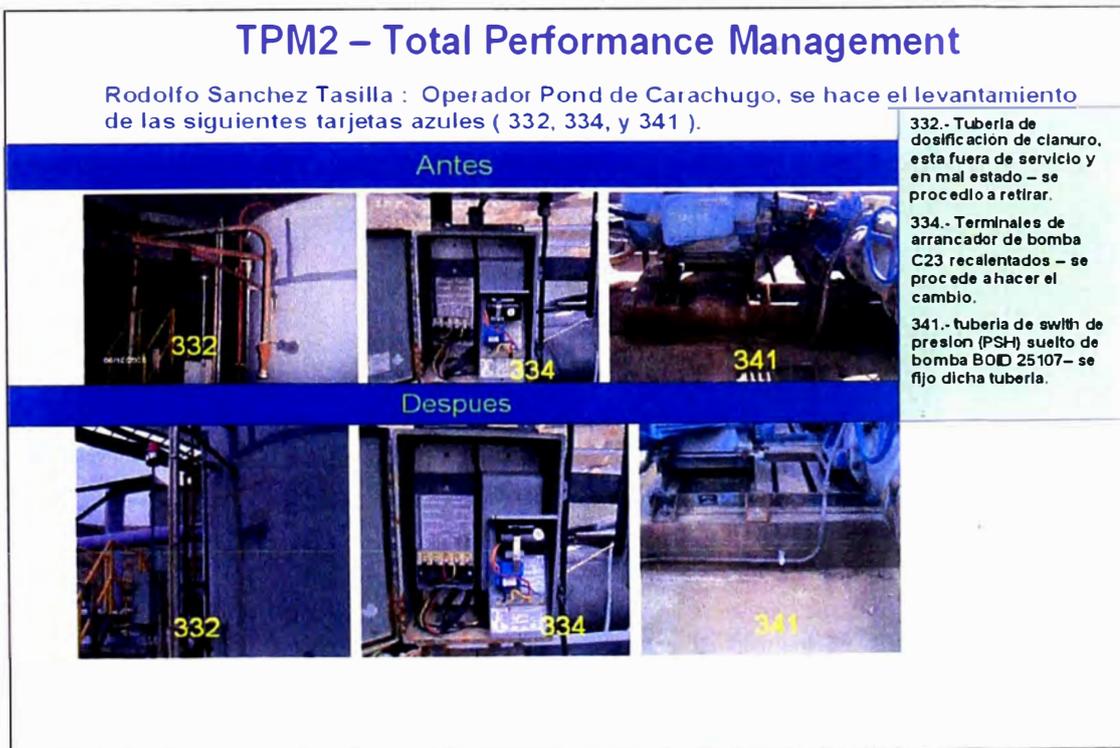


Figura 5.32 - Trabajos eléctricos realizados por los operadores.

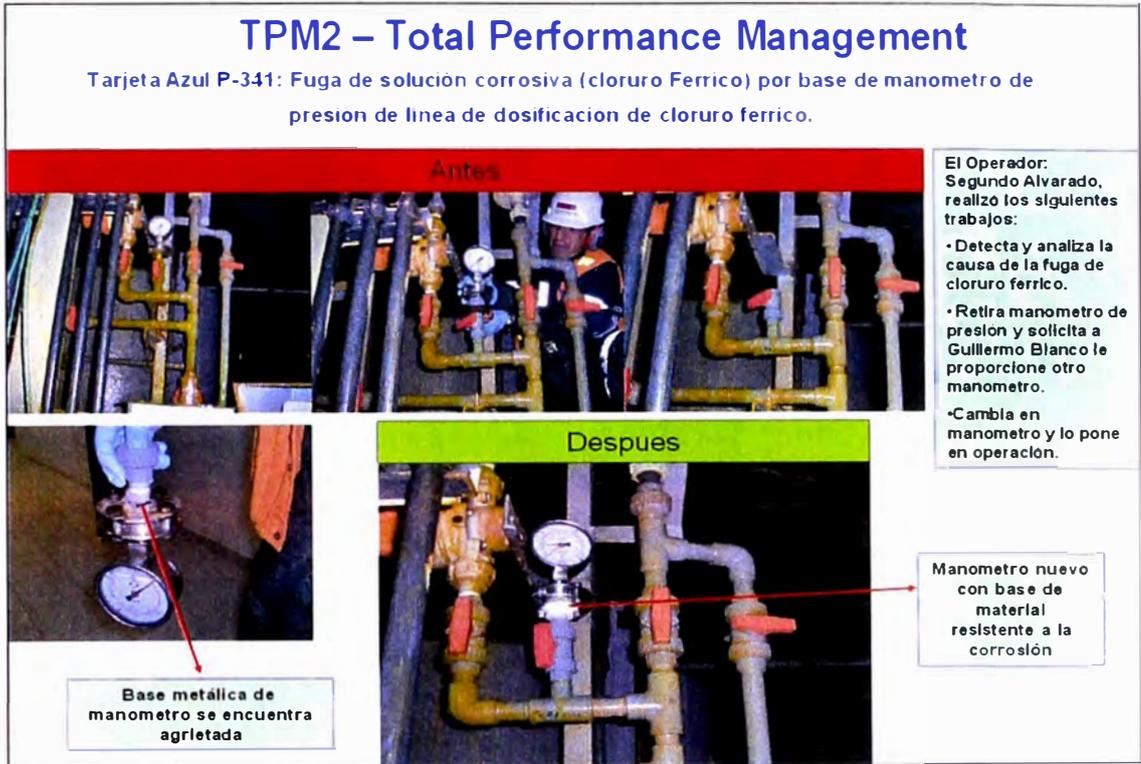


Figura 5.33 - Trabajos mecánicos realizados por los operadores.

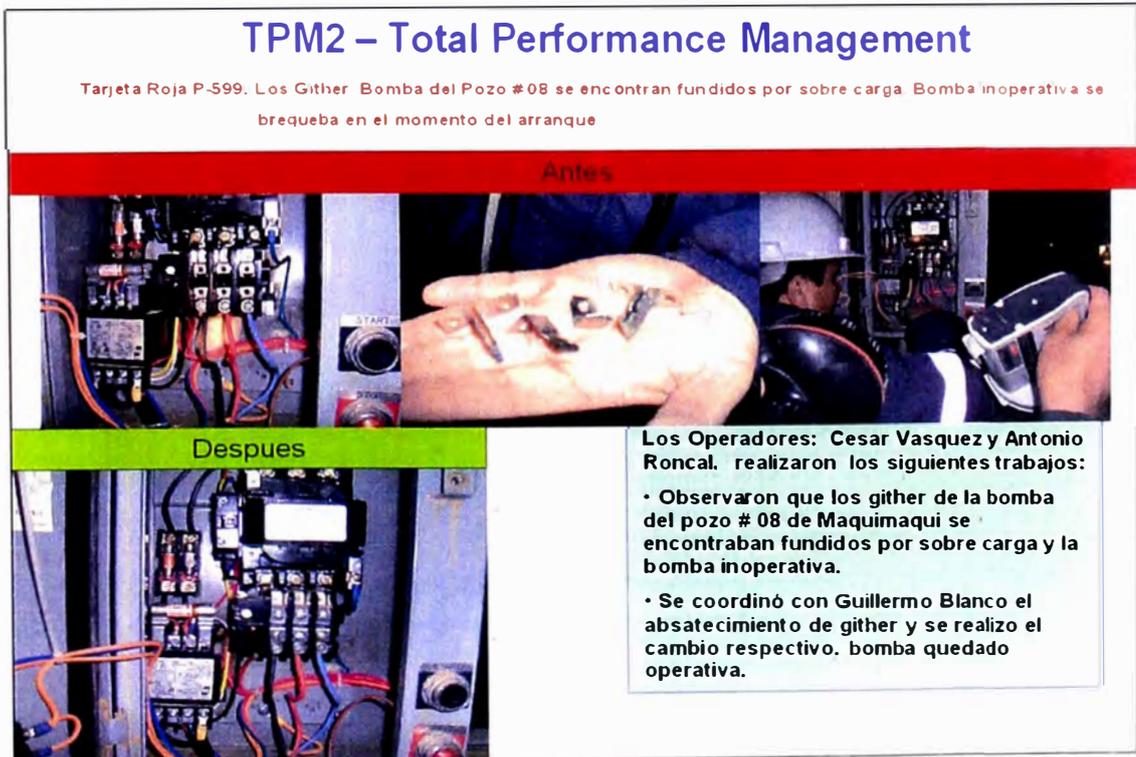


Figura 5.34 - Trabajos en tableros eléctricos realizados por los operadores.

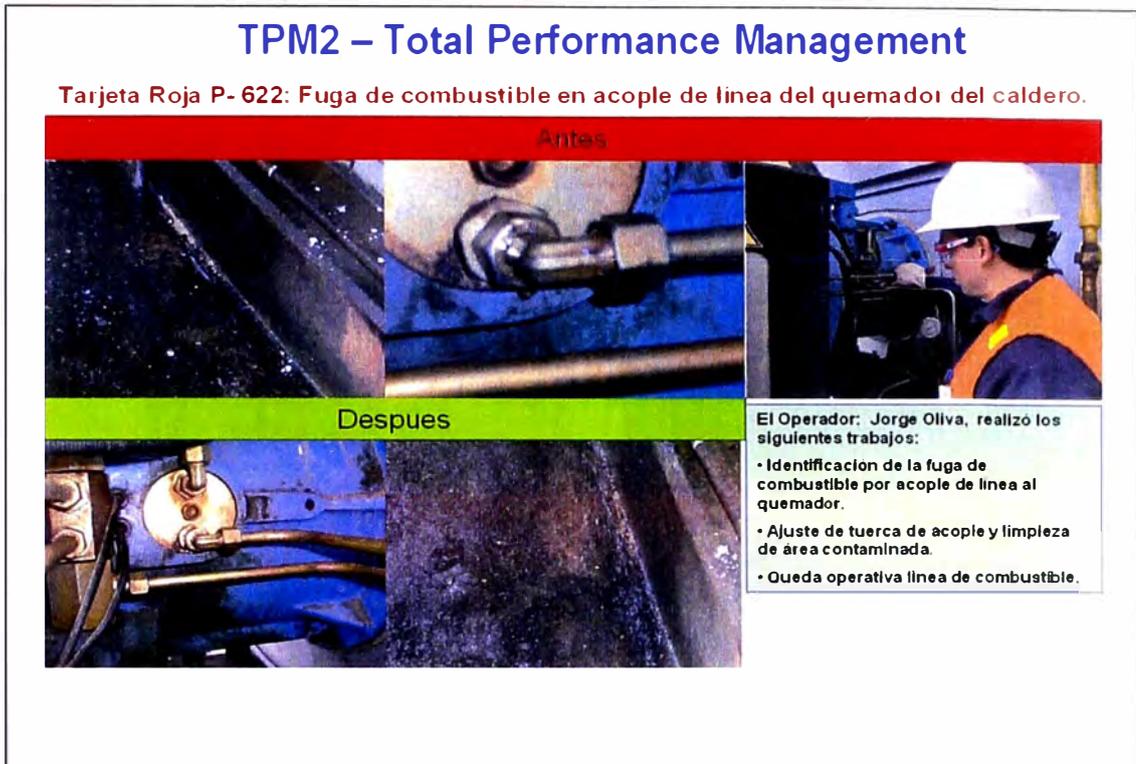


Figura 5.35 - Trabajos de sujeción realizados por los operadores.

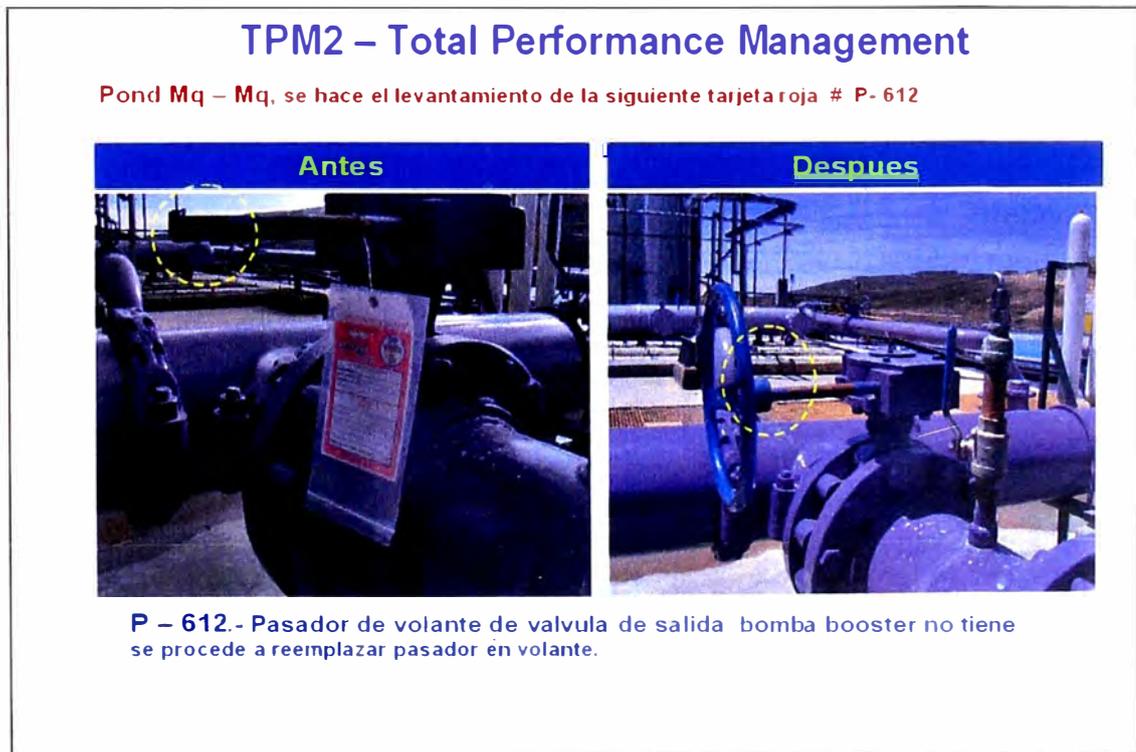


Figura 5.36 - Trabajos de restauración realizados por los operadores.

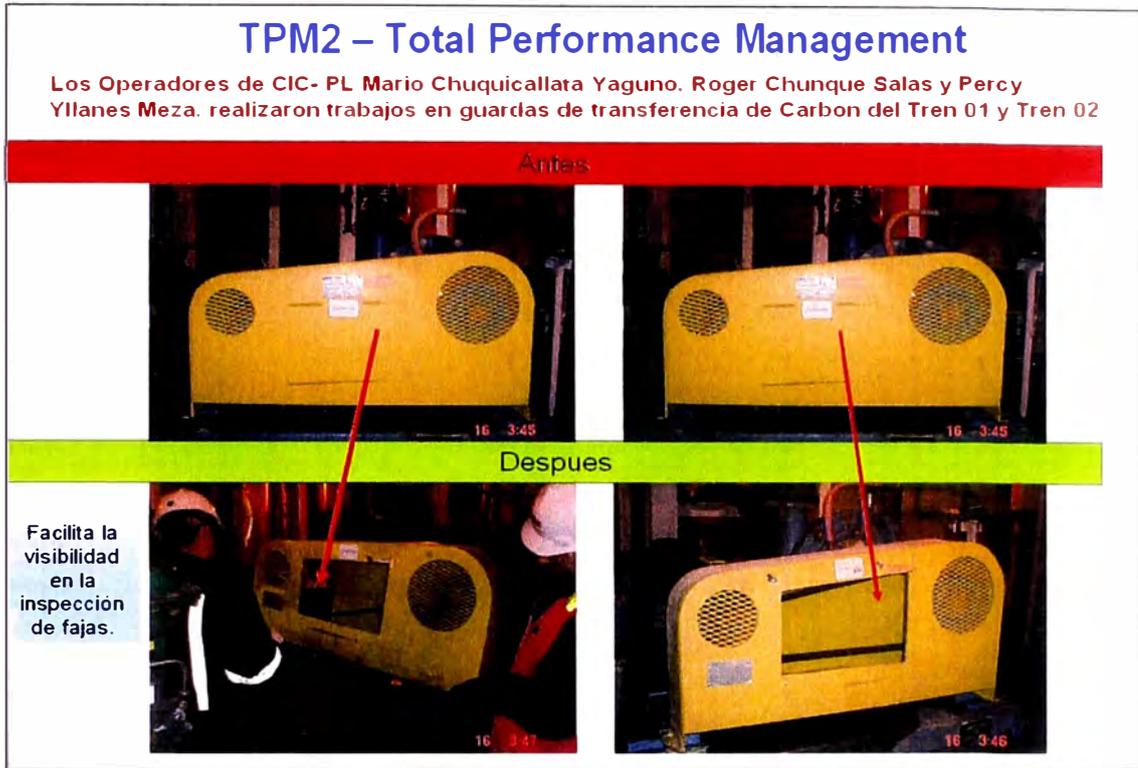


Figura 5.37 - Trabajos de gestión visual en guardas realizados por los operadores.

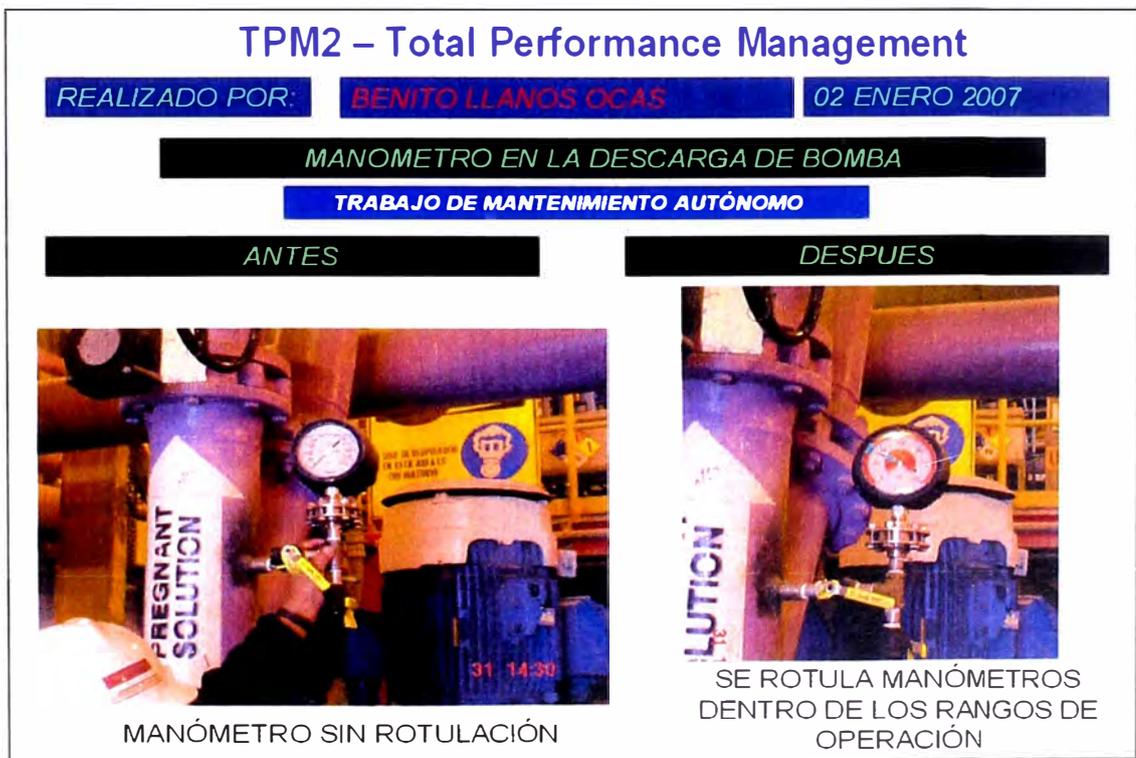


Figura 5.38 - Trabajos de gestión visual en manómetros realizados por los operadores.

Mes		Clasificación			
Diciembre		Casos de Mejora	Casos de Problema	Conocimiento Básico	Grand Total
Count of Tema	Preparado por				
	Alberto Paredes	2	0	0	2
	Benito Llanos	2	1	0	3
	Carlos Alvarado	0	0	15	15
	Cesar Vásquez	1	0	0	1
	Christian Ventura	2	0	5	7
	Edwing Carrera	2	0	0	2
	Erwin Romero	0	0	1	1
	Guido de Francesh	1	0	0	1
	Henry Ayma	0	0	7	7
	Iraiel Mayta	1	0	0	1
	Jaime Rojas	1	0	1	2
	Jorge Oliva	1	1	9	11
	Jose Guadalupe	1	0	0	1
	Luis Chaupis	1	0	0	1
	Luis Saldaña	1	1	0	2
	Manuel Pacco	9	6	8	23
	Martin Alva	0	0	26	26
	Nelson Llamoga	1	0	0	1
	Néstor Paz	1	0	0	1
	Oliver Vargas	0	1	1	2
	Patricio Alva	1	0	0	1
	Percy Laurente	0	0	1	1
	Raúl Terán	0	0	1	1
	Segundo Alvarado	1	1	0	2
	Fernando Castope	1	0	0	1
	Fernando Vásquez	2	0	0	2
	Santos Ramirez	0	1	0	1
	Jesus Saldaña	0	0	1	1
	Marlon Coronel	1	0	0	1
	Felizardo Rodríguez	0	1	0	1
	Grand Total	33	13	76	122

Tabla 5.14 - LPP's elaborados en el mes de diciembre del 2006.

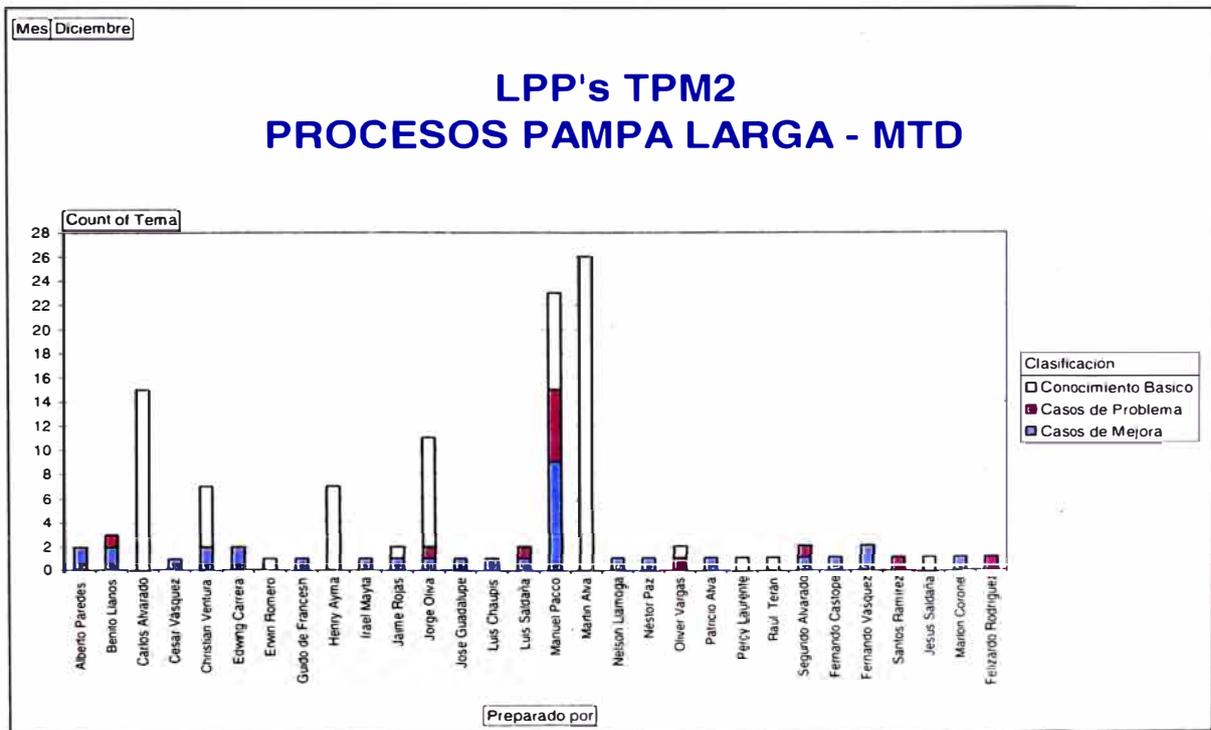


Figura 5.39 - LPP's elaborados en el mes de diciembre del 2006.

Count of Tema	Clasificación			Grand Total
	Mes	Casos de Mejora	Casos de Problema		Conocimiento Básico
Enero	6	0	1	7
Febrero	22	7	28	57
Abril	0	3	0	3
Mayo	14	4	7	25
Junio	4	0	3	7
Julio	1	3	2	6
Agosto	4	2	0	6
Setiembre	3	0	3	6
Octubre	45	5	26	76
Noviembre	54	24	63	141
Diciembre	33	13	76	122
Grand Total	186	61	209	456

Tabla 5.15 - LPP's elaborados durante todo el 2006.

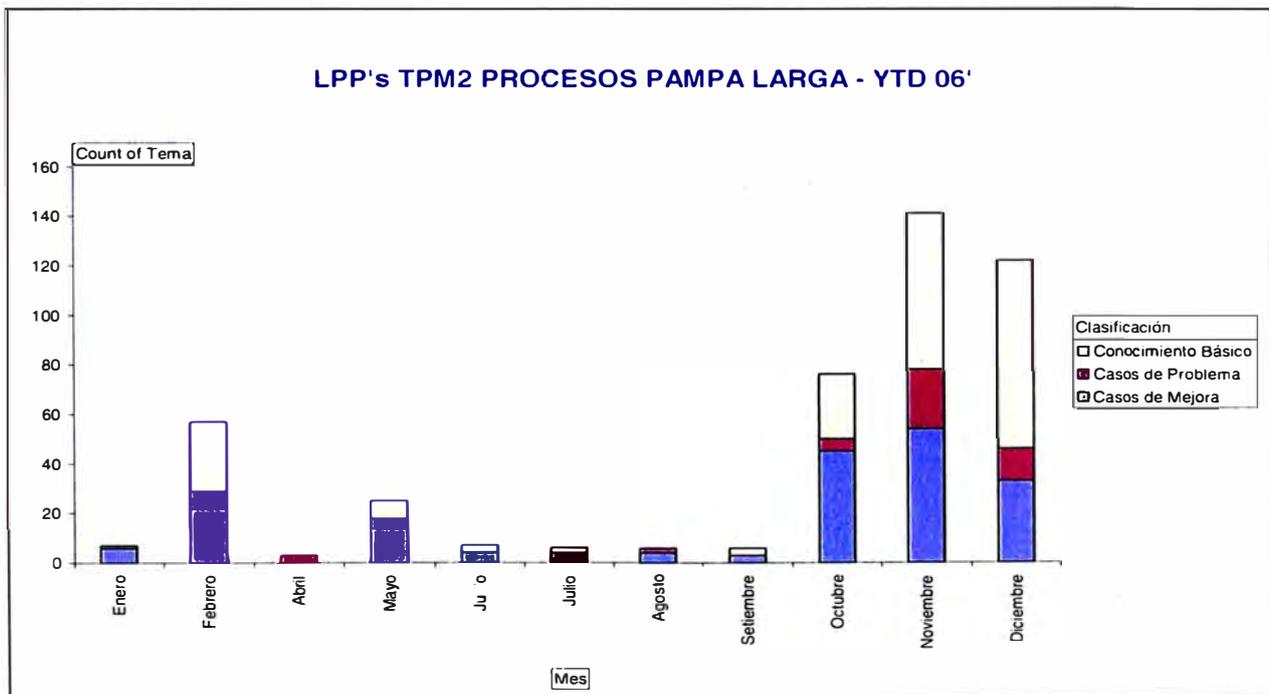


Figura 5.40 - LPP's elaborados durante todo el 2006.

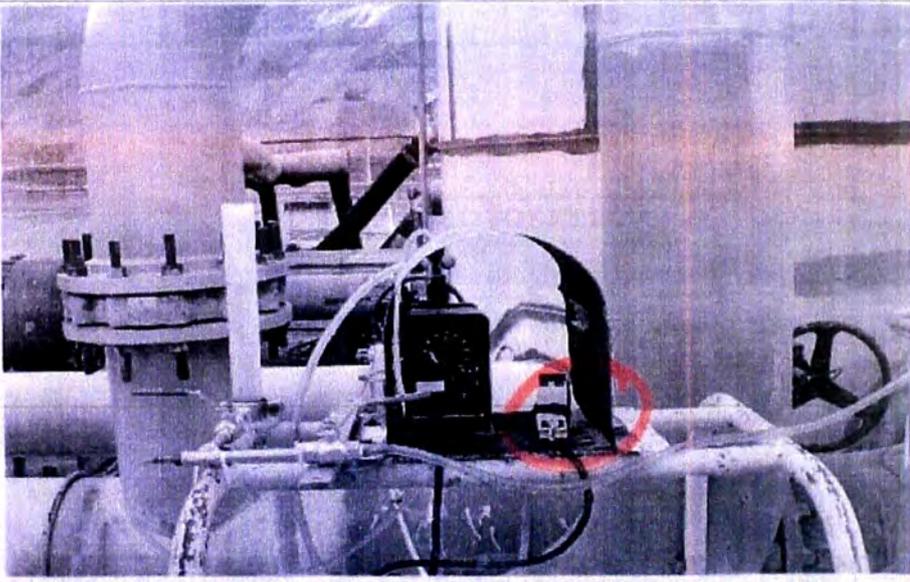


LECCIÓN PUNTO A PUNTO (LPP)

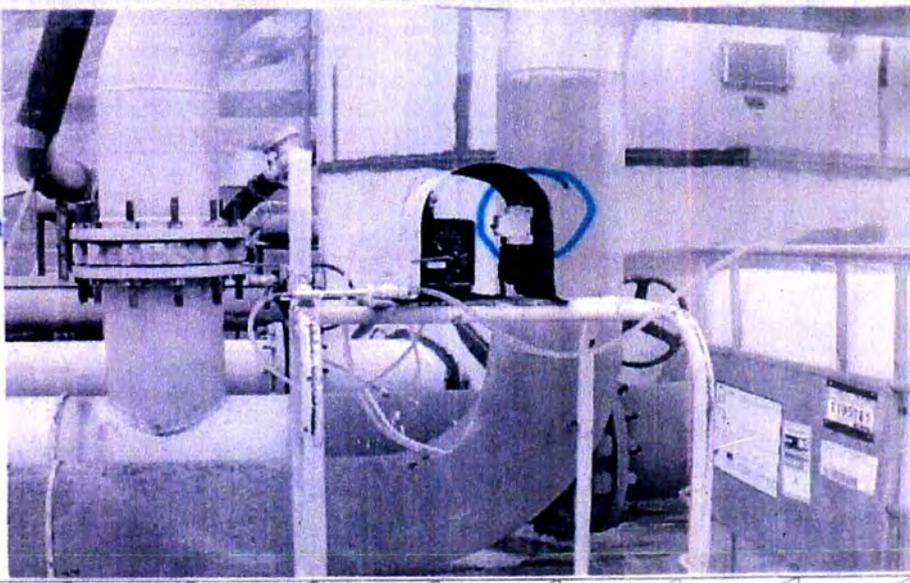
Yanacocha

Tema: <i>Reubicacion llave termica</i>	Número / Código:
Preparado por: <i>Rodolfo Sanchez Tasilla.</i>	Día de Preparación:
Clasificación: <input type="checkbox"/> Conocimiento Básico <input type="checkbox"/> Casos de Mejora <input checked="" type="checkbox"/> Casos de Problema <input type="checkbox"/> Otros	Aprobado por: <i>Y. Cortez</i>

Antes
Llave termica
bomba Nalco
TK interconectado
Pond Carachugo
expuesta a lluvia.



Despues
Se reubica
llave termica



Resultados	Fecha				
	Instructor				
	Participante				

Figura 5.41 - LPP de caso de problema.



