

**IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LA
CERVECERÍA BAVARIA EN EL ÁREA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS**

SEBASTIÁN CAMILO RINCÓN ARIAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

**IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LA
CERVECERÍA BAVARIA EN EL ÁREA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS**

SEBASTIÁN CAMILO RINCÓN ARIAS

**Trabajo de grado para optar al
TITULO DE INGENIERO MECÁNICO**

Director

ISNARDO GONZALEZ JAIMES

Ingeniero Mecánico

Codirector

LUIS ALBERTO COCONUBO

Ingeniero Mecánico.

Codirector

LUIS IGNACIO MALDONADO

Ingeniero Electrónico.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a mis papas y mis hermanos, a su constante lucha por el cumplimiento de mis metas tanto académicas como personales, por estar siempre ahí con una mano en mi hombro y en mi futuro. Porque no solo son mi familia, son mis amigos, mis confidentes, mis guías y el mejor ejemplo a seguir.

A Dios por darme la fortaleza y tenacidad de no desfallecer, por estar siempre a mi lado cuidándome de las desventuras del camino.

A mis amigos y compañeros, por compartir esta meta y cumplir tanto como otra familia en todo este camino.

A ella por la alegría de sus ojos, su amistad y su amor.

Sebastián Camilo Rincón Arias

AGRADECIMIENTOS

Al director de proyecto, el ingeniero Isnardo González Jaimes, por su orientación, oportunos consejos, tiempo y confianza brindada en todo momento para con nuestro trabajo de grado.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Mecánica por brindarnos los conocimientos necesarios en nuestra formación como hombres de ciencia y personas integras, y en el desarrollo de este trabajo de grado.

A los ingenieros Luis Alberto Coconubo y Luis Ignacio Maldonado por su colaboración, enseñanzas y tiempo dedicado para permitirme formar como profesional, durante la realización de este trabajo.

A la cervecería Bavaria SABMiller, al área de elaboración de productos, a sus operadores, técnicos y profesionales, por su colaboración incondicionalidad, por su aporte intelectual y por la oportunidad de crecer como profesional en su interior.

A mis amigos, los que siempre han estado presentes en los buenos y malos momentos, apoyándome y haciendo muy grata esta experiencia, que es un nuevo logro en mi vida.

A mi familia, por su apoyo, consejo, amistad y por brindarme la inspiración y fuerza necesarias para alcanzar esta gran meta.

A Dios por haberme puesto en este camino y darme la fortaleza para recorrerlo hasta el final.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	21
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	24
1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	27
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	27
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
2. MARCO CONTEXTUAL	29
2.1 ÁREA DE ELABORACIÓN CERVECERÍA BAVARIA.....	29
2.1.1 MATERIAS PRIMAS.....	31
2.1.2 COCINAS	34
2.1.3 FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN.....	39
2.1.4 FILTRACIÓN	42
2.2 MISIÓN	43
2.3 VISIÓN	44
2.4 OBJETIVO	44
2.5 FUNCIÓN DEL ÁREA DE ELABORACIÓN.....	44
2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	46
2.7 RECURSOS.....	47
2.7.1 TALENTO HUMANO.....	47
2.7.2 INSTALACIONES.....	47
2.8 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	48

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	50
3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	50
3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	51
3.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	51
3.2.2 MANTENIMIENTO PERIODICO.....	52
3.2.3 MANTENIMIENTO PROGRAMADO	52
3.2.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	53
3.2.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	53
3.2.6 MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	54
3.3 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	55
3.3.1 EL PAPEL DE PRODUCCIÓN.....	56
3.3.2 EL PAPEL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	57
3.3.3 CUÁLES SON LOS BENEFICIOS.	58
3.4 IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO SEGÚN EL TRACC ...	60
3.4.1 TRACC.....	60
3.4.2 IMPLEMENTACIÓN	62
3.4.3 PERSPECTIVA GENERAL DEL TRACC.....	67
3.5 SISTEMA DE CALIFICACIÓN SEGÚN EL GEM	68
4. CUBA DE FILTRACION ZIEMANN Y TANQUES DE FERMENTACION	
HOLVRIEKA Y ZIEMANN	72
4.1 CUBA DE FILTRACION ZIEMANN.....	72
4.1.1 PARTES OLLA DE FILTRACIÓN.....	73
4.1.2 FUNCIONAMIENTO OLLA DE FILTRACIÓN.....	75
4.1.3 RECIPIENTES AUXILIARES DE LA OLLA DE FILTRACIÓN.	78
4.1.4 CONTROL DEL PROCESO DE FILTRACIÓN DE MOSTO.....	81
4.1.5 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....	85
4.2 TANQUES FERMENTADORES HOLVRIEKA Y ZIEMANN	87

5. IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA BAVARIA EN EL AREA DE ELABORACIÓN.....	95
5.1 ETAPA 1. YO LO MANEJO, TÚ LO ARREGLAS	97
5.1.1 PASO CERO.....	98
5.1.2 CINCO ESES.....	100
5.1.3 MEDICIÓN VISUAL DEL DESEMPEÑO.....	103
5.1.4 PROPIEDAD DEL EQUIPO.....	103
5.1.5 SEGURIDAD.....	103
5.2 ETAPA 2. CONDICIONES BÁSICAS	105
5.2.1 PASO 1. LIMPIEZA INICIAL	105
5.2.2 PASO 2. ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y ÁREAS DE DIFÍCIL ACCESO...	132
5.3 ETAPA 3. LUBRICACION E INSPECCION.	142
5.3.1 PASO 3. LUBRICACIÓN.....	142
5.3.2 PASO 4. INSPECCIÓN	162
6. DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACION	164
.....	164
6.1 BASE DE DATOS	164
6.1.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	165
6.1.2 GEM.....	170
6.1.3 ESTADO DE TAREAS	172
6.2 TABLERO DIGITAL.....	173
6.2.1 AUTONOMO POR AREA.....	173
6.2.1.1 LUP'S	177
6.2.1.2 Estándares LILA.....	186
6.2.1.3 Mapas de lubricación.....	188
6.2.1.4 Mapas de limpieza	189
6.2.1.5 Mapas de FC'S y ADA'S	190
6.2.1.6 Auditorias de paso.....	191
6.2.2 MATRIZ DE HABILIDADES.....	192

6.2.3 REGISTRO DE ANORMALIDADES.....	195
6.2.4 SEGUIMIENTO GRAFICO.....	197
6.3 ESTÁNDARES IMPLEMENTADOS.....	200
7. KPI ENFOCADOS A KAIZEN	202
7.1 CALCULO KPI DE MANTENIMIENTO AUTONOMO	203
7.1.1 FECHA DE AVISO.....	204
7.1.2 AVISO.....	204
7.1.3 ORDEN	204
7.1.4 CLASE DE AVISO.....	205
7.1.5 ESTATUS SISTEMA	205
7.1.6 ÁREA	206
7.1.7 EQUIPO.....	207
7.1.8 DESCRIPCIÓN	207
7.1.9 CREADO POR	208
7.1.10 CENTRO COSTE	208
7.1.11 AUTOR DEL AVISO	208
7.2 SEGUIMIENTO GRAFICO KPI	208
7.2.1 ESTATUS DE AVISOS	209
7.2.2 TIPOS DE AVISO.....	211
7.2.3 AVISOS GENERADOS.....	212
8. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	215
9. CONCLUSIONES	218
10. RECOMENDACIONES.....	220
BIBLIOGRAFIA	221
ANEXOS.....	223

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Productos Bavaria	21
Figura 2. Pilares MCM	23
Figura 3. Edificio Elaboración de Productos	23
Figura 4. Distribución de plantas de Bavaria en Colombia	24
Figura 5. Cuba de filtración ZIEMANN cervecería Bucaramanga	25
Figura 6. Edificio cocinas cervecería Bavaria Bucaramanga	29
Figura 7. Bebidas que ofrece Bavaria Bucaramanga.....	30
Figura 8. Proceso Cervezero	31
Figura 9. Esquema proceso Materias Primas	32
Figura 10. Esquema proceso Cocinas	35
Figura 11. Olla de filtración	36
Figura 12. Tolva de afrecho	36
Figura 13. Tanque auxiliar de mosto.....	37
Figura 14. Esquema proceso Fermentación y Maduración.....	39
Figura 15. Tanque fermentador numero 26	40
Figura 16. Esquema proceso Filtración	42
Figura 17. Filtro de cerveza Steinecker	43
Figura 18. Objetivos Elaboración para el periodo F14.....	45
Figura 19. Organigrama del área de Elaboración	46
Figura 20. Emblema TRACC	60
Figura 21. Clase Mundial	61
Figura 22. Etapas TRACC	62
Figura 23. Distribución del MA según el TRACC	68
Figura 24. Organización calificación GEM	69
Figura 25. Orden de calificación del GEM	70
Figura 26. Ejemplo calificación GEM	71
Figura 27. Esquema sistema de filtración de mosto	72

Figura 28. Parte superior olla de filtración	73
Figura 29. Vista planta baja, entrada de masa por la parte inferior de la olla	74
Figura 30. Moto-reductor del eje de paletas	74
Figura 31. Línea de salida del mosto hacia el tanque auxiliar	75
Figura 32. Ingreso de masa a la olla de filtración.....	76
Figura 33. Primera filtración de mosto	77
Figura 34. Segunda filtración de mosto	77
Figura 35. Vaciado de la olla de filtración	78
Figura 36. Tanque auxiliar de mosto y juego de válvulas	79
Figura 37. Tolva de afrecho y línea de salida de afrecho hacia secador	79
Figura 38. Partes tolva de afrecho	80
Figura 39. Pantalla de control olla de filtración	81
Figura 40. Pantalla de control tanque auxiliar de mosto	82
Figura 41. Pantalla de control tolva de afrecho.....	83
Figura 42. Sistema de limpieza CIP de la olla de filtración	85
Figura 43. Tanques de almacenamiento reactivos usados en el CIP	86
Figura 44. Pasillo de servicios Unitanques	90
Figura 45. Espejo de distribución para unitanques	90
Figura 46. Tablero de control tanques de fermentación.....	91
Figura 47. Tanques sistema CIP.....	92
Figura 48. Tablero de control del sistema CIP de fermentación	93
Figura 49. Espejo de distribución de los tanques para inicio del CIP.....	94
Figura 50. Organización BUCARCTRL.....	96
Figura 51. Evidencia del cumplimiento de la tarea en el GEM.....	97
Figura 52. Reunión del grupo de trabajo.....	99
Figura 53. Grupo de trabajo Elaboración	100
Figura 54. Estandar 5'S para cuarto de control cocinas (izquierda) y filtración (derecha)	101
Figura 55. Mapa 5'S Cocinas.....	102
Figura 56. Mapa 5'S Filtración	102

Figura 57. Proceso de BEC (Bloqueo, candadeo y etiquetado).....	104
Figura 58. Equipos de trabajo en el área de Elaboración	112
Figura 59. Tolva de afrecho, vista frontal y posterior	116
Figura 60. Anormalidades tolva de afrecho	117
Figura 61. Presentación del registro de anomalías para la tolva de afrecho	119
Figura 62. Matriz impacto Vs esfuerzo para la tolva de afrecho	124
Figura 63. Tolva vista frontal y tablero de control manual, después de la limpieza inicial.....	126
Figura 64. Válvulas de dosificación de agua y de salida del mosto, después de la limpieza inicial.....	126
Figura 65. Moto-reductor del sinfín y válvulas de vapor y aire comprimido, después de la limpieza inicial	127
Figura 66. Desagüe válvulas de doble lenteja, antes y después	135
Figura 67. Desagüe de proceso. Antes y después	136
Figura 68. Ejemplo de etiqueta para aceites y sus respectivos elementos	144
Figura 69. Ejemplo de etiqueta para grasas y sus respectivos elementos	144
Figura 70. LUP Lubricar con inyector manual	153
Figura 71. Ejemplos de demarcación en los equipos del área de elaboración	154
Figura 72. LUP Lubricación de unidades de mantenimiento de aire comprimido.	156
Figura 73. LUP Lubricar con inyector manual	157
Figura 74. Mapa de lubricación Sistema de enfriamiento de mosto.....	159
Figura 75. Banco de lubricación.....	160
Figura 76. LUP lubricación de rodamientos de motores o bombas con purga.....	161
Figura 77. Diagrama de la organización del plan de implementación.....	166
Figura 78. Agrupación por Partes con la respectiva calificación al final de cada parte.....	166
Figura 79. Agrupación por Temas.....	167
Figura 80. Agrupación por Etapas	168
Figura 81. Agrupación por Ítems.....	169
Figura 82. Agrupación de Tareas en cada Ítem	170

Figura 83. Ejemplo de calificación GEM	171
Figura 84. Calificación GEM	172
Figura 85. Estado de tareas.....	172
Figura 86. Pantalla principal Tablero Digital	174
Figura 87. Pantalla MATERIAS PRIMAS	176
Figura 88. LUP'S materias primas	178
Figura 89: LUP'S Generales	181
Figura 90. LUP'S Lubricación	184
Figura 91. Estándares LILA para el área de materias primas.....	187
Figura 92. Mapas de lubricación en materias primas.....	188
Figura 93, Mapas de limpieza área de materias primas	189
Figura 94. Mapas FC y ADA área de materias primas.....	190
Figura 95. Auditorias de paso para materias primas.....	191
Figura 96. Lista de auditoria Paso 1 Molino de malta HUPPMANN.....	192
Figura 97. Matriz de habilidades por equipo	193
Figura 98. Matriz de habilidades BUHOS	194
Figura 99. Registro de anomalías MA.....	196
Figura 100. Grafica estatus de tarea.....	199
Figura 101. Grafica tipos de aviso	199
Figura 102. Avisos generados	200
Figura 103. Ecuación para el cálculo del KPI en MA	202
Figura 104. Grafica de seguimiento	211
Figura 105. Tipos de aviso.....	212
Figura 106. Avisos generados	214

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Insumos Planta Bavaria Bucaramanga	32
Tabla 2. Capacidades equipos en materias primas	33
Tabla 3. Capacidades equipos Cocinas.....	37
Tabla 4. Capacidades equipos Fermentación y Maduración	41
Tabla 5. Formas de gestión del mantenimiento	51
Tabla 6. Ficha técnica olla de filtración ZIEMANN	84
Tabla 7. Ficha técnica tolva de afrecho	84
Tabla 8. Ficha técnico tanque auxiliar de mosto.....	84
Tabla 9. Ficha técnica tanque fermentador HOLVRIEKA	89
Tabla 10. Ficha técnica tanque fermentador ZIEMANN.....	89
Tabla 11. Niveles de inconveniencia.....	118
Tabla 12. Listado de tareas tolva de afrecho	120
Tabla 13. Priorización impacto.....	123
Tabla 14. Priorización esfuerzo.....	123
Tabla 15. Estándar LILA tolva de afrecho.....	129
Tabla 16. Métodos y elementos de limpieza e inspección.....	131
Tabla 17. Tareas clasificadas como fuentes de contaminación (FC) para el tanque auxiliar de mosto.....	134
Tabla 18. Mapa de FC para el tanque auxiliar de mosto	137
Tabla 19. Tareas clasificadas como áreas de difícil acceso (ADA) para la tolva de afrecho.....	138
Tabla 20. Mapa de ADA para la tolva de afrecho	141
Tabla 21. Clasificación de aceites industriales usados en la planta Bavaria Bucaramanga.....	145
Tabla 22. Clasificación complementaria con el sistema LIS de Noria.....	146
Tabla 23. Clasificación de grasas usadas en la planta Bavaria Bucaramanga	146
Tabla 24. Grado de viscosidad norma ISO	147
Tabla 25. Grados de consistencia NGLI para grasas	147

Tabla 26. Mapa de lubricación para el molino de malta HUPPMANN	152
Tabla 27. Ordenes de trabajo lubricación en el área de elaboración	155
Tabla 28. Tipos de aviso	197
Tabla 29. Estados de tarea	198
Tabla 30. Tabla avisos	204
Tabla 31. Clase de aviso	205
Tabla 32. Estatus sistema	206
Tabla 33. Área	206
Tabla 34. Equipo	207
Tabla 35. Descripción	207
Tabla 36. Tabla dinámica presentación de avisos y su estatus de sistema	210
Tabla 37. Tabla para el cálculo del KPI_MA	210
Tabla 38. Cumplimiento de objetivos	215

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Anormalidades resueltas mediante la limpieza inicial.....	224
Anexo B. Estándar LILA tolva de afrecho	225
Anexo C. Mapa de FC del tanque auxiliar de mosto.....	226
Anexo D. Mapa de ADA de la tolva de afrecho.....	227
Anexo E. Mapa de lubricación del Molino de malta HUPPMANN.....	228
Anexo F. Mapa de lubricación del sistema de enfriamiento de mosto	229
Anexo G. Plan de implementación.....	230
Anexo H. Plan de implementación ejemplo tareas.....	231
Anexo I. SOP Arranque de cocción	232
Anexo J. LUP general.....	233
Anexo K. Mapa de limpieza de la cuba de filtración.....	234
Anexo L. Auditoria de paso.....	235

RESUMEN

TÍTULO:

IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA LA CERVECERIA BAVARIA EN EL AREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES.*

AUTOR:

Sebastián Camilo Rincón Arias**

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento Bavaria, Mantenimiento autónomo, TRACC, GEM.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo principal del trabajo de grado es implementar la metodología de mantenimiento autónomo en la CERVECERIA BAVARIA EN SU AREA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA, basados en los siete pasos propuestos por el instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM), estos pasos están recopilados en un documento denominado como TRACC, este último es el documento base para la aplicación de esta metodología.

El desarrollo del proyecto se dividió en cuatro partes que se presentaron de la siguiente forma:

- En la primera parte se recopiló toda la información disponible en las bases de datos de la cervecería con respecto a mantenimiento autónomo, obteniendo una calificación en el GEM (sistema utilizado para calificar el nivel de mantenimiento autónomo), esta calificación fue de 2,8.
- En la segunda parte se llevaron a cabo todas las evidencias para completar la etapa de condicione básica de los equipos piloto y el sostenimiento de las mismas, la calificación GEM al final de esta parte fue de 3.
- En la tercera y última parte se llevaron a cabo el desarrollo de tareas de inspección y lubricación de los equipos, estableciendo estándares para este tipo de tareas, la calificación GEM es de 3,5.

Para evidenciar el desarrollo del proyecto y el fácil acceso a la información generada durante este, se crea el tablero digital para el área de elaboración de productos, el plan de implementación de mantenimiento autónomo en el área y el registro para los avisos de mantenimiento autónomo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Isnardo Gonzalez Jaimes.

SUMMARY

TITLE:

IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS MAINTENANCE FOR BAVARIA BREWERY IN INDUSTRIAL SERVICE AREA.*

AUTHOR:

Sebastián Camilo Rincón Arias.**

KEYWORDS:

Maintenance Bavaria, autonomous maintenance, DRIVE, GEM.

DESCRIPTION:

The main objective of the thesis is to implement autonomous maintenance methodology in BAVARIA BREWERY IN AREA OF ELABORATION OF PRODUCTS IN THE CITY OF BUCARAMANGA, based on the seven steps proposed by the Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM), these steps are summarized in a document known as TRACC, and the latter is the base document for the application of this methodology.

The development of the project was divided into four parts that were presented as follows:

- In the first part we compiled all available information in the databases of the brewery regarding autonomous maintenance, obtaining a rating on the GEM (system used to rate the level of autonomous maintenance), this rating was 2,8.
- In the second part were carried out all the evidence to complete the basic conditional stage pilot equipment and maintenance of the same, the rating GEM at the end of this part was 3.
- In the third and final part part took out the development of inspection and lubrication of equipment, setting standards for this type of work, the GEM score is 3,5.

To demonstrate the project and easy access to information generated during this, the digital board for the area of product development, the implementation plan of autonomous maintenance in the area and register for announcements of autonomous maintenance is created.

* Degree Work.

** Faculty of Physics and Mechanics, School of Mechanical Engineering, Engineer Isnardo Jaimes Gonzalez.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado, realizado en colaboración con la División de Elaboración de Productos de la cervecería Bavaria en la ciudad de Bucaramanga, se plantea la implementación del mantenimiento autónomo como uno de los pilares para llegar a la condición de manufactura de clase mundial (MCM) cumpliendo de esta manera con la misión y la visión de dicha dependencia, a su vez ayudando a afianzar las relaciones entre el sector industrial y la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

La implementación del Mantenimiento Autónomo se llevara a cabo en todas las áreas de esta dependencia, las cuales son; materias primas, cocinas, fermentación y maduración, y filtración, en estas se realizan los procesos necesarios para convertir las materias primas en los productos listos para ser envasados, por tal importancia es necesario mejorar las prácticas de mantenimiento llegando hasta la primera línea, el operario, elevando la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos y procesos.

La filosofía de Mantenimiento Autónomo se basa en utilizar el potencial de cada una de las personas sustentado en las competencias que estas tengan para que puedan realizar en la planta acciones cotidianas de mantenimiento y puedan determinar condiciones críticas en los equipos presentes en cada una de las áreas respectivas, mientras el equipo especializado de mantenimiento se encarga de mejorar la eficiencia, fiabilidad y mantenibilidad de los equipos, mientras hacen de tutores a los operarios.

Debido a la cantidad de equipos y procesos que se tienen en la división de Elaboración, este trabajo de grado se centrara en equipos críticos en diferentes áreas y servirá de base para la restante cantidad de máquinas de cada una de las áreas de esta división, como para las demás divisiones de la cervecería.

1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cervecera Bavaria es una de las grandes compañías en la industria nacional siendo la empresa líder de bebidas en Colombia y la operación más grande de SABMiller en Latinoamérica, siendo uno de los contribuyentes más importantes a las utilidades de ese grupo cervecero en el mundo.

Los productos producidos (figura 1) por esta empresa son elaborados bajo estándares internacionales de calidad, donde siempre se busca garantizar la satisfacción del cliente al consumir cada uno de los productos de Bavaria, bajo esta filosofía trabajan todas las cerveceras y subdivisiones de esta en el país.

Figura 1. Productos Bavaria



Fuente: http://www.bavaria.com.co/1-9/explorador_de_marcas_nm/

Es por esto que Bavaria está enfocada en su productividad y desempeño en las plantas de fabricación, así mismo, como un medio para lograr cumplir con la filosofía empresarial de SABMiller en el mundo, se comienza la implementación de las prácticas de manufactura de clase mundial (MCM), una manufactura que potencia los recursos hacia el mejoramiento rápido y continuo.

La Manufactura de clase mundial recoge estrategias como Control Total de Calidad (TQC), Método justo a tiempo (JIT), Mantenimiento Productivo Total

(TPM) y otras de gestión, de tecnología y de servicios. MCM puede considerarse una ampliación del TPM a sus pilares básicos.

Para lograr este objetivo Bavaria está implementando la metodología TRACC que es un sistema de mejora integradora que crea una ventaja competitiva a todo lo largo de su cadena de valor. La mejora integradora es la manera de abordar la mejora sostenible. Si no se tiene un enfoque de tipo II (Integrative Improvement), las metodologías de mejora continua no son sostenibles.

TRACC integra todos los procesos y sistemas de mejora (MCM, TQC, TPM, Producción sin desperdicios, Seis Sigma) en un solo sistema cohesionado, en lugar de tratarlos como independientes, y alinea las prácticas con indicadores clave de rendimiento (KPI), asegurando resultados sostenibles en el viaje hasta adquirir la característica de clase mundial.¹

Bavaria tiene una planta en la ciudad de Bucaramanga, donde el área de Elaboración de Productos comprende las subdivisiones de Materia Primas, Molienda, Cocinas, Fermentación y Filtración, es la encargada de elaborar los productos ofrecidos por esta cervecería, debido a que esta área es primordial para el proceso de producción, ya que suministra el producto, cualquier parada o falla de cualquier equipo tiene consecuencias en la fabricación. Frente a esta situación, la estrategia para mitigar este factor negativo es la implementación del mantenimiento Autónomo, es un pilar de la manufactura de clase mundial como se aprecia en la figura 2. Con él se ayudara de gran manera para reducir costos y tiempos en las labores de mantenimiento.

¹ COMPETITIVE CAPABILITIES INTERNATIONAL Ltd. ¿Qué es el TRACC? [en línea]. Disponible en <http://www.etracc.net/index.php?page=18&l=s> [citado en 3 de febrero de 2014]

Figura 2. Pilares MCM



Fuente: http://www.etracc.net/fileuploads/uf5_IvanocAlarcon-Bavaria.pdf

Para esto la cervecería ha iniciado con la implementación del Mantenimiento autónomo en el Área de Elaboración de Productos, donde las actividades iniciadas han dado un valor positivo en el puntaje GEM (Global Evaluation of Manufacturing) que son las evaluaciones globales para la manufactura que se manejan en la empresa. Consiste en una calificación que va desde 1 hasta 5, siendo 1 el nivel más bajo de mantenimiento autónomo y 5 el nivel más elevado en este tema, estas evaluaciones se realizan con el fin de medir las prácticas con los cuales se alcanzan los KPI'S, los cuales dan la oportunidad de medir, visualizar y analizar factores claves como la productividad de la empresa, la eficiencia del mantenimiento, los reportes de averías, los gastos causados por las labores de mantenimiento, etc.

Figura 3. Edificio Elaboración de Productos



1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

Bavaria S.A. cuenta con 6 plantas cerveceras y dos malterías ubicadas estratégicamente a lo largo del territorio nacional. Cuentan además con una fábrica de etiquetas, Impresora del Sur, ubicada en el municipio de Yumbo, Valle y una fábrica de tapas ubicada en las instalaciones de la Cervecería de Tocancipá. Esto se muestra en la figura 4.

Figura 4. Distribución de plantas de Bavaria en Colombia



Fuente: http://www.bavaria.co/13-2/donde_operamos_an_n/

Las plantas cerveceras se encuentran divididas en tres áreas fundamentales las cuales son servicios industriales, envase y elaboración.

El área de elaboración de productos es encargada de producir los diferentes tipos de cerveza, y las bebidas no alcohólicas a base de malta, por esto es un área primordial en la línea de producción.

Figura 5. Cuba de filtración ZIEMANN cervecería Bucaramanga



La implementación del mantenimiento autónomo puede evitar en un gran número las fallas de los equipos generalmente entre el 60% y 70%², generando un ambiente donde se promueva el cuidado apropiado del equipo y una detección temprana de problemas menores. Dado que el mantenimiento autónomo se enfoca primordialmente en estos aspectos, el principal beneficio será la reducción del tiempo de inactividad, los costes de mantenimiento y la confiabilidad del proceso de producción.

Implementar este programa deberá producir una reducción substancial en las pérdidas relacionadas con el equipo, como lo son los defectos de calidad y las interrupciones menores por mencionar algunas, también producirá un mejor aprovechamiento del personal operativo y técnico calificado a su vez que un aumento del tiempo promedio de reparación (MTTR), entre muchos otros beneficios.

² COMPETITIVE CAPABILITIES INTERNATIONAL. ¿Cuáles son los beneficios? En: TRACC, Mantenimiento Autónomo. EEUU: CCI, 2004, p. 5.

El desarrollo del mantenimiento autónomo en el área de elaboración de productos generara beneficios como la reducción de costos de parte del departamento de mantenimiento, mejor calidad de los equipos presentes en el área, mejor eficiencia en el proceso de producción, mayor calidad en los productos, etc. Estos beneficios son considerados como tangibles, pero aparte de estas beneficios, puede agregar beneficios intangibles, estos se basan en mejorar el ambiente de trabajo y el orgullo que siente cada persona vinculada a la organización cuando realiza su trabajo, generando en los empleados mayor sentido de propiedad sobre el equipo, aumento en la satisfacción al realizar alguna labor y moral más alta sobre el empleado. Al utilizar a los operarios en estos tipos de tareas de primera línea para realizar el cuidado de los equipos hará que el personal de mantenimiento pueda enfocarse en labores predictivas sobre los equipos y mejorar el rendimiento de los equipos siguiendo una filosofía de manufactura de clase mundial.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1 Objetivo General

Contribuir a la misión de la Universidad Industrial de Santander en la construcción, aplicación y divulgación de conocimientos, participando activamente con el afianzamiento de la relación con la industria, mediante la implementación de la metodología de mantenimiento autónomo en la planta con sede en Bucaramanga de la cervecería Bavaria S.A, en su área de elaboración de productos, basada en los siete pasos propuestos por el instituto japonés de mantenimiento de plantas (JIPM) y recopilados en el documento denominado TRACC, base para la realización de esta implementación, esto en busca de cumplir con la filosofía de manufactura de clase mundial (MCM) que tiene adoptada la empresa en busca de la excelencia de sus procesos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Validar la calificación del GEM en los equipos pilotos al inicio del proyecto, organizando y revisando cada actividad, dejando la constancia de que en realidad cada ítem calificado, este implementado en la planta, y esta certificación quede guardada en la base de datos de la cervecería (BUCARCTRL).

- Planear las tareas a realizar para poder obtener la calificación dentro del GEM que se desea llevar a 3.5 que es el rango el cual se quiere llegar el área de elaboración dentro del plan de mantenimiento autónomo a los equipos pilotos(Sistema Cuba de Filtración y Tanque Fermentador número 26)

- Llevar a cabo las acciones planeadas, tomar las verificaciones para validar que se llevaron a cabo y adjuntarlas en la base de datos de la cervecería para validar cada ítem de la calificación del GEM se cumpla de manera satisfactoria.

- Documentar todo el avance que se logró en el desarrollo del programa de mantenimiento autónomo en el área de Elaboración, almacenarlo en la base de datos de la empresa.

- Elaborar un tablero digital en EXCEL para crear un punto de fácil acceso a la información y datos guardados en la base de datos de la cervecería respecto a todas las actividades realizadas en el plan de mantenimiento autónomo para uso en el área de elaboración de productos.

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1 ÁREA DE ELABORACIÓN CERVECERÍA BAVARIA

La cervecería de Bucaramanga se encuentra ubicada en el departamento de Santander, en la ciudad de Bucaramanga, Kilómetro 4 carretera Café Madrid. Fue fundada el 1 de diciembre del año 1948, en el año 2005 esta sede se potenció tecnológicamente, en la actualidad la capacidad de producción de bebidas en esta planta está alrededor de 2.3 millones de hectolitros al año.

Figura 6. Edificio cocinas cervecería Bavaria Bucaramanga



Fuente: http://www.bavaria.co/11-2/cerveceria_de_bucaramanga_an/

En la planta de la ciudad de Bucaramanga se ubica el area de elaboracion, la funcion de este sector de la planta es el de encargarse de la produccion de las bebidas que ofrece la cerveria de Bucaramanga, estos productos son los siguientes:

- Cerveza Aguila.
- Cerveza Aguila Ligth.

- Cerveza Pilsen.
- Cerveza Poker.
- Cerveza Costeña
- Cerveza Club Colombia.
- Pony Malta.

Figura 7. Bebidas que ofrece Bavaria Bucaramanga



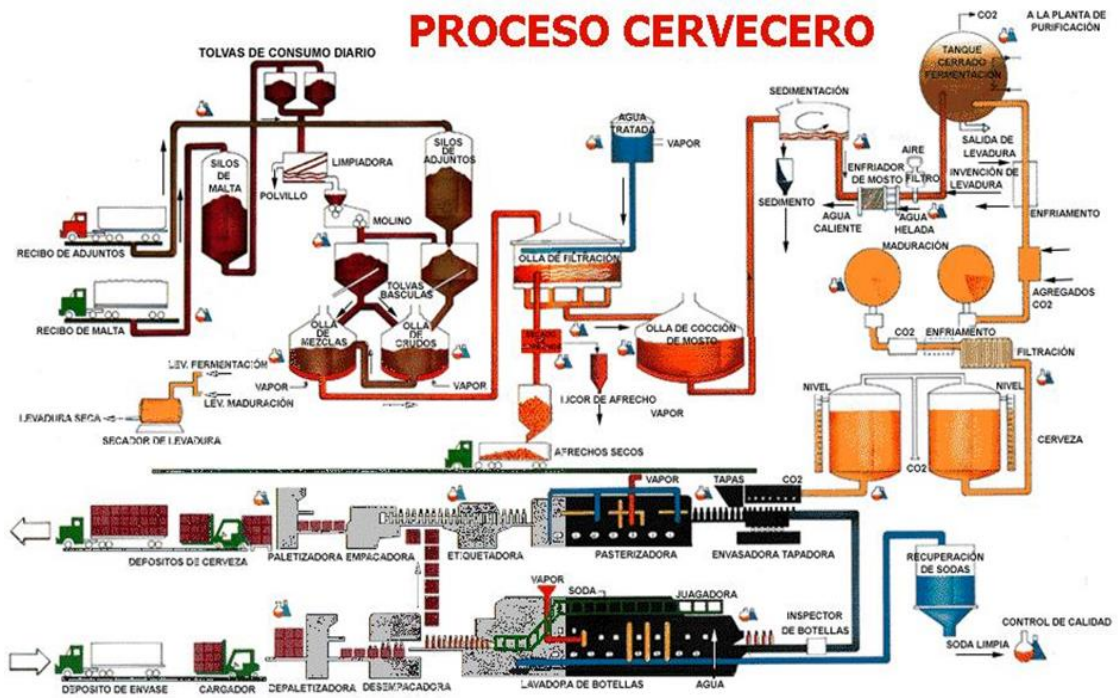
Fuente: http://www.bavaria.com.co/1-9/explorador_de_marcas_nm/

Para la elaboración de la cerveza se sigue un proceso base, el cual tiene sus variaciones respectivas dependiendo del tipo de cerveza para de esta manera obtener los diferentes productos.

Este proceso es llamado “proceso cervecero”, una idea principal del proceso se muestra en la figura 8, para su control y total funcionamiento el proceso cervecero se divide de acuerdo a las zonas que conforman el área de elaboración, estas zonas son:

- Materias primas.
- Cocinas.
- Fermentación y maduración.
- Filtración.

Figura 8. Proceso Cerveceo



Fuente: División Ingeniería Bavaria

A continuación se va a describir el funcionamiento en cada área:

2.1.1 Materias primas

El área está compuesta desde el recibo de las materias primas hasta la preparación de estas para dar inicio a la producción. Las materias primas utilizadas en BAVARIA son la malta, los adjuntos (arroz), el jarabe de maíz, el lúpulo y la levadura.

Estas materias primas en un principio deben ser almacenadas para así disponer de ellas en el transcurso del proceso, cada una de estas es almacenada en sus respectivos contenedores como se observa en la tabla 1.

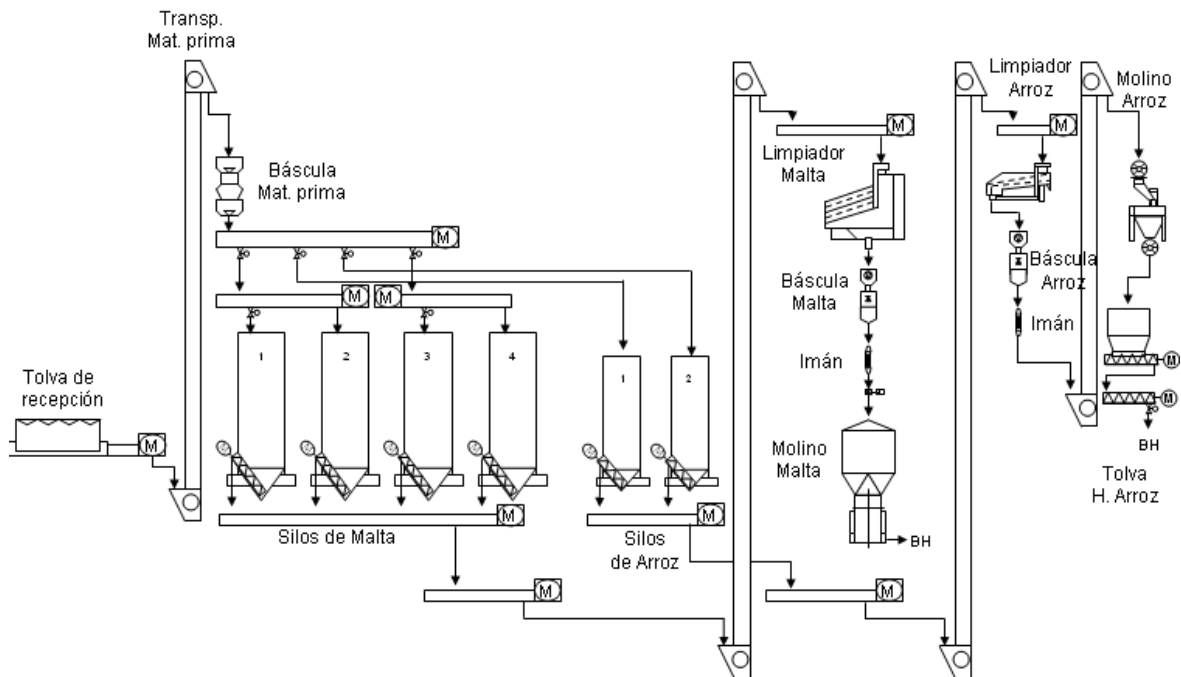
Tabla 1. Insumos Planta Bavaria Bucaramanga

MATERIA PRIMA	TIPO CONTENEDOR	CANTIDAD CONTENEDOR	CAPACIDAD CONTENEDOR
Malta	Silo	4	300 Ton
Adjuntos	Silo	2	100 Ton
Jarabe de maíz	Tanque	1	300 HL
Lúpulo	Tanque	1	80 L
Levadura	Tanque	6	88,5 HL

Fuente: División Ingeniería Bavaria

El proceso da inicio desde la llegada de las materias primas hasta la finalización de la molienda de la malta y el arroz, esta área se muestra en la figura 9.

Figura 9. Esquema proceso Materias Primas



Fuente: División Ingeniería Bavaria

La recepción de Malta y Arroz se hace a través de los mismos transportadores de entrada, de ahí son llevados a una báscula para luego ser dirigidos hacia el silo correspondiente.

Una vez es necesitada en cocinas, la malta es transportada por cadenas y sinfines hasta un limpiador de malta, donde se retiran piedras, cascarilla y demás contaminantes. Luego es pasada por una báscula, un imán (para eliminar partículas metálicas) y por último es llevada hasta la tolva de entrada del molino de malta. El molino hace una molienda acondicionada (húmeda) y entrega el producto a cocinas en la olla de crudos y la olla de mezcla por medio de una bomba Nemo.

Para el caso del arroz, este es transportado desde el silo de adjuntos hasta un limpiador de adjuntos. Es pasado por una báscula, luego por otro imán, seguido a esto pasa a una molienda destructiva en un molino de martillo y por último es almacenada en una tolva de harina de adjuntos, de donde es llevada a la olla de crudos, en el momento que se requiera en cocinas.

Las capacidades del proceso de materias primas se ven consignadas en la tabla 2.

Tabla 2. Capacidades equipos en materias primas

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANT.	CAP.	UND
MALTA	LIMPIADORES	1	24	TONS/HORA
ADJUNTOS	LIMPIADORES	1	5	TONS/HORA
MALTA	BASCULA TUBULAR*	1	10	TONS/HORA
MALTA	MAGNETOSTATO	1	-	-
ADJUNTOS	BASCULA TUBULAR*	1	5	TONS/HORA
ADJUNTOS	MAGNETOSTATO	1	-	-

ADJUNTOS	MOLINO MARTILLO	1	6	TONS/HORA
ADJUNTOS	EXCLUSAS DE EVACUACIÓN	2	-	-
ADJUNTOS	TOLVA DE HARINA DE ADJTS	1	3,5	TONS
ADJUNTOS	TRANS. A OLLA ADJTS	1	13	TONS/HORA
ADJUNTOS	TRANS. A MOLINO MARTILLO	1	10	TONS/HORA
MALTA	MOLINO ACONDICIONADO	1	20	TONS/HORA
MALTA	TUBERÍA ENTRADA MOLINO	1	10	TONS/HORA
POLVO	TRANSP LLENADO DE SACOS	1	2	TONS/HORA

Fuente: División Ingeniería Bavaria

Por otro lado el lúpulo se encuentra almacenado para su uso posterior al igual que la levadura, pero esta última tiene un cuidado especial necesario para evitar la proliferación de bacterias, el cual consiste en mantener las cavas (almacén para el guardado, distribución y control de la levadura) a una temperatura cercana a los 5 grados centígrados.

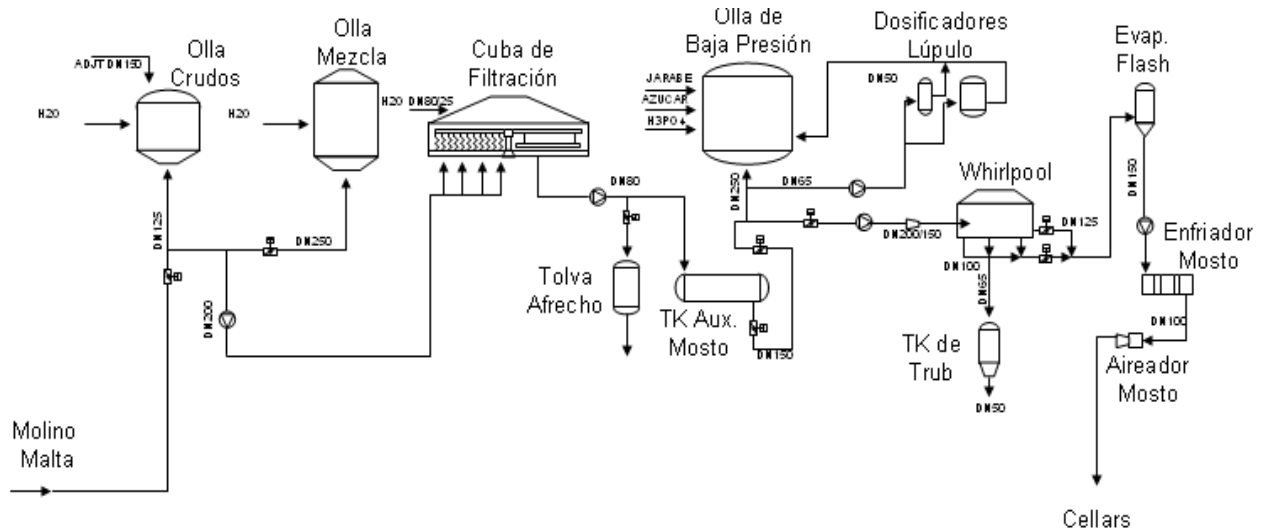
2.1.2 Cocinas

La malta sale como una masa húmeda hacia la olla de crudos y la olla de mezclas. Se adiciona el arroz y una porción de malta a la olla de crudos y el resto de la malta a la olla de mezcla. Junto con la adición de agua y temperatura comienza el proceso de maceración. El contenido de las dos ollas es mezclado finalmente en la olla de mezclas para terminar el proceso de mezcla. El proceso es mostrado en la figura 10.

Paralelo a este proceso, el arroz molino es llevado desde la tolva de harina de adjuntos a la olla de crudos donde es mezclado con agua y harina de malta humedecida para formar una masa que es llevada a la olla de mezclas.

El producto obtenido a la salida de la olla de mezclas es llamado mosto, el cual ya tiene las proporciones requeridas para cada tipo de bebida a preparar.

Figura 10. Esquema proceso Cocinas



Fuente: División Ingeniería Bavaria

Luego este mosto es llevado a la cuba de filtración ZIEMANN (figura 11) en donde por medio de un falso fondo, la cascarilla hace las veces de lecho filtrante y separa las partículas sólidas de las líquidas. El afrecho (parte sólida) es retirado del proceso cervecero y trasladado por la tolva de afrecho (figura 12) mientras que la parte líquida es trasegada a un tanque intermedio o tanque auxiliar (figura 13). De ahí es pasado por un calentador de mosto y llevado a la olla de baja presión en donde a través de una curva de presión y temperatura es completado el proceso de “cocción” del mosto.

Figura 11. Olla de filtración



Figura 12. Tolva de afrecho



Figura 13. Tanque auxiliar de mosto



El producto es trasegado a una olla Whirlpool en donde se genera un remolino que retira las partículas en suspensión o “trub”. Luego el producto es pasado por un evaporador flash que hace las veces de un succionador de gases para retirar aromas no deseados en el mosto.

