

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN III KATAWI-RUMI DE LA PLANTA DE CAL Y
CEMENTO SUR S.A.”**

PRESENTADO POR:

FRED JOHONATAN LOPEZ COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

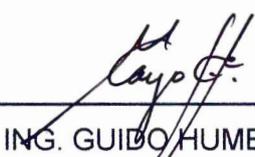
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA
EL MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN III KATAWI-RUMI DE
LA PLANTA DE CAL Y CEMENTO SUR S.A.”

TESIS PRESENTADA POR:

FRED JOHONATAN LOPEZ COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO ELECTRÓNICO

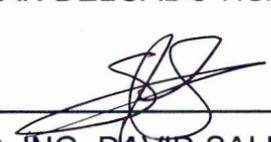
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO : 
M. SC. ING. GUIDO HUMBERTO CAYO CABRERA

PRIMER MIEMBRO : 
DR. JOSÉ EMMANUEL CRUZ DE LA CRUZ

SEGUNDO MIEMBRO : 
M. SC. ING. MÁXIMO MONTALVO ATCO

DIRECTOR : 
DR. IVÁN DELGADO HUAYTA

ASESOR : 
M. SC. ING. DAVID SALINAS MENDOZA

PUNO - PERÚ

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FIMEES
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Vº Bº
Para: *Empastar*

DIRECCIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Presentado por : Fred Johonatan López Coaquira.

Tesis : **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN III KATAWI-RUMI DE LA
PLANTA DE CAL Y CEMENTO SUR S.A.**

Area : **AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

Tema : **INTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS**

Fecha de Sustentación: Puno 13 de Enero del 2016



DEDICATORIA

A mis queridos padres Fredy y Cecilia quienes con su ejemplo me inspiran y enseñan a continuar adelante en mi vida personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A dios por ponerme en el camino de mi hermosa familia. A mis padres y hermanos por su incondicional apoyo, a mi hermana Cynthia quien fue el principal cimiento para el desarrollo de mi vida profesional, y a mis amigos por alentarme a seguir adelante.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE ANEXOS.....	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.1 Descripción del problema.....	17
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema general.....	17
1.2.2 Problemas específicos	18
1.3 Justificación del problema.....	18
1.4 Objetivos del problema.....	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1 Antecedentes de la investigación	21
2.2 Sustento teórico.....	24
2.2.1 Línea de producción III Katawi - Rumi	24
2.2.2 Mantenimiento	24
2.2.2.1 Evolución del mantenimiento.....	27
2.2.2.2 Áreas de operación del mantenimiento.....	29
2.2.2.3 Distribución del mantenimiento	30
2.2.2.4 Tipos y niveles de mantenimiento.....	33
2.2.2.5 Ventajas, inconvenientes y aplicaciones en los distintos tipo de mantenimiento.	36
2.2.3 Gestión de los equipos.....	38
2.2.3.1 Clasificación de los equipos	38
2.2.3.2 Inventario de equipos	39
2.2.3.3 Dossier- Mantenimiento	45

2.2.3.4	Fichero histórico del equipo	47
2.2.3.5	Repuestos y tipos.....	48
2.2.4	Gestión de trabajos.....	51
2.2.4.1	Política de mantenimiento.....	51
2.2.4.2	Establecimiento de un plan de mantenimiento	52
2.2.4.3	Planificación y programación del mantenimiento	54
2.2.4.4	Planificación de los trabajos	55
2.2.4.5	Procedimientos de trabajo	56
2.2.4.6	Tiempos de trabajo	56
2.2.4.7	Clasificación de los trabajos	57
2.2.4.8	Programación de los trabajos.....	58
2.2.5	Técnicas de mantenimiento predictivo	59
2.2.5.1	Definición y principios básicos	59
2.2.5.2	Parámetros para control de estado	61
2.2.5.3	Sistema de mantenimiento predictivo	63
2.2.5.4	Técnicas de mantenimiento predictivo.....	65
2.2.6	Sistema de información - mantenimiento.....	68
2.2.6.1	Gestión del mantenimiento asistido por ordenador	68
2.2.6.2	Campos a gestionar.....	69
2.3	Hipótesis de la investigación	70
2.3.1	Hipótesis general.....	70
2.3.2	Hipótesis específica	71
2.4	Operacionalización de variables	71
2.4.1	Variable dependiente.....	71
2.4.2	Variable independiente.....	71
CAPÍTULO III		72
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN		72
3.1	Metodología de investigación	73
3.1.1	Tipo y diseño de investigación	73
3.1.1.1	Tipo de investigación	73
3.1.1.2	Diseño de investigación	74
3.2	Población y muestra de la investigación.....	75
3.2.1	Población.....	75
3.2.2	Muestra.....	75

3.3	Ubicación y descripción de la población	76
3.3.1	Ubicación geográfica	76
3.3.2	Ubicación política	76
3.4	Técnicas e instrumentos para recolectar información.....	76
3.4.1	Técnica	76
3.4.2	Instrumento	76
3.5	Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	78
3.5.1	Procesamiento de datos.....	78
3.5.2	Análisis de datos	78
3.6	Plan de tratamiento de los datos.....	78
CAPÍTULO IV.....		80
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....		80
4.1	Generalidades	81
4.2	Diseño y desarrollo del sistema de información	81
4.2.1	Modelado de la base de datos del sistema de información	81
4.2.1.1	Descripción de los principales formularios	82
4.2.1.2	Relación entre formularios	84
4.2.2	Software SIPMEE	89
4.2.2.1	Gestión del mantenimiento	89
4.2.2.2	Sistemas de información para el mantenimiento Eléctrico – Electrónico	90
4.2.2.3	Ficha técnica y reportes del sistema	90
4.2.3	Diseño de interfaz	97
4.2.3.1	Objetivo de la interfaz de usuario	97
4.2.3.2	Diseño de la interfaz del SIPMEE	97
4.2.3.3	Funcionamiento y desarrollo.....	98
4.3	Análisis e interpretación de resultados.....	106
4.3.1	Método de discusión	106
4.3.2	Análisis e interpretación	107
CONCLUSIONES.....		110
RECOMENDACIONES.....		111
BIBLIOGRÁFICA.....		112
ANEXOS.....		114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de operación.....	35
Tabla 2. Equipos dinámicos.....	62
Tabla 3. Equipos eléctricos.....	63
Tabla 4. Equipos electrónicos.....	63
Tabla 5. Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores.....	71
Tabla 6. Descripción de los principales formularios.....	83
Tabla 7. Prevención de riesgos.....	107
Tabla 8. Eficiencia del mantenimiento.....	108
Tabla 9. Aplicación del software SIPMEE.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general del personal.....	30
Figura 2. Organigrama del área de mantenimiento.....	32
Figura 3. Organigrama de mantenimiento.....	33
Figura 4. Diagrama flujos del tipo de mantenimiento.....	34
Figura 5. Organigrama de equipos de mantenimiento.....	38
Figura 6. Criterio de distribución del equipo.....	40
Figura 7. Datos generales del instrumento.....	41
Figura 8. Datos técnicos del instrumento.....	41
Figura 9. Datos complementarios y vistas del equipo del instrumento.....	42
Figura 10. Datos generales del motor.....	42
Figura 11. Datos técnicos y vistas del motor.....	43
Figura 12. Datos generales del tablero.....	44
Figura 13. Datos técnicos del tablero.....	44
Figura 14. Datos complementarios y vistas del tablero.....	45
Figura 15. Fases de la política de mantenimiento.....	51
Figura 16. Distribución de equipos y componentes.....	52
Figura 17. Curva de condición y tiempo.....	60
Figura 18. Modelado de la base de datos.....	82
Figura 19. Pantalla principal.....	84
Figura 20. Visualización de todas las zonas.....	85
Figura 21. La ventana de los instrumentos y tableros.....	85
Figura 22. Formularios para ingresar y/o modificar los parámetros predictivos.....	86
Figura 23. Programación predictiva de un motor.....	87
Figura 24. Programación predictiva de un sensor.....	87
Figura 25. Programación predictiva de un tablero de campo.....	88
Figura 26. Parámetros predictivos.....	88
Figura 27. Ficha técnica de instrumentación.....	91
Figura 28. Ficha técnica de motores.....	92
Figura 29. Ficha técnica de tableros.....	93
Figura 30. Ficha de inspección de Instrumentos.....	94
Figura 31. Ficha de inspección de motores.....	95
Figura 32. Ficha de inspección de tableros.....	96
Figura 33. SIPMEE - Línea III Katawi - Rumi.....	98

Figura 34. Pantalla principal.	99
Figura 35. Visualización de Molienda, una zona (Área 200-B).....	99
Figura 36. Visualización del código (tag del cada equipo) del área 100-B.	100
Figura 37. Muestra el tags de un equipo del área 400-A.....	101
Figura 38. Interfaz visual de búsqueda.	101
Figura 39. Muestra tags de sensores del área 300-C.....	102
Figura 40. Muestra los tags de cada equipo del área 300-A.....	103
Figura 41. Formulario de instrumentos.	103
Figura 42. Formulario de motores.....	104
Figura 43. Formulario de tableros de campo.....	105
Figura 44. Fuente de búsqueda por tag.	105
Figura 45. Prevención de riesgos.	107
Figura 46. Eficiencia del mantenimiento.	108
Figura 47. Aplicación del software SIPMEE.	109

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Mantenimiento del sensor de velocidad.....	115
Anexo B. Diagrama de flujos del Sistema de información.....	122
Anexo C. Ficha técnica del Instrumento.....	124
Anexo D. Ficha Técnica el Motor.....	125
Anexo E. Ficha técnica de tableros de campo.....	126
Anexo F. Ficha de inspección predictiva de instrumentos.....	127
Anexo G. Ficha de inspección predictiva de Motores.....	128
Anexo H. Ficha de inspección predictiva de tableros de campo.....	129
Anexo I. Cuestionario de eficiencia para el área de mantenimiento eléctrico – electrónico de la planta de Cal y Cemento sur S.A.....	130

RESUMEN

En esta investigación se realiza el diseño e implementación del sistema de información de la línea de producción III, siendo sistematizada sobre las herramientas adecuadas en el proceso de mantenimiento correspondiente a cada equipo (Instrumentos, actuadores y tableros), obteniendo mejores resultados y ser más eficiente frente a un problema de mantenimiento, resultados que afectan directamente a la línea de producción en la planta de Cal y que se ven reflejados en la producción y calidad del producto final. Este trabajo se desarrolló durante los años 2014 – 2015, donde se obtuvo, clasifíco y organizó los datos y vistas, para la elaboración del prototipo del sistema de información para el mantenimiento eléctrico – electrónico, siendo este el tipo de investigación aplicada.

Palabras Claves: Mantenimiento, proceso, usabilidad, industria, sistema, planificar, información, software, mejorar, disponibilidad y confiabilidad.

ABSTRACT

In this research is realized the design and implementation of the information system of the production line III, being systematized on the tools adapted in the process of maintenance corresponding to every equipment (Instruments, actuators and boards of field), obtaining better results and be more efficient in a problem of maintenance, results affect directly to the production line in the plant and that is reflected in the production and quality of the final product. This work was developed during the year 2014 - 2015, where the information was obtained, classified and organized , for the construction of the prototype of the information system for the maintenance electrical - electronic, being this the type of investigation applied.

Keywords: Maintenance, process, usability, industry, system, plant, information, software, upgrade, availability and reliability

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad, por lo que con una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad de tiempo y reducir costos. En la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. existen problemas de ejecución al momento de buscar solución a fallas y paradas, esto debido a que no se cuenta con un sistema de información para el mantenimiento, lo cual genera pérdidas en cuanto a la producción, por lo que se tiene que mejorar el sistema de gestión para el mantenimiento, ser más eficientes a la hora de hacer mantenimiento y tener un software exclusivo para el área el cual nos brindará información adecuada a la hora de inspeccionar una falla, dar solución en el menor tiempo posible pero con calidad y así ser eficientes en la línea de producción, pues se espera trabajar con equipos en perfectas condiciones y de larga durabilidad, velando en conjunto se obtendrá un trabajo y un producto de calidad.

De otro lado, como alternativa de solución para la línea de producción III Katawi – Rumi es necesario tener una mejor administración de los datos y parámetros correspondientes a los equipos, para llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada y organizada.

Por consiguiente, el tema de esta tesis propone una alternativa para la sistematización integral de la información, adoptada a la realidad de la línea de producción, y así mismo a la contribución en los procesos de mantenimiento con el desarrollo de un nuevo sistema de información para la mejora en la administración, brindando un interface de fácil uso.

El presente trabajo de investigación contiene los siguientes aspectos:

En el capítulo I, se detalla el planteamiento del problema, justificación y los objetivos de la investigación y posteriormente se formula la hipótesis de la investigación que se quiere demostrar, y establecer el escenario de investigación.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico, se construye los antecedentes considerados en el trabajo de investigación, el marco conceptual comprende todo lo relacionado con los términos utilizados en la investigación, describiendo sintéticamente algunos de los principales conceptos.

En el capítulo III, se detalla el método e instrumentos que se utilizó en la investigación; también se determina el tipo de investigación aplicada con diseño descriptivo no experimental; recolección de datos, organización y aplicación.

En el capítulo IV, denominado exposición y análisis de los resultados de la investigación; describe el diseño y desarrollo del sistema de información para el mantenimiento eléctrico - electrónico, así como el análisis e interpretación de resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA

INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

El mantenimiento es considerado hoy en día un factor estratégico cuando se busca incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad en la planta. Motivo por el cual la empresa de Cal y Cemento Sur S.A. aspira a ser más competitiva y eficiente adoptando técnicas y sistemas que le permitan garantizar la continuidad en sus procesos productivos y uniformidad en la calidad de sus productos y servicios, implementando de esta forma la línea de Producción III Katawi - Rumi, compuesta de diferentes áreas, así como cada área dispone de una gran cantidad de equipos, constituidos por Instrumentos, Actuadores y Tableros de Control, por lo que es más complejo el proceso de mantenimiento en la Línea de Producción III.

Es por ello que se tiene que mejorar en los procesos de mantenimiento, ya que las constantes fallas y paradas que se presentan durante el proceso en la Línea III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. generan pérdidas en la producción.

Así como también, falta una elaboración adecuada de un Sistema de Información en el Área de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico, afectando directamente al mantenimiento de la producción y calidad del producto final.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo mejorar la administración de la información para el mantenimiento de la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo mejora la información específica y oportuna de los equipos para al proceso de mantenimiento en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.?

¿Por qué implementar un software para la administración de la información de los equipos en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.?

1.3 Justificación del problema

Debido a la gran cantidad de producto que procesa la empresa de Cal y Cemento Sur S.A., es necesario garantizar y dar eficiencia al buen funcionamiento y operatividad constante de los equipos e instalaciones; para así poder garantizar el correcto desempeño de la empresa y evitar interferencias o paradas forzadas en los procesos productivos.

Durante el transcurso del proyecto se identificó que el mantenimiento es un proceso en el que interactúan máquina y hombre para generar ganancias, las inspecciones periódicas más un buen sistema de Información para el mantenimiento ayudará a tomar decisiones basadas en parámetros técnicos.

El desempeño de la empresa, estará en la eficiencia y calidad de mantenimiento que se provea a cada uno de los elementos, es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo, sea a mediano o largo plazo y además reducir costos de repuestos y materiales, para un mejor desempeño.

1.4 Objetivos del problema

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar un sistema de información para el mantenimiento de la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diseñar la Administración de la información para el proceso de mantenimiento en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.
- Implementar el prototipo con ayuda del Visual Basic for Applications, el sistema de información para el proceso de mantenimiento en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Antecedentes de la investigación

Sylma Nirvana Huerta García (2007). Localización del sistema SAP (Sistema, aplicaciones y producto) en la gestión de procesos de generación, renovación y refinanciación de letras de cambio en la empresa peruana. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Su objetivo fue realizar: “El análisis, diseño e implementación de un módulo de generación y refinanciación de letras de cambio en una empresa, del modo más estandarizado posible, (...) y permita integrarse en forma automatizada, eficiente y eficaz al Sistema SAP” (Huerta, 2007, p.3)

Complementariamente, “Se busca proveer a las empresas peruanas (...) de un instrumento que les permita facilitar la gestión y contabilización financiera de las letras de cambio, así como diversificar y optimizar los servicios demandados por los clientes” (Huerta, 2007, p.3)

Concluye que: El proyecto abarcó las etapas de investigación, análisis, diseño e implementación del sistema desarrollado; las cuales fueron creadas con la finalidad de proveer a las empresas peruanas que trabajan con el SAP, de una herramienta que les permita gestionar de forma integral las letras de cambio usuales, del modo más estandarizado posible. (Huerta, 2007, p.100)

El módulo de generación y refinanciación de letras de cambio aquí desarrollado, es una contribución al mejoramiento del manejo financiero de las empresas peruanas, al dotárseles de un nuevo sistema que le permitirá diversificar y optimizar los servicios demandados por sus clientes, en términos de uso de los recursos económicos y de rapidez en la atención. (Huerta, 2007, p.101)

Adrián Cruz Jasso (2011). Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa Agr-Rackend. México.

Cuyo objetivo fue: “Desarrollar un programa de mantenimiento predictivo acorde a las necesidades de la empresa, para dar confiabilidad en el funcionamiento óptimo de la maquinaria en la línea de producción en AGR-RACKEND planta Tula” (Cruz, 2011, p.11)

El proyecto antes mencionado en AGR-RACKEND planta Tula, resolvió problemas de carácter general del control de la planeación de mantenimiento basado en confiabilidad y disponibilidad de las maquinas que había impedido o retardado los procesos en el sector productivo. (Cruz, 2011, p.72)

Cruz (2011) afirma. “La información de los datos de planeación del mantenimiento no había sufrido modificaciones, hasta que esta fue sujeta a cambios por la dirección” (p.72)

Fue necesario implementar los planes de mantenimiento preventivo en general, hasta llegar a la validación de los mismos. Por lo tanto, la información inconclusa que se tenía fue el fundamento de partida para la ejecución en campo conformada con las cartas de lubricación. Esta información se implementó para predecir fallas en el proceso. Seguido de esto al tener una planeación eficiente, se realizó el monitoreo de las maquinas mediante la implementación del mantenimiento basado en condición haciendo referencia en sus técnicas de aplicación, donde se obtuvieron resultados en las maquinas dando confiabilidad y prediciendo fallos de carácter específico en las mismas ofreciendo calidad en el proceso. (Cruz, 2011, p.72)

Antonio Manuel Estévez Cruz (2013). Estudio de un sistema de mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones implantado en instalaciones de bombeo y generación. España: Universidad de Sevilla.

El objetivo del proyecto es analizar la implantación de un plan de mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones en grupos de bombes (conjunto formado por motor y bomba) de estaciones de bombeo de agua potable. También se desarrollará la técnica predictiva de la termografía pues se aplica paralelamente al análisis de vibraciones. Sin embargo, esta técnica no resulta tan efectiva como lo son los resultados obtenidos mediante la técnica de vibración, por lo que el estudio se centra más en el análisis de vibraciones para diagnosticar los grupos de bombeo. Es decir, el análisis de vibraciones permite diagnosticar problemas de origen mecánico, eléctrico e hidráulico. (Estévez, 2013, p.7)

Estévez (2013) concluye. “Los resultados obtenidos del análisis de vibraciones medidos en los grupos (...), hemos podido identificar diversas causas que estaban dando lugar a anomalías (...), siendo las más frecuentes, desequilibrio en grupos verticales, desalineación en grupos horizontales, fallos en rodamientos y cavitación. (p.118)

2.2 Sustento teórico

2.2.1 Línea de producción III Katawi - Rumi

La Línea de Producción III Katawi - Rumi es un Proyecto Implementado en la planta de Cal y Cemento Sur. S.A. (CalCesur) para la producción de Cal, constituida por diferentes áreas distribuyéndose de la siguiente forma:

- Área 100: Representa el proceso de Recepción y almacenamiento de caliza al horno
- Área 200: Genera el Proceso de Pulverización, iniciando con el transporte de Petcoke Grueso, siendo distribuida a la Molienda para la Dosificación y Transporte, luego distribuida a la alimentación de Caliza al Horno I.
- Área 300: Representa el Horno I, conformada por sus respectivos filtros, así como la alimentación de caliza al horno y los canales de extracción del Polvo de Petcoke para la Combustión.
- Área 400: Representa al Transporte y Almacenamiento de Cal, para luego ser distribuida al Despacho de Cal Granel y Big Bag

2.2.2 Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones. Conformado por técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de equipos (usuarios), contribuyendo a los beneficios de la empresa.

Entendiéndose por mantenimiento, a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios.

En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo y tratando de alargar su vida de forma rentable.

Las razones para realizar el mantenimiento pueden ser resumidas en las siguientes categorías.

a) Prevenir o disminuir el riesgo de fallas.

Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas, olvidándose de otros elementos de interés.

b) Recuperar el desempeño.

Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Grandes ahorros se han logrado al usar éste como opción para el mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar, ejemplos típicos incluyen: Cambios de filtros de gas, aceite, entre otros.

c) Aumentar la vida útil/diferir inversiones.

La vida útil de algunos activos se ve seriamente afectada por la frecuencia y/o calidad del mantenimiento. Por otra parte se pueden diferir grandes inversiones, como por ejemplo reconstrucciones de equipos mayores. Encontrar el punto exacto de máximo beneficio económico es de suma importancia. Por ejemplo la frecuencia con la cual se hace mantenimiento mayor de un equipo de control se ve influenciada por la frecuencia de paradas de la misma.

d) Finalidad del mantenimiento.

La finalidad del mantenimiento es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad.

Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica aportado por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; Estas actividades, cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia. A ese estado nos referimos durante la vida de la máquina cada vez que hagamos evaluaciones y/o inspecciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.

- Las misiones del mantenimiento son:
 - La vigilancia permanente y/o periódica.

- Las acciones preventivas.
- Las acciones correctivas (reparaciones).
- El reemplazamiento de maquinaria.
- Objetivos del mantenimiento:
 - Garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos e instalaciones en la planta.
 - Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
 - Reducir los costes al mínimo con el nivel de disponibilidad necesario.
 - Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
 - Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
 - Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

2.2.2.1 Evolución del mantenimiento

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia. Por lo que el concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción, hasta el plan actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global de la planta:

- Los servicios de mantenimiento, ocupan un grado de importancia muy variables dependientes de los tipos de industria:
 - Fundamental, en centrales nucleares e industrias aeronáuticas.
 - Importante, en industrias de proceso.
 - Secundaria, en empresas con costos de paro bajos.
- En dicho caso es posible distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

1ra Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la Segunda Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Y se le conoce como, Mantenimiento Correctivo. (Díaz, 2004,p.2)

2da Generación: Entre la Segunda Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a realizar sustituciones preventivas. Conocida como, Mantenimiento Preventivo. (Díaz, 2004,p.3)

3ra Generación: Surgió a principios de los años 80. Empezando a realizar estudios "causa-efecto" para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo o detección precoz de síntomas incipientes, para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe al área de producción en las tareas de detección de fallos. (Díaz, 2004,p.3)

4ta Generación: Aparece a principios de los años 90. Donde, el Mantenimiento se muestra como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos". Considerada como, Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste. (Díaz, 2004,p.3)

Por lo que se requiere el uso de herramientas, como:

- Ingeniería del Riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no).
- Análisis de Fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables).
- Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento).

2.2.2.2 Áreas de operación del mantenimiento

Se deducen las tareas en las que un servicio de mantenimiento puede ser responsable:

- Mantenimiento de equipos.
- Realización de mejoras técnicas.
- Colaboración en las nuevas instalaciones: especificación, recepción y puesta en marcha.
- Ayudas a fabricación (cambios de formato, proceso, entre otros.).
- Aprovisionamiento de útiles y herramientas, repuestos y servicios.
- Participar y promover la mejora continua y la formación del personal.
- Mantener la seguridad de las instalaciones a un nivel de riesgo aceptable.
- Mantenimientos generales (limpiezas, entre otros.)

Todo ello supone formar:

- La Política de Mantenimiento a aplicar.
 - Tipo de mantenimiento a efectuar y nivel preventivo a aplicar.
- Los Recursos Humanos necesarios y su estructuración.
- La Política de stocks de repuestos a aplicar.

2.2.2.3 Distribución del mantenimiento

Uno de los aspectos más críticos de la gestión del mantenimiento, es la Gestión de los recursos humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio. Ver. Figura 1.



Figura 1. Organigrama general del personal.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

a) Funciones del personal

En términos generales podemos resumir que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.
- Registrar el resultado de su actividad mediante su análisis, para permitir la mejora continua (en fiabilidad, mantenibilidad, productividad, entre otros).

Estas funciones genéricas habrá que traducirlas en tareas concretas a realizar por cada uno de los puestos definidos en el organigrama de mantenimiento.

b) Número del personal

Debe analizarse en cada caso, por lo que depende mucho del tipo de instalación y sobre todo de la política de mantenimiento establecida:

- Tipo de producción, distribución de las instalaciones
- Estado de los equipos, grado de automatización
- Tipo de organización, formación del personal
- Tipo de mantenimiento deseado
- Disponibilidad de medios e instrumentos

La preparación y programación de los trabajos es el único instrumento que ayuda a definir los recursos necesarios y las necesidades de personal, por lo que lleva a unos recursos humanos variables, según la carga de trabajo.

c) Supervisión

El supervisor de equipo debe manejar una determinada cantidad de personal, influyendo en la asignación los siguientes factores:

- Tipo de especialidad.
- Nivel de formación del personal
- Tipos de trabajos (rutina/extraordinarios)
- Distribución geográfica de los trabajos

La supervisión tiene un coste que es justo para la intervención de trabajos bien hechos. Un exceso sería despilfarro pero un defecto tendría repercusiones aún peores.

d) Funciones de línea y de planificación

Se establece, además del personal de “línea”, un personal de “planificación” que se ocupe de:

- La preparación de trabajos
- Elaboración de procedimientos de trabajo
- Prever el suministro de materiales y repuestos de stock
- Adjudicación de trabajos a subcontratas
- Establecer el tipo de mantenimiento más adecuado

Puesto que la saturación del día a día impide que el personal de línea se ocupe de objetivos distintos, respecto a la producción en planta, se dispone de del personal en planificación. Ver. Figura 2.