LECCION PUNTO A PUNTO (LPP)

Yanacocha

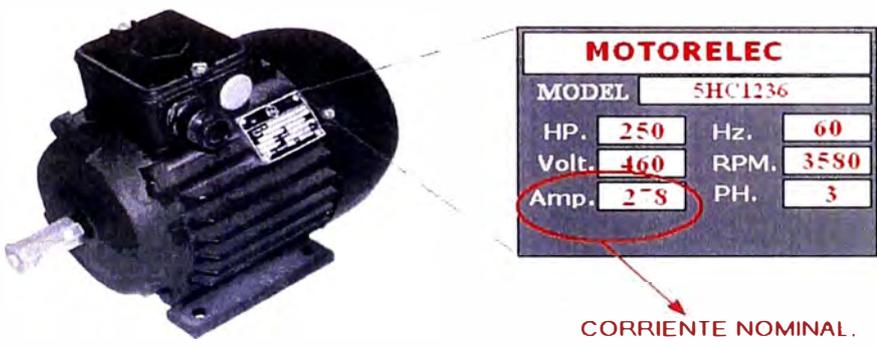
Tema: MEDICION DE AMPERAJE DE EQUIPOS EN OPERACION		Número/Código:		Día de Preparación: 18 Oct. 2009	
Preparado por: NÉSTOR PAZ TAUCA					
Clasificación:	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	<input type="checkbox"/> Casos de Mejora	<input type="checkbox"/> Casos de Problema	<input type="checkbox"/> Otros	Aprobado por:
					
<p>OBJETIVO: Verificar el adecuado funcionamiento electricamente del equipo en operación, a travez de la medición del consumo de corriente.</p>					
<p>PROCEDIMIENTO</p>					
<ol style="list-style-type: none"> 1.- Verificar en la placa de datos del motor el valor de la *CORRIENTE NOMINAL. el valor esta en Amperios (amp.) 2.- Con la ayuda de una pinza amperimetrica, medir la corriente de consumo en las 3 fases, una por una. 3.- Verificar que la corriente consumida por el motor no sobrepase la CORRIENTE NOMINAL. 4.- En caso esto suceda, hay un problema electrico, mecanico ó una operación defectuosa en el equipo. 					
<div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px;"> <p>* CORRIENTE NOMINAL. Es la corriente máxima que soporta un motor, sin sufrir deterioro en el aislamiento de sus conductores del bobinado.</p> </div>					
Fecha					
Instructor					
Participante					

Figura 5.42 - LPP de conocimiento básico.



LECCION PUNTO A PUNTO (LPP)



Tema: FLUJOMETRO DE FILTRO PRENSA 1,2,3

Preparado por: RAUL MARINO TERAN POMPA

Numero /Codigo : 14862

Día de Preparación: 23 OCTUBRE 2006

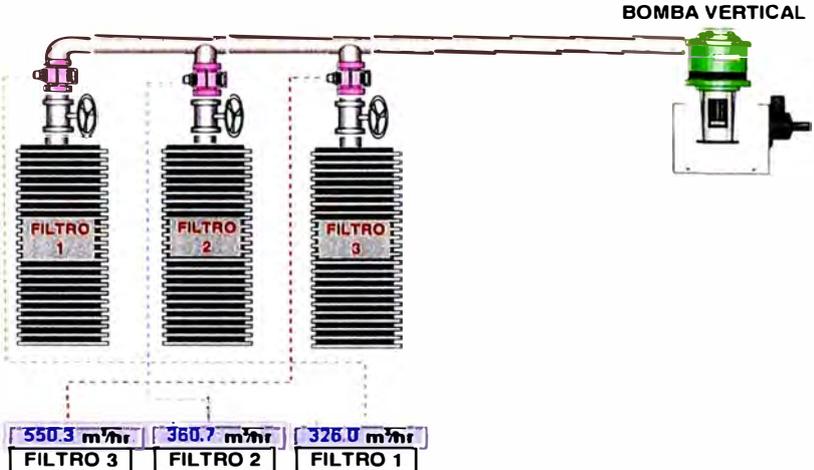
Clasificación:

Conocimiento Básico
 Casos de Mejora
 Casos de Problema
 Otros:

Aprobado por:

ACTUAL

- * PANEL DE FLUJOMETROS SE ENCUENTRA MUY ALEJADO DE LAS VALVULAS MANUALES PARA REGULAR EL FLUJO DE LOS FILTROS PRENSAS 1,2 Y 3.
- * EL PERSONAL TIENE QUE TRASLADARSE Y REGULAR LA APERTURA DE LA VALVULA MANUAL VARIAS VECES HASTA ALCANZAR EL FLUJO OPTIMO.

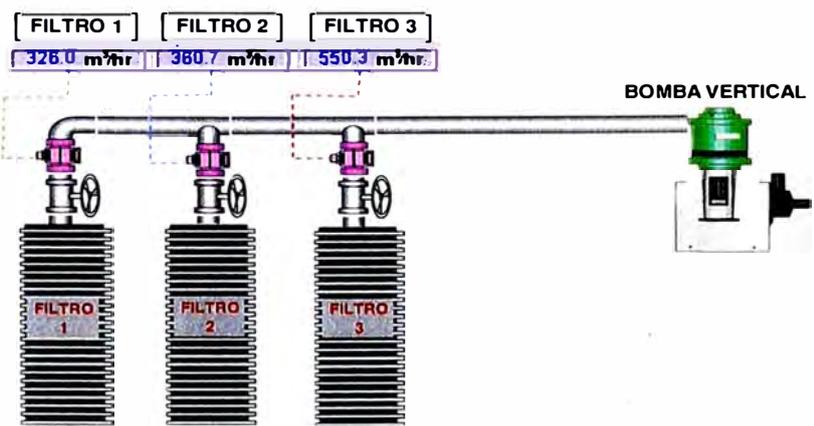


MEJORA

- * REUBICAR LOS PANELES DE LOS FLUJOMETROS DE LOS FILTROS PRENSAS 1, 2 Y 3.

VENTAJAS:

- * REGULACION DE LOS FLUJOS RAPIDAMENTE SIN NECESIDAD DE ESTAR TRASLADANDOSE.
- * AHORRO DE TIEMPO.



RESULTADOS	FECHA								
	INSTRUCTOR								
	PARTICIPANTE								

Figura 5.43 - LPP de caso de mejora.



ESTANDAR PROVISORIO



TPM	ESTANDAR PROVISORIO (INSPECCIÓN · LIMPIEZA · LUBRICACIÓN)		GRUPO I LIDER	GRUPO II	FECHA ELABORACION	19920K									
	LOCAL DE TRABAJO	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO ELLIPSE (N° TAG)	FECHA REFORMULACION	FECHA	RESPONSABLE	RESPONSABLE	RESPONSABLE	RESPONSABLE	RESPONSABLE					
		FILTROS CLARIFICADORES													
		LOCAL DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN		NORMAS DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN	METODO DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN	UTENILIOS -LIMPIEZA INSPECCION	MEDIDAS PARA CASOS DE ANORMALIDADES	PERIODICIDAD				RESPONSABLE			
		N°	FUNDO					TIEMPO NECESARIO	DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL		ANUAL		
			1	EMPAQUETADURA	MANUAL DE MANTTO SEC 4 2	LIMPIAR		COMUNICAR A MANTTO	0 5 00 min					O	OPERADOR
			2	CARCARA CUNAS	MANUAL DE MANTTO SEC 1 9 14 14 CUNAS ENGANCHADAS > 90°	LIMPIAR	ESMERIL	PROGRAMAR REPARACION	10 00 min					O	MANTENEDOR
			3	PLANCHA ROMPE PRESION	NO DEBE TENER AGUJEROS			PROGRAMAR REPARACION	0 5 00 min					O	MANTENEDOR
			4	TELAS DEL FILTRO	NO DEBE TENER AGUJEROS	LIMPIAR		CAMBIAR TELAS	10 00 min					O	OPERADOR
			5	ORING BASE DE SECTOR	NO DEBE TENER FUGA DEBE FUNCIONAR LOS 54 ASPERSORES VERIFICAR PULVERIZACION			CAMBIAR ORINES	10 00 min					O	OPERADOR
			6	ASPERSOR OJENA	NO DEBE TENER FUGAS INTERNAS EXTERNAS		ALESNA	DESATORAR	0 5 00 min					O	OPERADOR
			7	VALVULAS	NO DEBE TENER FUGAS INTERNAS EXTERNAS			COMUNICAR A MANTTO	0 5 00 min					O	OPERADOR
	8	MANOMETROS DE ENTRADA Y SALIDA	DEBE ESTAR OPERATIVO			CAMBIAR MANOMETRO	0 5 00 min	O					OPERADOR		
	9	MANOMETROS DE ENTRADA Y SALIDA	MANUAL DE OPERACION DIFERENCIAL DE PRESION 25 14 PSI VERIFICAR MEJOR OPERACION			REALIZAR LAVADO DE FILTROS	0 5 00 min	O					OPERADOR		
		LOCAL DE LUBRICACION		TIPO DE LUBRICANTE	CANTIDAD DE LUBRICANTE	METODO	CONTAINER	TIEMPO	DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL	ANUAL	RESPONSABLE		
		10	RUEDA Y GUIA	ANDERON EP 85	30 GR		ALMACEN DE LUBRICANTES PL						O	MANTENEDOR	
		11	SISTEMA HIDRAULICO	MOBIL DTE 25			ALMACEN DE LUBRICANTES PL							O	MANTENEDOR
		12	CUNAS DE LA PUERTA	ANDERON EP 86	30 GR		ALMACEN DE LUBRICANTES PL							O	OPERADOR
		13	MECANISMO DE RETRACION	ANDERON EP 86	20 GR		ALMACEN DE LUBRICANTES PL							O	MANTENEDOR

Figura 5.45 - Estándar provisorio para los filtros clarificadores.

Finalmente, se decidió que los operadores liderados por su supervisor trabajen en sus avances y logros obtenidos; a través de una pizarra de gestión del Pilar. En la figura 5.46 se muestra la pizarra que es actualizada mensualmente.



Figura 5.46 - Pizarra de gestión del mantenimiento Autónomo de Merrill Crowe.

5.6.4. **Pilar de Mantenimiento Planeado**

Las actividades del área de mantenimiento en Minera Yanacocha, se han venido desarrollando desde casi cuatro años atrás; esto a traído consigo que el departamento de Mantenimiento de Minera Yanacocha haya sido considerada la mas desarrollada en toda la Corporación NEWMONT. En forma general podemos detallar los recursos, herramientas y estrategias que se usan actualmente:

- Se cuenta con un departamento de Mantenimiento en cada planta, liderado por el Jefe de Mantenimiento y el Superintendente General de la planta.

- Interinamente cada planta cuenta con un Planner de Mantenimiento quien se encarga de gestionar la información vital de equipos y tareas en general. Esta tarea es vital para el buen desempeño del mantenimiento, para lo cual se ha implementado el software de planeamiento de recursos ERP Ellipse que es una herramienta que integra toda la información de manera integral, tanto en los procesos operativos como de negocios.
- El Supervisor de mantenimiento es quien hace seguimiento a todas las tareas mecánicas, eléctricas y de instrumentación del día o las que son planeadas a largo plazo (Mantenimiento Preventivo); además de gestionar las ideas de mejoras que se implementarán en la planta.
- Se tiene personal dedicado exclusivamente dedicado al Mantenimiento Predictivo, quienes son certificados y equipados con equipos de última generación para las labores de inspección. Actualmente las tecnologías integradas son el análisis vibracional, termografía y lubricación.
- El recurso más importante es el personal altamente entrenada para tareas de mantenimiento mecánico, eléctrico y de instrumentación o control
- Complementariamente a los recursos anteriores mencionados, se tiene un área de Ingeniería de Mantenimiento quienes fomentan el uso de nuevas herramientas que mejoren el sistema de planeamiento y supervisión.

Es por eso que de todas las herramientas que la metodología TPM nos inducía le dimos prioridad a aquellas que no teníamos implementadas y que le agregaran valor a los otros pilares, sobretodo al Mantenimiento Autónomo. Tengamos en cuenta que según el proyecto piloto deberíamos completar hasta inicios de la segunda etapa. Estas herramientas fueron:

- Elaboración del diagrama estratégico de funciones del área; debido a los cambios e innovaciones no se tiene una estrategia estandarizada sobre

como la gestión del mantenimiento se llevará a cabo. Como se tienen muchas herramientas, cada planta trabaja de una manera que más se adecue a sus necesidades del día a día. El objetivo es estandarizar las mejores prácticas y elaborar un diagrama de la estrategia de mantenimiento.

- Apoyo en los diagnósticos de mantenimiento preventivo a los operadores para que se logre un trabajo autónomo de inspección, limpieza y lubricación.
- Reporte y análisis de fallas (por tipo) en equipos críticos, para aumentar la disponibilidad de la planta. Estos análisis se harían con grupos polifuncionales de todas las áreas comprometidas con la operación.

En la primera etapa necesitábamos evaluar y comprender la situación actual del mantenimiento en la planta, se fijó como objetivo elaborar el diagrama estratégico de mantenimiento al final del proyecto piloto; pues quisimos presentar los buenos resultados augurados a la Gerencia para su validación final.

En todo caso, del resto de información pudimos obtener el registro de los equipos de la zona piloto por criticidad. Esta criticidad fue estandarizada como:

- Equipos críticos: Aquellos que al tener cualquier perturbación, por mínima que sea, afectan de manera considerable a la producción.
- Equipos importantes: Son aquellos que podrían afectar a la producción o al presupuesto porque su mantenimiento es costoso.
- Equipos opcionales: Aquellos que no afecten a la producción por alguna parada por contar con stock o con sistemas redundantes.

- Equipos triviales: Definidos de esta manera aquellos que son parte de sistemas complementarios y que no afectan a la producción en ninguna situación.

En la tabla 5.16 se muestran la categorización de la zona piloto Merrill Crowe.

DISTRIBUCION DE EQUIPOS EN MERRIL CROWE

CRITICIDAD	SISTEMA	DESCRIPCION	TAG (IDENTIFICACIÓN)
C R I T I C O S	SFLPMC004	Sistema Filtrado Clarificación #4	CLARIFICACION #4
	SFLPMC003	Sistema Filtrado Clarificación #3	CLARIFICACION #3
	SFLPMC002	Sistema Filtrado Clarificación #2	CLARIFICACION #2
	SFLPMC001	Sistema Filtrado Clarificación #1	CLARIFICACION #1
	SDPMC010	Sistema de dosificación #1,, CONO de ZINC	DOSIFICADOR ZN
	SDPMC012	Sistema de dosificación #3,, BODYFEED	DOSIFICADOR DIATOMITA #2
	SPPMC100	Sistema de compresoras #1, MERRIL CROWE	COMPRESORA MERRIL CROWE
	SBPMC007	Bomba de tk cianuro PROMINENT	CIANURO PROMINENT
	SBPMC022	Sistema de bombeo#7, alimentacion booster barren	ALIMENTACION BOOSTER
I M P O R T A N T E S	SBPMC010	Sistema de bombeo#1,barren	BARREN #1
	SBPMC011	Sistema de bombeo#2,barren	BARREN#2
	SBPMC012	Sistema de bombeo#3,barren	BARREN#3
	SBPMC013	Sistema de bombeo#4,barren	BARREN#4
	SBPMC014	Sistema de bombeo#5,barren	BARREN#5
	SBPMC015	Sistema de bombeo#6,barren	BARREN#6
	SBPMC028	Sistema de bombeo #1,Bombas de precipitado	VERTICAL #1
	SBPMC029	Sistema de bombeo #2,Bombas de precipitado	VERTICAL #2
	SBPMC030	Sistema de bombeo #3,Bombas de precipitado	VERTICAL #3
	SBPMC031	Sistema de bombeo #4,Bombas de precipitado	VERTICAL #4
	SBPMC032	Sistema de bombeo #5,Bombas de precipitado	VERTICAL #5
	SBPMC005	Bomba de transf cianuro a CIC #1 horiz	TRANSFERENCIA CN- #1
	SBPMC006	Bomba de transf cianuro a CIC #2 vert	TRANSFERENCIA CN- #2
	SBPMC016	Sistema de bombeo#5,booster barren	BOOSTER #5
	SBPMC017	Sistema de bombeo#3,booster barren	BOOSTER #3
SBPMC018	Sistema de bombeo#1,booster barren	BOOSTER #1	
SBPMC019	Sistema de bombeo#2,booster barren	BOOSTER #2	
SBPMC020	Sistema de bombeo#6 booster barren	BOOSTER #6	
SBPMC021	Sistema de bombeo#4,booster barren	BOOSTER #4	

O P C I O N A L E S	SBPMC044	Siistema de bombeo #4, SUMIDERO AREA PREP CIANURO	SUMIDERO PREPARACION CIANURO
	SBPMC027	Sistema de bombeo#5,Bombas Hopper	HOOPER #5
	SBPMC033	Sistema de bombeo #1, Bombas de Vacio	VACIO #1
	SBPMC034	Sistema de bombeo #2, Bombas de Vacio	VACIO #2
	SBPMC035	Sistema de bombeo #3, Bombas de Vacio	VACIO #3
	SBPMC036	Sistema de bombeo #4, Bombas de Vacio	VACIO #4
	SBPMC037	Sistema de bombeo #5, Bombas de Vacio	VACIO #5
	SBPMC038	Sistema de bombeo #6, Bombas de Vacio	VACIO #6
	SBPMC001	Sistema de dosificacion #1 diatomita	BODY FEED #1
	SBPMC002	Sistema de dosificacion #2 diatomita	BODY FEED #2
	SBPMC023	Sistema de bombeo#1,Bombas Hopper	HOPPER #1
	SBPMC024	Sistema de bombeo#2,Bombas Hopper	HOPPER #2
	SBPMC025	Sistema de bombeo#3,Bombas Hopper	HOOPER #3
	SBPMC026	Sistema de bombeo#4,Bombas Hopper	HOOPER #4
T R I V I A L E S	SBPMC042	Sistema de bombeo #2, SUMIDERO BOMBAS BARREN	SUMIDERO BARREN #1
	SBPMC043	Sistema de bombeo #3, SUMIDERO BOMBAS BARREN	SUMIDERO BARREN #2
	SAPMC011	Sistema de agitadores #2, TK BODYFEED	AGITADOR BODY FEED
	SBPMC039	Sistema de bombeo #1, Precoat	PRECOAT #1
	SBPMC040	Sistema de bombeo #2, Precoat	PRECOAT #2
	SAPMC010	Sistema de agitadores #1, TK PRECOAT	AGITADR PRECOAT
	SXPMC002	Sistema de ventilacion #1, MCC PRINCIPAL	TEMTROL MCC1
	SBPMC041	Sistema de bombeo #1, SUMIDERO DE FILTRO CLARIFICADOR	SUMIDERO FILTRO CLARIFICADOR
	SBPMC003	Bomba de tk preparacion cianuro #1	PREPARACION CN- #1
	SBPMC004	Bomba de tk preparacion cianuro #2	PREPARACION CN- #2
	SBPMC008	Bomba de tk cianuro HIDROSTAL	CIANURO HIDROSTAL
	SBPMC009	Bomba de tk cianuro DURKO	CIANURO DURKO
	SAPMC012	Sistema de agitadores #3, TK PREPARACION CN-	AGITADOR CN-
	SDPMC011	Sistema de dosificacion #2,, CONO de ZINC	DOSIFICADOR DIATOMITA #1

Tabla 5.16 - Lista de equipos por categoría de criticidad en planta Merrill Crowe.

En segunda instancia se evaluaron los Indicadores de Mantenimiento para estandarizarlos y calcularlos de una manera más comprensiva, los indicadores que se manejan actualmente son:

- Tiempo promedio entre fallas (MTBF), se calcula como el numero de equipos por su tiempo operativo entre el numero total de fallas.

- Tiempo promedio para reparar (MTTR), se calcula como el tiempo total de mantenimiento correctivo entre el numero total de fallas.
- Disponibilidad (D), que viene a ser en porcentaje del tiempo en que se puede esperar que un equipo este disponible para cumplir una función para la cual fue destinado.

A continuación mostramos el calculo de los indicadores de los últimos cuatro meses del año 2006 para la planta piloto Merrill Crowe (figuras 5.47, 5.48 y tabla 5.17), cabe destacar que actualmente este calculo se hace en línea a través de un paquete computacional llamado PI SYSTEM.

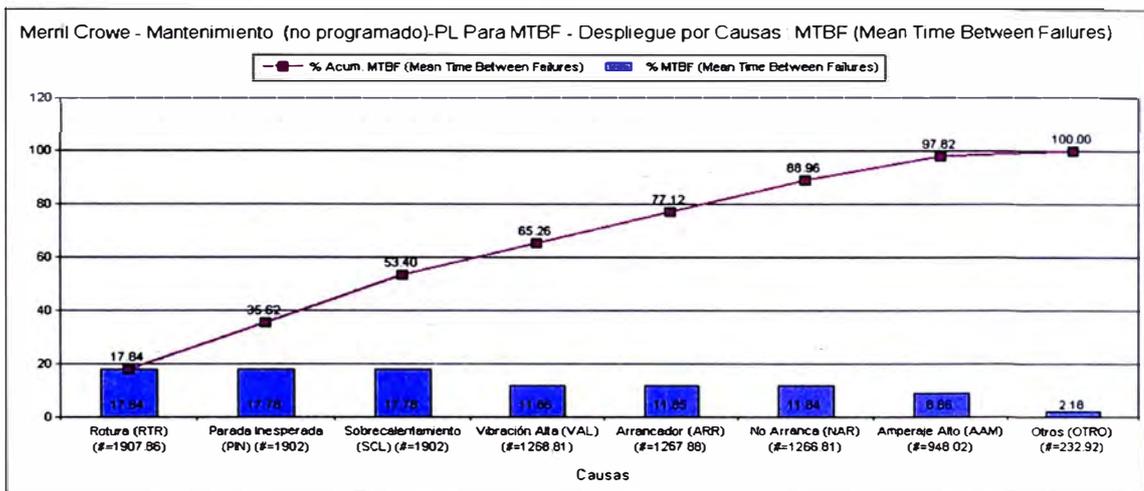


Figura 5.47 - Despliegue del MTBF de Merrill Crowe por causas de paradas.

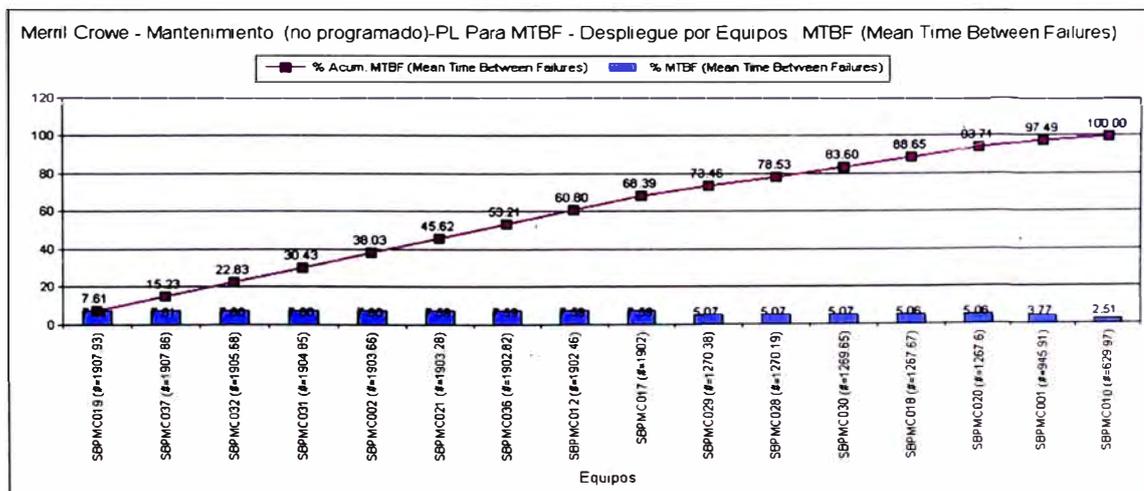


Figura 5.48 - Despliegue del MTBF de Merrill Crowe por equipos críticos.

DISPONIBILIDAD PLANTA MERRILL CROWE				
CALCULO POR SISTEMAS			DISPONIBILIDAD	
ITEM	SISTEMAS	SUB AREAS	PROGRAM	REAL
1	Bombas Hopper	Recepcion de Solucion Rica	99.80%	99.98%
2	Dosificacion Diatomita	Recepcion de Solucion Rica	99.84%	100.00%
3	Filtros Clarificadores	Clarificacion	99.00%	100.00%
4	Bombas de Vacio	Desoxigenacion	99.00%	99.91%
5	Dosificacion de Zinc	Precipitacion	100.00%	100.00%
6	Dosificacion de Cianuro	Precipitacion	99.00%	100.00%
7	Bombas de Precipitado	Precipitacion	99.80%	99.78%
8	Filtros Prensa	Precipitacion	99.40%	100.00%
9	Bombas Barren a Carachugo	Envio de solucio Barren	99.50%	99.92%
10	Bombas Barren a Maqui Maqui	Envio de solucio Barren	99.30%	99.47%
DISPONIBILIDAD DE PLANTA			95.33%	99.36%

Tabla 5.17 - Calculo de la disponibilidad de Planta Merrill Crowe.

Es importante mencionar que no solo se trabajan con estos indicadores que hoy en día son los más importantes; sino también con otros, tales como:

- Cumplimiento del programa de mantenimiento (preventivo y predictivo).
- Productividad y sobretiempos.
- Horas por tipo de mantenimiento.
- Tasa de fallas (cantidad y tipos).
- Cumplimiento de reporte de anomalías reportadas con tarjetas TPM2.
- Numero de mejoras implementadas.

Dentro de las actividades de apoyo al mantenimiento autónomo, se encuentran el levantamiento de las anomalías reportadas por el personal de operaciones (tarjetas rojas), la designación de un mecánico y un electricista a cada guardia de operaciones para que trabajen como apoyos directos en la ejecución de tareas de mantenimiento menor (padrinos), y por ultimo la participación en los grupos de mejora (Kaizen) para la implementación de estas ideas en la planta.

La tabla 5.18 muestra como se hace seguimiento a las tarjetas rojas por prioridad y cumplimiento, la figura 5.49 es el formato que se usa para reportar las fallas y la figura 5.50 un ejemplo de reporte de estas fallas.

Linea Prod	Merrill Crow
------------	--------------

Count of Etapa Autónoma	Prioridad			Grand Total	Porcentaje
Estatus Actual	A	B	C		
Ejecutado	91	129	37	257	72%
Planeado	3	2		5	1.90%
(blank)	1			1	0.38%
Grand Total	95	131	37	263	100.00%

Tabla 5.18 - Seguimiento al levantamiento de tarjetas rojas.

Yanacocha		FORMATO				Código: P.F.007					
PROCESOS		Control de Falla Graves, Medias y Leves				Página 1 de 1					
FECHA:		Versión: 1		Fecha de Publicación		14 Julio 2006					
ITEM	GRAVES	MEDIAS		LEVES		TIEMPO TOTAL		CODIGO DE EQUIPO	AREA	TIPO	DESCRIPCION DE FALLA
	E M	E M	E M	E M	E M	E M				O M	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
TOTAL DE FALLAS		E M	E M	E M	E M			O M			
GRAVES: Fallas que ocasionan paradas mayores a 3 horas, en equipos críticos del proceso MEDIAS: Fallos que ocasionan paradas entre 10 minutos y 3 horas, en equipos críticos del proceso LEVES: Fallos que ocasionan paradas menores a 10 minutos, en equipos críticos del proceso NOTA: Llenar en el cuadro los minutos de parada.						FALLA: Pérdida de la función del equipo Equipo crítico: Equipo cuya falla impacta fuertemente en el proceso TIPO: Operativo (O), Mantenimiento (M)			E: Falla en el sistema eléctrico M: Falla en el sistema mecánico		
YB Supervisor Operaciones			YB Supervisor Mantenimiento								
Detalle		Elaborado:		Revisado:		Control:		Aprobado:			
Nombre y Apellido		Rory Roldán T.		Dora Mabel Yañez		Teresa Alva R.		Tosy Espin			
Cargo		Jefe General Mito Pt		Supervisor de Procesos Pt		Analista de SMOG Pt.		Gerente de Procesos			
Fecha		10 de Julio del 2006		12 de Julio del 2006		12 de Julio del 2006		13 de Julio del 2006			
Firma:											

Figura 5.49 - Formato para control de fallas en la planta.

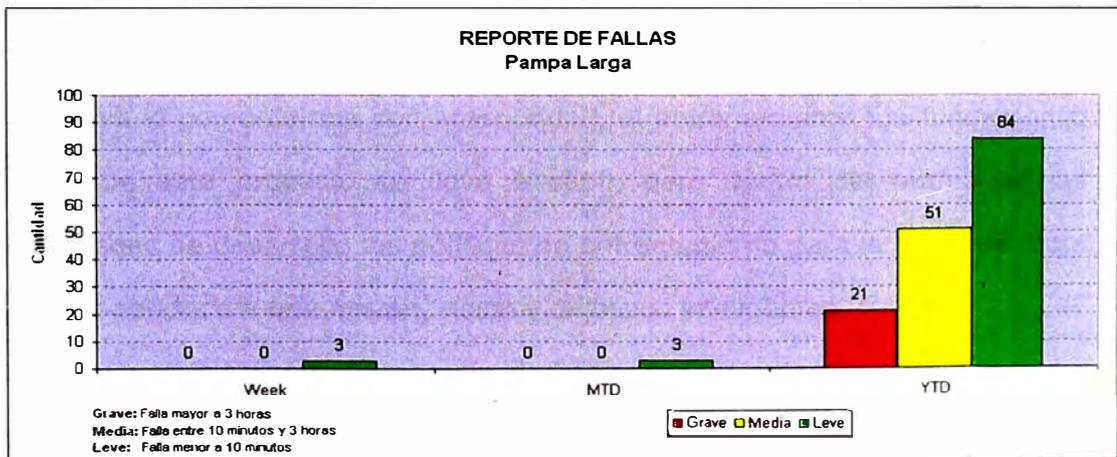


Figura 5.50 - Reporte de fallas leves, medias y graves.

Un punto muy importante dentro de las actividades del Mantenimiento Planeado es la participación en los proyectos de mejora que se analizaron y se ejecutaron de acuerdo al Árbol de Perdidas de Operaciones que trajo consigo los beneficios por el cual el TPM2 resulto exitoso en esta primera etapa dentro de Minera Yanacocha.

Los resultados obtenidos lo mostraremos en el siguiente capítulo.

Por ultimo, mostraremos la estructuración de todo el mantenimiento incluyendo las herramientas que actualmente utilizamos, esta estructuración fue el resultado mas importante ya que se logró estandarizar todas las actividades y procedimiento de toda la empresa. La figura 5.51 muestra el diagrama estructurado del sistema y procesos del mantenimiento.

5.6.5. **Pilar de Capacitación y el Entrenamiento**

El TPM2 en Yanacocha nos ayudo a liberarnos del ciclo vicioso de problemas a través de las mejoras de las habilidades gerenciales, técnicas y prácticas de cada individuo involucrado.

Algunos resultados a través de la aplicación de la metodología responden al crecimiento tecnológico acelerado y las exigencias de habilidades, se establecieron sistemas de educación y entrenamiento proyectados para maximizar el potencial de cada empleado.

Como ya lo comentamos con anterioridad, el entrenamiento fue fundamental para que este proyecto se lleve a cabo; pero dentro del marco de las actividades se desarrolló las políticas de entrenamiento para la empresa, esta política obedece a una misión, visión y objetivos inteligentes.

La misión es de liderar el desarrollo de habilidades y actitudes en el trabajador de procesos, buscando su excelencia personal y laboral.