Por último el producto es pasado por un enfriador de mosto que le baja su temperatura considerablemente y por un aireador de mosto en donde se le adiciona aire estéril y se prepara el mosto para la fermentación. Las capacidades de los equipos en cocinas se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3. Capacidades equipos Cocinas

PROD.	DESCRIPCIÓN	CANT.	CAP.	UND
ADJTS	TUBERÍA ENTRADA OLLA ADJTS	1	18375	Kg/hr
MASH	BOMBA DE MASH MOLINO - COC.	1	80	m3/hr
MOSTO	COCEDOR DE ADJUNTOS	1	163	HL
MOSTO	PAILA DE MEZCLA	1	461	HL
MOSTO	BOMBA DE DISTR DE MEZCLA	1	200	m3/hr

MOSTO	TUBERÍA MACERADOR - FILTRO	1	200	m3/hr
MOSTO	CUBA FILTRO	1	1133	HL
MOSTO	BOMBA CUBA DE FILTRACIÓN	1	70	m3/hr
MOSTO	TUBERÍA FILTRO - TK AUXILIAR	1	45	m3/hr
MOSTO	FALSO FONDO	1		
MOSTO	TK AUXILIAR MOSTO	1	552	HL
MOSTO	BOMBA TK AUXILIAR MOSTO	1	100	m3/hr
MOSTO	TUBERÍA TK AUXILIAR - OLLA BP	1	100	m3/hr
MOSTO	TUBERÍA FILTRO - TK MOSTO DÉBIL	1	45	m3/hr
AGUA	TK AGUA ULTIMO LAVADO	1	143	HL
AGUA	BOMBA TK AGUA ULTIMO LAVADO	1	30	m3/hr
AFRECHO	TOLVA DE AFRECHO	1	15	m3
MOSTO	OLLA BAJA PRESIÓN	1	808	HL
MOSTO	BOMBA OLLA DE BAJA PRESIÓN	1	270	m3/hr
MOSTO	TUBERÍA OLLA BP - WHIRLPOOL	1	270	m3/hr
LÚPULO	TK DOSIFICACIÓN DE LÚPULO	1	80	L
MOSTO	BOMBA DOSIFICADOR LÚPULO	1	20	m3/hr
MOSTO	TUBERÍA OLLA BP - DOSIF. LÚPULO	1	20	m3/hr
AZÚCAR	TK DISOLUCIÓN AZÚCAR	1	130	HL
MOSTO	BOMBA TK DOSIF AZÚCAR	1	45	m3/hr
CACL2	TK DOSIFICACIÓN CaSo4/CACL2	1		
MOSTO	BOMBA (DIAFRAGMA) TK CACL2	1	500	L/hr
MOSTO	WHIRLPOOL	1	615	HL
MOSTO	BOMBA WHIRLPOOL	1	71	m3/hr
MOSTO	TUBERÍA WHIRLPOOL - EVAP. FLASH	1	71	m3/hr
TRUB	BOMBA EXPULSIÓN TRUB	1	12	m3/hr
MOSTO	EVAPORADOR FLASH	1	36	HL
MOSTO	BOMBA SALIDA EVAP FLASH	1	70	m3/hr
MOSTO	TUB. EVAP. FLASH - ENFRIAD. MOSTO	1	70	m3/hr

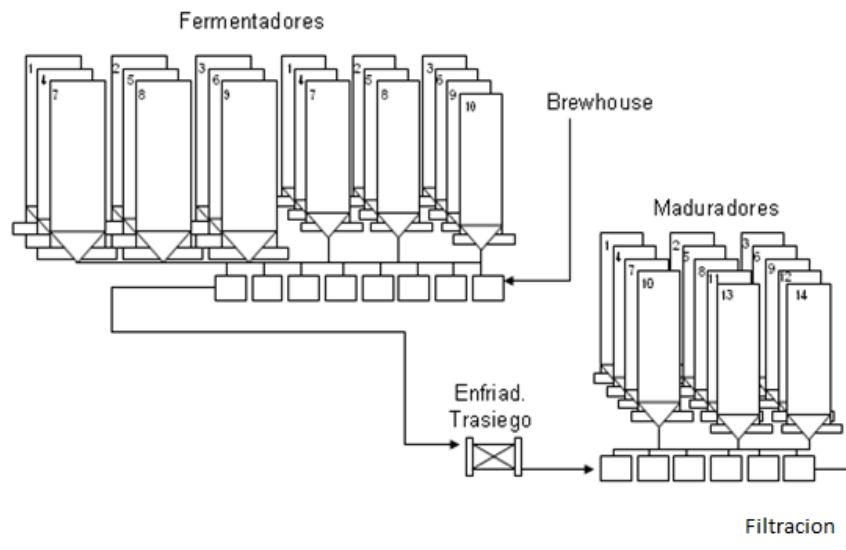
VAHOS	BOMBA VACÍO EVAP FLASH	1	40	m3/hr
TRUB	TANQUE DE TRUB	1	30	HL
TRUB	BOMBA SALIDA TK TRUB	1	15	m3/hr
AZÚCAR	TK AZÚCAR	1	104	HL
	RECIPIENTE REGULADOR	1		
MALTA	TOLVA PARA MALTA (INOX)	1	166	HL
MOSTO	ENFRIADOR DE MOSTO	1	710	HL/hr
MOSTO	TUB. ENFRIAD. MOSTO - AIREADOR	1	71	m3/hr
MOSTO	AIREADOR DE MOSTO	1	710	HL/hr
MOSTO	TUBERÍA AIREADOR - CAVAS	1	71	m3/hr
AGUA	AGUA PARA ENFRIADOR DE MOSTO	1	730	HL/hr

Fuente: División Ingeniería Bavaria

2.1.3 Fermentación y maduración

En esta etapa del proceso cervecero se realiza la formación de alcoholes en el mosto y se obtiene cerveza sin filtrar. El proceso se muestra en la figura 14.

Figura 14. Esquema proceso Fermentación y Maduración



Fuente: División Ingeniería Bavaria

El mosto producido en cocinas es trasegado hacia los tanques de fermentación (figura 15) de acuerdo a las condiciones solicitadas por el laboratorio. Se debe determinar la temperatura de trasiego, el contenido de aire y el tanque al cual se piensa trasegar para efectos de trazabilidad y determinar el número de cocimientos a realizar para cada tanque fermentador. Durante este llenado se le adiciona la levadura de acuerdo a un protocolo establecido y se da por cerrado el tanque al completar el trasiego del último cocimiento. En ese momento se inicia un control de temperaturas dentro del tanque de acuerdo a una curva estándar para garantizar la reproducción de la levadura, su cambio a ciclo de fermentación, la definición de flavours y tiempos de recolección de levadura para su reutilización o inactivación.

Figura 15. Tanque fermentador numero 26



El término de la fermentación está definido por el alcance del extracto límite. Al terminar la fermentación, que dura aproximadamente 5 días, el producto es

trasegado a través de un enfriador de trasiego hacia los tanques maduradores. En el enfriador de trasiego, se baja la temperatura de aproximadamente 4,5°C a 1°C y se le hace una adición de sílica para estabilizar el producto. Una vez en el madurador, el producto es sometido a un control de temperatura que se mantiene por aproximadamente 4 días, tiempo tras el cual se tiene como resultado cerveza verde, con una elevada concentración de alcohol.

En la tabla 4 se observan las capacidades, cantidades y el tipo de producto de los equipos que son utilizados durante el proceso de fermentación y maduración de la cerveza.

Tabla 4. Capacidades equipos Fermentación y Maduración

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANT.	CAP.	UND
MOSTO	TK FERMENTADOR GRANDE	9	2700	HL
MOSTO	TK FERMENTADOR PEQUEÑO	10	1800	HL
CERVEZA V.	BOMBA LFV A MADURADOR	1	500	HL/hr
CERVEZA V.	TUBERÍA LFV A ENFRIAD TRASIEGO	1	500	HL/hr
CERVEZA V.	ENFRIADOR DE TRASIEGO	1	500	HL/hr
CERVEZA V.	TUBERÍA TRASIEGO A MADURAD.		500	HL/hr
CERVEZA V.	TK MADURADOR	14	2000	HL
CERVEZA	BOMBA EMPUJE MADURAD A ENFR	1	400	HL/hr*
CERVEZA	TUBERÍA A ENFRIADOR DE CERVEZA		400	HL/hr
SILICA GEL	TK DOSIFICACIÓN SILICA GEL	1	10	HL
SILICA GEL	BOMBA DOSIFICACIÓN SILICA			
SILICA GEL	TUBERÍA DOSIFICACIÓN SILICA			
CERVEZA	ENFRIADOR DE CERVEZA	1	400	HL/hr

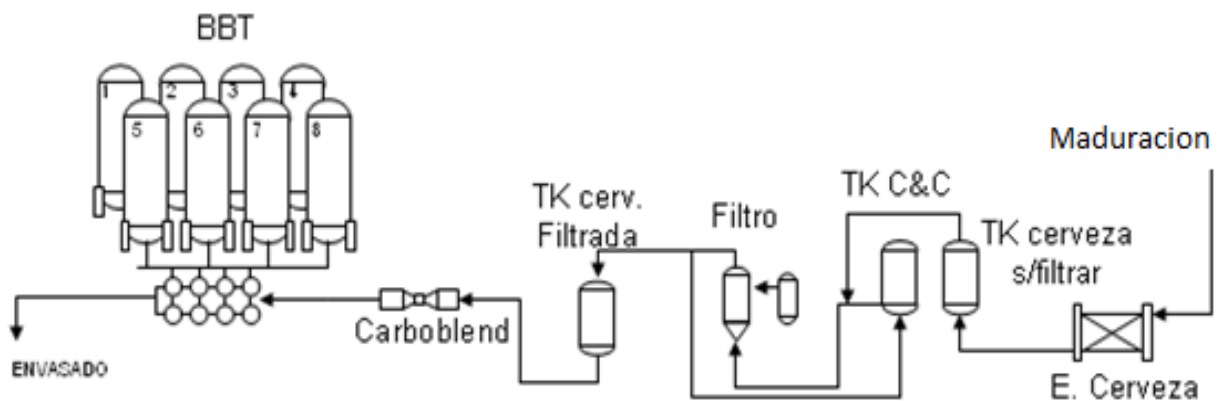
Fuente: División Ingeniería Bavaria

2.1.4 Filtración

Este es la etapa final del proceso cervecero en donde se obtiene la cerveza que será envasada en las líneas de embotellado, comprende desde que la cerveza es trasegada del tanque madurador hasta que es transportada desde los BBT's hasta embotellado (Figura. 16).

Luego de enfriada la cerveza verde es enviada a filtración en donde es recibida por el tanque de cerveza no filtrada. Las cabezas y colas de la filtración son llevadas a un tanque de cabeza y colas en donde posteriormente es mezclada con la cerveza de mayor extracto y retornada al proceso. Seguidamente, es pasado por un filtro de bujías que retira el material orgánico (filtro de cerveza Steickner figura 17.) por medio de una pre capa de tierra filtrante. En este ciclo, se le adiciona el amargo necesario para ajustar el perfil sensorial por medio del isohop (jarabe isomerizado de lúpulo).

Figura 16. Esquema proceso Filtración



Fuente: División Ingeniería Bavaria

Figura 17. Filtro de cerveza Steinecker



La cerveza pasa a un tanque amortiguador para evitar variaciones de presión en el filtro y luego es trasegado al carboblend, en donde se diluye la cerveza con agua desairada, se le adiciona el gas carbónico, el jarabe de azúcar y aditivos de acuerdo al perfil de la marca. La cerveza terminada es trasegada al BBT en donde es almacenada a 1°C y se alista para ser enviada al salón de envase.

2.2 MISIÓN

Crece en el mercado a un consumo per cápita anual de 60 litros, asegurando el liderazgo de nuestro portafolio de marcas nacionales e internacionales en cada una de las categorías de bebidas y en todos los segmentos del mercado³.

³ <http://www.bavaria.com.co/pdfs/esp/etica.pdf>; pag 4.

2.3 VISIÓN ⁴

Ser la compañía más admirada en Colombia y un gran contribuyente a la reputación global de SABMiller:

- Por la efectividad de nuestro mercadeo.
- Por la calidad de nuestros productos.
- Como la mejor fuente de empleo.
- Como el mejor socio.
- Por nuestra responsabilidad social.

2.4 OBJETIVO

Mantener una producción de cerveza constante y que cumpla con las cantidades demandadas por el mercado al que se suministra y al que está estipulada, manteniendo los más altos niveles de calidad con el cumplimiento de los objetivos y requerimientos implantados por SABMiller.

2.5 FUNCIÓN DEL ÁREA DE ELABORACIÓN

El área de elaboración está encargada de la producción de la cerveza y bebidas malteadas, desde el manejo de sus materias primas primordiales (malta, adjuntos, lúpulo, etc.) hasta obtener la cerveza filtrada lista para ser embotellada.

⁴ <http://www.bavaria.com.co/pdfs/esp/etica.pdf>; pag 4.

Las cantidades de producto elaborado van en función de la demanda generada por el consumidor en función de la época del año, esta producción anual tiene una capacidad cercana de 2'300.000 hectolitros al año en total de todas las marcas elaboradas en la Cervecería de Bucaramanga.

Es de expreso cumplimiento que la producción de la planta cumpla con los objetivos de calidad y sostenibilidad instaurados por SABMiller para el periodo de trabajo denominado F14 correspondiente al año 2014, los cuales se pueden observar en la figura 18.

Figura 18. Objetivos Elaboración para el periodo F14

BUCARAMANGA - ELABORACIÓN				
Quality Requirement		KPI	F14 YTD	F14 Target
Continue delivering high sustainable quality of all products	KPI	Micro Yeast	92,1	86,0
	KPI	Micro SPO	95,7	98,0
	STI	Brewery Hygiene	94	93
	KPI	GTS	9,7	9,5
	KPI	CI Taste	91,6	93,0
	KPI	CPI taste	77,4	74,7
	INFO	Lag time	119	118
	KPI	TQI	89	84
	KPI	CQI	93,9	90,0
	KPI	Flavour Stability Index	78,9	78,7
Secure cost and sustainability results as planned	KPI	Merma, %	5,1	5,1
	KPI	Consumo de agua, hl / hl	2,0	2,0
	KPI	Consumo de energia, MJ/hl	29,4	<30
Significantly improve health and safety status		No accidentes	0	0
Create passion and pride through meaningful jobs		GEM	3,1	3,1

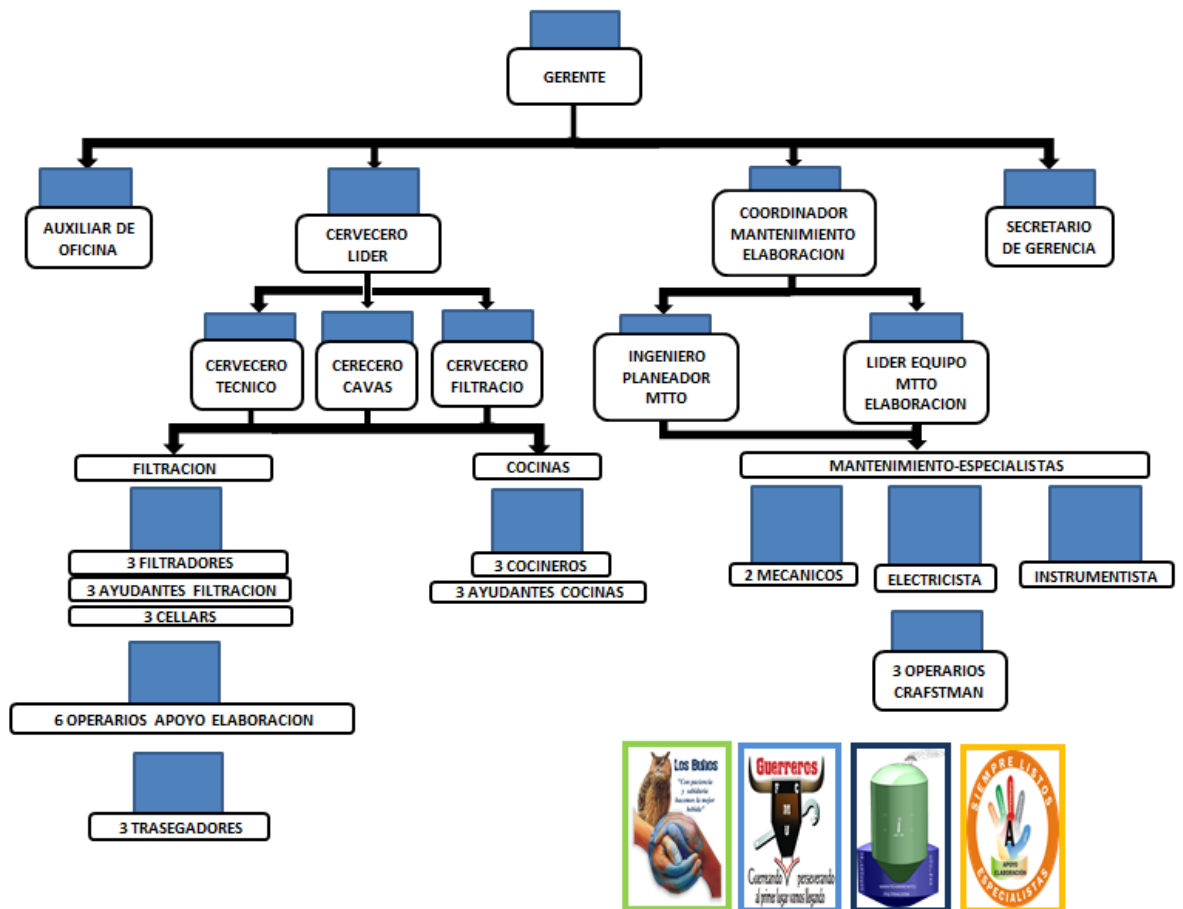
Fuente: División ingeniería Bavaria

2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El área de elaboración posee la organización jerárquica mostrada en la figura 19.

En el área de elaboración, trabajan por ramificaciones indispensables, la primera encargada de la producción y la segunda encargada del mantenimiento, ambas dirigidas desde un ente administrativo propio de la sección.

Figura 19. Organigrama del área de Elaboración



2.7 RECURSOS

2.7.1 Talento humano

El personal del área de elaboración es el recurso más importante con el que se cuenta, el área dispone de profesionales altamente calificados en las áreas de la Mecánica, Electricidad, Electrónica, Instrumentación, Refrigeración y operación de procesos en general, sumándole el apoyo del personal administrativo el cual es el encargado de acompañar y asistir el normal funcionamiento de la división. Cada elemento de este grupo de trabajo está dispuesto a unir esfuerzos en todo momento para cumplir con los objetivos que tenga la dependencia, siempre trabajando bajo la premisa de alcanzar la condición de Manufactura de Clase Mundial.

2.7.2 Instalaciones

El área de elaboración cuenta con las instalaciones requeridas para el proceso de la elaboración de la cerveza, posee equipos para la contención de las diferentes materias primas a las condiciones ambientales requeridas, su transporte y procesado para la obtención del mosto, seguido a esto se encuentran las ollas para realizar el proceso de cocción y terminación del mosto, luego de esto también cuenta con los tanques usados en el proceso de fermentación y maduración, y por ultimo tiene los equipos de filtración donde se obtiene la cerveza final que es dirigida al sector de envase.

Dentro de las instalaciones del área también se cuenta con los respectivos cuartos de control de proceso en el sector de cocinas y de filtración.

Y por último se encuentran las oficinas destinadas al personal administrativo del departamento de mantenimiento y sus respectivos talleres.

2.8 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El área de elaboración en etapa previa a la implementación del MA ya contaba con unas bases de mantenimiento muy sólidas sustentadas en las siguientes plataformas sobre las cuales se podía profundizar, algunas de estas son:

- Metodología de mantenimiento RCM que ya estaba aplicada y afianzada en toda la cervecería.
- La práctica de 5s estaba afianzada que es un requisito preliminar antes de empezar a aplicar el mantenimiento autónomo.
- La utilización del software de organización SAP para todas las diversas labores de gestión incluidas las de mantenimiento en el área.

Las labores de mantenimiento eran netamente realizadas por el personal de especialistas que se encontraba disponible en ese momento en el área, esto es una desventaja puesto que los especialistas por lo general se encuentran en el lugar de trabajo un turno de los tres que se ejecutan en el día.

El personal operativo se limitaba simplemente a las funciones de operación de los equipos, toma de muestras y control de medidores, en ciertos casos con conocimientos muy pobres sobre el funcionamiento del proceso y/o del equipo que operaba aumentando la probabilidad de una falla ocasionada por factores humanos.

Todas las labores de mantenimiento en esta etapa eran enviadas, recibidas, respondidas y notificadas vía SAP, donde aún en estos días el SAP registra todos estos indicadores filtrando las condiciones de tiempo.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

“Es el trabajo emprendido para cuidar y restaurar hasta un nivel económico, todos y cada uno de los medios de producción existentes en una planta.”

Se puede definir el mantenimiento como el "conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados".

Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por si solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de ello, conformando así el departamento de mantenimiento de una empresa.⁵

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria, herramienta, equipó de trabajo. Lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.⁶

⁵ MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD, Universidad Técnica del Norte pag. 2, <http://es.slideshare.net/faustogualo/mantenimiento-y-disponibilidad0>

⁶ **GONZALEZ FERNANDEZ, Javier Francisco.** Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2ed. Madrid: Fundación confemetal. 2005, p 90.

3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diferentes formas de diferenciar los tipos de mantenimientos, sin embargo la generalmente utilizada, parte del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, quienes son los más comunes además está el mantenimiento centrado en confiabilidad que aporta un análisis completo para las tareas que se deben seguir en la disponibilidad de equipos por medios proactivos.

Tabla 5. Formas de gestión del mantenimiento

1. Mantenimiento Correctivo	Una acción
2. Mantenimiento Progresivo	Recomendación del Fabricante
3. Mantenimiento Programado	Metodologías
Periódico	
Sistemático	
4. Mantenimiento con Proyecto	Ingeniería de Proyectos
5. Mantenimiento Preventivo	Una Filosofía
6. Mantenimiento Predictivo	Una Tecnología
7. Mantenimiento Productivo	Una Estrategia
Mantenimiento Total	Un ideal

Fuente: Mantenimiento Carlos Ramón González. Diapositivas Material Académico Escuela de Ingeniería Mecánica. UIS. [2013]

3.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO⁷

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina

7

http://www.academia.edu/8365897/Desarrollo_e_implementacion_de_sistemas_de_informacion_completo Página 129.

cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles.

Este mantenimiento es común encontrarlo en las empresas pequeñas y medianas, presentando una serie de inconvenientes a saber:

- Normalmente cuando se hace una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se encuentra disponible porque no se tiene un registro del tipo y cantidad necesarios.
- Generalmente la calidad de la producción cae debido al desgaste progresivo de los equipo.

3.2.2 MANTENIMIENTO PERIODICO

Este mantenimiento se realiza después de un periodo de tiempo relativamente largo (entre seis y doce meses). Su objetivo general es realizar reparaciones mayores en los equipos. Para implementar este tipo de mantenimiento se debe contar con una excelente planeación y una coordinación con las diferentes áreas de la empresa para lograr que las reparaciones se efectúen en el menor tiempo posible.

3.2.3 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Este tipo de mantenimiento basa su aplicación en el supuesto de que todas las piezas se desgastan en la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, no importa que se esté trabajando en condiciones diferentes. Para implementar el

mantenimiento programado se hace un estudio de todos los equipos de la empresa y se determina con la ayuda de datos estadísticos de los repuestos y la información del fabricante, cuales piezas se deben cambiar en determinados periodos de tiempo.

Se tiene el inconveniente con este mantenimiento que hay partes del equipo que se deben desarmar o retirar aunque estén trabajando sin problemas, para dar cumplimiento a un programa.

3.2.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO⁸

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo. Tiene en cuenta cuales actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando esté detenido.

3.2.5 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla

⁸

http://www.academia.edu/8365897/Desarrollo_e_implementacion_de_sistemas_de_informacion_completo Página 130

catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste. Mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se puede determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.
- Vibraciones: utilizado para saber el estado de los rodamientos y desalineamiento en los equipos.
- Altas temperaturas.

El mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar a cabo un buen programa de mantenimiento preventivo.

3.2.6 MANTENIMIENTO PROACTIVO

Cuando la empresa se ha comprometido con la calidad y ha implementado el mantenimiento preventivo y el predictivo, es necesario buscar una mayor productividad a un menor costo, para ello el mantenimiento proactivo selecciona aquellos lubricantes y procedimientos óptimos donde se logra incrementar la producción, disminuyendo los costos directos de energía y prolongando la vida útil de los equipos.

Cuando la empresa toma la decisión de organizar su departamento de mantenimiento, generalmente comienza con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, en el cuál se involucran los aspectos de lubricación, electricidad, electrónica y la parte mecánica.

3.3 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO⁹

En una forma más simple, el mantenimiento autónomo puede describirse como el “mantenimiento de primera línea realizado por los operadores del equipo”.

El término “autónomo” puede llegar a ser confuso porque significa “independiente”. De hecho, los operadores todavía dependen mucho del departamento de mantenimiento para que realicen las reparaciones generales mayores y el mantenimiento más complejo. Probablemente la analogía, más adecuada sea la del dueño del automóvil que realiza el cuidado básico de su equipo, mientras que en el taller mecánico se encarga del mantenimiento más importante del automóvil.

El principal enfoque del mantenimiento autónomo está en el sentido de propiedad y el cuidado del equipo, con el objeto de evitar su deterioro acelerado y mejorar la eficacia y duración del mismo. Es por tanto, más aplicable en un ambiente que:

- Posee capital intensivo
- Implica una considerable interacción entre el operario y el equipo

Ejemplos típicos son: operadores en las líneas de empaque, conductores de camiones de transporte, operadores de manufactura de alta velocidad, como latas, imprentas, etc.

No es necesario decir que las tareas de mantenimiento solo pueden asignarse a los operadores una vez que estos hayan adquirido las habilidades necesarias – más que distribuir inmediatamente cajas de herramientas, es un proceso gradual paso a paso. Las actividades de mantenimiento autónomo pueden agruparse en tres categorías distintas, llamadas:

- Evitar problemas
- Detectar problemas

⁹ TRACC. Mantenimiento Autónomo. EEUU: Competitive capabilities international, 2004, p 3-40.

- Reparar problemas

3.3.1 El papel de producción

El departamento de producción (operadores) debe realizar las siguientes actividades de mantenimiento.

✓ Evitar Problemas

Este grupo de tareas incluye todas aquellas actividades que ayuden a evitar problemas. Ejemplos típicos son:

- Operación correcta de los equipos.
- Limpieza periódica y meticulosa del equipo y del área que lo rodea al lugar de trabajo.
- Realización de tareas menores de lubricación.
- Asegurarse de que tornillos y sujetadores estén apretados.

✓ Detectar Problemas

Este grupo de tareas incluyendo todas aquellas actividades que ayudarán en la detección de problemas. Ejemplos típicos son:

- Realización de inspecciones diarias.
- Utilización de los sentidos (mirar, escuchar, sentir) para detectar anomalías durante el funcionamiento del equipo

✓ **Reparar Problemas**

Este grupo de tareas incluye todas aquellas actividades que ayudaran en la reparación del equipo para que vuelva a estar en estado óptimo. Ejemplos típicos son:

- Realización de ajustes
- Realización de reparaciones menores mediante el remplazo de componentes (Filtros, válvulas, bandas, etc.)
- Informar rápida y aceleradamente acerca de averías y otros problemas al departamento de mantenimiento.
- Ayudar al personal de mantenimiento con las reparaciones mayores.

3.3.2 El papel del departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento debe realizar las siguientes actividades de mantenimiento:

✓ **Mejorar la eficiencia**

El departamento de producción a menudo lucha por cada segundo que pueda acortar de su ciclo de producción, pero el departamento de mantenimiento no tiene el mismo sentido de urgencia respecto a la eficiencia del mantenimiento.

✓ **Mejorar la fiabilidad del equipo**

El personal de mantenimiento debería buscar continuamente maneras de reducir las averías e interrupciones para la fiabilidad del equipo y disminuir el tiempo de inactividad. Las actividades en esta categoría incluyen el análisis de las tendencias de mantenimiento, la realización de análisis de causa raíz cuando ocurren las fallas, realización del mantenimiento preventivo, modificación del

equipo para eliminar puntos débiles de diseño y utilización de componentes más fiables.

✓ **Mejorar la “Mantenibilidad”**

El personal de mantenimiento también debería investigar las maneras de hacer que el mantenimiento sea más fácil, por ejemplo, mediante la mejora del acceso, estandarización de sujetadores, el remplazo de sub-ensambles que se deben reparar en el taller, etc.

✓ **Ayudar a los operadores en el mantenimiento autónomo**

El mantenimiento autónomo solo puede establecerse si cuenta con la debida guía y asistencia del departamento de mantenimiento. Cuando el mantenimiento autónomo no está progresando, el personal de mantenimiento deberá considerar si está proporcionando la guía de instrucciones correctas para transferir la habilidad técnica a los operadores.

✓ **Otras actividades**

Otras actividades importantes para el departamento de mantenimiento incluyen:

- Investigación y desarrollo de tecnología del mantenimiento.
- Establecimiento de estándares de mantenimientos.
- Cooperación con los departamentos de diseño de equipos y de proyectos de ingeniería
- Control de repuestos, herramientas e información técnica.

3.3.3 Cuáles son los beneficios.

Diversos estudios realizados indican que los operadores pueden evitar en un gran numero las fallas de los equipos (generalmente entre el 60% y 70%) si, por

ejemplo, hubiera un cuidado apropiado del equipo o una detección temprana de problemas menores. Dado que el mantenimiento autónomo se enfoca primordialmente en estos aspectos, el principal beneficio será la reducción del tiempo de inactividad y los costes de mantenimiento. Dependiendo del punto departida, el mantenimiento autónomo también deberá producir una reducción substancial de las siguientes perdidas relacionadas con el equipo:

- Defectos de calidad.
- Interrupciones menores.
- Perdida de velocidad.
- Preparación de línea y ajuste(al mejorar las habilidades del operador).
- Tiempo de limpieza.
- Goteos de aceite y uso de lubricantes.
- Llamadas al técnico.
- Tiempo promedio de reparación (por sus siglas en inglés, MTTR).

✓ **Beneficios intangibles**

El mantenimiento autónomo también tendrá los siguientes beneficios intangibles:

- Mayor sentido de propiedad sobre el equipo.
- Mayor satisfacción y moral más alta sobre el empleado.
- Utilización del potencial del operador.
- Mayor espíritu de trabajo en equipo
- Registros más precisos de datos
- El personal de mantenimiento se puede enfocar en tareas de mantenimiento más complejas, análisis de fallas del equipo.

3.4 IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO SEGÚN EL TRACC

La propia organización es en sí la fuente primordial de ventaja competitiva sostenible. TRACC se creó para liberar toda la "grandeza" potencial de su organización mediante estos factores:

- Integración de las mejores prácticas funcionales y las basadas en procesos
- Desarrollo de las habilidades y el talento del personal mediante la implicación, la capacitación y la colaboración
- Transformación de la cultura empresarial para conseguir una ventaja competitiva sostenible.

3.4.1 TRACC¹⁰

TRACC es un sistema de mejora integradora (IIS) que crea una ventaja competitiva a todo lo largo de su cadena de valor. La mejora integradora (II, siglas en inglés de Integrative Improvement) es la nueva manera de abordar la mejora sostenible. Si no se tiene un enfoque de tipo II, las metodologías de mejora continua no son sostenibles. La cualidad de "integradora", en el sentido de mejora continua, es aplicable a todas y cada una de las partes de su organización, incluido el personal, los procesos, los proyectos y los sistemas.

Figura 20. Emblema TRACC



Fuente: www.ccint.net

¹⁰ <http://www.etracc.net/index.php?page=31&l=s>

Los proyectos de tipo Lean, Seis Sigma, WCO (operaciones de clase mundial) y SCO (optimización de la cadena de suministro) requieren un sistema de gestión sólido que integre las mejores prácticas de las operaciones repartidas por todo el mundo, así como incrustar las competencias de mejora en los cimientos de su organización. Esto se debería hacer mediante:

- La evaluación de su estado en cuanto a mejores prácticas con relación a estándares de clase mundial.
- La representación detallada, paso a paso, de su plan de mejora integradora.
- La implementación de su plan comparándolo con una metodología integrada de probada eficacia.
- La medición de sus avances y la comparación de sus operaciones con valores de referencia.
- La generación de capacidades internas para tener la seguridad de que el sistema II no es una intervención, sino que se ha convertido en un modo de vida.

Figura 21. Clase Mundial



Fuente: <http://www.ccint.net>

TRACC integra todos sus procesos y sistemas de mejora (WCM, TQM, TPM, Lean, Seis Sigma, SCO) en un solo sistema cohesionado, en lugar de tratarlos

como "pistas de natación" independientes, y alinea las prácticas con indicadores clave de rendimiento (KPI), asegurando resultados sostenibles en su viaje hasta adquirir la característica de clase mundial.

El santo grial de la cualidad de clase mundial sólo se puede conseguir y mantener si el rendimiento y las prácticas están alineados e integrados de tal forma que, cuando las prácticas, los sistemas y las competencias del personal los hagan progresar (el eje "x"), también mejore el rendimiento (el eje "y").

Las mejores prácticas de TRACC se han dividido en cinco etapas de madurez, siguiendo a grandes rasgos la estructura expuesta a continuación. Este avance por los cinco estados permite a las organizaciones recorrer el camino hacia la excelencia en etapas asequibles en lugar de hacer que se sientan abrumadas por la enormidad de la tarea.

Figura 22. Etapas TRACC



Fuente: www.ccint.net

3.4.2 Implementación¹¹

Para facilitar la implementación del mantenimiento autónomo en la cervecera Bavaria sede Bucaramanga se adoptara la filosofía propuesta por el instituto

¹¹ TRACC. Mantenimiento Autónomo. EEUU: Competitive capabilities international, 2004, p 41-60.

Japonés de mantenimiento de plantas (JIPM) el cual ha definido siete pasos lo cual esta globalmente aceptado.

Estos pasos representan una división optima de responsabilidades entre el departamento de mantenimiento y producción, para realizar las actividades de mantenimiento y mejora. Cada paso de la implementación del M.A enfatiza las distintas actividades de desarrollo y metas, y cada uno de ellos se basa en el conocimiento profundo y en la práctica del paso anterior.

Se ha agregado el Paso 0 (Preparación) para ayudar a preparar el proceso. A continuación se presentara una breve descripción del contenido de cada paso.

Paso 0. Preparación

Este es un paso importante para preparar la implementación del M.A. Es importante estar de acuerdo en los objetivos que se quieren alcanzar y clarificar cuales son las razones del deterioro del equipo. Durante este paso, se deben considerar:

- Las implicaciones de seguridad de cada paso
- Las posibles causas de deterioro de cada equipo
- La comprensión básica de la manera que funciona el equipo
- Las habilidades y el equipo necesario para realizar los pasos iniciales del M.A
- La Comprensión de la relación entre la calidad del producto y las condiciones del equipo.

Las capacitaciones en estos aspectos y la debida planificación de la implementación de los pasos del M.A deben quedar establecidas antes de avanzar al siguiente paso.

➤ Paso 1. Limpieza Inicial

Este paso tiene por objetivo quitar completamente todas las sustancias extrañas como suciedad, polvo, grasa, sedimentos y viruta de los equipos, moldes, herramientas y guías. No se trata de la limpieza periódica según se entiende en la administración tradicional del lugar del trabajo, sino de una limpieza general a fondo del equipo hasta que quede libre de todo tipo de contaminación. La limpieza inicial tiene por objetivo identificar todos los defectos (ocultos o visibles), para así darles prioridad y repararlas.

La limpieza del equipo es el punto de partida del M.A y constituye la base sobre la cual se construirá un programa exitoso. Al recordar siempre que “La limpieza es Inspección”, los operarios limpian el equipo para evitar fallas y defectos de calidad. Este paso establece la base de un área de trabajo limpia que se estableció mediante las 5S.

➤ Paso 2. Elimine las fuentes de contaminación y las áreas inaccesibles.

Durante el paso 1, los operarios usaron las manos y los sentidos para realizar la limpieza inicial y detectar anomalías. Durante el paso 2, utilizaron su cerebro para desarrollar mejoras efectivas para hacer que la tarea de limpieza sea más fácil en el futuro.

Cuando el equipo se ensucia poco tiempo después de la limpieza inicial, los operadores normalmente se sienten impulsados a hacer algo al respecto.

Comienzan a pensar de qué manera controlar goteos, derrames y otras fuentes de contaminación. También pueden descubrir por qué les cuesta tanto tiempo y trabajo limpiar los equipos, se dan cuenta de que hay lugares a los cuales es difícil acceder para limpiar. La meta del paso 2 es reducir el tiempo que toma la

limpieza, la verificación y la lubricación, mediante la introducción de dos tipos de mejoras:

- Evitar las fuentes de contaminación como goteos derrames, esparcimientos de polvo, productos, lubricantes, vapores o fluidos hidráulicos.
- Mejorar el acceso a las áreas que son difíciles de limpiar, inspeccionar o dar mantenimiento.

➤ **Paso 3. Establezca Estándares de Limpieza y lubricación.**

El objetivo de este paso es mantener las ventajas obtenidas en los pasos 1 y 2, es decir, asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas (limpieza lubricación y ajustes) y mantener al equipo en condiciones de funcionamiento. Para lograr esto, se deberán estandarizar y documentar los procedimientos de limpieza y lubricación provisionales, y los operadores deberán hacerse cargo del mantenimiento básico de su propio equipo.

Sin embargo, es de vital importancia que los operadores entiendan claramente los siguientes conceptos antes de continuar con el proceso.

- Limpieza es Inspección
- La inspección se realiza para encontrar defectos
- Los defectos deben repararse y después evitarse.

➤ **Paso 4. Inspección general del equipo.**

Durante este paso, se capacitara a los operadores para que realicen inspecciones de rutina sobre su equipo, identifiquen, corrijan defectos menores y proporcionen sugerencias para realizar mejoras en la fiabilidad del equipo.

Estas capacitaciones tratan sobre las habilidades para operar los equipos, el conocimiento del proceso y las habilidades prácticas de inspección. Durante este paso también se implementaran controles visuales como códigos de colores, indicadores marcados y paneles transparentes para facilitar la inspección.

➤ **Paso 5. Inspección Autónoma**

Los avances logrados en los pasos 1 a 4 deberán mantenerse y mejorarse para aumentar aún más la fiabilidad y “mantenibilidad” de los equipos y la calidad del producto. Por lo tanto, los estándares de limpieza, lubricación e inspección “tentativos” o “provisionales” preparados hasta el momento deberán revisarse, formalizarse e integrarse para lograr mayor eficiencia de mantenimiento y eliminar los errores de inspección. Durante este periodo es probable que la empresa vea una reducción importante de las fallas de los equipos. La clave de este paso es el enfoque riguroso y la atención a los detalles en los equipos.

➤ **Paso 6. Gestión y control del lugar de trabajo**

Los pasos anteriores se enfocaron en mantener las condiciones básicas y la inspección regular del equipo por parte de los operarios. El paso 6 tiene como meta asegurar la gestión y el control de estas actividades, así como ampliar los papeles y habilidades del operador para que estas incluyan toda el área de trabajo. Se tratara con la estandarización de los siguientes aspectos:

- Diseño ergonómico de la estación de trabajo
- Tiempos de preparación y ajuste
- Manejo del trabajo en proceso para lograr niveles aceptables
- Estándares del manejo de materiales

- Recolección y registro de datos
- Gestión de repuestos en el lugar de trabajo
- Almacenamiento y mantenimiento de herramientas en el lugar de trabajo
- Mejorar el rol comunicador del operador

➤ Paso 7. Implementación plena del mantenimiento autónomo

El paso 7 enfatiza las actividades de mejora continua basadas en la participación de los operadores. Los operadores se identifican plenamente con las metas de la empresa y asumen plena responsabilidad por las actividades de mantenimiento y mejora que son esenciales para la autogestión eficaz en el piso de producción. Además adquieren habilidades adicionales que les permiten realizar un mantenimiento más avanzado, generalmente a la par del personal de mantenimiento.

3.4.3 Perspectiva General del TRACC

La estructura del TRACC de mantenimiento autónomo, nos plantea un proceso en 5 etapas, desde la etapa 1 “Yo lo manejo, tú lo arreglas”, hasta llegar a la etapa 5 “Totalmente autónomo”, en donde el personal operativo debe estar en capacidad de realizar hasta un 50% de las tareas de mantenimiento tradicionales.

Estas etapas son una combinación de los 7 pasos planteados por el JIPM, se nombran a continuación y se observan esquematizados en la figura 23.

- Etapa 1. Yo lo manejo, tú lo arreglas
- Etapa 2. Condiciones Básicas
- Etapa 3. Inspección y lubricación
- Etapa 4. Mantenimiento menor

- Etapa 5. Totalmente autónomo.

Figura 23. Distribución del MA según el TRACC



Estas etapas a su vez están divididas en 7 temas encargados de estructurar la implementación de la etapa.

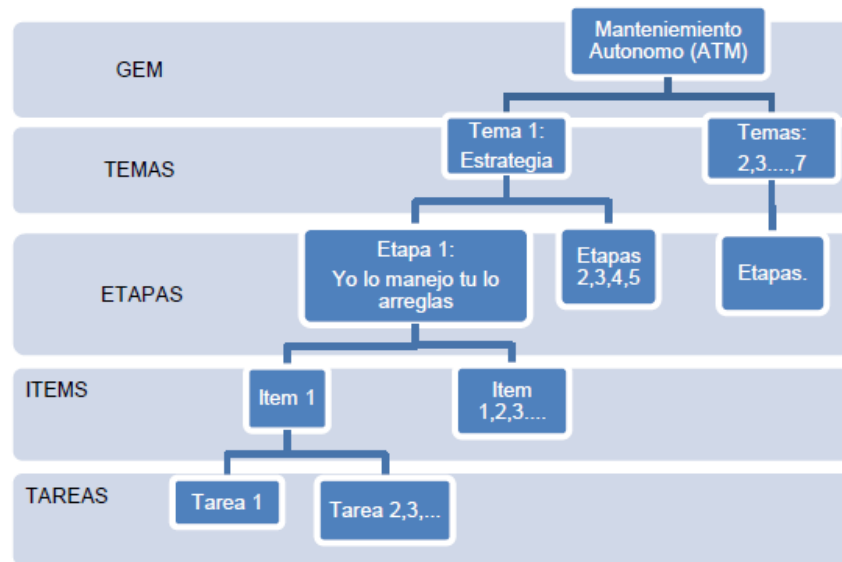
- Tema 1: Estrategia.
- Tema 2: Limpiar y restaurar.
- Tema 3: Inspección.
- Tema 4: Tareas Técnicas.
- Tema 5: Mejoras.
- Tema 6: Estándares visuales.
- Tema 7: Aprendizaje y Desarrollo.

3.5 SISTEMA DE CALIFICACIÓN SEGÚN EL GEM

El TRACC usa un sistema de autoevaluación llamado GEM (Global Evaluation Manufacturing), para cada una de sus prácticas de MCM posee un formato GEM en el cual se cuantifica su avance.

La calificación del GEM se estructura en base a los temas, cada tema se divide en las etapas planteadas, estas a su vez están divididas en ítems los cuales poseen las tareas que se deben realizar para avanzar en la implementación. De esta manera se logra un avance progresivo de la implementación paso a paso. Este orden se muestra en la figura 24.

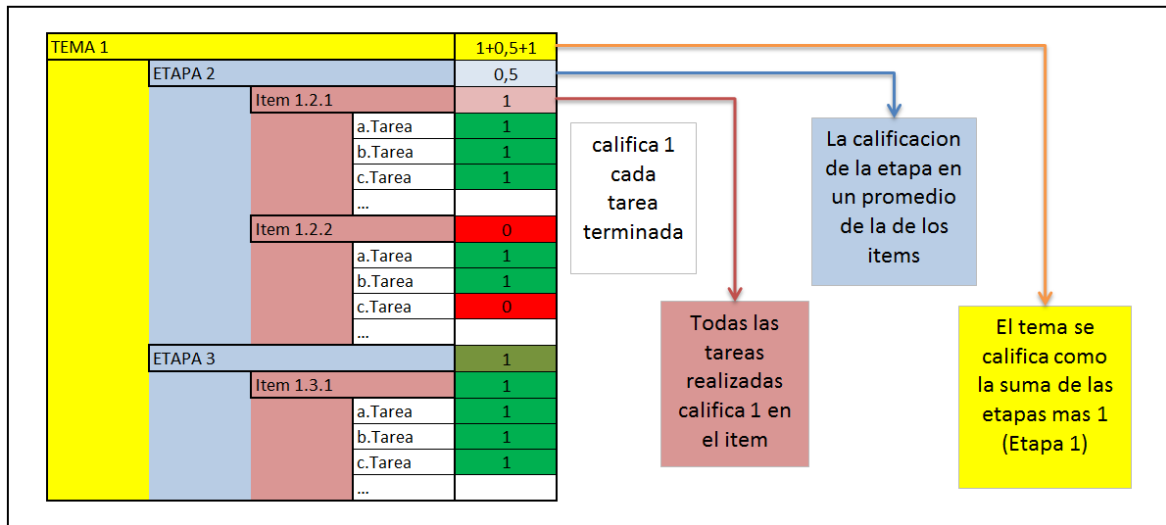
Figura 24. Organización calificación GEM



Los rangos de calificación del GEM se han establecido entre 1.0 y 5.0 donde al iniciar la implementación, se tiene una calificación de 1.0 debido a que la condición “Yo lo manejo, tú lo arreglas” se da por hecho en cualquier ambiente industrial en donde exista la relación máquina-operador, y el 5.0 se otorga al final de la implementación, cuando se logra afianzar por completo el mantenimiento autónomo.

El esquema de calificación GEM propone aplicar el avance de cada uno de los temas en cada etapa, como muestra la figura 25.

Figura 25. Orden de calificación del GEM



Como se muestra en la figura 25, el GEM está dividido por cada uno de los siete temas y lo que busca es evaluar el desarrollo de cada etapa en el tema que se está evaluando.

Las etapas se componen de unos ítems donde se especifican las ideas que se pretenden alcanzar, a su vez estos ítems se componen de unas tareas que son las actividades a llevar a cabo para completar el ítem, como se ilustra en la figura 26.

A medida que las tareas se van cumpliendo se le pone calificación de 1, si la tarea no está realizada o esta inconclusa la calificación en la misma será de 0.