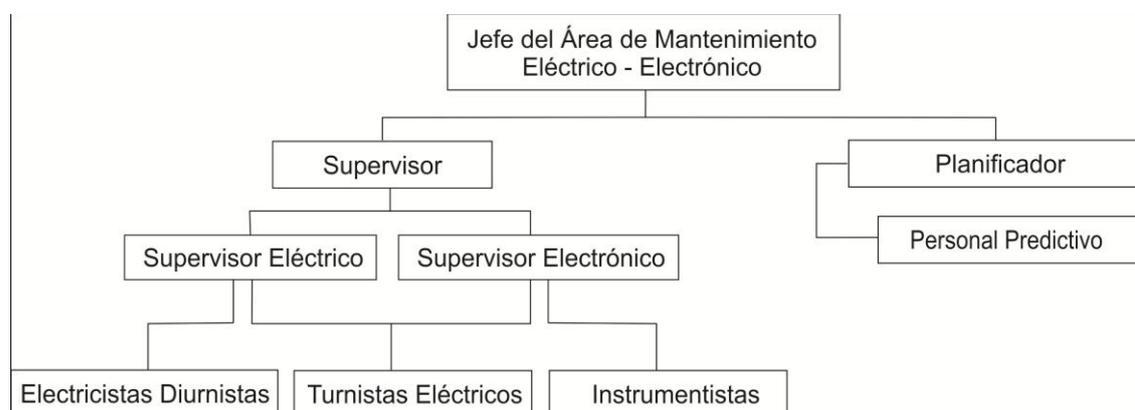


Figura 2. Organigrama del área de mantenimiento.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

Para que este tipo de organización funcione bien, se deben respetar los siguientes principios:

- Separación clara sobre las asignaciones del personal de línea y de planificación.
- Frecuente intercambio de información entre ambos.

- El personal de línea es responsable técnicamente de los resultados.
- El personal de planificación tiene una función de carácter consultivo.

Las funciones habitualmente asignadas al planificador son las siguientes:

- Preparación y programación de trabajos.
- Informes técnicos, estudios y mejoras.

2.2.2.4 Tipos y niveles de mantenimiento

Los distintos tipos de mantenimiento se muestran en el siguiente diagrama. Ver. Figura 3.

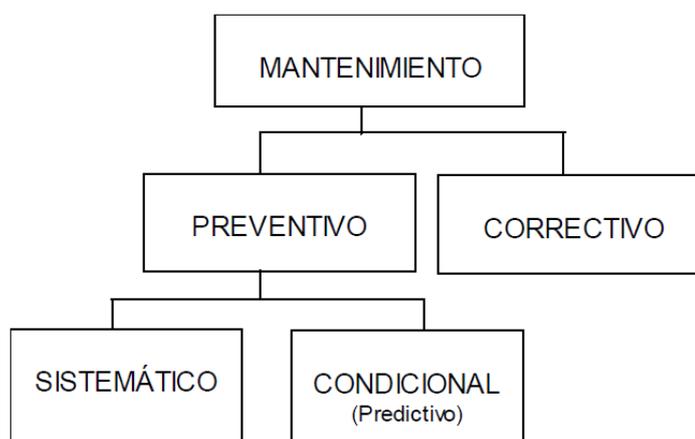


Figura 3. Organigrama de mantenimiento.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

- El Mantenimiento Correctivo, efectuado después de la falla generada por el equipo, para reparar averías.
- El Mantenimiento Preventivo, realizado con la intención de reducir la probabilidad de fallo, del que existen dos modalidades:
- El Mantenimiento Preventivo Sistemático, efectuado a intervalos regulares de tiempo, según un programa establecido y teniendo en cuenta la criticidad de cada equipo.

- El Mantenimiento Preventivo Condicional, subordinado a un acontecimiento predeterminado.
- El Mantenimiento Predictivo, que más que un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas de detección anticipada de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo.

El diagrama de flujos sobre el tipo de mantenimiento a aplicar según el caso, se muestra en el diagrama. Ver. Figura 4.

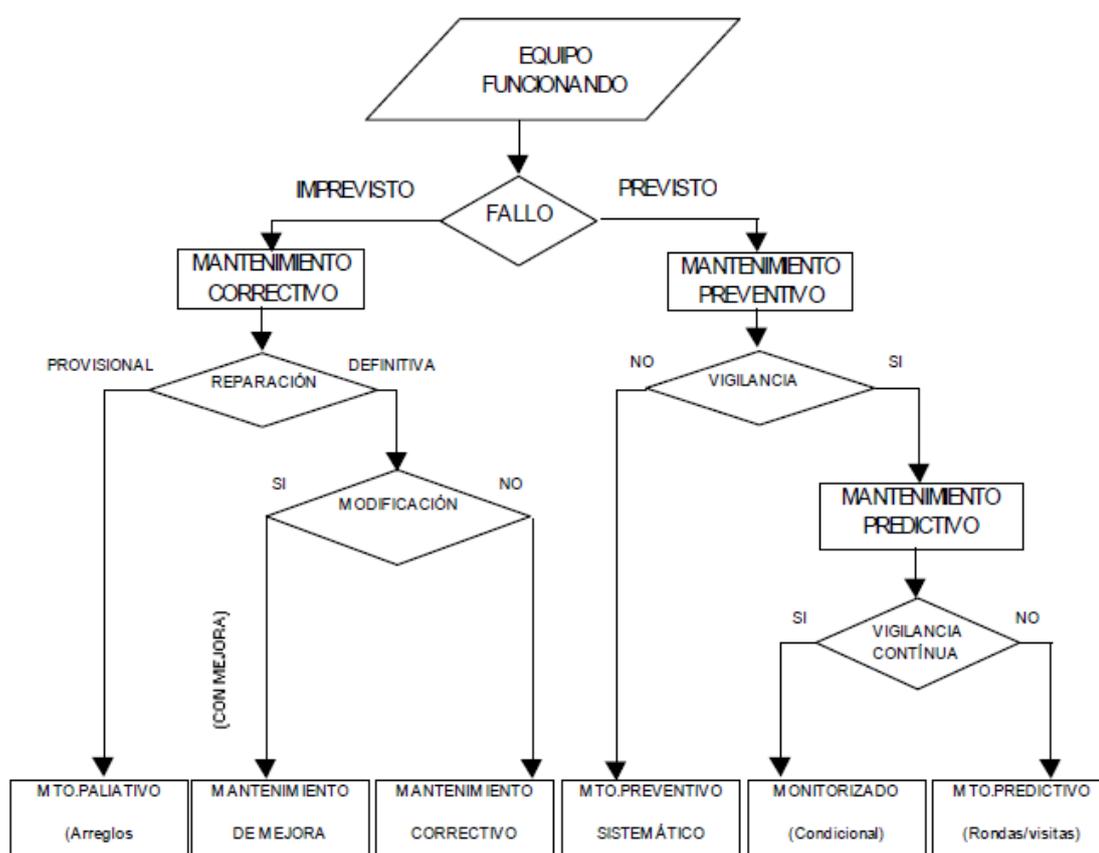


Figura 4. Diagrama flujos del tipo de mantenimiento.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

En cuanto a los distintos niveles de intensidad aplicables se presenta un resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles de operación.

NIVEL	CONTENIDO	PERSONAL	MEDIOS
1	Ajustes simples previstos en órganos accesibles. Cambio elementos accesibles y fáciles de efectuar.	Operador (In situ)	Utillaje ligero
2	-Arreglos por cambio estándar -Operaciones menores preventivos (Rondas/Gamas)	Técnico habilitado (In situ)	Utillaje ligero + Repuestos necesarios en stock
3	-Identificación y Diagnostico de averías. -Reparación Por cambio de componentes reparaciones mecánicas menores.	Técnico especializado (In situ o Taller)	Utillaje ligero + aparatos de medición + banco de ensayos, control, etc.
4	-Trabajos importantes de mantenimiento Correctivo y Preventivo	Equipo dirigido por técnico especializado (Taller)	Utillaje ligero + material de ensayos, control, etc.
5	-Trabajos de Grandes reparaciones, renovaciones, etc.	Equipo completo, polivalentes, en taller central.	Máquinas Herramientas específicas de fabricación (Soldadura)

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

2.2.2.5 Ventajas, inconvenientes y aplicaciones en los distintos tipos de mantenimiento

2.2.2.5.1 Mantenimiento correctivo

- **Ventajas**

- No se requiere de una infraestructura técnica elevada, ni una gran capacidad de análisis.
- Se aprovecha al máximo la vida útil de los equipos.

- **Inconvenientes**

- Las averías se presentan en cualquier momento, lo que origina una interrupción en el proceso.
- Se generan pérdidas en tiempo, por elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante.
- La baja calidad del mantenimiento brinda un corto tiempo para la reparación del equipo.

- **Aplicaciones**

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas en planta sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
- Se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.

2.2.2.5.2 Mantenimiento preventivo

- **Ventajas**

- Brinda una mayor reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

- **Inconvenientes**

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

- **Aplicaciones**

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro.
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

2.2.2.5.3 Mantenimiento predictivo

- **Ventajas**

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

- **Inconvenientes**

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

- **Aplicaciones**

- Maquinaria rotativa.
- Motores eléctricos.
- Equipos estáticos.
- Instrumentación.

2.2.3 Gestión de los equipos

2.2.3.1 Clasificación de los equipos

Para la clasificación de los equipos, el responsable de mantenimiento lo primero que deberá de tener en cuenta es; El inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener (Sensores, Actuadores y Tableros). El resultado es una base de datos organizada y que depende del tipo de proceso. En este caso es el procesamiento para la elaboración de Cal. La clasificación de todo ello se muestra en el diagrama. Ver. Figura 5.

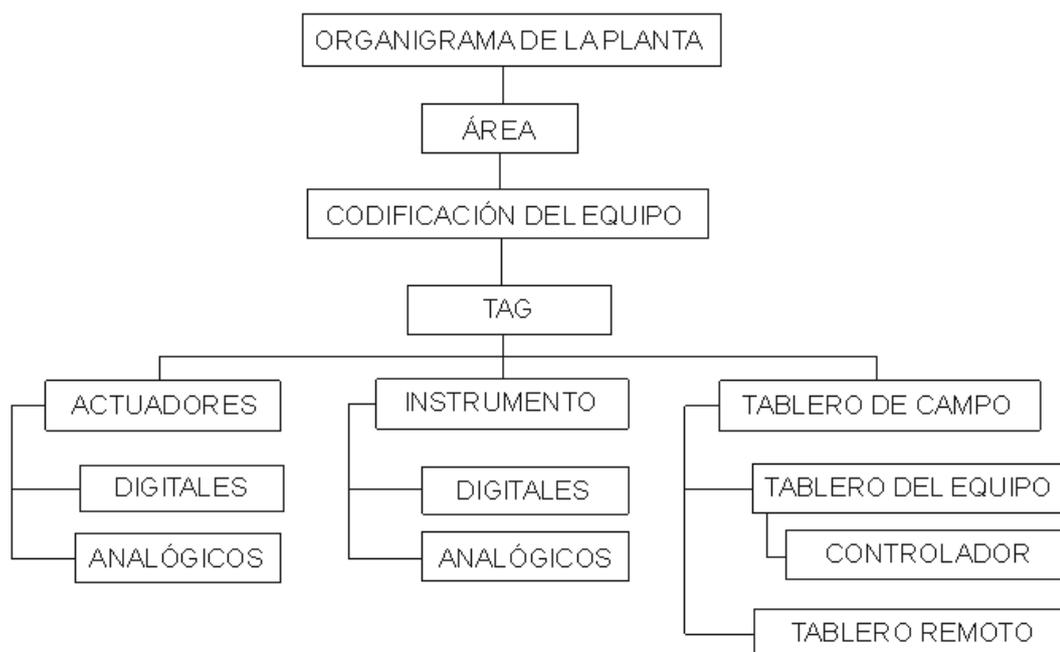


Figura 5. Organigrama de equipos de mantenimiento.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

2.2.3.2 Inventario de equipos

Se determina que para la distribución, organización y ejecución del mantenimiento en los procesos de la planta de la Línea III Katawi – Rumi, es necesario un inventario. Es decir:

- Un inventario de equipos, el cual es un registro o listado de todos los equipos, codificados y localizados, en una base de datos.
- Un criterio de agrupación por tipos de equipos, para clasificar los equipos por plantas, áreas, codificación y tags en instalaciones que dispongan de instrumentos, actuadores y/o tableros.
- Un criterio para la definición de criticidad al asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos en la planta.
- La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos, así como de sus funciones, cuando sea preciso (Electricista de Turno, Eléctrico Diurnista e Instrumentista Diurnista).

El inventario es un listado codificada y almacenada en una base de datos para los procesos de mantenimiento, supervisión y control en la planta, establecido por divisiones y sub - divisiones, debiendo estar permanentemente actualizado por el personal asignado del área de mantenimiento eléctrico & electrónico de la planta.

La estructura en cada caso responde a los siguientes criterios. Ver. Figura 6.

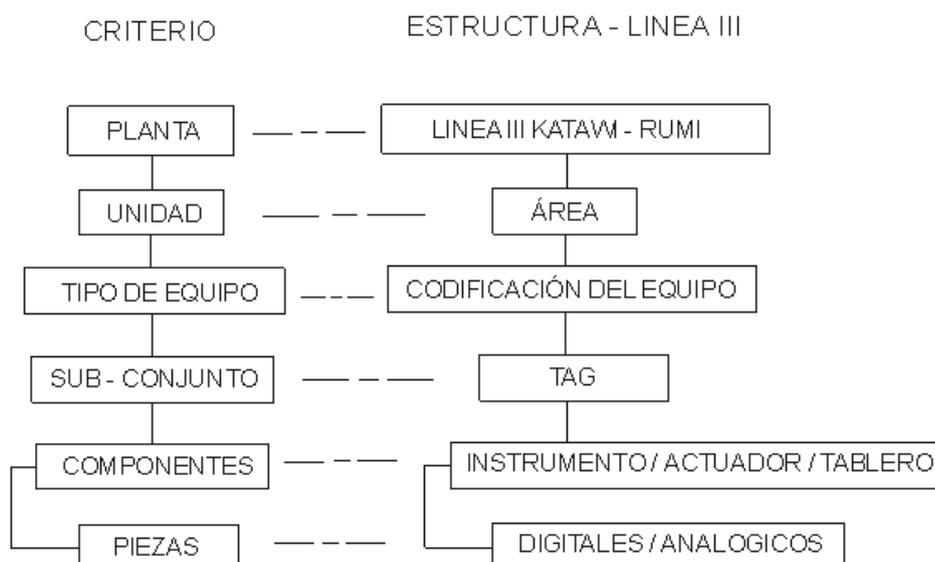


Figura 6. Criterio de distribución del equipo.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

Ficha técnica

La ficha técnica muestra los datos generales del equipo. Es decir; Área y descripción, código y su descripción, etiqueta (Tag), descripción del equipo (Instrumento, Motor o Tablero), Tag de cableado, código SAP. Así como, los datos técnicos característicos y complementarios, diagramas de conexión y vistas del equipo. Brindando de esta forma la información adecuada para cada uno de los instrumentos, motores y tableros.

Así como la posibilidad de actualizar los datos para cada uno de los equipos.

a) Instrumentos

Para los Instrumentos fueron clasificados de la siguiente manera:

- Datos Generales del Instrumento: Brinda información detallada correspondiente al área y su descripción, Código, etiqueta, tag de

cableado y descripción del instrumento. Identificando de esta manera el tipo de instrumento y su ubicación. Ver. Figura 7.



CAL & CESUR S.A.

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Apilador Radial

Descripción del Equipo:

Sensor Inductivo Velocidad Cero

Area:	100
Descripción-Area:	Recepcion de Caliza
Código:	3015
Etiqueta (Tag):	3015 SE
Tag de Cableado:	3015SE-C
Cod. SAP:	

Figura 7. Datos generales del instrumento.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

- **Datos Técnicos:** La marca, modelo, tipo, S/N / N° ID y part N°/Fab N°, Son datos característicos para la adquisición y posterior almacenamiento (Instrumento en Stock).
- **Datos característicos:** Se dispone de datos del instrumento para su funcionamiento, es decir: Salidas, voltaje, corriente, frecuencia, rango, temperatura ambiente y protección. Así como la vista de instrumento. Ver. Figura 8.

Vista Instrumento



Datos Técnicos

Sensor de Proximidad Inductivo

Marca: Turck
 Modelo: NR
 Tipo: NI20U-M30-AP6X
 S/N / N° ID: NR
 Part N°/Fab N°: NR

Datos Característicos:

Salidas: 3 Hilos, Normalmente Abierto, PNP
 Voltaje: 10 a 30 V dc
 Corriente: ≤ 200 mA
 Frecuencia: ≤ 1,5 kHz
 Rango: 20 mm
 Temperatura Amb: -30 a +85 °C
 Protección: IP67

Figura 8. Datos técnicos del instrumento.

Fuente. Software SIPMEE.

- Datos Complementarios y Vistas del equipo: Muestra los datos correspondientes al Tipo de señal, dirección, conexión del Instrumento, pin, conexión en bornera, plano de referencia, plano P&ID, diagrama de flujos, lazo de control, entre otro. Con el fin de realizar la correcta instalación del instrumento para su puesta en marcha. Ver. Figura 9.

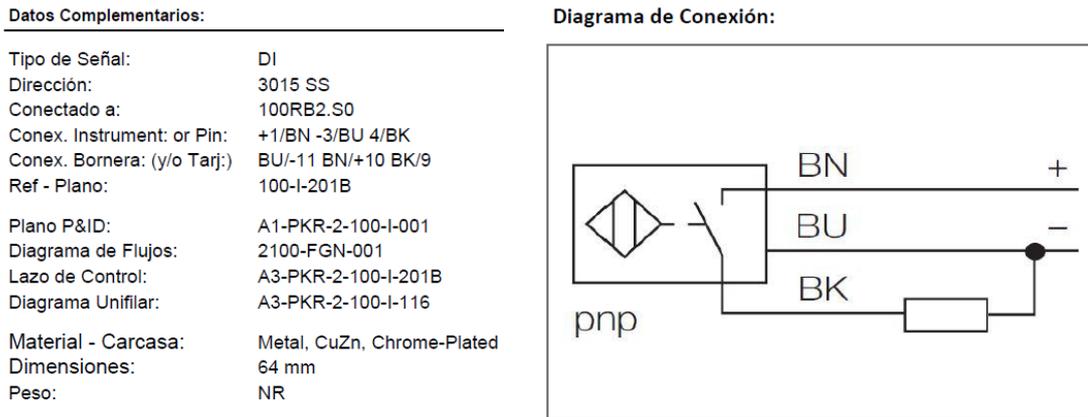


Figura 9. Datos complementarios y vistas del equipo del instrumento.

Fuente. Software SIPMEE.

b) Motores

- Datos generales del Motor: Brinda información detallada correspondiente al área y su descripción, Código, etiqueta, tag de cableado y descripción del Motor. Identificando de esta manera al motor y su ubicación. Ver. Figura 10.



Figura 10. Datos generales del motor.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

- Datos técnicos y vistas del equipo: Se muestra la marca, modelo, tipo, S/N, Son datos característicos del motor. Así como los datos contenidos en la plata para su funcionamiento. Ver. Figura 11.

VISTA		3005	Datos Técnicos	
			Marca :	WEG W22 NEMA PREMIUN
			Tipo/Modelo :	07518ET3E365TC-W22
			SPEC.No. :	0
			Motor No.Serie :	1012393144
			Categoría de Par. CAT. No :	0
			Fecha de Fabricación :	27 DE JUNIO 2011
			Tipo de Arranque :	DIRECTO
			Diametro del Eje:	NA
			Potencia (HP/KW -in-out) :	75 HP/ 55 KW
			Corriente :	168/84.1
			Voltaje (V.) :	230/460
			Velocidad (RPM.) :	1775
			Frecuencia Electrica (Hz.) :	60
			Corrient. Max Arranq. (KVA) :	NR
			Proteccion (IP) :	IP55
			Temperatura Ambiente (°C) :	40
			Factor de Servicio :	1.25
			Numero de Fases (PH.) :	3
			Factor de Potencia (COS.) :	0.86
			Duty :	CONT.
			Eficiencia (EFF.%) :	NR
			Nema (EFF.%) :	95.4
			Diseño (A-B-C-D) :	B
			Clase de Aislamiento :	F
			Diagrama de Conexión :	NR
			Altitud Amb. Max :	1000
			Frame (Dimensiones) :	364/5 TC
			Weight (Peso) :	936 Lbs
Rodamiento lado vent. :	6314 C3			
Rodamiento lado Acople :	6314 C3			
Torque (Kgc.m.) :	NR			
Certificaciones (IEC-CEI) :	NR			
T-No. :	NR			
Codigo (Code) :	G			
Sobreelevacion Temp.(ΔT K) :	80			
PAR. N#m	NR			
Reduccion :	NR			
Montaje :	NR			
Tipo Grasa Rodamientos :	MOBIL POLYREX EM			
Tiempo de Lubricacion(h) :	12000 h.			
Cant. Grasa Rodam. L.Vent:	27 g.			
Cant. Grasa Rodam. L.Acopl:	27 g.			
Plano P&ID:	A1-PKR-2-100-I-001			
Diagrama de Flujos:	2100-FGN-001			
Lazo de Control:	A3-PKR-2-100-E-007A			
Diagrama Unifilar:	A3-PKR-2-100-E-001			

Figura 11. Datos técnicos y vistas del motor.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

c) Tableros de campo

- Datos generales del Tablero: Brinda información detallada correspondiente al área y su descripción, Código, etiqueta, tag de cableado y descripción del Tablero. Identificando de esta manera al tablero y su ubicación. Ver. Figura 12.



CAL & CESUR S.A.

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Tablero Arranque Directo Supresor de Polvos

Descripción del Componente:

Area:	100
Descripción-Area:	Area Materia Prima
Código:	3010
Etiqueta (Tag):	3010.5 EC
Tag de Cableado:	3010.5EC-C
Cod. SAP:	

Figura 12. Datos generales del tablero.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

- **Datos técnicos:** Se muestra la marca, modelo, tipo, S/N, Part N°/Fab N° y la cantidad del mismo componentes que dispone el tablero. Siendo datos característicos de los componentes del tablero según la hoja de datos para su funcionamiento. Ver. Figura 13.

Contactor de Contacto

Tag Interno:	KM	
Nro:	3	Componente: Contactor

Vista de Tablero



Datos Técnicos

Marca:	WEG
Tipo / Modelo:	CWM12
S/N / N° ID:	NR
Part N°/Fab N°	NR
Cantidad de Comp.:	1

Datos Característicos:

Tipo de Alim.:	3/4 Polos
Tension de Campo:	NR
Tension Nom.:	NR
Ue:	220-690 V
Volt. de Aislam. Max:	1000 V
Tension Min. Max.:	NR
Potencia:	NR
Intensidad:	25 A
Frecuencia:	50/60

Figura 13. Datos técnicos del tablero.

Fuente. Software SIPMEE.

- Datos complementarios y vistas del equipo: Muestra el número de entradas y salidas correspondientes al componente del tablero. Ver. Figura 14.

Datos Complementarios:

Entrada

Nro. Entradas:	NR
Voltaje:	NR
Intensidad:	NR

Salida

Nro. Salidas:	NR
Voltaje:	NR
Intensidad:	NR

Vista del Equipo



Figura 14. Datos complementarios y vistas del tablero.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

2.2.3.3 Dossier- Mantenimiento

Contiene toda la documentación que muestra la información íntegra de los equipos:

- Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, entre otros.)
- Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, historial de intervenciones, entre otro).

El alcance de datos se define en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo. Siendo clasificados en 2 tipos de documentos en el área de mantenimiento:

a) **Documentos técnicos:** Suministrados por el fabricante, por lo que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento, considerando lo siguiente:

- Características del equipo.
- Condiciones de servicio, especificadas según su funcionamiento.
- Lista de repuestos Intercambiabilidad.
- Planos de montaje, Instrumentación, eléctricos, neumáticos e hidráulicos (Solo si existe).
- Dimensiones y Tolerancias de ajuste.
- Instrucciones de montaje.
- Instrucciones de funcionamiento.
- Normas de Seguridad.
- Instrucciones de Mantenimiento.
 - Engrase.
 - Lubricantes.
 - Diagnóstico de averías.
 - Instrucciones de reparación.
 - Inspecciones, revisiones periódicas.
 - Referencias de piezas y repuestos recomendados.

Gran parte de la documentación técnica, imprescindible para disponer de un buen mantenimiento.

b) **Fichero interno:** Documentación generados a lo largo de la vida útil del equipo.

Se debe organizar la información útil necesaria, sin ser demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable. En base a lo siguiente:

- Codificación.
- Condiciones de trabajo reales.
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados.
- Procedimientos de reparación.
- Fichero histórico del equipo.

2.2.3.4 Fichero histórico del equipo

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por el equipo desde su puesta en servicio. Su aprovechamiento posterior en el proceso de mantenimiento es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas las que sean útiles y necesarias, así como las calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan (Manual de Calidad). Es decir:

- Permiso de trabajo en altura, en caliente y análisis de trabajo seguro.
- Especialidad.
- Tipo de fallo (Normalizar y codificar).
- Número de horas de trabajo.
- Tiempo fuera de servicio.
- Datos de la intervención:
 - Síntomas.
 - Defectos encontrados.