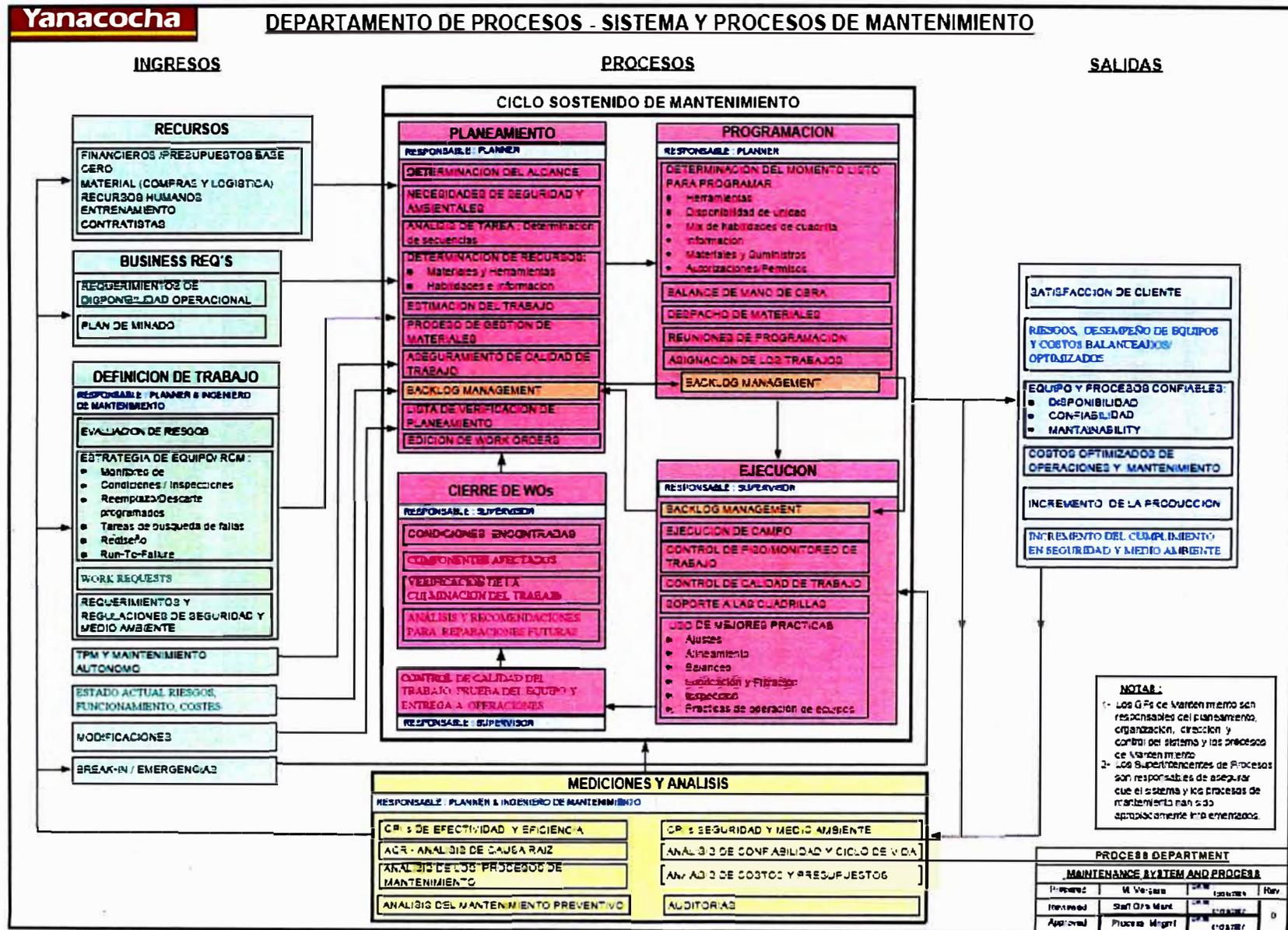


Figura 5.51 - Estructura del sistema del mantenimiento en Minera Yanacocha.

La visión es de aumentar la capacidad de gestión de las personas y equipos de trabajo, mediante un sistema de alineación entre competencias y las estrategias del Negocio.

Los objetivos fueron:

- Actualizar los cuadros de trabajo (JOB CHARTS) del personal de Procesos (Operaciones y Mantenimiento).
- Desarrollar las competencias y habilidades del personal de Procesos; a través de la elaboración de una “Matriz de Habilidades”.
- Actualización constante de los JOB CHARTS y la Matriz de habilidades, de acuerdo a la necesidad y resultados del TPM2.
- Facilitar a los líderes de los demás pilares del TPM2.
- Desarrollar herramientas de gestión que garanticen la efectividad y calidad del programa de entrenamiento (plan maestro de entrenamiento en aula y en campo).

Además se modificó el modelo actual de entrenamiento para una mejor gestión de los recursos económicos diseccionados a este, la figura 5.52 muestra el mapeo de este modelo.

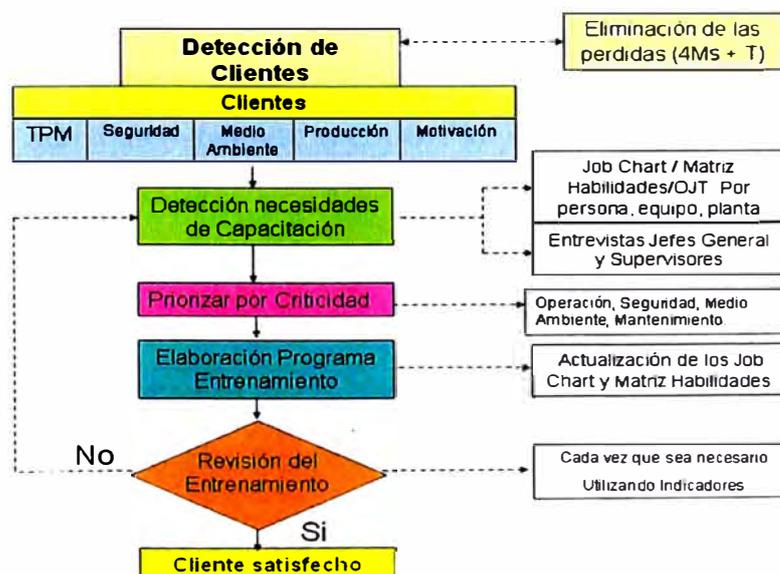


Figura 5.52 - Modelo del entrenamiento con TPM2.

Después de definir el modelo de entrenamiento, se procedió a trabajar en el plan de entrenamiento para el 2006. Este plan maestro se conformaba por planes para cada nivel de la planta eso quiere decir que existe un plan de entrenamiento desde el personal staff (Gerentes, Superintendentes, Jefes y Supervisores) hasta el personal de piso (Operadores y Mantenedores). A continuación en la tabla 5.19 mostramos el plan de entrenamiento general para el año del proyecto.

Acciones Iniciales			Total
	A Quien	Instructo	
Curso de Facilitadores	Supervisores e Instructores	IMC	40
Curso de Formación de Instructores	Jefes Mante.	IMC	40
Curso de Mantenimiento Autónomo	Equipo Piloto	IMC	24
Curso de Mantenimiento Planeado	Equipo Piloto	IMC	16
Curso de Mejora Específica	Equipo Piloto	IMC	16
Desarrollo del Programa			
Cleaning Day	Todos	MYSRL	8
Conocimiento y Aplicación de 5Ss	Todos	MYSRL	1
Mantenimiento Autónomo Paso 1, 2 y 3	Sup. Tec y Ope	MYSRL	16
Curso Puntual de acuerdo a necesidad de Planta.	Sup. Tec y Ope	MYSRL o Externo	4
Trabajo en Equipo	Sup. Tec y Ope	MYSRL	8
Medición y monitoreo de vibración, temperatura, Amperaje, etc	Sup. Tec y Ope	MYSRL	4
Conocimiento de Lubricación	Sup. Tec y Ope	MYSRL	4
Toma de Decisiones y Proactividad	Sup. Tec y Ope	MYSRL	8
Conocimiento básico de instrumentación	Sup. Tec y Ope	MYSRL	4
Variables Analíticas en Procesos Mineros (PH, Turbides, etc.)	Sup. Tec y Ope	Externo	4
Seguridad Eléctrica	Sup. Tec y Ope	MYSRL	8
Curso Puntual de acuerdo a necesidad de Planta.	Sup. Tec y Ope	MYSRL o Externo	4
Curso Prevención Perdidas (Trabajos Altura, Espacios confinados, caliente, etc)	Sup. Tec y Ope	MYSRL	2
Curso Puntual de acuerdo a necesidad de Planta.	Sup. Tec y Ope	MYSRL o Externo	2
Curso Puntual de acuerdo a necesidad de Planta.	Sup. Tec y Ope	MYSRL o Externo	2
Examen Medico	Todos	MYSRL	2
Repaso Anual	Todos	MYSRL	8
Total			89

Tabla 5.19 - Plan de entrenamiento 2006 para el proyecto TPM2.

Paralelamente al desarrollo del plan de entrenamiento se comenzó a revisar todos los cuadros de trabajo (JOB CHARTS) y a confeccionar las matrices de habilidades.

A continuación en la figura 5.53 mostramos el Job Charts del personal de operaciones de la planta piloto Merrill Crowe.

En el anexo F podremos encontrar las matrices de habilidades para el personal de operaciones y mantenimiento, estas matrices no se encuentran actualizadas puesto que aun estamos llevando el plan de entrenamiento y es con esta información que se diseñará y revisará frecuentemente.

Yanacocha		Minera Yanacocha S.R.L.		ENTRENAMIENTO				
JOB CHART								
Puesto: Operador Merrill Crowe Área: Pampa Larga Elaborado por : Facilitador: Waldo Sánchez Gómez Fecha de elaboración:			Revisado por: Alberto Vargas VºBº : Revisión N° :		Pos.Id: Grado 5 Operador III Grado 4 Operador II Grado 3 Operador I			
Aprobado por : Pedro Condori Benavides VºBº : Fecha de aprobación:								
FUNCIONES	TAREAS	Operador			Evaluación			
		I	II	III	C	NC		
A	Tareas Comunes	A01	Aplica políticas y procedimientos de evacuación frente a emergencias.					
	A02	Verifica el estado de conservación y uso correcto del EPP.						
	A03	Utiliza el EPP adecuado en la manipulación de productos químicos.						
	A04	Utiliza correctamente el sistema contra incendios.						
	A05	Utiliza el sistema de duchas y lavado de ojos ante una emergencia.						
	A06	Utiliza el Kit de NaCN ante una emergencia con cianuro.						
	A07	Aplica el procedimiento establecido para tormentas eléctricas.						
	A08	Aplica técnicas básicas de primeros auxilios.						
	A09	Dispone adecuadamente las bolsas y cajas de cianuro.						
	A10	Clasifica los residuos de acuerdo al estándar de colores.						
	A11	Previene y controla el derrame de hidrocarburos y productos químicos.						
	A12	Aplica procedimientos en el reporte de incidentes ambientales.						
	A13	Coordina con el Técnico el mantenimiento de los equipos.						
	A14	Reporta anomalías presentados en los equipos usando tarjetas TPM2.						
	A15	Inspecciona y reporta condiciones y actos sub estándares.						
	A16	Reporta accidentes e incidentes en su área de trabajo.						
	A17	Aplica Metodología de 5Ss.						
	A18	Dicta Charlas de Seguridad.						
	A19	Inspecciona y maneja el equipo IT.						
	A20	Aplica procedimiento de aislamiento de Energía.						
	A21	Aplica procedimiento de trabajo en espacios confinados.						
	A22	Aplica procedimiento de trabajo en Altura.						
B	Operación y Mantenimiento de Bombas Centrifugas	B01	Aplica el procedimiento en el arranque y parada de la bomba					
	B02	Identifica problemas operativos del flujo de la bomba						
	B03	Identifica y elimina cavitación de la bomba						
	B04	Realiza mediciones de: Temperatura y Vibración del equipo						
	B05	Realiza lubricación de los motores y bombas						
C	Operación de Filtros Clarificadores	C01	Aplica procedimiento de formación de pre capa en los filtros					
	C02	Aplica el procedimiento del lavado de filtros clarificadores						
	C03	Realiza el lavado manual de las placas del filtro clarificador						
	C04	Inspecciona el correcto funcionamiento de los Jet de lavado						
	C05	Controla la dosificación de diatomita en el hopper						
	C06	Retira y reemplaza sectores filtrantes						
	C07	Retira y reemplaza lonas de filtración						
D	Operación de Desoxigenación	D01	Regula el flujo de agua necesaria, para la bomba de vacío.					
	D02	Identifica fallas operativas en la bomba de vacío						
	D03	Controla el nivel en las torres de vacío						
E	Proceso de Precipitación	E01	Monitorea el ORP y optimiza la dosificación de Zinc					
	E02	Recarga polvo de Zn al dosificador						
	E03	Realiza lecturas de solución rica y barren en el equipo AA						
	E04	Regula el ingreso de cianuro de sodio al cono.						
	E05	Controla la dosificación de diatomita en el cono						
	E06	Mide la fuerza de cianuro en el Barren						
	E07	Identifica y corrige problemas operativos en la bomba vertical						
F	Operación del Filtro Prensa	F01	Aplica el procedimientos de formación de precapa filtrante.					
	F02	Arranca el compresor de aire durante la cosecha del filtro prensa						
	F03	Aplica el procedimiento para el lavado de telas del filtro prensa con cianuro						
G	Preparación y Dosificación de Reactivos	G01	Aplica el procedimiento en la preparación de Cianuro de Sodio					
	G02	Aplica el procedimiento en la dosificación de Cianuro de Sodio						
	G03	Aplica el procedimiento del recojo de briquetas de NaCN						
H	Operación de otras plantas	H01	Opera planta Columna de Carbón según procedimientos					
	H02	Opera planta EWTP según procedimientos						
	H03	Opera planta Osmosis según procedimientos						
I	Otras Funciones	I01	Reemplaza al Técnico en sus Funciones					
	I02	Opera desde el Control Room						
	I03	Demuestra trabajo en equipo						
	I04	Participa en Ideas de mejora						
	I05	Cumple con los valores de la empresa						
	I06	Utiliza herramientas de comunicación efectiva						
	I07	Comparte conocimientos con sus compañeros de trabajo						
		Total Tareas		37	49	59	0	0

DEFINICIONES	C	Competente
	NC	No Competente

% Competencias	I	II	III
Alcanzadas	0	0	0

Figura 5.53 - Job Chart para personal de Operaciones Merrill Crowe.

Finalmente, para redondear toda la gestión de las habilidades el personal de Entrenamiento Mantenimiento trabajó directamente como facilitador de la metodología y apoyo directo en la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo haciendo un entrenamiento en campo (On The Job Training) y actuando como consultor en los proyectos de mejora.

Lo expresado se vio reflejado en las actividades que tiene que ver con el levantamiento de las tarjetas azules y rojas por parte del personal de operaciones.

Actualmente, la gestión de las habilidades se resumen en la actualización de los “archivos personales de entrenamiento”, un ejemplo de este lo mostramos en la figura 5.54.

Esta herramienta ha sido de gran impacto en la empresa y se viene aplicando en otras operaciones de la corporación.

The image shows a document titled "ARCHIVO PERSONAL DE ENTRENAMIENTO" for "PAMPA LARGA". At the top, there are logos for "Yanacocha" and "ON THE JOB TRAINING Operaciones Proveedor". Below the title is a small portrait of a man. Underneath the photo is a table with personal and professional information.

Apellidos y Nombres	Cabellos Calderón, Luis Martín
Fotocheck	1069777
Cargo	Electricista II Lixiviación PL
Supervisor	Yro Cortez Ramos
Instructor	

1

Figura 5.54 - Herramienta administrativa para la gestión de habilidades personales.

El trabajo que este pilar ha desarrollado dentro del proyecto ha sido muy importante; pues no solo es administrativo sino operativo apoyando las actividades de cada Pilar de la metodología, a continuación mencionamos en forma resumida estas actividades.

Apoyo del Pilar CE al Pilar de MA:

- Elaboración y seguimiento de las lecciones punto a punto LPP's.
- Campañas de tarjeteo y limpieza en las plantas.
- Listado de fuentes de suciedad.
- Elaboración de programa correctivo para la eliminación de fuentes de suciedad.
- Estratificación de tarjetas / actualización de pizarra MA.
- Auditorias internas de mantenimiento autónomo.

Apoyo del Pilar CE al Pilar de MP:

- Elaboración y seguimiento de las lecciones punto a punto LPP's.
- Campañas de tarjeteo y limpieza en las plantas.
- Análisis CAPDo de fallas.
- Difusión de Análisis CAPDo y LPP's de las fallas.
- Estratificación de tarjetas / actualización de pizarra MP.
- Auditorias internas de mantenimiento planeado.

Apoyo del Pilar CE al Pilar de ME:

- Análisis CAPDo de fallas graves, medianas, leves de la operación.
- LPP's de casos de mejora.
- Ideas de mejora.
- Árbol de pérdidas.
- Elaboración del árbol de pérdidas.
- Formación de grupos Kaizen.

- Elaboración de la matriz modo de falla componente para equipos críticos.
- Entrenamiento en el uso de herramientas como análisis porqué porque, causa efecto, etc.

Apoyo del Programa 5S's:

- Identificación y selección de las zonas cinco "S".
- Formación de los equipos cinco "S".
- Elaboración del plan de cinco "S".
- Registro de la situación actual.
- Entrenamiento y ejecución del plan de actividades cinco "S".
- Auditorias cinco "S".

5.7. EVALUACIONES INTERNAS Y EXTERNAS PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL TPM2

El desarrollo en pasos del programa TPM2 y sus diferentes pilares aplicados a los procesos de la planta piloto, nos demostró dos ventajas que hizo esencialmente eficaz el programa:

- Las actividades generaron resultados concretos conforme se vinieron implementando.
- Se evaluaron y confirmaron los resultados como parte del programa.

El factor singular mas importante del éxito del programa fue realizar cuidadosas auditorias al completar cada paso para confirmar los resultados logrados y apuntar la dirección para el trabajo adicional que aun faltaba. Las auditorias actuaron como guías donde se necesitaba y fortalecieron en las personas el sentimiento de logro. Mientras el enfoque paso a paso hizo que los grupos de operadores comprendan mas fácilmente el progreso, las auditorias sirvieron como piedras miliars en la ruta y ayudaron a consolidar los beneficios logrados con cada paso.

Las auditorias del programa facilitaron algo más que meras oportunidades para evaluar el progreso y dar directrices. Actuaron asimismo como postes de señales indicando hasta donde deberían de llegar cada fase de las actividades.

Las auditorias que se usaron fueron de tres niveles distintos de calificación, el primer nivel fue una auto calificación (auditoria interna), el segundo nivel fue llevado por un ente externo al lugar donde se estuvo evaluando (auditoria externa) y el ultimo nivel es la consolidación total con una visión de la gerencia general quien define que se han cumplido los objetivos establecidos. Solo se considera que se ha logrado pasar de un nivel a otro si los resultados de las auditorias son los requeridos y se han pasado los tres niveles en ese orden.

La escala de evaluación es de cero a cien puntos, un puntaje mayor o igual a ochenta puntos concede la aprobación del paso. La tabla 5.20 nos muestra los pasos concluidos dentro de cada pilar del TPM2, estos resultados son el resumen de las auditorias aprobadas.

Resultados auditorias a Pilares TPM2	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	Paso 6	Paso 7
Mantenimiento Autónomo	x	x					
Mantenimiento Planeado	x	x					
Mejora Enfocada	x	x	x	x			
Capacitación y Entrenamiento	x	x	x				

Tabla 5.20 - Pasos concluidos de los Pilares, según las auditorias.

En el anexo G se adjunta los formatos de las auditorias utilizadas para la evaluación de los pasos de cada pilar del TPM2.

CAPÍTULO 6

BENEFICIOS OBTENIDOS BASADOS EN LOS RECURSOS DE LA EMPRESA

La cuestión más difícil al establecer metas de mejora es como fijar adecuadamente el nivel de eficacia sobre las marcas de referencia actuales. Previamente a este gran proyecto se establecieron los objetivos basados en indicadores de gestión, estos indicadores nos dicen la contribución que el TPM2 hizo a la política básica de la empresa y al logro de sus objetivos a mediano y largo plazo. Los objetivos TPM2 fueron integrados con los objetivos de la empresa.

Una vez establecidos, los objetivos TPM2 se comunicaron a toda la planta y a continuación se definieron los enfoques, prioridades y estrategias requeridas para lograr los objetivos. Periódicamente, se evaluaron los resultados de las actividades TPM2.

Paralelamente se trabajó mucho en los ahorros operativos que traían consigo las mejoras implementadas en la planta, estas ideas de mejoras fueron trabajadas tomando como fuente de información el Árbol de Perdidas.

El Comité Ejecutivo del TPM2 jugó un papel extremadamente importante en el logro de los objetivos. Cada indicador tenía un objetivo que tendría que medirse diariamente, semanalmente y mensualmente, según la importancia para la operación y mantenimiento.

6.1. BENEFICIOS EN LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Para analizar la tendencia de los diferentes indicadores de productividad, veamos los datos obtenidos en valores promediados mensualmente de cada uno de ellos como lo muestra la figura 6.0.

Dentro de los indicadores de productividad podemos ver que se lograron superar los objetivos de la efectividad global de la planta (figura 6.1) y se disminuyó la cantidad de las fallas graves y moderadas (figura 6.2) gracias a una buena gestión del mantenimiento.

INDICADORES TPM2 - COMITÉ GERENCIAL

INDICADORES - PROCESOS		UNIDAD	FRECUENCIA MEDICIÓN	ACTUAL FEBRERO 2006	ÓPTIMO	META ENERO 2007	MARZO 2006	ABRIL 2006	MAYO 2006	JUNIO 2006	JULIO 2006	AGOSTO 2006	SETIEMBRE 2006	OCTUBRE 2006	NOVIEMBRE 2006	DICIEMBRE 2006	ENERO 2007
P PRODUCTIVIDAD	OEE Merrill Crowe	%	Diario	70	85	85	71.6	73.6	70.2	70.2	79.6	83	80.5	82.4	85.5	86	86.8
	# de Fallas (Graves y moderadas)	Unid	Mensual	6	1	4	5	4	5	2	2	1	2	2	1	1	2
	Producción de Oro	Onz	Diario	5700	6000	6000	5700	5850	5750	5700	5700	5850	5800	5850	5800	5850	5800
Q CALIDAD	Eficiencia Merrill Crowe (Ley de solución barren de descarga)	%	Diario	0.06	0.04	0.05	0.06	0.05	0.08	0.07	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04
C COSTO	Costo actual v.s. Presupuesto (Mantenimiento)	%	Anual	120	100	105	120	115	120	115	110	102	105	110	105	105	105.3
D ENTREGA	Flujo Merrill Crowe	m3/hr	Diario	1600	1600	2500	1650	1700	1800	2200	2400	2400	2450	2450	2600	2600	2700
S SEGURIDAD	Primeros auxilios	Unid	Anual	8	0	1	3	4	5	4	4	6	5	4	4	2	3
	Caso Médico, lesiones	Unid	Anual	2	0	1	1	1	0	1	0	1	1	2	0	0	1
	Lesión con trabajo restringido (graves)	Unid	Anual	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Daños a la Propiedad	Unid	Anual	15	0	5	10	10	12	5	4	6	7	5	6	5	6
	Incidentes reportados	Unid	Mensual	5	30	15	4	8	11	10	10	15	15	20	29	30	35
	Derrames	Unid	Anual	4	1	1	3	3	4	5	1	3	1	1	1	2	7
M MORAL	Estándares Provisorios	Unid	Mensual	0	4	4	1	2	2	3	3	3	4	4	8	8	8
	# de LPP's	Unid	Mensual	0	40	40	7	3	25	7	6	6	65	76	143	122	96
	Cumplimiento de tarjetas	%	Mensual	0	100	80	5	8	15	20	45	50	60	65	80	95	85
	Proyectos de Mejora Implementados (CAPDOs)	Unid	Anual	0	10	10	0	1	2	5	8	10	6	15	18	20	35

LEYENDA:

Indicador debajo de la meta

Indicador igual a la meta

Indicador superior a la meta

Figura 6.0 - Valores promedios mensuales de los indicadores TPM2.

Podríamos sentir cierta preocupación por el indicador “producción de oro” (figura 6.3); pero esto es algo que de acuerdo a lo ya mencionado en los primeros capítulos se esperaba venir por los problemas metalúrgicos del mineral tratado. Lo rescatable es mencionar no se tuvo un bajón muy pronunciado como lo anticipaba la gerencia, en otras palabras con la eliminación de las pérdidas operativas se pudo controlar.

Con respecto al indicador de calidad “eficiencia de la planta” (figura 6.4), se obtuvo un resultado igual al óptimo y aceptable por el área de metalurgia. Esta eficiencia se logró porque se optimizaron el proceso de recuperación de oro en la zona de dosificación de zinc y diatomita.

En el indicador “costos de mantenimiento” (figura 6.5), obtuvimos una reducción del 15% de gastos por las mejoras en los procedimientos de trabajos con contratistas y la eliminación de retrabajos no programados.

El “flujo de entrega de la planta Merrill Crowe” se tomó como el indicador de entrega (figura 6.6) lográndose superar la meta de entrega, en total se subió el flujo de 1600 a 2700 metros cúbicos por hora al final del año. Este logro no pudo ser otro reflejo de las modificaciones y la automatización de todo el sistema de tuberías y válvulas que se trabajó con mantenimiento.

Los indicadores de seguridad (figuras 6.7 a la 6.12) fueron muy esquivos a la meta que nos trazamos y esto fue un precio que debíamos pagar por la ambición de formar operadores con habilidades de mantenimiento. En primera instancia los operadores con todo el entusiasmo se introdujeron a los equipos y eso nos subió el índice de incidentes; pero felizmente dentro del año no se llegaron a transformar en alguna desgracia mayor; ahora con la experiencia obtenida se plantea una nueva estrategia de entrenamiento para mejorar estos indicadores de seguridad. Haciendo un balance general, todos los indicadores de seguridad tuvieron una tendencia a la disminución a lo que en promedio se solía tener.

Por último, los indicadores de moral si nos dieron valores halagadores numéricamente, porque todos pudieron lograr superar a la meta. Esto se traduce a que anteriormente no medíamos este factor tan importante en la gente; sino más bien

lo tomábamos como algo sin valor. Nos dimos cuenta que el personal ahora se divierte haciendo las labores que en primera instancia parecían algo adicional a su rutina, ellos entendieron que mientras mas gestión se haga las tareas se hacen mas fáciles e innovadoras. Al terminar el año se pudieron leer valores como 96 LPP's generadas y dictadas, 85% de cumplimiento de tarjetas de anomalías, y 35 proyectos de mejora analizados e implementados (figuras 6.13 a la 6.16).

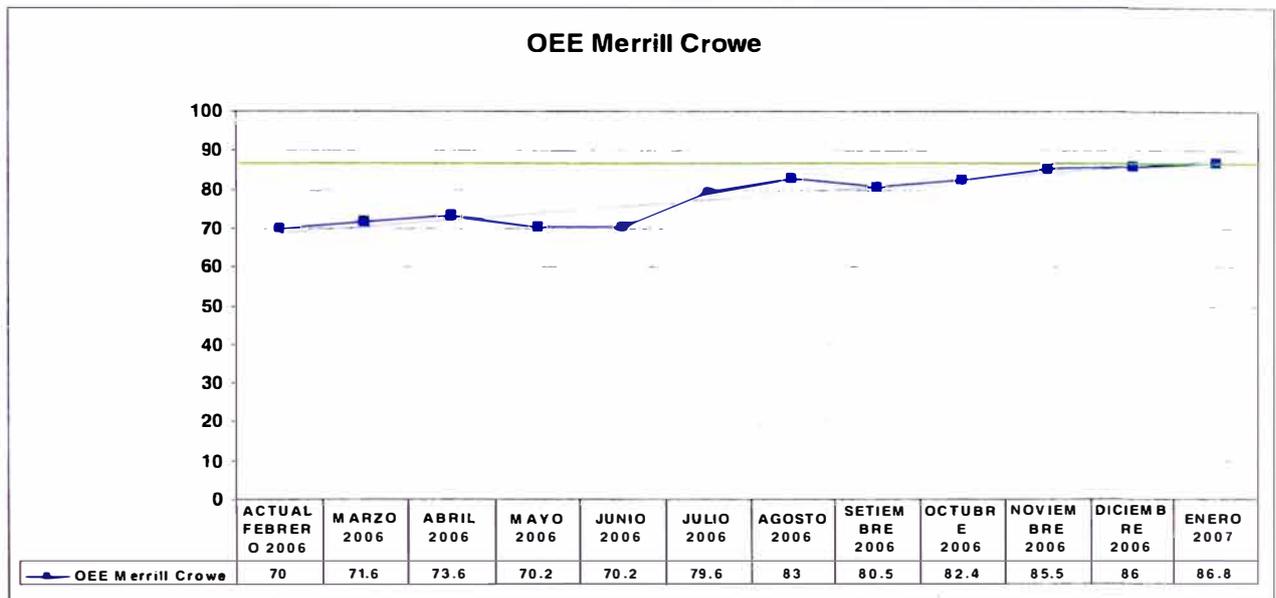


Figura 6.1 - Indicador de productividad, "efectividad global de la planta".

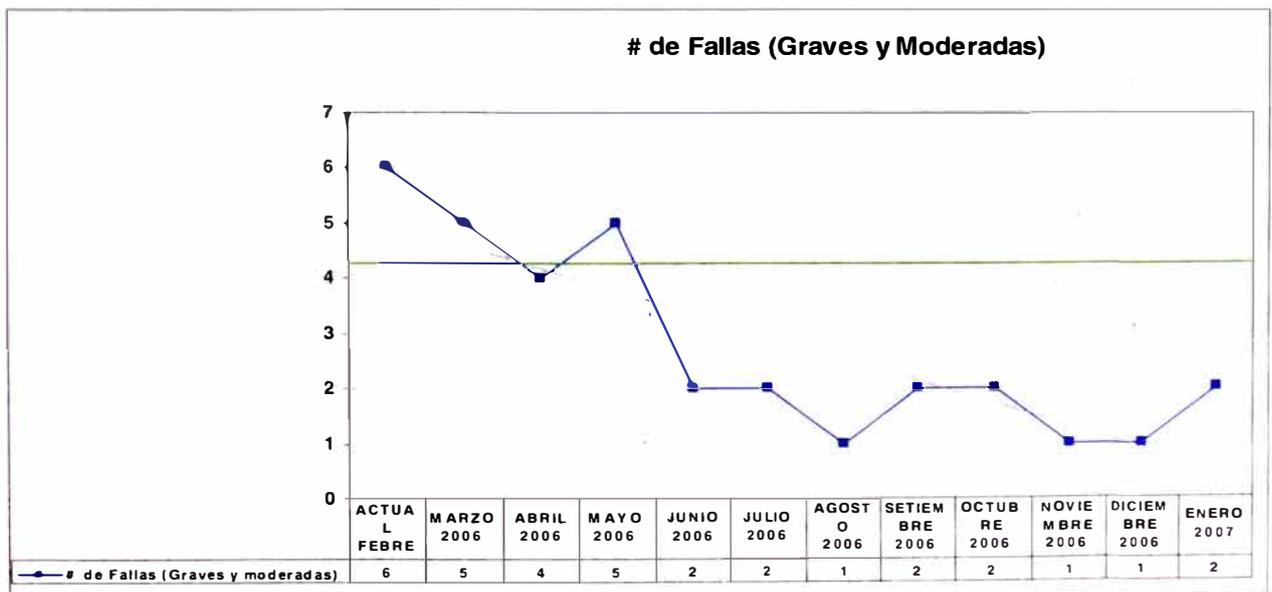


Figura 6.2 - Indicador de productividad, "fallas graves y moderadas".

