

Confiabilidad Operacional una solución de Mejora para Centros de Automatización & Control de Plantas Industriales de Cemento

Víctor Emilio Molina Sigcho
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral,
Km. 30.5 vía Perimetral, Campus Gustavo Galindo, Casilla 09-01-5863
Guayaquil - Ecuador
victor.molina@holcim.com

RESUMEN

La necesidad de mejorar la productividad minimizando los paros de equipos principales, hace que el departamento de ingeniería de automatización & control central optimice mejor la utilización de todos los recursos con que cuenta, con el fin de mejorar a niveles de excelencia, ayudando a la empresa a conseguir su objetivo principal, de ser una empresa de clase mundial.

El objetivo del presente artículo es proponer una solución que ayude a iniciar un proceso de mejora en dicho departamento, a fin de reducir el riesgo de paradas no programadas. La mejora de los procesos utilizando todos los recursos de las empresas como son: recurso humano, procedimientos de trabajo, procesos operativos, mantenimiento de equipos es un concepto que lo tiene el Modelo de Confiabilidad Operacional.

Palabras claves: Mejora Continua y Confiabilidad Operacional.

ABSTRACT

The necessity to improve the productivity diminishing shutdowns of main equipment, does that the department of engineering of automatization & central control optimizes better the use of all the resources whereupon counts, with the purpose of improving at levels of excellence, helping to the company to obtain its primary target, of being a company of world-wide class.

The objective of the present article is to propose a solution that helps to initiate a process of improvement in this department, in order to reduce to the risk of no programmed shutdowns. The improvement of the processes using all the resources of the companies as they are: human resource, operative procedures of work, processes, maintenance of equipment is a concept that has the Model of Operational Reliability.

1. INTRODUCCION

Debido a una alta demanda de cemento en los países de Latinoamérica, las plantas de cemento se ven en la obligación de mantener sus procesos internos de producción y control en óptimas condiciones de operación, con la finalidad de garantizar una alta producción, garantizando siempre la calidad que se merece el cliente final.

Entre los procesos internos tenemos a los principales, a los de soporte y a los externos. Los procesos principales son: Materias Primas, Crudo, Clinker, Cemento y Despacho, el proceso de extracción es un proceso exterior que es manejado por un contratista, en algunos casos la propia planta se encarga de dichas operaciones. Finalmente los procesos de soporte como son: Laboratorio de Calidad y Automatización & Control Central. Estos últimos procesos son de vital importancia para el control, supervisión y optimización del proceso de producción, garantizando siempre la calidad del producto.

El proceso de automatización & control interactúa con el proceso de laboratorio de calidad como con los procesos principales antes descritos. Como sus principales funciones son las operaciones, supervisión & optimización de las áreas Crudo, Clinker y Cemento, el mantenimiento del hardware y software del sistema de automatización de toda la planta, además del diseño e implementación de nuevas lógicas de control o mejoras sugeridas por las partes interesadas, que son las demás áreas de proceso.

El siguiente esquema muestra lo indicado:

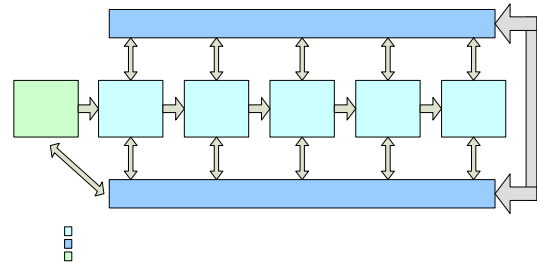


Figura 1.- Interacción de los procesos principales y de apoyo en la producción de cemento

Esta interacción entre procesos hace que el departamento sea un pilar fundamental en la producción del cemento, por lo cual se tiene que garantizar una operación confiable y de calidad con el mínimo de paradas no programadas, a fin de cumplir con los objetivos de la empresa.

Uno de los problemas más críticos con respecto al sistema de control automático en dichas plantas de producción es la incorrecta lógica de operación de algunos equipos y la falta de mantenimiento de este sistema. Un sistema de control deficiente dificulta la operación de todo el proceso de producción

La incorrecta lógica de control se puede evidenciar algunas veces por errores humanos (operadores) causando paradas no programadas de las áreas, pero esto no se justifica del todo, ya que hoy en día un sistema de control bien implementado facilita la vida a los operadores, dejando así tiempo para que operen el proceso con mayor análisis y no de una manera monótona.