- Corrección efectuada.
- Recomendaciones para evitar su repetición.

Con los datos obtenidos será posible realizar los siguientes análisis:

- 1) Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos, entre otros.
- 2) Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.
- 3) Análisis para la mejora de métodos: Selección de puntos débiles.
- 4) Análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimas, selección de repuestos a mantener en stock.
- 5) Análisis de la política de mantenimiento:
 - Máquinas con mayor número de averías.
 - Máquinas con mayor importe de averías.
 - Tipos de fallos más frecuentes.

El análisis de éstos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento (correctivo, preventivo y predictivo) más adecuado para cada equipo.

2.2.3.5 Repuestos y tipos

En las instalaciones de la industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de un equipo, es necesario mantener un stock de dispositivos de cambio cuyo peso económico es en general adecuado. Se tiene las siguientes actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

1) Selección de piezas a mantener en stock

Lo primero que se debe de considerar, es establecer las piezas que deben permanecer en stock. Es fundamental establecer una norma donde se

especifique la política o criterios para crear stocks de repuestos. El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad no sea la adecuada. Por el contrario, un almacén insuficiente generará largos periodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos desde que se crea la necesidad hasta que son entregados por el proveedor. Por tanto, se debe establecer los criterios de decisión en función a:

- La criticidad del equipo.
- El tipo de pieza (si es o no de desgaste seguro, si es posible repararla o disponer de un cambio).
- Las dificultades de aprovisionamiento (si el plazo de entrega es o no corto).

Se clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

- **Stock crítico:** Piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se le debe dar un tratamiento específico y preferente que evite el riesgo de indisponibilidad.
- **Stock de seguridad:** Piezas de muy improbable avería pero indispensables mantener en stock, por el tiempo elevado de reaprovisionamiento y grave influencia en la producción en caso de que fuese necesaria para una reparación.
- **Piezas de desgaste seguro:** Constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, Sensores, entre otros).
- **Materiales genéricos:** Válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes y más. que por su elevado consumo es conveniente tener en stock.

2) Fijar el nivel de existencias

A continuación para cada pieza habrá que fijar la cantidad de piezas a mantener en stock. Por lo que se deberá tener en cuenta el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad y otros), a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad son:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad).
- Consumo previsto.
- Plazo de reaprovisionamiento.

3) Gestión de Stocks

La gestión de stocks de repuestos en función del consumo, plazo de reaprovisionamiento y el punto de pedido (cuándo pedir) y el lote económico (cuánto pedir). El objetivo no es más que determinar los niveles de stock a mantener de cada pieza de forma que se minimice el coste de mantenimiento de dicho stock más la pérdida de producción por falta de repuestos disponibles.

4) Otros materiales

No necesariamente se debe mantener en stock todos los repuestos necesarios. Aquellos tipos genéricos (rodamientos, válvulas, manómetros, retenes, juntas entre otros.) que sean fáciles de adquirir en el mercado se deben evitar. Como alternativa se puede tener un contrato de compromiso de consumo a precios concertados con un distribuidor, a cambio del mantenimiento del stock por su parte.

2.2.4 Gestión de trabajos

2.2.4.1 Política de mantenimiento

La política o estrategia de mantenimiento consiste en definir los objetivos técnico-económicos del servicio, así como los métodos a implantar y los medios necesarios para alcanzarlos.

Se visualización las diferentes fases de la puesta en marcha de una política de mantenimiento. Ver. Figura 15.

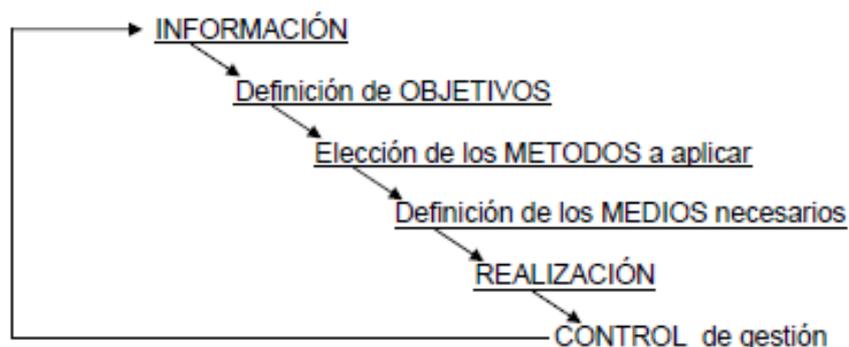


Figura 15. Fases de la política de mantenimiento.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

Una vez organizada la información relevante sobre los equipos, su estado y los requerimientos de producción, se fijan los objetivos.

Los objetivos a considerar en la línea de producción III de Cal.

- Máxima disponibilidad.
- A un coste dado (fijando presupuesto).
- Asegurar un rendimiento y producción.
- Garantizar la seguridad.
- Reducir las existencias de recambios.
- Maximizar la productividad del personal.
- Maximizar los trabajos programados, reduciendo las urgencias.

- Reducir las improvisaciones.

2.2.4.2 Establecimiento de un plan de mantenimiento

Para las distintas etapas que supone establecer un plan de mantenimiento:

a) Clasificación e Identificación de equipos

El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos.

Para la línea de producción III Katawi - Rumi, se dispone de un sistema distribuido, que identifica una codificación de la unidad, equipo y componente.

Ver. Figura 16.

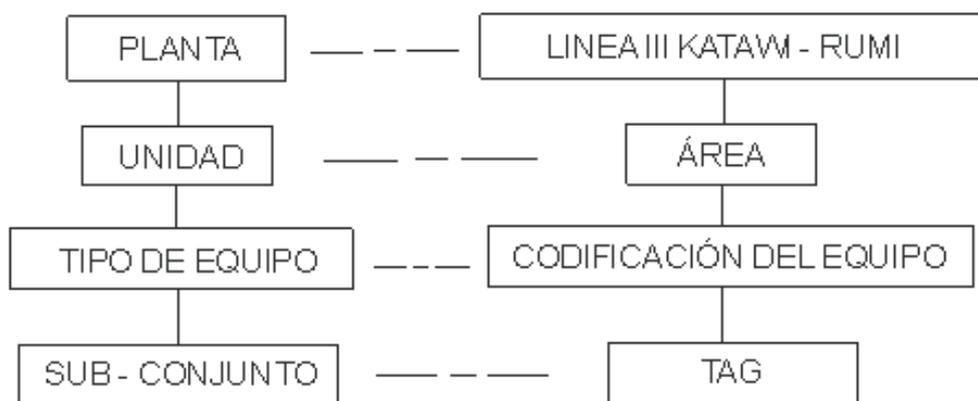


Figura 16. Distribución de equipos y componentes.

Fuente. Mantenimiento de eléctrico & electrónico. (2014) CalCesur.

b) Recopilar información

Es obtener toda la información que sea relevante para el mantenimiento:

- Condiciones de trabajo y diseño.
- Recomendaciones del fabricante.
- Condicionamientos legales.

c) Programa de mantenimiento preventivo

Una vez que el análisis individual de cada equipo se ha completado, se debe establecer niveles agrupados por familias, tipos de equipos, períodos iguales. Con el fin de optimizar el proceso de mantenimiento. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de inspección.

- a. El uso de equipo de protección personal (EPP).
- b. Análisis de trabajo seguro (ATS).
- c. Adquirir la hoja de datos del equipo, planos de Ubicación, P&ID y Planos de Conexión Eléctrica y/o de Instrumentación, diagrama de flujo, diagrama unificar y protocolos de comunicación (De ser necesario).
- d. Realizar el reconocimiento de las partes y componentes del equipo.
- e. Preparación previa para el trabajo.
- f. Inspección visual del equipo.
- g. Inspección de temperatura, vibración, así como la alimentación eléctrica del equipo.
- h. Finalmente orden y limpieza en el área de inspección.

d) Guía de mantenimiento correctivo

Incluso con la información del fabricante, es difícil al inicio, prever la carga de mantenimiento correctivo esperada. Pero con la experiencia se debe prever la cantidad de trabajo para su presupuesto. En cualquier caso una tarea importante para facilitar la planificación de trabajos, es tipificar los trabajos más repetitivos e incluso establecer procedimientos para cada uno de los casos. Es decir, procedimientos de mantenimiento para los instrumentos, motores y tableros de control. Se muestra un proceso de mantenimiento para el sensor de velocidad. Ver Anexo A.

e) Organización del mantenimiento

El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria, es decir:

- La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena.
- La estructura administrativa.
- El sistema de planificación y programación de trabajos.

2.2.4.3 Planificación y programación del mantenimiento

Para mejorar los recursos disponibles es necesario planificar y programar los trabajos, como en cualquier otra actividad empresarial. En mantenimiento tienen una dificultad añadida y es que deben estar ligadas a la planificación y programación de la producción.

La planificación de los trabajos consiste en poner al ejecutor la disposición de realizar el trabajo dentro del tiempo previsto, con buena eficiencia y según un método optimizado.

La programación, una vez planificado los trabajos, se establece el día y el orden de ejecución de los mismos.

Supone, por tanto, un trabajo de ingeniería previo a la ejecución de los trabajos para determinar:

- Localización del fallo, avería.
- Diagnóstico del fallo.
- Prescribir la acción correctiva.
- Decidir la prioridad correcta del trabajo.
- Planificar y programar la actividad.

2.2.4.4 Planificación de los trabajos

Para que los trabajos se puedan realizar con la eficiencia deseada, se debe considerar lo siguiente:

- Concretar el trabajo a realizar.
- Estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales)
- Definir las normas de Seguridad y Procedimientos aplicables.
- Obtener el permiso de trabajo.

Se trata de hacer la preparación tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, grúas, andamios, máquinas-herramientas, consumibles, entre otros), y por ello podemos decir que es una actividad indispensable para una adecuada programación.

a) Preparación del personal para a intervención.

- Normas, Procedimientos, Guías de trabajo aplicables. Sobre todo debe estar detallado en trabajos muy repetitivos (Procedimientos y Normas-Guía).
- Formación necesaria de los ejecutores.
- Horas de trabajo necesarias.
- Permisos de trabajo a obtener. Condiciones a reunir por la instalación para obtener el permiso para el trabajar a ejecutar.

b) Preparación de materiales

- Repuestos necesarios y su disponibilidad en almacén.
- Materiales de consumo y otros no almacenados.
- Transportes, grúas, equipos necesarios para la intervención.
- Andamios y otras actividades auxiliares.

Se conoce que no todos los trabajos requieren una igual preparación. Por lo que se aceptan los siguientes grados de preparación en mantenimiento:

- “10% de los trabajos no requiere ninguna preparación (pequeños, no repetitivos)”. (Díaz, 2004,p.41)
- “60% de los trabajos se hará una preparación general, incidiendo más en los materiales que en la mano de obra (trabajos normales)”. (Díaz, 2004,p.41)
- “30% de los trabajos se hará una preparación exhaustiva (grandes reparaciones, larga duración, parada de instalaciones)”. (Díaz, 2004,p.41)

2.2.4.5 Procedimientos de trabajo

Deben ser útiles y fáciles de manejar por los usuarios, es decir:

- Las operaciones necesarias y su orden de ejecución.
- Los instrumentos, útiles y herramientas necesarias.
- El número de personas necesarias para cada operación.
- Las indicaciones de seguridad en las tareas que revisten un cierto riesgo.

2.2.4.6 Tiempos de trabajo

Conocer los tiempos necesarios para los trabajos permitiría:

- Programar los trabajos.
- Medir la eficacia de los equipos humanos.
- Mejorar los métodos.
- Implantar un sistema de incentivos individual o colectivo.

Considerar los tiempos reales de ejecución con los tiempos previstos o asignados a cada trabajo. En ello influye el método de trabajo utilizado, generando diferencias importantes entre tiempo asignado y tiempo real.

En el análisis de tiempos se debe considerar el ciclo completo del trabajo:

- Tiempo de desplazamiento.
- Tiempo de preparación.
- Tiempo de ejecución.
- Tiempo de esperas, imprevistos.

2.2.4.7 Clasificación de los trabajos

La asignación de tiempos en los trabajos pueden ser clasificados de la forma siguiente:

- a) **Pequeños trabajos no rutinarios:** De menos de 4 horas de duración. No es rentable la obtención de tiempos. (Díaz, 2004,p.43)
- b) **Trabajos rutinarios:** Repetitivos y previsibles, ejecutados por un equipo fijo asignado a cada instalación. Es útil disponer de tiempos asignados y procedimientos de trabajo. (Díaz, 2004,p.43)
- c) **Trabajos de mantenimiento diversos:** Son la mayor parte de los trabajos de mantenimiento, aparecen con frecuencia y no con una gran variabilidad. Es necesario tener tiempos (con la precisión indicada) y procedimientos de trabajo documentado. (Díaz, 2004,p.44)
- d) **Trabajos de ayuda a producción:** Ajustes, cambios de formato, entre otros. Se deben tener procedimientos y tiempos en procesos repetitivos. (Díaz, 2004,p.44)

- e) **Trabajos de mantenimiento extraordinario:** Grandes revisiones o reparaciones. Interesa disponer de procedimientos escritos y tiempos de intervención. (Díaz, 2004,p.44)

En definitiva no se precisa disponer ni de tiempos ni de procedimientos escritos para el 100% de las actividades, aunque si es importante disponer de ellas en los casos indicados.

2.2.4.8 Programación de los trabajos

Las características diferentes de los distintos trabajos a realizar en mantenimiento, obliga a diferenciar los distintos niveles de programación:

- a) Programación anual, se trata de grandes reparaciones previstas en el presupuesto o paradas/revisiones programadas. Con una programación a largo plazo (1 año o más). El trabajo se puede cuantificar, prever medios necesarios, tiempo de ejecución e incluso se dispone de elementos para determinar la fecha de inicio.
- b) Programación a medio plazo (semanal, mensual), donde se puede prever:
- Carga de mantenimiento preventivo, consecuencia de dividir la carga total anual en bloques homogéneos para cada período. Normalmente, esta programación suele ejecutarse semanalmente.
 - Carga de mantenimiento correctivo, no urgente, por lo tanto debe ser cuantificado en horas y preparado adecuadamente para asegurar su duración y calidad.
- c) Programación diaria (corto plazo, turno o jornada), dónde se desarrolla y concreta el programa anterior y en el que se insertan los trabajos

urgentes e imprevistos. Para ellos, se estima un 20% de los recursos programables, aunque depende del tipo de trabajo.

Por la variabilidad de los tiempos y la importancia en el logro de los objetivos de mantenimiento, es imprescindible para que funcione adecuadamente la programación:

- 1) Responsable del área de mantenimiento para tomar decisiones por el programador y ser cumplidas.
- 2) Disponer de una información adecuada para la comunicación con los distintos niveles de mantenimiento y operación, para que el proceso sea muy fluida.
- 3) Seguir a diario el progreso de los trabajos y la carga pendiente, de manera que la planificación esté permanentemente actualizada y sea un documento eficaz.

2.2.5 Técnicas de mantenimiento predictivo

2.2.5.1 Definición y principios básicos

Se llama mantenimiento predictivo a la superación de un umbral predeterminado y significativo del estado de deterioro de un equipo.

Es un conjunto de técnicas que al ser debidamente seleccionadas, permiten el seguimiento y examen de ciertos parámetros característicos del equipo en estudio, que manifiestan algún tipo de modificación o anomalía en el mismo.

La mayoría de los fallos en equipos se muestran de forma incipiente, con un posible grado de detección anticipada a la avería. Se precisa para ello establecer un seguimiento de aquellos parámetros que nos pueden avisar del

comienzo de un deterioro y establecer para cada uno de ellos qué nivel se admite como normal y cuál inadmisible, de tal forma que su detección desencadene la ejecución pertinente.

En la curva P-F se muestra cómo un fallo comienza y prosigue el deterioro hasta un punto en el que puede ser detectado (el punto P de fallo potencial). A partir de allí, si no se detecta y no se toman las medidas oportunas, el deterioro continúa hasta alcanzar el punto F de fallo funcional. Ver. Figura 17.

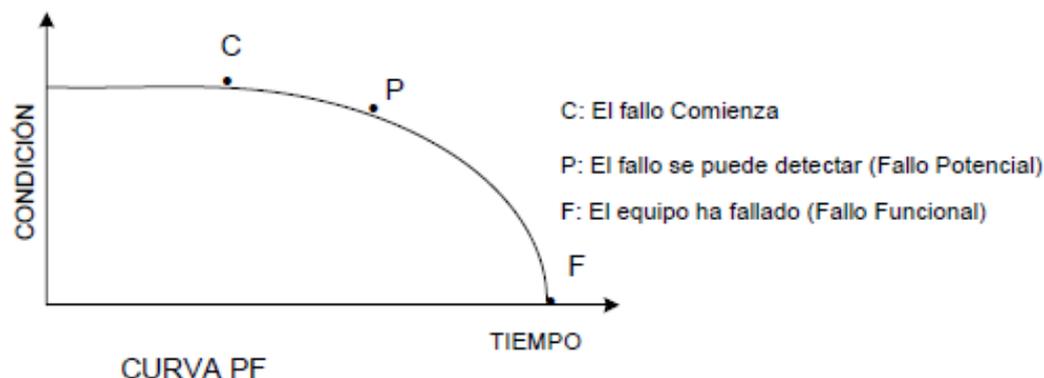


Figura 17. Curva de condición y tiempo.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

El seguimiento y control de los parámetros se puede hacer mediante vigilancia periódica, en cuyo caso es importante establecer una frecuencia tal que nos permita detectar el deterioro en un momento entre P y F, y no sea demasiado tarde para reaccionar.

Los equipos a los que actualmente se les puede aplicar distintas técnicas de control de estado con probada eficacia son básicamente los siguientes:

- Motores eléctricos.
- Equipos estáticos.
- Tableros eléctricos.
- Instrumentación.

Las ventajas que aporta este tipo de mantenimiento, permite conocerse en todo momento el estado de los equipos, detectar fallos en estado incipiente, lo que impide que éste alcance proporciones indeseables. Por otra parte permite aumentar la vida útil de los equipos, evitando el reemplazo antes de que se encuentren dañados. Y por último, al conocerse el estado, pueden programarse las paradas y reparaciones previéndose los repuestos necesarios, el cual disminuir los tiempos de indisponibilidad.

2.2.5.2 Parámetros para control de estado

Los parámetros utilizados para el control de los equipos son aquellas magnitudes físicas susceptibles de reparar algún tipo de modificación repetitiva en su valor, cuando varía el estado funcional de la máquina.

Los parámetros que se pueden utilizar para este fin, siempre que se cumplan las condiciones expresadas:

- Ser sensible a un defecto concreto.
- Que sea posible modificar como consecuencia de la aparición de alguna anomalía.
- Que se repita siempre de la misma forma.

Las técnicas utilizadas para el mantenimiento se pueden clasificar en dos grupos básicos:

- **Técnicas directas**, en las que se inspeccionan directamente los elementos sujetos a fallo, entre ellas cabe mencionar la inspección visual, inspección por partículas magnéticas, el empleo de ultrasonidos, la inspección radiográfica, entre otros.
- **Técnicas indirectas**, mediante la medida y análisis de algún parámetro con significación funcional relevante. Entre ellos el más usado es el análisis de vibraciones, aunque también existen numerosos parámetros que cada vez son más utilizados conjuntamente con el análisis de vibraciones, como puede ser el análisis de ruidos, medida de presión, de temperatura, entre otros.

Se muestra un resumen de técnicas y parámetros utilizados actualmente para el control de estados para distintos tipos de equipos. Ver. Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 2. Equipos dinámicos.

PARÁMETRO INDICADOR	TÉCNICAS
- Inspección visual.	- Uso de endoscopios, videos.
- Vibraciones.	- Análisis espectral y de tendencias.
- Presión, caudal, temperatura.	- Seguimiento en su evolución.
- Ruido.	- Análisis del espectro.
- Degradación y contaminación de lubricantes.	- Análisis físico-químicos, ferrografía.
- Estado de rodamientos.	- Impulsos de choque.
- Estado de alineamiento	- Laser de monitorización.
- Control de esfuerzos, par y potencia.	- Extensometría, torsiómetros.
- Velocidades críticas	- Amortiguación dinámica.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

Tabla 3. Equipos eléctricos.

PARÁMETRO INDICADOR	TÉCNICAS
- Equilibrio de fases.	- Medidas de tensión e intensidad.
- Consumos anómalos.	- Medidas de intensidad y potencia.
- Estado de devanados, excentricidad, desequilibrio.	- Espectros de corriente y vibración.
- Severidad de servicio.	- Control y recuento de arranques y maniobras.
- Resistencia de aislamiento.	- Medida de resistencias, índice de polarización.
- Contaminación de devanados.	- Corriente de absorción y fuga.
- Temperatura de devanados.	- Medidas de temperatura, termografías.
- Estado de escobillas.	- Termografía, análisis estroboscópico.
- Fallos de aislamiento.	- Factor de pérdidas dieléctricas, análisis de descargas parciales.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

Tabla 4. Equipos electrónicos.

PARÁMETRO INDICADOR	TÉCNICAS
- Función o respuesta.	- Medidas eléctricas, simulación, sistemas expertos.
- Calentamiento.	- Avisos sonoros, termografía.

Fuente. Díaz, J. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial.

2.2.5.3 Sistema de mantenimiento predictivo

El fundamento del mantenimiento predictivo es la medida y valoración periódica de una serie de variables de estado, lo que implica el manejo de una cantidad de datos que requieren medios; Físicos, de gestión y humanos.

Los medios físicos son los instrumentos de medida, captura y registro de datos. Los programas de gestión informáticos manejan los datos captados elaborando informes y gráficos de evolución. Finalmente los recursos humanos brindan al personal que hace las medidas rutinarias. Es decir, profesional altamente cualificado capaz de desarrollar análisis y diagnóstico de averías y con conocimientos específicos del tipo de equipos a tratar.

Por lo que se requiere de una secuencia en el proceso:

1) Preparación inicial

Supone desarrollar lo siguiente:

a) Definición de los equipos

Identificación, estudio, de sus características y calificación de su importancia en el proceso productivo.

b) Determinar los parámetros y técnicas de medición

Cada equipo crítico en particular y cada familia de equipos se determinan los parámetros y técnicas más adecuados a utilizar para llevar a cabo el control.

c) Estructuras y parámetros de la base de datos

En cada equipo se plantea el almacenamiento de datos, según:

- La frecuencia de chequeo o medida.
- El alcance de las medidas de cada parámetro.
- La definición de alarmas, para cada parámetro.

2) Implantación

Una vez realizada toda la preparación, se lleva a cabo las medidas periódicas acordadas, con las rutas y frecuencias previstas, lo que implica:

- Chequeos y medidas periódicas.
- Registro y volcado de datos en el sistema.
- Valoración de niveles que indican un comportamiento anómalo.
- Análisis y diagnóstico de anomalías.

3) Revisión de resultados

Al tener implementado todo el sistema, se deberá llevar a cabo periódicamente un análisis crítico de resultados:

- Historial de medidas rutinarias y averías.
- Análisis de resultados y dispersión de datos.
- Cambio de parámetros o niveles de alarma así como las frecuencias de chequeo, de ser necesaria.

2.2.5.4 Técnicas de mantenimiento predictivo

A continuación se describen brevemente las principales técnicas utilizadas en la industria.

a) Inspección visual

Es considerado desde una simple inspección visual directa del equipo hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios y lámparas estroboscópicas.

Es posible la detección de fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, fisuras, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, entre otros. Se aplica a zonas que es posible observar directamente. Por esta razón se diseñan los equipos para poder observar partes inaccesibles sin necesidad de desmontar.

b) Análisis de vibraciones

Todo equipo en uso presenta un cierto nivel de vibraciones como consecuencia de holguras, pequeños desequilibrios, rozamientos, entre otros.

El nivel vibratorio se incrementa si, existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas y cojinetes defectuosos.

Por tal motivo el nivel vibratorio puede ser usado como parámetro de control funcional para el mantenimiento predictivo de equipos, estableciendo un nivel de alerta.

Es usado la medida del nivel vibratorio como indicador de la severidad del fallo y el análisis espectral para el diagnóstico del tipo de fallo.

c) Medida de presión

Se utiliza la presión del proceso para aportar información útil ante defectos como la cavitación, condensación de vapores o existencia de golpes de ariete. Así como, la presión de lubricación para detectar deficiencias funcionales en los cojinetes o problemas en cierres en compuertas correspondientes al proceso por una presión insuficiente o poco estable.

d) Medida de temperatura

El control de temperatura para proceso se utiliza muy eficazmente en diferentes elementos de equipos cuya variación siempre está asociada a un comportamiento anómalo.

Muestra de ello se observa en motores los diferentes elementos que intervienen en su funcionamiento, donde los rodamientos y cojinetes de producen un aumento importante de temperatura en ellos cuando aparece algún deterioro. Asimismo se eleva la temperatura cuando existe exceso o falta de lubricante. También aumenta la temperatura ante la presencia de sobrecargas. Por todo ello se utiliza frecuentemente la medida de temperatura

en rodamientos y cojinetes, junto con otras técnicas, para la detección temprana de defectos y su diagnóstico.

La temperatura en bobinados de grandes motores se mide para predecir la presencia de fallos como sobrecargas, defectos de aislamiento y problemas en el sistema de refrigeración.

Por otro lado, un aporte de información valiosa es la temperatura del sistema de refrigeración. En efecto, cualquier equipo está dotada de un sistema de refrigeración para evacuar el calor generado durante su funcionamiento. La elevación excesiva de la temperatura del refrigerante denota la presencia de una anomalía en la máquina (roces, holguras inadecuadas, mala combustión, entre otros) o en el propio sistema de refrigeración.

e) Termografía

Es la técnica que utiliza la fotografía de rayos infrarrojos para detectar zonas calientes en dispositivos electromecánicos (componentes en tableros, equipos en ejecución). Con el uso del equipo termográfico se crean imágenes térmicas que pueden ayudar a localizar fuentes de calor anómalas.