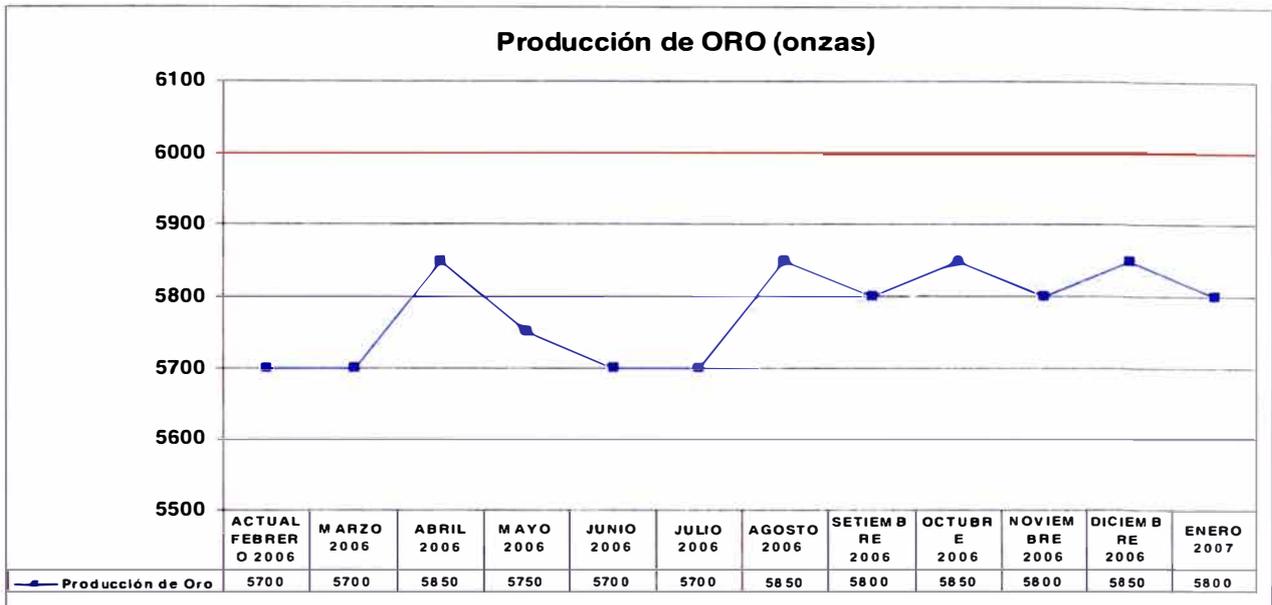


Figura 6.3 - Indicador de productividad, "producción de oro".

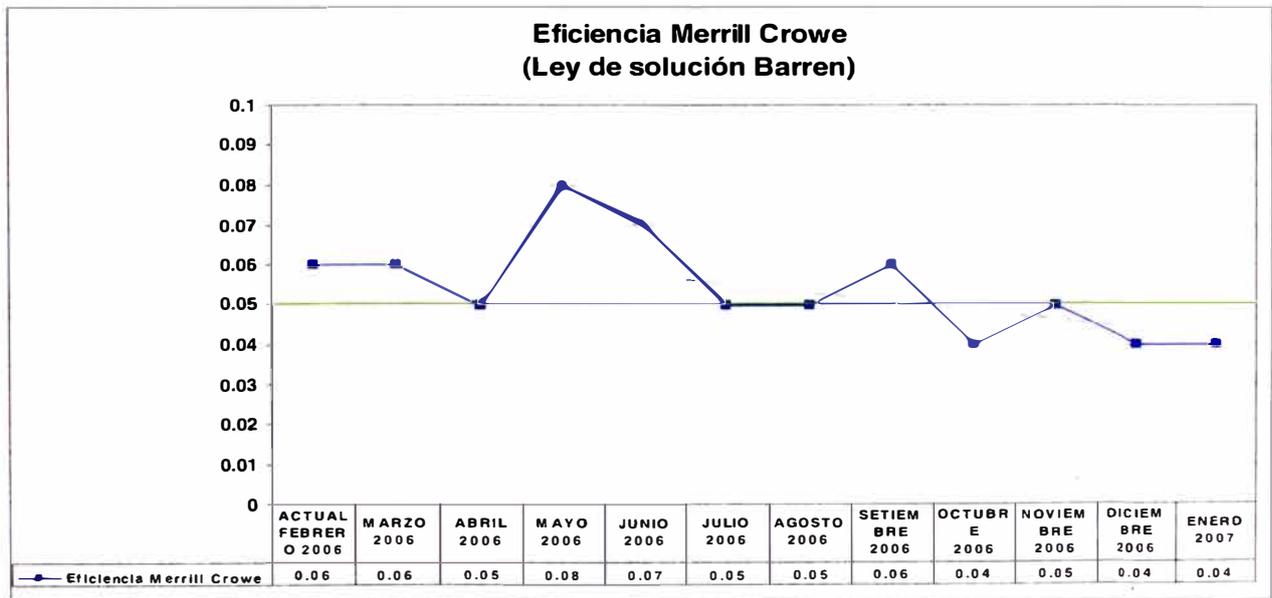


Figura 6.4 - Indicador de calidad, "eficiencia de planta".

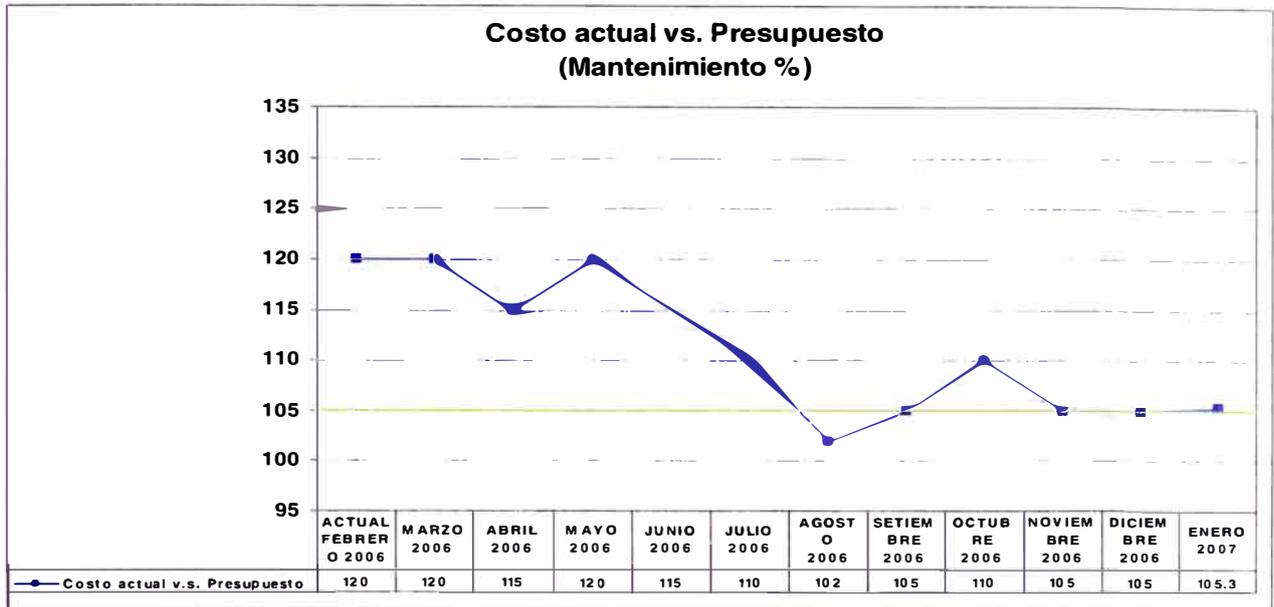


Figura 6.5 - Indicador de costo, "costo de mantenimiento (actual vs presupuestado)".

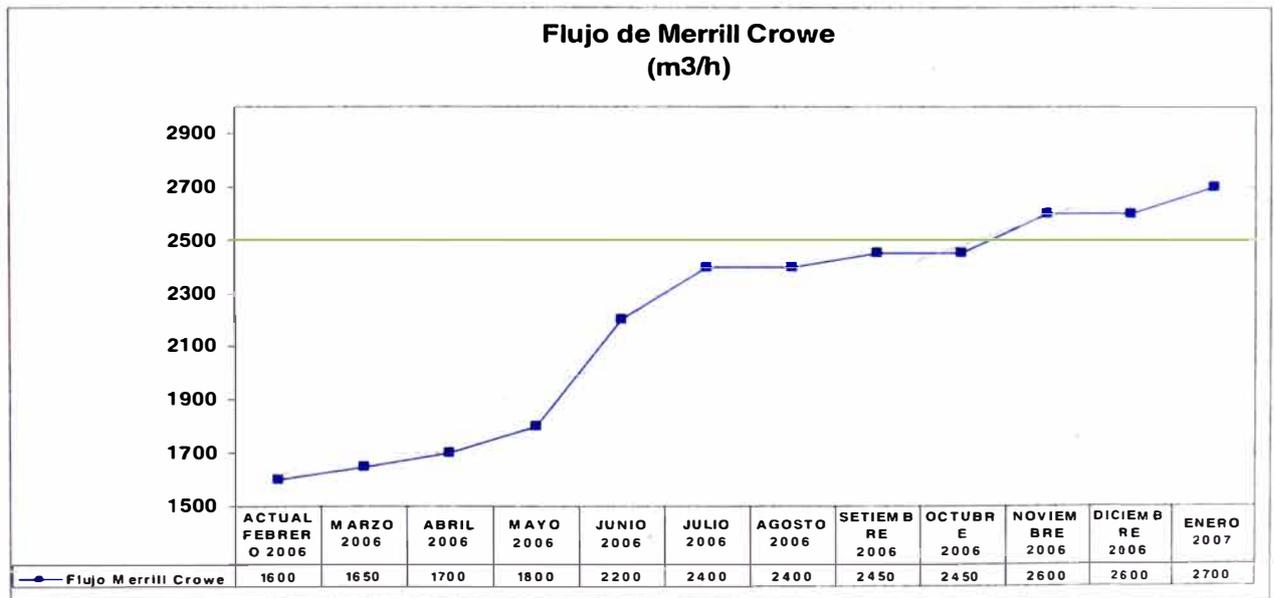


Figura 6.6 - Indicador de entrega, "flujo de proceso".

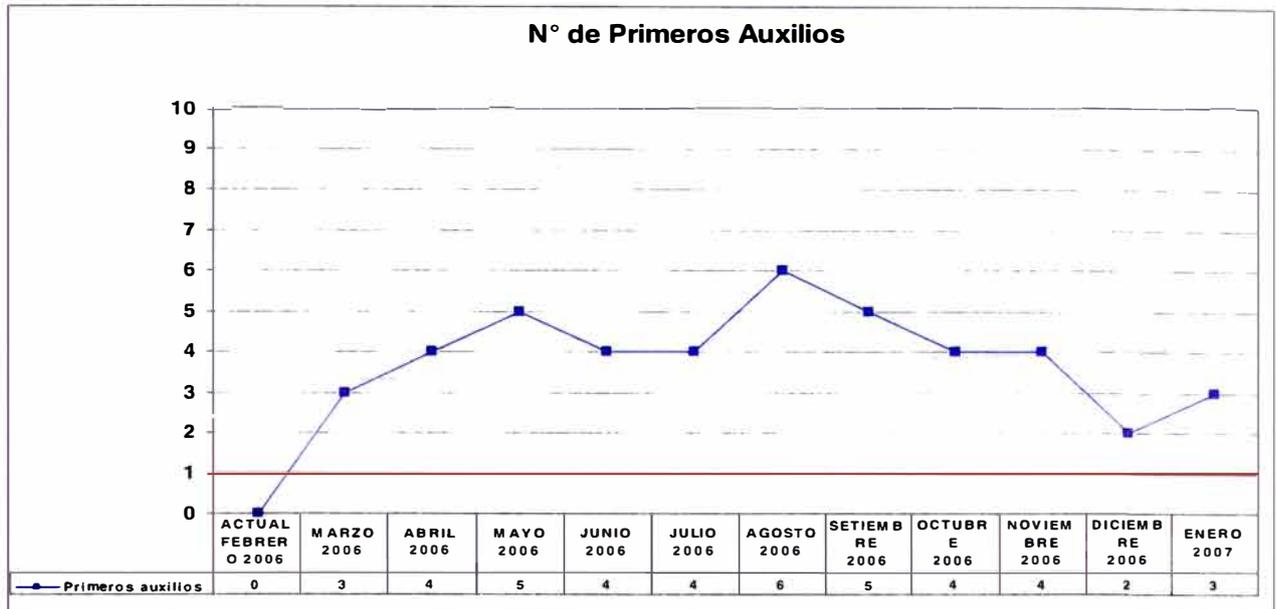


Figura 6.7 - Indicador de seguridad, "cantidad de primeros auxilios".

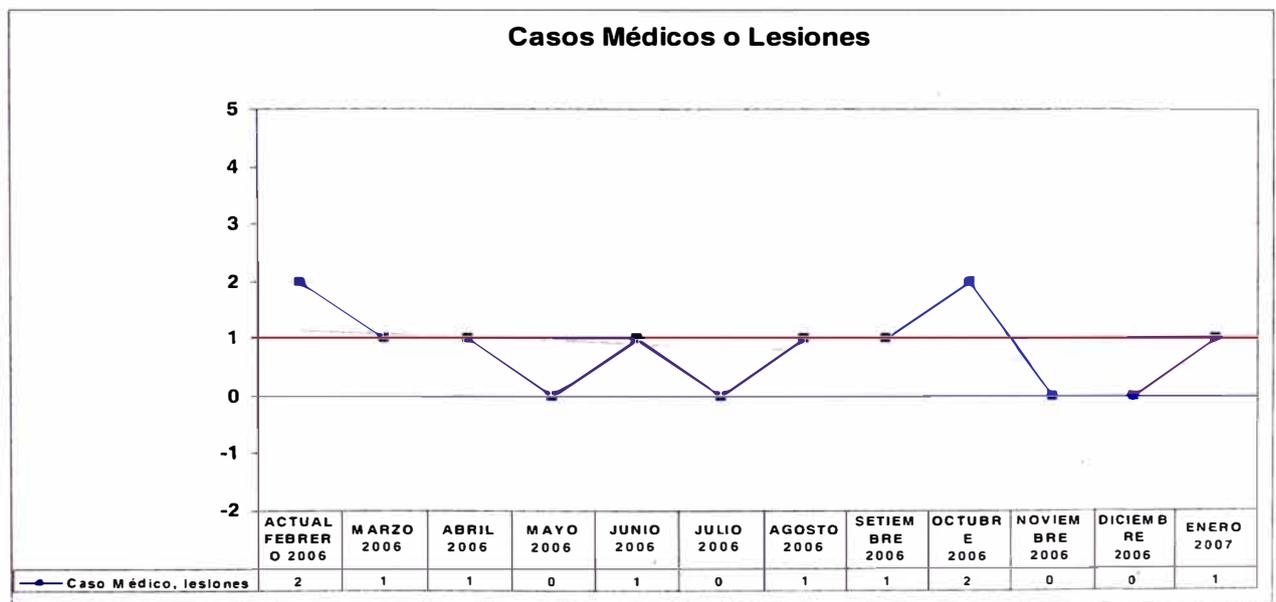


Figura 6.8 - Indicador de seguridad, "cantidad de casos médicos o lesiones".

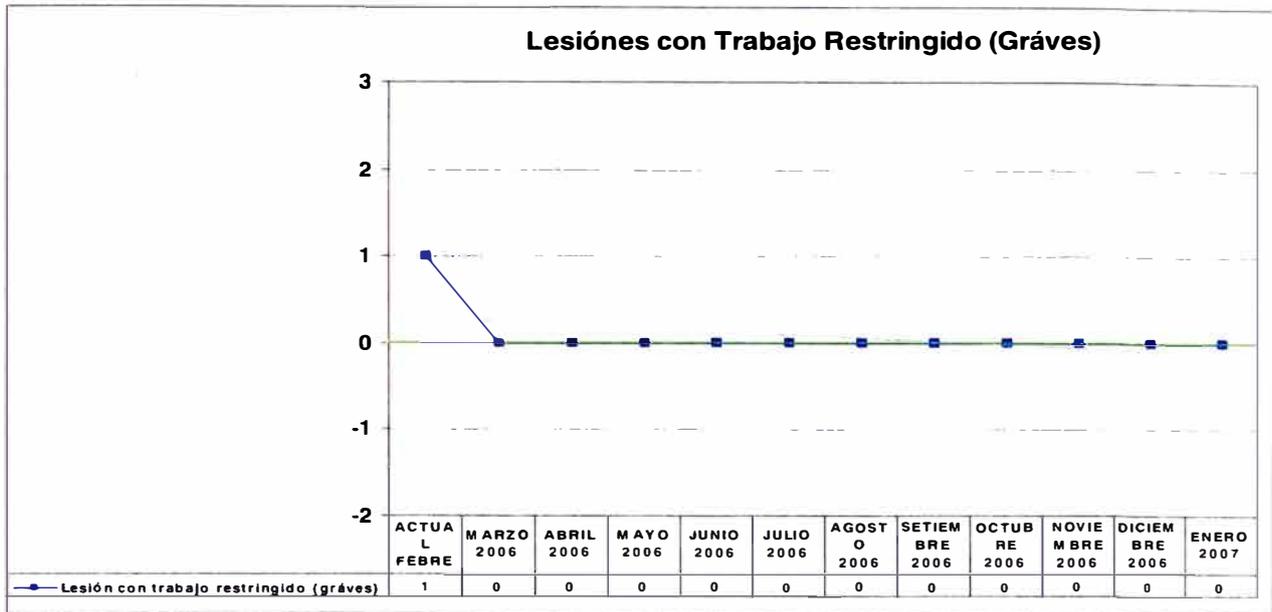


Figura 6.9 - Indicador de seguridad, "cantidad de lesiones con trabajo restringido".

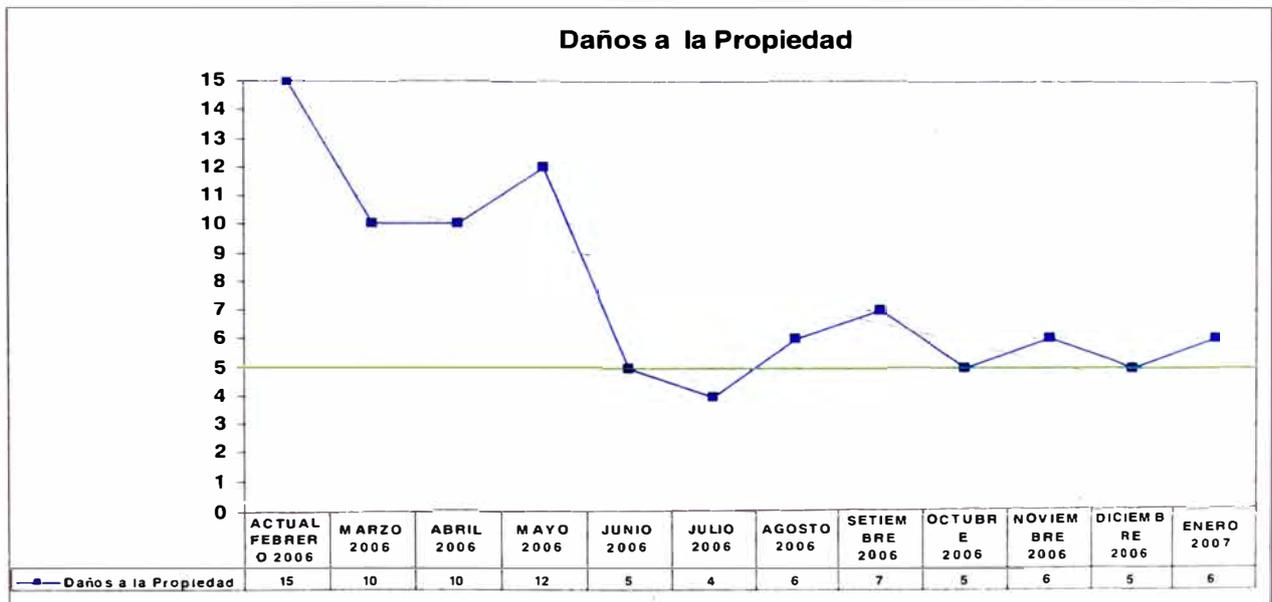


Figura 6.10 - Indicador de seguridad, "cantidad de daños a la propiedad".



Figura 6.11 - Indicador de seguridad, "cantidad de incidentes reportados".

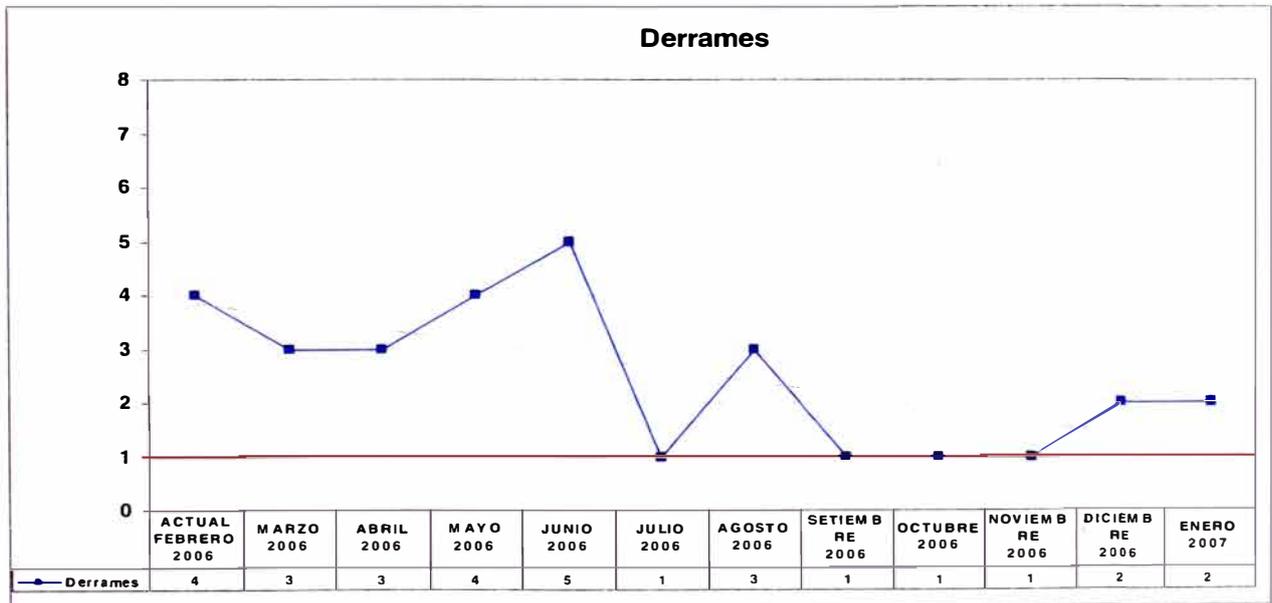


Figura 6.12 - Indicador de seguridad, "cantidad de derrames".

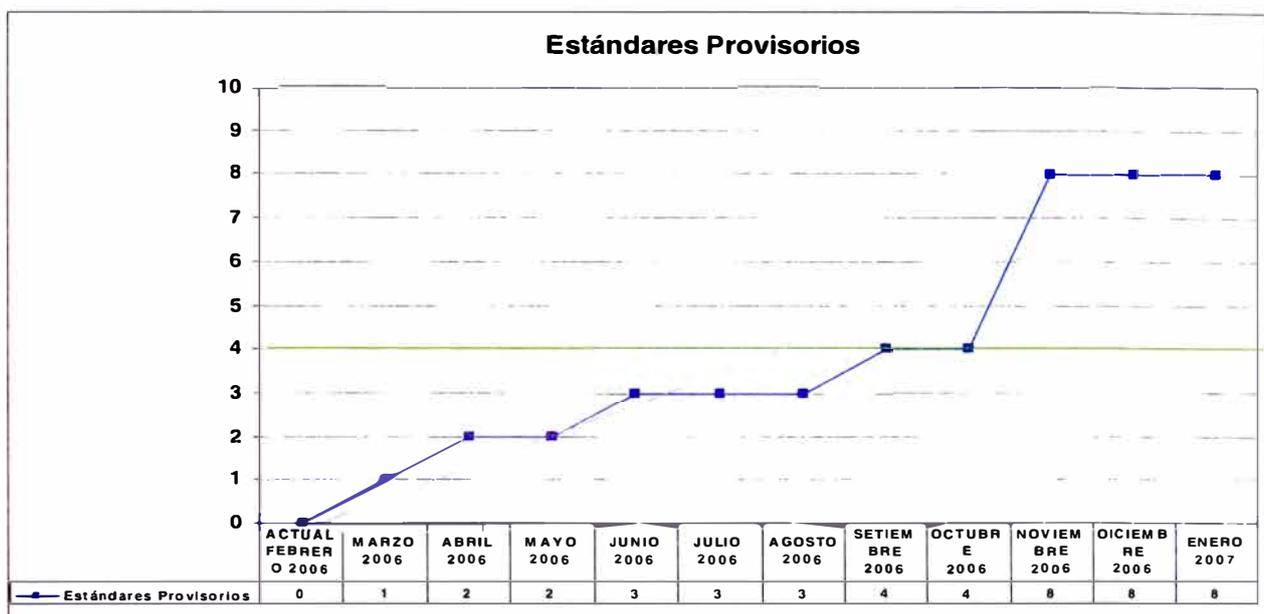


Figura 6.13 - Indicador de moral, "cantidad de estándares provisionarios".

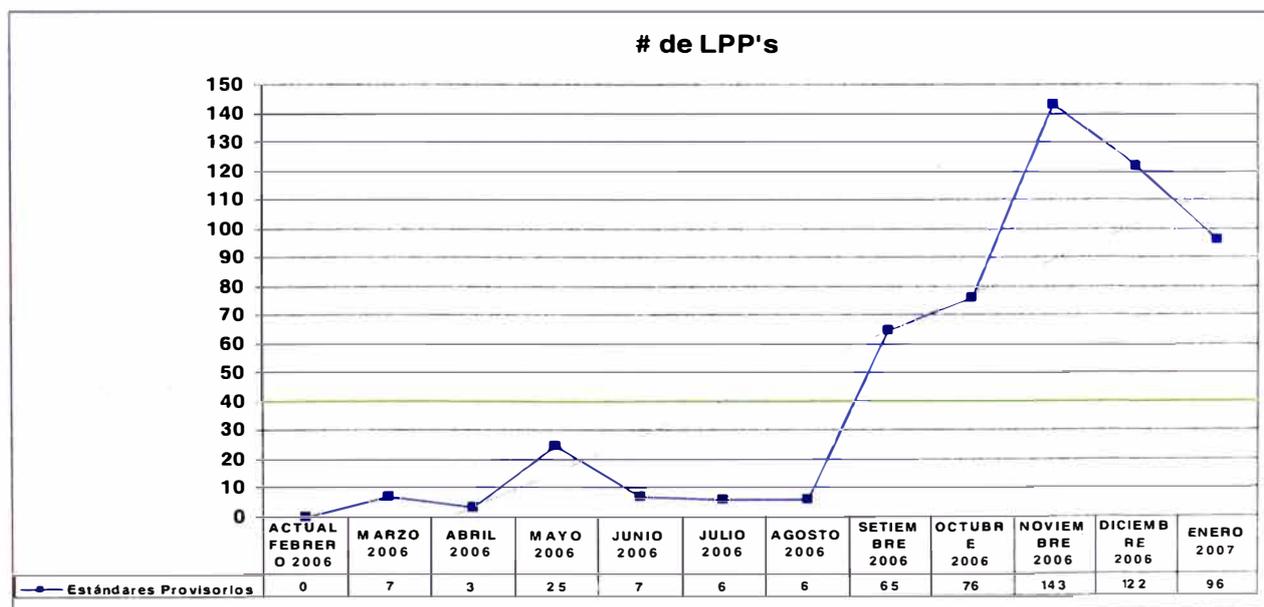


Figura 6.14 - Indicador de moral, "cantidad de lecciones punto a punto".

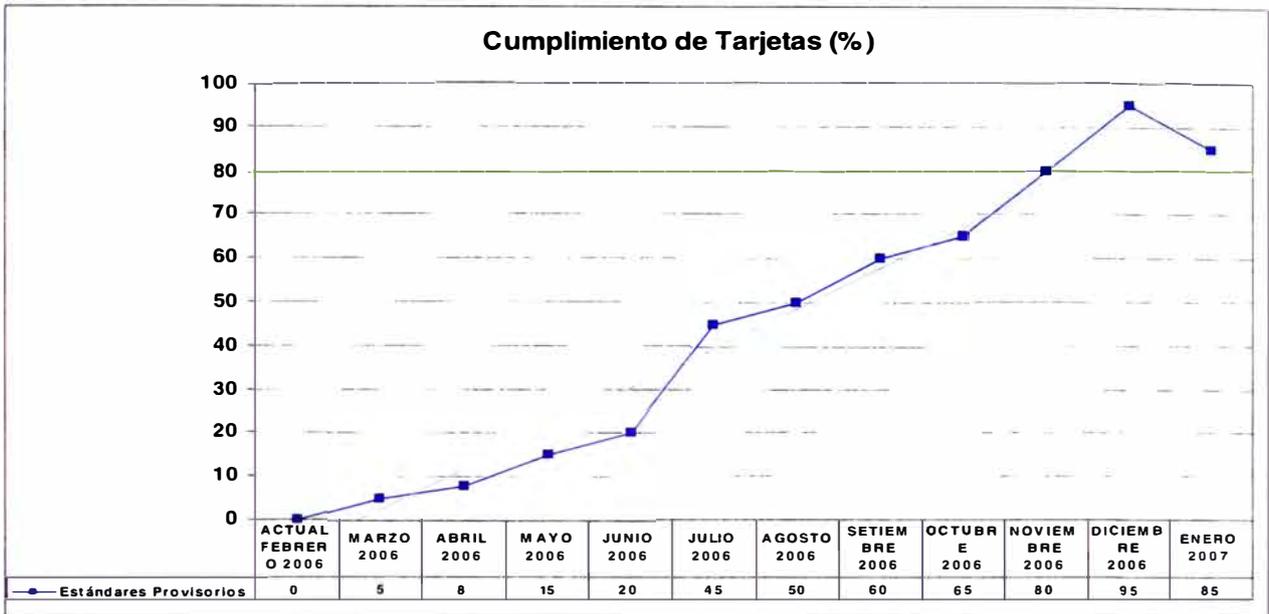


Figura 6.15 - Indicador de moral, "cumplimiento de tarjetas de anomalías".

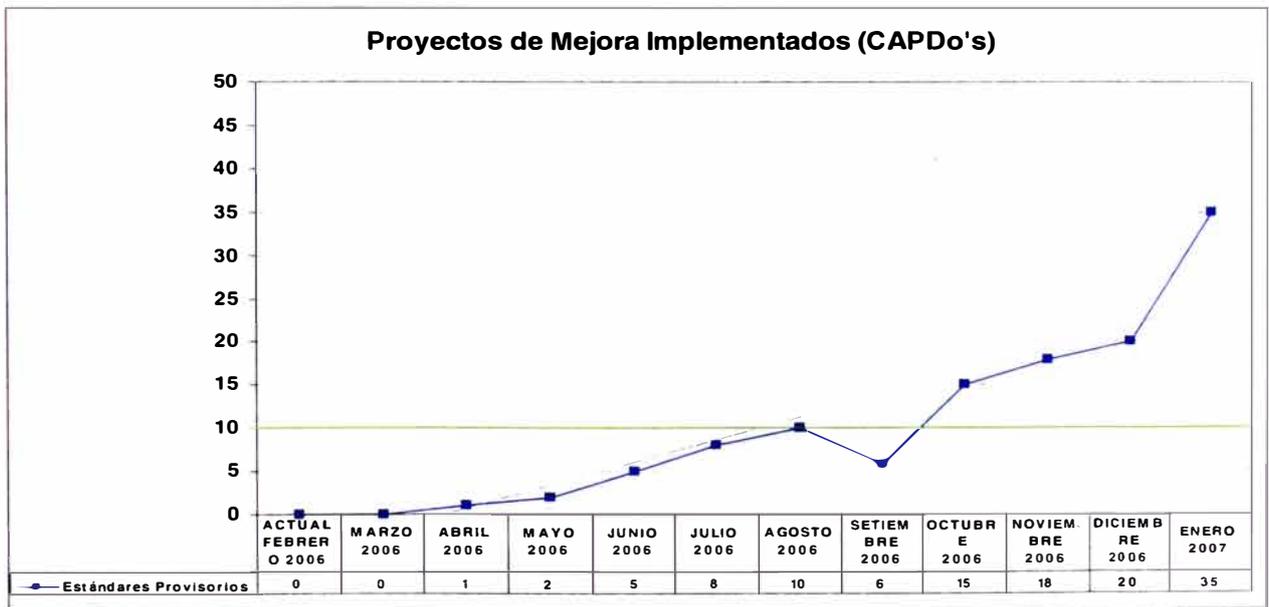


Figura 6.16 - Indicador de moral, "proyectos de mejora implementados".