Para que un ítem tenga la calificación de 1, se deben cumplir todas las tareas asociadas a este.

La calificación de la etapa es el promedio de las calificaciones de los ítems así mismo la calificación del Tema es el promedio de las calificaciones de las etapas y por último la calificación total del GEM es el promedio de las calificaciones de los temas.

Figura 26. Ejemplo calificación GEM

	Número	Criterios	Código	Elab.
TEMA		Tema 1: Estrategia		2,87
Etapa		Etapa 2: Condiciones básicas		3,00
Etapa				1,00
Ítem	1.2.1	Se ha desarrollado y comunicado un plan de implementación para lograr un nivel básico de limpieza y rotulación así como de inspección y lubricación. (Niveles del uno al cinco de ATM).	2S T1	1
Tareas	a	Se ha establecido un Comité de dirección de Gestión de activos para dirigir la implementación del mantenimiento autónomo.		1
Tareas	b	El plan de implementación está alineado con la estrategia de gestión de activos.		1
Tareas	c	El plan está documentado e incluye la definición de actividades, hitos, responsabilidades, impactos en roles, requerimientos de presupuesto e implicaciones de seguridad.		1
Tareas	d	En el plan se ha definido claramente el vínculo entre 5S (centrándose en la limpieza y la organización del área) y mantenimiento autónomo (incluida la limpieza a fondo del equipamiento).		1
Ítem	1.2.2	Se ha definido claramente el alcance de las tareas de mantenimiento autónomo que estarán a cargo de los operarios para lograr los niveles del uno al cinco de ATM en el contexto del "trabajo completo" para las áreas críticas del proceso.	2S T6	1
Tareas	a	Las tareas se documentan en declaraciones de roles y responsabilidades que tienen en cuenta el "trabajo completo total".		1
Tareas	b	Siempre que ha sido necesario, se han realizado ajustes en los niveles de personal y en la evaluación de los puestos.		1

A medida que las tareas se van cumpliendo se le pone calificación de 1, si la tarea no está realizada o esta inconclusa la calificación en la misma será de 0.

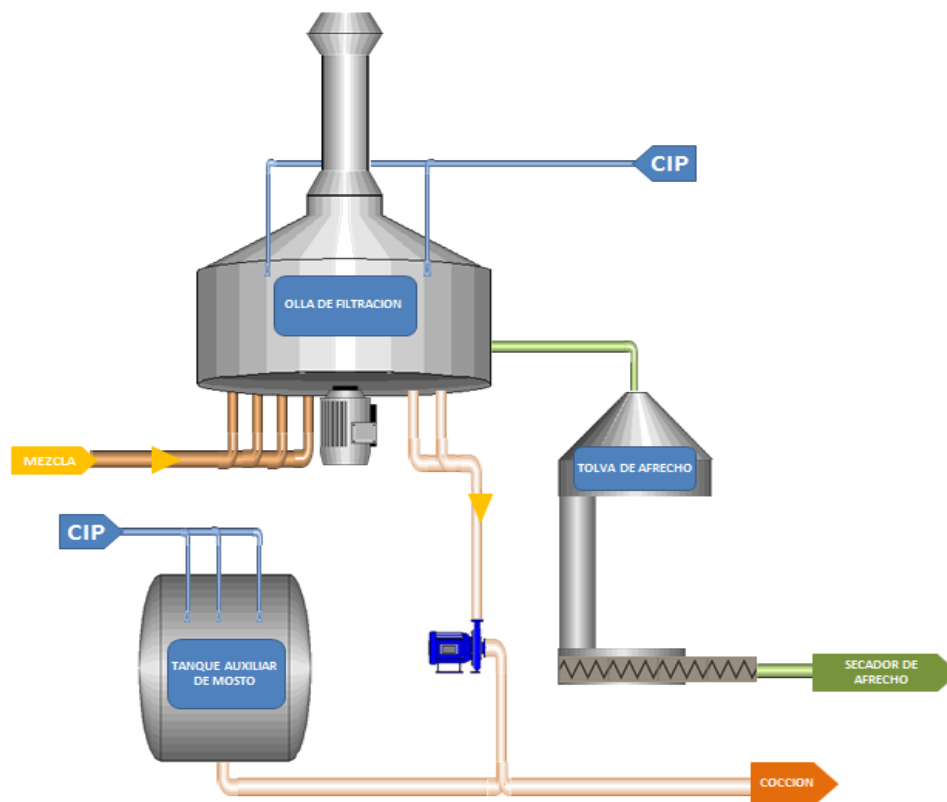
Para que un ítem tenga la calificación de 1, se deben cumplir todas las tareas asociadas a este. La calificación de la etapa es el promedio de las calificaciones de los ítems así mismo la calificación del Tema es el promedio de las calificaciones de las etapas y por último la calificación total del GEM es el promedio de las calificaciones de los temas.

4. CUBA DE FILTRACION ZIEMANN Y TANQUES DE FERMENTACION HOLVRIEKA Y ZIEMANN

4.1 CUBA DE FILTRACION ZIEMANN

La cuba de filtración es el sistema encargado del proceso de filtrado de mosto, así se le llama a la mezcla de masa de malta y adjuntos, que llega de la olla de mezclas. Este sistema está conformado por la olla de filtración, la tolva de afrecho y el tanque auxiliar de mosto, los cuales disponen del montaje presentado en la figura 27.

Figura 27. Esquema sistema de filtración de mosto



Fuente: División Ingeniería Bavaria

Una vez llega el mosto a la olla de filtración, se realiza la separación del afrecho (cascarilla y residuos sólidos contenidos en el mosto), gracias al falso fondo de la olla de filtración el cual permite la separación del mosto y la formación de un lecho filtrante a base de la misma cascarilla de malta, de esta manera se extrae el mosto y se separa el afrecho para su posterior secado.

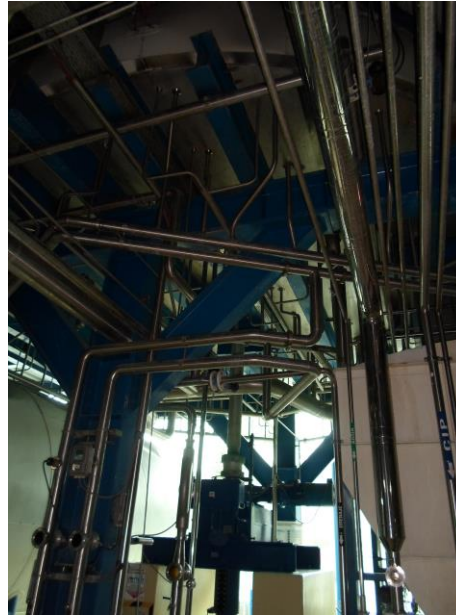
4.1.1 Partes olla de filtración.

La olla de filtración se puede apreciar desde el primer y tercer piso del edificio de cocinas. En el tercer piso mostrado en la figura 28 se puede observar la parte superior de la olla, donde se encuentran un visor, la chimenea, las alarmas luminosas y el tablero de muestras, mientras que en la planta baja (figura 29) se observa la base de la olla (elevada cerca de 4 metros), el sistema de moto-reductores encargados del movimiento de las aspas, los ductos de entrada de masa, salida de mosto y el ducto de afrecho hacia la tolva.

Figura 28. Parte superior olla de filtración



Figura 29. Vista planta baja, entrada de masa por la parte inferior de la olla



La olla cuenta con un sistema mecánico de moto-reductores para el movimiento de las aspas, las cuales se encargan de realizar la agitación y corte de la masa en el interior de la olla con el fin de agilizar el proceso de filtración, este sistema de moto-reductores se puede observar en la figura 30.

Figura 30. Moto-reductor del eje de paletas



Luego de realizarse el filtrado del mosto, este pasa por las líneas de salida (figura 31) y es bombeado al tanque auxiliar de mosto.

Figura 31. Línea de salida del mosto hacia el tanque auxiliar



El mosto filtrado es almacenado en el tanque auxiliar de mosto donde se acumula para luego ser enviado a la olla de cocción para continuar el proceso de elaboración de la cerveza, mientras que el afrecho se arrastra hacia la tolva de afrecho para su envío al área de secado.

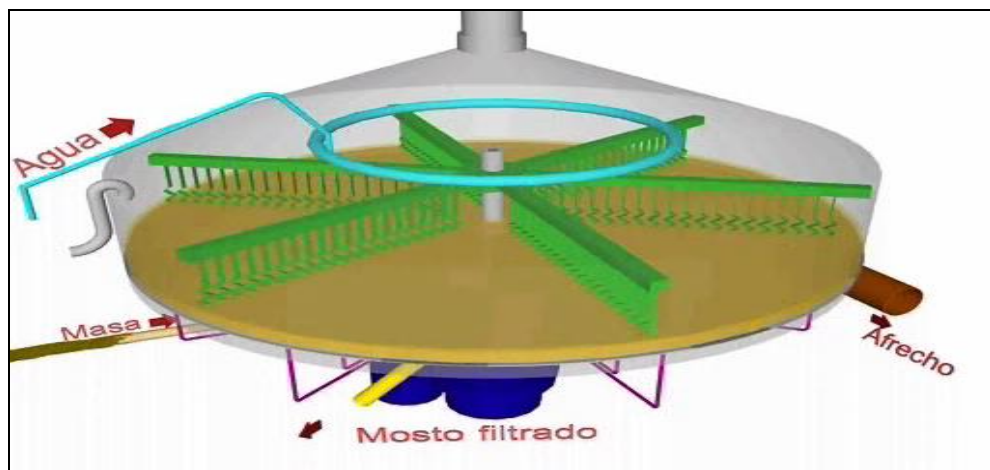
4.1.2 Funcionamiento olla de filtración

La olla de filtración funciona en 4 etapas las cuales permiten la obtención del mosto filtrado el cual sigue al proceso de cocción, también se obtiene el afrecho residual de la filtración.

- **Admisión de masa desde la olla de mezclas:**

La olla previamente limpia y lista permite el ingreso de la masa levantando los brazos de agitación para recibir la masa proveniente desde la olla de mezclas como se ilustra en la figura 32.

Figura 32. Ingreso de masa a la olla de filtración

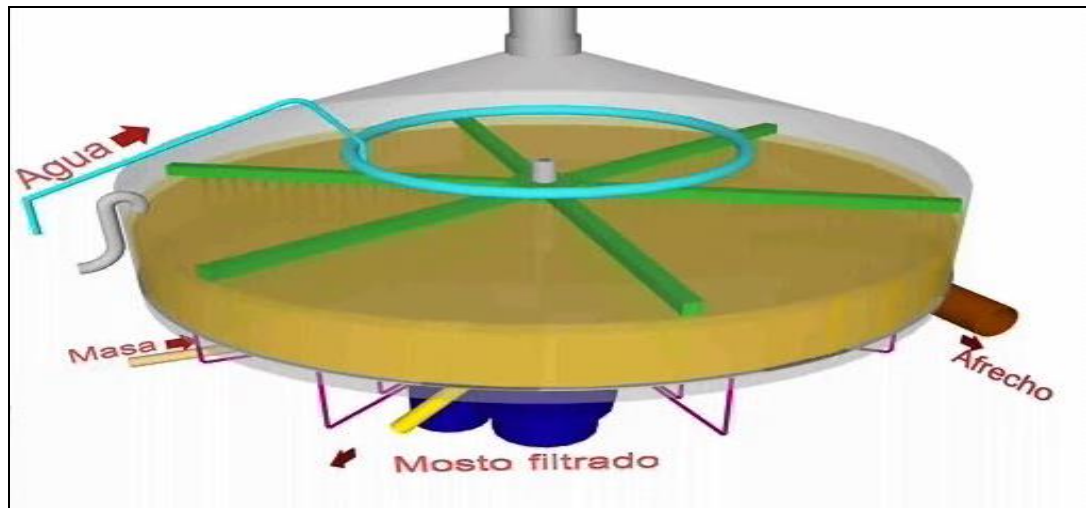


Fuente: División Ingeniería Bavaria

- **Primera Filtración de mosto**

En esta etapa se realiza la primera filtración, luego de alcanzado el nivel programado de la olla, baja los brazos y realiza los cortes establecidos para alivianar la presión de la olla y permitir la salida del mosto por el falso fondo hacia el tanque auxiliar de mosto como se muestran en la figura 33.

Figura 33. Primera filtración de mosto

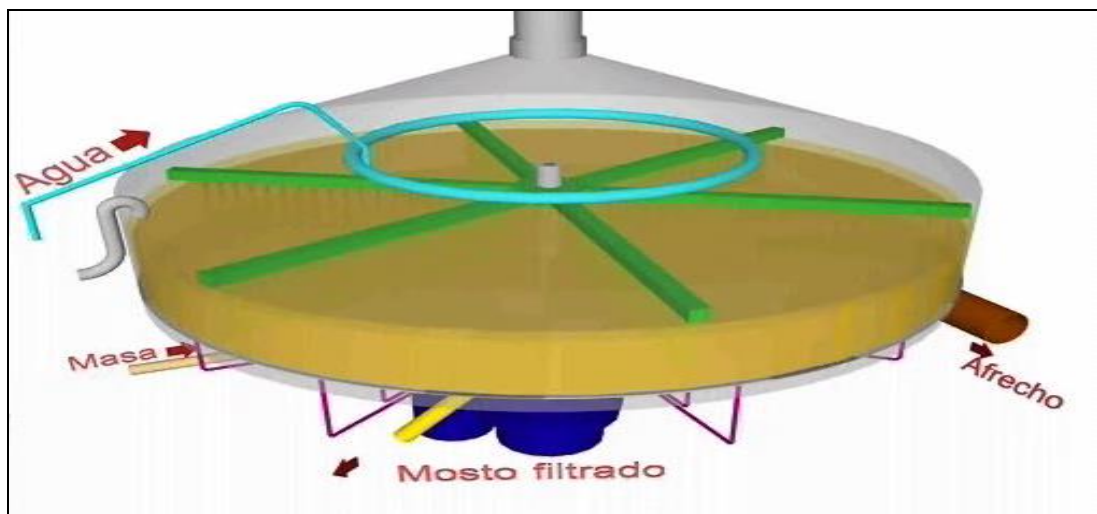


Fuente: División Ingeniería Bavaria

- **Segunda filtración de mosto:**

Al finalizar la primera filtración de mosto con alto nivel de extracto, luego se hace un remojo con agua caliente para remover la mayor cantidad de mosto del afrecho como se ilustra en la figura 34.

Figura 34. Segunda filtración de mosto

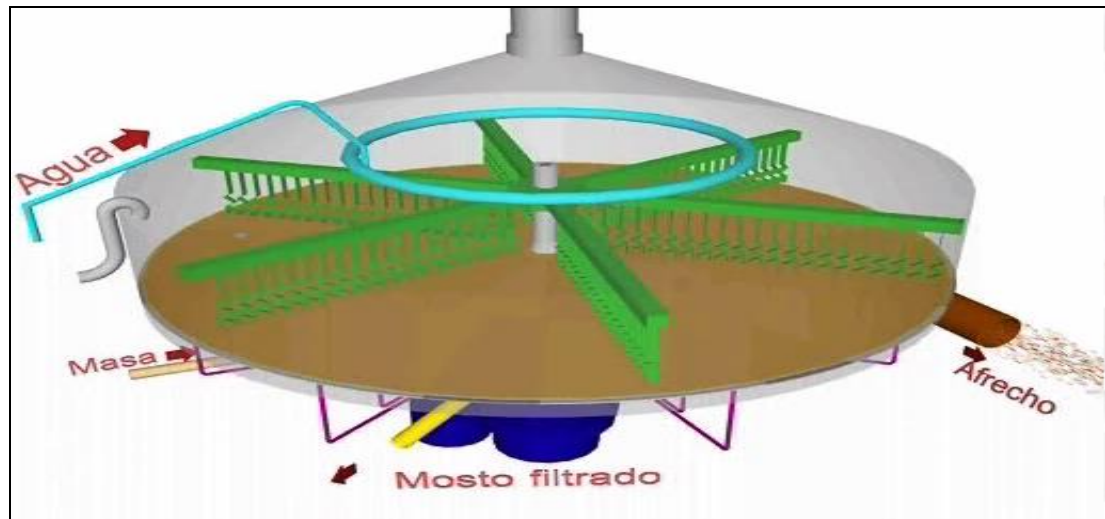


Fuente: División Ingeniería Bavaria

- **Vaciado de la olla de filtración:**

Al finalizar la Segunda filtración de mosto los brazos agitadores tienen unas palas que bajan hasta el fondo de la olla y realizan un barrido con la pala para él envío del afrecho hacia la tolva por medio de una compuerta que se abre en el fondo de la olla como muestra la figura 35.

Figura 35. Vaciado de la olla de filtración



Fuente: División Ingeniería Bavaria

4.1.3 Recipientes auxiliares de la olla de filtración.

La cuba de filtración, tiene en el primer piso del edificio dos recipientes auxiliares, el tanque auxiliar de mosto y la tolva de afrecho, el primero se encarga de recibir el mosto resultante de la filtración de la masa por medio de un juego de válvulas a la entrada del tanque como se muestra en la figura 36, este tanque es un almacenamiento previo al envío del mosto hacia la olla de cocción, por otra parte se tiene la tolva de afrecho, a la cual llega el afrecho barrido del fondo de la olla, el cual descende por un ducto hacia la tolva en donde es transportada por el tornillo sinfín hacia la salida de la tolva donde se cuenta con un sistema de válvulas de

inyección de aire y vapor para enviar el afrecho hasta el secador, tal como se ve en la figura 37.

Figura 36. Tanque auxiliar de mosto y juego de válvulas



Figura 37. Tolva de afrecho y línea de salida de afrecho hacia secador

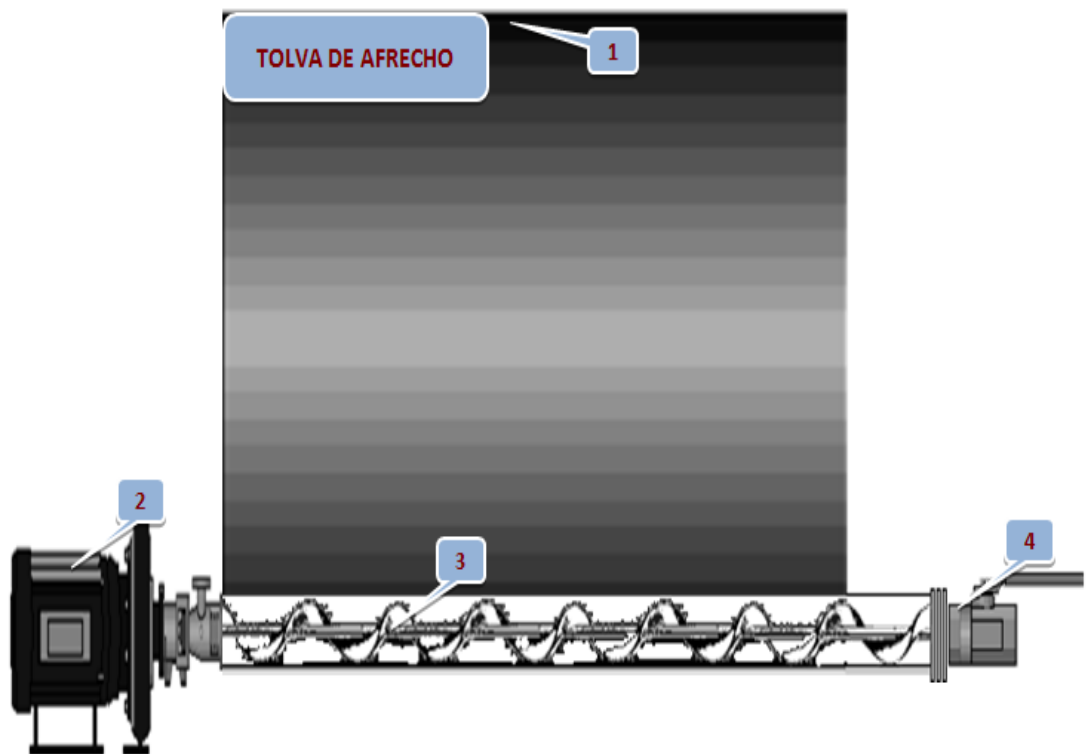


La tolva de afrecho cumple la función de transportar el afrecho recogido después de la filtración, pasando por el tornillo sinfín para luego ser impulsado por un compresor junto con aire y vapor de agua, hacia el secador en donde es tratado para luego disponer de este como materia orgánica.

La tolva de afrecho está formada por las siguientes partes primordiales que se pueden observar en la figura 38:

- Entrada de afrecho.
- Moto-reductor de engranajes de ruedas dentadas cilíndricas.
- Tornillo sin fin.
- Válvula de expulsión.

Figura 38. Partes tolva de afrecho

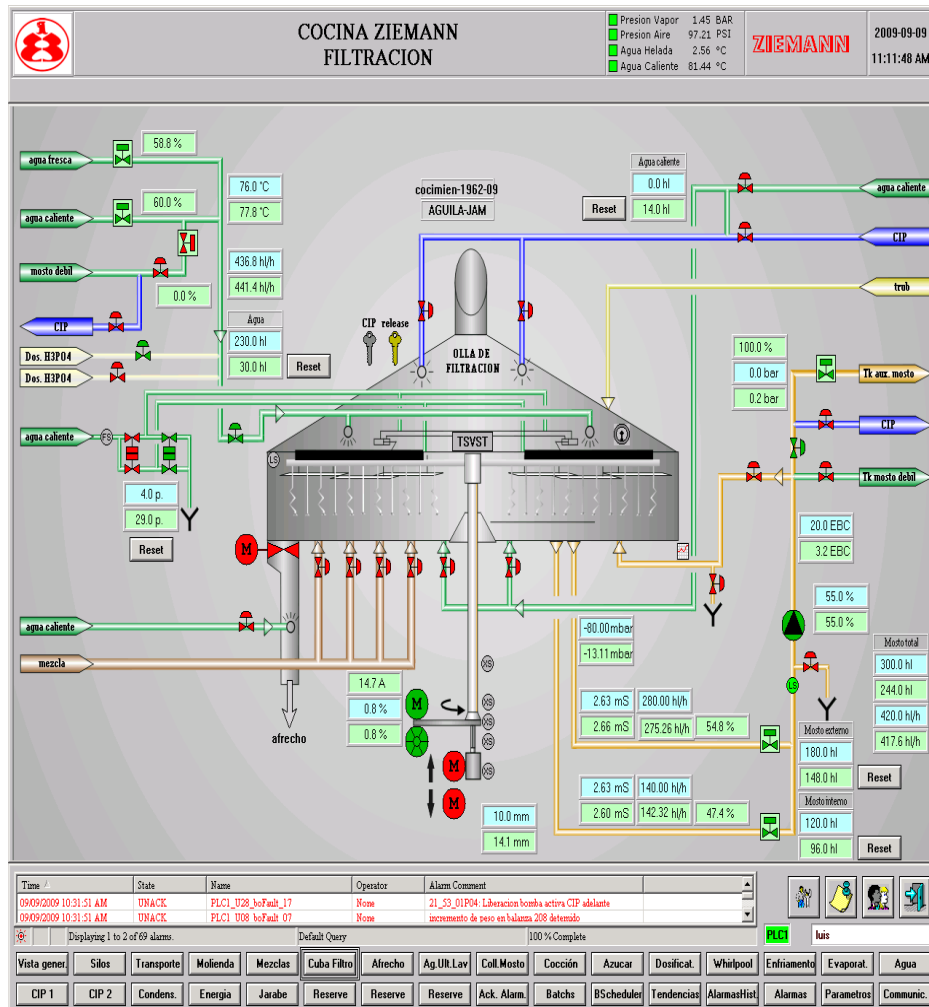


Fuente: División Ingeniería Bavaria

4.1.4 Control del proceso de filtración de mosto

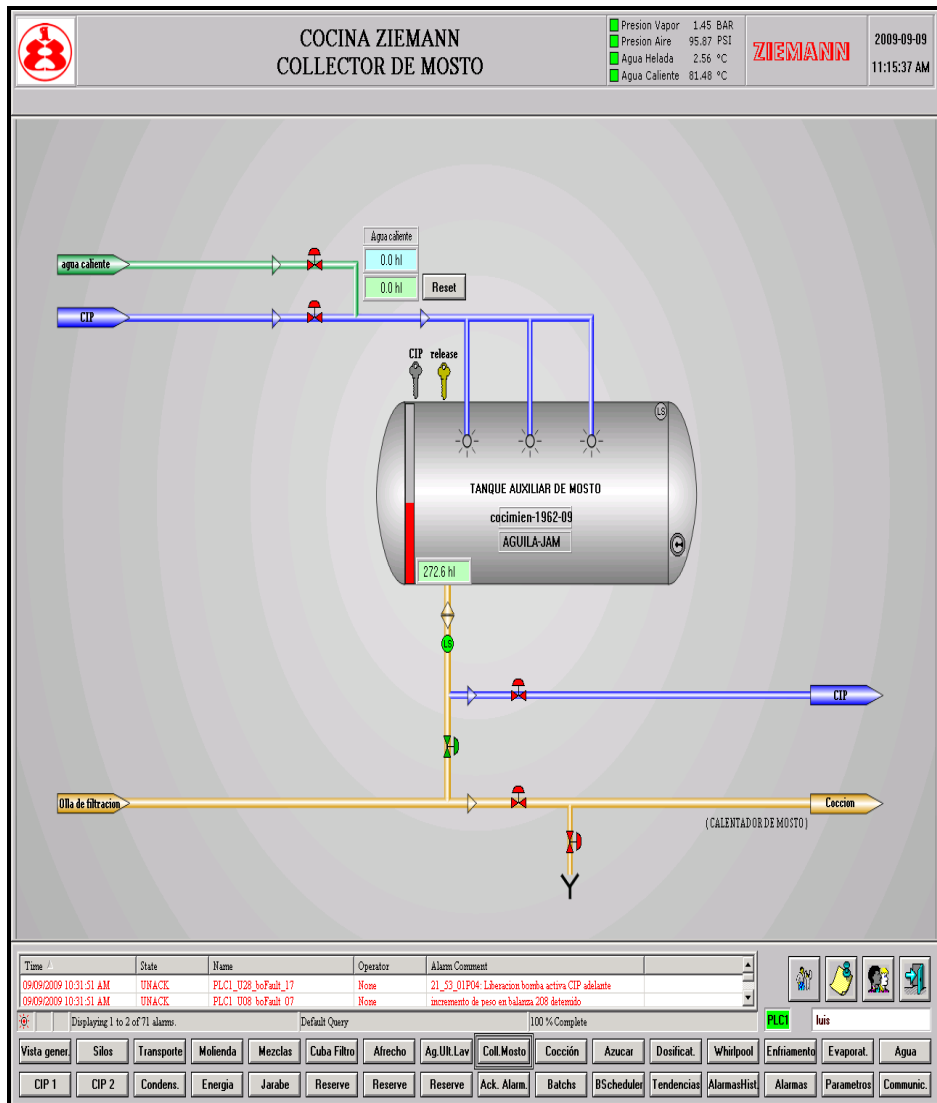
El proceso se monitorea y controla desde la sala de control de la cocina, mediante las diferentes pantallas de control de la olla mostrada en la figura 39 y de los recipientes auxiliares ilustrados en figura 40 y 41, desde donde se accionan los dispositivos remotamente para su funcionamiento dentro de los parámetros establecidos según la receta que se esté realizando.

Figura 39. Pantalla de control olla de filtración



Fuente: División Ingeniería Bavaria.

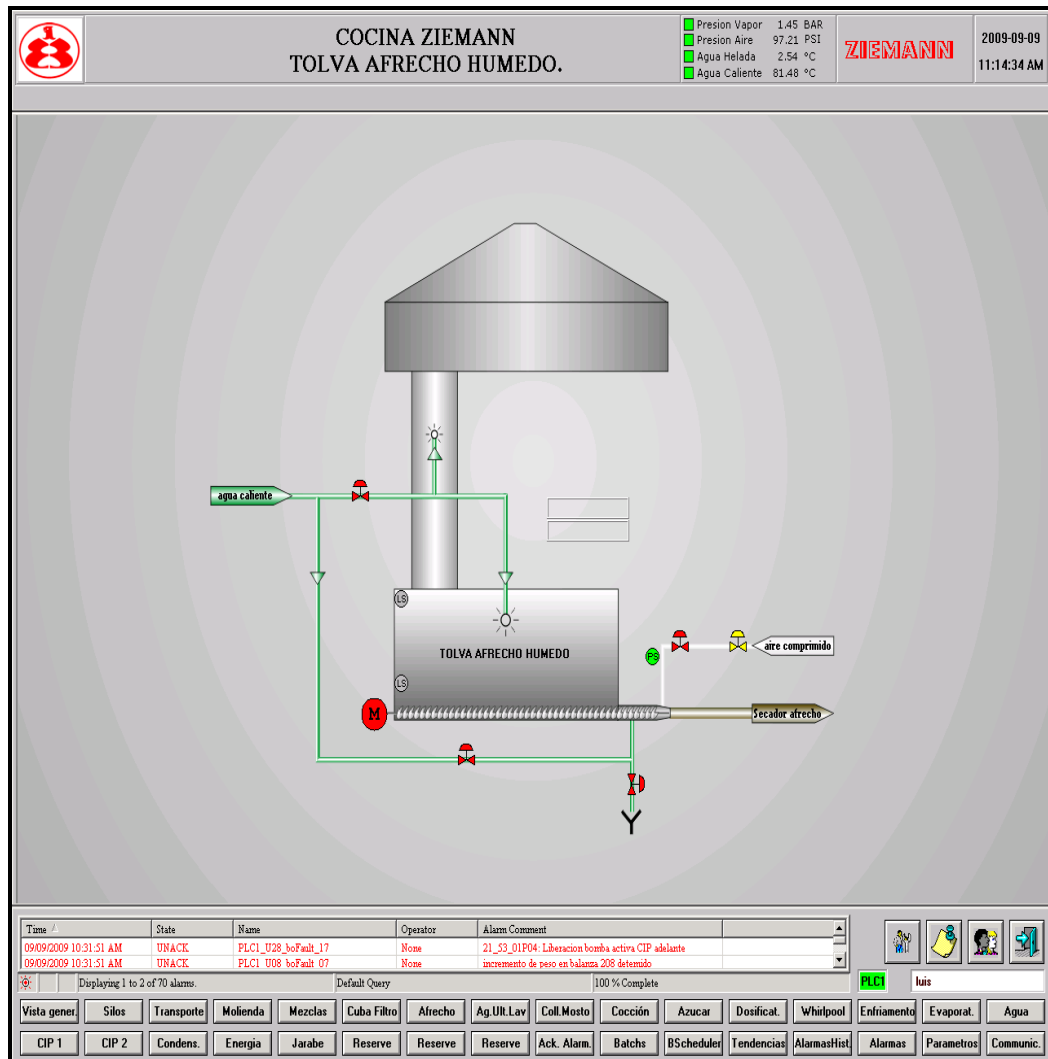
Figura 40. Pantalla de control tanque auxiliar de mosto



Fuente: División Ingeniería Bavaria.

El desempeño de la tolva de afrecho depende básicamente de la cantidad y la presión de aire utilizada para el desalojo del afrecho hacia el secador, los valores regulares para esta tarea suelen permanecer dentro de los rangos de 3 a 4 m³/min a una presión de vapor de 3 a 4 bares, con esto se garantiza el envío del afrecho húmedo hacia el secador.

Figura 41. Pantalla de control tolva de afrecho



Fuente: División Ingeniería Bavaria.

En las tablas 6, 7 y 8 se encuentran las fichas técnicas de la olla de filtración, la tolva de afrecho y el tanque auxiliar de mosto, respectivamente.

Tabla 6. Ficha técnica olla de filtración ZIEMANN

OLLA DE FILTRACION	
FUNCION	Separa el caldo de cerveza liquido de los componentes solidos, por medio de un lecho filtrante.
MARCA	ZIEMANN
DIAMETRO DEL DEPOSITO	8300mm
SUPERFICIE FONDO DESCENDETE	54.10 m ²
CAPACIDAD DE TRASIEGO	43 m ³ /h
CONTENIDO TOTAL	1113 HI
PESO	1392 Kn
MARGENES DE TEMPERATURA	20 A 100 °C

Fuente: División Ingeniería Bavaria.

Tabla 7. Ficha técnica tolva de afrecho

TOLVA DE AFRECHO HUMEDO	
FUNCION	Sistema de recoleccion de afrecho humedo y correspondiente transporte hacia el secador.
MARCA	VETTER MASCHINENFABRIK
CONTENIDO DEL SERVICIO	15 m ³
HUMEDO DEL AFRECHO	77 - max. 79% H ₂ O
CAPACIDAD DE TRANSPORTE	~300 Kg/min
CAPACIDAD DE PROPULSION	15 kw
PESO	~4600 Kg
MEDIO DE PRESION	Aire comprimido

Fuente: División Ingeniería Bavaria.

Tabla 8. Ficha técnico tanque auxiliar de mosto

TANQUE AUXILIAR DE MOSTO	
FUNCION	Realizar recoleccion luego de la clarificacion del mosto de cerveza
MARCA	ZIEMANN
CAPACIDAD DE TRASIEGO	100 m ³ /h
CONTENIDO	552 HI
MARGENES DE TEMPERATURA	20 A 97 °C
PESO	664KN

Fuente: División Ingeniería Bavaria.

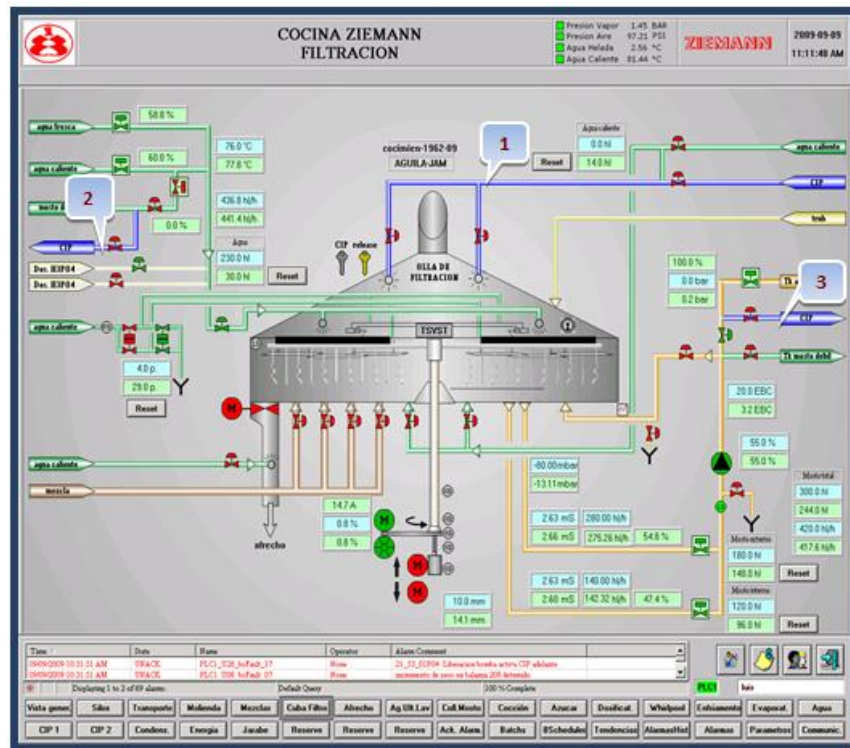
4.1.5 Limpieza y desinfección.

La limpieza del equipo de filtración de mosto se realiza semanalmente o cada vez que sea necesario, dependiendo de su desempeño. Este se lleva a cabo por medio de las líneas de CIP (Clean in place) el cual es un sistema automático de limpieza del equipo monitoreado desde la sala de control como se ilustra en la figura 42.

Primero se le hace aseo manual, recogiendo residuos sólidos como afrecho, luego para hacer CIP a la cuba de filtro se debe dejar enfriar. El CIP que se le hace es un CIP largo dura aproximadamente de 3 a 4 horas, semanalmente.

Al final del CIP se debe realizar una inspección visual del fondo de la olla con el fin de descartar la presencia de piedras y/o grano y el fondo debe estar limpio.

Figura 42. Sistema de limpieza CIP de la olla de filtración

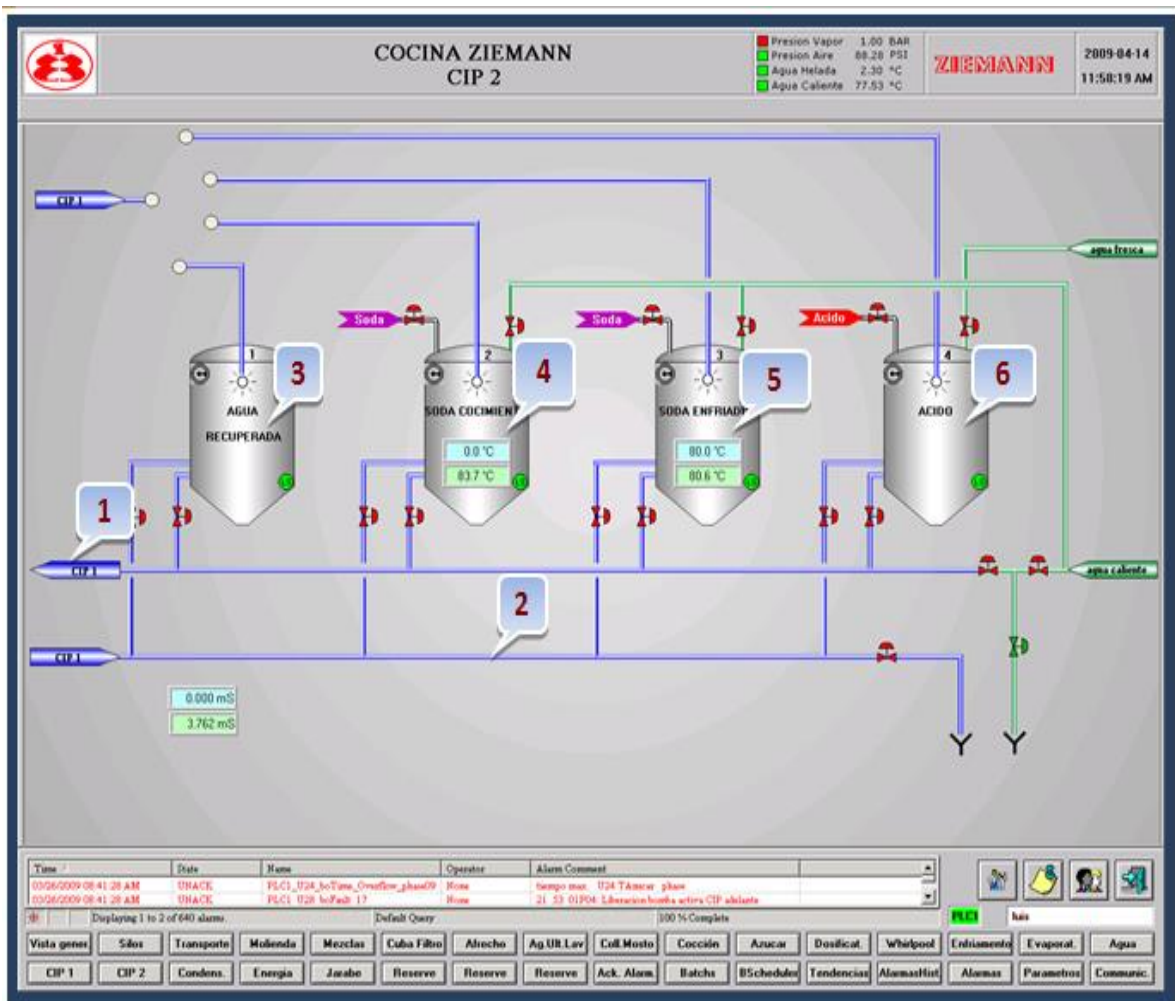


Fuente: División Ingeniería Bavaria.

1. Entrada CIP por duchas de enjuague
2. Retorno del CIP.
3. Salida del CIP.

El sistema CIP está compuesto por 4 tanques de almacenamiento, agua, ácido y soda según el caso, como se ilustra en la figura 43 se muestra la configuración de los tanques y como están interconectados.

Figura 43. Tanques de almacenamiento reactivos usados en el CIP



Fuente: División Ingeniería Bavaria.

1. Flujo del CIP hacia los equipos.
2. Reflujo de CIP.
3. Tanque de agua recuperada.
4. Tanque de soda cocimiento
5. Tanque de soda enfriador
6. Tanque de ácido.

4.2 TANQUES FERMENTADORES HOLVRIEKA Y ZIEMANN

Los tanques fermentadores son un equipo clave donde se lleva el proceso de fermentación.

La fermentación es el proceso de transformar los azúcares fermentables del mosto en alcohol y gas carbónico, por acción de la levadura. El mosto frío, que es aireado se recibe en tanques verticales comenzando el proceso de fermentación; en estos tanques bajo condiciones adecuadas, la levadura transforma los azúcares en alcohol y gas carbónico.

La fermentación consta de dos fases, una fase aeróbica y otra anaeróbica.

Para comenzar con la fase aeróbica el mosto recibe oxígeno (aire estéril), durante su enfriamiento (8 a 11 ppm).

Para realizar la inyección de levadura al proceso de fermentación, se utiliza un sistema de válvulas denominado VMS01, por medio del cual puede ser desviado el mosto y la levadura, hacia el lugar deseado; sea hacia el proceso de fermentación o hacia descarte de levadura.

El mosto, luego de la inyección de levadura es llevado a tanques verticales distribuidos con los números del 15 al 34, sin contar el tanque 25 (Tanque

escalador). Durante esta etapa se busca convertir en alcohol la mayor cantidad de azúcares fermentables.

El mosto se ha convertido en cerveza y está listo para ser transferido a los tanques de maduración. Durante este trasiego se realiza un pre enfriamiento y consiguiente pre carbonatación de ser requerido; el enfriamiento se realiza por medio de un enfriador que utiliza como refrigerante amoníaco (NH_3).

Luego de la fermentación se lleva a cabo la etapa de maduración, en donde la cerveza se acumula y almacena, de esta manera se sedimenta en forma natural la materia amorfa y la levadura que aún tiene la cerveza, también se refina el sabor por eliminación de las sustancias volátiles las cuales causan el sabor verde, y por último se separa por precipitación los compuestos que se forman al ser enfriada la cerveza.

El proyecto de grado se enfocó en el tanque fermentador número 26 como equipo piloto, con el fin de usar el trabajo realizado en este tanque y reproducirlo en los demás de la misma manera.


El tanque fermentador 26 (FV 26) corresponde a un tanque fermentador HOLVRIEKA con las especificaciones técnicas mostradas en la tabla 9, estos tanques son de mayor volumen en comparación a los ZIEMANN cuya ficha técnica es mostrada en la tabla 10. En numeración los tanques HOLVRIEKA son los correspondientes en numeración del 27 al 34, los restantes corresponden a los tanques ZIEMANN.

Tabla 9. Ficha técnica tanque fermentador HOLVRIEKA

	TANQUES FERMENTADORES MARCA HOLVRIEKA	
	Nº DE TANQUES	26- 27- 28- 29- 30- 31- 33
	MEDIO	CERVEZA
	PRESION DE DISEÑO	1 bar + CABEZA ESTATICA
	DISEÑO DE VACIO	300 mm Wc
	TEMPERATURA DE DISEÑO	-10 / 40 °C
	PRESION DE PRUEBA VERTICAL	1,43 bar + CABEZA ESTATICA
	VOLUMEN DEL TANQUE	3517 HI
	CAPACIDAD UTIL	2700 HI
	CHAQUETA DE ENFRIAMIENTO	
	PRESION DE DISEÑO	14,85 bar + CABEZA ESTATICA
	DISEÑO DE VACIO	1000 mm Wc
	TEMPERATURA DE DISEÑO	-10 / 40 °C
	PRESION DE PRUEBA	21,24 bar + CABEZA ESTATICA

Fuente: División Ingeniería Bavaria.

Tabla 10. Ficha técnica tanque fermentador ZIEMANN

	TANQUES FERMENTADORES Y MADURADORE MARCA ZIEMANN	
	VOLUMEN DEL TANQUE	3517 HI los grandes; 2500 HI los pequeños
	CAPACIDAD UTIL	2700 HI los grandes; 1800 HI los pequeños
	DIAMETRO INTERIOR	5150 mm
	ALTURA	aprox. 19690 mm
	PRESION DE SERVICIO	1 bar
	PRESION DE PRUEBA	1,43 bar
	RESITENCIA AL VACIO	- 0,01 bar
	TEMPERATURA SERVICIO	-10 a 30 °C
	DENSIDAD PRODUCTO	$\rho < 1,04$ kg/L
	ENFRIAMIENTO	
	MEDIO DE ENFRIAMIENTO	AMONIACO
	PRESION SERVICIO MAX.	14,85 bar
	TEMP. SERVICIO ADMISIBLE	-10 / 30 °C
	PRESION DE PRUEBA	21,24 bar
	TEMPERATURA DE AMONIACO	-3 °C

Fuente: División Ingeniería Bavaria.