Razón por lo que es usado en líneas eléctricas (detección de puntos calientes por efecto Joule), de cuadros eléctricos, motores, máquinas y equipos del proceso en los que se detectan zonas calientes anómalas bien por defectos del propio material o por defecto de aislamiento.

Para ello es preciso hacer un seguimiento. Inspección de los equipo según al grado de criticidad, permitiéndonos comparar periódicamente la imagen térmica actual con la imagen de referencia.

2.2.6 Sistema de información - mantenimiento

2.2.6.1 Gestión del mantenimiento asistido por ordenador

Un programa de mantenimiento asistido por ordenador ofrece un servicio orientado hacia la gestión de las actividades directas del mantenimiento, permitiendo programar y seguir las actividades de un servicio de mantenimiento y los objetos de esta actividad a través de terminales distribuidos en oficinas técnicas, talleres y almacenes.

Un programa puede implicar una eficaz modificación de las funciones del mantenimiento. Considerando en un primer momento, una modificación progresiva en los procedimientos, para ayudar a precisarlos.

Aportando las siguientes ventajas:

- Poner orden en el servicio de mantenimiento.
- Mejora la eficacia.
- Reduce los costos de mantenimiento.
- Con una gestión en mantenimiento, genera una condición previa necesaria para mejorar la disponibilidad de los equipos.

El porcentaje medido en rentabilidad indica:

- Reducción de un 6% en los costos de mantenimiento (mano de obra, propia, ajena, materiales, repuestos). (Díaz, 2004,p.227)
- Mejora de un 15% de la eficacia industrial (productividad, carga pendiente, urgencias, horas extras, tiempos perdidos, eficacia de las acciones por decisiones tomadas en base a una información veraz y actual, mejor aprovechamiento de los recursos, entre otros). (Díaz, 2004,p.227)

- Tiempo de retorno de la inversión de dos años. (Díaz, 2004,p.227)

Para la inversión total de implantación de un programa (Díaz, 2004) indica que: “En Costo del software un 25%, en costo del hardware un 25%, en tiempo dedicado a la documentación e integración un 35% y formación de usuarios un 15%”. (p.228).

2.2.6.2 Campos a gestionar

Programas de gestión del mantenimiento; cuya actividad principal es llevar informáticamente la función de mantenimiento, sus gastos de mano de obra y de material, así como el stocks de repuestos.

Programas de ayuda a la decisión y a la optimización de las funciones preventivas, que permiten decidir las acciones y frecuencias en función de los informes de intervención.

Programas de ayuda a la utilización de los equipos que brindan información disponible y de ayuda al diagnóstico.

A continuación se indican cuáles son sus funcionalidades típicas:

a) Gestión de datos técnicos

- Descripción y Codificación detallada de todos los equipos.
- Descripción y Codificación de las componentes de recambio.
- Especificaciones y datos técnicos de equipos y componentes (materiales, fabricante, condiciones de servicio, entre otros).

b) Gestión del mantenimiento de equipos

- Planificación y organización de las intervenciones:
 - Preventivas (sistemático, predictivo).
 - Correctivas (arreglos, reparación).

- Tratamiento de urgencias y cargas de trabajo.
- Ordenes de trabajo.
- Preparación y programación de trabajos.
- Control de trabajos terminados.
- Histórico de equipos.
- Análisis estadístico de fallos y operaciones de mantenimiento.

c) Gestión de Stocks

- Control de existencias.
- Emisión de órdenes de reaprovisionamientos.
- Gestión de listas de reservas.
- Inventarios rotativos y control del inmovilizado.
- Control de roturas de stocks y optimización del mismo.

Toda la información manejada debe ser convenientemente recopilada, sintetizada, ordenada y tratada para convertirla en información fácil de asimilar y utilizar mediante una serie de gráficos, tendencias, entre otros. Que muestren resultados del servicio, grado de aproximación a los objetivos trazados, desviaciones, entre otros. Brindando de esta forma una información útil y necesaria para el mantenimiento de la industria en el área eléctrico y electrónico.

2.3 Hipótesis de la investigación

2.3.1 Hipótesis general

- El diseño e implementación del sistema de información de la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. mejora en el proceso de mantenimiento.

2.3.2 Hipótesis específica

- Mejora con el diseño y administración de la información en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A., respecto al mantenimiento.
- Para la mejora en la administración de la información en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. respecto al mantenimiento.

2.4 Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores.

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
Independiente -Sistema de Información	-Datos de la planta línea de producción III Katawi - Rumi -Software en base de datos.	-Procesos de la planta -Instrumentos -Actuadores -Tableros de campo -Tipo de software. -Usabilidad
Dependiente -Mantenimiento	-Mejorar el proceso de mantenimiento	-Tiempo de consulta

Elaboración. Propia

2.4.1 Variable dependiente

Con el fin de alcanzar el objetivo la variable dependiente es:

- Mantenimiento de la línea de producción III Katawi – Rumi.

2.4.2 Variable independiente

La variable independiente presente en la investigación aplicada es:

- Sistema de información de la línea de producción III Katawi – Rumi.

CAPÍTULO III
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología de investigación

El presente trabajo de investigación por la naturaleza de los datos y el manejo de la información es de un enfoque cuantitativo.

Para alcanzar cada uno de los objetivos fue necesario lo siguiente:

- a. Realizar el proceso de selección de toda la información de cada equipo (Instrumentos, Actuadores y Tableros) con la que cuenta el área de mantenimiento eléctrico - electrónico de toda la línea de producción III Katawi - Rumi.
- b. Haciendo uso de una herramienta informática, y por su usabilidad, se iniciará con el diseño en Visual Basic for Applications. para el Sistema de Información asignada al mantenimiento de la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.
- c. Línea de producción III Katawi - Rumi se encuentra dividida por: Área y zonas, considerando de esta forma el prototipo para la implementación, de forma visual e intuitiva con el proceso de la planta.

3.1.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicado, pues consiste en el empleo práctico del conocimiento o teoría en mantenimiento eléctrico y electrónico en el área industrial con la finalidad de mejorar y resolver el problema concreto sobre el manejo de información para el proceso de mantenimiento en la línea de producción III de la planta de Cal Y Cemento Sur S.A.

3.1.1.2 Diseño de investigación

Para el presente estudio se utiliza el tipo de diseño descriptivo no experimental.

El diseño de investigación permite recoger información e interpretar la muestra.

Notación Funcional

$$Y = f(x)$$

Dónde:

f = función

y = Mantenimiento

x = Sistema de información

3.1.1.2.1 Definir el problema

La falta de información sistematizada sobre las herramientas adecuadas en el proceso de mantenimiento correspondiente a cada equipo (Instrumentos, Actuadores y Tableros), siendo una nueva línea de producción en la planta de Cal y Cemento Sur S.A. Ayudará a obtener mejores resultados y ser más eficientes frente a un problema de mantenimiento, resultados que afectaran directamente al área de producción y que se verán reflejados en la producción y calidad del producto final.

3.1.1.2.2 Especificar requerimientos

El área de mantenimiento eléctrico y electrónico, debe de contar con toda la información de cada equipo que se encuentra en toda la línea de producción III Katawi - Rumi.

3.1.1.2.3 Alternativa de solución

La solución está en implementar un sistema de información en el área de mantenimiento eléctrico y electrónico, cuyo software será exclusivamente para temas de mantenimiento.

3.1.1.2.4 Selección de mejora y desarrollarlo

El área de mantenimiento eléctrico y electrónico, será mucho más eficiente y rápido en dar solución a fallas, si se dispone de un sistema de información para el proceso de mantenimiento.

3.1.1.2.5 Construir el prototipo

Para la elaboración de prototipo será diseñado según los datos necesarios para el proceso de mantenimiento en la línea de producción III de Cal y Cemento Sur S.A.

3.2 Población y muestra de la investigación

3.2.1 Población

La población, objeto de investigación está constituida por los equipos de la línea de producción III Katawi - Rumi correspondientes al área de mantenimiento eléctrico y electrónico de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.

3.2.2 Muestra

La información de cada equipo para el proceso de mantenimiento de la línea de producción III Katawi - Rumi, de Cal y Cemento Sur S.A.

3.3 Ubicación y descripción de la población

3.3.1 Ubicación geográfica

Latitud Sur : 15°33'59"

Latitud Oeste : 70°06'12"

Altitud : 3825 m.s.n.m.

3.3.2 Ubicación política

Línea de producción III Katawi - Rumi, Cal y Cemento Sur S.A.,
Caracoto, Carretera Juliaca – Puno, Km 11.

Departamento : Puno

Provincia : San Román

Distrito : Caracoto

3.4 Técnicas e instrumentos para recolectar información

3.4.1 Técnica

La observación, es la técnica de recolección de datos a través de la sistematización directa en el proceso de mantenimiento de la línea de producción III de la planta de Cal y cemento Sur S.A. el cual cuenta con diferentes procesos, clasificados en 4 distintas áreas. Obteniendo la información de cada equipo (Instrumento, Actuador y tablero de campo).

3.4.2 Instrumento

- Inventario de los equipos, generado en una base de datos usando criterios de agrupación para su clasificación de todos los instrumentos, actuadores y tableros de campo, de cada uno de los equipos

codificados, distribuidos por zonas y áreas, correspondientes a la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S. A.

- Organización de Dossier de los equipos, el cual comprende toda la documentación de los Instrumentos, actuadores y tableros de campo, así como la agrupación de todo el equipo. Distribuidos en documentos técnicos y ficheros internos.
 - Documentos técnicos: Las Hojas de datos, Manuales, Protocolos de prueba, Inspecciones y planos suministrados por fabricante.
 - Fichero Interno: Ficha técnica, procedimientos de reparación, fichero histórico de la maquinaria, planos generados por la instalación, actualización y distribución en la planta.
- Vistas y ubicación correspondiente a los equipos y a cada uno de los instrumentos, actuadores y tableros de campo distribuidas por zonas y áreas.
- El software, seleccionado con el fin de generar un sistema de información para el mantenimiento de la línea de producción III Katawi - Rumi.
 - El software es considerado por su usabilidad, facilitando el uso de la herramienta en el área de mantenimiento eléctrico y electrónico, siendo sus principales usuarios; los instrumentistas - diurnista, eléctricos de turno y eléctricos - diurnista.
 - El diseño del sistema de información para el mantenimiento de la línea de producción III Katawi - Rumi, dispondrá de un menor tiempo en la consulta de los datos requeridos para la inspección

y/o mantenimiento de los instrumentos, actuadores o tableros de campo.

- Para el análisis se realizó la encuesta al personal que laboran en el área de mantenimiento eléctrico – electrónico de la planta d Cal y Cemento Sur.

3.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó la encuesta y recopilación de información para determinar el grado de mantenimiento en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.

3.5.2 Análisis de datos

Se analizó los datos haciendo uso de la estadística descriptiva, utilizado para la recopilación, organización e interpretación del conjunto de datos obtenidos por la encuesta y por el desarrollo del prototipo.

3.6 Plan de tratamiento de los datos

Se siguen los siguientes pasos para el tratamiento de datos.

- a) Organización y clasificación de los datos obtenidos en línea de producción III Katawi - Rumi, correspondiente al área.
- b) Diseño y sistematización de la información haciendo uso de la herramienta Visual Basic for Applications, de forma gráfica e interactiva.
- c) Reporte de los parámetros para el control de estado de los equipos, generados por la inspección periódica de una serie de variables de

los instrumentos, actuadores y tableros de campo, realizados por el personal de mantenimiento eléctrico- electrónico (eléctricos de turno).

- d) Finalmente, utilizando la encuesta de funcionalidad del prototipo desarrollado, en base a la prevención de riesgos, eficiencia del mantenimiento y la eficiencia de la aplicación del software SIPMEE en la línea de producción III Katawi - Rumi. (Se muestra la encuesta en el Anexo I)

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA

INVESTIGACIÓN

4.1 Generalidades

En este capítulo, se exponen y describen todos los procesos, distribución y descripción empleadas en el desarrollo de la investigación aplicada, también se proporcionan los elementos que intervienen en el diseño del software, con la finalidad de facilitar y permitir su uso para futuras investigaciones.

4.2 Diseño y desarrollo del sistema de información

El análisis del sistema de información para el mantenimiento eléctrico y electrónico (SIPMEE), se realiza utilizando la metodología de análisis y diseño estructurado, el cual permite conocer el sistema de una forma lógica y manejable. Y al mismo tiempo proporcionando datos ingresados y actualizados en cada inspección y/o mantenimiento para garantizar el proceso en las futuras intervenciones.

4.2.1 Modelado de la base de datos del sistema de información

El tipo de base de datos que se presenta a continuación corresponde a un modelo lógico. Reflejando la estructura de los datos a almacenar, el cual se consideró en la línea de producción III Katawi - Rumi.

En el diagrama de flujo, muestra la administración de los datos y su almacenamiento. Por lo que se utilizó el diagrama de flujos para modelar las especificaciones del mantenimiento, y así comprobar la consistencia del esquema. (Se muestra el diagrama en el Anexo B)

- Los documentos técnicos y ficheros internos en el flujo de datos deben corresponder a algún elemento proporcionado al Instrumento, actuador o Tablero de campo.

- Cada almacén de datos debe corresponder a uno o varios parámetros de la información adecuado al Instrumento, actuador o Tablero de campo para la inspección. Ver. Figura 18.

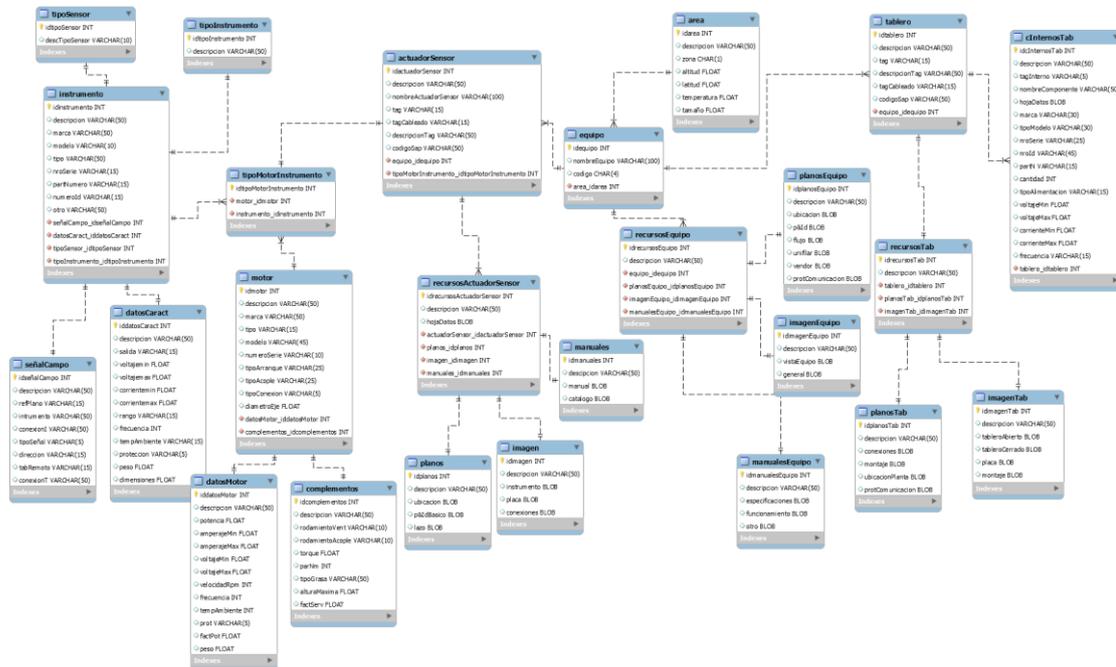


Figura 18. Modelado de la base de datos.

Elaboración. Propia.

4.2.1.1 Descripción de los principales formularios

A continuación se brinda una breve descripción de los principales elementos de los formularios. Ver. Tabla 6.

Tabla 6. Descripción de los principales formularios.

Formulario	Descripción
LoginForm	Usuario: formulario principal para del acceso al sistema de información cuyos usuarios son: Administrador, Usuario, Instrumentista y Turnista.
ViewForm	Ventana principal "Línea de Producción III Katawi - Rumi", Muestra el interface visual de las distintas zonas y áreas a ingresar.
SensorForm	Datos generales del Instrumento: Busca y Muestra la clasificación, descripción, Datos característicos y señales de los instrumentos (Documentos técnicos y ficheros internos).
MotorForm	Datos generales del Motor: Busca y Muestra la clasificación, descripción, Datos característicos y Complementos de los Motores (Documentos técnicos y ficheros internos).
TableForm	Datos generales del Tablero: Busca y Muestra la clasificación, componentes y datos característicos de los Tableros de campo (Documentos técnicos y ficheros internos).
PlanoForm	Planos: Busca y muestra los planos de instrumentación y planos eléctricos.
PredictUserForm	Predictivo - Usuario: Busca, modifica y almacena nuevos usuarios.
PredictLoginForm	Predictivo - Login: Requerido para mostrar el formulario Predictivo, con el fin de acceder como administrador o usuario.
PredictForm	Predictivo: Permite el ingreso de parámetros del instrumento, actuador o Tablero de campo si ingresó como usuario. De lo contrario busca, modifica o elimina los parámetros.
View100Form	Área 100: Interface visual para la búsqueda de los instrumentos, actuadores y tableros correspondientes al área y sus 2 zonas
View200Form	Área 200: Interface visual para la búsqueda de los instrumentos, actuadores y tableros correspondientes al área y sus 4 zonas

Fuente. Propia.

Formulario	Descripción
View300Form	Área 300: Interface visual para la búsqueda de los instrumentos, actuadores y tableros correspondientes al área y sus 4 zonas
View400Form	Área 400: Interface visual para la búsqueda de los instrumentos, actuadores y tableros correspondientes al área y sus 2 zonas

Fuente. Propia.

4.2.1.2 Relación entre formularios

La ventana “Línea de producción III Katawi - Rumi”, es el interfaz principal que visualiza las distintas áreas, brindando una distribución organizada por cada una con sus correspondientes zonas, respetando el criterio de clasificación e identificación en los equipos. Así mismo, cuenta con los accesos de los instrumentos, motores, tableros de campo, planos, datos tomados por la Inspección. Ver. Figura 19.



Figura 19. Pantalla principal.

Fuente. Software SIPMEE.

Las ventanas del: Área 100, 200, 300 y 400, son directamente llamadas desde la ventana principal, así como retornar a la misma. En esta ventana se dispone de diferentes formas de selección y búsqueda de los Instrumentos, actuadores y Tablero, y/o equipos. Mostrando de esta forma los diferentes tags asignados en cada zona. Ver. Figura 20.

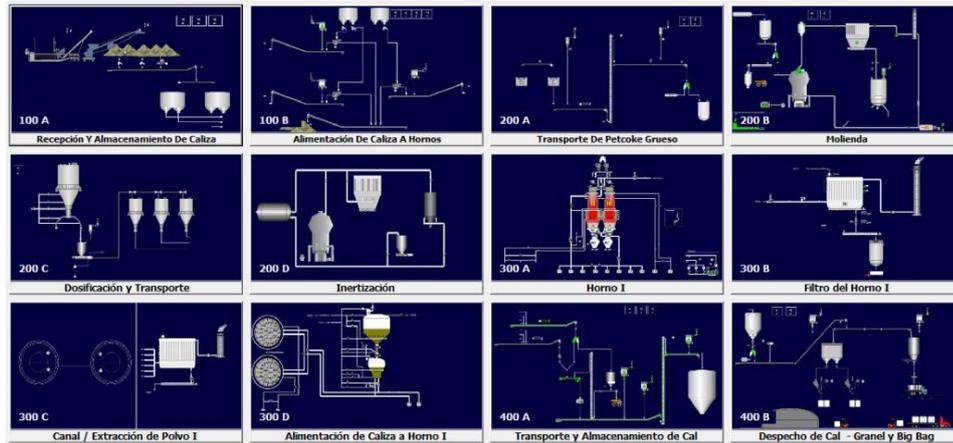


Figura 20. Visualización de todas las zonas.

Fuente. Software SIPMEE.

La ventana de los instrumentos y tableros de campo, están directamente relacionados a las diferentes zonas de cada área. Brindando la administración de los distintos componentes del equipo y mostrando la clasificación, descripción, datos característicos y enlace a la información. Ver. Figura 21.

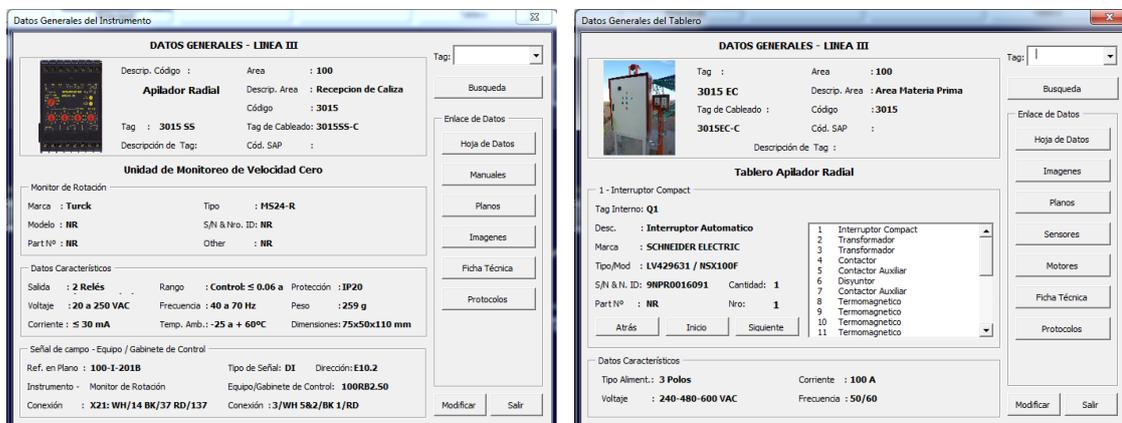


Figura 21. La ventana de los instrumentos y tableros.

Fuente. Software SIPMEE.

El uso de datos obtenidos de los componentes de cada equipo y la información actualizada de los parámetros de cada “instrumento, actuador o tablero” adquiridas por la inspección, son administradas en la ventana datos predictivos. Donde, el proceso de inspección, dispone de 2 nivel de acceso. Siendo, el “usuario” para ingresar los parámetros predictivos de cada componente. Y el “administrador” para la modificación o eliminación de los parámetros correspondientes al equipo de inspección. Ver. Figura 22.

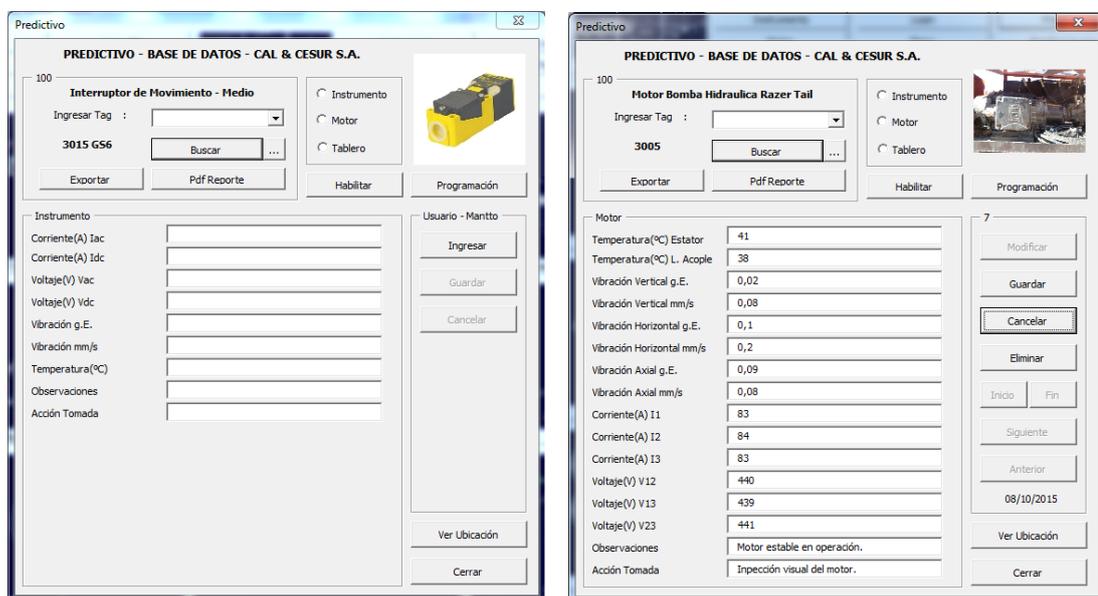


Figura 22. Formularios para ingresar y/o modificar los parámetros predictivos.

Fuente. Software SIPMEE.

Al realizar la inspección de datos de un equipo, muestra los parámetros en base a los valores nominales de temperatura, vibración, corriente y voltaje con diferentes grados de clasificación es decir: Falla detectada (RD), posible falla (OR) y sin falla (GR). Se muestra los antecedentes de la inspección de un motor, por lo que los valores son datos de prueba, ingresados con el objetivo de visualizar los grados de clasificación. Ver. Figura 23.