La falta de mantenimiento en equipos de control automático como son PLC's (Controladores Lógicos Programables), tarjetas de señales, equipos de redes de comunicación, etc., evidencian un deterioro que causan de igual manera paradas no programadas de

equipos. Algunas veces no se evalúa, ni se analizan estos equipos como equipos principales que con una falla o daño de la misma pueden causar serios daños en la línea de producción.

El problema principal que confrontan actualmente estas empresas de producción es la “Pérdida de Producción por Paradas no Programadas por Problemas en el Sistema de Control Automático”, lo que eleva sensiblemente los costos de la empresa.

El objetivo del artículo es de presentar una propuesta de solución que ayude a iniciar un proceso de mejora en dicho departamento, a fin de reducir el riesgo de paradas no programadas.

La mejora de los procesos utilizando todos los recursos de las empresas (recurso humano, procedimientos de trabajo, procesos operativos, mantenimiento de equipos), es un concepto que se utiliza hoy por hoy en la Administración de la Calidad Total, Gerenciamiento de la Calidad, Confiabilidad Operacional, Sistema de Gestión (ISO), etc. Al final se presentara la mejor opción para el trabajo de mejora.

Al final del artículo se presenta una referencia bibliografica completa, sacada de libros, artículos, páginas Web, etc.

2. DIAGNOSTICO

Como se indico brevemente en la introducción, el problema principal que confrontan hoy por hoy las empresas dedicadas a la producción de cemento, es la “Pérdida de Producción por Paradas no Programadas por Problemas en el Sistema de Control Automático”.

El siguiente es un esquema de las principales causas raíces del problema es cuestión.

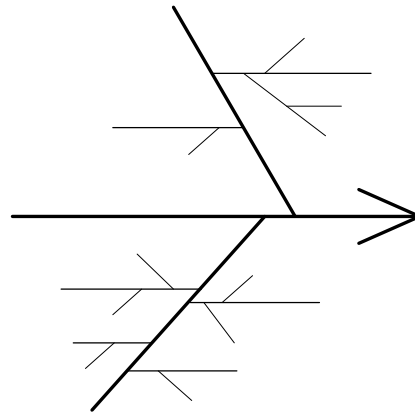


FIGURA 2.- Diagrama Causa-Efecto de las Pérdidas de Producción por Paradas no Programadas por el Sistema de Control

Como se observa las causas de este problema son numerosas, entre ellas algunas de las más importantes son: cambios innecesarios en la lógica de control no comunicada a los operadores, motivada por la falta de un análisis previo y la falta de conocimiento del proceso, incorrecta estrategia de lógica de control, mantenimiento del sistema, etc.

Por lo tanto la solución global del problema requiere de la elaboración de un sistema de gestión.

El problema científico es por lo tanto la existencia de numerosas pérdidas de producción por paradas no programadas por problemas en el sistema de control automático de la planta.

Como se indicó desde el principio, el presente artículo es acerca de problemas que se presentan en el departamento de automatización & control central de plantas de producción de cemento, por lo cual se presentara un resumen de paradas relacionadas por cada campo de

aplicación, estas se detallan a continuación:

La parte *eléctrica* tiene dos campos de aplicación, la de fuerza y la de control. Esta última la de estudio por la relación al departamento. Las causas principales de los paros no programados por la parte eléctrica de control de campo se tienen lo siguiente:

- Alimentación de voltaje regulado a sistema de control.
- Equipos de control PLC's en mal estado (obsoletos).
- Falta de cultura de mantenimiento.
- Incorrectas conexiones.

En la parte de *instrumentación* se tienen varios problemas, aunque la mayoría de ellos se refieren a la calibración y ajustes de elementos en campo, teniendo como resultado una mala señal de referencia, dificultando la operación normal del proceso para los operadores.

En la parte de *proceso - producción* se tienen varios detalles por paradas no programadas, se tienen las siguientes:

- Falla en lógica de control.
- Falla en la operación ocasionado por el operador.
- Indicaciones de señales erróneas.
- Atoramientos.
- Cambio de tipo de material.