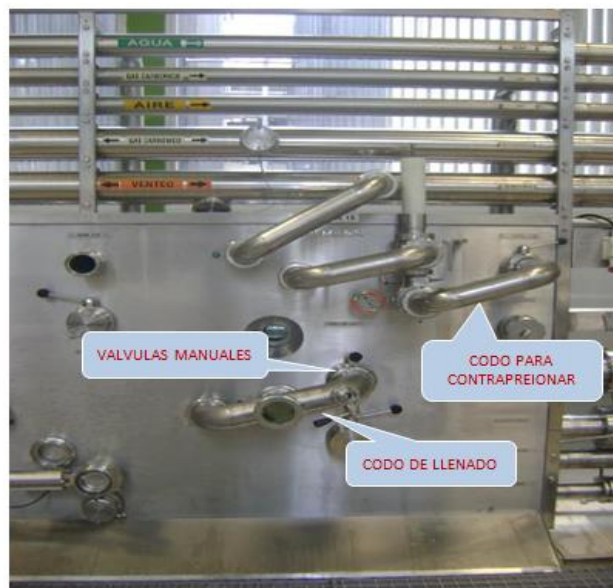
Los procesos de limpieza, llenado y trasiego se monitorean desde el cuarto de control de filtración, aunque las interconexiones para las diferentes tareas en los

tanques se deben realizar desde el pasillo de servicios (figura 44), donde cada unitanque cuenta con un espejo de distribución como el mostrado en la figura 45. El control de los procesos realizado en el cuarto de control de filtración se muestra en la figura 46.

Figura 44. Pasillo de servicios Unitanques

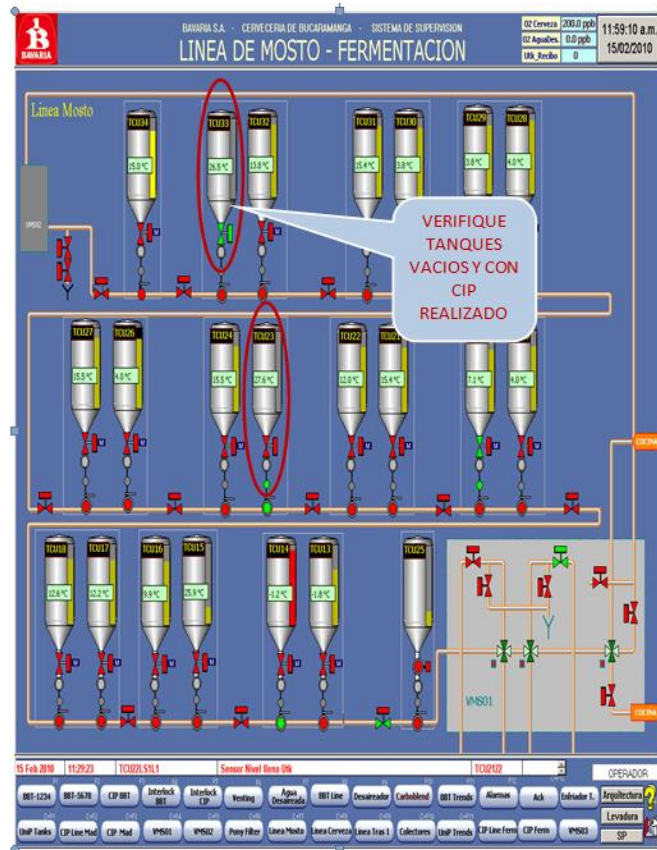


Figura 45. Espejo de distribución para unitanques



Fuente: Division Ingenieria Bavaria

Figura 46. Tablero de control tanques de fermentación



Fuente: División Ingeniería Bavaria.

Luego del proceso de fermentación y vaciado del tanque se realiza un proceso de limpieza CIP (Clean in place) para dejar el tanque en condiciones para el próximo llenado.

La batería de CIP de fermentación consta de 6 tanques dispuestos para garantizar la eficiencia de los aseos y desinfección de tanques y líneas.

Los tanques que observan en la figura 47 son el tanque de soda fría y caliente, tanque de ácido, tanque de desinfectante, tanque de agua recuperada, tanque de agua fresca.

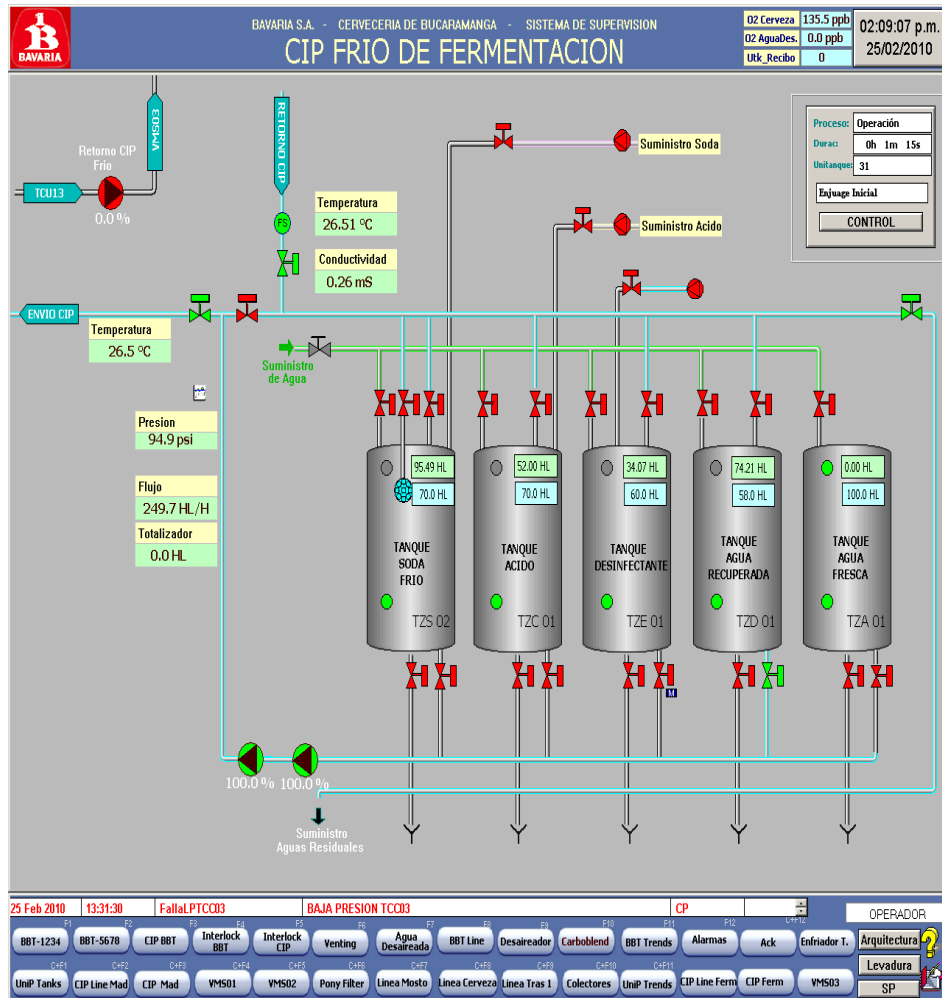
Figura 47. Tanques sistema CIP



Esta batería de CIP permite realizar aseos a los tanques de fermentación, la línea Mosto y la línea de Levadura.

El sistema CIP es monitoreado desde el tablero de control ilustrado en la figura 48.

Figura 48. Tablero de control del sistema CIP de fermentación



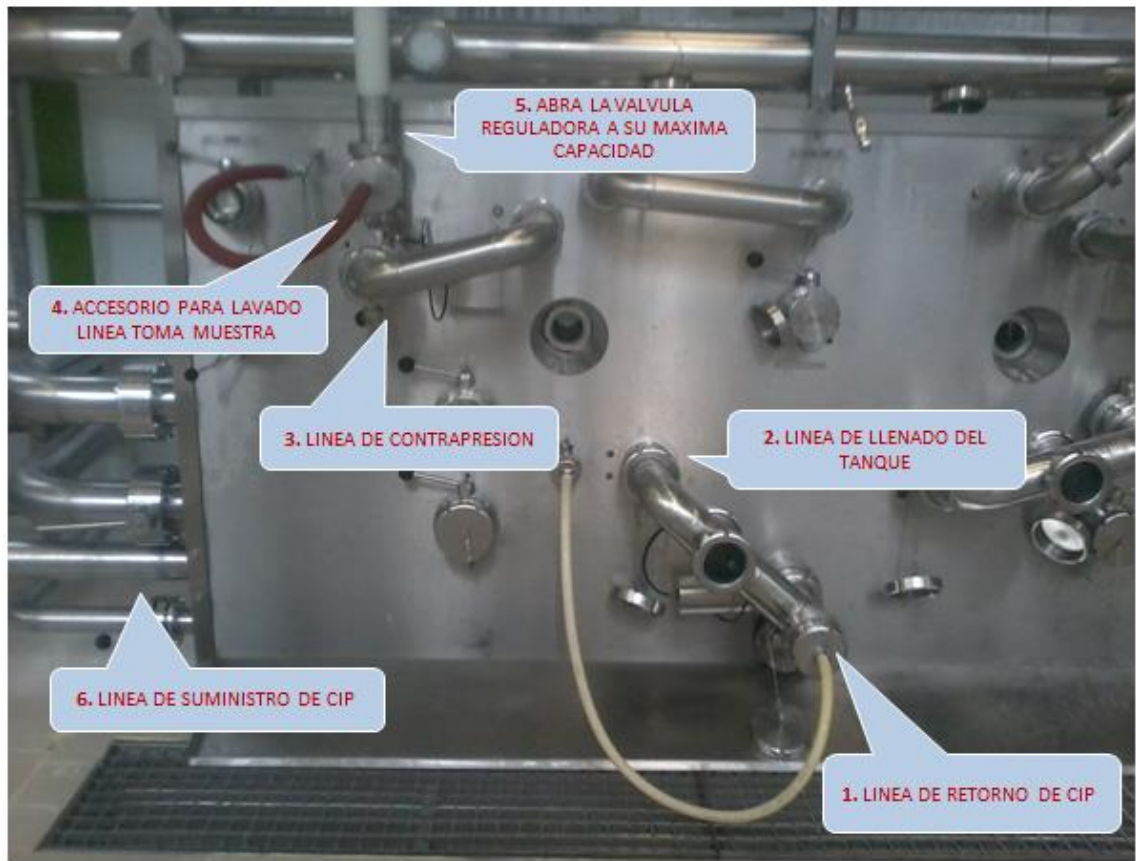
Fuente: División Ingeniería Bavaria.

Para el inicio de la limpieza de los tanques con el sistema CIP se hace una preparación donde se realizan conexiones de la manera indicada en la figura 49.

El CIP ingresara por la línea de contrapresión y realizara su retorno por la línea de retorno de CIP.

Luego de terminado el CIP y comprobada la limpieza del tanque se deja listo para un próximo llenado e inicio del proceso de fermentación.

Figura 49. Espejo de distribución de los tanques para inicio del CIP



Fuente: Division Ingenieria Bavaria

5. IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA BAVARIA EN EL AREA DE ELABORACIÓN

En el año 2005 con la llegada de SABMiller a Colombia y el anuncio de la compra de Bavaria, trajo consigo la necesidad de mejorar los niveles de productividad de las plantas cerveceras en Colombia, así se dio inicio al despliegue de su estrategia de Manufactura de Clase Mundial, modelo que lleva a las operaciones de las plantas en el camino hacia la excelencia en sus procesos. En el año 2009 se comenzó la implementación del mantenimiento autónomo en dos equipos críticos del área, el molino de malta HUPPMANN y el filtro de cerveza STEINECKER, actualmente los equipos se encuentran en etapa 4 del MA y en este punto se decidió expandir el proyecto a los equipos correspondientes a este proyecto.

Al inicio del proyecto el área de elaboración de productos de la cervecería contaba con algunas tareas del GEM, de las etapas 2 y 3 en los equipos pilotos que se habían iniciado labores y con algunos objetivos de alistamientos e iniciales para la implementación del mantenimiento autónomo; el trabajo realizado en esta primera parte del proyecto fue la recopilación de toda esta información para almacenarla en una base datos referente a Mantenimiento Autónomo, para así someterla a una posterior validación, donde se completará, corregirá y se supervisara el cumplimiento de la misma.

La cervecería cuenta con una red interna de manejo de información conocida como BUCARCTRL3, la cual es una plataforma virtual a la cual se suben todos los archivos digitales y datos los cuales quedan disponibles para abrirlos en cualquier equipo conectado a la plataforma dentro de la cervecería, esta cuenta con sus respectivos permisos e inicio de sesión para cada usuario, se accedió a esta plataforma teniendo acceso a toda la información relacionada con el área de elaboración de productos de la cervecería, se revisó archivo por archivo y se

comparó con lo que pedía la calificación GEM, esto para validar que la calificación existente tuviera un respaldo, en ese momento el puntaje GEM era de 2.8.

Realizando la búsqueda de cada archivo y comparándolo con cada uno de los ítems del GEM para garantizar el respaldo de esa calificación surgió la necesidad de crear un archivo digital donde de una manera rápida se pudiera acceder a la validación de esta calificación, puesto que la organización de la plataforma Bucactrl es de la manera como se muestra en la figura 50.

Figura 50. Organización BUCARCTRL

1. CINCO ESES	15/05/2014 09:28 a...	Carpeta de archivos
2. TRABAJO EN EQUIPO	28/03/2014 12:02 ...	Carpeta de archivos
3. MEDICION VISUAL	28/03/2014 02:17 ...	Carpeta de archivos
4. MEJORA ENFOCADA	28/03/2014 02:18 ...	Carpeta de archivos
5. MANTENIMIENTO AUTONOMO	28/03/2014 02:19 ...	Carpeta de archivos
6. GESTION DE ACTIVOS	28/03/2014 02:19 ...	Carpeta de archivos
7. CALIDAD	28/03/2014 02:20 ...	Carpeta de archivos
8. MANUFACTURA FLEXIBLE	28/03/2014 02:21 ...	Carpeta de archivos
9. SALUD Y SEGURIDAD	28/03/2014 02:22 ...	Carpeta de archivos
10. LIDERAZGO Y GESTION DEL CAMBIO	28/03/2014 02:27 ...	Carpeta de archivos
11. AMBIENTAL	28/03/2014 02:27 ...	Carpeta de archivos
COMPARATIVO ENTRE PLANTAS	17/02/2014 01:18 ...	Carpeta de archivos
6 tipos de anomalías MA	20/02/2014 08:24 a...	Hoja de cálculo d...
GEM- CAP. APRENDIZAJE&DESARROLLO	20/12/2013 03:03 ...	Hoja de cálculo d...
Gestion de Anormalidades v00	20/02/2014 08:24 a...	Presentación de ...
Integrantes fuerzas de implementación 0...	07/02/2014 12:30 ...	Hoja de cálculo d...
Metas y resultados GEM F14 V4	01/04/2014 05:07 ...	Hoja de cálculo d...
Plan de Acción - Prácticas MCM F14 Buc...	01/04/2014 08:05 a...	Hoja de cálculo d...

Fuente: BUCARCTRL, Bavaria SAB Miller.

En estas direcciones dentro del BUCARCTRL se encontraba toda la documentación referente a la gestión de MCM en el área de elaboración, la primera tarea a realizar en el proyecto fue recopilar la información referente al MA

y al final se logró relacionar cada ítem del GEM con su debida evidencia, así como se observa en la figura 51.

Figura 51. Evidencia del cumplimiento de la tarea en el GEM

Número	Criterios	Código	Elab. Actual	EVIDENCIAS
			2,87	
3.2.1	Los operarios detectan problemas del equipamiento durante las rutinas de limpieza e inician las órdenes de trabajo.	2IA5	1	
a	Órdenes de trabajo y rótulos.		1	\\Bucarctrl1\sg\WCM\PLATAFORMA_GESTION_PLANTA\WCM\TASK_FORCE-ELABORACIÓN 1\5_MANTENIMIENTO AUTONOMO 1\No - PLAN DE M.A\PLAN M.A Etapa 1 a Etapa 2\Avisos julio-agosto.XLS
b	El proceso de órdenes de trabajo se emplea como método continuo para identificar y gestionar defectos o anomalías y realizar la correspondiente acción interna o mantenimiento, por ejemplo, un programa formalizado de rotulación.		1	(ETIQUETAS, PLAN DE MANTENIMIENTO, 5 POR QUE, AVISOS)(pegar presentacion de explicacion de tarjetas (del envase) - Diagrama de flujo gestion avisos ZM y ZA)(Daniel Ruiz)
3.2.2	Se han desarrollado estándares y programas básicos de inspección para los operarios, según el nivel tres de ATM.	3IA2	1	
a	Entre los ejemplos encontramos: dispositivos de seguridad, guardas.		1	\\Bucarctrl1\sg\FABRICACIÓN\ELABORACIÓN\1-Mantenimiento\2-Equipo de Especialistas\RCM
b	Listas de verificación de condiciones básicas para los operarios.		1	\\Bucarctrl1\sg\FABRICACIÓN\ELABORACIÓN\1-Mantenimiento\2-Equipo de Especialistas\RCM

5.1 ETAPA 1. YO LO MANEJO, TÚ LO ARREGLAS

Esta es la condición básica en la que se encuentra que la empresa posee el paradigma de que el operador se limita simplemente a manejar la máquina y el personal de mantenimiento a realizar todas las operaciones de mantenimiento sean estas de gran o pequeña envergadura.

La implementación del mantenimiento autónomo implica aprovechar al máximo cada recurso humano disponible dentro de la organización, centrándose en el trabajo con el personal operativo o de primera línea de la planta, transfiriendo tareas básicas y sencillas del mantenimiento y el cuidado del equipo, capacitándolo en las competencias necesarias para llevar a cabo sus nuevas tareas y desarrollando el sentido de propiedad por el equipo y las metas a

alcanzar; de esta manera se llega a prevenir el deterioro acelerado, aumentar la eficiencia, mantenibilidad, fiabilidad y vida útil del equipo.

Como en todo proyecto antes de empezar su implementación, para el mantenimiento autónomo se realiza un estudio previo de las condiciones de organización que permitan aplicar esta filosofía, el TRACC define estos lineamientos como el proceso de “verificación de alistamiento para el mantenimiento autónomo”, el cual garantiza que exista un entorno propicio para su desarrollo.

La parte de verificación de alistamiento de mantenimiento autónomo, es lo primero que se tiene que realizar en la organización esto con el ánimo de dejar unas bases sólidas donde se soporte de una manera óptima todas las actividades que se van a presentar a lo largo del tiempo, a esta parte de la implementación la temática de este tema lo llama “Paso cero”.

5.1.1 Paso cero

El paso preparativo a la implementación del mantenimiento autónomo, tiene como objetivo principal determinar las razones por la cual se presenta deterioro en el equipo. Durante su realización debe considerarse todas las medidas de seguridad que se puedan tomar en el proceso de limpieza y dar a conocer cuáles son las habilidades y herramientas necesarias para los pasos iniciales en el mantenimiento autónomo.

Para que se pueda afirmar que el paso 0 esta completado es de vital importancia tener la certeza de que los sistemas de mantenimiento están funcionando y que el entorno es propicio para su implementación, esto se logra cumpliendo y dando a conocer los siguientes ítems:

- **Sensibilización:** Consiste en el conocimiento por parte de todo el grupo de trabajo (operadores de primera línea hasta la alta gerencia) sobre el contenido de la metodología de mantenimiento autónomo y el rol de cada cual en este proyecto.

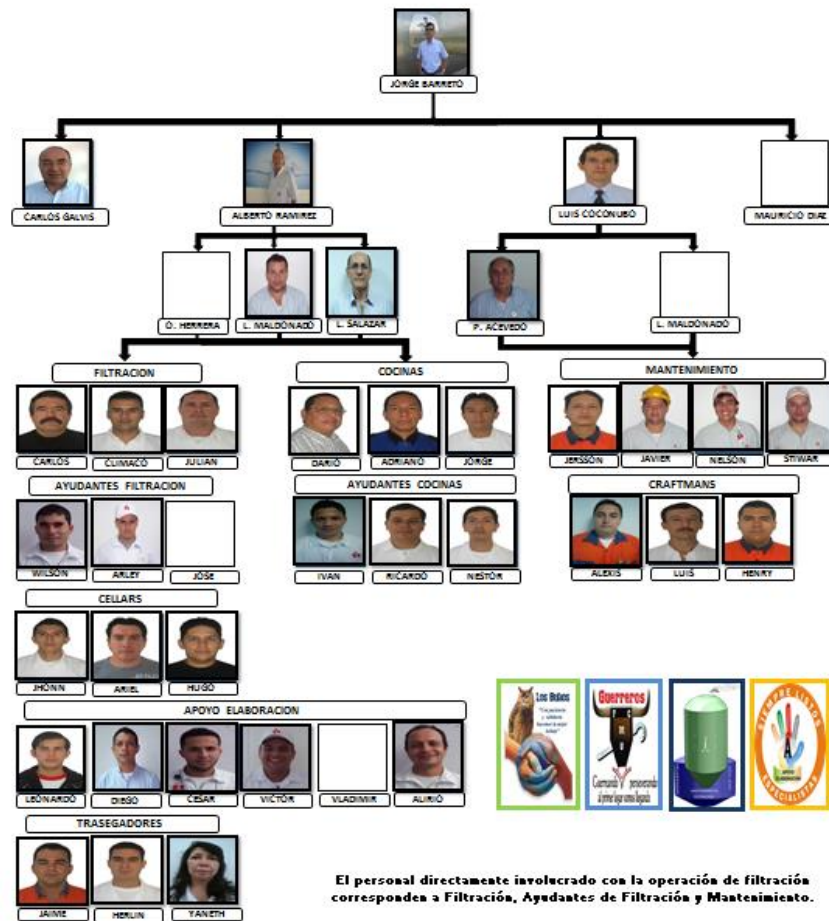
En la figura 52 se evidencia la existencia de reuniones entre los diversos elementos del grupo de trabajo (ingenieros, operadores, mantenedores y demás), en reuniones como las de este tipo se socializo a todo el personal los conceptos de mantenimiento autónomo.

Figura 52. Reunión del grupo de trabajo



- **Trabajo en equipo:** En el área de elaboración se cuenta con 3 equipos de trabajo operativo y un equipo de especialistas en mantenimiento, cada equipo operativo cuenta con personal de ingeniería, técnico y operativo. Estos grupos interdisciplinarios son necesarios para el cumplimiento de las metas propuestas para el área. Los grupos operativos se denominan BUHOS, UNICOFIM y GUERREROS y el equipo de ESPECIALISTAS que se muestran en la figura 53 junto al cuerpo administrativo.

Figura 53. Grupo de trabajo Elaboración



Fuente: Division ingenieria Bavaria

5.1.2 Cinco Eses

Otro de los pilares para llegar a la condición de MCM es la organización disciplinada del lugar de trabajo conocida como 5'S, esta práctica está asociada con el orden, correcta organización, limpieza y constancia en mantener estos parámetros en los lugares de operación; teniendo el estado de 5'S en el sitio de

trabajo, se puede proseguir con el cuidado específico de la máquina, el mantenimiento autónomo.

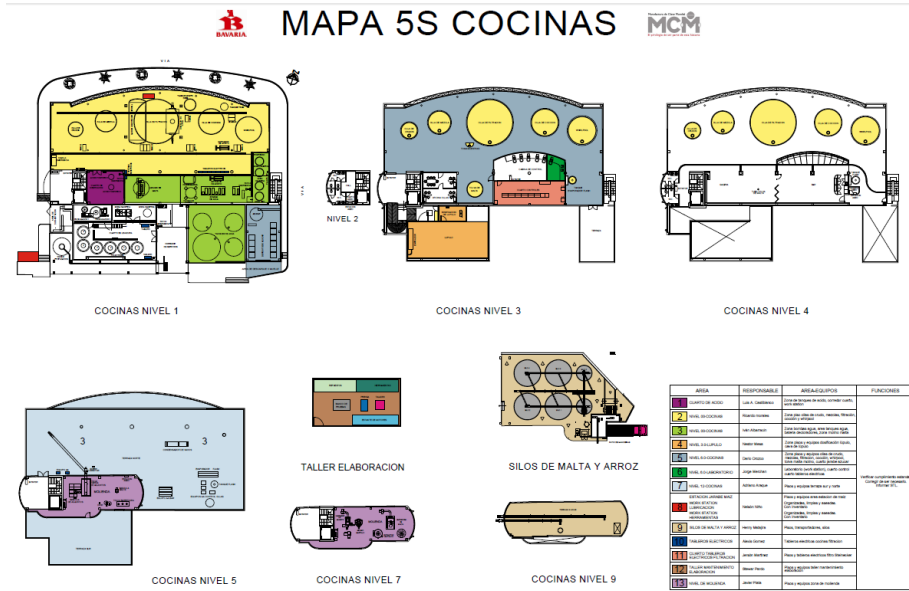
No se puede empezar a aplicar el mantenimiento autónomo si la práctica de 5S no está afianzada en cada uno de los módulos de trabajo, en las figuras 54, 55 y 56, se muestran algunos ejemplos de cómo las 5s ya están implementadas en el área de servicios industriales.

Figura 54. Estándar 5'S para cuarto de control cocinas (izquierda) y filtración (derecha)



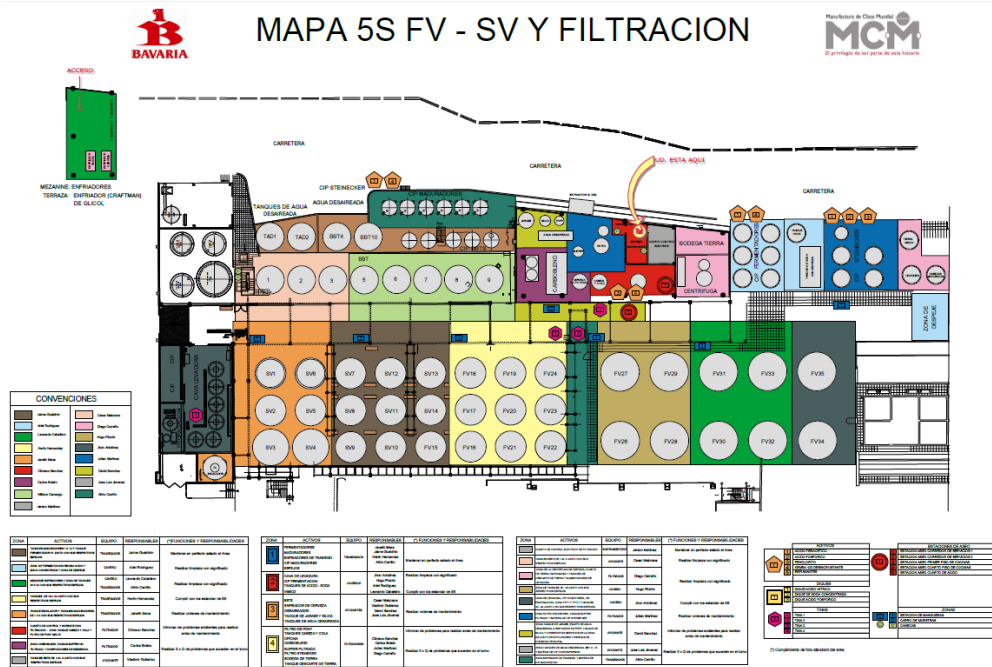
Fuente: División Ingeniería Bavaria

Figura 55. Mapa 5'S Cocinas



Fuente: División Ingeniería Bavaria

Figura 56. Mapa 5'S Filtración



Fuente: División Ingeniería Bavaria

5.1.3 Medición visual del desempeño

El grupo de trabajo debe contar con su propio tablero de indicadores el cual muestre el desempeño del grupo respecto a lo que se ha planeado con anterioridad, matriz de habilidades, avances respecto a las etiquetas notificadas, mejoras logradas, planes de producción y los por menores de reuniones. En esta etapa de alistamiento se informó sobre los temas anteriormente mencionados en una serie de charlas a todo el grupo de trabajo.

5.1.4 Propiedad del equipo

La metodología de mantenimiento autónomo va ligada a la propiedad del equipo; esto se debe a que es de carácter primordial que el operador pueda utilizar el mismo equipo la mayor cantidad de tiempo posible. Esto garantiza que el operador:

- Conozca los requisitos de mantenimiento específicos del equipo.
- Distinga el desempeño normal del equipo (ruidos, nivel de las vibraciones, etc.).
- Se familiarice con los procedimientos de operación del equipo.
- Se responsabilice de ciertas actividades periódicas como la lubricación e inspección.

5.1.5 Seguridad

Ante todo cualquier trabajo que se realice en planta debe ser seguro para las personas que estén realizando las tareas, por eso se generan procedimientos

estándar como el BEC (bloqueo, etiquetado y candado) como el observado en la figura 57.

Figura 57. Proceso de BEC (Bloqueo, candado y etiquetado)

LECCIÓN DE UN PUNTO BLOQUEO Y CANDADEO		MCM	
USO DEL BLOQUEO INTERRUPTOR Y TOMA DE ENERGIA		Curso/Asignatura	25
		Fecha	21 de agosto de 2013
<input checked="" type="radio"/> Conocimiento <input type="radio"/> Habilidad <input type="radio"/> Actitud		Presente	Revisado
		Nombre del Docente	Profr. PEDRO HERRERA



Preparación:

- a). IDENTIFIQUE EL INTERRUPTOR O BREAKER A BLOQUEAR.
- b). UBIQUE EL BREAKER EN POSICION DE APAGADO (OFF)
- c). INSERTE EL ELEMENTO DE BLOQUEO DISPONIBLE EN EL MODULO DE BLOQUEO Y CANDADEO (SECCION ACCESORIOS)
- d). INSERTE EL CANDADO CORRESPONDIENTE (AMARILLO -ESPECIALISTA)
(NEGR0 -CRAFTSMAN)
(ROJO O NARANJA - OPERADOR)
- e). INSERTE LA TARJETA DE BLOQUEO CORRESPONDIENTE

PROCEDIMIENTO PASO A PASO

1



UBIQUE EL BREAKER EN POSICION DE APAGADO (OFF)

2



INSERTE EL ELEMENTO DE BLOQUEO DISPONIBLE EN EL MODULO DE BLOQUEO Y CANDADEO (SECCION ACCESORIOS)

3



INSERTE EL CANDADO CORRESPONDIENTE
INSERTE LA TARJETA DE BLOQUEO CORRESPONDIENTE

4



UNA VEZ FINALIZE SU TRABAJO RETIRE EL BLOQUEO CORRESPONDIENTE Y COMUNIQUE AL EQUIPO DE TRABAJO

5



* INSERTE LA TOMA AEREA EN EL DISPOSITIVO DE BLOQUEO DISPONIBLE EN EL MODULO DE BLOQUEO Y CANDADEO
* INSTALE EL CANDADO CORRESPONDIENTE

Fuente: División Ingeniería Bavaria

5.2 ETAPA 2. CONDICIONES BÁSICAS

Estando terminada la etapa 1, se tiene claras las consideraciones iniciales y la socialización y sensibilización de la importancia del mantenimiento autónomo, se procede a realizar un ejercicio de limpieza con significado. Durante el desarrollo de esta etapa los operadores trabajan con el personal de mantenimiento para establecer condiciones básicas del equipo a través del ejercicio “limpiar y etiquetar”. También incorporan la limpieza regular (Paso 1), eliminan fuentes de contaminación las áreas inaccesibles (Paso 2), y siguen procedimiento de operaciones estándar. (POE).

5.2.1 Paso 1. Limpieza Inicial

Previo a realizar el ejercicio de limpieza con significado, se capacita a operarios, personal especialista y algunos administrativos involucrados, en los temas referentes al mantenimiento autónomo, se explicó el modo de implementación según el JIPM contemplado en el TRACC, mostrando los siete pasos a seguir y los nuevos roles que cada uno iba a ejercer a partir de ese momento.

A medida que avanza la implementación del mantenimiento autónomo en el área de elaboración, los operarios deben ir manejando competencias mayores y de esto surge la necesidad de clasificar los niveles de competencias de cada operador, esta clasificación se da del 1 al 9 y se detalla a continuación.

➤ **Niveles ATM para Operarios:**

✓ **Nivel 1 Limpieza.**

Los operarios son competentes en las diferentes tareas de limpieza general del equipo, comprendiendo y utilizando los estándares respectivos (LILA), definiendo rutas de limpieza utilizando mapas de fuentes de contaminación para hacer más rápida y efectiva su labor. El operario es competente en las siguientes labores:

- Comprensión del Estándar LILA y mapas de contaminación. Limpieza General de equipos y exteriores, cuidados a tener en cuenta al limpiar, seleccionamiento de material e insumo que se debe utilizar en el ejercicio de limpieza.
- Limpieza de Bombas, Reductores, Ventiladores, tanques, intercambiadores de calor, Filtros y Trampas de humedad.
- Limpieza de las válvulas, mirillas, instrumentos de medición, derrames de aceites y lubricantes.

✓ **Nivel 2 Lubricación.**

Este nivel se define pero no se aplica en operarios puesto que el área puede sufrir de contaminación cruzada, por tal motivo las tareas de lubricación, están en su totalidad a cargo de los especialistas en mecánica. Los operarios limitaran este nivel al conocimiento del tema y la lectura de las mirillas. El operario es competente en las siguientes labores:

- Comprensión los principios básicos de Lubricación, Identificación de puntos de Lubricación, Uso de la pistola de lubricación, Identificación de fugas y excesos en los sistemas de lubricación.

- Comprensión del Mapa de Lubricación, Inspeccionar sistemas de auto lubricación, verificar relleno, verificar funcionamiento (identificar fallos de funcionamiento) y aprender a realizar avisos reportando defectos en los sistemas de lubricación.

✓ **Nivel 3 Inspección y Reporte.**

Los operarios son competentes en inspección de funcionamiento, a través de equipos de medición simple, visual u otros medios intuitivos; con el propósito de identificar fallos de funcionamiento, ajustes, funcionamiento incorrecto o fallos inminentes. El operario es competente en las siguientes labores:

- Parámetros del proceso y niveles normales de operación para garantizar una inspección productiva, conocimiento de las diferentes alarmas de la máquina.
- Generación correcta de reportes, clasificación según el impacto y esfuerzo de las tareas.

✓ **Nivel 4 Ajustes rápidos o rutinarios.**

Los operarios son competentes en la reparación, ajustes y cambios rápidos que no requiere conocimientos especializados, experiencia, capacitación avanzada, herramientas especiales o instrumentos. El operario es competente en las siguientes labores:

- Uso y Manejo de LUP's, colocar juntas, uniones, codos, tapones y demás accesorios de tuberías, cambio de válvulas.
- Ajustes de Sujetadores mecánicos, actuador de válvula, ajustes por fugas.

✓ **Nivel 5 Medición.**

El operario maneja los diferentes dispositivos que no requiere habilidad especializada, para la medición de diferentes parámetros del proceso además conocen los rangos normales de operación normal para poder comprender las diferentes lecturas obtenidas en planta. El operario es competente en las siguientes labores:

- Mediciones Longitudinales, Presión y de Temperatura.
- Lecturas y conocimientos de los diferentes Set Point utilizados en el control de los procesos.

✓ **Nivel 6 Ajustes.**

El operario es competente en la resolución de los diferentes ajustes menores que no requieren una capacitación especializada, además acompaña al personal especializado a resolver tareas de mantenimiento más avanzadas. El operario es competente en las siguientes labores:

- Ajustes de los diferentes parámetros que intervienen en el procesos.
- Aplicación de aditivos para el agua de calderas .

✓ **Nivel 7 Reparación.**

El operario es competente en reparaciones menores de componentes de equipos, que no requieren un conocimiento especializado, entre las tareas a realizar se encuentran:

- Reemplazo y reaparición de válvulas y actuadores.
- Instalación de Uniones de tuberías
- Cambio de elementos de Trasmisión de Potencia

- Mantenimiento filtros, trampas, purgas.
- Reparaciones menores a equipos.

✓ **Nivel 8 Descarte y reemplazo de componentes.**

Los operarios son competentes en la sustitución o reparación de piezas y componentes que no requieren algún conocimiento o habilidad especializada, además acompañan al personal especialista en algunas tareas de mantenimiento. El operario es competente en las siguientes labores:

- Identifica cuando un elemento del equipo ha llegado al límite de su vida útil, reemplaza partes y sub-ensambles gastados y descarta elementos.
- Reparar, reemplazar Correas circulares, correas en V, cadena de rodillos
- Eliminar, reemplazar, Re-alinear bombas, Cajas Reductororas, motores
- Descartar y reemplazar Válvulas (automáticas y manuales)
- Sensores de desconexión rápida y solenoides
- Drenar o purgar, volver a llenar los depósitos de hidráulico (Lauter Tun)
- Drenaje de Cajas reductoras, llevar al nivel, re-llenado

✓ **Nivel 9 "Craftsman"**

Se denomina Craftsman al operario que complete los niveles del 1 al 8, así como los conocimientos especializados adquiridos por medio de su respectiva profesión. En este nivel el operador es competente en tareas como:

❖ **Arranque y parada del equipo/proceso**

- Inspecciona el equipo/área para asegurar su disponibilidad

- Los suministros y servicios requeridos son habilitados/inhabilitados (según sea el caso), comprobado su correcto funcionamiento.
- Identifica y aplica correctamente los procedimientos de arranque y parada
- No existe evidencia de desperdicio excesivo de materiales en el proceso de arranque.

❖ **Operación Normal**

- Opera y controla la maquina o proceso bajo los estándares especificados, tanto las variables de entrada como de salida.
- Diligencia correctamente los registros que evidencian los resultados del proceso
- Aplica el plan único de calidad (variables a controlar y su frecuencia) y opera los equipos/proceso bajo un ambiente de trabajo seguro.
- Toma las muestras, realiza los análisis y registra los resultados según el procedimiento establecido. (Ver evidencia de los FAC)
- Las decisiones de parada o arranque de equipos se toman de acuerdo con los estándares de calidad y procedimientos de la compañía
- Los ajustes al proceso se realizan de acuerdo a los parámetros de operación establecidos.

❖ **Sistema de control y/o supervisión de equipos o procesos**

- Identifica e interpreta las variables de operación de los equipos o procesos.
- Identifica e interpreta la señalización de los sistemas automatizados (ej. motores encendidos, válvulas abiertas, secuencias en ejecución).

- Programa y supervisa la ejecución de las rutinas (proceso, CIP, cambio de marca, etc.).
- Interpreta y toma las acciones requeridas con base en las curvas de tendencia histórica de las variables de proceso.

Una vez identificados todos los niveles de mantenimiento autónomo, se prosigue a trabajar con el operador para llegar al nivel 1, la primera medida que se toma en conjunto con el personal operativo es la de formar equipos de trabajo para realizar las labores que conciernen esta metodología.

➤ **Equipos Mantenimiento Autónomo**

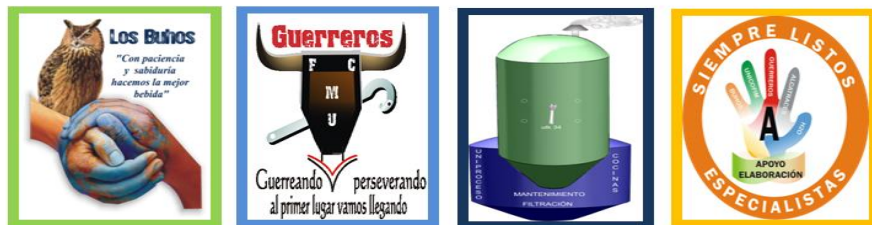
La formación de equipos de trabajo fomentara el trabajo en equipo y la competitividad, incrementando así el interés por parte de operarios y especialistas en temas de M.A.

Los equipos de M.A. se forman para capacitar operarios competentes dentro de su respectiva área avanzando en cada uno de los niveles M.A. y también en tareas generales referentes al área. En el área de elaboración se formaron 3 equipos, Búhos, Guerreros y Unicofim (figura 58), estos están conformados por un líder, un capacitador y el equipo de trabajo.

- **Líder de grupo:** el encargado de controlar el cumplimiento de las actividades de M.A. del equipo, de resolver cualquier inconveniencia que presente el grupo frente al indicador de M.A. junto al ingeniero responsable, y será el responsable del indicador de Mantenimiento Autónomo del equipo.

- **Capacitador:** encargado de transferir el conocimiento a los operarios de su equipo en los respectivos niveles de M.A, esto lo lograra gracias al acompañamiento en tareas específicas de cada nivel con los operarios. Responsable del cumplimiento y avance del nivel de Mantenimiento Autónomo en el equipo.

Figura 58. Equipos de trabajo en el área de Elaboración



El indicador de mantenimiento autónomo medirá el desempeño del equipo, relacionara el número de tareas de M.A enviadas al equipo con las tareas cumplidas por el mismo. Este indicador se publicara en el tablero de mantenimiento autónomo.

➤ **Integrantes**

✓ **BUHOS**

Miembros:

- **Líder:** Luis Alberto Salazar Beltran
- **Capacitador:** equipo de ESPECIALISTAS
- Dario Orozco Taborda
- Juan Ricardo Morales Ortiz

- Jhon Henry Antolinez Monsalve
- Herlin Jose Hernandez Valencia
- Carlos Julio Sotelo Martinez
- Henry Alexander Matajira Celis
- Vladimir Gutierrez Cardozo

✓ **GUERREROS**

Miembros:

- **Líder:** Diego Armando Carreño Hernandez
- **Capacitador:** equipo de ESPECIALISTAS
- Jorge Orlando Merchan Pinto
- Nestor Julio Meza Castellanos
- Jerson Zafra
- Ariel Mauricio Rodriguez Amado
- Jaime Gualdron Corredor
- Climaco Sanchez Arciniegas
- Arley David Sanchez Rodriguez
- Luis Arles Castiblanco Matiz

✓ **UNICOFIM**

Miembros:

- **Lider:** Juan Sebastian Vargas
- **Capacitador:** equipo de ESPECIALISTAS
- Adriano Araque Guerrero

- Ivan Dario Albarracin Caicedo
- Hugo Alfredo Pinzon Bohorquez
- Jose Leonardo Caballero Mendez
- Luz Janeth Meza Castellanos
- Cesar Andrés Maturana Chinchilla
- Julian Martinez Zamora
- Jaime Andrés Florez Sanabria

✓ **ESPECIALISTAS**

Miembros:

- **Líder:** Ingeniero Luis Ignacio Maldonado Mogollon
- **Mecánico 1:** Nelson Niño
- **Mecánico 2:** Javier Plata
- **Electricista:** Stewart Pardo
- **Instrumentista:** Jerson Raul Martinez

Una vez constituidos los equipos de M.A., se determinó junto a los capacitadores que se realizarían las capacitaciones necesarias dependiendo del paso que se esté llevando a cabo en el equipo, así de esta manera obtener el avance en los niveles de operario requeridos.

El objetivo principal de este paso es llevar el equipo a las condiciones básicas de funcionamiento, de manera tal que en los siguientes pasos se afiance el proceso para mantener vigentes esas condiciones y reducir el deterioro del equipo.

Para restablecer la condición básica del equipo se realizan las siguientes actividades:

- Realizar una limpieza a fondo en el equipo.
- Mientras se realiza la limpieza profunda del equipo identificar cualquier anomalía encontrada y clasificarla.
- Realizar ya sea un formato de plan de acción donde se proponga corregir todas las anomalías encontradas en la limpieza a fondo del equipo.
- Realizar estándares para poder mantener el equipo en su condición básica de funcionamiento.

Luego de tener formados los equipos, establecer los niveles de competencia de los operarios y afianzar la importancia del M.A., se prosiguió a dar una charla sobre los objetivos que se debe tener en la labor de limpieza de cada equipo en el área de elaboración.

Debido a que en el área de elaboración se encuentran más de 200 equipos, la implementación se llevara a cabo en primera medida en ciertos equipos de mayor criticidad y a medida que el tiempo avance se debe llegar a la gran mayoría de máquinas, el orden de implementación se realizara según la clasificación que tenga el área de cada uno de los equipos, siendo la siguiente:

- Equipos críticos tipo A.
- Equipos críticos tipo B.
- Equipos críticos tipo C.

Este nivel de criticidad se otorga en base al impacto que producen en la organización, siendo los tipo A los de mayor impacto y los tipo C los menos críticos para el sector.

En este libro se tratara el procedimiento mostrado para uno de los equipos piloto que se planteó a medida que se avanzaba en los pasos, sin importar el equipo los pasos a seguir son los mismos, lo único que cambia es el enfoque en el cual se tiene que aplicar la metodología de acuerdo con el papel que desempeñe la maquina en la producción y/o proceso.

Como primer equipo piloto se tomara la cuba de filtración ZIEMANN, cuyo sistema está conformado por la olla de filtración, la tolva de afrecho y el tanque auxiliar de mosto, en este caso se tomara la tolva de afrecho (figura 59) como piloto en la cual se realizaran las actividades planteadas para el paso.

Figura 59. Tolva de afrecho, vista frontal y posterior



En la figura 59 se muestra el estado de la tolva de afrecho antes de empezar la implementación del paso 1, el primer paso a llevar a cabo fue realizar la limpieza inicial del equipo, durante esta se realizaba también una identificación de las anomalías encontradas en el equipo, mostrada en la figura 60.

