

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL
GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROYECTO

**MEJORA DE LA EXCELENCIA OPERACIONAL DE LA
PLANTA DE INYECCION EN LA EMPRESA
MEXICHEM(AMANCO) EN EL AÑO 2017**

Sustentante:

Cristopher Hernández Molina

FACILITADOR:

Gabriel Gómez Aguilar

III CUATRIMETRE, 2017

Contenido

AGRADECIMIENTOS	xiii
DEDICATORIA	xiv
DECLARACIÓN JURADA	xv
CARTA DEL TUTOR	xvi
CARTA DEL LECTOR	xvii
CARTA DEL FILÓLOGO	xviii
RESUMEN GERENCIAL	19
CAPÍTULO I	20
1 INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
1.1 INTRODUCCION.....	21
1.2 IDENTIFICACION DE LA EMPRESA O INSTITUCION.....	22
1.2.1 Historia de Mexichem Amanco.....	22
1.2.2 Línea de Productos	24
1.2.3 Conexiones SH 40:	24
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	27
1.3.2 La pregunta del problema.	27
1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	27

1.5	OBJETIVOS.....	28
1.5.1	Objetivo general.	28
1.5.2	Objetivos específicos.	28
1.6	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	29
1.6.1	Alcances.....	29
1.6.2	Limitaciones	29
CAPÍTULO II		30
MARCO TEÓRICO.....		30
2.1	MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.....	31
2.1.1	Diagrama de Ishikawa (de Causa-Efecto).....	31
2.1.2	Diagrama de Pareto	33
2.1.3	Diagrama de Flujo.....	35
2.1.4	Diagrama de Gantt.....	37
2.1.5	Indicador OEE.....	38
2.1.6	SMED.....	42
2.1.7	Kaizen	¡Error! Marcador no definido.
2.1.8	Árbol Crítico de la Calidad (CTQ).....	45
2.2	MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	47
2.2.1	Metodología DMAIC.....	47
2.3	MARCO CONCEPTUAL REFERENTEAL IMPACTO DEL PROYECTO.....	48
2.3.1	Tasa interna de retorno.....	48

2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.....	50
2.4.1 Antecedentes de Proyectos	50
2.4.2 Resultados Anteriores	51
2.4.3 Similitudes o Diferencias	51
2.4.4 Autores consultados: coincidencias o discrepancias.....	51
CAPÍTULO III	52
MARCO METODOLÓGICO	52
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1 Naturaleza:.....	53
3.1.2 Carácter del proyecto:	54
3.1.3 Marco del proyecto.....	55
3.1.4 Alcance temporal	55
3.1.5 Sujetos y fuentes de información	55
3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.	56
3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	57
3.4 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.....	60
CAPÍTULO IV	61
DIAGNÓSTICO	61
4.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	62

4.1.1	DMAIC: Etapa 1 – Definir	62
4.1.2	Determinación de las causas que provocan incumplimiento del indicador OEE.	62
4.1.3	Diagrama sinóptico del proceso de inyección.	62
4.1.4	Árbol Critico de la calidad (CTQ).....	63
4.1.5	Diagrama de flujo del proceso de Inyección.....	64
4.1.6	Priorizacion de las Inyectoras a analizar mediante el indicador OEE. .	66
4.1.7	Cálculo del indicador OEE	68
4.1.8	Análisis de los resultados mensuales del indicador OEE del mes de octubre del 2016 a octubre del 2017.....	69
4.1.9	Diagrama de Ishikawa.....	80
4.1.10	DMAIC: Etapa 2 - Medir	89
4.1.11	Clasificación de las causas que provocan el incumplimiento del OEE según su significancia.	89
4.1.12	DMAIC: Etapa 3 – Analizar	93
4.1.13	Cuantificación del impacto económico de la situación actual en las 5 Inyectoras.	93
4.2	CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.	96
CAPÍTULO V		99
DISEÑO Y DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN		99
5.1	DESCRIPCIÓN.....	100

5.1.1 DMAIC: Etapa 4 - Mejora	100
5.1.2 Implementación de la Ficha técnica para las Inyectoras 151,210,211,220,221,225 y 226.	106
5.1.3 Matriz de entrenamiento de Inyección.....	109
5.1.4 Establecimiento de los Checklist para mantenimiento preventivo que se adecue a las recomendaciones del fabricante de la Inyectora.....	112
5.1.5 Evento Kaizen en la reducción del tiempo de Set up en las Inyectoras con la herramienta SMED.....	132
5.1.6 Costos de la implementación de la mejora.....	147
5.1.7 Evaluación económica de las propuestas de mejora.	150
VI CAPÍTULO	155
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
6.1 CONCLUSIONES	156
6.2 Recomendaciones	158
7 BIBLIOGRAFÍA	159
8 GLOSARIO Y ABREVIATURAS	161
ANEXOS	162

Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama de Producción de Mexichem Costa Rica S.A.....	23
Figura 2: Conexiones de PVC.....	25
Figura 3: Diagrama de Ishikawa	33
Figura 4: Tabla para Diagrama de Pareto.....	34
Figura 5: Grafica Diagrama de Pareto	35
Figura 6: Símbolos comunes en un diagrama de flujo	37
Figura 7: Diagrama de Gantt.....	38
Figura 8: Calculo del OEE.....	41
Figura 9: Clasificación del OEE.	41
Figura 10: Jerarquía del compromiso Kaizen.....	45
Figura 11: Árbol Crítico de Calidad	46
Figura 12: Ciclo DMAIC.	47
Figura 13: Diagrama de Gantt del proyecto en estudio.....	59
Figura 14: Vista General de la máquina inyectora.	63
Figura 15: Vista General de la máquina inyectora.	64
Figura 16: Cálculo del indicador OEE y sus indicadores.....	69
Figura 17: Diagrama de Ishikawa.	81
Figura 18: Árbol Crítico de calidad.....	101
Figura 19: Ampo de las Fichas técnicas de las Inyectoras.	109
Figura 20: Matriz de entrenamiento.	110
Figura 21: Matriz de entrenamiento.	111
Figura 22: Diagrama de Gantt de los Mantenimientos Preventivos.	130

Figura 23: Kaizen de la herramienta de SMED.....	133
Figura 24: Ideas de mejora implementadas en el cambio de molde.	139
Figura 25: Ideas de mejora implementadas en el cambio de molde.	139
Figura 26: Anillo centrador colocado en la Inyectora.	141
Figura 27: Hoja de Trabajo Estándar para el cambio de Molde en Inyección...	142
Figura 28: Hoja de Trabajo Estándar para el cambio de Molde en Inyección...	143
Figura 29: Realización del nuevo procedimiento en el cambio de molde.....	144

Índice de Tablas

Tabla 1: Antecedentes del Departamento de Extrusión.....	50
Tabla 2: Proceso DMAIC de los elementos del OEE en Extrusión	51
Tabla 3: Proceso DMAIC de los elementos del OEE en Inyección.....	57
Tabla 4: Análisis del OEE en las 5 Inyectoras (Trimestral)	67
Tabla 5: Indicadores OEE del mes de octubre 2016 a octubre 2017.....	69
Tabla 6: Promedio Total del indicador global OEE del mes de octubre 2016 a octubre 2017.	71
Tabla 7: Promedio anual del OEE por Inyectora.....	72
Tabla 8: Promedio Mensual del Sub indicador Rendimiento.....	74
Tabla 9: Promedio anual del rendimiento por inyectora.....	75
Tabla 10: Promedio Mensual del Sub indicador Set Up.....	76
Tabla 11: Promedio anual del Sub indicador Set Up por inyectora.....	77
Tabla 12: Promedio Mensual del Scrap.	78
Tabla 13: Promedio anual del Sub indicador de Scrap por inyectora.	79

Tabla 14: Clasificación de Causas identificadas	82
Tabla 15: Tiempo disponible y perdido en las Inyectoras de Octubre del 2016 a Octubre del 2017.....	85
Tabla 16 :Frecuencia diaria recolectada de las causas que afectan el OEE.	90
Tabla 17: Clasificación de las causas detectadas.....	91
Tabla 18: Costo de los indicadores Scrap, Rendimiento y Tiempo de Set Up....	94
Tabla 19: Pérdidas económicas en la planta de Inyección por no cumplir las metas establecidas de los indicadores del OEE.	94
Tabla 20: Proporción de las pérdidas económicas en los indicadores del OEE.	95
Tabla 21: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 80 % de las causas lamás significativas de acuerdo con el Pareto.	102
Tabla 22: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 80 % de las causas más significativas de acuerdo con el Pareto.	103
Tabla 23: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 20 % de las causas acuerdo al Pareto.....	104
Tabla 24: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 20 % de las causas acuerdo al Pareto.....	105
Tabla 25: Ficha técnica	107
Tabla 26: Ficha técnica Completa.....	108
Tabla 27: Checklist de Mantenimientos correctivos.	114
Tabla 28: Checklist de Mantenimientos correctivos.	115
Tabla 29: Checklist de Mantenimientos correctivos.	116
Tabla 30: Checklist de Mantenimientos correctivos.	117
Tabla 31: Checklist de Mantenimientos correctivos.	118