Analizando dichas paradas la mayor parte es por una incorrecta operación del proceso, debido a que la lógica de control tiene errores o no ayuda a tener una operación más estable.

Al no existir una documentación de la descripción funcional por área y equipos, no se puede optimizar mejor el proceso, ya que existen diferentes criterios sin llegar a un solo punto de mejora. Adicionalmente este documento ayuda como capacitación para los

operadores ya que conocerían mejor el área la cual están operando.

Otros problemas adicionales se dan al no tener procedimientos de trabajo para gestionar cambios y registrarlos, ya que existen muchos cambios que causan desconocimiento al operador de cómo se deja el sistema de control, para su correcta operación.

Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA)

El análisis de modo y efecto de falla es una metodología de revisión de procesos, que permite determinar los modos de falla de sus componentes u operaciones del sistema, además del impacto y frecuencia que podría ocasionar un fallo.

Por ello se realizara un análisis con esta herramienta de confiabilidad, al sistema de control automático de la planta.

Título:
Sistema de Control Automático.

Función:
Procesar todas las señales de control de acuerdo a las acciones que realice el operador de cabina.

Falla Funcional:
Mal control del proceso.

Modo de Fallas:

1. Mala programación de la lógica de control.
2. Parámetros operacionales fuera de control.
3. Errores humanos, mala operación.
4. Falla de elemento eléctrico o instrumentación.
5. Falla de la red de comunicación.

Efecto:
Reducción y/o Pérdida de Producción.

Causas:

1. Mala descripción del funcionamiento del proceso.
2. Interlock mal identificados.
3. Ninguna identificación en señales de proceso.
4. Falta de ajuste de controladores PID.
5. Controles manuales, espera de acción de operador.

La siguiente es la matriz de perfil de riesgo/impacto donde se podrá evaluar la criticidad y gravedad de algunos de los eventos señalados.

A	Frecuente 1 vez cada 24 horas	Y	V	V	V
B	Moderado 1 vez cada 72 horas	Y	V	V	V
C	Ocasional 1 vez por semana	Z	V	V	V
D	Remoto 1 vez entre 1 semana y 1 mes	Z	Z	X	X
E	Improbable 1 vez entre 1 y 3 meses	Z	Z	Z	X
F	Imposible 1 vez en 3 meses	W	Z	Z	X

Gravedad	IV Insignificante	III Moderado	II Crítico	I Catastrófico
Seguridad		Incidente	Accidente Incapacitante	Accidente con muerte o incapacidad permanente
M Ambiente	Desorden	Afectación del paisaje, desastros	Afectación del suelo, aire o agua	
Operacional	Paro entre 1 y 2 h	Paro entre 2 y 8 h	Paro entre 8 y 16 h	Paro mayor a 16 h
Producción	Costos de hasta \$ 30.000	Costos hasta \$ 100.000	Costos hasta \$ 200.000	Costos mayores a \$200.000

Zona	Descripción	Letra	Resultado	Acción
Bajo		V	Alta prob. / Resultados inadmisibles	Corregir la causa raíz
Alto		W	Baja severidad / Baja Frecuencia	Reducir o eliminar frecuencia mediante mantenimiento
Medio		X	Altamente improbable / Catastrófico	Examinar Causa raíz y aumentar el nivel de protección
Insignificante		Y	Alta frecuencia/consecuencias insign.	Reducir la frecuencia de los incidentes
Catastrófico		Z	Consecuencias Aceptables	Mejorar relación COSTO / CONSECUENCIA

FIGURA 3. Matriz de perfil de riesgo – impacto.

En conclusión, las paradas que se puedan tener por problemas del sistema de control, por las causas antes enumeradas pueden llegar a significar un costo de producción de hasta \$ 200.000 como se puede visualizar en la matriz, con una alta probabilidad de ocurrencia.

¿Que se puede hacer?, Acciones.

Elaborar una descripción funcional por cada área de proceso, realizada con todas las partes interesadas, sean estos personales de: mantenimiento,

automatización, producción y optimización.