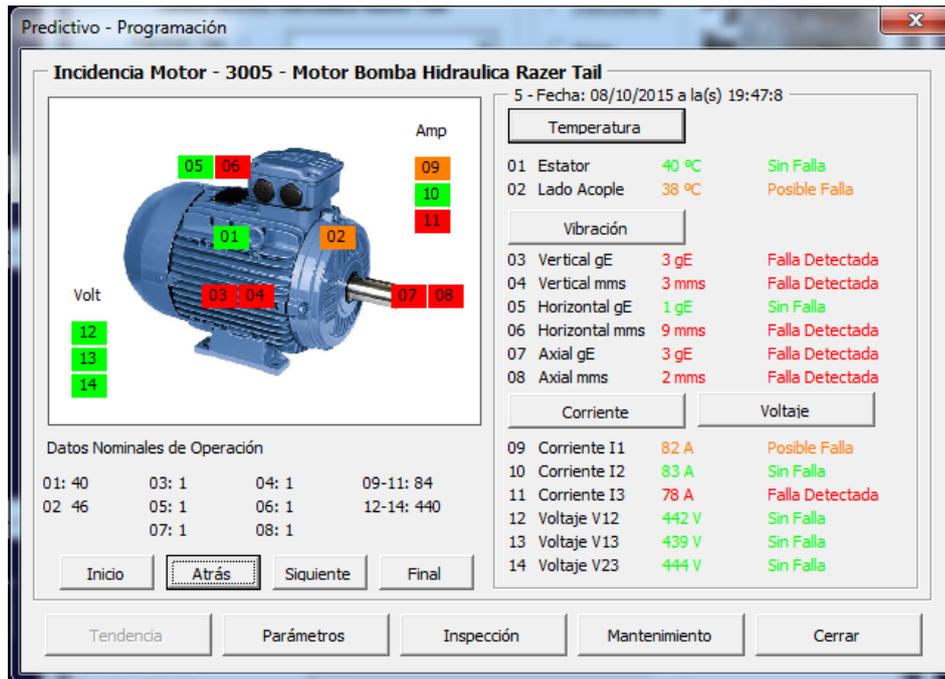


Figura 23. Programación predictiva de un motor.

Fuente. Software SIPMEE.

En la figura se muestra datos de inspección en relación a un sensor, el cual brinda información de corriente, voltaje, vibración y temperatura. Ver. Figura 24.

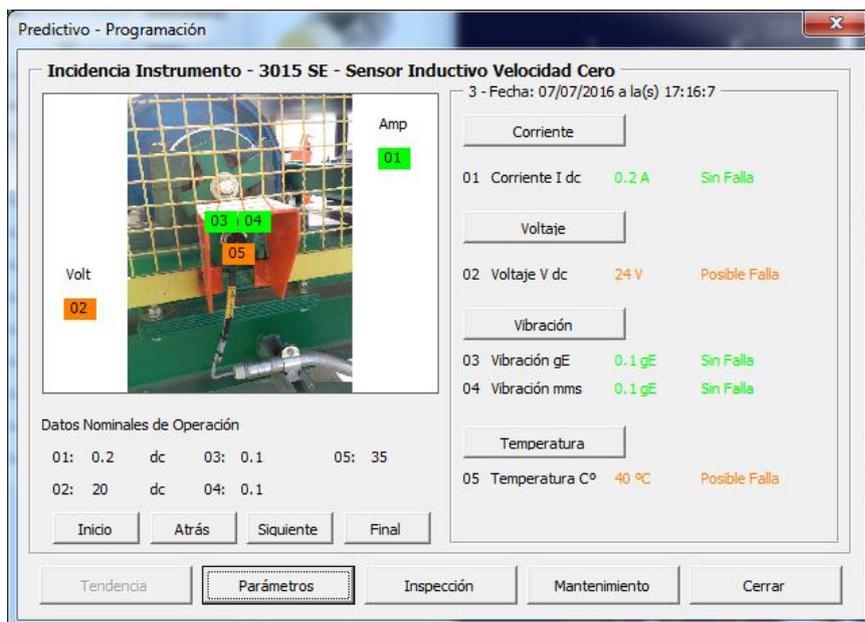


Figura 24. Programación predictiva de un sensor.

Fuente. Software SIPMEE.

Se muestra los de valores tomados por la inspección de los tableros de campo, el cual brinda datos de corriente, voltaje y temperatura. Ver. Figura 25.

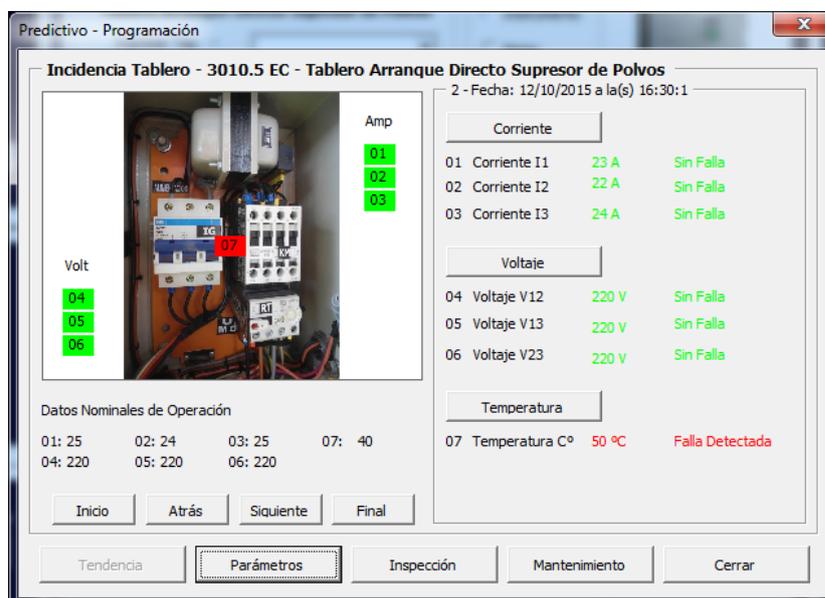


Figura 25. Programación predictiva de un tablero de campo.

Fuente. Software SIPMEE.

También es posible realizar la variación de los parámetros de acuerdo al comportamiento de los equipos, así como el porcentaje de oscilación, con el objetivo de determinar los grados de funcionamiento. Ver. Figura 26.

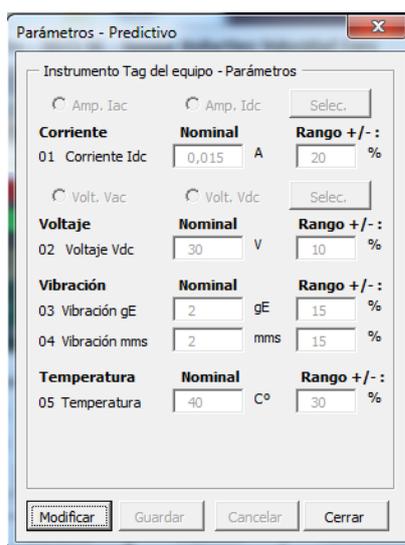


Figura 26. Parámetros predictivos.

Fuente. Software SIPMEE.

4.2.2 Software SIPMEE

El desarrollo realizado para la presente tesis, está representada por diversos procesos, reportes y funciones. Donde se presentan las principales estructuras para la visualización, administración y almacenamiento de datos y parámetros de los componentes de cada equipo.

4.2.2.1 Gestión del mantenimiento

La implementación SIPMEE mejorará la gestión del mantenimiento y la información que se dispone en las instalaciones; Ya que a organización de forma manual requiere un gran esfuerzo en tiempo y recursos. Por tanto, un sistema informatizado maneja todo dato que se genere por procesos de inspección y mantenimiento, de forma rápida y efectiva. Este sistema es capaz de dar la información que sea necesaria para mejorar la monitorización y rendimiento de los equipos y las instalaciones. Y así permitir planificar y programar eficientemente los trabajos de mantenimiento.

Controlar el mantenimiento de todos los equipos puede ser una tarea desafiante. Aunque haya muchos programas de gestión de mantenimiento en el mercado, muy pocos ofrecen una interfaz y un sistema de trabajo realmente sencillos e intuitivo, así como la organización y acceso a la información presentes en la gestión de equipos.

La gestión de mantenimiento brinda un fácil uso, ya que almacena y clasifica, de acuerdo a los criterios de agrupación de los equipos (Código y Tags). Así como la documentación técnica y ficheros internos del equipo.

4.2.2.2 Sistemas de información para el mantenimiento Eléctrico – Electrónico

El presente software denominado **Sistemas de información para el mantenimiento Eléctrico – Electrónico (SIPMEE)**, diseñado exclusivamente para el área de mantenimiento eléctrico electrónico de la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. Se hizo con el objetivo de analizar, mejorar y optimizar los procedimientos que se realizan en el área de mantenimiento eléctrico – electrónico, al realizar una inspección referente a los equipos. En esencia el SIPMEE es una herramienta que ayuda en la gestión de los servicios de mantenimiento, básicamente es una base de datos exclusiva que contiene información sobre los equipos, componentes y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve y es muy importante para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma más segura, rápida y eficaz, así como el empleo para la toma de decisiones en el mantenimiento de los equipos.

4.2.2.3 Ficha técnica y reportes del sistema

Fichas de datos para el mantenimiento eléctrico - electrónico

A continuación, se muestran cada ficha técnica de datos creada para cada tipo de equipo, las cuales fueron analizadas y diseñadas cuidadosamente acorde a lo que se requería en el área de mantenimiento eléctrico - electrónico de tal manera que estas contengan toda la información detallada y necesaria a la hora de realizar una inspección o mantenimiento.

a) Ficha técnica de instrumentación

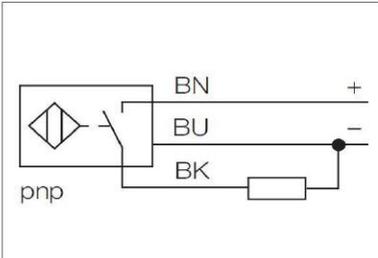
Se muestra la ficha técnica creada para todos los componentes de instrumentación ya sean sensores o actuadores. Donde se muestran datos detallados precisos y puntuales, además de mostrar imágenes reales de cada equipo tal cual se encuentra instalado en la Línea de producción III Katawi - Rumi. (Se muestra la ficha en el Anexo C) Ver. Figura 27.

CAL Y CEMENTO SUR S.A.

 CAL & CEMENTO SUR S.A.	DATOS GENERALES DEL EQUIPO	Area:	100
	Apilador Radial Descripción del Equipo:	Descripción-Area:	Recepcion de Caliza
		Código:	3015
		Etiqueta (Tag):	3015 SE
		Tag de Cableado:	3015SE-C
	Cod. SAP:		

Sensor Inductivo Velocidad Cero

<p>Vista Instrumento</p>  <p>Datos Complementarios:</p> <p>Tipo de Señal: DI Dirección: 3015 SS Conectado a: 100RB2.S0 Conex. Instrument: or Pin: +1/BN -3/BU 4/BK Conex. Bornera: (y/o Tarj.): BU-11 BN+10 BK/9 Ref - Plano: 100-I-201B</p> <p>Plano P&ID: A1-PKR-2-100-I-001 Diagrama de Flujos: 2100-FGN-001 Lazo de Control: A3-PKR-2-100-I-201B Diagrama Unifilar: A3-PKR-2-100-I-116</p> <p>Material - Carcasa: Metal, CuZn, Chrome-Plated Dimensiones: 64 mm Peso: NR</p>	<p>Datos Técnicos</p> <p style="text-align: center;">Sensor de Proximidad Inductivo</p> <p>Marca: Turck Modelo: NR Tipo: NI20U-M30-AP6X S/N / N° ID: NR Part N°/Fab N°: NR</p> <p>Datos Característicos:</p> <p>Salidas: 3 Hilos, Normalmente Abierto, PNP Voltaje: 10 a 30 V dc Corriente: ≤ 200 mA Frecuencia: ≤ 1,5 kHz Rango: 20 mm Temperatura Amb: -30 a +85 °C Protección: IP67</p>
--	---

<p>Datos Complementarios:</p> <p>Tipo de Señal: DI Dirección: 3015 SS Conectado a: 100RB2.S0 Conex. Instrument: or Pin: +1/BN -3/BU 4/BK Conex. Bornera: (y/o Tarj.): BU-11 BN+10 BK/9 Ref - Plano: 100-I-201B</p> <p>Plano P&ID: A1-PKR-2-100-I-001 Diagrama de Flujos: 2100-FGN-001 Lazo de Control: A3-PKR-2-100-I-201B Diagrama Unifilar: A3-PKR-2-100-I-116</p> <p>Material - Carcasa: Metal, CuZn, Chrome-Plated Dimensiones: 64 mm Peso: NR</p>	<p>Diagrama de Conexión:</p> 
---	--

<p>Vista de Placa</p> 	<p>Vista del Equipo</p> 
--	---

<p>Proveedor: Dirección: Lugar:</p>	<p>Telefono: e-mail: Pag. Web:</p>
---	--

Figura 27. Ficha técnica de instrumentación.

Fuente. Software SIPMEE.

b) Ficha técnica de motores

Se muestra la ficha técnica creada para todos los motores existentes en la línea de producción III Katawi - Rumi, cada ficha técnica registra los datos más importantes y detallados del motor así como, las imágenes correspondientes a dicho motor con el fin de obtener información de calidad, precisa, segura, y de forma rápida. (Se muestra la ficha en el Anexo D) Ver. Figura 28.

CAL Y CEMENTO SUR S.A.

 CAL & CEMENTO SUR S.A. Descripción del Equipo:	DATOS GENERALES DEL EQUIPO	Área: <input type="text" value="100"/> Descripción - Área: <input type="text" value="Area Materia Prima"/> Código: <input type="text" value="3005"/> Tag/Etiqueta: <input type="text" value="3005-P"/> Cod. SAP: <input type="text"/>	
	Razer Tail		
	Motor Bomba Hidraulica Razer Tail		
	VISTA 3005	Datos Técnicos	
		Marca : <input type="text" value="WEG W22 NEMA PREMIUN"/> Tipo/Modelo : <input type="text" value="07518ET3E365TC-W22"/> SPEC.No. : <input type="text" value="0"/> Motor No.Serie : <input type="text" value="1012393144"/> Categoría de Par. CAT. No : <input type="text" value="0"/> Fecha de Fabricación : <input type="text" value="27 DE JUNIO 2011"/> Tipo de Arranque : <input type="text" value="DIRECTO"/> Diámetro del Eje: <input type="text" value="NA"/> Potencia (HP/KW -in-out) : <input type="text" value="75 HP/ 55 KW"/> Corriente : <input type="text" value="168/84.1"/> Voltaje (V.): <input type="text" value="230/460"/> Velocidad (RPM) : <input type="text" value="1775"/> Frecuencia Eléctrica (Hz.) : <input type="text" value="60"/> Corriente Max Arranq. (KVA) : <input type="text" value="NR"/> Protección (IP) : <input type="text" value="IP55"/> Temperatura Ambiente (°C) : <input type="text" value="40"/> Factor de Servicio : <input type="text" value="1.25"/> Número de Fases (PH.) : <input type="text" value="3"/> Factor de Potencia (COS.) : <input type="text" value="0.86"/> Duty : <input type="text" value="CONT."/> Eficiencia (EFF.%) : <input type="text" value="NR"/> Nema (EFF.%) : <input type="text" value="95.4"/> Diseño (A-B-C-D) : <input type="text" value="B"/> Clase de Aislamiento : <input type="text" value="F"/> Diagrama de Conexión : <input type="text" value="NR"/> Altitud Amb. Max : <input type="text" value="1000"/> Frame (Dimensiones) : <input type="text" value="364/5 TC"/> Weight (Peso) : <input type="text" value="936 Lbs"/>	
Rodamiento lado vent. : <input type="text" value="6314 C3"/> Rodamiento lado Acople : <input type="text" value="6314 C3"/> Torque (Kgcm.) : <input type="text" value="NR"/> Certificaciones (IEC-CEI) : <input type="text" value="NR"/> T-No. : <input type="text" value="NR"/> Código (Code) : <input type="text" value="G"/> Sobreelevación Temp.(ΔT K) : <input type="text" value="80"/> PAR. N°m : <input type="text" value="NR"/> Reducción : <input type="text" value="NR"/> Montaje : <input type="text" value="NR"/> Tipo Grasa Rodamientos : <input type="text" value="MOBIL POLYREX EM"/> Tiempo de Lubricación(h) : <input type="text" value="12000 h."/> Cant. Grasa Rodam. L.Vent: <input type="text" value="27 g."/> Cant. Grasa Rodam. L.Acopl: <input type="text" value="27 g."/> Plano P&ID: <input type="text" value="A1-PKR-2-100-I-001"/> Diagrama de Flujos: <input type="text" value="2100-FGN-001"/> Lazo de Control: <input type="text" value="A3-PKR-2-100-E-007A"/> Diagrama Unifilar: <input type="text" value="A3-PKR-2-100-E-001"/>			
VISTA PLACA	VISTA MOTOR		
			
Made in: Proveedor: Dirección: Phone:	e-mail: Pag. Web: Costo del equipo: Año:		

Figura 28. Ficha técnica de motores.

Fuente. Software SIPMEE.

c) Ficha técnica de tableros

Se muestra la ficha de datos creada para el registro de componentes eléctricos pertenecientes a los tableros de campo. Ficha que muestra detalladamente las características y datos de cada componente eléctrico desde el más grande hasta el más pequeño existente en cada tablero eléctrico o electrónico. (Se muestra la ficha en el Anexo E) Ver. Figura 29.

CAL Y CEMENTO SUR S.A.

 CAL & CESUR S.A.	DATOS GENERALES DEL EQUIPO		Area:	100
	<i>Tablero Arranque</i>		Descripción-Area:	Area Materia Prima
	<i>Directo Supresor de</i>		Código:	3010
	<i>Polvos</i>		Etiqueta (Tag):	3010.5 EC
	Descripción del Componente:		Tag de Cableado:	3010.5EC-C
		Cod. SAP:		

Contactor de Contacto

Tag Interno: KM

Nro: 3 Componente: Contactor

<p>Vista de Tablero</p> 	<p>Datos Técnicos</p> <p>Marca: WEG Tipo / Modelo: CWM12 S/N / Nº ID: NR Part Nº/Fab Nº: NR Cantidad de Comp.: 1</p> <p>Datos Característicos:</p> <p>Tipo de Alim.: 3/4 Polos Tension de Campo: NR Tension Nom.: NR Ue: 220-690 V Volt. de Aislam. Max: 1000 V Tension Min. Max.: NR Potencia: NR Intensidad: 25 A Frecuencia: 50/60</p>
---	---

Datos Complementarios:	
Entrada	
Nro. Entradas:	NR
Voltaje:	NR
Intensidad:	NR
Salida	
Nro. Salidas:	NR
Voltaje:	NR
Intensidad:	NR

<p>Vista del Equipo</p> 	<p>Proveedor:</p> <p>Dirección:</p> <p>Lugar:</p>
	<p>Telefono:</p> <p>e-mail:</p> <p>Pag. Web:</p>

Figura 29. Ficha técnica de tableros.

Fuente. Software SIPMEE.

Ficha de reporte de inspecciones para el mantenimiento.

Se muestra la ficha de reporte de inspecciones el cual ha sido elaborado de tal forma que muestre los registros de cada inspección que se hará a cada equipo que lo requiera dándonos datos que servirán como parámetros para la programación de mantenimientos o analizar a su vez dicho equipo.

a) Ficha de inspección de Instrumentos

Se muestra la ficha de inspección generada para los componentes de instrumentación, con parámetros y datos precisos y puntuales. (Se muestra la ficha en el Anexo F) Ver. Figura 30.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO MANTENIMIENTO PREDICTIVO - LINEA III KATAWI - RUMI

 CAL & CESUR S.A.	REPORTE GENERAL DEL EQUIPO Apilador Radial	Area: <input type="text" value="100"/> Descip. - Area: <input type="text" value="Recepcion de Caliza"/> Código: <input type="text" value="3015"/> Etiqueta (Tag): <input type="text" value="3015 SE"/> Tag de Cableado: <input type="text" value="3015SE-C"/> Cod. SAP: <input type="text"/>											
	Descripción del Equipo: Sensor Inductivo Velocidad Cero												
VISTA		Datos Técnicos											
		Sensor de Proximidad Inductivo Marca: Turck Modelo: NR Tipo: NI20U-M30-AP6X S/N / Nº ID: NR Part Nº/Fab Nº: NR											
Observaciones		Datos Característicos:											
12/01/2016 a la(s) 0:29:24 Normal Funcionamiento		Salidas: 3 Hilos, Normalmente Abierto, PNP Voltaje: 10 a 30 V dc Corriente: ≤ 200 mA Frecuencia: ≤ 1,5 kHz Rango: 20 mm Temperatura Amb: -30 a +85 °C Protección: IP67											
Acción Tomada													
12/01/2016 a la(s) 0:29:24 Limpieza													
HISTORIAL - INSTRUMENTO													
Nº ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	TURNO	HORA	CORRIENTE (A)			VOLTAJE (V)			VIBRACIÓN		TEMPERATURA
					Iac	Idc		Vac	Vdc		g. E	mm/s	(°C)
1	Fred Johonatan Lopez	12/01/2016	3	0:19:48		0,015			30,00		1,2	0,8	40,00

Figura 30. Ficha de inspección de Instrumentos.

Fuente. Software SIPMEE.

b) Ficha de inspección de motores

Se muestra la ficha de Inspección generada para todos los motores de la línea de producción III Katawi - Rumi. Con parámetros y datos precisos y puntuales. (Se muestra la ficha en el Anexo G) Ver. Figura 31.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO MANTENIMIENTO PREDICTIVO - LINEA III KATAWI - RI



CAL & CEMENTO SUR S.A.
Descripción del Equipo:

REPORTE GENERAL DEL EQUIPO

Razer Tail

Motor Bomba Hidraulica Razer Tail

Area: 100

Descripción - Area: Area Materia Prima

Código: 3005

Tag/Etiqueta: 3005

Cod. SAP:

VISTA



Datos Técnicos

Marca : WEG W22 NEMA PREMIUN

Tipo/Modelo : 07518ET3E365TC-W22

Fecha de Fabricacion : 27 DE JUNIO 2011

Potencia (HP/KW -in-out) : 75 HP/ 55 KW

Corriente : 168/84,1

Voltaje (V.) : 230/460

Velocidad (RPM.) : 1775

Frecuencia Electrica (Hz.) : 60

Proteccion (IP) : IP55

Temperatura Ambiente (°C) : 40

Eficiencia (EFF.%) : 95,4

Weight (Peso) : 936 Lbs

Observaciones 08/10/2015 a la(s)

dsd

Acción Tomada 08/10/2015 a la(s)

sd

HISTORIAL - MOTOR

Nº ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	TURNO	HORA	TEMPERATURA		VIBRACIÓN VERTICAL		VIBRACIÓN HORIZONTAL		VIBRACIÓN AXIAL		CORRIENTE (A)			VOLTAJE (V)	
					Estator (°C)	L. Acop. (°C)	g. E	mm/s	g. E	mm/s	g. E	mm/s	I1	I2	I3	V12	V13
1	Fred Lopez	05/10/2015	2	21:10:42	40.00	40.00	2.00	4.00	5.00	6.00	3.00	3.00	77.00	78.00	81.00	444.00	442.00

Figura 31. Ficha de inspección de motores.

Fuente. Software SIPMEE.

c) Ficha de inspección de Tableros

Se muestra la ficha de inspección generada para todos los tableros de campo. Con parámetros y datos precisos y puntuales. (Se muestra la ficha en el Anexo H) Ver. Figura 32.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO MANTENIMIENTO PREDICTIVO - LINEA III KATAWI - RUMI



CAL & CEMENTO SUR S.A.

REPORTE GENERAL DEL EQUIPO

***Tablero Arranque Directo
Supresor de Polvos***

Descripción del Equipo:

Area: 100

Descrip. - Area: Area Materia Prima

Código: 3010

Etiqueta (Tag): 3010.5 EC

Tag de Cableado: 3010.5EC-C

Cod. SAP:

VISTA



Observaciones

Equipo en funcionamiento.

12/10/2015 a la(s) 16:30:1

Acción Tomada

Inspección

12/10/2015 a la(s) 16:30:1

Notas:

Limpiar

12/10/2015 a la(s) 16:30:1

HISTORIAL - TABLERO

Nº ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	TURNO	HORA	CORRIENTE (A)			VOLTAJE (V)			TEMPERATURA
					I1	I2	I3	V12	V13	V23	(°C)
1	Fred Lopez	12/10/2015	2	16:29:29	23.00	23.00	23.00	30.00	31.00	30.00	42.00

Figura 32. Ficha de inspección de tableros.

Fuente. Software SIPMEE.

4.2.3 Diseño de interfaz

La interfaz de usuario de un programa es un conjunto de elementos de hardware y software, que presenta información al usuario y le permite interactuar con la información (clasificación, inventario, documentos técnicos y ficheros de los equipos) y el ordenador.

Si el interfaz está bien diseñado, el usuario tendrá la respuesta que espera a su acción.

4.2.3.1 Objetivo de la interfaz de usuario

Los objetivos de la interfaz de usuario son:

- Efectividad lograda por medio del diseño de interfaces que permitan a los usuarios acceder al sistema en una forma congruente con sus necesidades individuales.
- Efectividad mostrada por medio de interfaces que aumenten la velocidad de captura de datos y reduzcan errores.
- Demostrar consideración al usuario diseñando interfaces adecuadas y que el sistema les proporcione una retroalimentación adecuada.

4.2.3.2 Diseño de la interfaz del SIPMEE

El diseño y sus aplicaciones del SIPMEE son fundamentales para un mayor acercamiento con los usuarios de mantenimiento. Fue creado con el propósito de facilitar el proceso de mantenimiento, con un esquema e interfaz de usuario y datos para la línea de producción III Katawi - Rumi. Generando un diseño de pantallas intuitivas y de fácil uso.

4.2.3.3 Funcionamiento y desarrollo

SIPMEE - Línea III Katawi - Rumi

Al ingresar se visualiza el siguiente cuadro, mostrándole 2 opciones; Usuario y administrador. Le pedirá el “nombre del usuario” y “contraseña”. Ver. Figura 33.