Tabla 32: Checklist de Mantenimientos correctivos	119
Tabla 33: Checklist de Mantenimientos correctivos.	120
Tabla 34: Checklist de Mantenimientos correctivos.	121
Tabla 35: Checklist de Mantenimientos correctivos.	122
Tabla 36: Checklist de Mantenimientos correctivos.	123
Tabla 37: Checklist de Mantenimientos correctivos.	124
Tabla 38: Checklist de Mantenimientos correctivos.	125
Tabla 39: Checklist de Mantenimientos correctivos.	126
Tabla 40: Checklist de Mantenimientos correctivos.	127
Tabla 41: Checklist de Mantenimientos correctivos.	128
Tabla 42: Checklist de Mantenimientos correctivos.	129
Tabla 43: Planilla de identificación de tareas externas e internas.....	135
Tabla 44: Planilla de identificación de tareas externas e internas.....	136
Tabla 45: Ideas de mejora para pasar de tareas internas a externa.....	137
Tabla 46: Hoja de chequeo de preparación de tareas Externas Camol Inyección.	138
Tabla 47: Identificación de las tareas paralelas.	140
Tabla 48: Resultados del Set UP Enero 2018.....	144
Tabla 49: Resultados del Scrap Enero 2018.....	145
Tabla 50: Resultados del Rendimiento Enero 2018.....	145
Tabla 51: Comparativo de indicadores situación actual vrs propuesta	146
Tabla 52: Costos del Kaizen	147
Tabla 53: Costos del anillo Centrador	148
Tabla 54: Costos de compra de herramientas.	148

Tabla 55: Costos de utilización de la Inyectora.....	149
Tabla 56: Creación de la ficha técnica y Matriz de entrenamiento.....	149
Tabla 57: Creación de la ficha técnica y Matriz de entrenamiento.....	150
Tabla 58: Costo total de la mejora.	151
Tabla 59: Beneficio Económica de la Mejora.....	152
Tabla 60: Análisis TIR.....	153
Tabla 61: Antes y después de las propuestas de mejora cuantitativa.	154

Índice de Gráficos

Grafico 1: Pareto de la tabla 4.	68
Grafico 2: Promedio Total del indicador global OEE del mes de octubre 2016 a octubre 2017.	72
Grafico 3: Promedio anual del OEE por Inyectora.	73
Grafico 4: Promedio mensual del Sub indicador Rendimiento.....	74
Grafico 5: Promedio anual del Sub indicador Rendimiento por inyectora.	75
Grafico 6: Promedio mensual del Sub indicador Set Up.....	77
Grafico 7: Promedio anual del Sub indicador Set Up por inyectora.	78
Grafico 8: Promedio mensual del Sub indicador de Scrap.....	79
Grafico 9: Promedio anual del Sub indicador de Scrap por inyectora.....	80
Grafico 10: Clasificación de Causas Identificadas.	83
Grafico 11: Tiempo disponible y perdido en las Inyectoras de Octubre del 2016 a Octubre del 2017.....	86

Grafico 12:Causas que afectan el OEE.	92
Grafico 13:Proporción de las perdidas Scrap, Rendimiento y Set up.	96
Grafico 14: Situación actual versus la mejora del indicador OEE	146
Grafico 15: Antes y Después de las propuestas de mejora cuantitativamente.	154

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ayudarme en este largo camino y darme fuerzas en los momentos más difíciles.

A mi madre y padre, que me ha enseñado a no rendirme ante nada y siempre perseverar sin importar lo difícil que se encuentre la situación.

A Wendy Oviedo, por acompañarme durante todo este arduo camino y no dejarme solo en los momentos que más necesitaba una compañía.

A mis hermanos Nazareth y Anthony por apoyarme siempre cuando lo requería.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante. A mi madre, padre, hermanos y novia, por ser los pilares más importantes apoyándome en los malos y buenos momentos durante la realización de este proyecto.

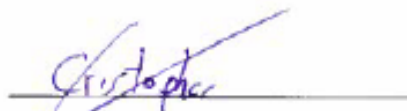
Agradezco a mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y haber estado para mí en todo momento.