Una vez realizada e implementada la descripción funcional, hay que realizar revisiones periódicas, para asegurar que problemas como los indicados no vuelvan a suceder.

Diagrama de Pareto

El análisis de Pareto es un método coordinado para identificar, calificar y tratar de eliminar de manera permanente los defectos.

A continuación se indicara en una tabla los tipos de defectos que han existido durante los últimos 4 meses, aunque algunos defectos no registraron paradas del área, ocasionan problemas de operación para los operadores y técnicos de proceso.

TIPO DE DEFECTOS	Frecuencia	% Frecuencia	% Acumulada
Mala programación.	35	25%	25%
Cambios incorrectos.	27	20%	45%
Funcionamiento	20	14%	59%
Identificación de señales	18	13%	72%
Exceso de alarmas.	16	12%	84%
Errores humanos.	7	5%	89%
Secuencias de control	6	4%	93%
Controles PID	4	3%	96%
Incorrectos Interlock's	3	2%	99%
Señales en bypass.	2	1%	100%
	138	100	

FIGURA 4. Frecuencia de los defectos

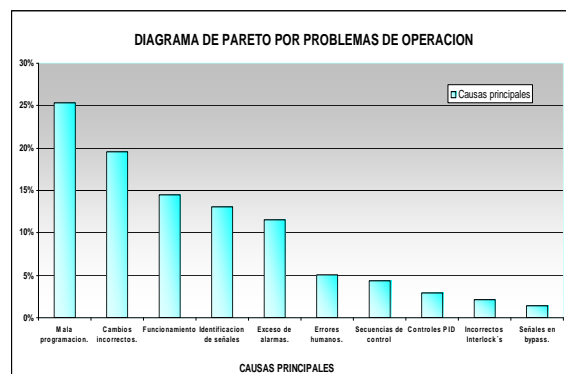


FIGURA 5. Diagrama de Pareto

Sistema Integrado (ISO)

Adicionalmente a la situación por paradas no programadas, se han detectado problemas debido una falta de una estructura organizativa en la gestión del departamento de automatización & control central, debido a que no se analiza de manera técnica los campos de mantenimiento, procesos operacionales y de trabajo, seguridad operacional y física, recurso humano, teniendo como problema principal:

- El no cumplimiento de la política y de los objetivos del sistema de gestión de la planta, así como sus metas de mejora continúa.
- Problemas operacionales y de control del proceso.

No realizar un mantenimiento en el software y hardware de control, podría ser causa del no cumplimiento de la Norma ISO 9001 en su literal 6.3 (Infraestructura), ya que es de vital importancia para la operación de las maquinas principales del proceso productivo. [7].

Una perdida de producción causa una disminución en el stock del producto afectando directamente el despacho normal del producto hacia nuestro cliente final, existiendo el riesgo de dañar la imagen como empresa, causando el no cumplimiento de la Norma ISO 9001 en su literal 8.2.1 (Satisfacción al cliente) [7].

Tener problemas operacionales y de control del proceso además de no cumplir con la Norma ISO 18000 en su literal 4.4.6 (Control Operativo), puede causar graves problemas de seguridad para el personal propio y/o contratista, además de grandes pérdidas económicas para este tipo de plantas [8].

De igual manera que en la Norma ISO 18000, la norma 14000 en su literal 4.4.6 (Control Operativo) indica la responsabilidad de tener procedimientos antes problemas ambientales causados por el proceso de producción, por lo tanto es importante a la hora de la elaboración de las descripciones funcionales considerar los riesgos y acciones a tomar con el sistema de control cuando se tienen parámetros de análisis ambientales que se encuentran fuera de lo permitido, ya que se evitaría una posible contaminación ambiental por una mala operación [9].

Resumen

Un resumen de los problemas típicos que se pueden encontrar en plantas de tipo industrial, y en este caso en las plantas de cemento son:

- Gestión de procesos
- Gestión de recursos humanos
- Gestión de mantenimiento
- No cumplimiento de las Normas ISO
- Obsolescencia de equipos
- Stock de repuestos

3. MARCO TEORICO

Hoy por hoy los problemas no son solo problemas de maquinas y equipos en los que se puedan decir que por falta de mantenimiento se tiene problemas en la producción normal de una empresa. Las empresas grandes o que trabajan y luchan por crecer día a día, son empresas que tienen sus ojos puestos en su gente, en sus procedimientos, en sus procesos de producción y por su puesto en sus equipos o maquinarias [2]. Por ello estas empresas saben que sin la mejora diaria y continua en conjunto del recurso humano, maquinas y procesos no pueden llegar a su objetivo principal que es de ser una empresa de clase mundial.