6.2. AHORRO EN LOS COSTOS PRODUCTIVOS: “ÁRBOL DE PÉRDIDAS”

Todos los logros obtenidos en los indicadores de productividad se traducen en valores numéricos de costos ahorrados por reducción de las perdidas encontradas en el árbol de pérdidas.

El árbol de pérdidas ya lo vimos calculado en el anexo E, cuando se hace la medición de las pérdidas a enero del 2007 se encuentra como resultado un valor de ahorro de 56541 dólares americanos.

En resumen lo que el árbol de pérdidas reflejo una pérdida actual por año en la planta de Merrill Crowe de 167002 dólares americanos. Los sub procesos que más pérdida reflejaron fueron el de recepción de solución rica, clarificación y precipitación, tal como lo muestra la figura 6.17.

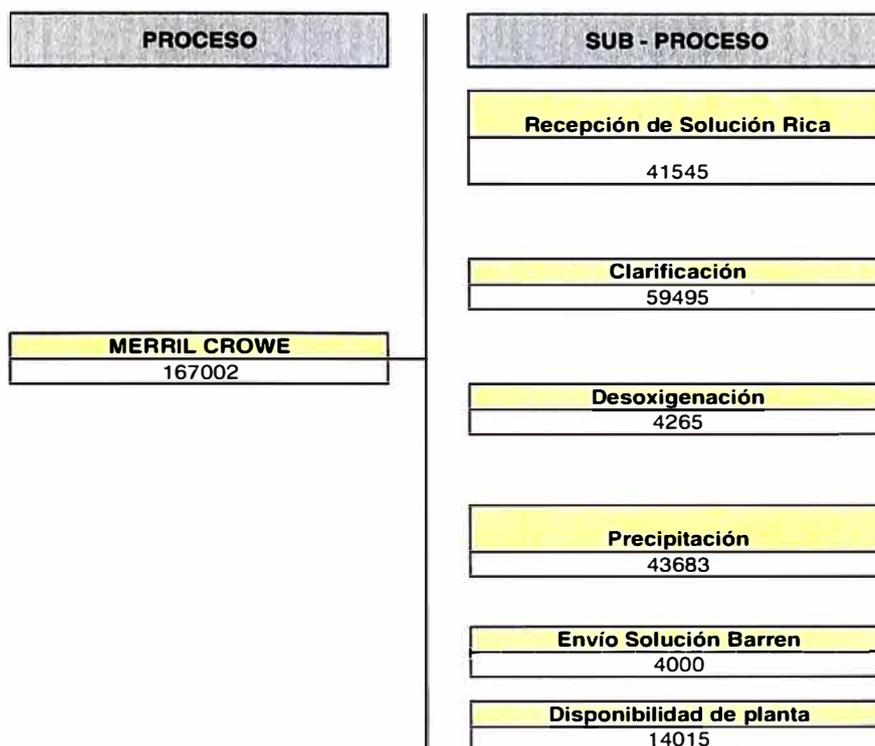


Figura 6.17 - Pérdidas por sub procesos.

Para obtener mayor detalle de estos resultados por actividad podemos revisar el anexo E y estudiar cada uno de estos puntos.

Como proyección, la Gerencia General de Procesos en Yanacocha se ha propuesto seguir el programa y se planteado el objetivo de reducir las pérdidas a un 20% del total para el año 2007 y 2008.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial, como por ejemplo aumenta la efectividad global de la planta, disminuye pérdidas en equipos y procesos productivos, aumenta las habilidades y el compromiso de los trabajadores, promueve la participación de mantenedores y operadores para el análisis de proyectos de mejora, etc.
2. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.
3. Toda empresa que opte por el TPM debe ser consiente de la inversión inicial que se debe hacer en cuanto al entrenamiento, desde los Gerentes hasta los Operadores, básico de la metodología y temas de especialización para los operadores y mantenedores.
4. La inversión aproximadamente que realizamos en este proyecto piloto fue de US\$ 20000, esta inversión comprendió las consultorías y cursos básicos de TPM. El entrenamiento en temas técnicos no se consideró un gasto para la empresa, puesto que se cuenta con un área de Capacitación y Entrenamiento exclusivamente para este fin. Dejando como resultado una buena gestión de las habilidades del personal; a través de la matriz de habilidades. Actualmente existe todo un procedimiento de recopilación de necesidades de entrenamiento anual de acuerdo a las NO competencias del personal.

5. Fue imprescindible involucrar desde un inicio a la Gerencia de Procesos, esto se consolidó cuando el Gerente lanzó los objetivos anuales para el proyecto basados en los indicadores del TPM.
6. Todos los pilares del TPM2, además de las cinco "S", contaron con un Líder quien en coordinación con el Comité TPM2 realizaron procedimientos y formatos para el desarrollo de cada etapa de su Pilar respectivo. Este proceso facilitó las tareas de los trabajadores y estandarizó las mejores prácticas de los pequeños equipos autónomos (equipos de guardias diferentes).
7. La aplicación de las cinco "S" fue fundamental para el buen desarrollo del Pilar de Mantenimiento Autónomo, ya que familiarizó a los Operadores con las maquinas y les dio mas habilidades de mantenimiento básico.
8. El Pilar de Mejora Enfocada, liderada por el metalurgista de la planta, se encargó de capitalizar las mejoras que salieron del árbol de pérdidas.
9. El Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Planeado realizaron un trabajo en equipo; es ahora que notamos un cambio radical. Actualmente los Operadores tienen la posibilidad de obtener el puesto de "Operador Mantenedor" de acuerdo a las habilidades que obtienen con ayuda de los Mantenedores.
10. No hay duda que el pilar de Capacitación y Entrenamiento tuvo un papel resaltante desde el punto de vista legislativo al ser parte activa del desarrollo del programa y de las competencias de los trabajadores.
11. La Efectividad Global de la planta tuvo una evolución positiva de 70% a 86.8% en la etapa del proyecto, esto significa que la disponibilidad total de la planta y la eficiencia subieron a niveles óptimos de operación.
12. Otro indicador importante y que recientemente se evalúa en la Planta es el numero de fallas graves y moderadas, este indicador se optimizó teniendo actualmente solo reportados 2 por mes en comparación a inicios del proyecto que fue de 6 mensuales.
13. La producción del oro no fue superada; puesto que esto no depende en sí de la operación sino mas bien directamente de la metalografía de los minerales que se tiene.

14. Anteriormente se tenía un gasto adicional del 20% en el presupuesto de mantenimiento y ahora solo un 5% que se define a través de trabajos por terceros.
15. Los indicadores de seguridad no tuvieron una progresión positiva, esto no quiere decir que hubo más accidentados; sino mas bien se reportaron más incidentes que anteriormente se escondían.
16. Un logro importante fueron la predisposición de la gente a este cambio de actitud que se logró y se ve reflejada en los indicadores de moral.
17. Finalmente el ahorro medido a Enero del 2007 fue de US\$ 56541, y esto cada mes va subiendo.

RECOMENDACIONES

Los puntos claves que debe tener presente la Gerencia General y/o los altos Directivos, para tener éxito con la implementación del TPM son:

1. Sean ustedes quienes declaren que es una decisión de la alta directiva la introducción del TPM mostrando siempre interés y tomando iniciativa del liderazgo del proyecto.
2. Lleven una discusión exhaustiva en cuando el por qué se están arrancando las actividades de TPM en ese momento.
3. Elegir a un ejecutivo o candidato ejecutivo como Coordinador General del programa. Las compañías sin líderes no tienen éxito; por lo tanto mejor sería detener las actividades TPM.

Los puntos claves para los Gerentes de Departamento o Jefes de Sección, para tener éxito con la implementación del TPM son:

4. Discutan sobre metas y objetivos a largo plazo de acuerdo a las políticas que los altos directivos hayan definido (la necesidad y no la posibilidad).
5. No sea solo un vocero que se dedica únicamente a reportarles a sus superiores lo que han hecho sus subordinados.
6. Primero demuestre lo que UD puede hacer (el liderazgo, capacidad de actuar y entusiasmo) luego háganlo practicar y evalúe.

7. Comprenda la situación actual de las operaciones del equipo y el manejo de los bienes.
8. Eduque y desarrolle a los subordinados proveyéndoles un lugar para hacer presentaciones, utilizando el principio de la competencia y reconociendo los buenos actos.
9. Recopilar información de las otras áreas de la empresa, lugares exitosos y compañías visitantes e imitar las buenas practicas.
10. Valore la comunicación y no espere a que los empleados estén motivados.

Los puntos claves para los Operadores y Mantenedores de Línea, para tener éxito con la implementación del TPM son:

11. Cuando no comprenda algo, pregunte honestamente.
12. Siempre tenga dudas (haga un hábito el preguntarse por qué).
13. No permita que nadie fracase.
14. No olvide que la gente vive en grupos, o sea trabaje en equipo.
15. La producción de la planta no es el único trabajo que hay que desarrollar.
16. Los grupos de mejora (KAIZEN) y el mantenimiento de la situación actual también son necesarios.
17. Comprenda la tendencia de la compañía donde esta trabajando (es un lugar donde esta depositando su vida).
18. Proveer la oportunidad para que otros también puedan ser la “estrella”.

BIBLIOGRAFÍA

1. "Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: Desarrollo de una metodología de gestión de mantenimiento basado en el riesgo (RBM)" / Javier García González Quijano (España 2004); Universidad Pontificia de Comillas.
2. "Análisis y evaluaciones de los elementos generales de la teoría de manufactura esbelta que pueden generar desarrollo en una empresa del sector de transformación de plásticos" / Andrés Serrano Arenas, Andrea Yohana Suárez González (Colombia 2004); Pontificia Universidad Javeriana.
3. "TPM en industrias de proceso" / Japan Institute of Plant Maintenance / Editado por Tokutaro Suzuki (España 1995).
4. "Mantenimiento autónomo para operarios" / Japan Institute of Plant Maintenance / Editado por TGP Hoshin (España 1999).
5. "Introducción al TPM" / Nakajima Seiichi / Japan Institute of Plant Maintenance (España 1991).
6. "TPM para mandos intermedios" / Kunio Shirose (Japón 2000).
7. "Total productive Maintenance" / Nakajima S; Productivity Press (1993).
8. "Nuevas tendencias del mantenimiento industrial" / MSc. José Bernardo Durán (Inglaterra 2002).
9. "Mantenimiento centrado en la confiabilidad" / United Airlines, F.S. Noelan (1978).
10. "Curso Internacional IMC para formación de Instructores TPM2" / Yassuo Imai JIPM 40 / Daniel F. López JIPM + IMC 36 / Prof. K. Chinone JIPM até 2001 (Brasil 2006).
11. "Curso para formación de Facilitadores TPM2" / Yassuo Imai JIPM 40, Daniel F. López JIPM + IMC 36 (Perú 2005).

12. "Maintenance Excellence" / Andrew K. S. Jardine, Ben Stevens (Perú 2007); Minera Yanacocha.
13. "1er congreso mexicano de confiabilidad y mantenimiento": www.cmcm.com.mx
14. "Instituto de mantenimiento minero": www.mantemin.cl/joomla/
15. "Mantenimiento mundial": <http://www.mantenimientomundial.com/sites/>
16. "Programas para la optimización del mantenimiento y análisis de resultado": www.pmoptimisation.com
17. "Costo y beneficio de la implementación del TPM": www.klaron.net / www.marshallinstitute.com
18. "Gestión del mantenimiento, nuevas tendencias actuales": www.tpmonline.com / www.ceroaverias.com

**ANEXO A
FORMATOS**



CHECK

5W+2H

Yanacocha

WHAT QUÉ	
WHEN CUANDO	
WHERE DONDE	
WHO QUIÉN	
WHICH CUÁL	
HOW COMO	
HOW MANY CUANTOS EN CUANTO TIEMPO?	



ANÁLISIS

ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUE'S



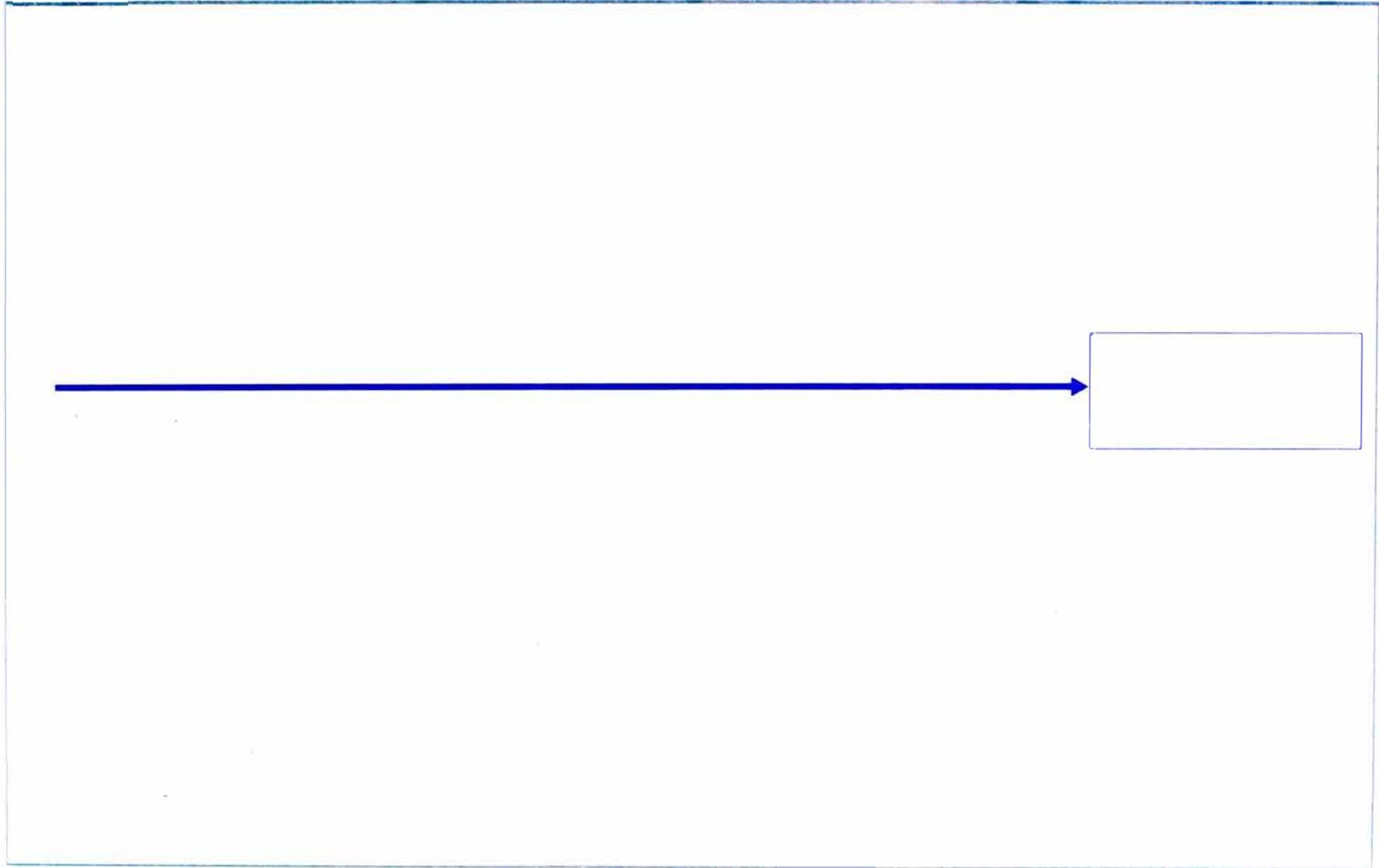
TABLA DE ANALISIS DE LOS POR QUE			FECHA DE ANALISIS		MIEMBROS		(OBSERVACION)		
NOMBRE DEL EQUIPO	LOCAL DA INCONVENIENCIA		FENOMENO DA INCONVENIENCIA				<input type="radio"/> DEBIDO AL BUEN RESULTADO VERIFICADO EN LA INSPECCION EL ANALISIS ESTA CONCLUIDO <input checked="" type="radio"/> DEBIDO AL MAL RESULTADO EN LA INSPECCION EL ANALISIS TENDRA PROSEGUIMIENTO (PROSEGUIR HACIENDO LA MARCA)		
	1º ROUND	2º ROUND	3º ROUND	4º ROUND	5º ROUND	IDEAS DE MEJORA			
A	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
B	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
C	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
D	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
E	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
F	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
G	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			
H	POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? POR QUE	? PORQUE			
	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	PORQUE	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>			



ANÁLISIS

CAUSA - EFECTO

Yanacocha





SITE/DEPT/AREA: TPM2
TEMA:
FECHA: 01 Mar 2006

What (QUE)
Who (QUIEN)
When (CUANDO)

3W FORM

ITEM	WHAT	PRIORITY	WHO	WHEN (complete)		COMMENTS
				Target	Actual	
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						



LECCION PUNTO A PUNTO (LPP)

Yanacocha

Tema:

Numero /Codigo :

Dia de Preparación:

Preparado por:

Clasificación:

Conocimiento Básico

Casos de Mejora

Casos de Problema

Otros: _____

Aprobado por:

Large empty rectangular area for notes or content.

RESULTADOS	FECHA	/	/	/	/	/	/	/	/
	INSTRUCTOR								
	PARTICIPANTE								

MANTENIMIENTO - TPM²

ETIQUETA DE ANOMALIAS
N°

ETAPAS AUTONOMO
1 2 3 4 5 6 7

PRIORIDAD: **A B C**

TPM²
PROCESOS
Yanacocha



ANOMALIA DETECTADA

EQUIPAMIENTO: _____
ZONA (N° TAG): _____
ENCONTRADO POR: _____
FECHA: ___/___/___

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

TIEMPO ESTIMADO PARA CORRECCIÓN: DIAS

NOTA: Original, para control
Copia, colocar en equipamiento.

OPERACIONES - TPM²

ETIQUETA DE ANOMALIAS
N°

ETAPAS AUTONOMO
1 2 3 4 5 6 7

PRIORIDAD: **A B C**

TPM²
PROCESOS
Yanacocha



ANOMALIA DETECTADA

EQUIPAMIENTO: _____
ZONA (N° TAG): _____
ENCONTRADO POR: _____
FECHA: ___/___/___

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

TIEMPO ESTIMADO PARA CORRECCIÓN: DIAS

NOTA: Original, para control
Copia, colocar en equipamiento.

ESTRATIFICACION DE LAS TARJETAS POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

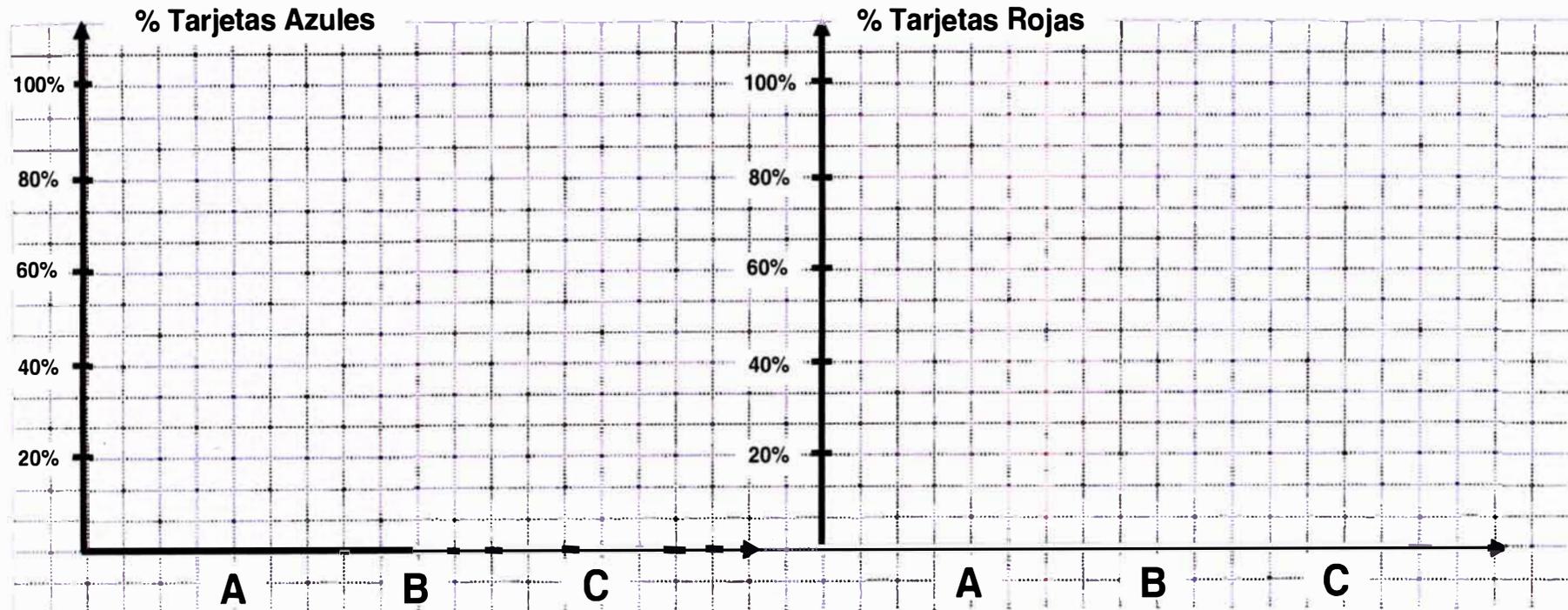


TARJETA AZUL	TARJETA ROJA	TOTAL DE TARJETAS
%	%	%



PRIORIZACION DE LAS TARJETAS (A, B, C)

Yanacocha



DESCRIBIR LOS CRITERIOS DE PRIORIDAD

A:

B:

C:



GRAFICO DE INCONVENIENTES POR LUGAR

Yanacocha

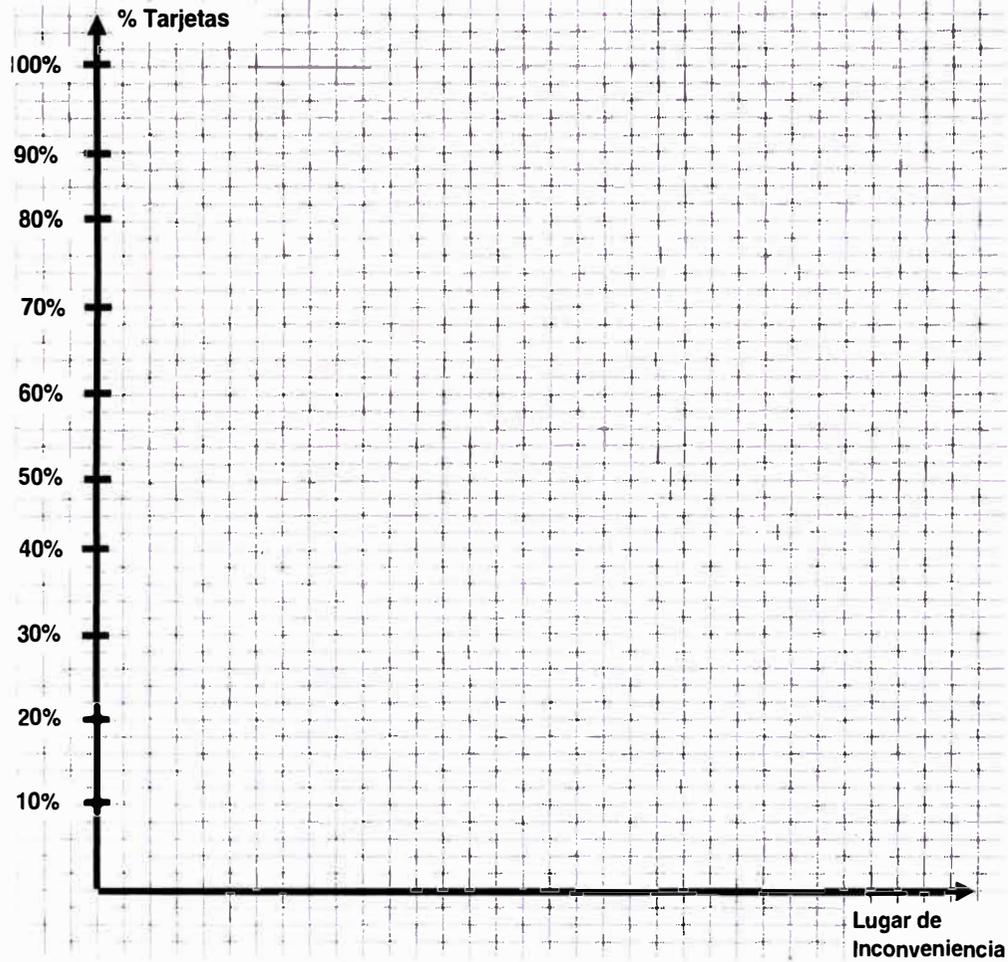
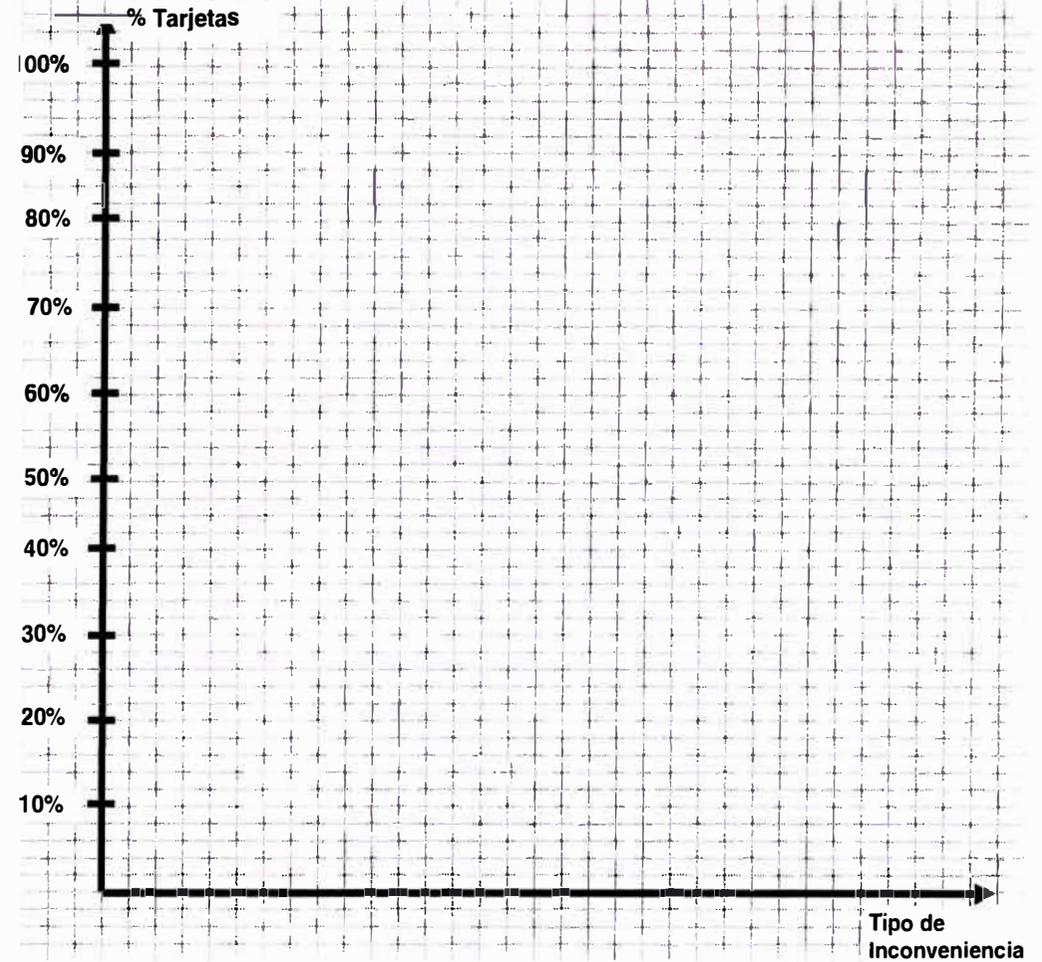


GRAFICO DE INCONVENIENTES POR TIPO

Yanacocha



	Registro de Evaluación 5'S Para Areas de Procesos
Unidad: Procesos	Rev. N°

Evaluación 5'S

AREA	AUDITOR
FECHA AUDITORIA	HORA
REPRESENTANTE AREA	FIRMA:

	MAXIMO	PUNTAJE ALCANZADO					%
		M	I	P	E	T	
1 S: CLASIFICAR	60						
2 S: ORDENAR	54						
3 S: LIMPIAR	36						
TOTAL	150						

EVALUACIONES	META	APROBADO	RECHAZADO
1ra Autoevaluación	60%		
2da Evaluación	80%		
3ra Evaluación Gerencial	90%		

Puntaje 0 puntos No cumple 1 punto Cumple parcialmente 3 puntos Cumple 100%

1. Equipos y herramientas

1S: CLASIFICAR (SEIRI) Sacar lo que no es necesario en el lugar de trabajo

1.1.1	No hay herramientas en el Equipo		
1.1.2	No se encuentran elementos ajenos al equipo (cintas, alambres, pernos sueltos, tuercas, papeles, etc.)		
1.1.3	No se encuentran reportes, planos, avisos obsoletos		
1.1.4	Todos los equipos se usan y estan operativos		
1.1.5	No hay herramientas en mal estado o sin uso		
SUBTOTAL			

2S: ORDENAR (SEITON) Ordenar el lugar de trabajo

2.1.1	Demarcación correcta de zonas y equipos.		
2.1.2	Demarcación de lugares para herramientas, y piezas de cambio.		
2.1.3	Están los lugares demarcados con sus respectivos nombres, títulos y cantidad.		
2.1.4	Identificación de las herramientas con nombre, figura y cantidad.		
2.1.5	Los gabinetes eléctricos y puertas de seguridad permanecen bien cerrados		
SUBTOTAL			

3S: LIMPIAR (SEIZO) Limpiar lugares de trabajo.