Figura 60. Anormalidades tolva de afrecho



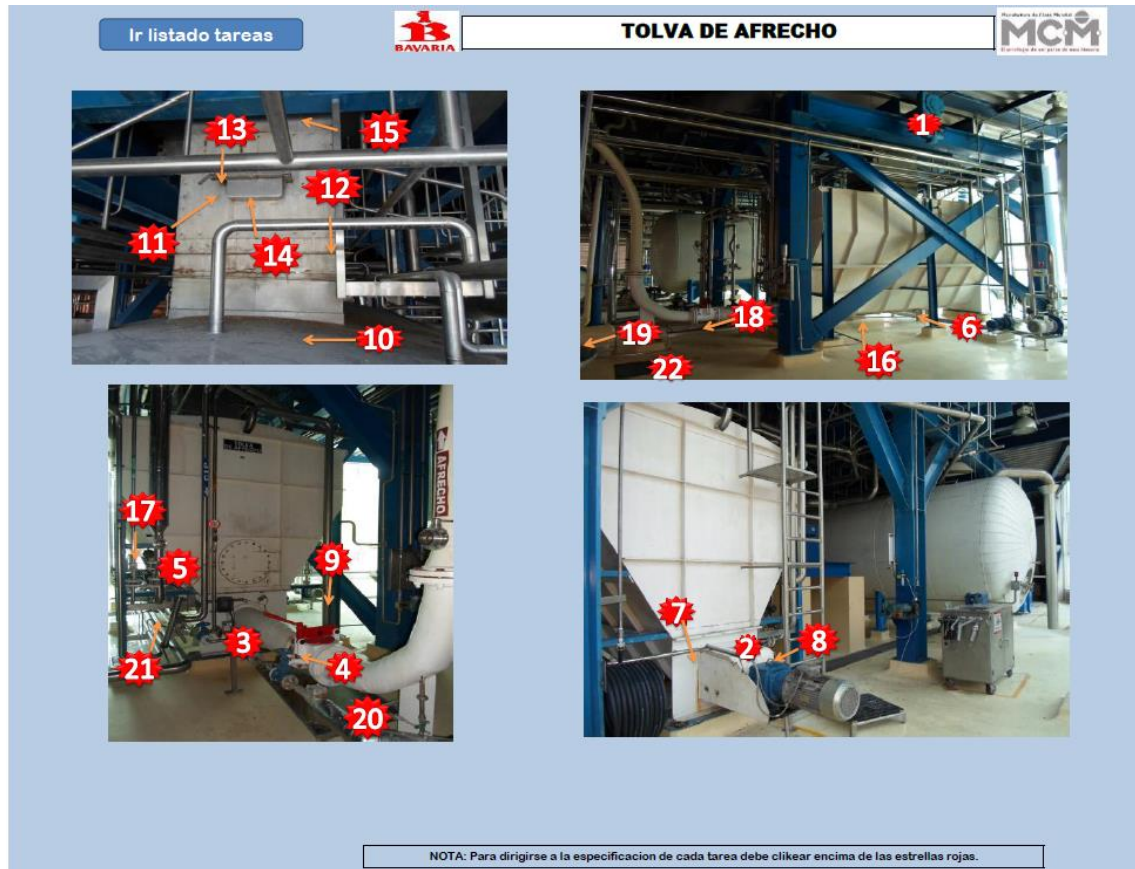
Identificadas las anomalías, el paso siguiente es realizar un plan de acción donde se registren cada una de estas anomalías con la descripción de cada una, además se debe clasificar cada anomalía en alguno de los niveles mostrados en la tabla 11.

Tabla 11. Niveles de inconveniencia

ITEMS	INCONVENIENCIA	DETALLES SOBRE LA INCONVENIENCIA
(1) Fallas ínfimas	Suciedad, golpe, huelgo, desajuste, anomalías y adherencia.	Polvo, basura, óxido, tinta. Trincas, hundimiento, deformación, fragmento, dobla. Vibración, inclinación, excentricidad, desgaste, deformación, corrosión. Correa, cadena. Ruido anormal, calentamiento, olor anormal, alteración de color, presión, corriente eléctrica. Tapamiento, fijación, acumulo de suciedad, dislocación, problema en el movimiento.
(2) Condiciones básicas	Lubricación. Medidor de nivel de aceite. Apriete o ajustes.	Falta de aceite, aceite sucio, desconocimiento del tipo de aceite, aceite inadecuado, escapes, suciedad, daños, deformación del punto de lubricación, fallo en el almacenamiento (aplica todo tipo de lubricantes). Suciedad, daños, escapes, fallo en la indicación de nivel, tornillos y tuercas: desajuste, mala colocación, largo excesivo, rosca empañada, corrosión, arancel inadecuado, tuerca dupla invertida.
(3) Locales de difícil acceso.	Limpieza inspección Lubricación Reapriete Operación Ajuste	Estructura de la maquina, capas protectoras, posicionamiento, espacio, posición de los aparatos de medición, sentido, indicaciones adecuadas. Capas protectoras, estructura, posicionamiento, posición de los aparos de medición, sentido, indicaciones adecuadas . Posición del punto de lubricación, altura, base, orificio de salida de aceite descartado, espacio. Tamaño, válvulas, interruptores, posición incorrecta o inadecuada de elementos como manómetros, termómetros, medidor de flujo, medidor de humedad, vacuo metro, etc.
(4) Fuentes de suciedad.	Producto Materia prima Aceite Gas Líquido Residuo Otros	Escapes, caídas, chorreo, esparcimiento, transporte. Escapes, caídas, chorreo, esparcimiento, transporte. Escapes, caídas, chorreo, esparcimiento, transporte de aceite de lubricante, aceite combustible y aceite hidráulico. Escapes, esparcimiento de aire, gas, vapor y gases de expurgación. Escapes, caída, chorreo de agua, agua caliente, producto inacabado, agua de refrigeración, agua de alcantarilla. Rebaba, residuos de corte, material de empaque, productos defectuosos. Polvo traído por las personas, monta cargas y lo que entra por lo espacios.
(5) Fuentes de los problemas de calidad.	Materiales extraños Impacto Humedad Partículas Densidad Viscosidad	Mezcla o infiltración de óxido, residuos metálicos, insectos, etc. Queda, impacto, vibración. Falta, exceso, infiltración, fallo en la eliminación. Anormalidad en la tela de los equipos de calificación centrífuga, equipo de clasificación del aire, etc. Problema en el calentamiento, preparación, evaporación, mezcla, etc. Problema en el calentamiento, componentes, evaporación, mezcla, etc.
(6) Objetos innecesarios y no urgentes	Instrumentos Tuberías Aparatos de medición Sistema eléctrico Herramientas y plantillas Piezas sobresalientes Tratamiento provisorio	Bombas, ventiladores, compresores, torres y reservorios, etc. Tubulacion, manguera, ducto, válvula, amortiguadores, etc. Termómetro, manómetros, vacuo metro, amperímetro, etc. Tabulación, hilos, interruptores, tomadas, panel, etc. Herramientas, instrumentos de corte, plantilla, modelador, molde de metal, hasta, etc. Piezas sobresalientes del equipo, objeto de reserva, almacenamiento por largo periodo, material auxiliar, etc. Hilos, cuerda, alambres, cinta de enmascarar, ripias, etc.
(7) Locales inseguros	Piso Escalera iluminación Objetivo rotativo Maquina de elevación otros	Superficie irregular, escalón, desnivel, ralladura, dislocación, desgaste (placa áspera). Inclinación brusca, irregularidad del escalón, antideslizante, corrosión, pasa manos. Fallo de iluminación, malo posicionamiento, suciedad y daños en la capa o tapa, protección inadecuada contra explosiones. Capa quebrada suelta o caída, bien como dispositivo de seguridad o de emergencia. Cables, ganchos y frenos de guindasteis y rondanas. Objetivos específicos, solventes, gases tóxicos, material de aislamiento térmico, indicación de peligro, utensilios de seguridad, etc.

En un documento estándar que se generó en este proyecto se registran todas las anomalías encontradas con el ánimo de ser corregidas, para este documento en primer lugar se coloca la foto del equipo señalando con un icono numerado los problemas que contienen el mismo, como se muestra en la figura 61.

Figura 61. Presentación del registro de anomalías para la tolva de afrecho



En esta presentación se enumeran las anomalías encontradas, luego de esto se continúa con una descripción de cada una de las tareas a realizar y su debida clasificación así como se muestra en la tabla 12.






En la primera columna se encuentra el número de la tarea y/o anomalía encontrada, este número está por defecto en este estándar no hay necesidad de colocarlo.










En la segunda columna se coloca una foto enfocada hacia la anomalía encontrada.

En la tercera columna se coloca la descripción del problema encontrado.

En la cuarta columna se coloca una sugerencia de que acción correctiva se debe realizar.

Tabla 12. Listado de tareas tolva de afrecho

Tarea	Identificación	Descripción del problema	Acción correctiva	Nivel de Inconveniencia Clic para información	Impacto Tarea	Esfuerzo Tarea	Prioridad
1		Difícil acceso al dispositivo de apertura manual del manhole	Disponer en el área de trabajo con una plataforma	(3) Locales de difícil acceso	(2) Alto Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	A
2		Acumulación y suciedad sobre el conjunto motor-reductor del tornillo sin fin de la tolva	Realizar la limpieza adecuada	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
3		Suciedad y polvo sobre las válvulas y tuberías	Programar limpieza	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	D
4		Acumulación de óxido en las válvulas manuales y de paso a la salida de la tolva	Eliminar el óxido y programar limpieza	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	D
5		Acumulación de grasa, polvo y suciedad sobre las válvulas de dosificación de agua a la olla.	Programar limpieza	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	D
6		Contaminación por el desague a los alrededores de la Tolva	Disminuir la cantidad de material desechado y mejorar la forma de salida; disminuir cantidad de agua; evaluar recoger para usar como subproducto	(4) Fuentes de suciedad	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	D

7		Acumulacion de oxido, suciedad y lubricante en el conjunto motor-reductor del sinfin	Retirar oxido y programar limpieza	(4) Fuentes de suciedad	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
8		Falta de un etiquetado correcto de la base del motor	Cambiar etiquetado actual por uno mas adecuado	(2) Condiciones básicas	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	d
9		Contaminacion por el escape de afrecho de la tolva	Evaluar la utilidad del defogue (no se considera necesario por el sistema de control q tiene)	(4) Fuentes de suciedad	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	d
10		Dificil acceso a la parte superior de la tolva para realizar limpieza	Es diseño del equipo	(3) Locales de difícil acceso	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
11		Acumulacion de oxido y afrecho en los alrededores de la ventanilla del ducto de caída de afrecho a la tolva	Programar limpieza y eliminar oxido	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
12		Dificil acceso al interior de la tolva para eliminar incrustaciones	Limpieza mediante CIP	(3) Locales de difícil acceso	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
13		Dificil acceso para limpieza de material e incrustaciones en el manhole	Limpiar y retirar las incrustaciones y el material acumulado; revisar ubicación del sprayhole(regadera)	(3) Locales de difícil acceso	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	d
14		Acumulación de afrecho sobre la ventanilla del ducto de caída de afrecho	Limpiar la acumulacion e instalar placa inclinada para facilitar caída del afrecho y evitar acumulacion en la reclusa	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
15		Acumulación de humedad y suciedad en el suelo debajo de la tolva	Programar limpieza	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c

16		Suciedad sobre las valvulas y tuberias, falta etiquetado de los ductos y valvulas.	Programar limpieza y etiquetado de ductos y valvulas	(1) Fallas Infimas	(1) Bajo Impacto	(1) Bajo Esfuerzo	c
17		El diseño del plato de condensados no permite una evacuacion eficiente de estos	Realizar el ajuste necesario para mejorar la evacuacion de condensados	(2) Condiciones básicas	(2) Alto Impacto	(2) Alto Esfuerzo	B
18		Ductos de desague con salpicado de agua al suelo	Alargar los ductos o llevar al desague trasero	(4) Fuentes de suciedad	(2) Alto Impacto	(2) Alto Esfuerzo	B
19		Abolladuras en el recubrimiento del ducto	Reparar abolladura	(2) Condiciones básicas	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	D
20		Fuga de Liquidos por la pared de la toña produciendo oxido en la tuberia cercana	Reparar fuga y eliminar oxido	(2) Condiciones básicas	(1) Bajo Impacto	(2) Alto Esfuerzo	D
21		Contaminacion por mal estado de la tapa de la alcantarilla	Cambiar sistema de cierre de la tapa de la alcantarilla	(4) Fuentes de suciedad	(2) Alto Impacto	(2) Alto Esfuerzo	B

En la quinta columna se selecciona de una lista desplegable el tipo de inconveniencia al cual pertenece la anomalía en base a la información mostrada en la tabla 11.

En la sexta columna se define el impacto que tiene esta tarea en el proceso o sector a la cual el equipo pertenece, se selecciona de una lista desplegable donde las categorías se separan en alto y bajo impacto, los cuales se definen en la tabla 13.

Tabla 13. Priorización impacto

Impacto Bajo:	NO EXISTE RIESGO DE ACCIDENTES
	NO PRODUCE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS
	NO AFECTA LA CALIDAD DEL PRODUCTO
	NO AFECTA LA PRODUCCION
Impacto Alto:	EXISTE RIESGO INMINENTE DE PRODUCIR ACCIDENTES
	PRODUCE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS SEVEROS
	AFECTA LA CALIDAD DEL PRODUCTO
	EXISTE RIESGO DE AFECTAR LA PRODUCCION EN CORTO PLAZO

En la séptima columna se define el esfuerzo que implica resolver esta tarea, este esfuerzo se define de una lista desplegable y su clasificación es de bajo y alto esfuerzo y también se definen en la tabla 14.

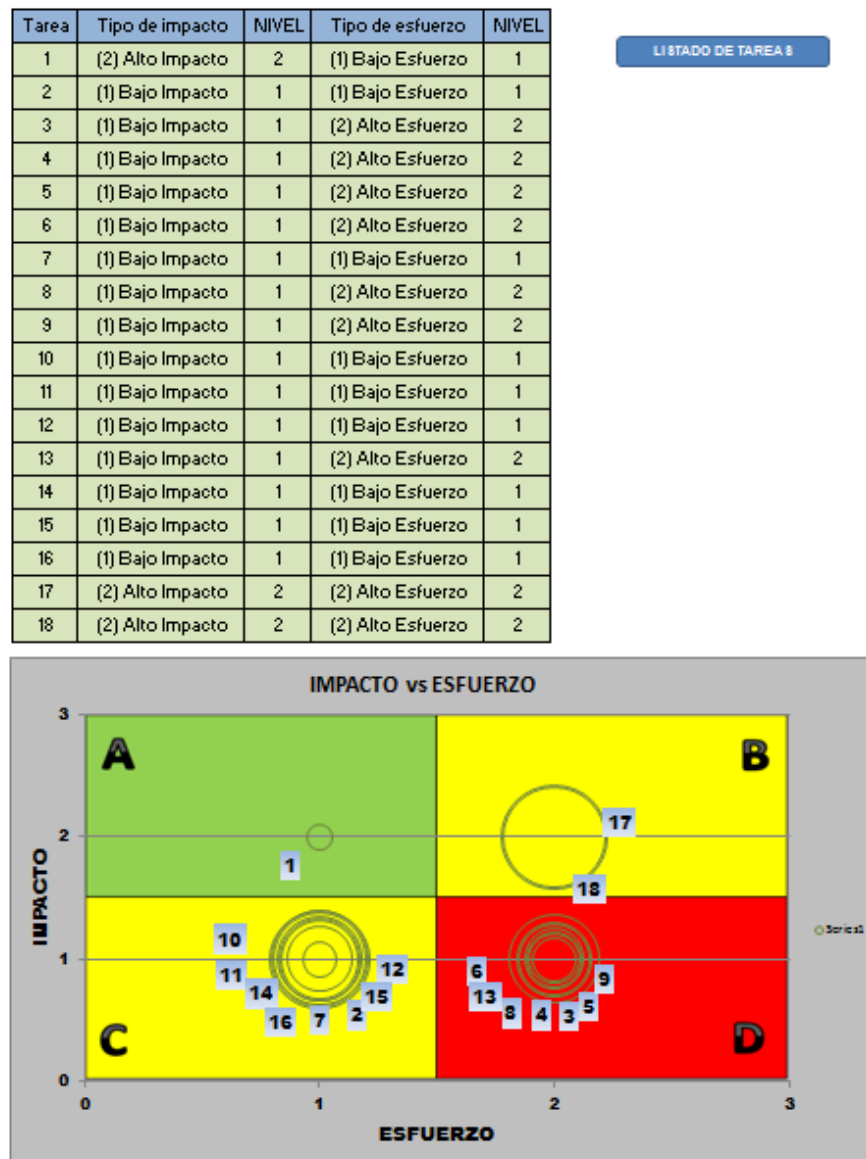
Tabla 14. Priorización esfuerzo

Esfuerzo Bajo	AQUELLA SOLUCION QUE DISPONE DE RECURSOS PROPIOS (PERSONAL, REPUESTOS, MATERIALES.).
	EL COSTO ES MENOR DE \$200,000
Esfuerzo Alto	SE REQUIERE LA INTERVENCION DE RECURSOS EXTERNOS.
	EL COSTO ES MAS DE \$200,000

Las dos últimas columnas se utilizan para calcular una prioridad a las tareas, la cual se encuentra en la columna 8, así, en base a esta priorización se forma matriz que se titula de impacto vs esfuerzo.

El objetivo de esta matriz es poder identificar las tareas y/o anomalías que causan mayor impacto y que requieran menor esfuerzo para ser resueltas de una manera más rápida, esta matriz se utiliza para definir cuáles son las correcciones que se deben dar prioridad, también se genera en el archivo automáticamente para ayudar a una fácil detección de las tareas a corregir rápidamente, esto se muestra en la figura 62.

Figura 62. Matriz impacto Vs esfuerzo para la tolva de afrecho



Como se puede observar las tareas se encuentran ubicadas en 4 posiciones, estas son las diferentes prioridades que se tienen se distinguen entre sí mediante el color y la letra del cuadrante, como se aprecia en la figura 62.

Una vez calculada esta prioridad, se indica que las tareas a desarrollar primero son las tipo A correspondientes a un alto impacto y por su facilidad para resolver, la hace de bajo esfuerzo, luego se continuaría con las tipo B, de mismo impacto pero de alto esfuerzo, después las tipo C de bajo impacto y bajo esfuerzo y por ultimo las tipo D que son las de bajo impacto y alto esfuerzo, esto quiere decir que no afectan en medida significativa el equipo y su solución si puede llegar a ser costosa.

Para el caso de la tolva de afrecho se observa que la tarea número 1 es la única de tipo A y será la primera a considerar, mientras que las tareas 6,13,8,4,3,5 y 9 de prioridad D serán las ultimas en ser solucionadas o se obviarán, en su defecto.

Luego de corregir todas las anormalidades tratables durante la limpieza inicial, se logró llevar al equipo a las condiciones básicas de la tolva de afrecho como se observa en las figuras 63, 64 y 65. Algunas de estas se pueden comparar en el anexo A.

Esta condición es la que se busca mantener durante la implementación de los demás pasos del M.A.

Figura 63. Tolva vista frontal y tablero de control manual, después de la limpieza inicial



Figura 64. Válvulas de dosificación de agua y de salida del mosto, después de la limpieza inicial



Figura 65. Moto-reductor del sinfín y válvulas de vapor y aire comprimido, después de la limpieza inicial



Es notorio el cambio de aspecto que sufre el equipo después de la limpieza inicial y reparar las anomalías, pero estas tareas no tienen un fin solamente estético, se busca que teniendo el equipo buenas condiciones se puede llevar un mejor control del mismo, mejorar la inspección facilitando la detección de fallas y así evitar el deterioro acelerado del mismo, esto es lo más importante en la metodología pues esta se basa en que el operador debe evitar, detectar y corregir problemas en las máquinas del sector de elaboración de productos.

Una vez establecidas las condiciones básicas para el equipo, se debe continuar con la tarea de mantenerlas y para esto se requiere la generación de un estándar desarrollado al final de esta etapa, denominado estándar LILA (Limpieza, inspección, lubricación y ajustes).

En el estándar LILA tiene que ir cada uno de los equipos en su estado de condiciones básicas, con el fin de comparar la situación con que el operador encuentra el equipo y las condiciones básicas establecidas en el estándar, y así determinar cualquier tipo de desviación de la máquina con el estándar y tomar alguna acción correctiva.

El estándar LILA está conformado por cuatro partes esenciales para el mantenimiento del equipo, las cuales son limpieza, inspección, lubricación y ajustes básicos.

Las tareas de limpieza en el estándar se deben realizar cuando el estado actual del equipo no satisface las condiciones básicas contempladas en el documento base.

También vienen estipuladas ciertas tareas de inspección, en las que se verifican elementos propensos a fallas y también los puntos que hay que lubricar dentro del equipo, indicando la condición normal de los mismos.

Con la lubricación el estándar pretende indicar los puntos de lubricación, el lubricante usado y su cantidad, o en su defecto indica el LUP que especifica esta labor.


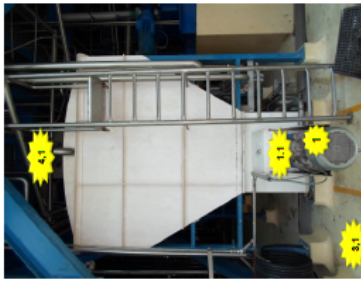
En los ajustes básicos, se da la operación para ajuste o reparación de elementos básicos de la máquina cuando estos están fuera de las condiciones básicas, se aclara que estas reparaciones se deben reportar al team leader o ingeniero a cargo.

Este estándar se realizó en equipo con los operarios e ingeniero a cargo del proceso, de esta manera se presenta el estándar correspondiente a la tolva de afrecho en la tabla 15. Para ver la tabla 15 en mayor amplitud ver anexo B.

Este formato deberá ser parte de las rutas de inspección del operario, deberá llevarlo hasta el equipo realizar la debida inspección de este y comparar con las condiciones básicas establecidas en el estándar, para de esta manera determinar las desviaciones que contiene la maquina con el estándar para ser corregidas debidamente.

En el estándar se encuentran fotos del equipo, donde se señalan los lugares claves donde el equipo presenta suciedad acelerada, lugar de inspección de

Tabla 15. Estándar LILA tolva de afrecho

CODIGO		MANTENIMIENTO AUTONOMO		ESTANDARES LILA (LIMPIEZA -INSPECCION-LUBRICACION-AJUSTES MENORES)		BAVARIA									
PAGINA 1 DE 1															
VERSION 01															
FECHA: 2010.08.23															
PLANTA		AREA		NOMBRE DEL EQUIPO		PERIODICIDAD									
REPRESENTACION GRAFICA DEL EQUIPO		SUBCONJUNTO COMPONENTE		ESTANDAR DE LIMPIEZA E INSPECCION		ESTADO DEL EQUIPO									
		DESCRIPCION		METODO DE INSPECCION		MEDIDAS EN CASO DE DESVIACION DEL ESTANDAR									
		ITEM		ESTANDAR DE LIMPIEZA E INSPECCION		ESTADO DEL EQUIPO									
		1		Conjunto Motor-reductor	No debe haber suciedad ni desgaste		Generar aviso para limpieza	5min	X			Operador			
		2		Válvulas y tuberías-afrecho	No deben haber suciedad ni condensación		Generar aviso para limpieza	5min	X			Operador			
		3		Válvulas y tuberías-contratificación agua	No deben haber suciedad ni condensación		Generar aviso para limpieza	5min	X			Operador			
		4		Escapa tolva de afrecho	No debe haber afrecho adherido de este		Generar aviso para limpieza	5min	X			Operador			
		2.1		Pteto de condensación	No debe haber acumulación de condensado		Generar aviso para limpieza	5min	X			Operador			
		3.1		Desagües	No debe haber suciedad ni fugas		Generar aviso para limpieza	10min	X			Operador			
		4.1		Escueta cable de afrecho	No debe haber acumulación excesiva de afrecho		Generar aviso para limpieza	15min	X			Operador			
		4.2		Nivel de tolva	El afrecho debe ser inferior al límite superior especificado (se resta polepneumático la tolva)		Generar aviso para limpieza	5min	X			Operador			
		1.1		Chumacera rodamiento skiff	Verificar estado de la grasa ISO VG 460		Generar aviso e informar al team leader	5min			X	Mecánico			
		1		Conjunto motor-reductor skiff	Revisar estado de aceite (no posea millas)		Generar aviso e informar al team leader	5min			X	Operador			
		4.3		Aperturas manual Manhole	Verificar estado de la grasa ISO VG 460		Generar aviso e informar al team leader	10min			X	Mecánico			
				SUBCONJUNTO COMPONENTE		TAREA A REALIZAR		LUBRICANTE		ESTANDAR DE LUBRICACION		ESTADO DEL EQUIPO		RESPONSABLE	
				ITEM		DESCRIPCION		LUBRICACION		ESTADO DEL EQUIPO		RESPONSABLE		RESPONSABLE	
1.1				Chumacera rodamiento skiff	Lubricación del rodamiento		REDUCTOR SINFIN CORONA. PARA EL ACTUADOR SE REQUIERE INSPECCIONAR QUE NO EXISTAN FUGAS DE GRASA POR LOS SELLOS. REALIZAR CAMBIO DE ACEITE.	5min			X	Mecánico			
1				Conjunto motor-reductor skiff	Lubricación del reductor		REDUCTOR SEMI TAREA DE REDUCTORES SIN MUELLO CAMBIO COMPLETO DE ACEITE CON 6.5 LITROS DE ACEITE APLICAR NORMAS DE SEGURIDAD PARA INICIAR LA TAREA. VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE. CADA MES APROXIMADAMENTE. EN CASO DE QUE NECESITE CAMBIARLE, ENTAR NO PASAR DE 24 MESES. REALIZAR ANÁLISIS DE ACEITE EN LA TOLVA. CADA TRES MESES REALIZAR EL ANÁLISIS CON EL OILCHECK.	5min			12 MESES	Mecánico			
4.3		Aperturas manual Manhole	Lubricación de la compuesta		PARA EL ACTUADOR SE REQUIERE INSPECCIONAR QUE NO EXISTAN FUGAS DE GRASA POR LOS SELLOS. REALIZAR CAMBIO DE ACEITE.	10min			12 MESES	Mecánico					

proceso y el sitio donde hay que lubricar el equipo. A cada uno de estos lugares clave del equipo se le asigna un número que identifica el subsistema de la máquina, por ejemplo los subsistemas para la tolva de afrecho son los siguientes:

- Subsistema 1 corresponde al conjunto moto-reductor, al cual también pertenece el rodamiento del sinfín al cual se le asignó el 1.1.
- Subsistema de envío del afrecho, en el cual las válvulas y tuberías de aire comprimido y vapor llevan el número 2, a este subsistema también se añadió la bandeja de condensados, a la que se le asignó el 2.1.
- El subsistema 3 está conformado por las válvulas y tuberías de dosificación de agua y el 3.1 correspondiente a los desagües para esta agua.
- La tolva y su ducto de alimentación son el subsistema 4.

En cada uno de estos sistemas el objetivo es permanecer dentro de las condiciones planteadas por su estándar y también establecer qué medida tomar si el equipo presenta desviaciones frente al estándar.

Por ejemplo asumiendo que en el subsistema número 1, correspondiente al conjunto moto-reductor del sinfín, el estándar plantea lo siguiente:

- No debe haber suciedad ni desgaste en los componentes.











En el caso de que el operador encuentre suciedad en el conjunto moto-reductor se tendría una desviación de las condiciones básicas impuestas en el estándar, de tal modo que se pasan a tomar acciones correctivas indicadas en el estándar, tal como:

- Generar un aviso para realizar limpieza.

De esta manera el operador debe generar un aviso en SAP o en el tablero digital de mantenimiento autónomo, dando detalles del nivel de desviación que evidencio en el equipo. Esta tarea es netamente de inspección, pero se permite un tiempo

de 10 minutos en caso de que la desviación sea mínima y pueda ser solucionada por el operario aplicando el método y los accesorios expuestos en la tabla 16.

Tabla 16. Métodos y elementos de limpieza e inspección.

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Sentido del Tacto
	Sentido del Olfato
	Sentido del Oido
	Sentido de la Vista
	Limpiador (escoba, brocha, etc)
	Cepillo cerda suave
	Herramienta
	Desengrasante CHESTERTON 803
	Alumisante
	Estopa o Wypall

En la anterior tabla se muestra gráficamente los métodos de inspección usados por el operario y en caso de pequeñas desviaciones, también están los elementos de limpieza que deben utilizar para su tareas.

5.2.2 Paso 2. Eliminar fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.

Una vez establecidas las condiciones básicas en el primer paso del M.A. ahora se busca conservarlas, de esta manera el segundo paso lleva a analizar las causas de la contaminación y las áreas difíciles de mantener limpias, para poder eliminarlas o controlarlas de manera tal que se faciliten las tareas de inspección y de limpieza.

El objetivo de esta área es eliminar las fuentes de contaminación (FC) y las áreas de difícil acceso (ADA) para reducir el tiempo invertido en las tareas del estándar LILA, a su vez con esto se pretende evitar el desgaste acelerado de la maquina a largo plazo.

Para pensar en eliminar estas zonas problemáticas en el equipo, primero se debe definir cada una de ellas.

➤ Fuente de contaminación (FC)

Son las áreas, elementos o fallas que generan algún tipo de fuga o derrames de lubricante, producto, vapor, polvo u otros materiales considerados suciedad para el equipo.

➤ Áreas de difícil acceso (ADA)

Son áreas Son áreas de la máquina que por su geometría y/o lugar de ubicación dificultan el acceso a labores de las siguientes actividades:

- LILA (limpieza, inspección, lubricación y ajustes).
- Operación.
- Reparación.

El paso 2 del MA es más corto que el paso 1, lo que se busca en este paso son los siguientes dos puntos:

- Mitigar o eliminar las fuentes de contaminación presentes en el equipo para reducir el tiempo dedicado a la limpieza del mismo.
- Mitigar o eliminar en lo posible los lugares de difícil acceso para las tareas del estándar LILA, la operación y reparación en el equipo.

En el paso 1 del M.A. cuando se realizó la clasificación de las anomalías, se incluyó dentro de estas las áreas de difícil acceso y las fuentes de contaminación, con el fin de facilitar la implementación del segundo paso.

En este proyecto se tratarán dos ejemplos específicos de la metodología que se utiliza para clasificar las fuentes de contaminación y los lugares de difícil acceso, desde que se identifica hasta que se corrige.

➤ **Análisis de fuente de contaminación**






Para dar una idea clara del trato que se toma frente a una FC se tratará el caso del tanque auxiliar de mosto, este recipiente es al cual llega el mosto resultante de la filtración, para el ejemplo se observará el desagüe de las válvulas de mariposa ubicadas en las líneas de limpieza del CIP para el tanque auxiliar, desde el registro de anomalías realizado en el paso 1 se clasificaron ciertas tareas como una fuente de contaminación, estas tareas se muestran en la tabla 17, en estas se aprecia la generación de suciedad debido a fugas, acumulación de material o acumulación de óxido. A continuación se tratará cada una de las tareas.

- **Tarea 1:** Condensación de vapores provocando humedecimiento del piso, esto puede producir accidentes en el área de trabajo por lo tanto es necesario mitigarla, no se puede eliminar porque se necesita evacuar estos

vapores para reducir la presión y la temperatura del mosto almacenado luego de la filtración.

Solución: Extender la tubería hasta la canaleta más cercana; otra solución es acumular esta condensación para después desecharla.

Tabla 17. Tareas clasificadas como fuentes de contaminación (FC) para el tanque auxiliar de mosto

1		Condensación de vapores provocando piso húmedo	(4) Fuentes de suciedad
10		Desagüe a media altura; dificulta limpieza del canal a la hora de retirar la rejilla	(4) Fuentes de suciedad
12		Derrames de agua debido a las salidas de agua de las válvulas de doble lenteja	(4) Fuentes de suciedad
14		Contaminación por mal estado de la tapa de la alcantarilla	(4) Fuentes de suciedad
18		Desagües a media altura causan derrames de agua en el suelo	(4) Fuentes de suciedad

- **Tarea 10:** Desagüe a media altura, provoca salpicaduras en el piso del área, generando una fuente de riesgo de accidente para el operario; dificulta la tarea de retirar la rejilla para la limpieza del canal.

Solución: Alargar el desagüe hasta el fondo de la canaleta para evitar salpicaduras y realizar el corte a la rejilla para facilitar la retirada de esta por sobre el desagüe.

- **Tarea 12:** Salpicaduras en el colector para el agua para la válvula de doble lenteja.

Solución: Se consideraron varias soluciones, entre ellas, extender los ducto dentro del colector o remover la tapa superior del colector y elevar las paredes del mismo; al final se optó por facilidad y eficiencia extender los ductos dentro del colector como se observa en la figura 66, el antes a la izquierda y después de la expansión a la derecha.

Figura 66. Desagüe válvulas de doble lenteja, antes y después



- **Tarea 14:** contaminación por mal estado de la tapa de la alcantarilla.

Solución: Reinstalar tapa de la alcantarilla asegurando un cierre hermetico entre el conjunto caja y tapa, al suelo.

- **Tarea 18:** Desagües a media altura causan derrames de agua en el suelo.

Solucion: Se opto por la instalacion de un armazon para la ubicacion de una manguera de manera tal que se agilice la limpieza del equipo en general. Se estudia la propuesta de solucion inicial de la expansion de la tuberia y rediseño de la alcantarilla, pero se decide que no es prioridad mejorar este elemento, por tal motivo esta fuente de contaminacion no se elimina sino se mitiga, como se muestra en la figura 67.

Figura 67.Desagüe de proceso. Antes y después



Al final de este análisis se reúne la información de las F.C. mitigadas, las que se eliminan y las que no se pueden tratar, de esta manera se llena un formato denominado mapa de FC mostrado en la tabla 18 el cual se dispone de este en el tablero digital de MA así de esta manera el operario deberá tener en cuenta estas áreas para la inspección.

Tabla 18. Mapa de FC para el tanque auxiliar de mosto

Tarea	Identificación	Descripción del problema	Muestreo de información	Solución	Evidencia
1		Condensación de vapores provocando piso mojado		NO	
10		Desague a media altura; dificulta limpieza del canal a la hora de retirar la rejilla		NO	
12		Derrames de agua debido a las salidas de agua de las valvulas de doble lenteja		SI	
14		Contaminación por mal estado de la tapa de la alcantarilla		NO	
18		Desagues a media altura causan derrames de agua en el suelo		SI	

En el anexo c se puede observar en mayor detalle, este mapa.





➤ **Análisis área de difícil acceso**

Según el listado de tareas registrado en el paso 1 del MA se hallaron ciertas tareas clasificadas como área de difícil acceso, ahora como objetivo del paso 2

se deben analizar si estas áreas se pueden eliminar, mitigar u omitir, esto último ocurre cuando la geometría del equipo es inviable para modificaciones por cuestión de operación o economía.

En la tolva de afrecho se encontraron varias tareas como áreas de difícil acceso, las cuales son mostradas en la tabla 19.

Tabla 19. Tareas clasificadas como áreas de difícil acceso (ADA) para la tolva de afrecho

1		Difícil acceso al dispositivo de apertura manual del manhole	(3) Locales de difícil acceso
10		Difícil acceso a la parte superior de la tolva para realizar limpieza	(3) Locales de difícil acceso
12		Difícil acceso al interior de la tolva para eliminar incrustaciones	(3) Locales de difícil acceso
13		Difícil acceso para limpieza de material e incrustaciones en el manhole	(3) Locales de difícil acceso

Como ejemplo se van a tratar las ADA encontradas en el sistema de la cuba de filtración, específicamente en la tolva de afrecho, la función de esta es evacuar el afrecho proveniente de la olla de filtración hacia el secador, para después disponer de este como producto alterno.

Este afrecho es el residuo sólido formado por la cascarilla contenida en el mosto, que al ser filtrado se barre del fondo de la olla siendo arrastrado hasta el manhole ubicado en la base de esta, por el cual al descender cae por un ducto directamente al tornillo sinfín de la tolva, seguido a esto se impulsa mediante una mezcla de vapor y aire comprimido hacia el área de secado.

De esta manera se entra a analizar cada una de las ADA, se buscan soluciones y se determina la viabilidad de la solución, las cuales se van a tratar a continuación:

- **Tarea 1:** Difícil acceso para tareas de inspección, limpieza y lubricación en el sistema de apertura manual del manhole, debido a que se encuentra a una altura superior a los 4 metros y es catalogado como trabajo en alturas.

Solución: La acción correctiva más fácil y accesible es el uso de una plataforma de elevación hidráulica; se propusieron también un andamio fijo pero por costos de montaje e interferencia con la infraestructura del área, se obvio, al igual que claramente la reubicación del sistema puesto que el manhole debe encontrarse a esa altura, para cumplir la tarea del sello entre el ducto y la olla, así mismo permitir la caída tanto del afrecho como del mosto.

- **Tarea 10:** Difícil acceso a la cubierta superior de la tolva y a la compuerta del ducto de caída de afrecho, por estar a una altura superior a 2 metros, se toma como trabajo en alturas, actualmente dispone de una escalera fija en la parte posterior de la tolva.

Solución: No se mitiga, ni se elimina, por geometría del equipo es inevitable la posición de esta zona, se recomiendan los cuidados indicados para trabajo en alturas y la instalación de líneas de vida o barandas en la parte alta.

- **Tarea 12:** Dificil acceso al área interna de la tolva, como primera medida el acceso se encuentra en la parte alta de la tolva, por la compuerta del ducto de caída de afrecho y segundo es un espacio confinado, esto dificulta la remoción de incrustaciones, la limpieza del tornillo y soportes del eje del mismo.





Solución: No se toman medidas que modifiquen el equipo puesto que estas condiciones, fuera de las básicas, no se presentan a menos que sea una falla total de la batería de limpieza CIP o de los sensores de nivel dentro de la tolva; por otro lado se mantuvo el plan de limpiezas diarias con un CIP normal y semanales con la aplicación de CIP largo.

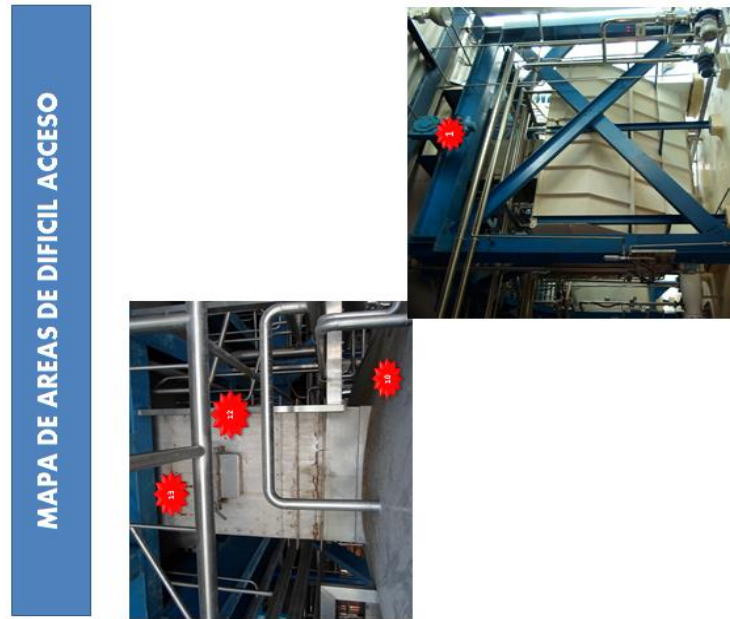
- **Tarea 13:** Dificil acceso al manhole, el acceso se realiza de igual manera por el ducto de caída de afrecho, esta dificulta la remoción de incrustaciones y la limpieza manual de la cara interna del manhole.

Solución: La tarea de limpieza se realiza de igual manera mediante el uso del CIP largo semanalmente.

Como se puede observar en este caso la eliminación de las ADA no es una opción viable, pero si se busca el modo de facilitar la realización de las tareas LILA por parte del operario, el cual se dedica básicamente a inspeccionar el equipo en este caso. Es de valiosa importancia que el operador conozca estas ADA por ese motivo se realiza un filtro en las tareas y se realiza un formato llamado mapa de ADA con el cual ellos se orientan a la hora de la inspección y demás tareas estipuladas en el LILA, en la tabla 20 se puede observar el mapa de ADA generado para la tolva de afrecho.

Tabla 20. Mapa de ADA para la tolva de afrecho

Tarea	Identificación	Descripción del problema	Nivel de accesibilidad: Click para información	Solución	Evidencia
1		Difícil acceso al dispositivo de apertura manual del manhole	(3) Locales de difícil acceso	NO	<p>POR LA GEOMETRIA DEL EQUIPO NO SE PUEDEN REALIZAR MODIFICACIONES PARA MEJORAR EL ACCESO</p>
10		Difícil acceso a la parte superior de la tolva para realizar limpieza	(3) Locales de difícil acceso	NO	
12		Difícil acceso al interior de la tolva para eliminar incrustaciones	(3) Locales de difícil acceso	NO	
13		Difícil acceso para limpieza de material e incrustaciones en el manhole	(3) Locales de difícil acceso	NO	



En el anexo D se muestra este mapa de ADA en mayor detalle.

Debido al tamaño y la importancia dentro del proceso de producción de la mayoría de equipos en el área de elaboración, se busca facilitar el acceso sin tener que modificar los equipos de manera drástica.

En el caso de los demás equipos tratados, se encontraron situaciones similares en las cuales la geometría y el tamaño del equipo impiden realizar muchas labores de modificación, entonces se tratara de mejorar las prácticas de mantenimiento para así lograr una mitigación de estas fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.

5.3 ETAPA 3. LUBRICACION E INSPECCION.

5.3.1 Paso 3. Lubricación.

En el área de elaboración ocurre un caso particular respecto al tema de la lubricación, ya que es un área bajo sumo control en contaminación, las tareas de lubricación no están dentro de las posibilidades de los operarios, puesto que esto podría conllevar a una contaminación cruzada del producto, por tal motivo, las labores de inspección manual y cambio de lubricante serán únicamente realizadas por el especialista mecánico del área.

El operador dentro de sus tareas LILA sobre lubricación solamente tendrá a carga las inspecciones visuales del lubricante y estará capacitado en las tareas de lubricación, aunque no sea el responsable de ellas, ya que en esta etapa se busca mejorar las competencias que tienen los operadores con respecto a los temas de lubricación, esto se logra por medio de una serie de capacitaciones las cuales se enfocan en llevar este contenido:

➤ **Funciones de los lubricantes**

Las funciones primordiales de los lubricantes son:

- Reducir fricción.
- Disipar calor.
- Dispersar contaminantes.

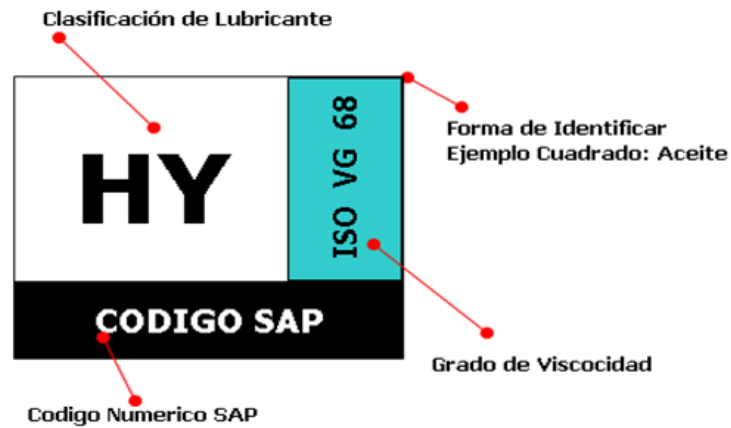
➤ **Codificación en cuartos de almacenamiento de lubricantes, carros de lubricación y puntos de aplicación.**

En las etiquetas se utilizara un sistema de 4 elementos que nos facilitara la identificación del aceite y sus propiedades, estos elementos son:

- Tipo de Lubricante – Aceite o Grasa
- Aplicación del Lubricante.
- Grado de Viscosidad/Consistencia (Color / Nombre).
- Código SAP

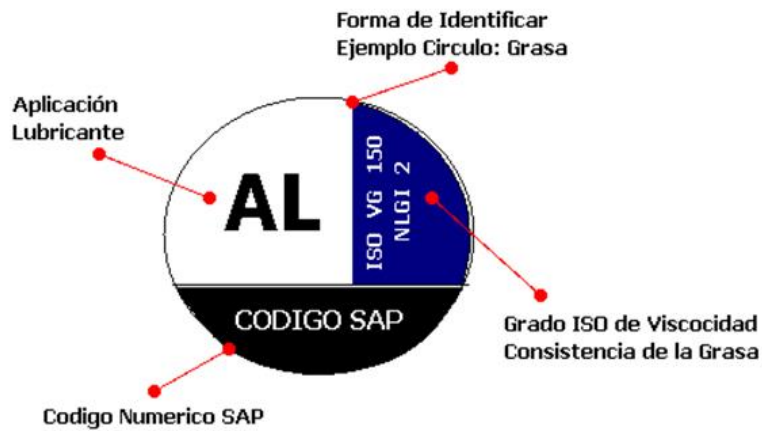
Este sistema permite reconocer fácilmente que tipo de lubricante se debe usar, utiliza 2 formas geométricas para diferenciarlos, se usa una etiqueta cuadrada para los lubricantes líquidos o aceites, y una etiqueta circular para las semisólidas o grasas, como se aprecia en las figuras 68 y 69.