Con la finalidad de mejorar la rentabilidad de los procesos productivos, las denominadas organizaciones de categoría Clase Mundial, dedican enormes esfuerzos para visualizar, analizar, implantar y ejecutar estrategias para la solución de problemas, que involucren decisiones en áreas de alto impacto: seguridad, ambiente, metas de producción, calidad de productos, costos de operación y mantenimiento. La mayor parte de estos esfuerzos, no sólo buscan garantizar la máxima eficiencia en sus procesos productivos, sino que adicionalmente, buscan satisfacer las necesidades de sus clientes y del personal que labora en estas organizaciones. [6].

El concepto de satisfacción al cliente no es solo de empresa hacia fuera, sino es pensar en que necesidades puede tener mi cliente siguiente o parte interesada, en este caso, cualquier proceso de una planta puede tener muchos clientes internos o partes interesadas. Para el proceso de Automatización & Control Central de las plantas industriales como las cementeras, es pensar en sus otros procesos de producción, satisfacerlos cumpliendo con todas sus necesidades, para que si aumenta la confiabilidad hacia el proceso.

Pero el campo de la confiabilidad operacional es muy amplio por lo tanto se tratara de embarcar al lector un poco más dentro de este tema mediante un poco de reflexión, para ello se indicara a continuación una serie de hechos relacionados con una baja confiabilidad, se podrían enumerar las siguientes: [5]

- Fallas
- Perdidas
- Baja productividad
- Mala operación
- Estrés
- Accidentes

- Falta de adiestramiento
- Menor rendimiento
- Menor eficiencia
- Mal mantenimiento
- Mayor Consumo de Energía
- Repuestos de emergencia
- Reparaciones de emergencia
- Descontento gerencial y general
- Tiempo extra para producción
- Incumplimiento de pedidos
- Alta rotación de personal
- Enfermedades laborales
- Problemas Ambientales
- Outsourcing
- Desconfianza general
- Etc.

Como se puede evidenciar existen muchas oportunidades de mejora cuando uno piensa en hechos que estén relacionados con una baja confiabilidad, es por ello que existe mucho trabajo aun por hacer y muchas metas por cumplir a fin de alcanzar el gran objetivo principal, pero estos trabajos no solo lo hace un departamento, estos trabajos de mejora son responsabilidad de todos, desde la parte operativa hasta la alta gerencia, solo con el compromiso de todos se pueden lograra tan apreciado objetivo.

Confiabilidad Operacional

La Ingeniería de la Confiabilidad se destaca como el marco teórico en el cual conviven las metodologías y técnicas necesarias para la optimización del uso de los activos físicos. La Confiabilidad Operacional incluye procesos de mejoramiento continuo, nuevas tecnologías, metodologías y herramientas de diagnóstico, con el objetivo de mejorar la Productividad Industrial.

Existen conceptos como la Administración de la Calidad Total (TQM), muy conocido en los proyectos de mejora continua, ahora detallaremos a continuación algunos conceptos de autores para llegar a una conclusión más profunda, estas son:

S. Nahmias indica que es un sistema efectivo para integrar las actividades de desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad, con el objetivo de permitir el desarrollo de la producción y de la ingeniería. [3].

Philip E. Hicks indica que es el mejoramiento continuo de la calidad, con respecto a la revisión, evaluación y desarrollo de políticas, procedimientos y prácticas operacionales, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente [4].

Dale H. Besterfield indica que consiste en la aplicación de métodos cuantitativos y recursos humanos tendientes a mejorar todos los procesos de la organización y así satisfacer las necesidades de hoy. Además indica que lo más importante es la medición del desempeño de los procesos. [5].