3.1.1	Equipos limpios sin residuos, polvo, aceite, grasa, materias primas dispersas.		
3.1.2	Zonas de difícil acceso libre de suciedad		
3.1.3	Zonas de herramientas limpias.		
3.1.4	Existe rutina o ciclo de limpieza		
3.1.5	La rutina o ciclo de limpieza es clara		
3.1.6	La rutina o ciclo de limpieza se realiza de acuerdo a lo programado		
3.1.7	El ciclo de limpieza es conocido por todos los integrantes del equipo		
SUBTOTAL			

2. Insumos y materiales

1S: CLASIFICAR (SEIRI) Sacar lo que no es

1.2.1	Los lugares de almacenamiento estan clasificados según su contenido		
1.2.2	Las cantidades de los materiales ó repuestos son las que realmente se necesitan		
1.2.3	No se encuentran Insumos o Materia Prima dispersa y/o fuera de lugar		
1.2.4	No se encuentran Insumos o Materia Prima que no corresponden al proceso, estan descontinuados o sin usar		
1.2.5	No se encuentran solventes, aceites y otros líquidos sin identificación		
SUBTOTAL			

2S: ORDENAR (SEITON) Ordenar el lugar de trabajo

2.2.1	Asignacion y demarcacion correcta de lugares y zonas de materias primas e insumos de uso actual		
2.2.2	Zonas de almacenamiento clasificadas por tipos de materia prima e insumos		
2.2.3	Lugares para desechos de producción asignados y demarcados		
2.2.4	No se encuentran Insumos o Materia Prima sin identificación en el área de trabajo.		
SUBTOTAL			

3S: LIMPIAR (SEIZO) Limpiar lugares de trabajo

3.2.1	Zonas de almacenamiento de materias primas e insumos limpias		
3.2.2	Zona de desechos sin acumulación excesiva		regular
SUBTOTAL			

3. Personal, Local y medio ambiente

1S: CLASIFICAR (SEIRI) Sacar lo que no es necesario en el lugar de trabajo

1.3.1	Los integrantes del equipo de trabajo conocen los criterios para asignar las tarjetas rojas		
1.3.2	No existen objetos innecesarios para la producción en el piso		
1.3.3	Las vías de acceso a la operación, escaleras y plataformas están despejadas.		
1.3.4	No están obstruidas los accesos a extintores, redes de incendios y salidas de emergencia		
1.3.5	No existen tuberías en desuso		
1.3.6	Los equipos de protección personal se encuentran en buen estado		
1.3.7	Los tachos y/o contenedores de residuos son los autorizados, estan en buen estado, y los residuos están bien clasificados		
SUBTOTAL			

2S: ORDENAR (SEITON) Ordenar el lugar de trabajo

2.3.1	Pasillos de tráfico demarcados		
2.3.2	Zonas de seguridad, extintores, basureros, artículos de aseo, etc. demarcadas		
2.3.3	Existencia de avisos de salida de emergencias, extintores, alarmas de máquinas (Indicando la causa de la alarma). BHM		
SUBTOTAL			

3S: LIMPIAR (SEIZO) Limpiar lugares de trabajo.

3.3.1	Personal con uniformes limpios y presentación adecuada		
3.3.2	Iluminación adecuada en las zonas de trabajo		
SUBTOTAL			

ANEXO B
ANALISIS PM

ANÁLISIS PM

El análisis PM es una técnica para analizar fenómenos tales como las fallas o defectos de los procesos en función de sus principios físicos y para dilucidar los mecanismos de esos fenómenos en relación con los cuatro inputs de la producción (equipos, materiales, personas y métodos). Es una técnica apropiada para atacar las pérdidas crónicas.

La actividad de mejora usando el análisis PM se desenvuelve siguiendo los ocho pasos siguientes. El éxito se fundamenta realizando observaciones directas y cuidadosas del fenómeno actual y analizándolas en función de las leyes y principios físicos.

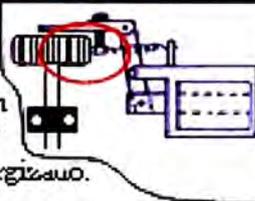
- Paso 1: Clarificar el fenómeno.
- Paso 2: Investigar los principios físicos involucrados.
- Paso 3: Identificar las condiciones que producen el problema.
- Paso 4: Considerar los inputs de la producción.
- Paso 5: Determinar las condiciones optimas.
- Paso 6: Investigar los métodos de medición.
- Paso 7: Identificar deficiencias.
- Paso 8: Formular e implementar plan de mejora.

A continuación, mostramos un ejemplo de un análisis PM.

ANALISIS PM: Rotura del Resorte del Corrector

Type of loss	Breakdown	1. Topic	Eliminación de rotura del resorte de corrector.	2. Place	Envolvedora Montanari LT3
3. Work team	Ricardo Del Valle - Maintenance Manager Edgardo Botta - Electrical Nelson Rainero - Mechanical Dario Fraidias - Operator		4. Elección del tema	En base a la Matriz de modo de falla - Componente durante el mes de Octubre del 2000 se observó que el Componente con mayor número de roturas era el resorte del Sistema corrector.	
5. Principio de funcionamiento  <p>El electroimán del corrector realiza aprox. 16 movimientos por minuto siendo llevado a su posición reposo por el resorte A.</p> <p>GAP Cuando se produce la rotura del resorte A el núcleo del electroimán vuelve a su posición reposo.</p>		Cascadeo de información de la matriz de Modo de falla-Componente  <p>Envolvedora</p> <p>Rotura de resorte</p>			

6. Check **5 W + 1 H**



WHAT: Rotura de resorte.
WHERE: En el enganche del resorte con el tornillo de la lengüeta del corrector de la envolvedora n° 3.
WHEN: Cuando el electroimán está energizado.
WHO: No es dependiente del operador.
WHICH: Se produce la rotura en el hojal móvil aproximadamente cada tres días de producción.
HOW: Se produce un choque del hojal del resorte y el tornillo contra un engranaje.
PHENOMENO Se produce un choque del resorte contra un engranaje provocando la rotura del hojal en el enganche con el tornillo de la lengüeta cuando el electroimán está energizado aproximadamente cada tres días de producción.

7. Analyse **WHY? WHY?**

1. Se produce un choque del resorte contra un engranaje?
2. La lengüeta avanza hasta chocar contra el engranaje?
3. El recorrido del núcleo es demasiado largo?
4. El buje de la bobina está desgastado?
5. No se realizó el mantenimiento en el tiempo correspondiente?
6. Se desconocía la máxima tolerancia admisible del desplazamiento del núcleo.

Causa Raiz: Desconocimiento de la tolerancia del desplazamiento del núcleo.
Contramedida: Capacitar al personal sobre las tolerancias del desplazamiento del núcleo de la bobina.

8. Plan

	NOV	DIC	ENE
montaje de nueva bobina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
capacitación al personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Do

Antes

Fuera de las condiciones admisibles de trabajo.

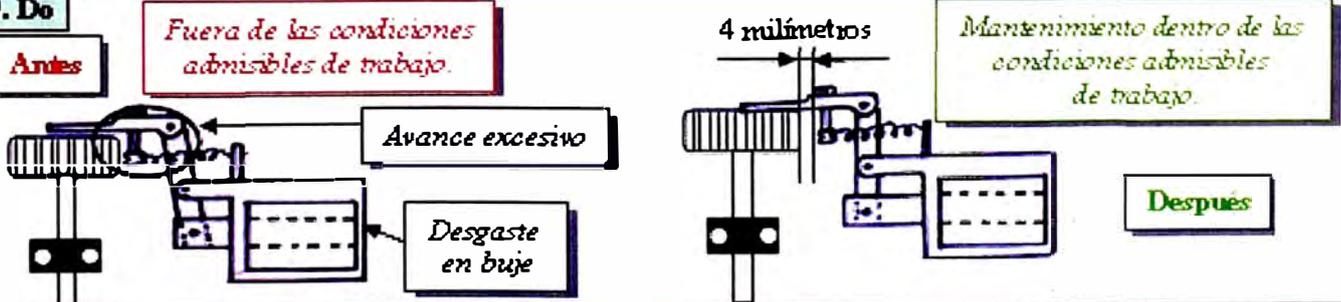
Avance excesivo

Desgaste en buje

Después

4 milímetros

Mantenimiento dentro de las condiciones admisibles de trabajo.



10. Results

Tangible results

Capacitación

Hoja de inspección

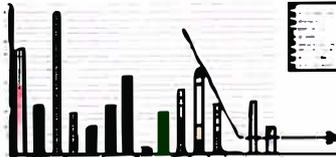


Intangible results

Mejora el el mantenimiento Preventivo y en la anticipación de fallas.

Después

Reducción 40% breakdowns envolvedora



ANEXO C
EL ZINC

LAS PROPIEDADES DEL ZINC

El Zinc es un metal azulado blanco, lustroso. Es quebradizo a temperaturas ordinarias pero maleables a los 100 a 150 ° C. Es conductor justo de electricidad, y quemaduras en el aire al calor rojo alto con la evolución de nubes blancas del óxido. El zinc es uno de los elementos más comunes en la corteza de la tierra. Se encuentra en el aire, tierra y agua; y está presente en todas las comidas. El zinc puro es un metal brillante azulado blanco.

El zinc tiene muchos usos comerciales como las capas para prevenir el óxido, en las baterías secas de celulares, y mixto con otros metales para hacer las aleaciones como latón y bronce.

El zinc se combina con otros elementos para formar los compuestos de zinc. Los compuestos de zinc comunes encontrados en los sitios desechados arriesgados incluyen cloruro de zinc, óxido de zinc y sulfato de zinc. Los compuestos de zinc se usan ampliamente en la industria para hacer pintura, caucho, tinte, preservativos de madera y ungüentos.

EXPOSICIÓN AL ZINC

- El zinc se encuentra presente en pequeñas cantidades ingiriendo en las comidas y agua.
- Otra fuente es el agua contaminada, aquella agua que se encuentra cerca de los procesos de precipitación.
- Comiendo demasiados suplementos dietéticos que contienen zinc.
- Respirando partículas de zinc en los sitios industriales.

EFFECTO DEL ZINC EN LA SALUD

El zinc es un elemento esencial en nuestra dieta. Poco Zinc puede causar problemas de salud, pero demasiado Zinc también es dañino.

La concesión dietética recomendada (RDA) de zinc es 15 miligramos por día para los hombres (15 mg/day); 12 mg/day para las mujeres; 10 mg/day para los niños; y 5 mg/day para los infantes. No suficiente zinc en su dieta puede producir una pérdida de apetito, un sentido disminuido de sabor y olor, curaciones de la heridas lentas en la piel y un sistema inmunológico dañado. Hombres jóvenes que no consiguen bastante zinc pueden haber desarrollado órganos del sexo y el crecimiento lento pobremente. Si una mujer embarazada no consigue bastante zinc, sus bebés pueden tener el retraso de crecimiento.

El demasiado zinc, sin embargo, también puede estar dañando a su salud. Los efectos de daño de salud generalmente empiezan a los niveles de 10 a 15 veces el RDA (en los 100 a 250 mg/day). Comiendo cantidades grandes de zinc, incluso durante un tiempo corto, pueden causar calambres del estómago, la náusea, y vómitos. Ingeriendo por más tiempo, puede causar la anemia, daño del páncreas, y los más bajos niveles de colesterol.

A cantidades grandes de respiración de zinc (como polvo o humos) puede causar una enfermedad a corto plazo específica llamada la fiebre del humo metálico. Se cree que esto es una contestación inmune que afecta los pulmones y la temperatura del cuerpo. Nosotros no sabemos los efectos a largo plazo de respirar niveles altos de zinc.

No es conocido si los niveles altos de zinc afectan la reproducción humana o defectos en el embarazo. Ratas que se alimentaron con cantidades grandes de zinc se pusieron infecundas o tenían los bebés más pequeños. También se observó la irritación en la piel de conejos, cuyes, y ratones cuando expuesto a algunos compuestos de zinc. La irritación superficial probablemente ocurrirá en las personas

En resumen, la exposición a niveles altos de zinc ocurre principalmente de ingerir la comida o beber el agua o aire del lugar de trabajo contaminado. La exposición a las cantidades grandes de zinc puede ser dañosa. Sin embargo, el zinc es un elemento esencial para nuestros cuerpos, tan poco zinc también puede ser dañoso.

ANEXO D
RESPONSABILIDADES DE LA ORGANIZACIÓN DEL TPM2



Total Performance Management TPM2 Procesos

RESPONSABILIDADES

1) Comité Ejecutivo

Objetivo: Implementación de Actividades TPM² planeadas.

Líder: Gerente de Procesos.

- a) Establecer y aprobar políticas básicas, objetivos y metas.
- b) Aprobar plan maestro de implantación del TPM2.
- c) Supervisar y revisar los avances del plan maestro de implementación del TPM2.
- d) Revisión del progreso de manera permanente, formación e instrucción a los trabajadores.
- e) Aprobar acciones correctivas para solucionar problemas detectados durante la implementación.
- f) Aprobar recursos necesarios para la implementación del TPM2 aprobado por la Secretaría del TPM2.
- g) Brindar reconocimiento de logros obtenidos por el personal involucrado con el TPM2.
- h) Convocar y liderar las reuniones mensuales del comité ejecutivo.
- i) Actualizar pizarra con indicadores del comité Ejecutivo.

2) Comité Gerencial

Objetivo: Implementación de Actividades TPM² planeadas.

Líder: Superintendente.

- a) Establecer visión, misión, objetivos y metas de la implementación del TPM referidos a su radio de acción.
- b) Elaborar y monitorear el plan maestro de implementación del TPM2.
- c) Tomar medidas correctivas para solucionar problemas detectados durante la implementación.
- d) Convocar y liderar las reuniones quincenales del comité Gerencial.
- e) Brindar reconocimiento de los logros del personal involucrado con el TPM2.
- f) Implementar y actualizar pizarra con indicadores del comité Gerencial.

3) Comité Operacional del Mantenimiento Autónomo

Objetivo: Implementación de actividades del Mantenimiento Autónomo y Mejora Específica

Líder: Jefe General de Operaciones

- a) Establecer visión, misión, objetivos y metas del Mantenimiento Autónomo.
- b) Elaborar plan de implementación del Mantenimiento Autónomo.
- c) Supervisar la correcta aplicación de la metodología en su propia área y retroalimentar al personal.
- d) Seguimiento de las actividades de la implementación del TPM2.
- e) Organizar equipos de Mejora Específica.
- f) Brindar los recursos necesarios para que el personal implemente adecuadamente el Mantenimiento Autónomo y la Mejora Específica.
- g) Identificar dificultades en la implementación del MA y tomar acciones correctivas.
- h) Liderar resultados de los equipos autónomos de su área (controlar, impulsar, toma de decisiones, y seguimiento objetivos a obtener)

- i) Motivar a sus colaboradores para lograr su involucramiento y compromiso con el programa.
- j) Fomentar la replica horizontal de los logros entre todas las áreas.
- k) Convocar y liderar las reuniones semanales del comité Operacional.
- l) Actualizar pizarra con indicadores del comité Gerencial.
- m) Coordinar acciones con la secretaria correspondiente para la implantación del pilar MA.

4) Comité Operacional del Mantenimiento Planeado

Objetivo: Implementación de actividades del Mantenimiento Planeado y Mejora Específica.

Líder: Jefe General de Mantenimiento.

- a) Establecer visión, misión, objetivos y metas del Mantenimiento Planeado.
- b) Elaborar plan de implementación del Mantenimiento Planeado y participar en la elaboración del plan de implementación de Mejora Específica.
- c) Seguimiento de las actividades de la implementación del TPM2.
- d) Supervisar la correcta aplicación de la metodología en su propia área y retroalimentar a su personal.
- e) Organizar equipos de Mejora Específica.
- f) Autoevaluar los avances del Pilar, seguimiento de CPI y actualización de pizarra de mantenimiento planeado.
- g) Brindar los recursos necesarios para que el personal implemente adecuadamente el Mantenimiento Planeado y la Mejora Específica.
- h) Revisar problemas y dar instrucciones a equipos autónomos.
- i) Responsabilidad sobre los equipos autónomos de su área (controlar, impulsar, toma de decisiones, y seguimiento a objetivos).

- j) Motivar a sus colaboradores para lograr su involucramiento y compromiso con el programa, asegurando activa participación de los padrinos en los pequeños equipos autónomos.
- k) Fomentar la replica horizontal de los logros entre todas las áreas.
- l) Evaluar la implantación del Mantenimiento Planeado en su propia área funcional, proponiendo al Jefe General de Operaciones correspondiente los ajustes y/o mejoras que se requieran.
- m) Coordinar acciones con la secretaria correspondiente para la implementación del pilar MP.

5) **Pequeño Equipo Autónomo**

Objetivo: Implementación de actividades del Mantenimiento Autónomo y Mejora Específica

Líder: Supervisor de Operaciones

- a) Aplicar la metodología del Mantenimiento Autónomo:
 - i. Limpieza e inspección
 - ii. Identificar anomalías y reportarlas a través de tarjetas de anomalías
 - iii. Cumplir con el procedimiento de gestión de tarjetas
 - iv. Actualizar permanentemente la hoja Excel de gestión de tarjetas.
- b) Mantener actualizado la pizarra de la línea piloto, referido al Mantenimiento Autónomo.
- c) Informar avances de actividades TPM2 en los cambios de guardias:
 - i. Inspección con estándares provisorios.
 - ii. Análisis de tarjetas.
 - iii. Dictado de LPP's.

6) Secretaría Comité Gerencial TPM2

Objetivo: Implementar las actividades establecidas del programa TPM², de acuerdo a la metodología establecida

Líder: Coordinador TPM²

- a) Evaluar avances y problemática de la implantación en todas las áreas.
- b) Difundir a través de folletos, revistas, vitrinas, etc. las actividades realizadas del TPM2.
- c) Retroalimentar al Comité Ejecutivo y Gerencial sobre desviaciones al plan, así como sugerir acciones.
- d) Seguimiento del trabajo de los Sub Comités de Pilares de todas las áreas, para apoyar la implantación del TPM² de una manera estandarizada en todo Procesos y con ello lograr avances uniformes.
- e) Asesorar en la logística necesaria para los tableros de actividades
- f) Búsqueda constante de mejores prácticas TPM asegurando su replica horizontal en todas las áreas.

7) Secretaría del pilar de Mantenimiento Autónomo

Objetivo: Dar coaching en la aplicación del pilar de Mantenimiento Autónomo.

Líder: Metalurgista ó Supervisor

- a) La secretaría MA es totalmente autónoma en sus planificaciones y/o acciones.
- b) Asegurar el cumplimiento de las actividades diarias, semanales y mensuales del plan Maestro de Mantenimiento Autónomo.
- c) Capacitar al personal de su área funcional en conceptos y aplicación de la metodología del Mantenimiento Autónomo.
- d) Suministrar metodología.

- e) Evaluar la implementación del Mantenimiento Autónomo en su propia área funcional, proponiendo al Jefe General de Operaciones correspondiente los ajustes y/o mejoras que se requieran.
- f) Participar en los grupos de evaluación del Mantenimiento Autónomo, para medir resultados de la implementación de la metodología en áreas funcionales distintas a las suya (realizar evaluaciones “cruzadas”).
- g) Asegurar las facilidades necesarias para administrar el pilar de MA.
- h) Auditar semanalmente la actualización de las pizarras de los pequeños equipos autónomos, e informar inmediatamente al Jefe General de Operaciones.
- i) Reportar avance del plan de acción originada por la autoevaluación del pilar de MA.
- j) Coordinar constantemente todo0 de acción con la Secretaría del comité Gerencial.
- k) Participar en las reuniones mensuales de Líderes de MA, con el objetivo de compartir mejores prácticas, realizar trabajos en equipo y mostrar avance de la implementación.

8) Secretaría del pilar de Mantenimiento Planeado

Objetivo: Facilitar al comité operacional en la implementación del pilar MP, alcanzar “Cero Fallas”. Optimizar los indicadores críticos de Mantenimiento (Disponibilidad, MTBF, MTTR y Costos).

Líder: Planner de Mantenimiento.

- a) La secretaría MP es totalmente autónoma en sus planificaciones y/o acciones.
- b) Planificar actividades.
- c) Capacitar al personal de su área funcional en conceptos y aplicación de la metodología del Mantenimiento Planeado.

- d) Suministrar metodología.
- e) Ser promotor de las actividades y eventos relacionados con el programa de implementación.
- f) Hacer seguimiento a la implementación del TPM2.
- g) Evaluar la implementación del Mantenimiento Planeado en su propia área funcional, proponiendo al Jefe General de Mantenimiento correspondiente los ajustes y/o mejoras que se requieran.
- h) Participar en los grupos de evaluación del Mantenimiento Planeado, para medir los resultados de la implementación de la metodología en áreas funcionales distintas a las suya (realizar evaluaciones “cruzadas”).
- i) Asegurar la buena aplicación de la metodología TPM2, actualizando el Plan estratégico del área.
- j) Mantener actualizado la pizarra de gestión.
- k) Gestionar los CPI´s de Mantenimiento.
- l) Asegurar las facilidades necesarias para administrar el pilar de MP.
- m) Reportar avance del plan de acción originada por la autoevaluación del pilar de MP.
- n) Coordinar constantemente todo0 de acción con la Secretaría del comité Gerencial.
- o) Participar en las reuniones mensuales de Líderes de MP, con el objetivo de compartir mejores prácticas, realizar trabajos en equipo y mostrar avance de la implementación.

9) Secretaría del pilar de Mejora Específica

Objetivo: Optimización de procesos, eliminando las 16 pérdidas principales

Líder: Metalurgista

- a) La secretaría ME es totalmente autónoma en sus planificaciones y/o acciones.
- b) Instrucción sobre la práctica de “Mejora Específica”, y comprobación del progreso de las actividades de promoción.
- c) Revisar los problemas y dar coaching a grupos de círculos pequeños.
- d) Mantener pizarra de ME actualizada mensualmente.
- e) Orientar las mejoras a procesos con altas tasas de falla.
- f) Orientar las mejoras a disminuir las pérdidas de mayor impacto en el proceso.
- g) Asegurar las facilidades necesarias para administrar el pilar de ME.
- h) Reportar mensualmente el avance de implementación de los proyectos de mejora.
- i) Reportar avance del plan de acción originada por la autoevaluación del pilar de ME.
- j) Asegurar que TODOS los proyectos de mejora tengan un análisis CAPDo.
- k) Coordinar constantemente toda acción con la Secretaría del comité Gerencial.
- l) Participar en las reuniones mensuales de Líderes de ME, con el objetivo de compartir mejores prácticas, realizar trabajos en equipo y mostrar avance de la implementación.

10) Secretaría del pilar de Capacitación y Entrenamiento

Objetivo:

Desarrollar al personal de procesos en actividades TPM2, brindar el apoyo a los supervisores, líderes de los equipos, y colaboradores, en la implementación del TPM2 para el área de Procesos.

Líder: Instructor de Entrenamiento.

Tareas específicas a realizar de Lunes a Jueves.

- a) Actualizar los Jobs Charts y elaborar Matriz de Habilidades de Operaciones y Mantenimiento.
- b) Diagnóstico de habilidades del personal de Operaciones y Mantenimiento Procesos, a través de evaluaciones periódicas.
- c) Análisis de necesidades de entrenamiento del personal de operaciones y mantenimiento.
- d) Elaboración del programa de Entrenamiento, de acuerdo a la matriz de habilidades.
- e) Soporte en la elaboración y dictado de LPP's y manejo de la data respectiva.
- f) Evaluación en campo de las habilidades desarrolladas.
- g) Elaborar y actualizar la pizarra de Entrenamiento.
- h) Facilitar con la metodología de las cinco "S" en las áreas TPM.
- i) Participar en la aplicación del procedimiento de gestión de tarjetas. Facilitar al personal en la actualización de las pizarras de mantenimiento autónomo y mejora específica.
- j) Participar en la elaboración de los estándares provisorios.
- k) Motivar a sus colaboradores para lograr su involucramiento y compromiso con el programa.
- l) Participar en la validación, publicación y seguimiento de indicadores de desempeño.
- m) Documentar los avances de la implementación del pilar CE.

11) Padrino

Objetivo: Enseñar los principios de operación y funcionamiento de equipos y tareas de mantenimiento básico a Operadores.

Líder: Mantenedor

- a) Participar en el análisis de tarjetas.
- b) Decepcionar las tarjetas rojas y coordinar con el planner la programación de trabajos.
- c) Participar en la elaboración de estándares provisionarios.
- d) Elaborar LPP's.
- e) Participación activa en grupos de mejora (CAPDo).
- f) Entrenar actividades básicas de mantenimiento a los Operadores.
- g) Orientar la atención del pequeño equipo autónomo hacia los equipos de mayor índice de falla, teniendo como base la matriz modo de falla componente (MMFC).

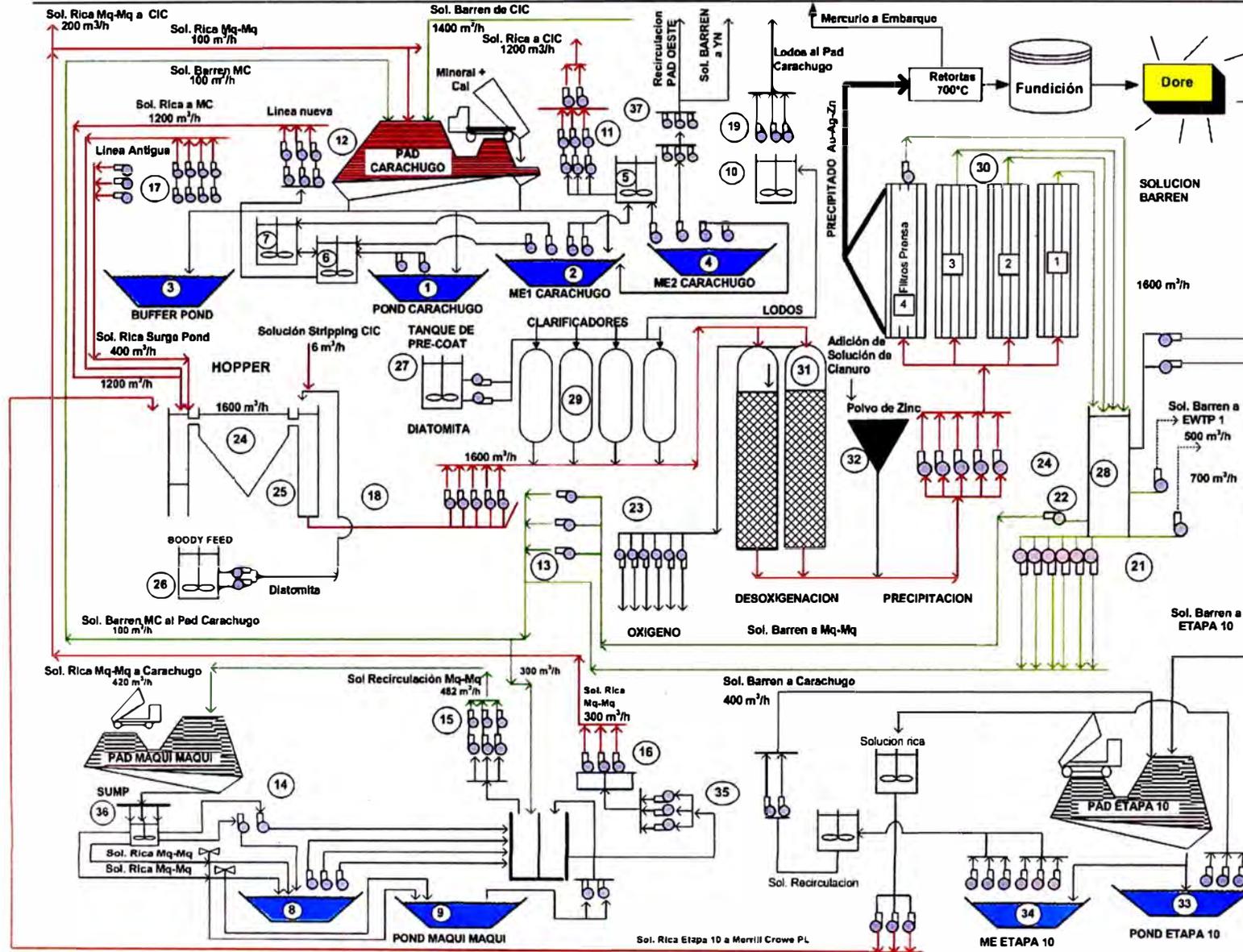
ANEXO E
ARBOL DE PÉRDIDAS DEL PROCESO MERRILL CROWE: RESULTADOS OBTENIDOS
A ENERO DEL 2007