Figura 68. Ejemplo de etiqueta para aceites y sus respectivos elementos



Fuente: Division Ingenieria Bavaria

Figura 69. Ejemplo de etiqueta para grasas y sus respectivos elementos



Fuente: Division Ingenieria Bavaria

Como se puede observar la etiqueta posee 3 zonas fácilmente reconocibles, así de esta manera la etiqueta brinda la información necesaria para la identificación del lubricante por parte del operario, estas zonas se definen a continuación:

- **Sección 1:** Se encuentra a la izquierda de la etiqueta, en ella encontraremos dos letras las cuales nos indicaran el tipo de aplicación que posee el lubricante, dependiendo si es aceite o grasa.

Estas listas de dos letras están reguladas por el sistema LIS (Lubricant Identification System) el cual presenta las siguientes tablas para su identificación, en la tabla 21 se observan los códigos de letras para aceites y sus aplicaciones dentro de la planta complementada con la figura 22 donde se designan las referencias para los aceites según el sistema LIS de NORIA para abarcar otro tipo de equipos, mientras que en la tabla 23 se encuentran los códigos para las grasas y sus aplicaciones dentro de la planta.

Tabla 21. Clasificación de aceites industriales usados en la planta Bavaria Bucaramanga

CLASIFICACION DE LUBRICANTE	LETRA CÓDIGO
CABLE	CB
REFRIGERACION	RE
MOTOR	ME
HIDRAULICO	HY
CILINDROS	CY
MAQUINA DE PAPEL	PM
CADENAS	CH
TURBINAS	TU
HUSILLOS	SP
COMPRESOR REFRIGERACION AMONIACO	CA
COMPRESOR DE AIRE RECIPROCANTE	CR
COMPRESOR DE AIRE TORNILLO SECO	CD
COMPRESOR DE AIRE TORNILLO INUNDADO	CS
TRANSFORMADOR	TR
GUIAS Y BANCADAS	WL
ENGRANAJE SINFÍN CORONA	GW
ENGRANES ABIERTOS	GO
ENGRANES CERRADOS	GE
ENGRANAJES SINTETICO POLIALFAOLEFINA	PAO
ENGRANAJES SINTETICO POLYALKELINGLICOL	PAG

Fuente: División Ingeniería Bavaria

Tabla 22. Clasificación complementaria con el sistema LIS de Noria

CLASIFICACIÓN DE LUBRICANTE	LETRA CÓDIGO	CLASIFICACIÓN DE LUBRICANTE	LETRA CÓDIGO
Perforación Neumática	AD	Hidráulicos Base Éster	HE
Líneas de Aire	AL	Hidráulicos Base Glicol	HG
Herramientas Neumáticas	AT	Hidráulicos Base Agua	HW
Cable	BL	Hidráulicos	HY
Compresores de Refrigeración Amonia	CA	Aislantes Eléctricos	IE
Compresores de Aire Tornillo Seco	CD	Correderas	KN
Compresores de Refrigeración Freón	CF	Aceites de Circulación	LA
Compresores de Gas	CG	Cadenas	NL
Compresores de Aire Reciprocantes	CR	Motosierras	NS
Compresores de Aire Tornillo Inundado	CS	Aceites Solubles	OL
Compresores de Aire Paletas	CV	Máquina de Papel	PM
Transmisión Automática	DA	Husillos	SP
Transmisión C4	DC	Turbinas Ciclo Combinado	TC
Transmisión TO4	DO	Turbinas Gas	TG
Transmisiones Manuales	MT	Turbinas Vapor	TV
Motores Diesel	ED	Guías	WL
Motores Gasolina	EG	Engranajes Automotrices	GA
Motores Gas Natural	EN	Engranajes Cerrados	GE
Motores Dos Tiempos	ET	Engranajes Abiertos	GO
Lubricantes Textiles	XT	Engranajes Sinfin	GW
Transferencia de Calor	HT		

Fuente: <http://www.machinerylubrication.com/sp/lis.asp>

Tabla 23. Clasificación de grasas usadas en la planta Bavaria Bucaramanga

CLASIFICACION DE LAS GRASAS	LETRA CÓDIGO
GRADO ALIMENTICIO	AL
ALTAS TEMPERATURAS	AT
ALTAS CARGAS	AC
MULTIPROPOSITO	MP
ENGRANAJES ABIERTOS (ADHESIVAS)	GO
RESISTENTE A LA SODA CAUSTICA	RS

Fuente: División Ingeniería Bavaria

- **Sección 2:** Ubicada a la derecha de la etiqueta, en esta sección se encuentra la información referente a la viscosidad en el caso de los aceites y en el caso de las grasas se encontrara la viscosidad y el grado de consistencia NLGI.

La viscosidad la podremos reconocer de dos maneras, la primera es escrita según norma ISO y la segunda viene implícita en el color de fondo de la sección. En la

tabla 24 vemos la codificación según la norma ISO y en la tabla 25 el color correspondiente.

Tabla 24. Grado de viscosidad norma ISO

VISCOSIDADES ISO
ISO VG 10
ISO VG 22
ISO VG 32
ISO VG 46
ISO VG 68
ISO VG 100
ISO VG 150
ISO VG 220
ISO VG 320
ISO VG 460
ISO VG 680
ISO VG 1000
ISO VG 1500

Fuente: Division Ingenieria Bavaria

Tabla 25. Grados de consistencia NLGI para grasas

GRADO NLGI	CLAVE
NLGI #000	000
NLGI #00	00
NLGI #0	0
NLGI #1	1
NLGI #2	2
NLGI #3	3
NLGI #4	4
NLGI #5	5
NLGI #6	6



Fuente: <http://www.machinerylubrication.com/sp/lis.asp>

- **Sección 3:** Se encuentra en la parte inferior de la etiqueta y esta apartada para el código SAP del lubricante.

Este código en SAP nos permite acceder a información que no se puede imprimir dentro de la etiqueta, ya que las combinaciones posibles de lubricantes son inmensas, por todas sus características físicas del lubricante como las características de aplicación.

El código SAP identifica a los lubricantes, considerando no sólo su aplicación y grado de viscosidad, sino que también incluye el tipo de aceite básico y las características especiales que hacen único a un lubricante. Estas características deberán ser incluidas en la descripción del código y como mínimo deberían tener las siguientes: grado ISO de viscosidad, grado NLGI (grasas) tipo de aceite base (mineral, mineral aditivado), sintético (polialfaoleina, etc. completar) propiedades especiales, aditivos especiales.

➤ **Equipos y procedimientos de lubricación**

Se pueden considerar las pistolas de grasa, recipientes de aceite, equipos de medición oil check, etc.

Una vez realizadas las capacitaciones sobre los temas anteriores, los operadores deben estar en capacidad y cumplir con las competencias estipuladas para las tareas de lubricación, las cuales se han definido para la planta en base a la metodología TRACC de la siguiente manera:

1. Lubrica correctamente siguiendo el procedimiento o mapa de lubricación de su máquina, identificando los puntos de lubricación de la máquina así como el tipo de lubricante, solvente y desengrasante.

2. Cumplir los planes de mantenimiento para nivel 1 de lubricación, vía SAP
3. Llevar a cabo la revisión de las líneas neumáticas y depósitos de lubricación por goteo
4. Uso rutinario de la pistola de lubricación (rodamientos, rodillos, etc.)
5. Identificar las fugas en los sistemas de lubricación
6. Inspeccionar sistemas de auto lubricación, verificar relleno, verificar funcionamiento (identificar fallos de funcionamiento)
7. Comprender los principios básicos de lubricación
8. Identificar los tipos de lubricantes
9. Identificar los puntos de lubricación (Mapa de Lubricación)
10. Almacenamiento de Lubricantes / GMP / CQS
11. Comprobar y llenar oportunamente los depósitos de lubricación
12. Retire el exceso de grasa de los rodamientos y graseras
13. Realizar avisos reportando defectos en los sistemas de lubricación.

Teniendo establecidas las competencias del operador y las capacitaciones sobre lubricación, se prosigue a revisar lo implementado en el área sobre este tema.

Dentro de las disposiciones de la planta previamente implantadas en el tema de M.A. las primordiales para la implementación del mantenimiento autónomo, se encontraron mapas de lubricación de los equipos piloto, el filtro de cerveza STEINECKER y el molino de malta HUPPMANN, sumado a esto se encontraron lecciones de un punto (LUP's) creadas y revisadas por el líder especialista en

lubricación de la planta, único certificado a nivel nacional por la SAE (Society Automotive Engineers) en tribología.

Estos mapas de lubricación son formatos propios a cada equipo o área, en él se tiene identificados los puntos de lubricación, el tipo de lubricante y el estándar de cumplimiento de la tarea, la información completa del mapa se detalla en seguida:

- Una foto del componente o elemento de maquina donde se va a realizar la lubricación.
- Definir el tipo de tarea, en este caso solo nos interesan las tareas de lubricación pero en el mapa se colocan también tareas de inspección.
- Se define el punto de lubricación en el elemento de máquina que interese en el momento.
- Se detalla el estado de la máquina, esto importante para la seguridad de la persona que realice la tarea.
- Se especifica el estándar de la tarea a realizar, se describe de una manera breve las acciones a realizar para llevar a cabo la tarea.
- Se especifica el tipo de lubricante con el código correspondiente.
- La frecuencia con la que esta tarea se debe realizar.

Un ejemplo de estos mapas, es el mostrado en la tabla 26, el cual corresponde al molino de malta HUPPMANN. Para apreciar estar este mapa ampliado ver el anexo E.

Como se mencionó anteriormente, también se encontró dentro de la información recopilada LUP'S (lecciones de un punto), los cuales son documentos en los que se especifica el desarrollo paso a paso de una tarea cualquiera de mantenimiento u operación para cualquier equipo.


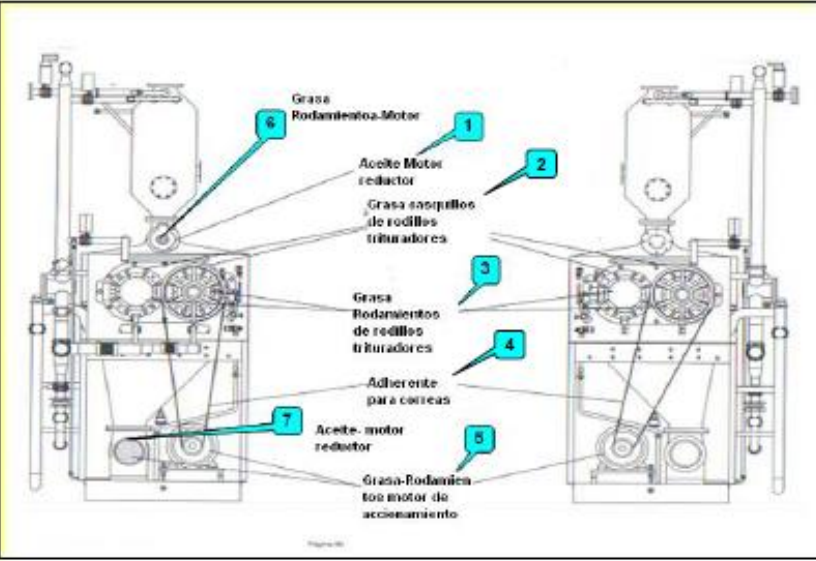









Estos son instructivos de estandarización de trabajo, con la finalidad de que el proceso al cual se le aplica la LUP siempre se realice de la misma manera y cumpla los mismos requisitos, sin importar que operario realice la tarea, siempre

se estandariza la mejor manera de realizar la tarea y con el mínimo de tiempo posible.

En la figura 70 se puede observar un ejemplo de un archivo LUP para lubricar con inyector manual, como es el caso del motor en el sinfín y el sistema manual de apertura del manhole.



La importancia de estos mapas y LUP'S dentro de la implementación del MA es primordial, por ser material técnico instructivo de estandarización, de esta manera queda claro para el operario los puntos de lubricación y la manera correcta de realizar la tarea, ya que se indican cantidades, herramientas y frecuencia en cada tarea relacionada con lubricación y otras en general.

Tabla 26. Mapa de lubricación para el molino de malta HUPPMANN


CÓDIGO: 001		UBICACIÓN DE ACTIVO		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO MAPA DE LUBRICACIÓN MOLINO DE MALTA HUPPMANN		 ACTUALIZACIÓN: 1	
							
PUNTO DE LUBRICACION	COMPONENTE	OPERACION TAREA	PUNTO DE LUBRICACION	ESTADO MAQUINA	ESTADOS	LUBRICANTE	FRECUENCIA
1		VERIFICAR E INSPECCIONAR EL ACEITE DEL MOTOR REDUCTOR	REDUCTOR	PARADA	INSPECCIONAR EL CORRECTO NIVEL DEL ACEITE DE REDUCTOR DE EJES DE LA LINEA DEL MOLINO. RETIRAR CON UNA LLAVE BRINDO EL TAPON DE NIVEL IDENTIFICADO CON EL CIRCULO VERDE. EN CASO DE ENCONTRARSE UN BAJO NIVEL DE ACEITE PROCEDER A RELLENAR (CUIDAR EL TAPON IDENTIFICADO CON EL CIRCULO AMARILLO) HASTA EL NIVEL ADICIONADO (CUIDANDO EMPUJAR A SUJER ACEITE POR EL DISCO DEL TAPON VERDE) UTILICE ACEITE PARA INDICADORES DE GRADO ISO-VIS. INSPECCIONAR EL ESTADO DEL ACEITE VISUALMENTE. EN CASO DE ENCONTRARSE DETERIORACION DE LO NORMAL, PROCEDA AL CAMBIO COMPLETO DEL ACEITE. UTILICE ACEITE ISO-VIS.		30
2		VERIFICAR Y LUBRICAR LOS CARGILLOS DE LOS RODILLOS TRITURADORES	CARGILLOS DE RODILLOS TRITURADORES	FUNCIONAMIENTO	INSPECCIONAR EL CORRECTO NIVEL DE GRASA DEL RESERVORO DEL DISPOSITIVO DE PASADISOR LUBRICAR DE LOS CARGILLOS. EN CASO DE ENCONTRARSE POR DEBAJO DE LA LINEA AMARILLA, PROCEDER A RELLENAR UTILIZANDO EL SELECTOR MANUAL CORRESPONDIENTE. LUBRICADO SOLO HASTA LA LINEA VERDE UTILIZANDO GRASA KLUBER ISOAWDREX 100 E 100-2. ASEGURAR QUE EL PUNTO DE PUNTA SE ENCUENTRE LIBRE DE DEPOSITOS.		8
3		INSPECCIONAR, VERIFICAR Y LUBRICAR LOS RODILLOS TRITURADORES	RODAMIENTOS DE LOS RODILLOS TRITURADORES	PARADA	APLICAR NORMAS DE SEGURIDAD PARA USAR LA TARRA. APLICAR MOTOR PERSONAL PARA PODER RETIRAR LAS CORREAS EN V. DEMONSTRAR MANEJO DE FUERZA Y POLVO. DESACOPLAR TARRA PROTECTORA DE RODAMIENTO. LUBRICAR SUPERIOR DE LA TARRA PROTECTORA Y VERIFICAR EL DESGASTE DEL RODAMIENTO. CON EL CALIBRADOR DE SALIDA LUBRICAR HASTA LA METAD DEL RODAMIENTO Y DE LA TARRA CON GRASA PARA ALTA CARGA EPINORMA MANUAL. ASEGUR MONTAR DE FORMA SUFICIENTE CERCIONADORES QUE QUEDA BIEN ALINADA LA POLVA RESPECTO A LA BOLSA DEL MOTOR Y TIRADOR LAS CORREAS CON UNA FORTIFICACION DE 2MM. TANTO A LA ESQUERDA COMO A LA DERECHA. APLICAR E EN LAS AREAS DONDE SE REALIZA LA TARRA.		8
4		VERIFICAR E INSPECCIONAR EL ACEITE DEL MOTOR REDUCTOR	REDUCTOR	PARADA	INSPECCIONAR EL CORRECTO NIVEL DEL ACEITE DE REDUCTOR DE BOMBA. RETIRAR CON UNA LLAVE BRINDO EL TAPON DE NIVEL IDENTIFICADO CON EL CIRCULO VERDE. EN CASO DE ENCONTRARSE UN BAJO NIVEL DE ACEITE PROCEDER A RELLENAR (CUIDAR EL TAPON IDENTIFICADO CON EL CIRCULO AMARILLO) HASTA EL NIVEL ADICIONADO (CUIDANDO EMPUJAR A SUJER ACEITE POR EL DISCO DEL TAPON VERDE) UTILICE ACEITE PARA INDICADORES DE GRADO ISO-VIS. EN CASO DE ENCONTRARSE DETERIORACION DE LO NORMAL, PROCEDA AL CAMBIO COMPLETO DE ACEITE. UTILICE ACEITE ISO-VIS. EN CASO ALTERNATIVO.		30
		LAVAR Y ORDENAR	AREAS DE TRABAJO	PARADA	FOR LA TARRA, UTILICE LOS SELECCIONADORES MANUALES DE GRASA UTILIZANDO POLVO DE EN LA AREA DE TRABAJO Y EN EL CASO DE LUBRICACION. REVISAR LOS NIVEL DE FUMOS DE LUBRICACION Y DISPOSICION EN EL SETO CORRESPONDIENTES DEL CUARTO DE LUBRICACION.		
COMENTARIOS DE SEGURIDAD							
* Usar cinturón de seguridad y casco de acuerdo al sitio de trabajo. * No utilizar alcohol, bebidas azucaradas, ni alcohol. * Trabajar en seco, limpio y ordenado. * Después de trabajar, lavar las manos y evitar el uso de teléfonos.				* En caso de tener una lesión o golpe, informe al supervisor. * No utilizar herramientas sin licencia o no autorizadas. * No se debe beber ni fumar alcohol, ni consumir drogas. * No se debe permitir el paso de nadie a través de las correas.			
* Para la instalación de las líneas eléctricas, verifique el nivel de lubricación de equipos y a las LUP# 1.2.3.4.5.6. * RECORRE TODO LA MAQUINA COMO EL NIVEL DE LUBRICANTE AFECTA LA VIDA ÚTIL DE LAS MAQUINAS.							

Fuente: Division Ingenieria Bavaria


Figura 70. LUP Lubricar con inyector manual

	LECCION DE UN PUNTO	
---	----------------------------	---


TEMA	LUBRICAR CON INYECTOR MANUAL	Consecutivo:	3
		Fecha:	1 de noviembre de 2008
TIPO	<input checked="" type="radio"/> Conocimiento Básico <input type="radio"/> Mejora <input type="radio"/> Problema	Preparó:	Apoyó:
		GABRIEL HERNANDEZ	EQUIPO PEST
			Revisó:
			CARLOS MORA



➔




SELECCIONE EL INYECTOR DE GRASA A UTILIZAR DE ACUERDO A EL ELEMENTO QUE SE VA A LUBRICAR, GUIESE POR EL MAPA DE LUBRICACION O POR LA DEMARCAACION EN LOS PUNTOS A LUBRICAR



➔



POSICIONE LA PUNTA DEL INYECTOR SOBRE LA GRASERA ASEGURANODOSE EL AJUSTE ADECUADO



INYECTE LA CANTIDAD DE GRASA ACCIONANDO EL MANGO DEL INYECTOR TOMANDO COMO REFERENCIA LAS MARCAS UBICADAS EN EL MANGO LAS CUALES INDICAN QUE CANTIDAD DE GRASA EN GRAMOS SE INYECTA DE ACUERDO AL ANGULO DE ABERTURA. UN BOMBAZO EQUIVALE A 0,5 / 1 / 1,5 GRAMOS DE ACUERDO AL ANGULO DE ABERTURA.

Fuente: Division Ingenieria Bavaria

Para terminar las bases de lubricación que se tienen en el área, cabe mencionar una de suma importancia, como lo es la demarcación de los equipos mediante el etiquetado usado en la planta (explicado al principio de esta sección), estos se ubican en cada equipo en un lugar cercano y visible al punto de lubricación o de inspección, esto se puede observar en la figura 71.

Figura 71. Ejemplos de demarcación en los equipos del área de elaboración



Con el uso de estas herramientas se pueden dar por alcanzadas ciertas competencias de lubricación en los operarios, los cuales tienen que cumplir con el conocimiento y adecuado uso de estas LUP'S.

Como objetivo de esta etapa del MA se debe dar por completo el cumplimiento de las competencias las cuales se alcanzan con trabajo en campo, demostrado por las LUP'S así se explica de la siguiente manera:

1. Se lubrica correctamente siguiendo el procedimiento o mapa de lubricación de su máquina, identificando los puntos de lubricación de la máquina así como el tipo de lubricante, solvente y desengrasante. Esta competencia se validó con la presentación de los mapas de lubricación y la demarcación de los puntos de lubricación para el equipo.
2. Se cumplen planes de mantenimiento para nivel 1 de lubricación. Validado con evidencia de tareas de lubricación para el área de elaboración (tabla 27).

Tabla 27. Ordenes de trabajo lubricación en el área de elaboración

TIPO	#ORDEN	DESCRIPCION	FECHA OT	ENCARGADO	EQUIPO	FECHA AVISO	#AVISO
ZOT3	50178257	INSTALAR EN EL TANQUE (FERMENT/MADURADO	2009.07.20	HADARMER	TANQUE FERMENTADOR 13	2009.07.18	1006942
ZOT4	50181725	13343 AGR-VAR ELECT SINFIN 5 SILO-TRAN F	2009.08.03	LCOCONUF	TRANSPORTADOR SINFIN DE SILO 5	2009.08.03	1004080
ZOT4	50181692	13343 AGR-VAR WHIRPOOL FUNCIONANDO	2009.08.03	LCOCONUF	OLLA WHIRLPOOL	2009.08.03	1004117
ZOT4	50186724	2584 JFS - I/F MITO PREV ELEC ELEV ADJUN	2009.08.24	LCOCONUF	ELEVADOR DE ADJUNTOS - 1	2009.08.23	1004087
ZOT4	50186725	2584 JFS - I/F MITO PREV ELEC ELEVADOR A	2009.08.24	LCOCONUF	ELEVADOR ADJUNTOS BÁSCULA A MOLINO	2009.08.23	1004097
ZT12	50184511	2584 JFS - I/F PREV MEC AIRE FUNCIONANDO	2009.08.15	LCOCONUF	RED DE AIRE COCINAS	2009.08.13	1004169
ZT12	50184346	2584 JFS - I/F PREV MEC ENFRIA MOSTO PAR	2009.09.02	LCOCONUF	ENFRIADOR DE MOSTO	2009.08.13	1004120
ZT12	50184336	2584 JFS - I/F PREV MEC MOLINO MALTA PAR	2009.09.02	LCOCONUF	MOLINO DE MALTA	2009.08.13	1004105
ZOT9	50178787	2584 JFS - LUBRICACION GRAL ELABORACION	2009.07.26	LCOCONUF		2009.07.22	
ZOT3	50180143	3377 LCM - GRIFO EN MAL ESTADO OM5017542	2009.09.02	HADARMER	RED DE PRODUCTO TERMINADO	2009.07.27	1004232
ZOT3	50178155	3377 LCM - INFORMAR CALIBR DE LAS VELAS	2009.09.02	HADARMER	RED DE CO2 FILTRACIÓN	2009.07.18	1004261
ZOT3	50182434	50181294CORRECCION DE FUGAS EN CIP.	2009.08.05	HADARMER	CALENTADOR DE CIP MADURACIÓN	2009.08.05	1004205
ZOT4	50184348	8385 HMC - CBM VARIABLES ELECT RED MOSTO	2009.08.13	LCOCONUF	RED BOMBEO ENTRADA ENFRIADOR MOSTO	2009.08.13	1004119
ZOT4	50184986	8385 HMC - CBM VARIABLES ELECT TQ COLECT	2009.08.17	LCOCONUF	TANQUE COLECTOR 3	2009.08.15	1004282
ZOT4	50184987	8385 HMC - CBM VARIABLES ELECT TQ COLECT	2009.08.17	LCOCONUF	TANQUE COLECTOR 4	2009.08.15	1004283
ZOT4	50184988	8385 HMC - CBM VARIABLES ELECT TQ COLECT	2009.08.17	LCOCONUF	TANQUE COLECTOR 5	2009.08.15	1004284
ZOT4	50184989	8385 HMC - CBM VARIABLES ELECT TQ COLECT	2009.08.17	LCOCONUF	TANQUE COLECTOR 6	2009.08.15	1004285
ZOT4	50186741	8385 HMC - CBM VARIABLES ELEV MALTA 1 FU	2009.08.24	LCOCONUF	ELEVADOR DE MALTA - 1	2009.08.23	1004086
ZOT4	50186739	8385 HMC - CBM VARIABLES TRANSP MALTA 3	2009.08.24	LCOCONUF	TRANSPORTADOR DE MALTA - 3	2009.08.23	1004082
ZOT4	50186740	8385 HMC - CBM VARIABLES TRANSP MALTA 4	2009.08.24	LCOCONUF	TRANSPORTADOR DE MALTA - 4	2009.08.23	1004083
ZOT4	50186742	8385 HMC - CBM VARIABLES TRANSP MALTA 5	2009.08.24	LCOCONUF	TRANSPORTADOR DE MALTA - 5	2009.08.23	1004088
ZT12	50186760	8385 HMC - I/O MITO PREV OPER OLLA COCCI	2009.08.24	LCOCONUF	OLLA DE COCCIÓN	2009.08.23	1004116
ZT12	50186751	8385 HMC - I/O MITO PREV OPER OLLA MEXIC	2009.08.24	LCOCONUF	OLLA DE MEXIC	2009.08.23	1004118

Fuente: Division Ingenieria Bavaria

3. Llevar a cabo la revisión de las líneas neumáticas y depósitos de lubricación por goteo. Validado con la figura 72.

Figura 72. LUP Lubricación de unidades de mantenimiento de aire comprimido.

TEMA		Características:	
LUBRICACION DE UNIDADES DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO		Fecha:	9 18 de octubre de 2009
		Elaborado:	Revisado:
TIPO	<input checked="" type="radio"/> Quecumbe <input type="radio"/> Mejora <input type="radio"/> Problema	Elaborado:	Revisado:
		GABRIEL HERNANDEZ	EQUIPO PEST CARLOS MORA





CORTE EL AIRE MEDIANTE LA VALVULA DE ENTRADA AL SISTEMA UTILIZE BLOQUEO Y CANDADEO SEGÚN LA LUP #21 LUEGO PROCEDA A DESAJUSTAR EL TAPON DE RELLENO UBICADO EN LA PARTE SUPERIOR DEL VASO LUBRICADOR, UTILIZE UN DESTORNILLADOR DE PALA ANCHA.





LLENE HASTA 3/4 DE NIVEL EL VASO LUBRICADOR UTILIZANDO ACEITE PARA SISTEMAS NEUMATICOS MARCADO CON EL SIMBOLO **LA** LUEGO AJUSTE NUEVAMENTE EL VASO EN LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO ASEGURANDOSE DE HACER COINCIDIR LA MARCA DE POSICION

UTILIZE UN DESTORNILLADOR BORNERO DE PALA UBIQUE EL TORNILLO DE REGULACION Y AJUSTELO PARA QUE SE ADMITAN MAXIMO 1 GOTA CADA TRES MINUTOS. EN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ SE DISMINUYE EL GOTEADO, EN EL SENTIDO CONTRARIO EL GOTEADO AUMENTA



EN EL VISOR DEL VASO LUBRICADOR SE VERIFICA EL GOTEADO ADECUADO.

Fuente: Division Ingenieria Bavaria

4. Uso rutinario de la pistola de lubricación (rodamientos, rodillos, etc.)

Figura 73. LUP Lubricar con inyector manual

TCM	A	LUBRICAR CON INYECTOR MANUAL	Consecutivo:	3
			Fecha:	1 de noviembre de 2008
TIP	O	<input checked="" type="radio"/> Correcto <input type="radio"/> Mejora <input type="radio"/> Problema	Ejecutó	Revisó
			GADHIEL HERNANDEZ	CARLOS MORA



➔



SELECCIONE EL INYECTOR DE GRASA A UTILIZAR DE ACUERDO A EL ELEMENTO QUE SE VA A LUBRICAR. GUESE POR EL MAPA DE LUBRICACION O POR LA DEMARCAACION EN LOS PUNTOS A LUBRICAR



➔



POSICIONE LA PUNTA DEL INYECTOR SOBRE LA GRASERA ASEGURANDOSE EL AJUSTE ADECUADO

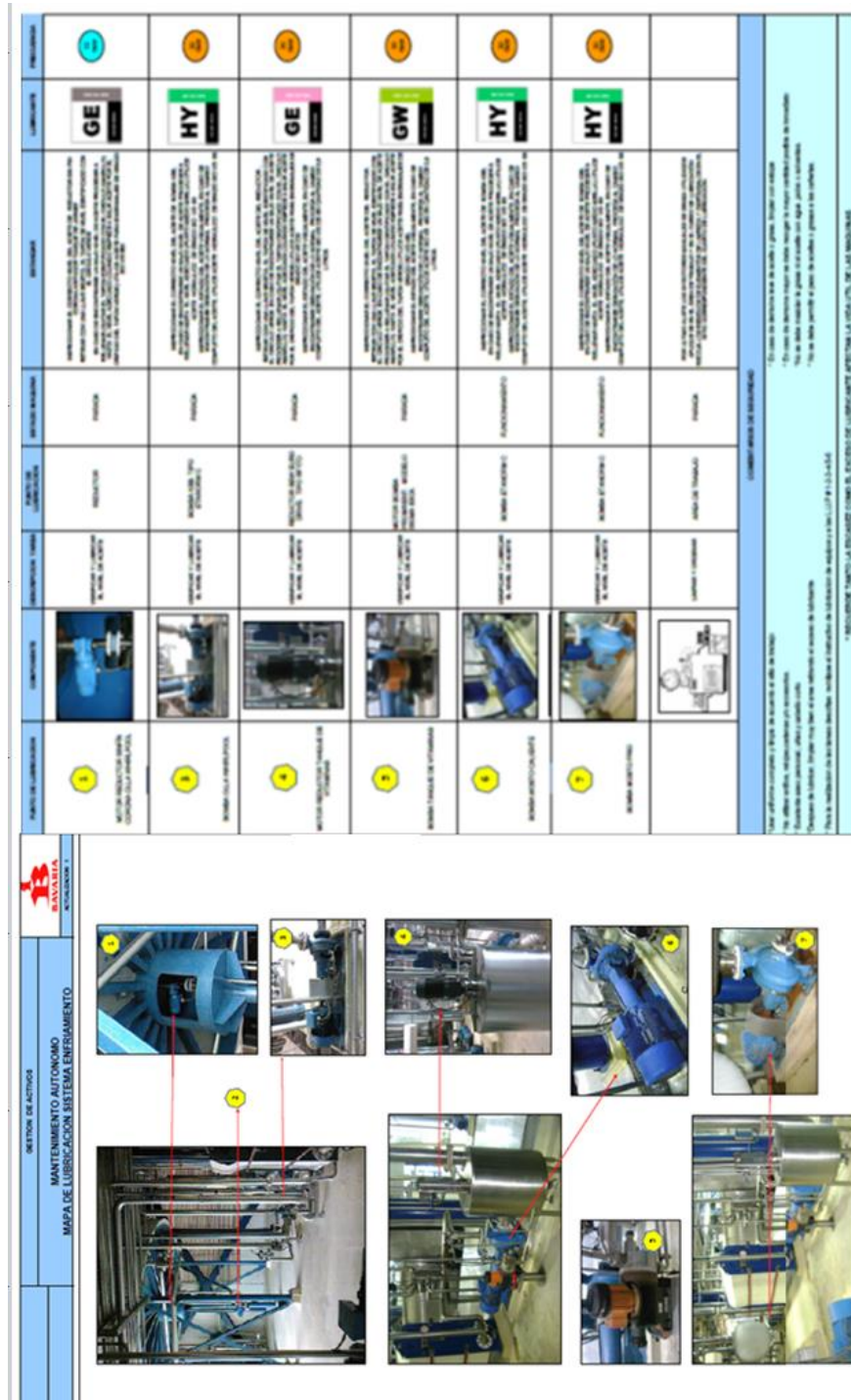


INYECCION LA CANTIDAD DE GRASA ACCIONANDO EL MANGO DEL INYECTOR TOMANDO COMO REFERENCIA LAS MARCAS UBICADAS EN EL MANGO LAS CUALES INDICAN QUE CANTIDAD DE GRASA EN GRAMOS SE INYECCIONA DE ACUERDO AL ANGULO DE ABERTURA. UN BOMBAZO EQUIVALE A 0.5 / 1 / 1.5 GRAMOS DE ACUERDO AL ANGULO DE ABERTURA.

Fuente: División Ingeniería Bavaria

5. Identificar las fugas en los sistemas de lubricación. Esto se validó desde la etapa 1 del MA al clasificar las fugas de lubricante como fuentes de contaminación.
6. Inspeccionar sistemas de auto lubricación, verificar relleno, verificar funcionamiento (identificar fallos de funcionamiento). Se valida con mapas de lubricación de sistemas con equipos auto lubricados, por ejemplo el mapa de lubricación del sistema de enfriamiento de motor mostrado en la figura 74. Para ver en mayor detalle ver el anexo F.
7. Comprender los principios básicos de lubricación. Validado mediante la capacitación.
8. Identificar los tipos de lubricantes. Validado mediante la capacitación.
9. Identificar los puntos de lubricación (Mapa de Lubricación). Validado con los mapas de lubricación.
10. Almacenamiento de Lubricantes / GMP / CQS. Validado con creación de puesto de lubricación en el piso de cocinas (figura 75).
11. Comprobar y llenar oportunamente los depósitos de lubricación. Validado con LUP de alistamiento de inyector manual de grasa, mostrado en la figura 71.
12. Retire el exceso de grasa de los rodamientos y graseras. Validado con LUP de lubricación de rodamientos en motores con purga (figura 76).
13. Realizar avisos reportando defectos en los sistemas de lubricación. Validado con la implementación del tablero digital de MA el cual se tratara en el capítulo 6.
14. Comprobar y llenar oportunamente los depósitos de lubricación. Validado con LUP de alistamiento de inyector manual de grasa, mostrado en la figura 71.

Figura 74. Mapa de lubricación Sistema de enfriamiento de mosto



Fuente: Division Ingenieria Bavaria

Figura 75. Banco de lubricación



De esta manera cumpliendo las competencias de lubricación requeridas para los operadores, los mapas de lubricación y las LUP'S referentes, se puede dar por culminado el paso 3 del MA.

Figura 76. LUP lubricación de rodamientos de motores o bombas con purga

	LECCION DE UN PUNTO	
--	----------------------------	--

TEMA	LUBRICACION DE RODAMIENTOS DE MOTORES O BOMBAS CON PURGA	Consecutivo:	8
		Fecha:	18 de octubre de 2009
TIPO	<input checked="" type="radio"/> Conocimiento Básico <input type="radio"/> Mejora <input type="radio"/> Problema	Preparó	Apoyó
		GABRIEL HERNANDEZ	EQUIPO PEST
			Revisó
			CARLOS MORA

1

QUITA EL TAPON DE PURGA INSPECCIONE Y DESCARGUE LA GRASA SOLIDIFICADA UNA VARILLA DELGADA O UN AMARRE PLASTICO PUEDE SER REQUERIDO PARA LIMPIAR

2

RETIRE EL TAPON DE PROTECCION A LA GRASERA, APLIQUE LA PISTOLA DE ENGRASE MARCADA CON EL SIMBOLO ME A LA GRASERA Y APLIQUE LA CANTIDAD DE GRASA CALCULADA O HASTA QUE SALGA GRASA POR LA PURGA.

3

PERMITA QUE SALGA EL EXCESO DE GRASA DEJANDO FUNCIONAR EL MOTOR POR APROX 10 MINUTOS

4

INSTALE NUEVAMENTE EL TAPON DE PURGA.

Fuente: Division Ingenieria Bavaria

5.3.2 Paso 4. Inspección

Para el paso 4 del MA, el operador debe tener la habilidad de encontrar cualquier tipo de falla en el proceso, al cual se refiera directamente al equipo al que se está realizando la implementación. De esta manera para dar por alcanzado el objetivo del paso 4, el TRACC nos plantea las siguientes competencias del operador:

1. Inspecciona formalmente el equipo de acuerdo a los programas de mantenimiento.
2. Conoce su equipamiento y proceso y tienen capacidad para seguir los SOP's e identificar peligros potenciales
3. Completa correctamente las órdenes de trabajo y comprende el significado de los elementos comprendidos en éstas (Nombre, tiempo de ejecución, hora de inicio, hora de finalización, firma de realización, nombre del ejecutor, reporte de problemas, comentario
4. Genera correctamente los avisos de mantenimiento en SAP.
5. Entrega las órdenes de trabajo a quien las requiere y transmite necesidades de materiales o herramientas.
6. Condición de Cadena (transportadoras y Ascensor) - correas en V (tensión / estiramiento, corrosión, desgaste, rotos, etc.)
7. Presión, flujo o desviaciones de temperatura con respecto al estándar (es decir, transmisor de nivel en olla de mezcla, presión diferencial en la cuba-filtro (Lauter Tun), etc.)
8. Condiciones inusuales de la máquina (sonido, olor, visual y de vibración)

9. Luces piloto, balizas y luces para el correcto funcionamiento.
10. Conductos dañados, corrosión interna, falta de tapas y uniones en conductos.
11. Dispositivos de Seguridad en la máquina es decir: De parada de emergencia.
12. Fugas en las Tuberías de producto y servicios - aire, CO₂, NH₃, vapor, agua, cerveza, etc.
13. Fugas de agua en los Intercambiadores de calor
14. Aplica el procedimiento de reporte de fallas y las clasifica de acuerdo con la prioridad del problema

A diferencia de las labores de lubricación que son muy específicas, las labores de inspección tienen un carácter más general y a pesar de que sean 14 competencias que parecen extensas, todas se encierran en tres conocimientos importantes los cuales son:

- Conocimiento del proceso al cual se está operando y la función de cada equipo en ese proceso.
- Comparar la situación encontrada en el equipo y/o proceso con la situación estándar u óptima ya preestablecida.
- Si se encuentra alguna desviación de la situación encontrada con la estándar realizar un reporte o corregirla en la mayor brevedad posible.

Todas las tareas de inspección se reducen a los tres ítems mencionados anteriormente, para realizar este proceso de la manera más sencillamente posible hay que generar un documento de fácil acceso donde se especifique el estándar de cada uno de los equipos que existen en el sector de elaboración, dicho documento fue presentado en el numeral 5.2.1 de este libro el cual se llama estándar LILA, archivo donde se especifican el estándar de cada equipo en el área y qué hacer cuando se presentan desviaciones con respecto a este estándar.

6. DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACION

El fácil acceso y manejo de la información es un tópico muy importante para las diferentes organizaciones, por esto es primordial agrupar toda la información recopilada y realizada referente al mantenimiento autónomo para validar y respaldar cada una de las tareas cumplidas del GEM.

Por esta razón nace la necesidad de tener un medio de almacenamiento masivo de información, destinado a almacenar los diferentes archivos que validan y prueban el cumplimiento de las tareas postuladas por el GEM y planteadas como objetivo de este proyecto. Para la realización y cumplimiento de este objetivo se dispuso de un disco duro portable de 500Gb, en el cual se almacenara toda la información referente a Mantenimiento Autónomo en el área de elaboración de Bavaria sede Bucaramanga.

En busca de facilitar el ingreso de la información, se creó un archivo base denominado "Control de Implementación MA" para visualizar el estado actual y seguir el plan para la implementación del mantenimiento autónomo total, también se puede acceder a la información que respalda la calificación de las diferentes tareas del GEM. Otro instrumento desarrollado para el acceso a la información es el "Tablero Digital" en el cual se tendrá acceso desde una interfaz en EXCEL a cualquier tipo de formato o información útil para el operario y el especialista de mantenimiento.

6.1 BASE DE DATOS

Este archivo EXCEL está organizado en 3 hojas de cálculo, en las cuales cada uno se encontrara información sobre el desarrollo de la implementación en el área.

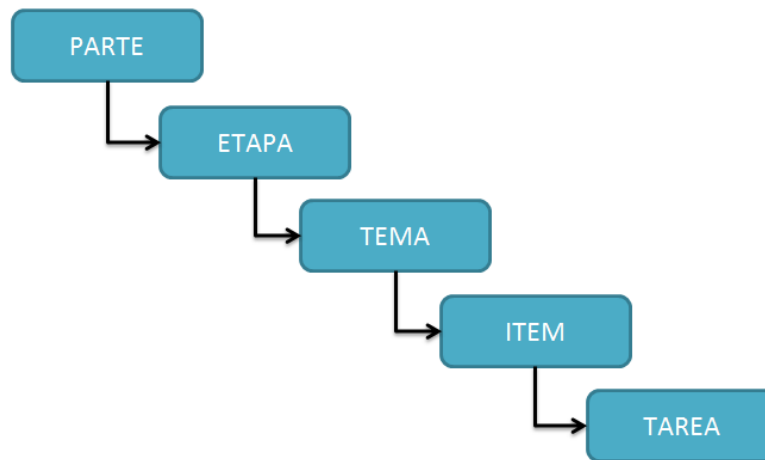
- La primera hoja llamada “Plan de Implementación”, muestra la división del proyecto en partes, las cuales corresponden a cada estado de la implementación durante el proyecto.
- La segunda página es llamada “GEM” en ella se contempla el GEM en su totalidad, además sirve como simulador de la evaluación, pues al cumplir alguna tarea en el plan de implantación, esta página se actualiza automáticamente y muestra la calificación lograda en la evaluación GEM. En cada tarea se encuentra el hipervínculo a la evidencia requerida, cabe resaltar que esta información se encuentra vinculada directamente al BUCARCTRL.
- La tercera y última página, llamada “Estado de Tareas” muestra gráficamente el avance actual del Mantenimiento Autónomo, separándolo por cada una de las partes determinadas por los autores.

6.1.1 Plan de Implementación

El plan de Implementación es la hoja guía del proceso de implementación durante el proyecto. Dentro de él se encontraran las tareas que son las necesarias para verificar la puntuación actual y alcanzar la puntuación a la que se quiere llegar con el proyecto. Se ha agrupado en diferentes niveles acorde a la calificación del GEM.

El plan de implementación posee una estructura organizada como se muestra en la figura 77, en ella se observa el orden en cómo se logra avanzar en la realización del proyecto.

Figura 77. Diagrama de la organización del plan de implementación



La primera división que se encuentra es la agrupación por partes, acá se separa la información según la calificación obtenida al completar en totalidad cada parte y está representada en la figura 78.

Figura 78. Agrupación por Partes con la respectiva calificación al final de cada parte

ACTIVIDADES A REALIZAR:	
IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA BAVARIA EN EL AREA DE ELABORACION	
	Calificacion GEM
CALIFICACION SEGÚN "GEM"	
PARTE 1: Verificacion calificacion actual	2,87
PARTE 2: Completar totalmente etapa 2 y 3	3
PARTE 3: Completar parcialmente la etapa 4	3,52

Cada “Parte” tiene sus respectivas Etapas. La primera llega hasta la calificación al inicio del proyecto, en esta parte el objetivo era validar que cada tarea de estas estuviese validada con su respectivo archivo. Para esta “Parte 1” los hipervínculos dirigen a ubicaciones específicas dentro del BUCARCTRL.

Para continuar al contenido de cada una de ellas, hay que dar click en el signo “+” ubicado a la izquierda de cada “Parte”, de esta manera se desplegarán cada tema que se ha realizado en su respectiva “Parte”, siguiendo así el orden de calificación del GEM.

El siguiente nivel, de los temas, se puede apreciar en la figura 79.

Figura 79. Agrupación por Temas

	6	CALIFICACION SEGÚN “GEM”	
-	7	PARTE 1: Verificación calificación actual	2,87
+	8	TEMA 1: ESTRATEGIA	
+	32	TEMA 2: LIMPIEZA Y RESTAURAR	
+	62	TEMA 3: INSPECCION	
+	85	TEMA 4: Tareas técnicas	
+	116	TEMA 5: Mejoras	
+	145	TEMA 6: Estandares visuales	
+	175	TEMA 7: Aprendizaje y desarrollo	
-	196	PARTE 2: Completar totalmente etapa 2 y 3	3
+	197	TEMA 7: Aprendizaje y desarrollo	
-	207	PARTE 3: Completar parcialmente la etapa 4	3,52
+	208	TEMA 1: ESTRATEGIA	
+	221	TEMA 2: LIMPIEZA Y RESTAURAR	
+	232	TEMA 3: INSPECCION	
+	244	TEMA 4: Tareas técnicas	

Cada tema tiene sus respectivas etapas, dentro de la “Parte” a la que corresponde. Para acceder al contenido de cada uno de los temas basta con hacer click en el signo “+” ubicado a la izquierda de cada tema. Al hacer esto se desplegarán nuevas celdas que mostrarán las etapas contenidas en el respectivo tema.

Cada tema tiene tareas de las diferentes etapas, se puede observar en la figura 80 que las partes 1 y 2, cuentan la totalidad de tareas para cumplir por completo con

las etapas 2 y 3, mientras que la parte 3 incluye solo tareas de la etapa 4, puesto que la calificación que se quiere alcanzar basta con estas.

Esta distribución de las etapas se analizó en el capítulo anterior, donde se especificó el contenido de cada una de las Etapas alcanzadas durante el proyecto.