Se puede concluir que la Administración de Calidad Total (TQM) es el mejoramiento continuo de políticas, procedimientos y prácticas operacionales, permitiendo el desarrollo de la producción y de la ingeniería, siempre pensado en la satisfacción del cliente, ya sea este interno o externo, controlado siempre con la medición del desempeño de cada uno de los procesos.

La Administración de Calidad Total al igual que la Confiabilidad Operacional son conceptos muy similares por no decir iguales ya que ambos se enfocan en mejorar la productividad utilizan los recursos de la empresa. Aunque la confiabilidad

operacional enfoca mucho mejor en que puntos hay que trabajar de manera conjunta para poder conseguir una seguridad en las operaciones.

El presente artículo se basa en la teoría de la Confiabilidad Operacional, hace el estudio de las estrategias básicas de implementación, presenta los elementos y las políticas para generar una nueva cultura, que permita trabajar en equipo, con el objeto de optimizar los programas, minimizar los costos totales de operación y mantenimiento y aumentar la competitividad de la organización. También analiza aspectos relacionados con el uso eficiente de la información y los criterios para mejorar la confiabilidad de la gestión de los activos físicos y del Talento Humano.

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control, de la producción industrial [1].

La filosofía de la Confiabilidad Operacional, forma parte de Las Diez Mejores Prácticas de las organizaciones de Clase Mundial, que son:

- Trabajo en Equipo
- Contratistas Enfocados a la Productividad
- Integración con Proveedores
- Apoyo y Visión Gerencial
- Planificación y Programación Proactiva
- Mejoramiento Continuo
- Gestión Disciplinada de Materiales
- Integración de los Sistemas
- Gerencia de Paradas de Plantas
- Producción Basada en Confiabilidad.

La Cultura de la Confiabilidad Operacional incluye el Enfoque Sistémico, la Priorización, de las actividades y la Proacción Humana, basados en la Visión, la Misión y los objetivos de la organización. Para que esta metodología se convierta realmente en parte de una nueva cultura, debe ser adoptada por todos, debe abarcar no solamente los activos físicos, sino cubrir las áreas relacionadas con los procesos de producción y el desarrollo del Capital Intelectual.



FIGURA 6.- Confiabilidad Operacional

Si se quiere tener un mejoramiento continuo se debe actuar sobre los cuatro bloques que se tienen como entradas. Este proceso denominado **Mejoramiento en la Confiabilidad Operacional (MCO)** genera cambios en la cultura de la organización haciendo que esta se convierta en una organización diferente con un amplio sentido de la productividad, con una visión clara del negocio y gobernada por hechos. Cualquier hecho aislado de mejora en alguno de los cuatro bloques puede traer beneficios, de hecho los trae, pero al no tomar en cuenta los demás factores es probable que estos sean limitados y/o diluidos en la organización y pasen a ser solo el resultado de un proyecto y no de una transformación.

4. SOLUCION

La solución ideal para industrias de proceso es de realizar un sistema de gestión específico por departamento o proceso que tenga serios inconvenientes, algunos como los indicados en el artículo.

El Modelo de Confiabilidad Operacional se ajusta mejor a las necesidades que hoy en día tienen las industrias ya que es un modelo que contempla todos los recursos con que cuentan las empresas. Esta metodología une la fuerza de trabajo en todos los campos, desde la parte de mantenimiento como la de procesos operacionales y procedimientos de trabajo.

Bajo la metodología de la confiabilidad operacional, nuestra solución se enfoca en 7 pilares fundamentales para levantar un sistema de control en cualquier planta industrial. Estos pilares son los siguientes: características de diseño, habilidades técnicas del personal, base de datos, descripción funcional, procedimientos de trabajo, mantenibilidad del sistema y equipos y finalmente la optimización del sistema como garantía de la mejora continua. La siguiente figura indica la propuesta sugerida:

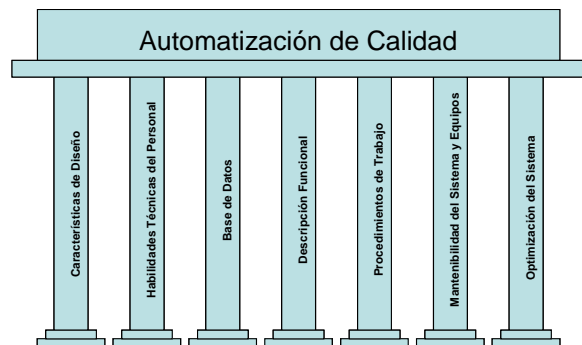


FIGURA 7.- Automatización de calidad

La implementación de cada uno de los pilares ayudara a la mejora del proceso de automatización & control, siempre enfocándose a la confiabilidad de todas las operaciones.