Minera Yanacocha SRL
Planta de Procesos

FLWSHEET - PLANTA DE PROCESOS - 2006

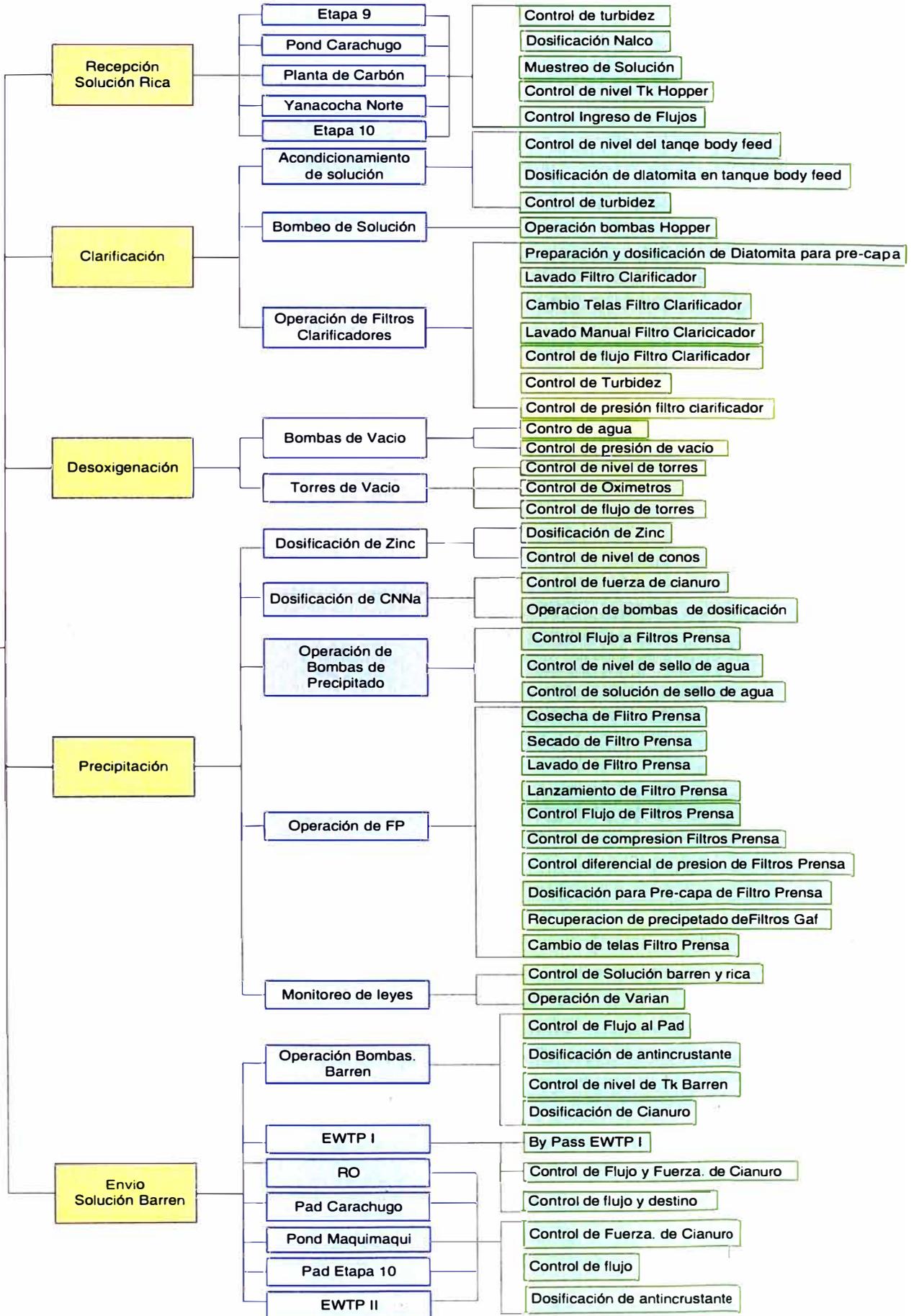
PAMPA LARGA 1600 m³ / h

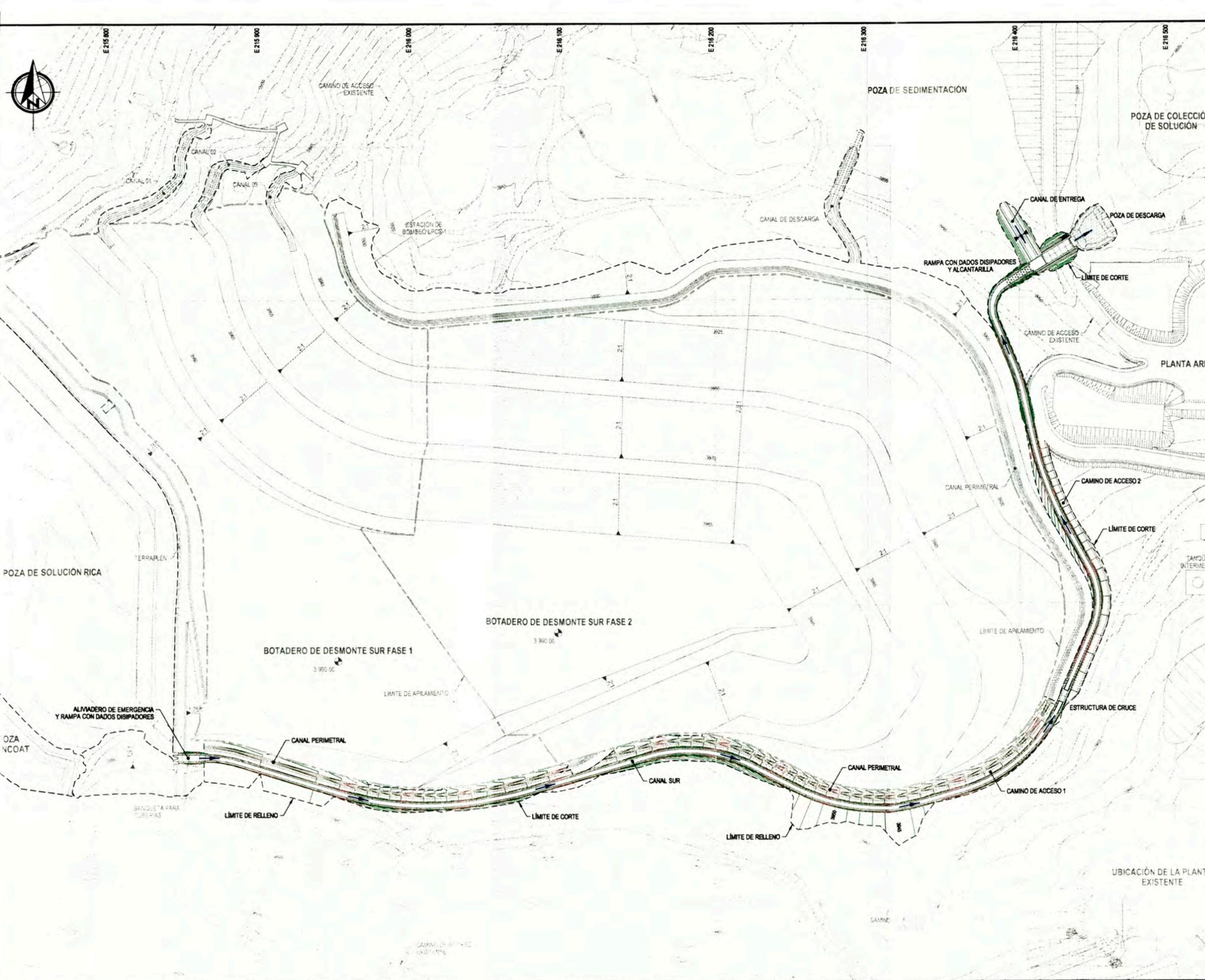


LEYENDA

01. POZA DE OPERACIONES ETAPA 10
02. POZA DE MENORES EVENTOS I CARACHUGO
03. POZA DE SURGE POND CARACHUGO
04. POZA DE MENORES EVENTOS II CARACHUGO
05. TANQUE DE CIRCULACION CARACHUGO
06. TANQUE PULMON CARACHUGO
07. TANQUE DE INTERCONEXION CARACHUGO
08. POZA DE OPERACIONES MAQUI MAQUI
09. POZA DE MENORES EVENTOS MAQUI MAQUI
10. TANQUE DE LODOS
11. BOMBAS DE SOLUCION RICA A CIC PL
12. BOMBAS DE SOLUCION RICA CARACHUGO
13. BOMBAS DE SOLUCION RICA SURGE POND
14. BOMBAS DE SOLUCION RICA MAQUI MAQUI
15. BOMBAS DE RECIRCULACION MAQUI MAQUI
16. BOMBAS BOOSTER A PLANTA MAQUI MAQUI
17. BOMBAS BOOSTER A MAQUI MAQUI
18. BOMBAS HOPPER
19. BOMBAS HORIZONTALES DE LODO
20. BOMBAS DE PRECIPITADO
21. BOMBAS BARREN PARA CARACHUGO
22. BOMBAS BARREN MAQUI MAQUI
23. BOMBAS DE VACIO
24. TANQUE HOPPER
25. TANQUE DOSIFICADOR DE DIATOMITA.
26. TANQUE BODY FEED
27. TANQUE PRE-COAT
28. TANQUE BARREN
29. FILTROS CLARIFICADORES
30. FILTROS PRENSA
31. TORRES DE VACIO
32. CONO DE ZINC
33. POZA DE OPERACIONES ETAPA 10
34. POZA DE MENORES EVENTOS ETAPA 10
35. BOMBAS INTERMEDIAS Mq - Mq
36. BANDEJA SUMP
37. BOMBAS DE INTERCONECTADO YN

MERRILL CROWE





LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE (VER NOTA 1)
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LA CIMENTACIÓN
- CAMINO DE ACCESO EXISTENTE
- LÍMITE DE CORTE O RELLENO
- LÍNEAS DE DISEÑO
- SENTIDO DE FLUJO
- ELEVACIÓN (mnm)
- INSTALACIONES EXISTENTES
- LÍMITE DE APILAMIENTO
- GEOCELDA
- GAVIONES

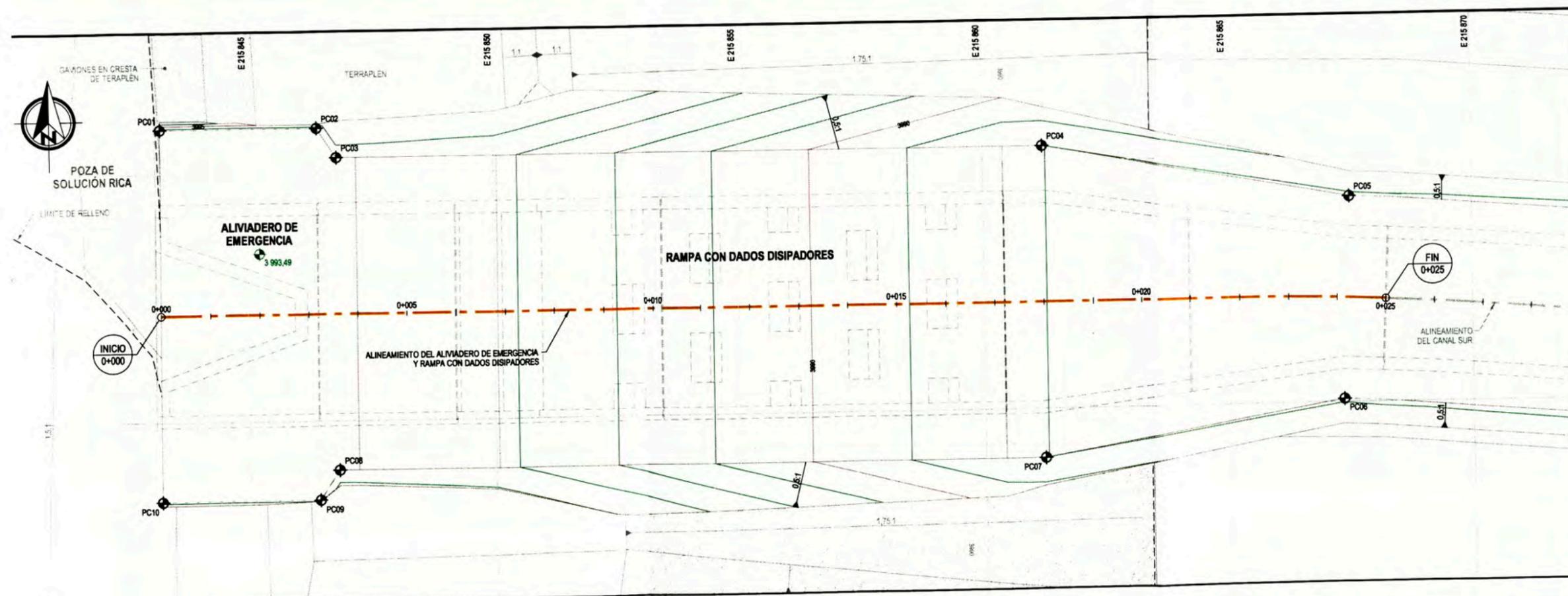
NOTAS:

- LA BASE TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR EL PROPIETARIO.

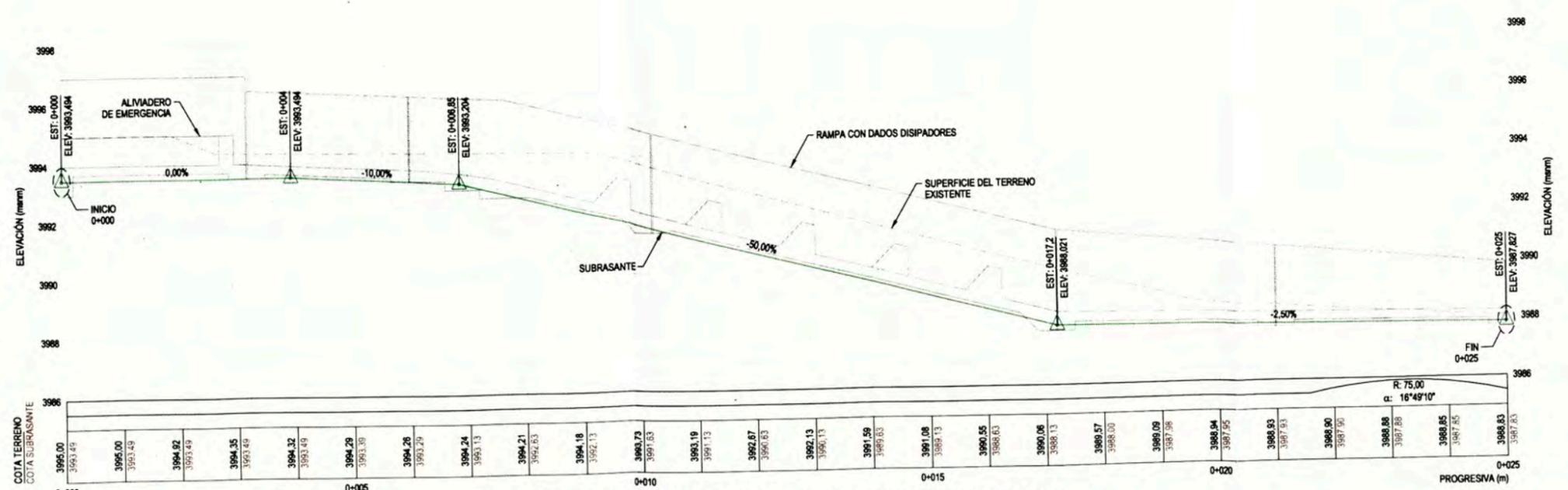
MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A.
 MINA PIERINA
 ALVIADERO DE EMERGENCIA Y CANAL SUR
 INGENIERÍA DE DETALLE

TÍTULO:
ARREGLO GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS

PROYECCIÓN:	UTM ZONA 18S	ESCALA:	1/1 250	FORMATO:	A1				
DATUR:	PSAD56	ANEXO:	ANEXO 3.1						
REF	PLANO No.	PLANO DE REFERENCIA	No	POR	FECHA	DETALLES DE REVISIÓN	REV	ING	APRO
					2014				



ALVIADERO DE EMERGENCIA Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES ESCALA: 1:50



ALVIADERO DE EMERGENCIA Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES - PERFIL LONGITUDINAL ESCALA H: 1:50 ESCALA V: 1:100

LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE (VER NOTA 1)
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS
- LÍMITE DE CORTE O RELLENO
- LÍNEAS DE DISEÑO
- PUNTOS DE CONTROL (VER TABLA N° 1)
- ELEVACIÓN (mm)
- ALINEAMIENTO DEL ALVIADERO DE EMERGENCIA Y DE LA RAMPA CON DADOS DISIPADORES
- SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE (SÓLO EN EL PERFIL)
- SUBRASANTE (SÓLO EN EL PERFIL)
- PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL - PVI (SÓLO EN EL PERFIL)
- ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA CIMENTACIÓN (SÓLO EN EL PERFIL)
- ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE NIVELADA DE LA SUBRASANTE (SÓLO EN EL PERFIL)
- GAVIONES
- ENROCADO

TABLA N° 1
ALVIADERO DE EMERGENCIA Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES
CUADRO DE COORDENADAS

PUNTOS DE CONTROL	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
PC01	8 952 305,90	215 843,21	3 993,49
PC02	8 952 305,90	215 846,41	3 993,49
PC03	8 952 305,30	215 846,81	3 993,49
PC04	8 952 305,30	215 861,21	3 988,00
PC05	8 952 304,16	215 867,48	3 987,85
PC06	8 952 300,06	215 867,34	3 987,85
PC07	8 952 299,00	215 861,21	3 988,00
PC08	8 952 299,00	215 846,81	3 993,49
PC09	8 952 296,40	215 846,41	3 993,49
PC10	8 952 296,40	215 843,21	3 993,49

NOTAS:
1. LA BASE TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR EL PROPIETARIO.

MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A.
MINA PIERINA
ALVIADERO DE EMERGENCIA Y CANAL SUR
INGENIERIA DE DETALLE

TÍTULO:
ALVIADERO Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES
ALINEAMIENTO Y PERFIL LONGITUDINAL

PROYECCIÓN:	UTM ZONA 18S	ESCALA:	INDICADA	FORMATO:	A1
DATE:	PSAD56	ANEXO:	ANEXO 3.2		

REF	PLANO No.	PLANO DE REFERENCIA	No	POR	FECHA	DETALLES DE REVISIÓN	REV	ING	APRO
					2014				

LEYENDA



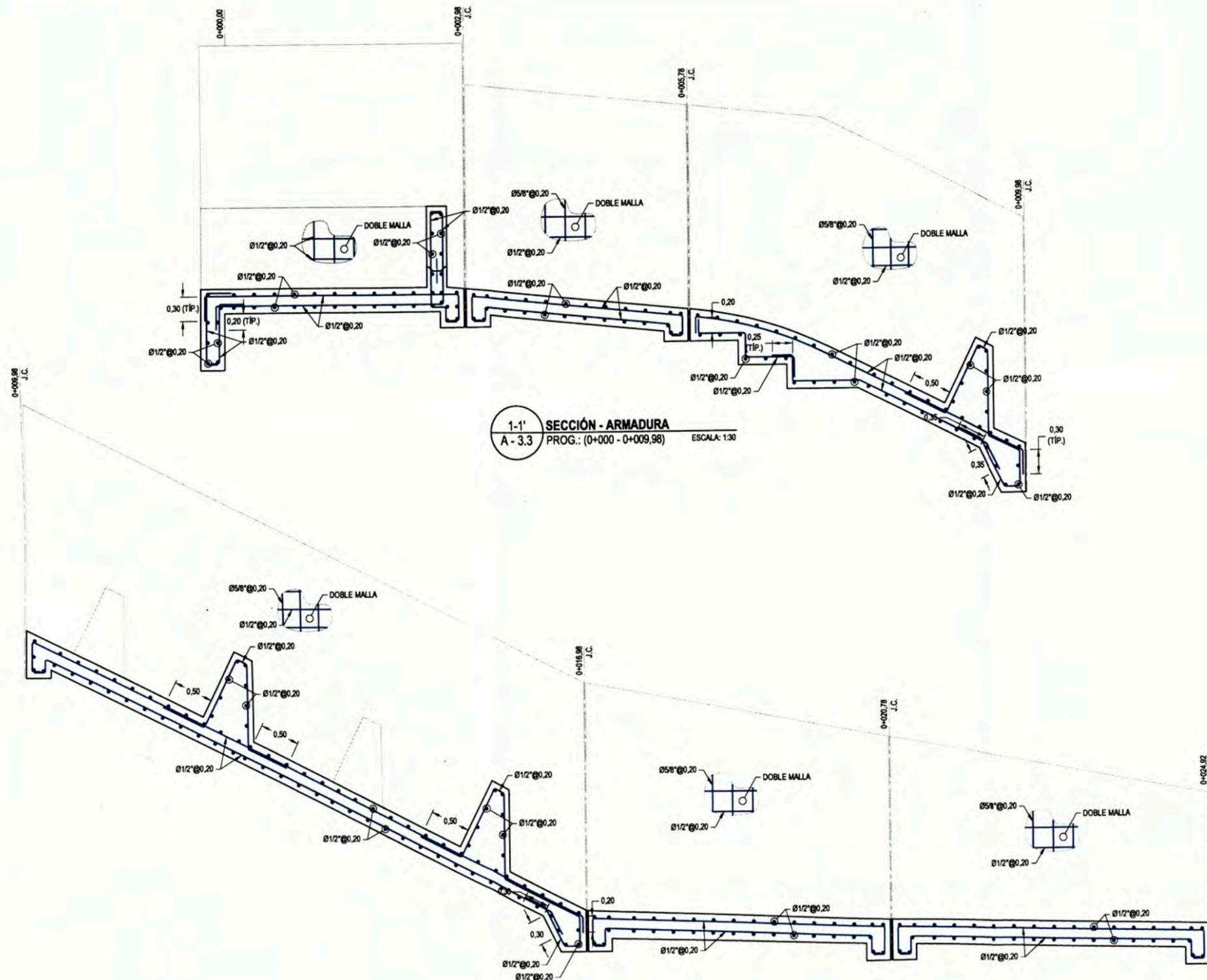
ACERO ESTRUCTURAL

NOTAS:

1. J.C. = JUNTA DE CONSTRUCCIÓN.

ACERO DE REFUERZO:

2. TODO REFUERZO DEBERÁ DOBLARSE EN FRÍO. EL REFUERZO PARCIALMENTE EMBEBIDO DENTRO DEL CONCRETO NO DEBERÁ DOBLARSE, EXCEPTO CUANDO ASÍ SE INDIQUE EN LOS PLANOS DE DISEÑO O LO AUTORICE EL INGENIERO CQA.
3. EN EL MOMENTO DE COLOCAR EL CONCRETO, EL REFUERZO DEBERÁ ESTAR LIBRE DE ACEITES U OTROS RECUBRIMIENTOS QUE PUEDAN AFECTAR ADVERSAMENTE SU CAPACIDAD DE ADHERENCIA.
4. EL REFUERZO SE COLOCARÁ RESPETANDO LOS RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS. EL REFUERZO DEBERÁ ASEGURARSE DE MANERA QUE DURANTE EL VACIADO NO SE PRODUZCAN DESPLAZAMIENTOS QUE SOBREPASEN LAS DISTANCIAS PERMISIBLES.
5. EL ESPACIAMIENTO LIBRE ENTRE BARRAS PARALELAS DE UNA MISMA CAPA DEBERÁ SER MAYOR O IGUAL A SU DIÁMETRO, A 2,5 cm Y A 1,3 VECES DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GUESO.
6. EN NINGÚN CASO SE COLOCARÁ TRASLAPES HORIZONTALES Y VERTICALES MENORES A 0,60.
7. EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CONCRETO AL REFUERZO SERÁ DE 7 cm Y SERÁ MEDIDO DESDE EL BORDE EXTERIOR DE LA BARRA DE REFUERZO HACIA EL ENCOFRADO.



1-1' SECCIÓN - ARMADURA
A - 3.3 PROG.: (0+000 - 0+009,98) ESCALA: 1:30

1-1' SECCIÓN - ARMADURA
A - 3.3 PROG.: (0+009,98 - 0+024,92) ESCALA: 1:30

MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A.
MINA PIERINA
ALVIADERO DE EMERGENCIA Y CANAL SUR
INGENIERÍA DE DETALLE

TÍTULO:
**ALVIADERO Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES
DETALLES DE ARMADURA**

PROYECCIÓN:	UTM ZONA 18S	ESCALA:	1/30	FORMATO:	A1
REF:	PLANO No.	PLANO DE REFERENCIA	No	FOR	FECHA
					2014
					DETALLES DE REVISIÓN
					REV
					ING
					APRO
DATUM:	PSAD56	ANEXO:	ANEXO 3.4		

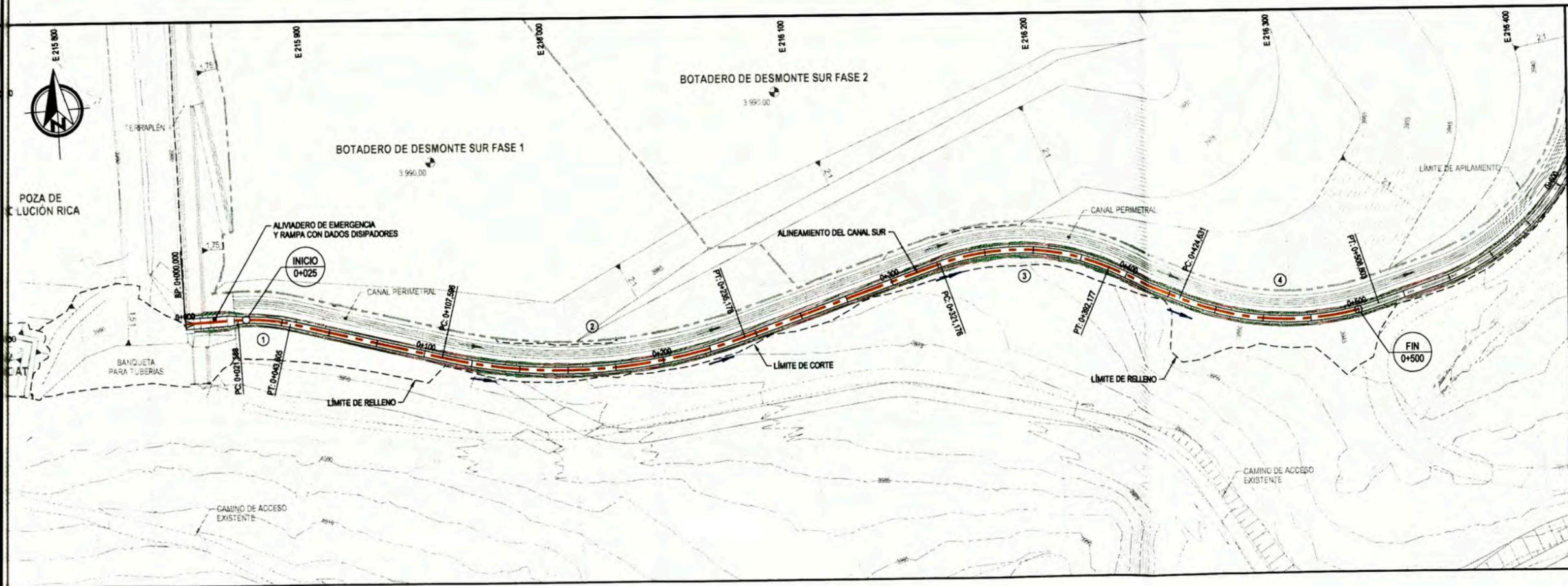
ÁRBOL DE PÉRDIDAS (OPORTUNIDADES) MERRILL CROWE

PROCESO	SUB - PROCESO	ACTIVIDAD	N°	DESCRIPCION DE LA PERDIDA	Unid. Medida	Cantidad	US\$/año	
MERRIL CROWE 167002	Recepción de Solución Rica 41545	Bombeo de Ponds 41545	12	Costo de energía por rebombeo de solución de rebose	m3	438000	14200	
			1	Incremento consumo diatomita Body feed	bolsas diatomita	1344	12096	
			3	Reducción ciclo operativo Filtros Prensa	# cosechas adicionales	30	10719	
				14	Baja de la Eficiencia por ingreso de oxígeno al sistema	cosechas adicionales	12	4530
			Acondicionamiento de Solución 0					
	Clarificación 59495	Bombeo de solución 3500	Operación de filtros clarificadores 55995	25	Pérdidas de flujo por paradas no programadas	\$	1	3500
				36	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa con turbidez si no se cambian telas clarificador	horas	72	11434
		37	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa con turbidez si se colocan mal las telas del clarificador	horas	72	11434		
		41	Pérdida de flujo por no controlar el flujo mínimo de clarificador	horas	6	7755		
		42	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa si la turbidez de salida clarificador es mayor a 0.5 ntu	saturationes	12	7622		
		44	Mayor frecuencia de cosechas	cosechas adicionales	15	5359		
		43	Baja la ley del precipitado por mayor contenido de insolubles	cosechas adicionales	12	4288		
		33	Aumento de ley de barren por mal lanzamiento de filtro	N° de malos lanzamientos	52	3246		
		40	Pérdida de flujo por parada de mantenimiento no programado	horas	32	2541		
				34	Mayor consumo de zinc por aumento de barren	Kg	619	2316
Desoxigenación 4265	Bombas de vacío 2000	Torres de vacío 2265	48	Daño a la bomba de vacío por falta de agua, desgaste de rotor, eje y carcasa	\$	1	2000	
			55	Pérdida de eficiencia por aumento de ley de barren debido a muy alto nivel de torre	horas	12	2265	
				68	Aumento de consumo de zinc por manipulación para llenado de conos	Kg	913	3413
Precipitación 43683	Operación de bombas de precipitado 11756	Operación de filtros prensa 0	62	Pérdida de eficiencia por aumento de ley de barren por poca dosificación de zinc	horas	24	3020	
			70	Mayor consumo de cianuro por exceso de dosis de cianuro	Kg	13418	25494	
				76	Pérdida de eficiencia por aumento de ley de barren por no controlar flujo adecuado durante operación	horas	48	6040
				75	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa	horas	72	5717
			Monitoreo de leyes 0					
	Envío Solución Barren 4000	Operación Bombas Barren 4000	102	Si el nivel es bajo, daño a los equipos	\$	1	4000	
	Disponibilidad de planta 14015	Control de disponibilidad de planta 14015	115	Horas programadas	m3	17651	14015	
TOTAL						167002		

PROCESO MERRILL CROWE - PROCESOS PAMPA LARGA
ÁRBOL DE PÉRDIDAS (MEDICIÓN DE LAS PÉRDIDAS A ENERO DEL 2007)

PROCESO	SUB - PROCESO	ACTIVIDAD	N°	DESCRIPCION DE LA PERDIDA	Unid. Medida	GAP	US\$/año	Meta a 1 año	Pérdida medida Enero 2007		
	Recepción de Solución Rica 41545	Bombero de Ponds 41545	12	Costo de energia por rebombero de solución de rebose	m3	14200	14200	9940	11360	80%	
			1	Incremento consumo diatomita Body feed	bolsas diatomita	12096	12096	8467	6653	55%	
			3	Reducción ciclo operativo Filtros Prensa	# cosechas adicionales	10719	10719	7503	8039	75%	
			14	Baja de la Eficiencia por ingreso de oxigeno al sistema	cosechas adicionales	4530	4530	3171	2038	45%	
			Acondicionamiento de Solución 0								
	Clarificación 59495	Bombero de solución 3500	Operación de filtros clarificadores 55995	25	Pérdidas de flujo por paradas no programadas	\$	3500	3500	2450	3500	100%
				36	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa con turbidez si no se cambian telas clarificador	horas	11434	11434	8003	6860	60%
				37	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa con turbidez si se colocan mal las telas del clarificador	horas	11434	11434	8003	2287	20%
				41	Pérdida de flujo por no controlar el flujo minimo de clarificador	horas	7755	7755	5429	3878	50%
				42	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa si la turbidez de salida clarificador es mayor a 0.5 ntu	saturationes	7622	7622	5336	3430	45%
				44	Mayor frecuencia de cosechas	cosechas adicionales	5359	5359	3752	5359	100%
				43	Baja la ley del precipitado por mayor contenido de insolubles	cosechas adicionales	4288	4288	3001	4288	100%
				33	Aumento de ley de barren por mal lanzamiento de filtro	N° de malos lanzamientos	3246	3246	2272	1461	45%
				40	Pérdida de flujo por parada de mantenimiento no programado	horas	2541	2541	1779	2033	80%
34				Mayor consumo de zinc por aumento de barren	Kg	2316	2316	1621	1505	65%	
MERRIL CROWE 167002	Desoxigenación 4265	Bombas de vacío 2000	48	Daño a la bomba de vacío por falta de agua, desgaste de rotor, eje y carcasa	\$	2000	2000	1400	2000	100%	
			Torres de vacío 2265	55	Pérdida de eficiencia por aumento de ley de barren debido a muy alto nivel de torre	horas	2265	2265	1585	2265	100%
	Dosificación de Zinc 6433	Dosificación de Zinc 6433		68	Aumento de consumo de zinc por manipulación para llenado de conos	Kg	3413	3413	2389	3413	100%
			62	Pérdida de eficiencia por aumento de ley de barren por poca dosificación de zinc	horas	3020	3020	2114	3020	100%	
		Dosificación de CNNA 25494	70	Mayor consumo de cianuro por exceso de dosis de cianuro	Kg	25494	25494	17846	19121	75%	
Precipitación 43683	Operación de bombas de precipitado 11756	Operación de bombas de precipitado 11756	76	Pérdida de eficiencia por aumento de ley de barren por no controlar flujo adecuado durante operación	horas	6040	6040	4228	2114	35%	
			75	Pérdida de flujo por saturación de filtro prensa	horas	5717	5717	4002	3430	60%	
				Operación de filtros prensa 0							
		Monitoreo de leyes 0									
Envío Solucion Barren 4000	Operación Bombas Barren 4000	102	Si el nivel es bajo: daño a los equipos	\$	4000	4000	2800	4000	100%		
Disponibilidad de planta 14015	Control de disponibilidad de planta 14015	115	Horas programadas	m3	14015	14015	9811	8409	60%		
TOTAL							167002	116902	110462	66%	
							Sin TPM2	Meta	Con TPM2		

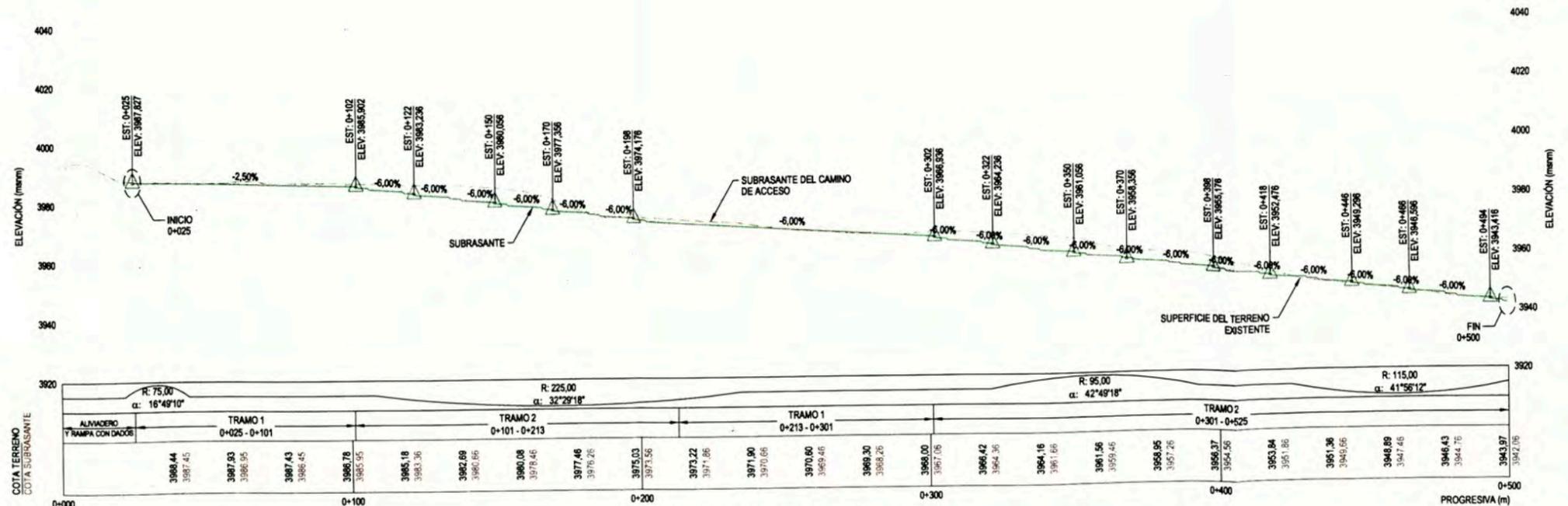
ANEXO F
MATRICES DE HABILIDADES DEL PERSONAL (OPERACIONES Y MANTENIMIENTO)



- LEYENDA**
- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE (VER NOTA 1)
 - CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS
 - CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DE LAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS
 - CAMINO DE ACCESO EXISTENTE
 - LÍMITE DE CORTE O RELLENO
 - LÍNEAS DE DISEÑO
 - SENTIDO DE FLUJO
 - CURVA HORIZONTAL
 - ELEVACIÓN (msnm)
 - INSTALACIONES EXISTENTES
 - LÍMITE DE APILAMIENTO
 - ALINEAMIENTO DEL CANAL SUR
 - SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE (SÓLO EN EL PERFIL)
 - SUBRASANTE DEL CAMINO DE ACCESO (SÓLO EN EL PERFIL)
 - SUBRASANTE (SÓLO EN EL PERFIL)
 - PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL - PVI (SÓLO EN EL PERFIL)
 - ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA CIMENTACIÓN (SÓLO EN EL PERFIL)
 - ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE NIVELADA DE LA SUBRASANTE (SÓLO EN EL PERFIL)
 - GAVIONES

NOTAS:
 1. LA BASE TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR EL PROPIETARIO.