Figura 80. Agrupación por Etapas

-	7	PARTE 1: Verificación calificación actual	2,87
-	8	TEMA 1: ESTRATEGIA	
+	9	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	22	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	32	TEMA 2: LIMPIEZA Y RESTAURAR	
+	33	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	51	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	62	TEMA 3: INSPECCION	
+	63	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	74	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	85	TEMA 4: Tareas tecnicas	
+	86	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	100	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	116	TEMA 5: Mejoras	
+	117	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	129	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	145	TEMA 6: Estandares visuales	
+	146	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	156	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	175	TEMA 7: Aprendizaje y desarrollo	
+	176	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	188	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	196	PARTE 2: Completar totalmente etapa 2 y 3	3
-	197	TEMA 7: Aprendizaje y desarrollo	
+	198	ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
+	201	ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
-	207	PARTE 3: Completar parcialmente la etapa 4	3,52
-	208	TEMA 1: ESTRATEGIA	
+	209	ETAPA 4: MANTENIMIENTO MENOR	
-	221	TEMA 2: LIMPIEZA Y RESTAURAR	
+	222	ETAPA 4: MANTENIMIENTO MENOR	
-	232	TEMA 3: INSPECCION	
+	233	ETAPA 4: MANTENIMIENTO MENOR	
-	244	TEMA 4: Tareas tecnicas	
+	245	ETAPA 4: MANTENIMIENTO MENOR	

Cada etapa tiene sus respectivos Ítems, realizados por tema. Para acceder al contenido de cada uno de ellos basta con hacer click en el signo “+” ubicado a la izquierda de cada etapa. Al hacer esto se desplegarán nuevas celdas que mostrarán los Ítems contenidos en la respectiva etapa, esto se muestra en la figura 81.

Figura 81. Agrupación por Ítems

	6		CALIFICACION SEGÚN "GEM"	
	7		PARTE 1: Verificación calificación actual	2,87
	8		TEMA 1: ESTRATEGIA	
	9		ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
	10	1.2.1	Se ha desarrollado y comunicado un plan de implementación para lograr un nivel básico de limpieza y rotulación así como de inspección y lubricación. (Niveles del uno al cinco de ATM).	
	15	1.2.2	Se ha definido claramente el alcance de las tareas de mantenimiento autónomo que estarán a cargo de los operarios para lograr los niveles del uno al cinco de ATM en el contexto del "trabajo completo" para las áreas críticas del proceso.	
	18	1.2.3	Para eliminar toda posible resistencia, se ha definido claramente la evolución del desarrollo profesional de los operarios y del personal de mantenimiento, teniendo en cuenta el impacto de la transferencia de habilidades a los operarios.	
	22		ETAPA 3: INSPECCION Y LUBRICACION	
	23	1.3.1	El plan de implementación de mantenimiento autónomo se ha ampliado y actualizado para incluir los niveles del seis al ocho de habilidades de ATM.	
	27	1.3.2	Los niveles básicos de limpieza y rotulación, inspección y lubricación (niveles del uno al cinco de ATM) están afianzados en todas las áreas.	
	30	1.3.3	Las áreas de enfoque para la siguiente fase del mantenimiento autónomo (incluidas las reparaciones menores) se seleccionan a partir de un análisis de pérdidas y problemas del equipamiento.	

Al hacer click sobre el número subrayado de color azul a la izquierda de los ítems, se direccionara a un archivo guardado en el BUCARCTRL en el caso de la “Parte 1” o abrirá una carpeta con el nombre del ítem respectivo, la cual contiene la información que respalda el cumplimiento de las tareas del respectivo ítem.

Cada Ítem tiene sus respectivas Tareas, trabajadas en cada Tema. Para acceder al contenido de cada uno de ellos basta con hacer click en el signo “+” ubicado a la izquierda de cada Ítem. Al hacer esto se desplegarán nuevas celdas que mostrarán las tareas contenidas en la respectivo Ítem, esto se puede observar en la figura 82.

Figura 82. Agrupación de Tareas en cada Ítem

	7		PARTE 1: Verificación calificación actual	2,87
	8		TEMA 1: ESTRATEGIA	
	9		ETAPA 2: CONDICIONES BASICAS	
	10		Se ha desarrollado y comunicado un plan de implementación para lograr un nivel básico de limpieza y rotulación así como de inspección y lubricación. (Niveles del uno al cinco de ATM).	
	11	a	Se ha establecido un Comité de dirección de Gestión de activos para dirigir la implementación del mantenimiento autónomo.	
	12	b	El plan de implementación está alineado con la estrategia de gestión de activos.	
	13	c	El plan está documentado e incluye la definición de actividades, hitos, responsabilidades, impactos en roles, requerimientos de presupuesto e implicaciones de seguridad.	
	14	d	En el plan se ha definido claramente el vínculo entre 5S (centrándose en la limpieza y la organización del área) y mantenimiento autónomo (incluida la limpieza a fondo del equipamiento).	
		1.2.1		

Estas tareas son los diferentes requerimientos del GEM, son el listado de acciones a ejecutar. La estrella de color azul ubicada junto al ítem; esta hipervinculada al GEM. Al hacer click sobre la estrella azul se llega a la parte específica del GEM en donde se muestra la calificación (Hoja 2 GEM).

El plan de implementación se encuentra detallado en el anexo G hasta el nivel de Ítem y en el anexo H se detalla un ejemplo hasta el nivel de tareas.

6.1.2 GEM

La segunda hoja del documento Excel “BASE DE DATOS” utilizada para la navegación se llama “GEM” esta hoja sirve como simulador del estado actual de la evaluación GEM, muestra la calificación de cada tarea, ítem, etapa, tema y por último la calificación general del GEM.

En la figura 83 se puede apreciar cómo se le asigna calificación a cada respectiva subdivisión. Claramente se visualiza el modo de calificación de tareas, el caso particular el ítem 7.2.2, está compuesto de 3 tareas; la tarea c no ha sido completada por lo cual la celda ubicada a la derecha de la tarea registra 0 y además esta resaltada de color rojo, aunque las otras dos tareas estén cumplidas


claramente se aprecia que la calificación del ítem 7.2.2 es 0. Esto se debe al modo de calificación planteado por el GEM y explicado en el capítulo anterior, la calificación de la etapa 2 (Condiciones Básicas), perteneciente al Tema 7 (Aprendizaje y Desarrollo) es 0,67 pues de los 3 ítems que la componen solo se han cumplido 2. La nota de la etapa es el promedio de la nota obtenida en cada ítem; Lo mismo sucede con la nota en el Tema 7 (Aprendizaje y Desarrollo) la calificación es 2,11 esto se debe al promedio de las calificaciones de las etapas contenidas en el respectivo Tema.

Figura 83. Ejemplo de calificación GEM

333	Tema 7: Aprendizaje y desarrollo		2,11
334	Etapa 2: Condiciones básicas		0,67
335	7.2.1	El marco global de competencias (GCF, Global Competency Framework) se utiliza para definir y gestionar las necesidades de desarrollo de todos los operarios para mantener el equipamiento de las áreas críticas del proceso.	2ST6 1
336	a	Existen guías de competencias de los operarios basadas en las instrucciones de trabajo.	1
337	b	Se puede demostrar la existencia de un proceso de gestión para capacitar y evaluar a cada operario según las guías de competencias.	1
338	c	Existe un plan de capacitación para desarrollar las habilidades potenciales de los operarios.	1
339	7.2.2	Tras una evaluación, se ha determinado que todos los operarios son competentes para operar y limpiar el equipamiento, y para realizar tareas de medición (niveles uno y cinco de ATM) en un área de proceso, de acuerdo con las instrucciones de trabajo.	2IA3 0
340	a	Los registros de capacitación y evaluación indican qué operarios son competentes para operar y limpiar en cada área de proceso.	1
341	b	Los criterios se aplican a operarios que tienen doce meses de experiencia en ese trabajo.	1
342	c	Cada operario debe ser competente en los niveles del uno al cinco de ATM para, como mínimo, un área de proceso, y cada área de proceso debe tener a un operario por turno que sea competente en los niveles del 1 al 5 de ATM para esa área concreta. (Por ejemplo, los operarios de elaboración de cerveza deben ser capaces de manejar una de las áreas de sala de cocimiento, fermentación y filtración; los operarios de empaque deben ser capaces de manejar una de las áreas de proceso de la planta de empaque, como embotellado y cierre, empaque secundario, operaciones posteriores o downstream).	0

La calificación general del GEM se obtiene al promediar la calificación de todos los Temas. En la figura 84 se aprecia el estado actual de mantenimiento autónomo según GEM, este número se puede apreciar en la celda ubicada en la parte inferior de “Elab. Actual”.

Figura 84. Calificación GEM

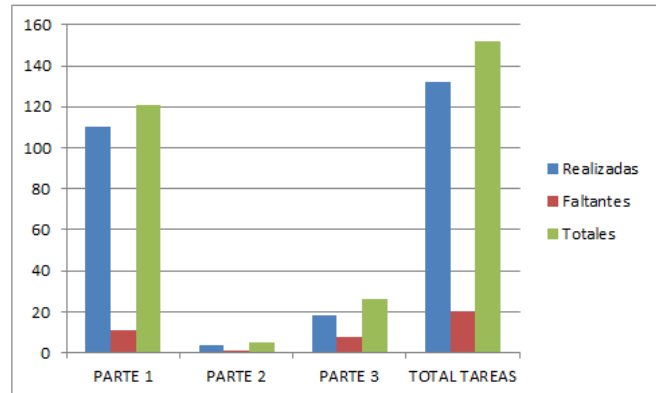
 Lista de Verificación de Auto-evaluación GEM 05: Mantenimiento Autonomo V4			
Número	Criterios	Código	Elab. Actual
			2,87
	Tema 1: Estrategia		3,00
	Tema 2: Limpiar y restaurar		3,00
	Tema 3: Inspección		3,00
	Tema 4: Tareas técnicas		3,00
	Tema 5: Mejoras		3,00
	Tema 6: Estándares visuales		3,00
	Tema 7: Aprendizaje y desarrollo		2,11

6.1.3 Estado de Tareas

La tercera hoja del documento Excel “BASE DE DATOS” utilizada para la navegación se llama “Estado de Tareas” esta hoja muestra el estado de las diferentes Tareas, en ella se puede apreciar cuantas tareas se han realizado y cuantas hacen falta, en cada parte, tal como se observa en la figura 85.

Figura 85. Estado de tareas

PARTE	Realizadas	Faltantes	Totales
PARTE 1	110	11	121
PARTE 2	4	1	5
PARTE 3	18	8	26
TOTAL TAREAS	132	20	152



6.2 TABLERO DIGITAL

El Tablero Digital es un documento tipo Excel que se creó para facilitar el acceso a la información de uso más frecuente referente al mantenimiento autónomo. Consta de una serie de recuadros hipervinculados a diferentes hojas de cálculo del documento y a documentos externos ubicados en la carpeta llamada “Tablero Digital”. Su página principal de navegación consta de 11 recuadros, cada uno con una función específica:

La pantalla principal mostrada en la figura 86, consta de recuadros hipervinculados que dirigen a las diferentes áreas de elaboración, además se tiene acceso a las matrices de habilidades de cada equipo de trabajo, al registro de anomalías del área, posee un seguimiento gráfico, una guía de mantenimiento autónomo y un acceso a la plataforma general del área de elaboración “PLATAFORMA ELABORACION V4”.

Por petición del equipo de trabajo de la planta, se decidió dejar el tablero preparado para la implementación del MA en todos los equipos, del área por tal motivo se encontraran enunciados todos los equipos de cada área.

A continuación se mostrara detalladamente cada función que posee el tablero digital.

6.2.1 Autónomo por área

En 4 recuadros ubicados en la parte superior se encuentran las divisiones de área tomadas para facilitar el manejo de la gran cantidad de equipos que se encuentran en el área de elaboración, estas sub áreas se designaron con los nombres de:

- Materias primas

Figura 86. Pantalla principal Tablero Digital



- Cocinas
- Fv's y Sv's
- Filtración

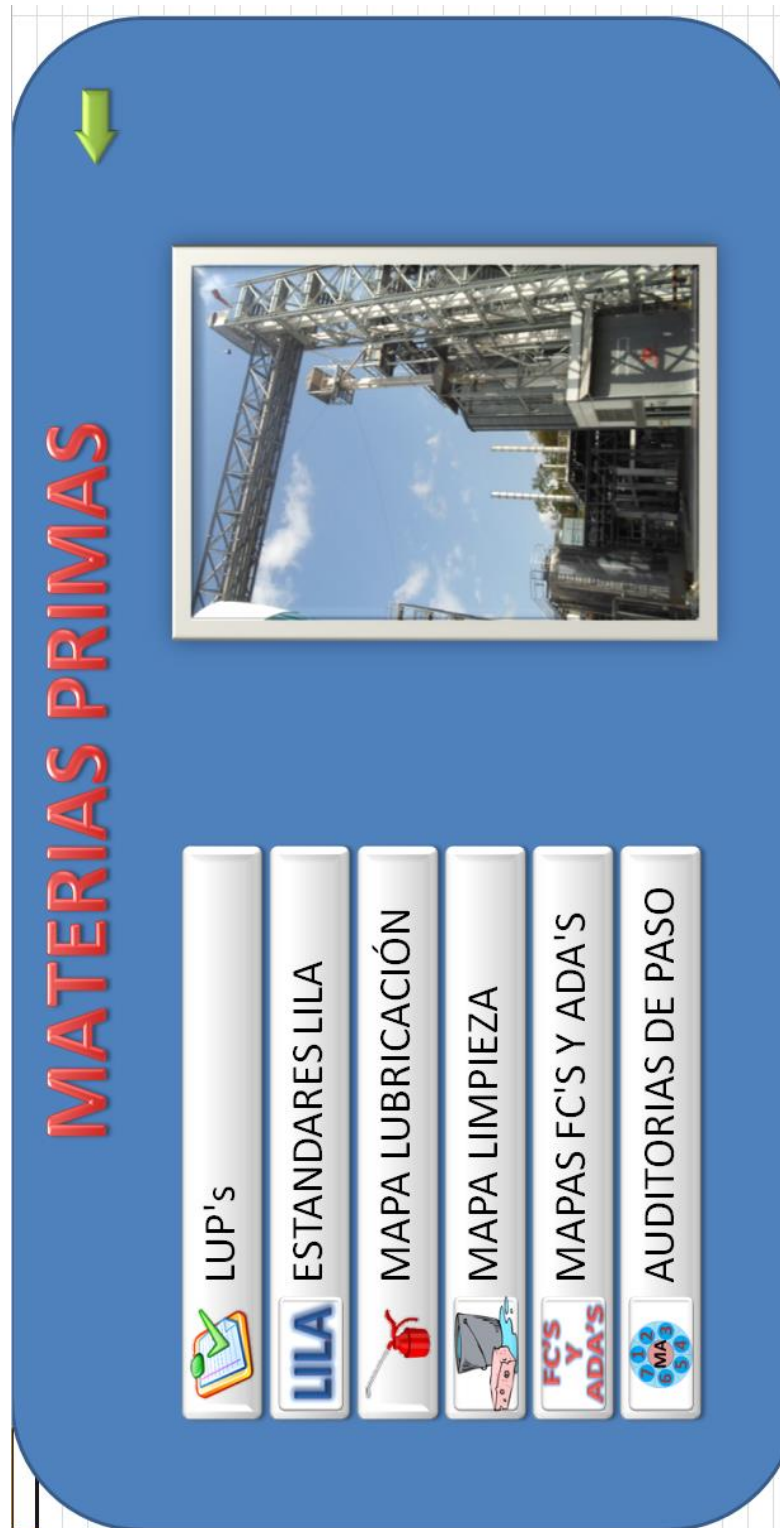
De esta manera se hace más práctica de la información de cada equipo referente al mantenimiento autónomo, dentro del área.

En cada una de estas áreas se encontrara la información recopilada y desarrollada por los autores en la realización del proyecto, cabe resaltar que la interfaz conserva la misma forma dentro de cada área para facilitar su utilización por parte de los operarios.

Por ejemplo, en el caso del área de MATERIAS PRIMAS, al dar click en el recuadro con su nombre, se accede a la pantalla del área, que se observa en la figura 87, en esta pantalla se encuentra los recuadros referentes a los documentos relevantes en el MA, que son:

- LUP's (Lecciones de un punto)
- Estándares LILA (Limpieza, inspección, lubricación y ajustes)
- Mapas de lubricación
- Mapas de limpieza
- Mapas de fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso
- Auditorias de paso

Figura 87. Pantalla MATERIAS PRIMAS



Para cada área se repetirá esta pantalla de acceso con la respectiva información, de cada sub área.

A continuación se explicará cada recuadro contenido en la pantalla del área y se mostrará la información a la que se accede desde estos.

6.2.1.1 LUP'S

Al ingresar en el botón "LUP'S" se accede a una pantalla con diferentes tipos de estándares, dentro de estos se encontrarán los llamados SOP (Standard Operating Procedure), LUP's generales, LUP's de lubricación, LUP's descriptivos y LUP's procedimentales, así como se muestra en la figura 88.

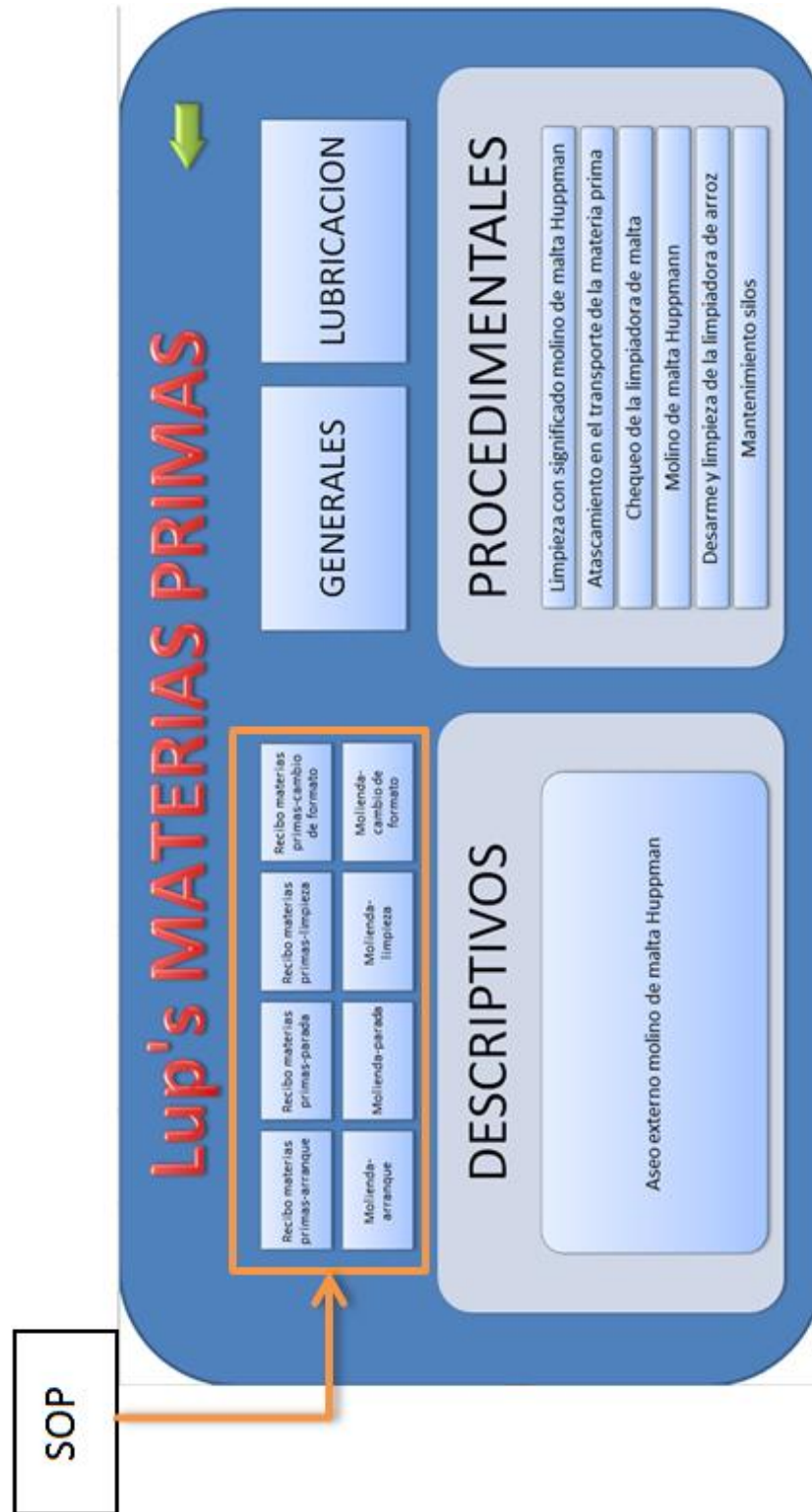
Se pueden tener 2 tipos de LUP's diferentes, los procedimentales y los descriptivos, la diferencia de estos, es que en los primeros se soporta el proceso mediante ayuda visual (fotos del proceso), mientras que el segundo tiene una descripción textual detallada del proceso.

- **SOP (Standard Operating Procedure)**

Son procedimientos de operación estándar, estos son los que definen el proceso de cada área de manera general, su funcionamiento, estructura y procesos. Están ubicados en la esquina superior izquierda de la figura 87 y para el caso del área de materias primas son los siguientes:

- Recibo materias primas-Arranque
- Recibo materias primas-Parada
- Recibo materias primas-Limpieza
- Recibo materias primas-Cambio de formato

Figura 88. LUP'S materias primas



- Molienda-Arranque
- Molienda-Parada
- Molienda-Limpieza
- Molienda-Cambio de formato

En el anexo E se muestra un ejemplo de SOP usado en la planta de la cervecería Bavaria S.A Bucaramanga.

- **LUP'S Generales**

Se encuentran en la parte posterior hacia el centro de la pantalla. Estos son lecciones de un punto sobre temas generales para todas las áreas de la planta, sus temas están divididos en “Bombas, válvulas e intercambiadores”, “Dispositivos”, “Mantenimiento” y “SAP” (figura 89). Estos LUP'S son iguales en todas las áreas, el hipervínculo en cada una de ellas llevara siempre a la pantalla mostrada en la figura 89 y los temas de estos se muestran a continuación:

- ❖ **Bombas, válvulas e intercambiadores:**

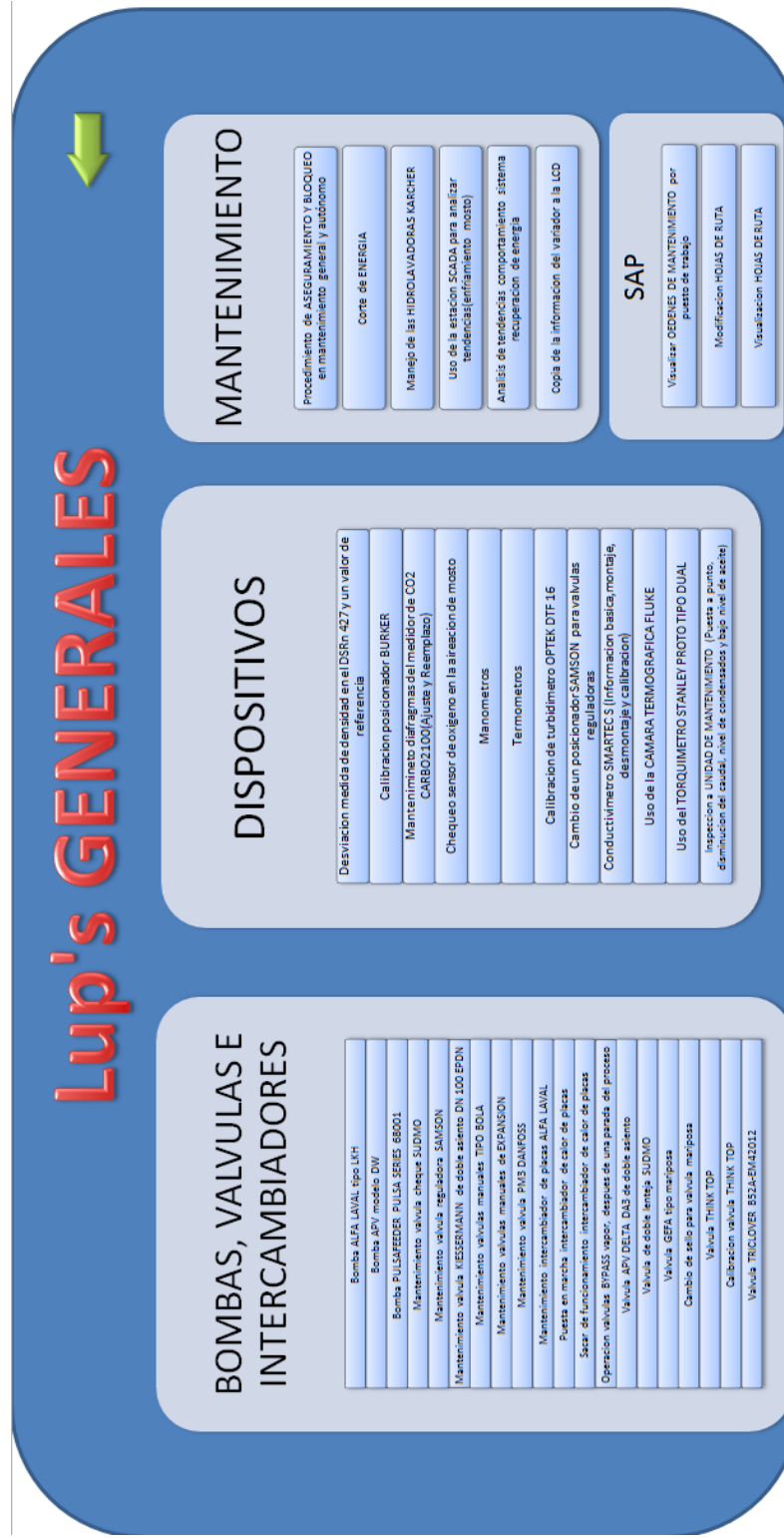
- Bomba ALFA LAVAL tipo LKH
- Bomba APV modelo DW
- Bomba PULSAFEEDER Pulsa series 68001
- Mantenimiento válvula reguladora SAMSON
- Mantenimiento válvula KIESSERMANN de doble asiento DN 100 EPDN
- Mantenimiento de válvulas manuales tipo bola

- Mantenimiento de válvulas manuales de expansión
- Mantenimiento válvula PM3 DANFOSS
- Mantenimiento intercambiador de placas ALFA LAVAL
- Puesta en marcha intercambiador de calor de placas
- Operación válvulas BYPASS vapor, después de una parada del proceso
- Válvula APV DELTA DA3 de doble asiento
- Válvula de doble lenteja SUDMO
- Válvula DEGA de mariposa
- Cambio de sello para válvula de mariposa
- Válvula THINK TOP
- Calibración válvula THINK TOP
- Válvula TRICLOVER B52A-EM42012

❖ **Dispositivos:**

- Desviación medida de densidad en el DSRn427 y un valor de referencia
- Calibración posicionador BURKER
- Mantenimiento diafragmas del medidor de CO2 CARBO2100(Ajuste y reemplazo)
- Chequeo sensor de oxígeno en la aireación de mosto
- Manómetros
- Termómetros
- Calibración de turbidímetro OPTEK DTF16

Figura 89: LUP'S Generales



- Cambio de un posicionador SAMSON para válvulas reguladoras
- Conductímetro SMARTEC (Información básica, montaje, desmontaje y calibración)
- Uso de la CAMARA TERMOGRAFICA FLUKE
- Uso del TORQUIMETRO STANLEY prototipo dual
- Inspección a UNIDAD DE MANTENIMIENTO (Puesta a punto, disminución del caudal, nivel de condensados y bajo nivel de aceite)

❖ **Mantenimiento:**

- Procedimiento de aseguramiento y bloqueo en mantenimiento general y autónomo
- Corte de energía
- Manejo de las hidrolavadoras KARCHER
- Uso de la estación SCADA para analizar tendencias (enfriamiento mosto)
- Análisis de tendencias comportamiento sistema recuperación de energía
- Copia de la información del variador a la LCD

❖ **SAP:**

- Visualizar ordenes de mantenimiento por puesto de trabajo
- Modificación hojas de ruta
- Validación hojas de ruta

En el anexo I se observa una LUP general.

- **LUP'S Lubricación**

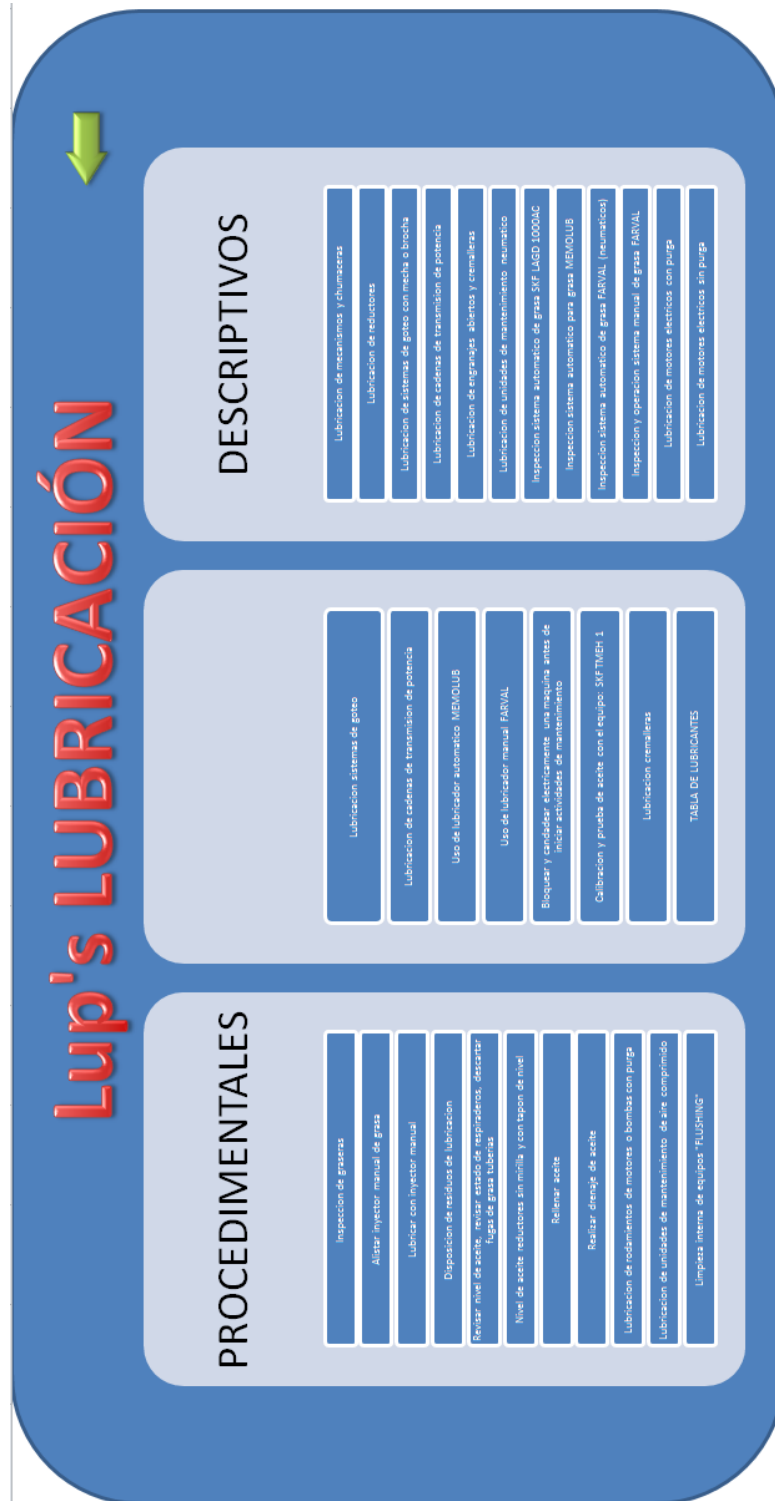
En estas LUP'S se encuentran procesos de lubricación de elementos mecánicos presentes en diversos equipos de la planta, como rodamientos, cadenas, chumaceras y motores, además también se hallan métodos de lubricación, manejo de los elementos para esto y tipos de inspecciones referentes al tema de lubricación. Estos temas se muestran en la figura 90 y son las siguientes:

- ❖ **Procedimentales:**

Se encuentran en la columna izquierda y central de la pantalla de LUP'S de lubricación y para este caso son los siguientes:

- Inspección de graseras
- Alistar inyector manual de grasa
- Lubricar con inyector manual
- Disposición de residuos de lubricación
- Revisar nivel de aceite, revisar estado de respiraderos, descartar fugas de grasa en tuberías
- Nivel de aceite reductores sin mirilla y con tapón de nivel
- Rellenar aceite
- Realizar drenaje de aceite
- Lubricación de rodamientos de motores o bombas de purga
- Lubricación de unidades de mantenimiento de aire comprimido
- Limpieza interna de equipos "FLASHING"
- Lubricación sistemas de goteo
- Lubricación de cadena de transmisión de potencia

Figura 90. LUP'S Lubricación



- Uso de lubricador automático MEMOLUB
- Uso de lubricador manual FARVAL
- Bloquear y candadear eléctricamente una maquina antes de iniciar actividades de mantenimiento
- Calibración y prueba de aceite con el SKF TMEH 1
- Lubricación cremalleras
- Tabla de lubricantes

❖ **Descriptivos:**

Se encuentran en la columna derecha de la pantalla de LUP'S de lubricación y se muestran a continuación:

- Lubricación de mecanismos y chumaceras
- Lubricación de reductores
- Lubricación de sistemas de goteo con mecha o brocha
- Lubricación de cadenas de transmisión de potencia
- Lubricación de engranajes abiertos y cremalleras
- Lubricación de unidades de mantenimiento neumático
- Inspección de sistema automático de grasa SKF 1000AC
- Inspección de sistema automático de grasa MEMOLUB
- Inspección de sistema automático de grasa FARVAL
- Inspección y operación sistema manual de grasa FARVAL

- Lubricación de motores eléctricos con purga
- Lubricación de motores eléctricos sin purga

- **LUP'S Procedimentales**

En estos LUP'S se encuentran los referentes a tareas de procesos propios de cada área, como se explicó anteriormente son procedimentales por contar con un soporte visual de las actividades a realizar para la tarea. Se encuentran en la parte inferior derecha de la pantalla de LUP'S.

- Limpieza con significado molino de malta HUPPMANN
- Atascamiento en el transporte de la materia prima
- Chequeo de la limpiadora de malta
- Molino de malta HUPPMANN
- Desarme y limpieza de la limpiadora de arroz
- Mantenimiento de silos

- **LUP'S Descriptivos**

Textos descriptivos que explican pasó a paso, como realizar ciertas tareas del área referentes al MA y otras funciones del área.

- Aseo externo molino de malta HUPPMANN

6.2.1.2 Estándares LILA

En esta ventana se encuentran los estándares LILA con sus respectivas condiciones básicas y tareas para cada equipo de cada área, así como se muestra en la figura 91 para los equipos de materias primas.

Figura 91. Estándares LILA para el área de materias primas

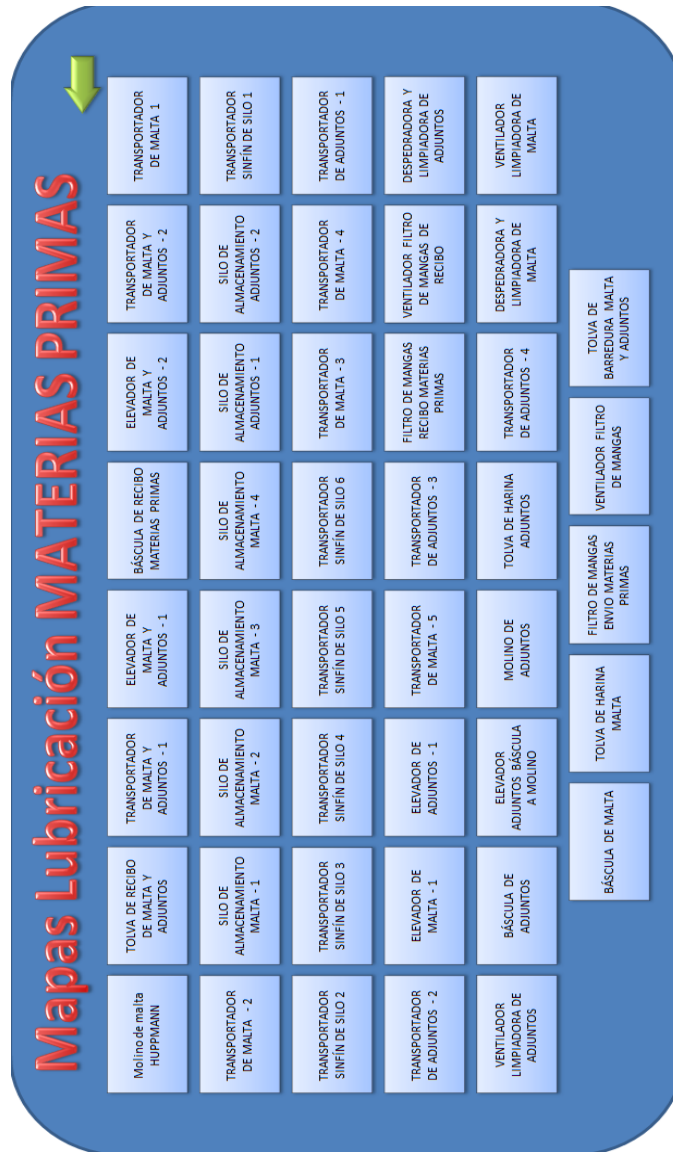


En el anexo B se puede evidenciar el estándar LILA para la tolva de afrecho.

6.2.1.3 Mapas de lubricación

En el área de elaboración los mapas de lubricación se han realizado por equipo y solo en caso de carecer o tener un numero bajo de puntos de lubricación se puede tomar el sistema de equipos completo, como es el caso del sistema de enfriamiento. La pantalla del tablero se presenta en la figura 92.

Figura 92. Mapas de lubricación en materias primas



En el anexo E se puede evidenciar el mapa de lubricación para el molino de malta.

6.2.1.4 Mapas de limpieza

Los mapas de limpieza brindan la información necesaria sobre que zona o elemento del equipo se debe limpiar, el equipo a usar y la frecuencia, la pantalla es mostrada en la figura 93.

Figura 93, Mapas de limpieza área de materias primas



En el anexo J se muestra un ejemplo de mapa de limpieza.

6.2.1.6 Auditorias de paso

Este módulo está dedicado para el registro de las auditorias de paso del mantenimiento autónomo, en estas se puede evidenciar el avance y seguimiento en el cual se encuentra la implementación del mantenimiento autónomo en el área. En este módulo se encuentra el registro realizado a cada equipo, como se observa en la figura 95.

Las auditorias se califican bajo tres niveles; hasta no completar la condición del nivel no se puede continuar con el siguiente, el porcentaje se halla con base a la totalidad de tareas cumplidas.

Nivel 1: Equipo de trabajo: Integrantes del equipo y/o especialistas de mantenimiento (Puntuación: $\geq 90\%$).

Nivel 2: Lideres de Proceso: Líder de equipo, Cervecerero y/o coordinador de unidad, Líder de Mantenimiento y líder práctica de M.A (Puntuación: $\geq 85\%$).


Nivel 3: Lideres de Planta: Director de planta, Gerente del área y Gerente División de Mantenimiento (Puntuación: $\geq 80\%$).

Figura 95. Auditorias de paso para materias primas



Desde este modulo se acceso a los archivos EXCEL individuales propios de cada equipo en los que se encuentran las listas de verificacion para cada nivel del mantenimiento autonomo. En la figura 96 se muestra parte de la lista de auditoria de nivel 1 para el molino de malta HUPPMANN y su calificacion correspondiente al nivel.

Figura 96. Lista de auditoria Paso 1 Molino de malta HUPPMANN

 AUDITORIA DEL PASO 1 DE MANTENIMIENTO AUTONOMO LIMPIEZA ES INSPECCION					PUNTAJACION DEL EQUIPO	
AREA	ELABORACION	INSUFICIENTE	APROBADO	SOBRESALIENTE	90,5%	
FECHA	JULIO 18/09					
AUDITOR	JOSE DAVID VERDEZA, LUDWING MUÑOZ, LUCY MABEL GONZALEZ					
LIDER DE EQUIPO	JOSE DAVID VERDEZA					
COORDINADOR						
TEMA	PREGUNTA	1	3	5	COMENTARIOS	
1	SEGURIDAD	Se bloquea la máquina antes de realizar el ejercicio de limpieza y etiquetado ?			1	SE ABREN GUARDAS DEL MOLINO, SU OPERACIÓN SE BLOQUEA COMPLETAMENTE
		Las paradas de emergencia se encuentran en buenas condiciones de uso ?			1	
		Se encuentran las guardas de la máquina en su lugar ?			1	
		El operador conoce parámetros de operación: velocidad, presiones, flujos, etc., de la máquina ?			1	SE MUESTRAN COMO TARGET EN LAS RECETAS DEL SISTEMA INBATCH
		El operador conoce aspectos de lubricación: tipo de lubricante, frecuencia, almacenamiento, manejo, etc.		1		FALTA DIFUSION DEL MAPA DE LUBRICACION
		Los protectores de máquina están en buenas condiciones ? No están rotos ?			1	
2	HABILIDADES Y PARTICIPACION DE EQUIPO	Se ha realizado, con el líder de equipo, un inventario del estado de las condiciones de los equipos ?			1	REPORTE DE AVISOS DE AVERIA Y SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO
		Se han solucionado el 60% de las fallas potenciales identificadas en la auditoria inicial ?			1	
		El equipo tiene tablero con indicadores de desempeño entendibles al operario ? Se analizan a diario ?		1		
		Todos los miembros han participado del taller de capacitación en MA ?			1	
		En el equipo los técnicos capacitan a los operadores en áreas técnicas de la máquina ?			1	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO A TRAVES DE EL ACOMPAÑAMIENTO EN LAS ORDENES DE MANTENIMIENTO OPERATIVAS
		Se identifican y analizan todas las fallas y problemas de calidad ?			1	SE GENERA PARADA TOTAL DEL SISTEMA SI ALGUNA VARIABLE DE PROCESO CRITICA NO ALCANZA SU VALOR NOMINAL

En el anexo K, se puede apreciar esta check list en mayor detalle.

6.2.2 Matriz de habilidades

Ingresando a este módulo se direcciona a una pantalla dentro del tablero donde se encuentran los accesos a las matrices de habilidades de cada equipo de trabajo del área, tal como se muestra en la figura 96, desde esta pantalla se puede acceder a los documentos hipervinculados desde la plataforma BUCARCTRL correspondientes a cada equipo, un ejemplo de esto se observa en la figura 97.




Figura 97. Matriz de habilidades por equipo



Este documento contiene los niveles MA del operador, describiendo brevemente las diferentes capacidades que se deben tener en cada nivel. Como el trabajo del operario es altamente controlado por el riesgo de contaminación cruzada estos niveles han tenido unas modificaciones en el área, de modo tal que se presentan de la siguiente manera

- Limpieza y lubricación: corresponden al nivel 1 y 2
- Reparación y reporte: nivel 3
- Ajustes rápidos o rutinarios: nivel 4, 5 y 6
- Reparación, descarte y reemplazo de componentes: niveles 7 y 8

Figura 98. Matriz de habilidades BUHOS

 COMPETENCIAS BUHOS 		 Los Buhos	<input checked="" type="checkbox"/> 2894 DARIO	<input checked="" type="checkbox"/> 11311 IVAN DARIO	<input checked="" type="checkbox"/> 3276 WILLIAM ALBERTO	<input checked="" type="checkbox"/> 8686 JOHN HENRY	<input checked="" type="checkbox"/> 2283 CARLOS JULIO	<input checked="" type="checkbox"/> 12846 JOSE LEONARDO	<input type="checkbox"/> 13343 ALEXIS
			<input checked="" type="checkbox"/> 2894 DROZCO	<input checked="" type="checkbox"/> 11311 ALBARRACIN	<input checked="" type="checkbox"/> 3276 TRUJILLO	<input checked="" type="checkbox"/> 8686 ANTONINEZ	<input checked="" type="checkbox"/> 2283 SOTELO	<input checked="" type="checkbox"/> 12846 CABALLERO	<input type="checkbox"/> 13343 GOMEZ
			TABORDA	CAICEDO	DEDE	MONSALVE	MARTINEZ	MENDEZ	RINCON
Mantenimiento Autónomo									
Limpieza y lubricación									
1.1.1	Identifica las partes de la máquina que requieren limpieza, así como el tipo de material e insumo que se tiene que utilizar en la limpieza de dichos puntos.		1	1	2	2	2	2	2
1.1.2	Limpia correctamente siguiendo el procedimiento de limpieza de su máquina y retira residuos y materiales de limpieza una vez realizada la labor.		2	1	2	2	2	2	2
1.1.3	Inspecciona y mantiene las condiciones básicas de orden y aseo en el lugar de trabajo.		2	2	2	2	2	2	2
1.1.4	Lubrica correctamente siguiendo el procedimiento o mapa de lubricación de su máquina, identificando los puntos de lubricación de la máquina así como el tipo de lubricante, solventes y desengrasantes.		1	1	1	1	1	1	1
Inspección y Reporte									
1.2.1	Inspecciona formalmente el equipo de acuerdo a los programas de mantenimiento.		2	1	1	1	1	1	2
1.2.2	Conoce su equipamiento y proceso y tienen capacidad para seguir los SOP's e identificar peligros potenciales		2	1	1	1	2	1	1
1.2.3	Completa correctamente las órdenes de trabajo y comprende el significado de los elementos comprendidos en éstas (Nombre, tiempo de ejecución, hora de inicio, hora de finalización, firma de realización, nombre del ejecutor, reporte de problemas, comentario)		1	1	1	1	1	1	2
1.2.4	Genera correctamente los avisos de mantenimiento en SAP.		1	1	1	1	1	1	2
1.2.5	Entrega las órdenes de trabajo a quien las requiere y transmite necesidades de materiales o herramientas.		1	1	1	1	1	1	2
1.2.6	Aplica el procedimiento de reporte de fallas y las clasifica de acuerdo con la prioridad del problema		1	1	1	1	1	1	2
Ajustes rápidos o rutinarios									
1.3.1	Realiza ajustes rápidos de partes o mecanismos de equipo siguiendo un procedimiento estandar establecido, así como cuando se requiere un cambio de formato, identificando las cantidades de insumos requeridos.		1	1	1	1	1	1	1
1.3.2	Maneja los sistemas de ajuste y los verifica de acuerdo con el producto que se tiene en proceso.		2	1	1	2	2	2	1
1.3.3	Identifica los KPI's establecidos críticos de control del equipo (merma, IJE, FE, etc.)		2	2	2	2	2	2	2
1.3.3	Realiza maniobras e intervenciones de mantenimiento a los emisores para evitar su deterioro y dar continuidad								

Fuente: División Ingeniería Bavaria

Estas capacidades las relaciona con los operarios de los equipos de mantenimiento autónomo, y muestra en qué nivel específico se encuentra cada uno de los operarios, dependiendo del color asignado.