5. CONCLUSIONES

- La interacción del departamento de automatización & control central con las otras áreas de proceso hace que el departamento sea un pilar fundamental en la producción del cemento, por lo cual se tiene que garantizar una operación confiable y de calidad con el mínimo de paradas no programadas, a fin de cumplir con los objetivos de la empresa.
- Las paradas del tipo eléctricas, instrumentación y de proceso – producción son problemas que se pueden minimizar utilizando métodos de mejora de gestión.
- Se concluye además que los 7 pilares para alcanzar una automatización de calidad, es una solución enfocada en los conceptos de la confiabilidad operacional ya que se enfoca en sus 4 bloques que son confiabilidad humana, confiabilidad de procesos, confiabilidad y mantenibilidad de equipos.
- Los 7 pilares para mejora e implementación de un sistema de automatización es una solución que se puede aplicar en cualquier planta de tipo industrial.

6. BIBLIOGRAFIA

[1]. Luis Amendola (2002). “Modelos Mixtos de confiabilidad”. Publicado por Datastream.
www.mantenimientomundial.com.

[2]. Chase Aquilano Jacobs “Administración de producción y operaciones” Editorial Mc Graw Hill

[3]. S. Nahmias “Análisis de la Producción y las Operaciones” Editorial CECSA.

[4]. Philip E. Hicks. “Ingeniería Industrial y Administración” Una nueva perspectiva. Editorial CECSA.

[5]. Antonio Resa Freg, “Manufactura de Clase Mundial WCM, Un Modelo Integral para las Empresas que Quieren Sobrevivir” Artículo publicado www.relianceus.com

[6]. Charles J. Latino, President, Reliability Center, Inc. “Definición y logro de la cultura de la confiabilidad”

[4]. Ing. MSc. Oliverio García Palencia. “La Cultura de la Confiabilidad Operacional” Publicado en el VI Congreso Internacional de Mantenimiento.

[5]. Msc. José Bernardo Duran “Que es Confiabilidad Operacional” Publicado en el Congreso Nacional de Mantenimiento, Costa Rica.

[6]. Luis Felipe Sexto, (2004). “El TPM y la Gestión del Conocimiento” Publicado por la Universidad Cujae de Cuba. www.cujae.edu.cu.

[7]. Normas de Calidad ISO 9001:2000.

[8]. Normas de Calidad ISO 18000.

[9]. Normas de Calidad ISO 14000.

[10]. ISO “Orientación acerca del apartado 1.2 Aplicación de la Norma ISO 9001:2000” Marzo 2001.

[11]. Alfredo Serpell “Fundamentos de la Gestión de la Calidad” Notas de Diplomado de Extensión en Gestión y Mejoramiento de la Calidad Chile, 2005

[12]. Juan Bravo C. “Competitividad de Clase Mundial” Revista la Meta publicación Otoño 2004.

Otras referencias.

[13]. Dr. C Laredo González Méndez “El Control Interno y El Cuadro de Mando Integra una poderosa combinaron intangible”, Internet.

[14]. Ing. Maria Beatriz Cáceres “Como Incrementar la Competitividad del Negocio mediante Estrategias para Gerenciar el Mantenimiento”. VI Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento, Septiembre 2004, México.

[15]. Leonardo Urbiola Soto / Gabriel Ventura Suárez “Estimación de la Confiabilidad de Instalaciones de Proceso aplicando la Metodología Quality Function Deployment (QFD) y la Teoría Six Sigma”. VI Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento, Septiembre 2004, México.

[16]. J. B. Duran “Nuevas Tendencias en el Mantenimiento en la Industria Eléctrica” artículo publicado por The Woodhouse Partnership Ltd.