CANAL SUR - PLANTA
 ESCALA: 1:1 000

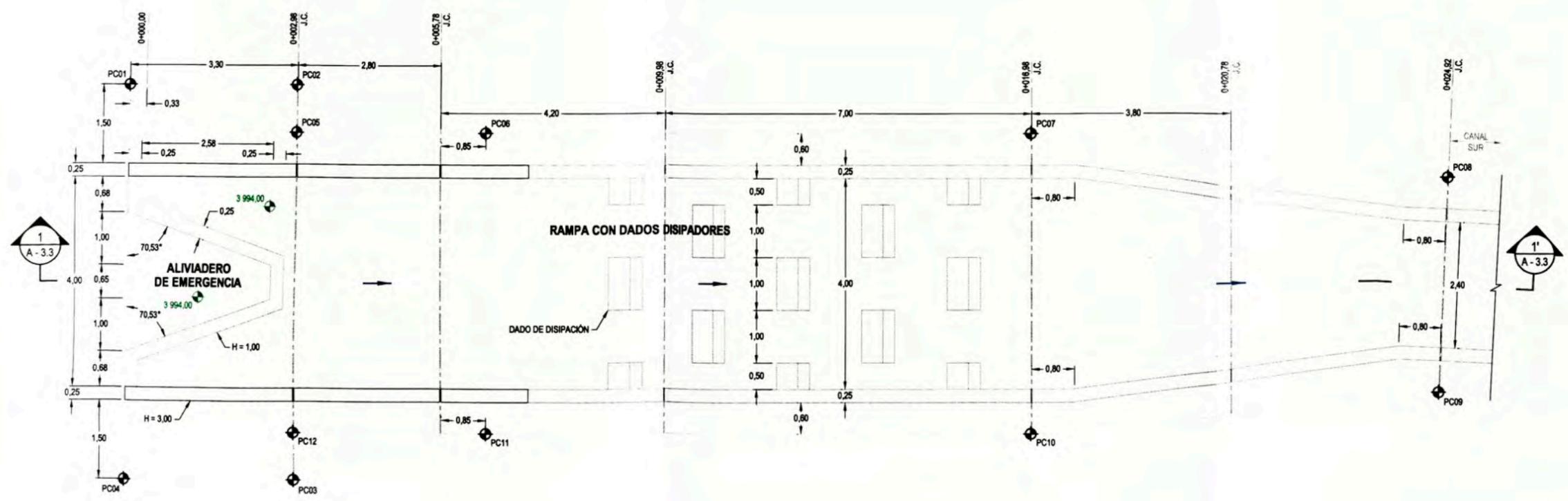


CANAL SUR - PERFIL LONGITUDINAL
 ESCALA: 1:1 000

MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A.
 MINA PIERINA
 ALVIADERO DE EMERGENCIA Y CANAL SUR
 INGENIERÍA DE DETALLE

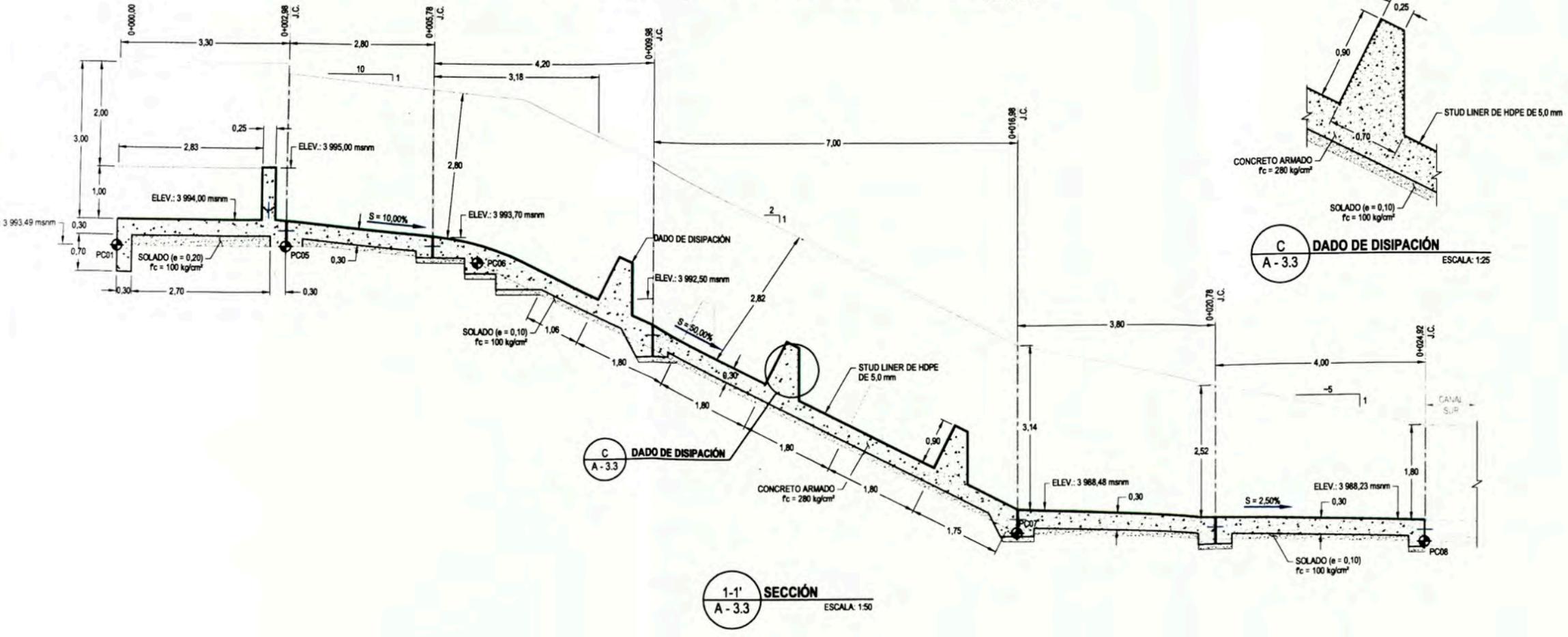
TÍTULO:
CANAL SUR
ALINEAMIENTO Y PERFIL LONGITUDINAL

PROYECCIÓN:	UTM ZONA 18S	ESCALA:	1/1 000	FORMATO:	A1
FECHA:	2014	ANEXO:	ANEXO 3.5		
REF.	PLANO No.	PLANO DE REFERENCIA	No	POR	FECHA
					DETALLES DE REVISIÓN
					REV
					ING
					APRO
					DATUM:
					PSAD56



ALVIADERO DE EMERGENCIA Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES - PLANTA

ESCALA: 1:50



1-1' SECCIÓN

A - 3.3 ESCALA: 1:50

LEYENDA

- SUPERFICIE DE NIVELACIÓN (SUBRASANTE)
- STUD LINER DE HDPE DE 5.0 mm
- PC01 3 994.00 PUNTOS DE CONTROL (VER TABLA N° 1)
- 3 994.00 ELEVACIÓN (msnm)
- SENTIDO DE FLUJO
- CONCRETO
- SOLADO

TABLA N° 1 ALVIADERO DE EMERGENCIA Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES CUADRO DE COORDENADAS

PUNTOS DE CONTROL	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
PC01	8 952 305,90	215 843,11	3 993,49
PC02	8 952 305,90	215 846,40	3 993,49
PC03	8 952 296,40	215 846,40	3 993,49
PC04	8 952 296,40	215 843,11	3 993,49
PC05	8 952 305,00	215 846,40	3 993,49
PC06	8 952 305,00	215 850,07	3 993,20
PC07	8 952 305,00	215 860,40	3 988,04
PC08	8 952 304,13	215 868,29	3 987,83
PC09	8 952 300,03	215 868,10	3 987,83
PC10	8 952 299,30	215 860,40	3 988,04
PC11	8 952 299,30	215 850,07	3 993,20
PC12	8 952 299,30	215 846,40	3 993,49

NOTAS:

1. HDPE = POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.
 J.C. = JUNTA DE CONSTRUCCIÓN (e = 25 mm).
 e = ESPESOR.
 H = ALTURA.
 S = PENDIENTE.

MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A.

MINA PIERINA
 ALVIADERO DE EMERGENCIA Y CANAL SUR
 INGENIERÍA DE DETALLE

TÍTULO:
ALVIADERO Y RAMPA CON DADOS DISIPADORES PLANTA - PERFIL

PROYECCIÓN:	UTM ZONA 18S	ESCALA:	1/50	FORMA TO:	A1
DATUM:	PSAD56	ANEXO:	ANEXO 3.3	REV	ING
REF	PLANO No.	PLANO DE REFERENCIA	No	POR	FECHA
					2014
					DETALLES DE REVISIÓN
					APRO

ANEXO G
FORMATOS DE AUDITORIAS DE LOS PILARES DEL TPM2



EVALUACIÓN MEJORA ENFOCADA

Yanacocha

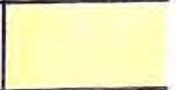
Ciclo de Mejora CAPDo

ÁREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 pts.</i>	<i>Más de 85 pts.</i>	<i>Más de 80 pts.</i>
FECHA:	<i>Responsables</i>	<i>Responsable</i>	<i>Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoria	Malo 1 Pto.	Pobre 2 Ptos.	Regular 3 Ptos.	Bueno 4 Ptos.	Excelente 6 Ptos.	Observaciones
1. Estructura de las Perdidas	¿Hay un sistema de captura de ideas definido (LPP's caso de mejora, Fallas graves, Arbol de Perdi ds, etc)?						
	¿Son analizadas y verificas por los mismos operadores y/o mantenedores, en campo?						
2. Procesos de Mejoria y Beneficios	¿Es usado algun procesos de analisis (CAPDo)?						
	¿Hay recursos disponibles para el analisis de las mejoras? ¿El proceso es facilitado por un Lider?						
	¿Los beneficios de las mejoras son tangibles?						
	¿Estos beneficios son publicados para todo el personal en la pizarra de ME?						
	¿Las reducciones que son claras estan alineadas al objetivo de la Planta?						
	¿Se puede notar una mejora en los Indicadores de Desempeño (P, Q, C, D,S, M)?						
3. Grupos Kaizen y Herramientas usadas	¿Todas la ideas de mejora han sido evaluadas en cuanto a riesgos?						
	¿Los grupos Kaizen se reunen periodicamente para hacer sus analisis? ¿Los grupos Kaizen estan compuestos por personal de Operaciones y Mantenimiento?						
	¿Se tiene metas claras para cada grupo Kaizen?						
	¿Se dispone de formatos para las distintas herramientas a usar?						
	¿Se usan frecuentemente herramientas como 5W+1H, Why why, Causa efecto, Anàlisis PM, etc?						
4. Implementación de las mejoras	¿Son las mejoras implementadas por los mismo creadores? ¿Existe una participación de las Jefaturas?						
	¿Existen problemas de habilidad y/o competencias para implementar las mejoras propuestas?						
	¿Las mejoras implementadas terminan en Instrucciones para el equipos mejorado, LPP's, Estàndares, etc?						
5. Chequear resultados y consolidar beneficios	¿Se hacen seguimientos a las mejoras en proceso (3W's)?						
	¿Si no se llega al objetivo se empieza de nuevo con el análisis?						
	¿Se han definido estàndares de control para sostener los resultados de las mejoras implementadas?						
	¿Se retroalimenta el programa de mantenimiento preventivo con la informaciòn conseguida (Replica horizontal)?						

Elaborado por: Richard Cusi
 Revisado por:
 Apobado por:

TOTAL





EVALUACIÓN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO



Paso 1: Limpieza Inicial

ÀREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 pts.</i>	<i>Más de 85 pts.</i>	<i>Más de 80 pts.</i>
FECHA: .....	..... <i>.Responsables</i>	..... <i>Responsable</i>	..... <i>..Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoria						Observaciones
		Malo 1 Pto.	Pobre 2 Ptos.	Regular 3 Ptos.	Bueno 4 Ptos.	Excelente 5 Ptos.	
1. Estado Actual de la Implementación del TPM2	¿TPM ha sido bien comprendido y todos los miembros participan en las actividades? <i>(En esta opción multiplicar el resultados por 10)</i>						
2. Eliminación del polvo, la Suciedad y los desechos.	¿El piso está libre de polvo, tierra, manchas de aceite, rebaba, piezas rotas, tuercas y tornillos sueltos?						
	¿Hay objetos innecesarios en la Planta? ¿Están las cosas en su lugar como los elementos de limpieza y herramientas?						
	¿Hay partes sueltas, flojas o excesivamente desgastadas o cableado eléctrico suelto?						
3. Descubrir todas las anomalías en equipos	¿Las anomalías son reportadas usando herramientas de Gestión Visual (Tarjetas de Anomalías)? ¿Se analizan las anomalías?						
	¿Se comparten formas de reconocer anomalías con los LPP's (Caso Problema, Caso de Mejora o Conocimiento Básico)?						
	¿Se reportan Fuentes de Anomalías (Fuentes de Suciedad / Lugares de Difícil Acceso)?						
4. Corregir las pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo	¿Son levantadas las anomalías pequeñas (Tarjetas azules) por los propios reportantes? ¿Son transmitidas estos conocimientos?						
	¿Se ha considerado la Lubricación y el Ajuste de pernos una parte importante dentro de los equipos de la Planta?						
	¿El personal de Planta ha sido considerado dentro de un Plan de Entrenamiento en Habilidades Básicas de Mantenimiento?						
	¿Se han logrado establecer y/o conocer las Condiciones Básicas de los Equipos de la Planta?						
6. Preparar plan de acción	¿Hay algún plan de acción para el desarrollo paso a paso?						
	¿Se ha preparado la iniciación del paso 2 y se han asignado claramente responsabilidades?						
Elaborado por: Richard Cusi Revisado por: Apobado por:		TOTAL					



EVALUACIÓN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Paso 2: Eliminar Fuentes de Contaminación y Fuentes de Contaminación



ÁREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 pts.</i>	<i>Más de 85 pts.</i>	<i>Más de 80 pts.</i>
FECHA:	<i>..Responsables</i>	<i>Responsable</i>	<i>..Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoría	Malo	Pobre	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
		1 Pto.	2 Ptos.	3 Ptos.	4 Ptos.	5 Ptos.	
1. Cumplimiento y Sostenibilidad de Paso 1	¿El nivel de limpieza es bueno y logra mantenerse? <i>(En esta opción multiplicar el resultados por 10)</i>						
	¿Se listaron y comprobaron en campo la naturaleza de contaminación (tipo, como y donde se generan)?						
2. Identificar y Eliminar las Fuentes de fugas y derrames	¿Se reunieron datos cuantitativos sobre las cantidades de fugas, derrames, y otras contaminaciones (esto ayuda a comprender la importancia de la medición)?						
	¿Se rastrea las fuentes de contaminación hasta su fuente de origen? ¿Se tiene un Flow Card de los puntos de Contaminación de la Planta?						
	¿Se han tomado acción persistente sobre las Fuentes de Contaminación a través de Mejoras?						
	¿Se han formado grupos Kaizen para analizar las fuentes críticas?						
3. Reducción del tiempo de trabajo, mejorando la accesibilidad a los equipos	¿Se han reducido los tiempos de Limpieza en equipos críticos?						
	¿Se han reducido los tiempos de Inspección?						
	¿Se han simplificado las tareas de Lubricación? ¿Se han identificado (rotalado) los puntos de lubricación de los equipos en campo?						
	¿Se han elaborado Estandares Provisorios de Limpieza, Inspección y Lubricación para los equipos?						
	¿Las Mejoras son implementadas por todas las guardias 4x4? ¿Se hace la replica horizontal?						
6. Preparar plan de acción	¿La elección y confección de los puntos a chequear se realizaron de manera autónoma?						
	¿Se están implementando mejoras para reducir y facilitar las actividades?						
	¿Las actividades se cumplen de acuerdo a las frecuencias preestablecidas?						
Elaborado por: Richard Cusi Revisado por: Apobado por:		TOTAL					



EVALUACIÓN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Paso 3: Establecer Estándares de Limpieza, Inspección y Lubricación

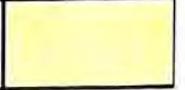


ÁREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 ptos.</i>	<i>Más de 85 ptos.</i>	<i>Más de 80 ptos.</i>
FECHA:	<i>..Responsables</i>	<i>Responsable</i>	<i>..Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoria	Malo 1 Pto.	Pobre 2 Ptos.	Regular 3 Ptos.	Bueno 4 Ptos.	Excelente 5 Ptos.	Observaciones
1. Cumplimiento y Sostenibilidad de Paso 2	¿El control sobre las Fuentes de Contaminación y Lugares de Difícil Acceso, es sostenible? <i>(En esta opción multiplicar el resultados por 10)</i>						
	¿Los estándares provisorios están confeccionados de acuerdo a las habilidades de los operadores?						
2. Estándares provisorios de Limpieza, Lubricación e Inspección.	¿Están especificados correctamente los distintos puntos de limpieza, inspección y lubricación?						
	¿Los métodos y herramientas a utilizar están claramente señalados?						
	¿Los tiempos y frecuencias son correctos?						
	¿Las planillas (estándares) y materiales (lubricantes, elementos de limpieza, etc.) se encuentran disponibles en el momento de utilizarse?						
	¿Existe un método de registro de las actividades?.						
3. Introducción de Controles Visuales	¿Los equipos se encuentran rotulados con su nombre y código para una identificación inmediata?						
	¿Se han puesto señalización en instrumentos tales como indicadores de presión, temperatura, etc? ¿Se han señalado rangos aceptables de operación?						
	¿Se han indicado niveles de lubricante, tipos y cantidades para mejorar la mantenibilidad?						
	¿Otras ayudas visuales? (Dirección de flujo, on/off en valvulas y botoneras; marcas en tuercas y pernos; sistemas de transmisión; etc)						
4. Preparar plan de acción	¿Todas las Mejores Practicas son implementadas por todos los grupos Autonomos?						
	¿Las actividades se cumplen de acuerdo a las frecuencias preestablecidas?						

Elaborado por: Richard Cusi
 Revisado por:
 Apobado por:

TOTAL





EVALUACIÓN MANTENIMIENTO PLANEADO

Paso 1: Evaluación de Equipos

(Situación Actual)



ÁREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 pts.</i>	<i>Más de 85 pts.</i>	<i>Más de 80 pts.</i>
FECHA: .....	..... <i>Responsables</i>	..... <i>Responsable</i>	..... <i>Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoría	EVALUACIÓN					Observaciones
		Malo 1 Pto.	Pobre 2 Ptos.	Regular 3 Ptos.	Bueno 4 Ptos.	Excelente 5 Ptos.	
1. Estado Actual de la Implementación del TPM2	¿TPM ha sido bien comprendido y todos los miembros participan en las actividades? <i>(En esta opción multiplicar el resultados por 10)</i>						
2. Preparar registros de equipos	¿Hay registros para cada unidad de equipo?						
	¿Incluyen los registros historia de fallos? ¿Incluye los registros historia de reparación?						
3. Evaluar los Equipos de la Planta	¿Se han formulado criterios y atributos de evaluación de equipos (criticidad)? ¿Son apropiados?						
	¿Se han publicado estos resultados a los grupos Autónomos? ¿Cada equipo y/o maquina esta remarcada?						
4. Definir Rangos de Fallas	¿Se tiene establecido tipos de falla en los equipos de la Planta?						
	¿El personal de Operaciones conoce estas definiciones? ¿Las reportan para su análisis?						
5. Comprensión de la Situación Actual del Mantenimiento	¿Se reportan la cantidad, tipos de fallas y pequeñas paradas (Tiempos)? ¿Se calculan INDICADORES de Mantenimiento (MTBF)?						
	¿Se conoce la frecuencia y la severidad de fallo? ¿Las conoce el personal de Operaciones?						
	¿Se conoce los costos de mantenimiento? ¿Están claras sus categorías de asignación?						
6. Metas y Plan de acción	¿Se han fijado metas de referencia y de reducción apropiadas para fallos, tiempos en vacío y pequeñas paradas?						
	¿Se han fijado apropiadamente marcas de referencia y objetivos para tasas de mantenimiento de averías (correctivo para Yanacocha) y de mantenimiento periódico?						
	¿Se ha preparado la iniciación del paso 2 y se han asignado claramente responsabilidades (Plan de Acción)?						
Elaborado por: Richard Cusi Revisado por: Apobado por:		TOTAL					



EVALUACIÓN MANTENIMIENTO PLANEADO

Paso 2: Revertir las Fallas y Corregir Debilidades



ÁREA: PLANTA: FECHA:	EVALUACIÓN INTERNA <i>Más de 90 pts.</i> <i>.Responsables</i>	COORDINADORES TPM2 <i>Más de 85 pts.</i> <i>Responsable</i>	COMITÉ EJECUTIVO <i>Más de 80 pts.</i> <i>.Responsable</i>
---	---	---	--

Actividad	Puntos clave de auditoría	Evaluación					Observaciones
		Malo 1 Pto.	Pobre 2 Ptos.	Regular 3 Ptos.	Bueno 4 Ptos.	Excelente 5 Ptos.	
1. Cumplimiento y Sostenibilidad del Paso 1	¿La evaluación de los equipos se encuentran bien definidos? <i>(En esta opción multiplicar el resultados por 10)</i>						
	¿Existe un planeamiento de trabajos de las anomalías reportadas por los operadores (Tarjetas Rojas)? ¿Se cumple el Plan en gran porcentaje?						
2. Establecer condiciones básicas de los equipos	¿Se analizan las fallas recurrentes en equipos por tipo y por lugar de la Anomalia?						
	¿Los mantenedores adiestran in situ a los operadores sobre inspecciones, restauración de equipos y realizar pequeñas mejoras?						
	¿El personal de Mantenimiento elaboran LPP's sobre estructura y función de los equipos?						
	¿Se preparan estándares de Control Visual y se ayuda a los operadores a implementarlos?						
	¿Se participa en la eliminación de Fuentes de Contaminación y Lugares de Difícil Acceso (difícil de inspeccionar y lubricar)?						
	¿Se pone en practica actividades de mejora orientada para corregir debilidades y ampliar los periodos de vida (Análisis de falla)?						
5. Corregir debilidades y alargar la vida útil de los equipos	¿Se han formado grupos Kaizen para analizar las fallas graves, como grandes perdidas?						
	¿Se han tomado medidas para impedir la ocurrencia de fallas idénticas o similares?						
	¿Hay una participación del personal de Operaciones en la implementación de las mejoras?						
6. Metas y Plan de acción	¿Existe metas de mantenimiento en relación con la introducción de mejoras para reducir las fallas en los Procesos?						
	¿Se ha preparado la iniciación del paso 3 y se han asignado claramente responsabilidades (Plan de Acción)?						

Elaborado por: Richard Cusi
 Revisado por:
 Aprobado por:

TOTAL





EVALUACIÓN MANTENIMIENTO PLANEADO

Yanacocha

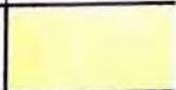
Paso 3: Crear un Sistema de Gestión de Información

ÁREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	Más de 90 pts.	Más de 85 pts.	Más de 80 pts.
FECHA: .....	..... ..Responsables	.......Responsable	.......Responsable

Actividad	Puntos clave de auditoría	Malo	Pobre	Regular	Bueno	Excelente	Observaciones
		1 Pto.	2 Ptos.	3 Ptos.	4 Ptos.	5 Ptos.	
1. Cumplimiento y Sostenibilidad del Paso 2	¿Los equipos se encuentran en su condición básica y/o con mejoras implementadas? (En esta opción multiplicar el resultados por 10)						
2. Crear un sistema de gestión de datos de fallas	¿Se tiene una herramienta para la gestión de datos de fallas (fechas, tipos de fallas, componente fallado, causa, acción tomada, tiempos, etc)?						
	¿Se discuten los informes de la gestión de fallas, en las reuniones de Mantenimiento?						
	¿Se tiene categorizado la lista de fallas en los equipos? ¿Se complementa esta herramienta con el Ellipse,PI u otra hoja de cálculo?						
3. Gestión del Presupuesto de Mantenimiento	¿Se cuenta con un sistema de gestión del presupuesto de mantenimiento?						
	¿Se usan informes de costos para diferentes tipos de trabajos, comparando el gasto actual y el presupuesto para el mismo periodo en diferentes años?						
	¿Se listan las prioridades de trabajos, que incluyan información como tiempo de paradas proyectadas, costos, etc?						
	¿Se prevee la vida de los equipos? ¿Se generan datos de MTBF, Disponibilidad, etc?						
	¿Se calculan y muestran graficamente las pérdidas de paradas previstas? ¿Se comparan con los costos de mantenimiento, para medir su eficacia?						
4. Crear un sistema para controlar las piezas de repuesto y materiales	¿Se cuenta con las lista de Stocks de larga duración? Estos deben incluir modelos de equipos, especificaciones, numero de pedidos, stocks mensuales, cantidades, razones, etc.						
	¿Se comparan las partes o piezas pedidas vs las recepcionadas?						
5. Crear un sistema para controlar la información técnica y planos	Con respecto a los equipos. ¿Se cuenta con estándares de diseño, información técnica, literatura importante, estándares de chequeo, programas de cálculo de diseño mecánico, datos de análisis estructurales, etc?						
	¿Se cuenta con un sistema de control de planos para archivar y recuperar planos y esquemas de mantenimiento, layouts, diagramas de flujo, cableado, etc?						
6. Metas y Plan de acción	¿Se ha preparado la iniciación del paso 4 y se han asignado claramente responsabilidades (Plan de Acción)?						

Elaborado por: Richard Cusi
Revisado por:
Aprobado por:

TOTAL





EVALUACIÓN CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Paso 1: Políticas y estrategias de Entrenamiento



ÀREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 ptos.</i>	<i>Más de 85 ptos.</i>	<i>Más de 80 ptos.</i>
FECHA:	<i>..Responsables</i>	<i>Responsable</i>	<i>..Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoría						Observaciones
		Malo 2 Pto.	Pobre 4 Ptos.	Regular 6 Ptos.	Bueno 8 Ptos.	Excelente 10 Ptos.	
1. Políticas de Entrenamiento	¿Se cuenta con un Política y Estrategias de Entrenamiento, alineadas a los Objetivos del TPM2 (PQCDSM)?						
2. Análisis situación actual	¿La empresa cuenta con un programa de entrenamiento para los individuos?						
	¿Se cuenta con una base de datos de todos los trabajadores y su estatus de desempeño actual?						
	¿Se tiene claro los niveles de competencias para cada trabajador?						
3. Recursos de Entrenamiento	¿La empresa cuenta con recursos como un área de Entrenamiento con personal dedicado a este trabajo?						
	¿Los instructores del área de entrenamiento son autónomos y de gran capacidad de interacción?						
	¿Existe un plan de acción para cada Instructor dentro de la empresa?						
5. Implementación del TPM2	¿El difusión de la Metodología es iniciativa del personal de Entrenamiento?						
	¿Los instructores tienen una participación Legislativa (facilitan la metodología desde el punto de vista de entrenamiento)?						
6. Preparar plan de acción	¿Hay algún plan de acción para el desarrollo paso a paso?						
	¿Se ha preparado la iniciación del paso 2 y se han asignado claramente responsabilidades?						
Elaborado por: Richard Cusi Revisado por: Apobado por:		TOTAL					



EVALUACIÓN CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO



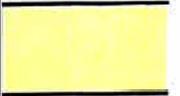
Paso 2: Programa de Desarrollo

ÀREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 pts.</i>	<i>Más de 85 pts.</i>	<i>Más de 80 pts.</i>
FECHA: .....	..... <i>.Responsables</i>	..... <i>Responsable</i>	..... <i>..Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoría	Malo 2 Pto.	Pobre 4 Ptos.	Regular 6 Ptos.	Bueno 8 Ptos.	Excelente 10 Ptos.	Observaciones
1. Objetivos del Programa de Entrenamiento	¿Los objetivos del Programa de Entrenamiento están dirigidos a los objetivos de los Pilares?						
	¿El plan de entrenamiento llega a todos los niveles de la empresa (Desde operadores al personal STAFF)?						
2. Perfiles de Función	¿Las funciones individuales están claras definidas? (Job Charts)						
	¿Las competencias han sido establecidas?						
	¿Las habilidades han sido definidas? (Matriz de Habilidades)						
	¿Cada individuo es monitoreado en términos de rendimiento?						
	¿Hay un plan personal desarrollado para cada individuo?						
	¿Se establecen objetivos para todos los empleados, y de forma integrada?						
6. Preparar plan de acción	¿Se tiene implementado un plan de acción mensual para hacer notar los avances?						
	¿Se ha preparado la iniciación del paso 3 y se han asignado claramente responsabilidades?						

Elaborado por: Richard Cusi
 Revisado por:
 Apobado por:

TOTAL





EVALUACIÓN CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Paso 3: Entrenamiento en habilidades de Operación y Mantenimiento



ÁREA:	EVALUACIÓN INTERNA	COORDINADORES TPM2	COMITÉ EJECUTIVO
PLANTA:	<i>Más de 90 ptos.</i>	<i>Más de 85 ptos.</i>	<i>Más de 80 ptos.</i>
FECHA: .....	..... <i>Responsables</i>	..... <i>Responsable</i>	..... <i>Responsable</i>

Actividad	Puntos clave de auditoría	Malos	Pobres	Regulares	Buenos	Excelentes	Observaciones
		2 Ptos.	4 Ptos.	6 Ptos.	8 Ptos.	10 Ptos.	
1. Formación en Mantenimiento y Operaciones	¿El plan de entrenamiento está siendo aplicado?						
	¿La calidad del entrenamiento es evaluada?						
	¿Los beneficios del entrenamiento son claramente demostrados?						
	¿Recibe el entrenado una certificación formal?						
	¿Son las personas reconocidas por sus logros?						
	¿Se tiene patrones de medida del entrenamiento (estándares de entidades nacionales TECSUP, SENATI, etc)?						
2. Plan de Entrenamiento	¿Se siguen los planes individuales, de acuerdo a la Matriz de Habilidades?						
	¿Existe un sistema de matriz de habilidades, tanto para Mantenimiento y Operaciones?						
	¿Es el entrenamiento una actividad coordinada con las Jefaturas de acuerdo a la necesidad?						
3. Cascado del Entrenamiento e Indicadores	¿Es realizado el entrenamiento en cascada? ¿Entrena el Entrenado?						
	¿Se cuenta con indicadores para medir al entrenamiento?						
Elaborado por: Richard Cusi Revisado por: Apobado por:		TOTAL					