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Cristofer Beltran Hernandez Molina, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 604050931 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: MEJORAR LA EXCELENCIA OPERACIONAL UTILIZANDO EL OEE EN LA PLANTA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA MEXICHEM (AMANCO) EN EL AÑO 2017

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 20 días del mes de Marzo del año dos mil dieciocho



Firma del estudiante

Cédula 604050931

CARTA DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

San José, 10 de marzo del 2018

*Carrera de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana*

Estimado señor:

El estudiante Christopher Hernandez Molina, cédula de identidad número 604050931, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Mejora de la excelencia operacional utilizando el OEE en la planta de inyección de la empresa Mexichem (Amanco) en el año 2017", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura

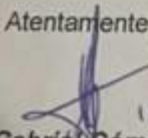
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	10%
	TOTAL	100%	90%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,


113940038
Gabriel Gómez Aguilar
113940038

CARTA DEL LECTOR

15 de mayo del 2018

*Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana*

Estimados señores:

El estudiante **Cristopher Hernández Molina**, cédula de identidad 6-0405-0931, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado: **“MEJORAR LA EXCELENCIA OPERACIONAL UTILIZANDO EL OEE EN LA PLANTA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA MEXICHEM (AMANCO) EN EL AÑO 2017”**, el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado e indicado las observaciones relativas al contenido analizado particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico, análisis de datos, la coherencia entre las oportunidades de mejora identificadas y las propuestas, conclusiones y recomendaciones en términos de aporte del proyecto de graduación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Atentamente,

*Jacqueline Brenes Granados
Cédula 701380274
IPI-27267*

Firma.....



CARTA DEL FILÓLOGO

CARTA DEL FILÓLOGO

San José, 23 de mayo de 2018

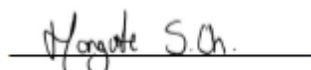
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del lenguaje de la tesis denominada "Mejorar la excelencia operacional utilizando el OEE en la planta de inyección de la empresa Mexichem (Amanco) en el año 2017", presentada por el estudiante Christopher Hernández Molina, para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Con las correcciones realizadas en este trabajo de investigación, esta tesis es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentada y defendida como Trabajo Final de Graduación, ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,



Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula # 2 0717 0620

Carné afiliado # 231 "Asociación Costanicense de Filólogos"

RESUMEN GERENCIAL

El presente proyecto de investigación tuvo como principal objetivo mejorar la excelencia operacional de la planta de inyección en la empresa Mexichem Amanco, esto a través del análisis de los elementos que conforman el indicador global “OEE” para lograr el cumplimiento adecuado de los objetivos productivos de la compañía.

En el año 2016 y 2017 la planta de inyección evidencia problemas en el cumplimiento de metas establecidas para los siguientes subindicadores (Scrap 1.55 %, Set Up 2.7 %, Rendimiento 23.7 Kg/h) ocasionando como resultado una pérdida mensual de \$9,808.62, reflejo de la carencia de un cálculo diario para el análisis, control y mejora continuamente.

Estos resultados obligaron a desarrollar la metodología DMAIC y todo un plan de implementación conformado por herramientas de ingeniería, las cuales logran la sostenibilidad y mejora en la ejecución del indicador OEE, impacto reflejado en la disminución del scrap; más kg/h y el mejoramiento del tiempo de cambio de molde para una mayor disponibilidad productiva, generando una ganancia mensual de \$10,650.31, eliminando la pérdida mensual y generando una reducción adicional de costos.

Se concluye que la aplicación del proyecto “Mejorar la excelencia operacional mediante el OEE en la planta de Inyección” es favorable para la compañía, pues logra los objetivos específicos planteados y evidenciando que es de gran ayuda como herramienta de medición.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN.

Este proyecto se realizará en la empresa Mexichem Amanco, ubicada en Belén de Heredia, la cual se especializa en la producción y comercialización de tuberías de PVC, así como la Industria Química y Petroquímica en América Latina.

La presente investigación pretende identificar y analizar las causas que afectan el resultado de las metas propuestas del rendimiento, calidad y disponibilidad en la planta de inyección, con el fin de plantear propuestas que eleven el desempeño de los indicadores y así mejorar la excelencia operacional, por medio del uso de herramientas para este tipo de estudio.

El documento investigativo considera los siguientes elementos estructurales:

En el primer capítulo, se presentan los antecedentes generales, así como el planteamiento y justificación del problema, el contexto de la empresa y la formulación de los objetivos generales y específicos que se pretenden alcanzar. Además, se establecen las limitaciones y los alcances que se buscan lograr.

El segundo capítulo enuncia el Marco Teórico que da fundamento al proyecto que se pretende desarrollar, mediante el uso de los instrumentos y herramientas relacionados con la Ingeniería Industrial.

En el tercer capítulo, se establece el Marco Metodológico, indicando en su contenido el tipo de investigación y la metodología para la elaboración de la propuesta de mejora e implementación, así como el aseguramiento, control y seguimiento del proyecto en el tiempo.