- **Color Rojo.** Necesidad de desarrollo: Carece de las habilidades o conocimientos necesarios para el cumplimiento de sus tareas. Se obtiene al modificar la celda con un número 1
- **Color Verde.** Fortaleza: Tiene las habilidades o conocimientos necesarios. Se obtiene al modificar la celda con un número 2.

Actualmente estos formatos se están actualizando en la planta, esta labor depende del departamento de recursos humanos en colaboración con el departamento de ingeniería y operativo de la planta, por tal motivo es un proceso bastante extenso, en el cual primero se procede a realizar entrevistas a los operarios en las que ellos marcaran sus habilidades, luego de esta se procederá a una validación de esta información, mediante asistencias a capacitaciones y certificados de estas.

6.2.3 Registro de anomalías

Esta opción lleva al archivo “AVISOS ELABORACION MANTENIMIENTO AUTONOMO” en la hoja de cálculo llamada “Tabla avisos” en la cual se realizan los avisos de las tareas referentes al mantenimiento autónomo, encontradas por el operario durante la inspección, en él se llevara control de las tarjetas generadas y resueltas, para generar indicadores de mantenimiento autónomo, este estándar se debe llenar cada vez que se encuentre alguna anomalía y se realice un reporte vía SAP.

Figura 99. Registro de anomalías MA

1	Fecha de aviso	Aviso	Orden	Clase de avi	Status sistel	Denominación	Descripción	Creado p	Centro cos	Autor del avis
2	20130813	10369437		ZA	MEAB	TANQUE PARA AUTÓLISIS DE LEVADURA	DISPARO TERMICO ACOMETIDA 440 VAC AUTOLI	JMARTICA	COBA023138	JMARTICA
3	20130813	10369524		ZI	MEAB	RED DE GLICOL CONTRAPRESIÓN	CALENTAMIENTO CABLES POTENCIA MOTOR	JMARTICA	COBA023137	JMARTICA
4	20130813	10369452		ZM	MEAB	FILTRO DE CERVEZA	FALLA SENSOR DE OXIGENO FILTRO STEINECKE	JMARTICA	COBA023137	JMARTICA
5	20130813	10369467		ZI	MEAB		VALVULA MANUAL 1/2 PARA ASEOS EN COLECTO	JPLATAVI	COBA023136	ACARRILIN
6	20130813	10369504		ZI	MEAB	TANQUE AUXILIAR DE MOSTO	VALVULA 2.1-51-01XV15 TO. MOSTO DEBIL	JPLATAVI	COBA023133	ACARRILIN
7	20130813	10369491		ZI	MEAB	RED DE AGUA PROPAGACIÓN LEVADURA	MANGUERA DE AGUA LAVAMANOS DE COLECTORES	JPLATAVI	COBA023134	ACARRILIN
8	20130813	10369476		ZM	MEAB	TANQUE MADURADOR 1	VALVULA V04 LLENADO MADURADOR 1	JPLATAVI	COBA023135	ACARRILIN
9	20130813	10369507		ZI	METR	OLLA DE COCCIÓN	SEGUIMIENTO OLLA COCCIÓN-PONY	LCOCONUJ	COBA023133	LCOCONUJ
10	20130813	10369481		ZD	MEAB	RED DE AGUA CALIENTE COCINA	RED DE AGUA CALIENTE PISTONES BARREDORES	JPLATAVI	COBA023133	NNIÑOBAR
11	20130813	10369478		ZI	MEAB	TANQUE AUXILIAR DE MOSTO	BOMBA TANQUE AUXILIAR DE MOSTO	NNIÑOBAR	COBA023133	NNIÑOBAR
12	20130813	10369475		ZI	MEAB	RED BOMBEO ENTRADA ENFRIADOR MOSTO	ENFRIADOR DE MOSTO BOMBA ENTRADA	NNIÑOBAR	COBA023133	NNIÑOBAR
13	20130812	10369034		ZA	MEAB	ELEVADOR DE MALTA-1	FALLA PESAJE MALTA COCINAS	HMATAIJC	COBA023133	H.MATAIURA
14	20130812	10369184		ZM	METR	OLLA DE MASAS	ADICIÓN INDECUADA DE CLORURO ENN COCINA	HMATAIJC	COBA023133	JCABALLIM
15	20130812	10369068	5080203	ZM	METR ORAS	RED BOMBEO ENTRADA ENFRIADOR MOSTO	SELO MECÁNICO AVER BOMBA 21-4001P03	HMATAIJC	COBA023133	H.MATAIURA
16	20130812	10369065		ZM	MEAB	TANQUE DE LÚPULO 1 COCINA	ORING TAPAS DOSIFICADORES LÚPULO AVERIA	HMATAIJC	COBA023134	H.MATAIURA
17	20130812	10369118		ZM	METR	TANQUE DE CONTRAPRESIÓN 5	SENSOR DE RETORNO CIP BBT5, NO FUNCIONA	HMATAIJC	COBA023137	JCABALLIM
18	20130812	10369185		ZM	METR	EDIFICIO DE FILTRACIÓN	PISO LISO ENTRADA A FILTRO DEL CORREDOR	HMATAIJC	COBA023137	JCABALLIM
19	20130812	10369182		ZM	METR	EDIFICIO DE COCINAS	ALCANTARILLA EXTERIOR COCINAS SIN REJIL	HMATAIJC	COBA023133	JCABALLIM
20	20130812	10369187		ZM	METR	EDIFICIO DE COCINAS	LOZA DAÑADA ENTRADA A CAVA DE LÚPULO	HMATAIJC	COBA023133	JCABALLIM
21	20130812	10369186		ZM	METR	EDIFICIO DE COCINAS	MESON DE COMPUTADORES DE COCINAS SUELTO	HMATAIJC	COBA023133	JCABALLIM
22	20130812	10369177		ZA	MEAB	RED DE PRODUCTO TERMINADO	FALLA DISPLAY ORBISPHERE PORTATIL BBT	JMARTICA	COBA023137	JMARTICA
23	20130812	10369175		ZM	MEAB	REDES DE SISTEMA CIP FILTRACIÓN	MANGUERA DE SUMINISTRO DE AIRE MAL UBICAD	JMARTICA	COBA023137	JMARTICA
24	20130812	10369124		ZI	MEAB	RED DE JARABE DE MAÍZ COCINA	CAMBIO TRAMOS DE MANGERA No 6 CIP FILTRO	JPLATAVI	COBA023137	ACARRILIN
25	20130812	10369114		ZM	MEAB	EDIFICIO DE COCINAS	EMPAQUE MANHOLE TQ.JARABE COCINA	JPLATAVI	COBA023133	ACARRILIN
26	20130812	10369129		ZM	MEAB	TANQUE DE COCINAS	SISO TANQUE DE CONSUMO DE AGUA PARA LA P	LSALAZAB	COBA023133	LUIS ERNESTO
27	20130811	10369020		ZI	MEAB	TANQUE DE CONTRAPRESIÓN 4	ZOT3 50795463 MARCAR TERMINALES SENSORES	HMATAIJC	COBA023137	LCASTIBIM
28	20130811	10368962		ZA	METR	TANQUE AGUA DECLORADA	VALVULA DE SALIDA TANQUE DE AGUA DECLORA	LSALAZAB	COBA023133	LUIS ERNESTO
29	20130811	10368932		ZM	METR	ENFRIADOR DE MOSTO	fuga sello bomba enfriador de mosto	LSALAZAB	COBA023133	LUIS SALAZAR
30	20130811	10369025		ZM	METR	TANQUE FERMENTADOR 1	ILUMINACION DEFECTUOSA EN TOP PLATES UTK	LSALAZAB	COBA023134	DIEGO C
31	20130811	10368931		ZM	METR	TANQUE PARA AUTÓLISIS DE LEVADURA	DAÑO Bcambiar brake olla prim de autolis	LSALAZAB	COBA023138	LUIS SALAZAR
32	20130810	10368733		ZI	METR	TANQUE FERMENTADOR 5	FUGA POR VALVULA CONO FV.5, AREA SUCIA	HMATAIJC	COBA023134	JCABALLIM
33	20130810	10368735		ZI	METR	TANQUE DE CONTRAPRESION 3	AISLAMIENTO BBT3 EN MALAS CONDICIONES	HMATAIJC	COBA023137	JCABALLIM

6.2.4 Seguimiento grafico

En este recuadro se direcciona a la hoja de cálculo “Estatus de avisos” ubicada dentro del archivo “AVISOS ELABORACION MANTENIMIENTO AUTONOMO”. En esta hoja se generan graficas que relacionan los tipos de avisos y su estado en el sistema. Los tipos de aviso y los estados de sistema se explican en las tablas 28 y 29 respectivamente.

Tabla 28. Tipos de aviso

TIPOS DE AVISO	DESCRIPCION
ZA	Paro funcional: se utiliza para describir un problema que genera una parada de una maquina la cual repercute en la producción.
ZD	Solicitud de mejoramiento: se utiliza para describir acciones que generen una mejora al activo o a l proceso.
ZI	Generado por inspección: se utiliza para exponer anomalías encontradas después de realizar una ruta de inspección.
ZM	Solicitud de mantenimiento: se utiliza para exponer anomalías encontradas durante el turno de trabajo, las cuales pueden ocasionar daños en los equipos o generar paradas de producción.

Tabla 29. Estados de tarea

ESTADO DE TAREA	DESCRIPCION
MEAB	Mensaje abierto: Se crea el aviso al detectar una falla
MECE	Mensaje cerrado: Se cierra el aviso sin necesidad de intervenir
MECE ORAS	Mensaje cerrado y orden asignada: Se asigna orden de trabajo y se realiza satisfactoriamente
METR	Mensaje en tratamiento: Se está trabajando en la solución pero se espera por repuesto o personal.
METR ORAS	Mensaje en tratamiento y orden asignada: Se asigna orden de trabajo a un mensaje y se realiza satisfactoriamente.

En este archivo se generan 3 graficas, cada una de ellas en una hoja de cálculo diferente, en las cuales encontramos tablas dinámicas que organizan y disponen de la información recopilada en la hoja “tabla de avisos”.

Las gráficas que se generan son las siguientes:

- Estatus de avisos: muestra la relación entre los tipos de aviso creados y su estado en el sistema. Se muestra en la figura 100.
- Tipos de aviso: en esta grafica se observan las cantidades de cada tipo de avisos creados, así como se muestra en la figura 101.
- Avisos generados: muestra la relación comparativa entre cada operario, mostrando sus estadísticas individuales. Se puede observar en la figura 102.

Figura 100. Grafica estatus de avisos

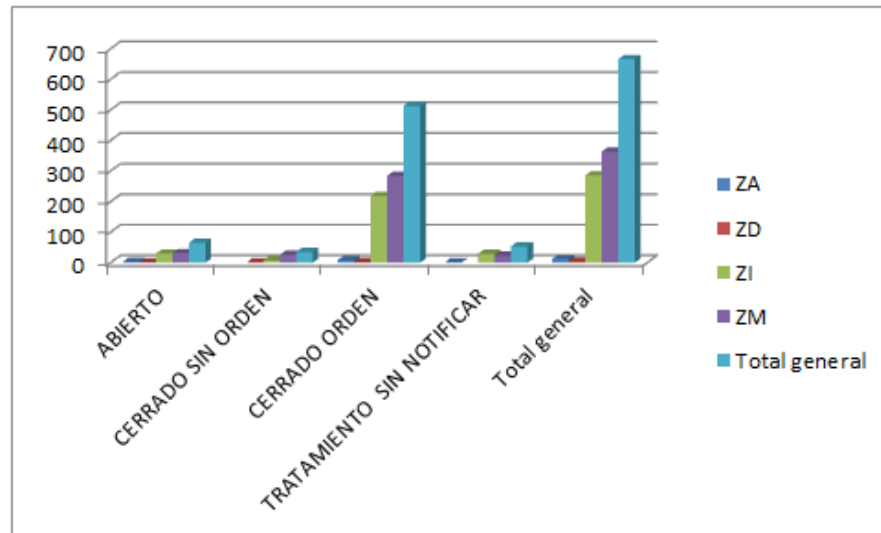


Figura 101. Grafica tipos de aviso

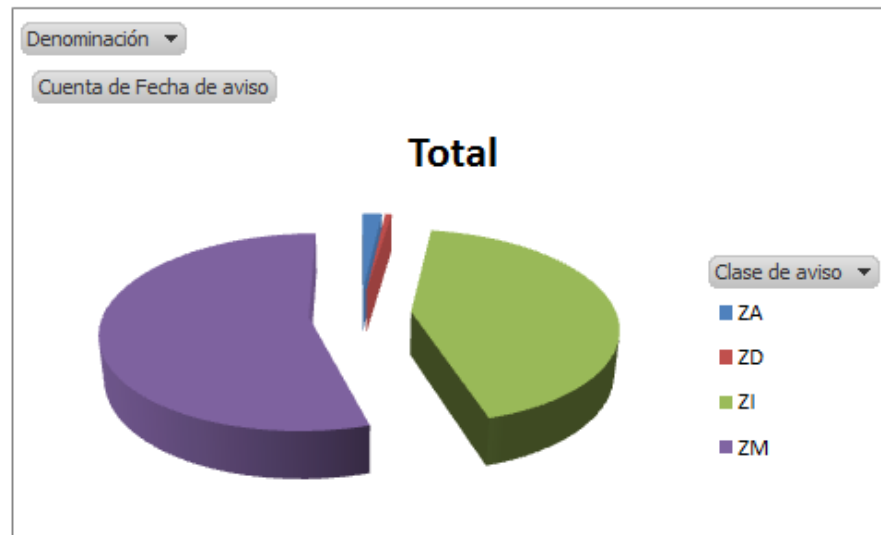
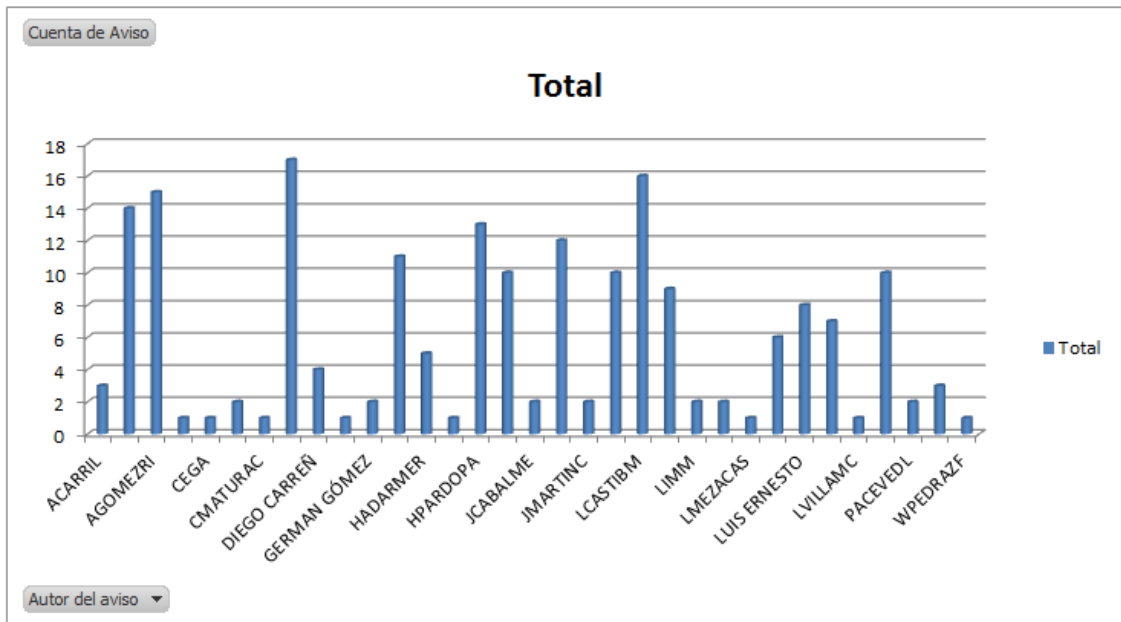


Figura 102. Avisos generados



Estas graficas se explicaran de manera mas detallada en el capitulo 7 “KPI enfocados a Kaizen”

6.3 ESTÁNDARES IMPLEMENTADOS

Durante el desarrollo del proyecto y con el fin de facilitar el ingreso y la comprensión de la información generada y encontrada referente a cada equipo, sobre mantenimiento autónomo se propusieron y realizaron los siguientes estándares.

➤ Estándares por equipo

- Estándar de detección de anomalías M.A
- Estándar LILA

- Mapas de FC y ADA
- Mapas de limpieza
- Mapas de lubricación

➤ **Estándares Generales**

- Estándar de Seguimiento de Fuentes de Contaminación
- Estándar LUP

7. KPI ENFOCADOS A KAIZEN

Para la medición de resultados y cuantificación del desempeño obtenido en la implementación del mantenimiento autónomo, se recurre a la creación de un indicador que relacione las tareas e inconformidades halladas diariamente con el cumplimiento de estas mismas, pertenecientes al área de elaboración. Mediante esta herramienta se evidencia el avance y las fallas del programa de implementación de MA.

Este indicador es una relación porcentual de las tareas, inconformidades o acciones de mejora halladas día a día por medio de las inspecciones, y la operacional de resolver estas inconveniencias en el sitio de trabajo.

Este indicador se calcula cada mes en base al registro llevado en el archivo “AVISO ELABORACION MANTENIMIENTO AUTONOMO” en el cual se registran todos los avisos de MA generados por los operarios y se lleva el control estadístico de cada uno especificando el estado actual de la tarea. Para realizar el cálculo de este indicador se aplica la formula mostrada en la figura 103.

Figura 103. Ecuación para el cálculo del KPI en MA

$$KPI_{MA} = \frac{MECE\ ORAS + METR\ ORAS}{Total\ general} * 100$$

7.1 CALCULO KPI DE MANTENIMIENTO AUTONOMO

Para calcular el KPI de MA se utiliza el archivo “AVISOS ELABORACION MANTENIMIENTO AUTONOMO” el cual se encuentra vinculado al tablero digital desde los accesos “seguimiento gráfico” y “registro de anomalías” como se explicó en el capítulo anterior.

Este indicador se calcula directamente de los avisos generados por los operarios en las inspecciones diarias de cada equipo en el área, en estas rutinas de inspección el personal operativo identifica diferentes anomalías referentes a MA, al finalizar la respectiva inspección el operario debe registrar en “Tabla avisos” del archivo “AVISOS ELABORACION MANTENIMIENTO AUTONOMO” la respectiva inconformidad encontrada.

Esta tabla se encuentra organizada como se muestra en la tabla 30 y cada celda debe ser llenada con la información correspondiente.

- Fecha de aviso
- Aviso
- Orden
- Clase de aviso
- Estatus sistema
- Área
- Equipo
- Descripción
- Creado por
- Centro costo
- Autor del aviso

Tabla 30. Tabla avisos

Fecha de aviso	Aviso	Orden	Clase de aviso	Status sistema	Area	Equipo	Descripción	Creado por	Centro coste	Autor del aviso
-------------------	-------	-------	-------------------	-------------------	------	--------	-------------	---------------	-----------------	--------------------

7.1.1 Fecha de aviso

En esta celda se ingresa la fecha de realización del aviso por parte del operario.

7.1.2 Aviso

En esta celda se encontrara el número de registro de aviso generado por SAP para la anomalía detectada. Todas las anomalías que sean detectadas por el operario deber ser informadas y registradas vía SAP, por tal motivo las tareas de MA también deberán ser registradas, ya que es el sistema de información utilizado por la empresa.

7.1.3 Orden

Orden se le determina a la acción tomada por el departamento de mantenimiento o por el operario, para resolver una anomalía. Al igual que las anomalías se registran en SAP como avisos, las ordenes también tienen que llevar un registro y en esta casilla se ubica el número de la orden que se tomó como medida para la anomalía.

7.1.4 Clase de aviso

En esta casilla se selecciona el tipo de aviso generado dependiendo de lo explicado en la tabla 28, ubicada en el capítulo 6. Al ingresar a esta celda se puede seleccionar los tipos de aviso de una lista plegable vinculada a la tabla dinámica del archivo, de esta manera se realiza el conteo de los diferentes avisos para generar las tablas y graficas explicadas anteriormente en “seguimiento grafico”; un ejemplo del seleccionado de la clase de aviso se observa en la tabla 31.

Tabla 31.Clase de aviso

Fecha de aviso	Aviso	Orden	Clase de aviso	St
20140807	1036794	5080105	ZM	
			ZA	
			ZD	
			ZI	
			ZM	

7.1.5 Estatus sistema

Esta celda hace referencia a el estado de la tarea en el sistema, el cual puede ser mensaje abierto (MEAB), mensaje cerrado (MECE), mensaje cerrado y orden asignada (MECE ORAS), aviso en tratamiento con orden (METR) y aviso tratado con orden asignada (METR ORAS). Cada uno de estos estados se detalló en la tabla 29 en el capítulo 6. Un ejemplo de cómo seleccionar el Estatus sistema se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Estatus sistema

Fecha de aviso	Aviso	Orden	Clase de aviso	Status sistema	A
20140807	1036794	5080105	ZM	MECE ORAS	
				MECE	
				MECE ORAS	
				METR	
				METR ORAS	

De acuerdo a este Estatus se modifican las gráficas y se determina la cantidad de avisos con órdenes ejecutadas correspondientes a los estatus METR ORAS y MECE ORAS; al establecer este estado para cada aviso modifica las gráficas para el seguimiento gráfico y el total de estos avisos se da como resultado el “MECE ORAS + METR ORAS” usado en la ecuación para el cálculo del KPI de MA.

7.1.6 Área

En esta celda se debe seleccionar el área donde se encontró la inconformidad, con esta información automáticamente se filtraran las opciones de equipos disponibles por área.

Tabla 33. Área

Fecha de aviso	Aviso	Orden	Clase de aviso	Status sistema	Area	E
20140807	1036794	5080105	ZM	MECE ORAS	COCINAS	
					MATERIAS PRIMAS	
					COCINAS	
					FV-SV	
					FILTRACION	

7.1.7 Equipo

Esta celda hace referencia al equipo o maquina especifica en la cual se encontró la anomalía. Su selección se puede observar en la tabla 33.

Tabla 34. Equipo

Fecha de aviso	Aviso	Orden de aviso	Clase de aviso	Status sistema	Area	Equipo	D
20140807	1036794	5080105	ZM	MECE ORAS	COCINAS	TANQUE A	
						TANQUE AUXILIAR	
						RED DE RECIRCULAC	
						CALENTADOR DE MC	
						OLLA DE COCCIÓN	
						OLLA WHIRLPOOL	
						EVAPORADOR FLASH	
						ENFRIADOR DE MOS	
						TANQUE AGUA DECL	

7.1.8 Descripción

El operario realiza una breve descripción de la anomalía, mencionando el elemento directamente involucrado y la falla que se encuentra en este. Si el operario conoce a raíz la falla, debe ser incluida la información desde cuándo y por qué está sucediendo.

Tabla 35. Descripción

Fecha de aviso	Aviso	Orden de aviso	Clase de aviso	Status sistema	Area	Equipo	Descripción
20140807	1036794	5080105	ZM	MECE ORAS	COCINAS	TANQUE A	FUGA POR EL SELLO DE LA BOMBA

7.1.9 Creado por

Este ítem se refiere al creador del aviso en SAP. Debido a cuestiones administrativas no todos los empleados de la planta poseen un usuario SAP, por tal motivo, en el caso que un operario que no posea usuario SAP detecte una anomalía, debe dirigirse hacia un empleado del área que si posea uno y de esta manera realizar el aviso en SAP. Así este último operario que crea el aviso SAP es al que se refiere en este numeral.

7.1.10 Centro coste

Esta columna corresponde a la dependencia o área en la empresa de la cual se generan los recursos monetarios necesarios para llevar a cabo la solución de la anomalía.

7.1.11 Autor del aviso

Se refiere al operario, especialista de mantenimiento o ingeniero que detecta una falla o anomalía en cualquier equipo del área, al ser detectada luego se prosigue a realizar el debido aviso en el sistema SAP.

7.2 SEGUIMIENTO GRAFICO KPI

En el documento “AVISO ELABORACION MANTENIMIENTO AUTONOMO” se encuentran 3 graficas generadas por tablas dinámicas para mostrar diferentes

aspectos estadísticos. Estas graficas tienen de entrada toda la información recopilada en los avisos generados y organizados en la hoja de cálculo “tabla avisos”.

7.2.1 Estatus de avisos

La primera grafica que se muestra se encuentra en la hoja de cálculo “Estatus de aviso”. En esta grafica se relaciona la cantidad de avisos generados, organizados por tipo de aviso y estatus de aviso, se presenta una gráfica de barras para cada operario que se decida. Esta hoja de cálculo es una tabla dinámica en la cual se puede filtrar la información por los siguientes aspectos:

- Autor del aviso
- Estatus de aviso
- Tipo de aviso

Para la realización de esta gráfica, primero se genera una primera tabla de estatus de sistema contra tipos de aviso, en la que dependiendo la selección de los filtros, se modificaran los datos en base a los avisos reportados; esta información se muestra en la tabla 36.

Tabla 36. Tabla dinámica presentación de avisos y su estatus de sistema

Autor del aviso		(Todas)				
Cuenta de Clase de aviso		Status				
aviso	(MEAB)	(MECE)	(MECE ORAS)	(METR)	(METR ORAS)	Total general
ZA	3		3	1	5	12
ZD	1	1			2	4
ZI	30	8	143	29	76	286
ZM	31	26	146	23	138	364
Total general	65	35	292	53	221	666

En la tabla 36 se muestra en color negro el total general para los avisos con estatus MECE ORAS y METR ORAS, estos son los correspondientes avisos a los cuales se les ha designado una orden de trabajo para su solución. En la siguiente tabla se agrupan estas dos columnas con el fin de usar este dato para el cálculo del KPI de MA, como se puede observar en la tabla 37.

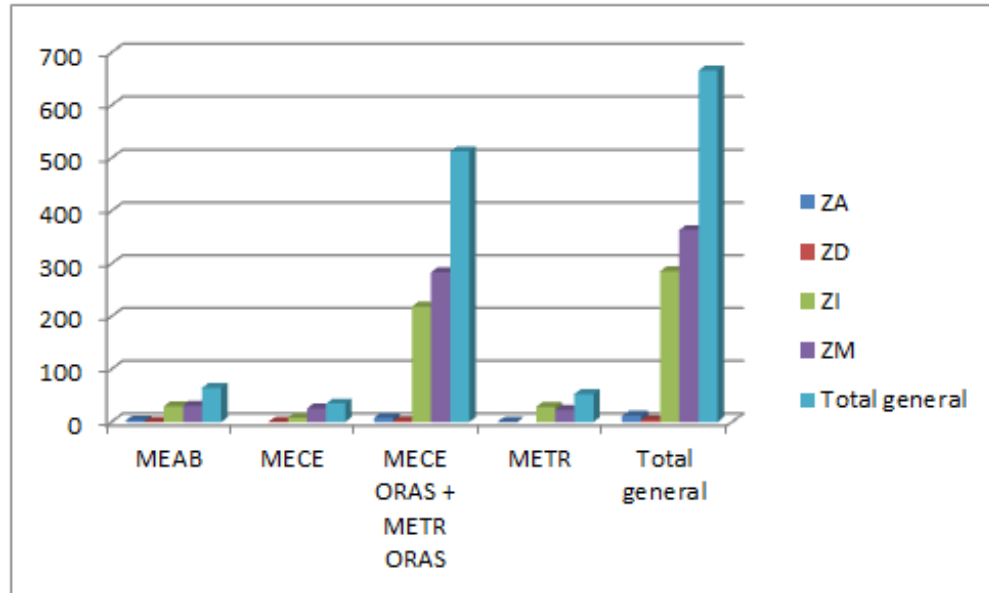
Tabla 37. Tabla para el cálculo del KPI_MA

Tipo de aviso	MEAB	MECE	MECE ORAS + METR ORAS	METR	Total general
ZA	3		8	1	12
ZD	1	1	2		4
ZI	30	8	219	29	286
ZM	31	26	284	23	364
Total general	65	35	513	53	666

KPI_MA	77,03%
--------	--------

De esta tabla se generara la grafica comparativa entre los estatus de sistema, de manera que se pueda apreciar la efectividad tanto de los equipos de trabajo del area, del area en general o de un operario en especifico, dependiendo de los filtros seleccionados en la tabla dinamica. Esta grafica se muestra en la figura 102.

Figura 104. Grafica de seguimiento



Volviendo a la tabla 37 se observa que los valores de “Total general” para las columnas de “MECE ORAS + METR ORAS” y “Total general” se encuentran de color negro, mientras que los demás son de color rojo. Con estos valores en color negro se realiza el cálculo del KPI de MA, usando la ecuación presentada al principio del capítulo.

$$KPI_{MA} = \frac{MECE\ ORAS + METR\ ORAS}{Total\ general} * 100 = \left(\frac{513}{666}\right) * 100 = 77,027$$

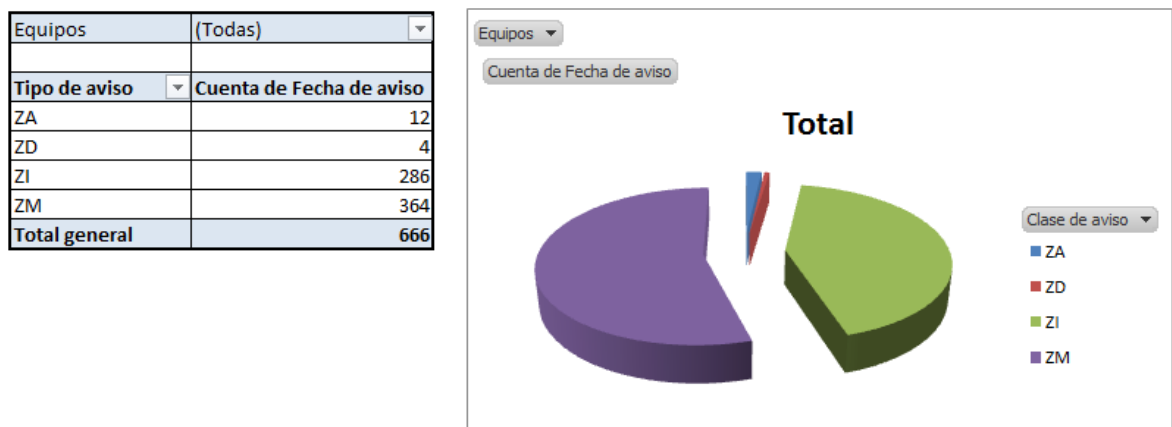
7.2.2 Tipos de aviso

Esta segunda grafica ilustra en un diagrama circular, las proporciones de avisos generados en relación a cada equipo o al área en general. La tabla dinámica que la riges tiene los siguientes dos filtros:

- Equipos
- Tipo de aviso

Esta tabla toma solo la información referente a los tipos de aviso y los equipos en los que se presentan, realiza un conteo de ellos y genera la gráfica. En la figura 104 se observa la tabla y la gráfica correspondiente.

Figura 105. Tipos de aviso



Usando esta grafica se puede proporcionar una visión general del estado de cada equipo, revisando que tantos avisos genera y de qué tipo, se pueden tomar medidas para evitar que se repitan.

7.2.3 Avisos generados

En esta última grafica se dispone de mayor información, puesto que para esta tabla dinámica se realiza un filtrado en base al total de las entradas de la “tabla de avisos”, estos filtros son:

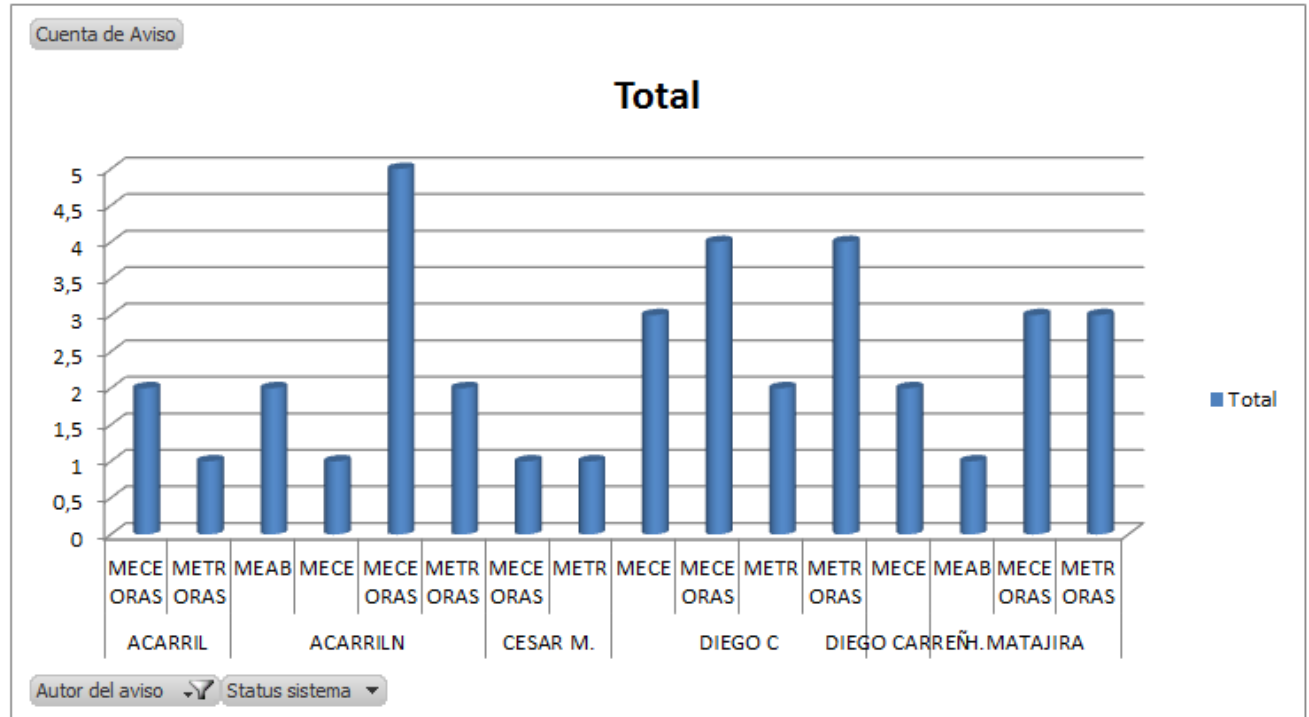
- Fecha de aviso
- Aviso
- Orden
- Clase de aviso
- Estatus sistema
- Denominación(equipo)
- Creado por
- Centro coste
- Autor del aviso

De esta manera se pueden relacionar todo tipo de información en la gráfica, pero se debe ser cuidadoso de no saturar la interfaz. La grafica es presentada a continuación en la figura 105.

En la figura se toma el ejemplo seleccionando cuatro operarios y de los demás filtros seleccionamos “aviso” y “estatus de sistema”

Figura 106. Avisos generados

Etiquetas de fila	Cuenta de Aviso
ACARRIL	2
MECE ORAS	2
METR ORAS	1
ACARRILN	5
MEAB	2
MECE	1
MECE ORAS	5
METR ORAS	2
CESAR M.	1
MECE ORAS	1
METR	1
DIEGO C	6
MECE	3
MECE ORAS	4
METR	2
METR ORAS	4
DIEGO CARREÑ	3
MECE	2
H.MATAJIRA	4
MEAB	1
MECE ORAS	3
METR ORAS	3
Total general	



8. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta, con la siguiente tabla, los objetivos planteados y su respectivo cumplimiento de los mismos, para el desarrollo de éste proyecto, identificando la ubicación dentro del libro en diferentes capítulos.

Tabla 38. Cumplimiento de objetivos

OBJETIVO GENERAL	CUMPLIMIENTO
Contribuir a la misión de la Universidad Industrial de Santander en la construcción, aplicación y divulgación de conocimientos, participando activamente con el afianzamiento de la relación con la industria, mediante la implementación de la metodología de mantenimiento autónomo en la planta con sede en Bucaramanga de la cervecería Bavaria S.A, en su área de elaboración de productos, basada en los siete pasos propuestos por el instituto japonés de mantenimiento de plantas (JIPM) y recopilados en el documento denominado TRACC, base para la realización de esta implementación, esto en busca de cumplir con la filosofía de manufactura de clase mundial (MCM) que tiene adoptada la empresa en busca de la excelencia de sus procesos.	El cumplimiento de este objetivo se evidencia mediante el cumplimiento y realización de los objetivos específicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CUMPLIMIENTO
<p>Validar la calificación del GEM en los equipos pilotos al inicio del proyecto, organizando y revisando cada actividad, dejando la constancia de que en realidad cada ítem calificado, este implementado en la planta, y esta certificación quede guardada en la base de datos de la cervecería (BUCARCTRL).</p>	<p>El cumplimiento de este objetivo se evidencia en el capítulo 6.</p>
<p>Planear las tareas a realizar para poder obtener la calificación dentro del GEM que se desea llevar a 3.5 que es el rango el cual se quiere llegar el área de elaboración dentro del plan de mantenimiento autónomo a los equipos pilotos(Sistema Cuba de Filtración y Tanque Fermentador número 26)</p>	<p>Capítulo 5, 6 y 7 que muestran todos los avances que se realizaron.</p>
<p>Llevar a cabo las acciones planeadas, tomar las verificaciones para validar que se llevaron a cabo y adjuntarlas en la base de datos de la cervecería para validar cada ítem de la calificación del GEM se cumpla de manera satisfactoria.</p>	<p>Capítulo 5 y 6, son el compendio de todos los archivos que validan las actividades realizadas en la cervecería.</p>
<p>Documentar todo el avance que se logró en el desarrollo del programa de mantenimiento autónomo en el área de Elaboración, almacenarlo en la base de datos de la</p>	<p>La información se encuentra recopilada en la base de datos del área de elaboración en la planta Bavaria Bucaramanga</p>

empresa.	SA
<p>➤ Elaborar un tablero digital en EXCEL para crear un punto de fácil acceso a la información y datos guardados en la base de datos de la cervecería respecto a todas las actividades realizadas en el plan de mantenimiento autónomo para uso en el área de elaboración de productos.</p>	<p>En el capítulo 6 se encuentra toda la información referente al tablero digital implementado</p>

9. CONCLUSIONES

- Se logró contribuir a la misión de la Universidad Industrial de Santander en la construcción, aplicación y divulgación de conocimientos, participando activamente con el afianzamiento de la relación con la industria, mediante la implementación de la metodología de mantenimiento autónomo en la planta con sede en Bucaramanga de la cervecería Bavaria S.A, en su área de elaboración de productos, basada en los siete pasos propuestos por el instituto japonés de mantenimiento de plantas (JIPM) y recopilados en el documento denominado TRACC, base para la realización de esta implementación, esto en busca de cumplir con la filosofía de manufactura de clase mundial (MCM) que tiene adoptada la empresa en busca de la excelencia de sus procesos.
- Se logró establecer una conciencia laboral sobre la implementación del MA en el área de elaboración de productos, especificando el papel que cada operario cumple dentro de esta labor, su importancia y su completo conocimiento del tema. Esto se realizó mediante las charlas de socialización y el trabajo eventual con el personal operativo encargado de los equipos piloto cuba de filtración y tanque fermentador 26, demostrando así su papel protagónico en la implementación del mantenimiento autónomo en el área de elaboración.
- Se desarrollaron e implementaron diversos tipos de formatos (LILA, planes de implementación para MA, sistemas de registro y manejo de información, etc.) permitiendo de esta manera el desarrollo de las tareas de identificación, registro y entendimiento relacionadas con el mantenimiento autónomo en el área de elaboración de productos para los equipos piloto cuba de filtración y tanque fermentador 26.

- Mediante la realización de los planes de acción de limpieza inicial y la implementación de los estándares LILA (Limpieza Inspección Lubricación y Ajustes) se evidencia el progreso desde la identificación de problemas hasta su solución, reduciendo considerablemente el tiempo de inspección por parte de los operadores, los cuales ahora centran su atención en los puntos críticos a revisar para mantener el estado de condiciones estándar de los equipos piloto cuba de filtración y tanque fermentador 26, en el área de elaboración.
- Se logró documentar desde la etapa de recopilación en la cual se catalogó y separó la información existente (por ejemplo LUP's, mapas FC y ADA, y demás información pertinente al mantenimiento autónomo), hasta la información generada durante el proyecto referente a mapas de lubricación, estándares LILA, LUP's, mapas de limpieza y formatos de registro y seguimiento, concernientes a los equipos piloto cuba de filtración y tanque fermentador 26, en el área de elaboración.
- Se logró recopilar toda la información de la implementación de mantenimiento autónomo, mediante el uso del tablero digital del área de elaboración. Esta interfaz permite ingresar a la información anteriormente citada sobre el mantenimiento autónomo desde cualquier ordenador del área, así de esta manera se comporta como la mayor herramienta de soporte para el operario.

10. RECOMENDACIONES

- Actualizar constantemente la información del tablero digital.
- Auditar regularmente a los operadores para verificar si están avanzando en sus competencias con respecto a las tareas del mantenimiento autónomo.
- Capacitar constantemente a los operarios en cualquier nueva actividad propuesta.
- Mantener los formatos ya establecidos, los que se vayan a generar a futuro que estén sustentados bajo la fundamentación metodológica del mantenimiento autónomo.
- Extender este trabajo al resto de la cervecería.

BIBLIOGRAFIA

- ARDILA, Alvaro. Diseño del plan y capacitación del personal en mantenimiento autónomo del equipo envasadora marca H&K tipo WF 77/22 línea 2 de producción Bavaria SA Bucaramanga. Bucaramanga, Universidad Pontificia Bolivariana, 2009. p 122
- BORRÁS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento material docente. Bucaramanga: 2011. Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- CLAVIJO, Luz y RODRÍGUEZ María. Propuesta mantenimiento autónomo TPM e implementación de “Limpieza e inspección” en línea No 3 MEALS de Colombia SA. Bogota: Universidad de la Sabana. 2003, p136.
- CUATRECASAS, Lluís. TPM en un entorno lean management: Estrategia competitiva. Madrid: Profit, 2010, p 129-168.
- GONZALEZ FERNANDEZ, Javier Francisco. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2ed. Madrid: Fundación confemetal. 2005, p 90-130.
- GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: 2001. Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.
- GONZALEZ B. Carlos R. Conferencia Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga; Universidad Industrial de Santander, 2001.
- RIVERA, Martin. y RINCÓN, Daniel. Implementación del mantenimiento autónomo para la cervecería Bavaria en el área de servicios industriales Bucaramanga. Trabajo de grado Ingeniería mecánica. Bucaramanga.

Universidad Industrial de Santander. Facultad Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2013. p 226

➤ TRACC. Mantenimiento Autónomo. Orlando: Competitive capabilities international, 2004, 249 p.

➤ YUTO DAGA, Herbert. Mantenimiento autónomo en la industria metalmecánica. [online]. Perú: Blog, 2010. [citado el 15 de Octubre de 2014].

Available from Wordweb: <http://gestiondelmantenimiento.blogspot.com/2010/>

[11/caso-real-de-mantenimiento-autonomo.html](http://gestiondelmantenimiento.blogspot.com/2010/11/caso-real-de-mantenimiento-autonomo.html)

ANEXOS

Anexo A. Anormalidades resueltas mediante la limpieza inicial

Anexo B. Estándar LILA tolva de afrecho

Anexo C. Mapa de FC del tanque auxiliar de mosto

Anexo D. Mapa de ADA de la tolva de afrecho

Anexo E. Mapa de lubricación del Molino de malta HUPPMANN

Anexo F. Mapa de lubricación del sistema de enfriamiento de mosto

Anexo G. Plan de implementación

Anexo H. Plan de implementación ejemplo tareas

Anexo I. SOP Arranque de cocción

Anexo J. LUP general

Anexo K. Mapa de limpieza de la cuba de filtración

Anexo L. Auditoria de paso