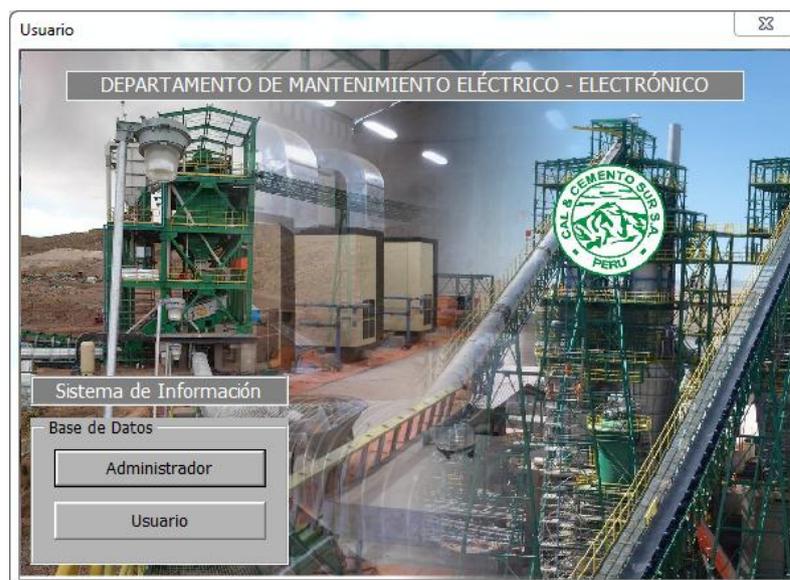


Figura 33. SIPMEE - Línea III Katawi - Rumi.

Elaboración. Propia.

Al “**ingresar**” se visualizará el siguiente cuadro (Cuadro Principal). En ella se muestra las distintas áreas, conformadas por la línea III Katawi - Rumi. Se muestra los botones de instrumento, motor, tablero, login, planos e inspección para datos predictivos. Con el fin de realizar una búsqueda más directa del elemento que se desea ubicar. Ver. Figura 34.



Figura 34. Pantalla principal.

Elaboración. Propia.

Al presiona una de las pantallas, ingresará un cuadro completo de esa pantalla (zona). Ver. Figura 35.

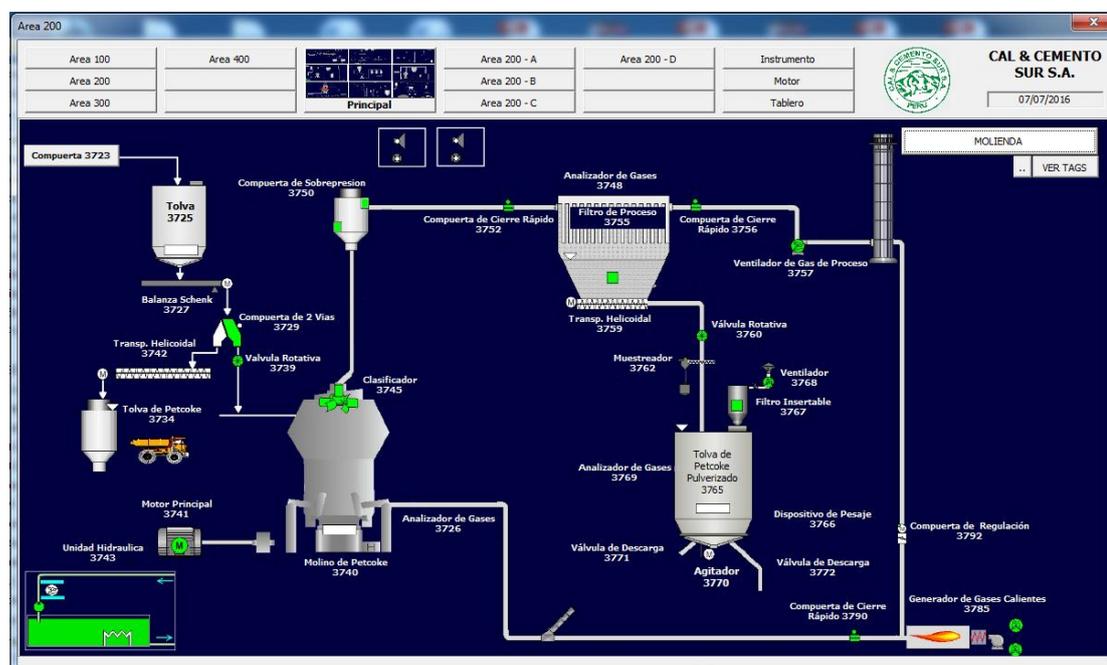


Figura 35. Visualización de Molienda, una zona (Área 200-B).

Fuente. Software SIPMEE.

Como se muestra en la parte superior izquierda de la pantalla, se tiene la posibilidad de acceder a las diferentes áreas. Así como acceder al (Cuadro principal). Y al cuadro de instrumentos, motores y tableros.

La Línea III Katawi - Rumi, se encuentra clasificada en 4 áreas:

- **Área 100:** Conformada por “Área 100-A” y “Área 100-B”
- **Área 200:** Conformada por “Área 200-A”, “Área 200-B”, “Área 200-C” y “Área 200-D”
- **Área 300:** Conformada por “Área 300-A”, “Área 300-B”, “Área 300-C” y “Área 300-D”
- **Área 400:** Conformada por “Área 400-A” y “Área 400-B”

Si se encuentra ubicado en el Cuadro del “Área”. Se muestran los botones según al número de zonas, con el fin de acceder a cada una de las pantallas correspondiente al área. Al seleccionar el Botón “VER TAGS”, muestra el Tag de cada equipo. Ver. Figura 36.

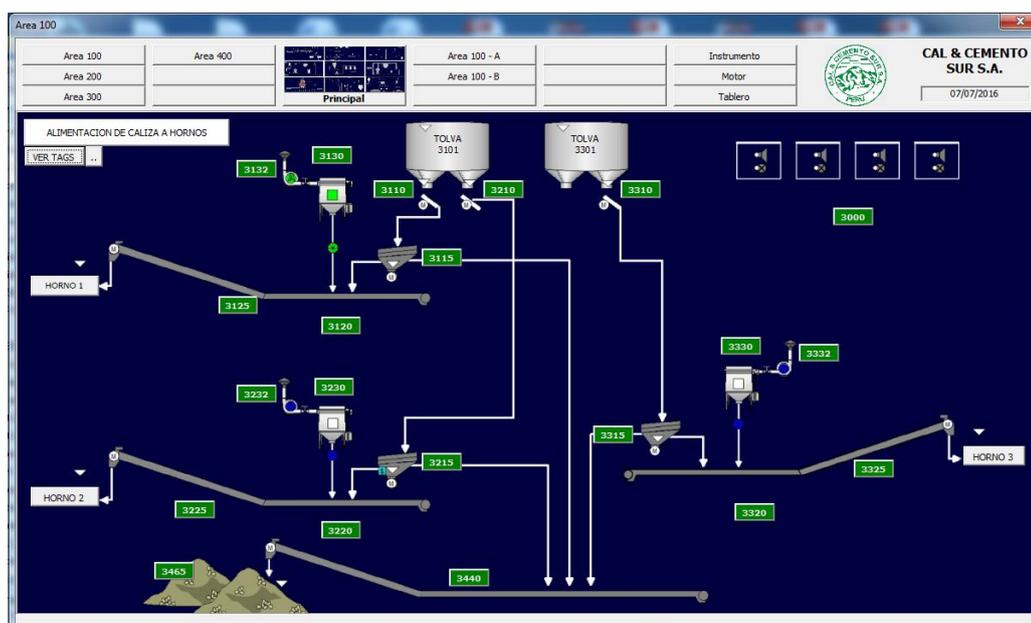


Figura 36. Visualización del código (tag de cada equipo) del área 100-B.

Fuente. Software SIPMEE.

Es posible acceder a un equipo, donde muestra los instrumentos, actuadores y tablero (controlador, si el equipo cuenta con uno). Ver. Figura 37.

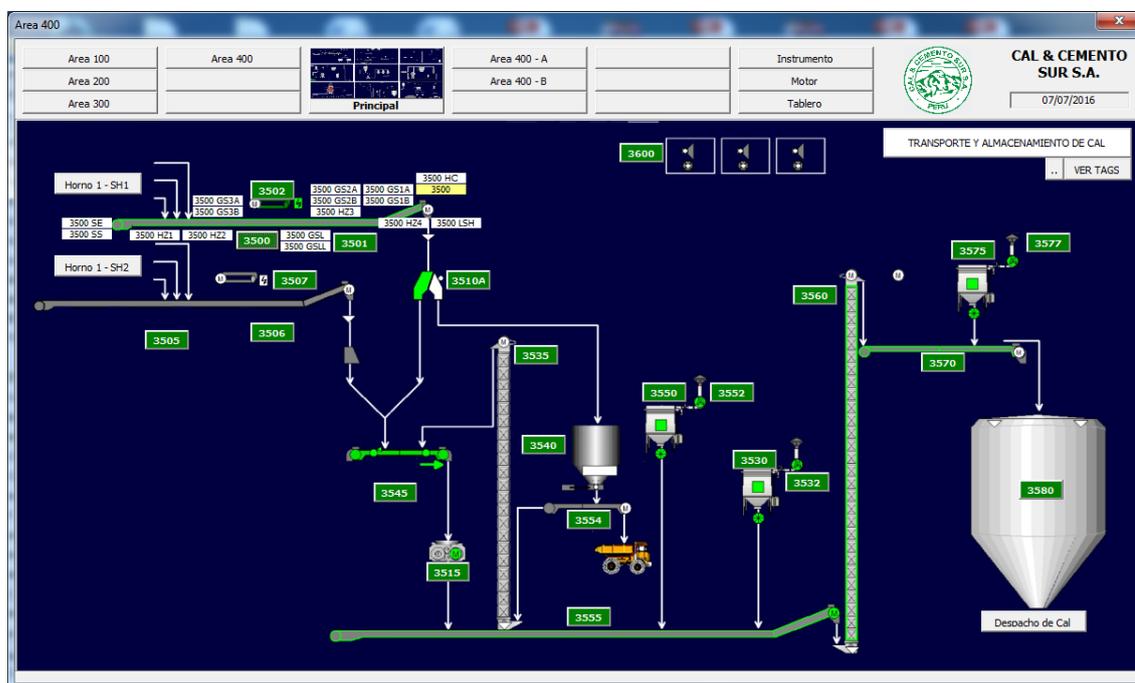


Figura 37. Muestra el tags de un equipo del área 400-A.

Fuente. Software SIPMEE.

Es posible Buscar los sensores, actuadores y tableros de todos los Equipos, al hacer click en:  Donde muestra lo siguiente. Ver. Figura 38.

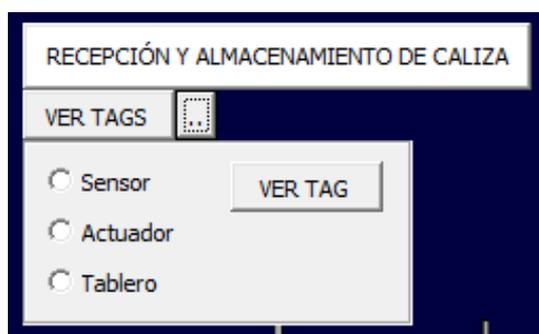


Figura 38. Interfaz visual de búsqueda.

Fuente. Software SIPMEE.

Al seleccionar una de las opciones y hacer click en “Ver Tag”, se visualizará los tags de la opción seleccionada. (En este caso la selección fue **sensores**). Ver. Figura 39.

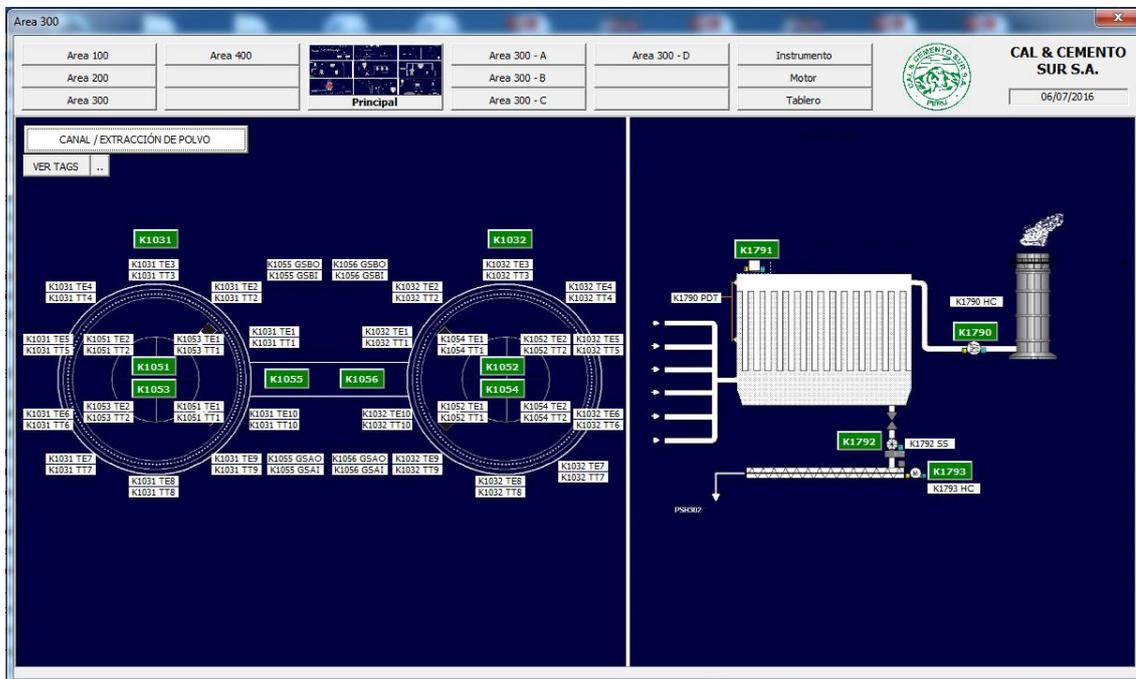


Figura 39. Muestra tags de sensores del área 300-C.

Fuente. Software SIPMEE.

Al hacer click en el “botón superior de ver tag”. Muestra todos los elementos del cada equipo. El nombre del botón dependerá de la pantalla en la que se encuentre ubicada. Así como también es posible acceder de una pantalla a otra en secuencia. Ver. Figura 40.

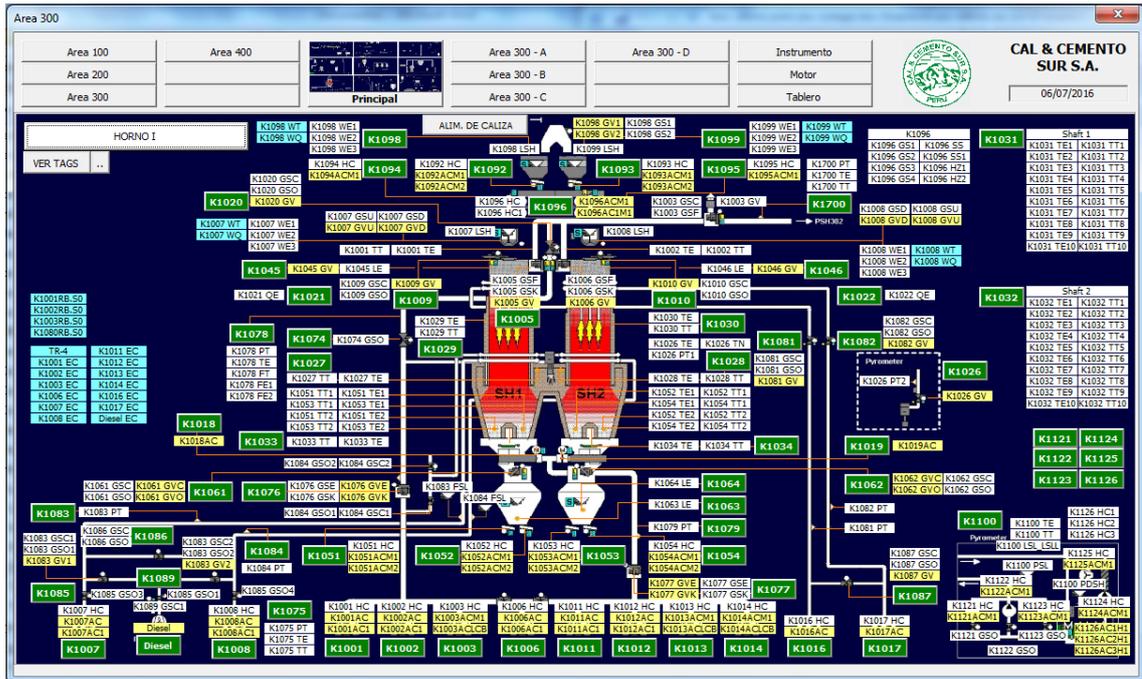


Figura 40. Muestra los tags de cada equipo del área 300-A.

Fuente. Software SIPMEE.

- **Instrumentos:** Los instrumentos se muestran con el tag asignado. Al acceder a uno de los instrumentos, se obtiene los datos correspondientes de la misma. Ver. Figura 41.

Figura 41. Formulario de instrumentos.

Fuente. Software SIPMEE.

Al lado derecho de la pantalla “Datos Generales del Instrumento”, brinda la posibilidad de acceder a: Hoja de datos, manuales, planos, imágenes, ficha técnica y protocolos.

- **Motores:** Los actuadores se muestran con el tag asignado. Muestra los datos del actuador y si cuenta con un motoreductor, será posible acceder a los datos del reductor. Ver. Figura 42.

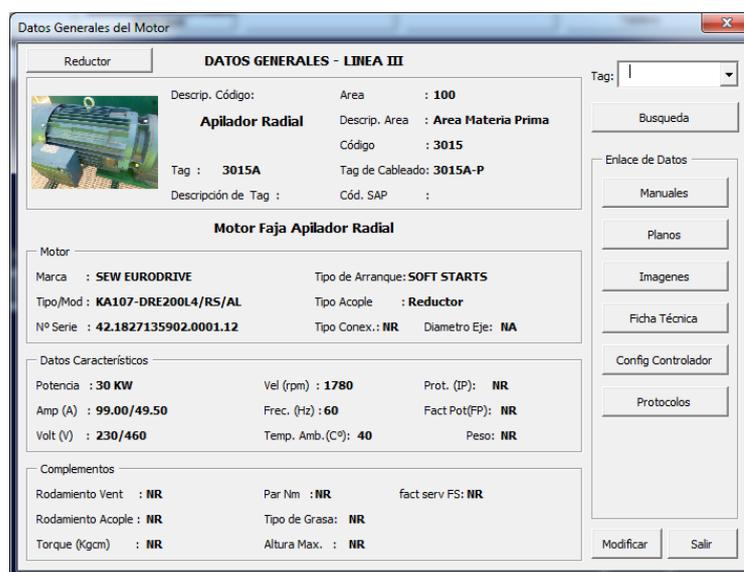


Figura 42. Formulario de motores.

Fuente. Software SIPMEE.

Al lado Derecho de la Pantalla “Datos Generales del Motor”, brinda la posibilidad de acceder a: Manuales, planos, imágenes, ficha técnica, configuración - controlador y protocolos.

- **Tablero:** Los tableros se muestran con el Tag asignado. Muestra los datos del Tablero. Ver. Figura 43.

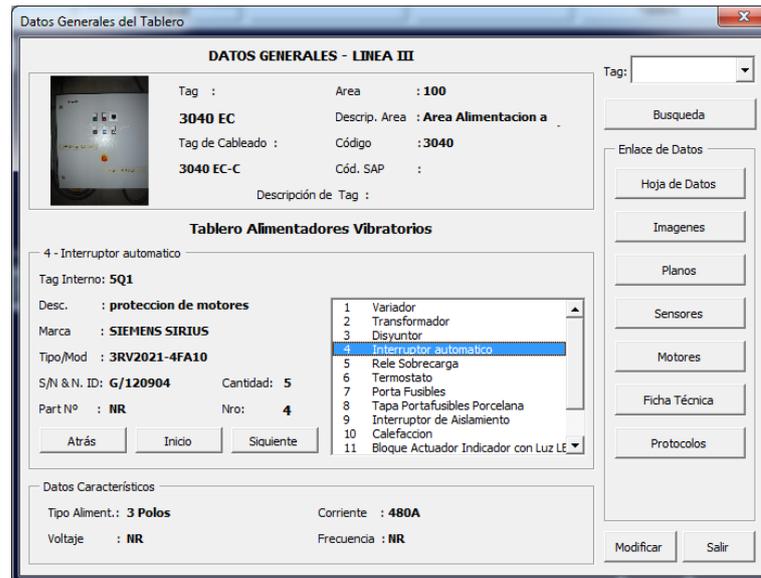


Figura 43. Formulario de tableros de campo.

Fuente. Software SIPMEE.

Datos generales de instrumento, motores y tableros

Pantalla Principal de “Datos Generales”. En la parte superior derecha se muestra un cuadro de búsqueda para acceder al instrumento, Motor o tablero. Donde, la búsqueda es para todos los Componentes de la Línea de Producción III Katawi - Rumi, según su selección. Ver. Figura 44.

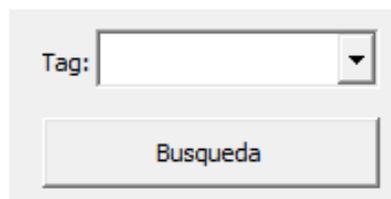


Figura 44. Fuente de búsqueda por tag.

Fuente. Software SIPMEE.

En el Cuadro de: “**Enlace de Datos**”. Se muestra el acceso a (la hoja de datos, manuales, planos, imágenes, ficha técnica y protocolos).

- **Hoja de datos:** Muestra el “DataSheet” del Instrumento o tablero.
- **Manuales:** Muestra los botones de acceso a: Manual, catálogo, equipo – datos Especf., equipo – funcionamiento, según sea el elemento. Al acceder a una de las categorías, abrirá el archivo correspondiente o enviará en mensaje indicando que no fue registrado en la base de datos.
- **Planos:** Muestra los botones de acceso a: P&ID básico, P&ID Ubic. instrumento, lazo de control, control y fuerza (vendedor), hoja de flujo, diagrama unifilar, profibus, hidráulico (solo si presenta). Al acceder a uno de los botones se habilitaran 2 opciones en la parte superior de “Pdf” y “AutoCad” (Nota: Solo si dispone de planos en Pdf y/o Autocad).
- **Imágenes:** Muestra los botones de acceso a: Vista de instrumento, vista de placa, vista general y diagrama de conexión.
- **Ficha Técnica:** Brinda la posibilidad de guardar, exportar o abrir los datos de los componentes del equipo (Instrumento, actuadores o tableros de campo).
- **Protocolo:** Muestra los datos de prueba tomados al momento de su instalación.

4.3 Análisis e interpretación de resultados

4.3.1 Método de discusión

Se exponen los resultados después de procesar estadísticamente la información recogida, utilizando los instrumentos para identificar el grado de eficiencia del mantenimiento en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.

4.3.2 Análisis e interpretación

Tabla 7. Prevención de riesgos.

	Frecuencia	Porcentaje
No	8	40%
Algunas veces	7	35%
Si	5	25%
Total	20	100%

Fuente. Fichas de medición del mantenimiento eléctrico - electrónico.

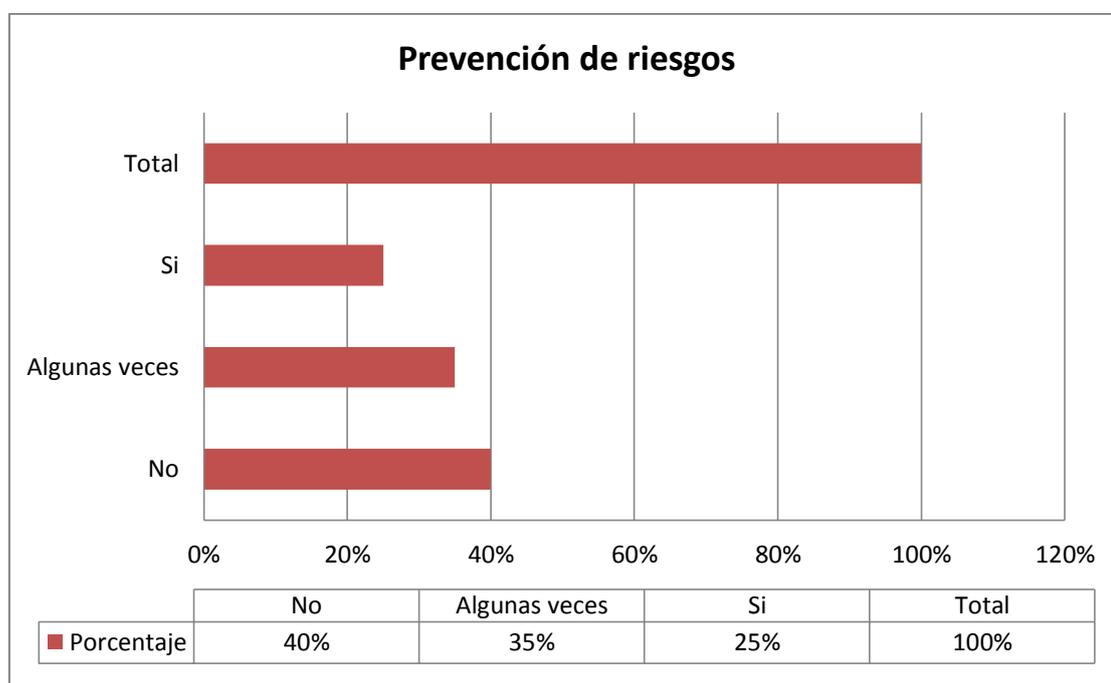


Figura 45. Prevención de riesgos.

Fuente. Tabla 7.

En la Figura 45, se presenta los datos sobre la prevención de riesgos donde el 40% indica que no existe la prevención, un 35% algunas veces y un 25% si existe un sistema de prevención de riesgos dentro de la empresa.

Tabla 8. Eficiencia del mantenimiento.

	Frecuencia	Porcentaje
No	7	35%
Algunas veces	8	40%
Si	5	25%
Total	20	100%

Fuente. Fichas de medición del mantenimiento eléctrico - electrónico.

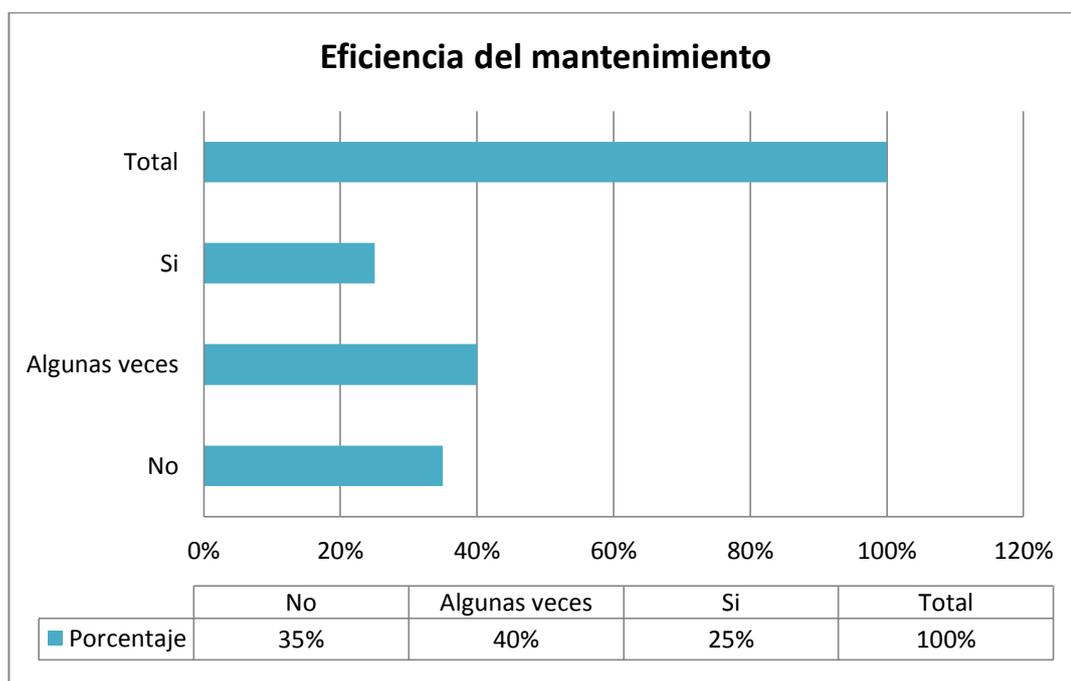


Figura 46. Eficiencia del mantenimiento.

Fuente. Tabla 8.

En la Figura 46, se presenta los datos que algunas veces en un 40% es eficiente el área de mantenimiento eléctrico - electrónico en la empresa, mientras un 35% no es eficiente y finalmente un 25% si se da la eficiencia del mantenimiento eléctrico en la empresa.

Tabla 9. Aplicación del software SIPMEE.

	Frecuencia	Porcentaje
No	5	25%
Algunas veces	7	35%
Si	8	40%
Total	20	100%

Fuente. Fichas de medición del mantenimiento eléctrico - electrónico.

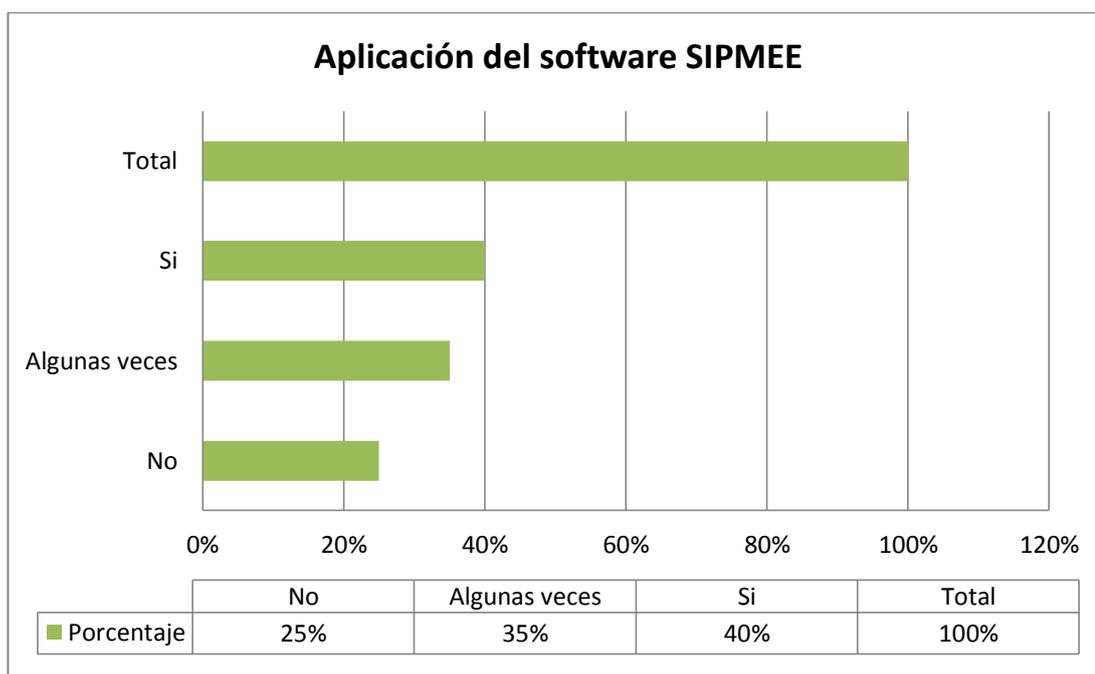


Figura 47. Aplicación del software SIPMEE.

Fuente. Tabla 9.

En la Figura 47, la aplicación del software SIPMEE en la empresa para la línea de producción III Katawi - Rumi, indica que en algunas veces con el 35% es eficiente, mientras en un 40% si es eficiente y un 25% no es eficiente los tipos de mantenimiento que se emplea en la empresa.

CONCLUSIONES

La realización del proyecto permite arribar las siguientes conclusiones:

PRIMERA: El presente proyecto abarcó el diseño e implementación del sistema de información desarrollado para el mantenimiento; las cuales fueron creadas con la finalidad de administrar los datos de los equipos y mejorar el proceso de mantenimiento con un menor tiempo de consulta en la línea de producción III Katawi - Rumi.

SEGUNDA: El haber usado el software Visual Basic for Applications como lenguaje de programación para el desarrollo del sistema facilitó su integración en las diferentes áreas de la línea de producción III Katawi - Rumi, por su usabilidad; Puesto que con esta herramienta se desarrolló el “Sistema de Información para el Mantenimiento Eléctrico - Electrónico”, de modo que toda la información que se obtiene y actualiza corresponde a un sistema integrado de datos.

TERCERA: El modelo del sistema de información para el mantenimiento, es una contribución al mejoramiento del manejo de datos de la línea de producción III Katawi - Rumi, al brindar un nuevo sistema que permitirá mejorar y optimizar el mantenimiento, en términos de uso y rapidez en la consulta de la información.

CUARTA: La metodología de análisis y de diseño escogido resultó idónea; por cuanto permitió una mayor gestión e interacción entre los datos y los procesos que abarca la línea de producción III Katawi - Rumi, acorde a los datos y parámetros necesarios para el mantenimiento.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Potenciar los procesos de prevención de riesgo para mejorar la vida útil del equipo especializado y la productividad de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. del distrito de Caracoto.

SEGUNDA: Aplicar de forma integral, el software SIPMEE para el mantenimiento de los equipos en la línea de producción III Katawi - Rumi y generar un mayor control preventivo.

TERCERA: Implementar un sistema preventivo y de mantenimiento integrado para el mejor manejo y control de los equipos eléctricos y electrónicos y mantener su utilidad y como consecuencia mejorar la productividad en la línea de producción III Katawi - Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A. del distrito de Caracoto.

CUARTA: Los conceptos e información de los datos técnicos plasmados en este proyecto, no parten del trabajo alejado de una práctica, surgen de la experiencia y trabajo en la planta por parte de los empleados y encargados del área de mantenimiento.

BIBLIOGRÁFICA

- Cruz, A. (2011). Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa Agr-Rackend. México.
- Díaz J. (2004). Técnicas de mantenimiento industrial. Universidad de Cadiz. España.
- Estévez, A. M. (2013). Estudio de un sistema de mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones implantado en instalaciones de bombeo y generación. Universidad de Sevilla, España.
- Falagán M. J. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales – higiene industrial, seguridad y ergonomía. España: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
- Fernández C. & Moreno J. (2008). Automatismo y cuadrós eléctricos. Madrid, España: Editorial P.L.C. Madrid.
- Galindo J. P. (2013). Estudio y elaboración de procedimientos de mejora de la gestión del mantenimiento de vehículos industriales de una empresa. Universidad de Sevilla, España.
- Garcia E. (2000). Automatización de procesos industriales. México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Gutiérrez G., Mora A., Galvan E. & Cárdenas R. (2010). Automatización, 6ta edición.
- Gutiérrez H. H. (2002). Electrónica análoga – Teoría y laboratorio. Santafé, Bogotá: Edición Ampliada.
- Hammer W. Como leer dibujos industriales. New York: Industrial Press Inc.
- Huerta, S. N. (2007). Localización del sistema SAP en la gestión de procesos de generación, renovación y refinanciación de letras de cambio en la empresa peruana. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Lawrie R. J. Biblioteca práctica de motores eléctricos. Oceano/Centrum.
- Lladonosa V. (1966). Circuitos básicos de contactores y temporizadores. Barcelona: Editorial Alfaomega.

- Moreno M. (2014). Método para la implantación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a utillaje en la industria aeronáutica. Universidad de Sevilla, España.
- Mott R. L. (2006). Mecánica de fluidos, Sexta edición. México: Pearson.
- Rallás R. Sensores y acondicionadores de señales, cuarta edición: Marcombo.
- Suárez R. (2015). Aplicación de herramientas lean en el área de mantenimiento de una empresa minera. Universidad de Sevilla, España.
- Ventura I. C. (2008). Sistema de control de motores eléctricos industriales. Veracruz.

ANEXOS

Anexo A. Mantenimiento del sensor de velocidad.

1. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo es establecer la secuencia de pasos y asegurar que el **Mantenimiento del Sensor de Velocidad** de la Línea de Producción III Katawi - Rumi, sea efectuada de manera eficiente, tomando las medidas de control necesarias, para resguardar la seguridad y salud de los colaboradores, medio ambiente y calidad.

El alcance abarca las actividades relacionadas con el **Mantenimiento del Sensor de velocidad**, realizada por personal involucrado en la actividad de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico.

2. PERSONAL

- Supervisor de Mantenimiento Electrónico.
- 01 Diurnista, Turnista y/o Instrumentista.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

ATS : Análisis de Trabajo Seguro.
EPP : Equipo de Protección Personal.



Permiso de Trabajo en Altura, En caso de ocurrir Inspecciones de Altura, Considerar; Arnés, escaleras o andamios (Según a la zona de acceso).

4. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

- Casco de seguridad
- Lentes de Seguridad
- Guantes dieléctricos
- Guantes de cuero
- Zapatos de seguridad dieléctricos
- Protector auditivo
- Chaleco de Seguridad
- Respirador anti Polvo, Gases o para Espacios Confinados (Según sea el caso).
- Barbiquejo
- Arnés (En caso de Inspecciones en Altura).

5. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS REQUERIDOS				
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
1	Destornilladores aislados	01	JGO	-
2	Multímetro digital	01	UN	-
3	Llave Francesa Dieléctrica	01	UN	-
4	Blower (Aspiradora)	01	UN	-
5	Llave de Tablero	01	UN	-
6	Brocha	01	UN	-

MATERIALES REQUERIDOS			
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
01	Cinta aislante 3M.	01	UN
02	Cinta de papel y Marcador	02	UN
03	Limpiador De Contactos Eléctricos en Spray de 3M.	01	UN
04	Líquido Afloja todo Loctite	01	UN
05	Trapo Industrial.	0.5	Kg

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Generalidades

Tiempo estimado de la tarea:
0.5 Horas.
Estado:
En funcionamiento

6.2 Datos del Instrumento.

6.2.1 Se muestra las especificaciones Técnicas de Sensor Inductivo (Ver **Figura N° 01**).

Sensor Inductivo Velocidad Cero	
<p>Vista Instrumento</p> 	<p>Datos Técnicos</p> <p style="text-align: center;">Sensor de Proximidad Inductivo</p> <p>Marca: Turck Modelo: NR Tipo: NI20U-M30-AP6X S/N / N° ID: NR Part N°/Fab N°: NR</p> <p>Datos Característicos:</p> <p>Salidas: 3 Hilos, Normalmente Abierto, PNP Voltaje: 10 a 30 V dc Corriente: ≤ 200 mA Frecuencia: ≤ 1,5 kHz Rango: 20 mm Temperatura Amb: -30 a +85 °C Protección: IP67</p>

Figura N° 01. Especificaciones Técnicas de Sensor Inductivo

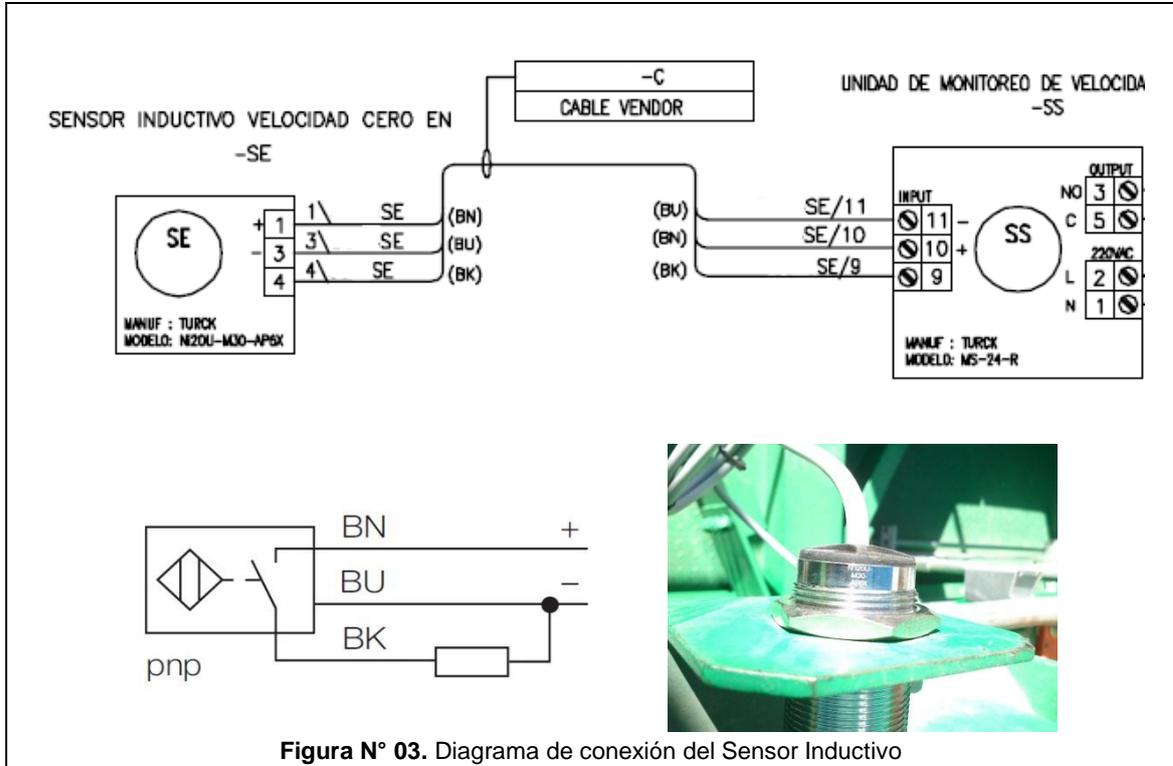
6.2.2 Se muestra las especificaciones técnicas de la Unidad de Monitoreo de Velocidad, para la correspondiente conexión del sensor Inductivo a esta. (Ver **Figura N° 02**).

Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero																													
<p>Vista Instrumento</p> 	<p>Datos Técnicos</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Monitor de Rotación</td> </tr> <tr> <td>Marca:</td> <td>Turck</td> </tr> <tr> <td>Modelo:</td> <td>NR</td> </tr> <tr> <td>Tipo:</td> <td>MS24-R</td> </tr> <tr> <td>S/N / N° ID:</td> <td>NR</td> </tr> <tr> <td>Part N°/Fab N°</td> <td>NR</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos Característicos:</td> </tr> <tr> <td>Salidas:</td> <td>2 Relés (Conmutador)</td> </tr> <tr> <td>Voltaje:</td> <td>20 a 250 VAC</td> </tr> <tr> <td>Corriente:</td> <td>≤ 30 mA</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia:</td> <td>40 a 70 Hz</td> </tr> <tr> <td>Rango:</td> <td>Control: ≤ 0.06 a 100000 min-1</td> </tr> <tr> <td>Temperatura Amb:</td> <td>-25 a + 60°C</td> </tr> <tr> <td>Protección:</td> <td>IP20</td> </tr> </table>	Monitor de Rotación		Marca:	Turck	Modelo:	NR	Tipo:	MS24-R	S/N / N° ID:	NR	Part N°/Fab N°	NR	Datos Característicos:		Salidas:	2 Relés (Conmutador)	Voltaje:	20 a 250 VAC	Corriente:	≤ 30 mA	Frecuencia:	40 a 70 Hz	Rango:	Control: ≤ 0.06 a 100000 min-1	Temperatura Amb:	-25 a + 60°C	Protección:	IP20
Monitor de Rotación																													
Marca:	Turck																												
Modelo:	NR																												
Tipo:	MS24-R																												
S/N / N° ID:	NR																												
Part N°/Fab N°	NR																												
Datos Característicos:																													
Salidas:	2 Relés (Conmutador)																												
Voltaje:	20 a 250 VAC																												
Corriente:	≤ 30 mA																												
Frecuencia:	40 a 70 Hz																												
Rango:	Control: ≤ 0.06 a 100000 min-1																												
Temperatura Amb:	-25 a + 60°C																												
Protección:	IP20																												
Figura N° 02. Especificaciones Técnicas del Monitor de velocidad																													

<p>NOTA</p> 	<p>Para mayor información, adquirir la Hoja de Datos del Sensor Inductivo, así como del Monitor de Velocidad.</p>
--	---

6.3 Planos para la Inspección

6.3.1 En el diagrama de lazo se muestra el conexionado del Sensor Inductivo. (Ver **Figura N° 03**).



6.3.2 En el diagrama de lazo se muestra el conexionado del Monitor de Velocidad. (Ver **Figura N° 04**).

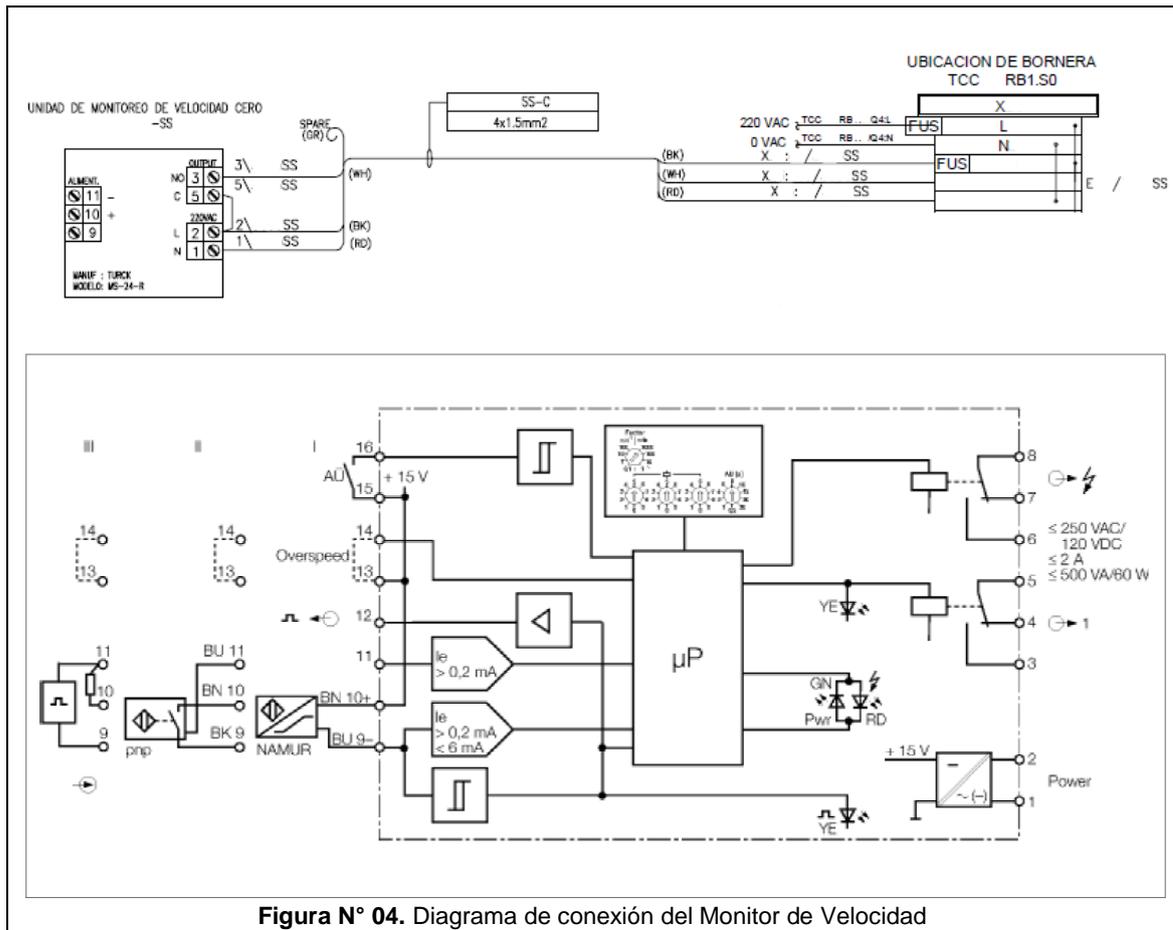


Figura N° 04. Diagrama de conexión del Monitor de Velocidad

<p>NOTA</p>	<p>Para mayor información, adquirir los Planos de Ubicación, P&ID y Lazos de Control del Instrumento y su Monitor de Velocidad.</p>
--------------------	---

6.4 Preparaciones previas para el trabajo. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista)

- 6.4.1 Planificar y programar la tarea.
- 6.4.2 Cumplir con la planificación y programación de la tarea.
- 6.4.3 Hacer el requerimiento del repuesto (Solo si se requiere), materiales y herramientas específicas para el mantenimiento (Reserva SAP según orden de Mantenimiento).
- 6.4.4 Participar de la charla de seguridad de 5 minutos.
- 6.4.5 Asignar responsable de la tarea y definir tiempo estimado de ejecución. Informar este procedimiento.
- 6.4.6 Recibir materiales, herramientas y retirar de almacén previa reserva en el SAP. Verificar su buen estado.
- 6.4.7 Ubicar la zona de trabajo
- 6.4.8 Realizar el Análisis de Trabajo Seguro ATS (SI-F-44), en terreno para poder advertir los peligros y riesgos inherentes del trabajo y el área, la cual deben realizar todos los ejecutores en conjunto.
- 6.4.9 Trasladar herramientas, equipos, materiales y repuestos a la zona de trabajo.
- 6.4.10 Coordinar con Responsable de Turno de Operaciones la entrega del equipo para mantenimiento. Informar el tiempo estimado para el trabajo.
- 6.4.11 Las áreas de peligro deben ser señalizadas con la correspondiente señal de seguridad y, su ingreso, debe ser bloqueado con cintas, conos y barreras de seguridad.
- 6.4.12 Aislar y bloquear acorde al procedimiento de bloqueo y señalización (SI-P-02).

	<p style="text-align: center;">ADVERTENCIA:</p> <p>Des energizar y bloquear el equipo donde se encuentra instalado el Sensor, antes de realizar cualquier intervención:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar visualmente que se encuentren desconectadas todas las fuentes de energía de alimentación del Equipo para la intervención en el Sensor. 2. Verificar visualmente que estén bloqueados eléctrica o mecánicamente los mecanismos de operación de energización del Equipo donde se encuentra instalado el Sensor. 3. Verificar con el Multímetro la ausencia de tensión en las bornas de conexión de sensor y monitor de Velocidad a intervenir. 4. Verificar que se encuentre señalizada y delimitada la zona de trabajo. <p>Además eliminar o controlar cualquier energía residual o potencial en los componentes y equipos involucrados en el entorno de trabajo.</p>
---	---

6.4.13 Verificar la iluminación del sector, debe ser óptima para desarrollar las actividades de mantenimiento, caso contrario acondicionar luminarias o reflectores, para evitar fatiga visual.

6.5 Desconexión del Sensor y/o Monitor. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista)

6.5.1 Limpiar la superficie del sensor (Carcasa) y para el Monitor (el Interior de la Caja) con una Brocha.

6.5.2 Desconectar el cable del sensor y/o monitor.

6.5.3 Asegurar que el cable desconectado sea protegido con Cinta aislante 3M.

	<p>En caso de que el sensor y/o monitor no cuente con un tags de cableado en los hilos desconectados, usar la Cinta de papel y el Marcador para su posterior instalación.</p>
---	---

6.6 Desmontaje del Sensor y/o monitor. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista).

6.6.1 Ubicar la tuerca que sujeta al sensor. Aplicar el Líquido Afloja todo Loctite.

6.6.2 Extraer la tuerca, usando la llave de boca o corona correspondiente a la misma.

6.6.3 Retirar el perno, usando la herramienta adecuada para desmontar el sensor.

	<p>Para el Desmontaje del monitor, hacer el uso del destornillador plano adecuado y luego se procede al desenganche del monitor que se encuentra sujeta por el carril del tablero.</p>
---	--

6.7 Limpieza de la parte Superior del Sensor. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista)

6.7.1 Verificar que no haya algún agente contaminante haciendo contacto directo con el Sensor.

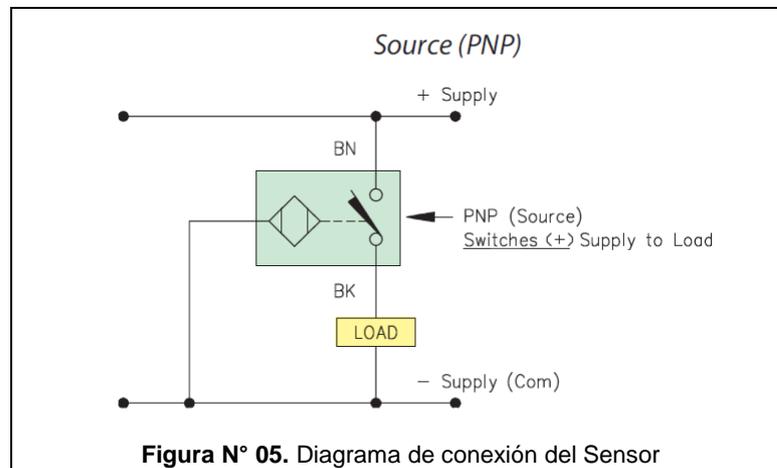
6.7.2 Limpiar la superficie del sensor con una brocha, un paño seco y Limpiador De Contactos Eléctricos en Spray de 3M.

<p>NOTA</p>	<p>En caso de ocurrir cambios en las condiciones del sensor, informar al supervisor encargado y tomar las medidas necesarias.</p>
--------------------	---

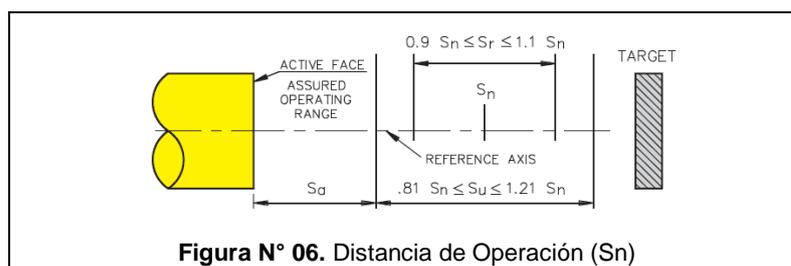
6.8 Prueba de la parte Eléctrica del Sensor. (Responsable: Electricista y/o Instrumentista)

	<p>ADVERTENCIA:</p> <p>No tocar Las Borneras o componentes bajo prueba, mientras la Inspección está siendo realizada o mientras el Sensor este energizado. Peligro de choque eléctrico</p>
--	---

6.8.1 Alimentar el Sensor con la Tensión que indica en la hoja de datos, para luego realizar las pruebas de funcionalidad del sensor. (Ver Figura N° 05).



6.8.2 Tener en consideración la distancia de operación (S_n). (Ver Figura N° 06).



6.8.3 Si el sensor esta en correcto funcionamiento, realizar la instalación en campo.

	<p>ADVERTENCIA:</p> <p>Este tipo de sensores suele ser muy robusto. La mayor parte de averías que sufren suelen estar ocasionadas por golpes u otras causas físicas, que provocan la rotura del sensor. Es allí en donde se requiere de un reemplazo.</p>
--	--

6.9 Prueba de la parte eléctrica del Monitor. (Responsable: Electricista y/o Instrumentista)

	<p>ADVERTENCIA:</p> <p>No tocar Las Borneras o componentes bajo prueba, mientras la Inspección está siendo realizada o mientras el Sensor este energizado. Peligro de choque eléctrico</p>
--	---

6.9.1 Alimentar el Monitor con la Tensión que indica en la hoja de datos, para luego realizar las pruebas de funcionalidad del Monitor.

6.9.2 Realizar el ajuste para el control de revoluciones del valor máximo y mínimo en la serie de impulsos. Así como las pruebas en los contactos (NA/NC). Si el Monitor esta en correcto funcionamiento, realizar la instalación en campo.

	<p>ADVERTENCIA:</p> <p>Si el monitor no tiene un correcto funcionamiento. Deberá Reemplazarlo para la instalación en campo.</p>
--	--

6.10 Montaje del Sensor y/o Monitor. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista).

6.11.1 Realizar el procedimiento inverso al proceso de **Desmontaje del Sensor y/o Monitor.** Haciendo uso de las mismas herramientas.

6.12 Conexión del Sensor y/o Monitor. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista).

6.12.1 Realizar el procedimiento inverso al proceso de la **Desconexión del Sensor y/o Monitor.** Haciendo uso de las mismas herramientas.

6.12.2 Haciendo uso de los Planos (Diagrama de Lazo, P&ID). Realizar la Verificación y ajuste de borneras en el conexionado de llegada del Sensor al Monitor, así como del monitor al Tablero Remoto.

6.12.3 Se muestra la conexión en el Tablero Remoto. (Ver **Figura N° 07**).

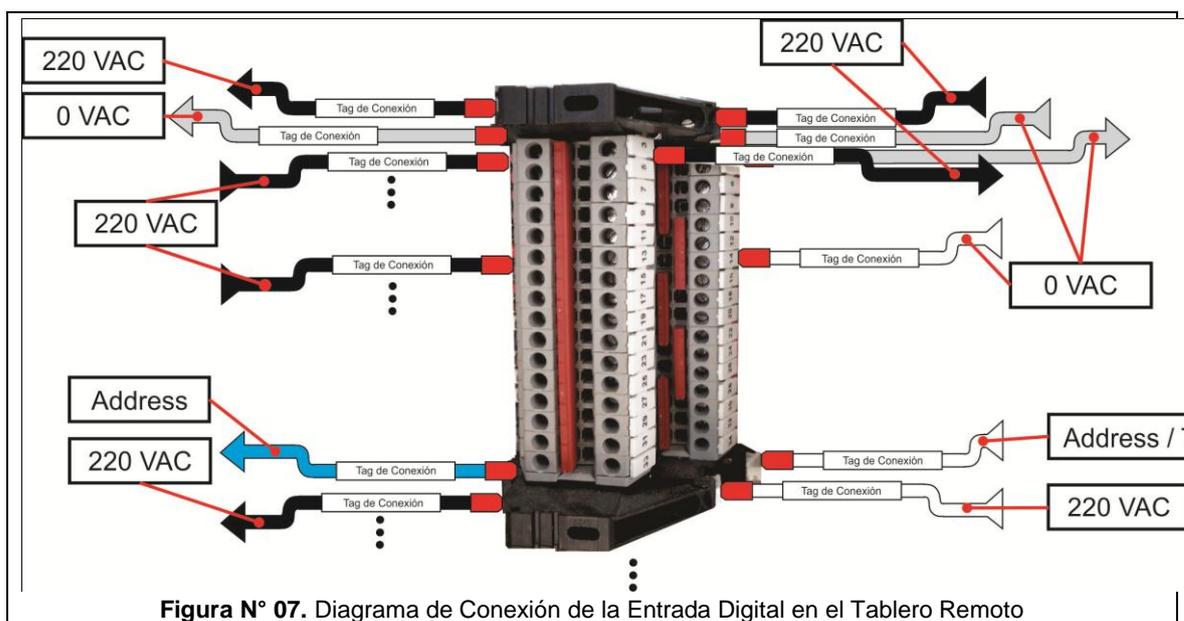


Figura N° 07. Diagrama de Conexión de la Entrada Digital en el Tablero Remoto

6.13 Orden y Limpieza. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista)

- 6.13.1 Limpiar el área de trabajo, guardar los materiales sobrantes y herramientas en sus respectivos lugares.
- 6.13.2 Trasladar los desechos y depositarlos de acuerdo al procedimiento Manejo de Residuos Sólidos (MA-P-01), vigente de Cal & cemento Sur.

6.14 Entrega de Equipo. (Responsable: Diurnista, Turnista y/o Instrumentista)

	<p>ADVERTENCIA:</p> <p>Verificar presencia del personal en la zona de trabajo antes del desbloqueo.</p> <p>Para desbloquear coordinar con el encargado de bloqueo eléctrico y mecánico, para energizar coordinar con el Responsable de Turno de Operaciones.</p>
---	---

- 6.14.1 Concluido el mantenimiento, proceder a desbloquear los equipos intervenidos de FORMA INVERSA a como fueron bloqueados, en coordinación con el Jefe de producción y/o Ingeniero de producción.
- 6.14.2 Realizar las pruebas funcionales del equipo verificando que su operación esté en régimen normal, en caso contrario deberá volverse a bloquear de acuerdo a los pasos ya establecidos, con autorización del Responsable de Turno de Procesos y el Supervisor de Mantenimiento.

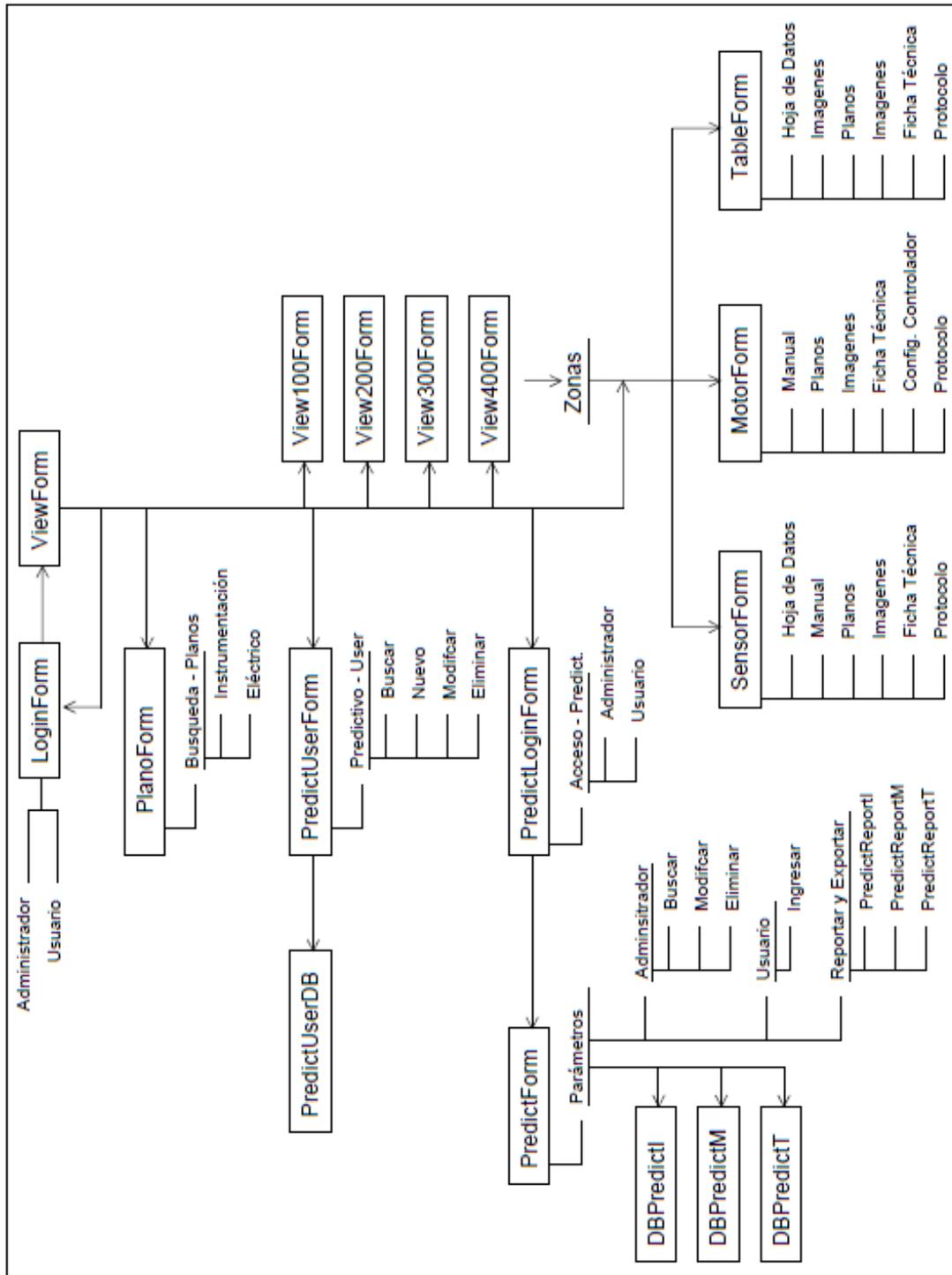
7. RESTRICCIONES

- Utilizar los EPP's adecuados para realizar la actividad de mantenimiento.
- No intervenir el equipo sin contar con el permiso de trabajo autorizado.
- No intervenir el equipo sin verificar el bloqueo del mismo.
- No ejecutar la tarea con personal no calificado.
- No usar equipos y herramientas en mal estado y/o no adecuadas.

8. REGISTROS

- SI-F-44 Análisis de Trabajo Seguro

Anexo B. Diagrama de flujos del Sistema de información



Anexo C. Ficha técnica del Instrumento

CAL Y CEMENTO SUR S.A.

 <p>CAL & CESUR S.A.</p>	DATOS GENERALES DEL EQUIPO		Area: <input type="text"/> Descripción-Area: <input type="text"/> Código: <input type="text"/> Etiqueta (Tag): <input type="text"/> Tag de Cableado: <input type="text"/> Cod. SAP: <input type="text"/>
	Descripción del Equipo: <input type="text"/>		
Vista Instrumento <input type="text"/>		Datos Técnicos Marca: <input type="text"/> Modelo: <input type="text"/> Tipo: <input type="text"/> S/N / N° ID: <input type="text"/> Part N°/Fab N° <input type="text"/> Datos Característicos: Salidas: <input type="text"/> Voltaje: <input type="text"/> Corriente: <input type="text"/> Frecuencia: <input type="text"/> Rango: <input type="text"/> Temperatura Amb: <input type="text"/> Protección: <input type="text"/>	
Datos Complementarios: Tipo de Señal: <input type="text"/> Dirección: <input type="text"/> Conectado a: <input type="text"/> Conex. Instrument: or Pin: <input type="text"/> Conex. Bomera: (y/o Tarj): <input type="text"/> Ref - Plano: <input type="text"/> Plano P&ID: <input type="text"/> Diagrama de Flujos: <input type="text"/> Lazo de Control: <input type="text"/> Diagrama Unifilar: <input type="text"/> Material - Carcasa: <input type="text"/> Dimensiones: <input type="text"/> Peso: <input type="text"/>		Diagrama de Conexión: <input type="text"/>	
Vista de Placa <input type="text"/>		Vista del Equipo <input type="text"/>	
Proveedor: <input type="text"/> Dirección: <input type="text"/> Lugar: <input type="text"/>		Telefono: <input type="text"/> e-mail: <input type="text"/> Pag. Web: <input type="text"/>	

Anexo D. Ficha Técnica el Motor

CAL Y CEMENTO SUR S.A.

 CAL & CESUR S.A.	DATOS GENERALES DEL EQUIPO	Area: <input type="text"/>
	Descripción del Equipo:	Descripción - Area: <input type="text"/>
		Código: <input type="text"/>
		Tag/Etiqueta: <input type="text"/>
		Cod. SAP: <input type="text"/>

<p>VISTA</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>Datos Técnicos</p> <p>Marca : <input type="text"/></p> <p>Tipo/Modelo : <input type="text"/></p> <p>SPEC.No. : <input type="text"/></p> <p>Motor No.Serie : <input type="text"/></p> <p>Categoría de Par. CAT. No : <input type="text"/></p> <p>Fecha de Fabricación : <input type="text"/></p> <p>Tipo de Arranque : <input type="text"/></p> <p>Diametro del Eje: <input type="text"/></p> <p>Potencia (HP/KW in-out) : <input type="text"/></p> <p>Corriente : <input type="text"/></p> <p>Voltaje (V.) : <input type="text"/></p> <p>Velocidad (RPM.) : <input type="text"/></p> <p>Frecuencia Electrica (Hz.) : <input type="text"/></p> <p>Corrient. Max Arranq. (KVA) : <input type="text"/></p> <p>Proteccion (IP) : <input type="text"/></p> <p>Temperatura Ambiente (°C) : <input type="text"/></p> <p>Factor de Servicio : <input type="text"/></p> <p>Numero de Fases (PH.) : <input type="text"/></p> <p>Factor de Potencia (COB.) : <input type="text"/></p> <p>Duty : <input type="text"/></p> <p>Eficiencia (EFF. %) : <input type="text"/></p> <p>Nema (EFF. %) : <input type="text"/></p> <p>Diseño (A-B-C-D) : <input type="text"/></p> <p>Clase de Aislamiento : <input type="text"/></p> <p>Diagrama de Conexión : <input type="text"/></p> <p>Altitud Amb. Max : <input type="text"/></p> <p>Frame (Dimensiones) : <input type="text"/></p> <p>Weight (Peso) : <input type="text"/></p>
--	---

<p>Rodamiento lado vent. : <input type="text"/></p> <p>Rodamiento lado Acople : <input type="text"/></p> <p>Torque (Kpcm.) : <input type="text"/></p> <p>Certificaciones (IEC-CEI) : <input type="text"/></p> <p>T-No. : <input type="text"/></p> <p>Codigo (Code) : <input type="text"/></p> <p>Sobreelevacion Temp.(ΔT K) : <input type="text"/></p> <p>PAR. N°m : <input type="text"/></p> <p>Reduccion : <input type="text"/></p> <p>Montaje : <input type="text"/></p> <p>Tipo Grasa Rodamientos : <input type="text"/></p> <p>Tiempo de Lubricacion(h) : <input type="text"/></p> <p>Cant. Grasa Rodam. L.Vent: <input type="text"/></p> <p>Cant. Grasa Rodam. L.Acopl: <input type="text"/></p> <p>Plano P&ID: <input type="text"/></p> <p>Diagrama de Flujos: <input type="text"/></p> <p>Lazo de Control: <input type="text"/></p> <p>Diagrama Unifilar: <input type="text"/></p>	<p>Diagrama de Conexión : <input type="text"/></p> <p>Altitud Amb. Max : <input type="text"/></p> <p>Frame (Dimensiones) : <input type="text"/></p> <p>Weight (Peso) : <input type="text"/></p>
--	---

<p>VISTA PLACA</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>VISTA MOTOR</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
--	--

<p>Made in: <input type="text"/></p> <p>Proveedor: <input type="text"/></p> <p>Dirección: <input type="text"/></p> <p>Phone: <input type="text"/></p>	<p>e-mail: <input type="text"/></p> <p>Pag. Web: <input type="text"/></p> <p>Costo del equipo: <input type="text"/></p> <p>Año: <input type="text"/></p>
---	--

Anexo E. Ficha técnica de tableros de campo

CAL Y CEMENTO SUR S.A.

 <p>CAL & CEMENTO SUR S.A.</p>	DATOS GENERALES DEL EQUIPO	Area: <input type="text"/> Descripción-Area: <input type="text"/> Código: <input type="text"/> Etiqueta (Tag): <input type="text"/> Tag de Cableado: <input type="text"/> Cod. SAP: <input type="text"/>
	Descripción del Componente: <input type="text"/>	
Tag Interno: <input type="text"/>		
Nro: <input type="text" value="1"/> Componente: <input type="text"/>		
<p>Vista de Tablero</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	<p>Datos Técnicos</p> Marca: <input type="text"/> Tipo / Modelo: <input type="text"/> S/N / N° ID: <input type="text"/> Part N°/Fab N°: <input type="text"/> Cantidad de Comp.: <input type="text"/> <hr/> Datos Característicos: Tipo de Alim.: <input type="text"/> Tension de Campo: <input type="text"/> Tension Nom.: <input type="text"/> Ue: <input type="text"/> Volt. de Alsim. Max: <input type="text"/> Tension Min. Max.: <input type="text"/> Potencia: <input type="text"/> Intensidad: <input type="text"/> Frecuencia: <input type="text"/>	
<p>Datos Complementarios:</p>		
<p>Entrada Nro. Entradas: <input type="text"/> Voltaje: <input type="text"/> Intensidad: <input type="text"/></p> <p>Salida Nro. Salidas: <input type="text"/> Voltaje: <input type="text"/> Intensidad: <input type="text"/></p>	<p>Vista del Equipo</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	
Proveedor: <input type="text"/> Dirección: <input type="text"/> Lugar: <input type="text"/>		Telefono: <input type="text"/> e-mail: <input type="text"/> Pag. Web: <input type="text"/>

TABLERO

Pag. 1

Anexo F. Ficha de inspección predictiva de instrumentos.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO MANTENIMIENTO PREDICTIVO - LINEA III KATAWI - RUMI

REPORTE GENERAL DEL EQUIPO											
	Area:	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
	Descrip. - Area:	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
	Código:	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
	Etiqueta (Tag):	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
	Tag de Cableado:	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
	Cod. SAP:	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
CAL & CESUR S.A.	Descripción del Equipo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>									
VISTA		Datos Técnicos									
<input style="width: 100%; height: 100%;" type="text"/>		Marca:									
		Modelo:									
		Tipo:									
		S/N / Nº ID:									
		Part Nº/Fab Nº									
		Datos Característicos:									
		Salidas:									
		Voltaje:									
		Corriente:									
		Frecuencia:									
Rango:											
Temperatura Amb:											
Protección:											
Observaciones											
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>											
Acción Tomada											
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>											
HISTORIAL - INSTRUMENTO											
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	TURNO	HORA	CORRIENTE (A)		VOLTAJE (V)		VIBRACIÓN		TEMPERATURA
					Iac	Idc	Vac	Vdc	g. E	mm/s	(°C)

Anexo G. Ficha de inspección predictiva de Motores

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO MANTENIMIENTO PREDICTIVO - LINEA III KATAWI - RUMI

REPORTE GENERAL DEL EQUIPO				
CAL & CESUR S.A. Descripción del Equipo:			Area:	<input type="text"/>
			Descripción - Area:	<input type="text"/>
			Código:	<input type="text"/>
			Tag/Etiqueta:	<input type="text"/>
			Cod. SAP:	<input type="text"/>
VISTA			Datos Técnicos	
[Empty space for VISTA]			Marca : Tipo/Modelo : Fecha de Fabricación : Potencia (HP/KW In-out) : Corriente : Voltaje (V.) : Velocidad (RPM) : Frecuencia Eléctrica (Hz.) : Protección (IP) : Temperatura Ambiente (°C) : Eficiencia (EFF. %) : Weight (Peso) :	
Observaciones				
[Empty space for Observaciones]				
Acción Tomada				
[Empty space for Acción Tomada]				

HISTORIAL - MOTOR																		
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	TURNO	HORA	TEMPERATURA		VIBRACIÓN VERTICAL		VIBRACIÓN HORIZONTAL		VIBRACIÓN AXIAL		CORRIENTE (A)			VOLTAJE (V)		
					Estator (°C)	L. Acop. (°C)	g. E	mm/s	g. E	mm/s	g. E	mm/s	I1	I2	I3	V12	V13	V23

Anexo H. Ficha de inspección predictiva de tableros de campo.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO MANTENIMIENTO PREDICTIVO - LINEA III KATAWI - RUMI

REPORTE GENERAL DEL EQUIPO											
<p>CAL & CESUR S.A. Descripción del Equipo:</p> <p style="text-align: center; color: blue;">Tablero</p>					Area:		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
					Descrip. - Area:		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
					Código:		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
					Etiqueta (Tag):		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
					Tag de Cableado:		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
					Cod. SAP:		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
<p>VISTA</p>					<p>Observaciones</p> <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>						
					<p>Acción Tomada</p> <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>						
					<p>Notas:</p> <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>						
HISTORIAL - TABLERO											
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	TURNO	HORA	CORRIENTE (A)			VOLTAJE (V)			TEMPERATURA
					I1	I2	I3	V12	V13	V23	(°C)

Anexo I. Cuestionario de eficiencia para el área de mantenimiento eléctrico – electrónico de la planta de Cal y Cemento sur S.A.



**CUESTIONARIO DE EFICIENCIA PARA EL AREA DE
MANTENIMIENTO ELECTRICO – ELECTRONICO DE
LA PLANTA DE CAL Y CEMENTO SUR S.A.**

Apellidos y Nombres:

Cargo: Experiencia: Fecha:

El presente cuestionario se realizó como instrumento de investigación el cual tiene por objetivo identificar la eficiencia en el área del mantenimiento eléctrico – electrónico, para tener claridad, sobre la situación actual.

El presente cuestionario está dirigido a todo el personal del área de mantenimiento eléctrico – electrónico, el cual consta de 3 preguntas, las cuales deben ser leídas y contestadas cuidadosamente.

Marque con un aspa (x) la respuesta que considere correcta.

PREGUNTAS:

1. ¿Cree usted que existe un buen nivel de eficiencia en la prevención de riesgos de paradas o fallas en los equipos de la línea de producción III Katawi – Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.?

SI () NO () A VECES ()

2. ¿Cree usted que la línea de producción III Katawi – Rumi es eficiente el mantenimiento de acuerdo a la capacidad de los equipos de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.?

SI () NO () A VECES ()

3. ¿Cree usted que la aplicación del software SIPMEE es eficiente al momento y durante la realización de un mantenimiento en los equipos de la línea de producción III Katawi – Rumi de la planta de Cal y Cemento Sur S.A.?

SI () NO () A VECES ()

Gracias por su colaboración.