El cuarto y quinto capítulo brinda el diagnóstico y la descripción de la situación actual acompañado de la interpretación de los datos recopilados que permiten fundamentar el proyecto en estudio para, posteriormente, diseñar una propuesta de mejora que solvante el problema presente en la empresa Mexichem.

Finalmente, en el sexto capítulo se incorporan las conclusiones y recomendaciones con las cuales finalizará el estudio, seguido de la bibliografía consultada y los anexos.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.

A continuación, se describe la reseña de la historia de la empresa Amanco Mexichem, acompañado de su organigrama y productos que comercializa.

1.2.1 Historia de Mexichem Amanco.

Mexichem Costa Rica S.A., anteriormente conocida como Amanco Tubosistemas de Costa Rica S.A., está presente en el mercado de la construcción en Costa Rica desde 1997, cuando se da la fusión de las empresas Plásticos para la Construcción (PPC) y Ricalit, compañías que operaban desde los años de 1960.

Como parte de la expansión, en Mercados de Exportación, de la División Internacional el ahora Grupo Mexichem ingresa al mercado costarricense en 2007 con la producción y mercadeo de sistemas de tuberías, conexiones y accesorios de PVC para la conducción de fluidos, principalmente agua, y otros tales como electricidad.

La planta de producción está localizada en la Asunción de Belén y cuenta con más de 286 colaboradores.

Las operaciones de Mexichem están en constante crecimiento y expansión y ofrecen un variado portafolio de tubos y conexiones para una amplia gama de clientes en los mercados de construcción, domiciliar, infraestructura y agricultura.

Mexichem es líder mundial en sistemas de tuberías de plástico, así como la industria química y petroquímica en América Latina, con ventas que superan los \$5 mil millones de dólares anuales. Cuenta con operaciones industriales en más de 31 países, más de 100 plantas productivas, 2 minas y 8 laboratorios de I&D.

Esta empresa es la única fabricante de tuberías de PVC en Costa Rica que cuenta con triple certificación en las siguientes normas: ISO 9001 (Calidad), ISO 14001 (Ambiental) y OSHAS 18001 (Salud y Seguridad).

El organigrama del área de Producción Mexichem es el siguiente:

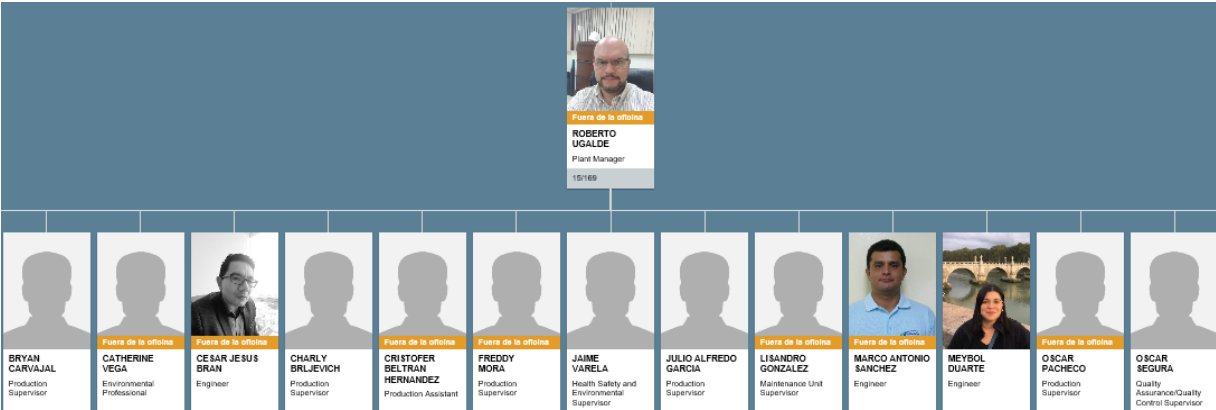


Figura 1 Organigrama de Producción de Mexichem Costa Rica S.A.

Fuente: M´people, 24 septiembre 2017.

El organigrama ejemplifica los diferentes departamentos del área de Producción Mexichem, los cuales consisten en el Departamento de Calidad, Departamento Mezclado, Departamento de Salud Ocupacional, Departamento Molino,

Departamento Extrusión, Departamento Camol, Mantenimiento, Departamento de Medio Ambiente y Departamento de Inyección.

Por ser una compañía multinacional para efectos del proyecto se enfoca únicamente en el área de producción, no obstante, se contemplan requerimientos de otros departamentos, con el fin de darle un enfoque integral a las propuestas de solución, ya que la empresa cuenta con una gran variedad de áreas y puestos de trabajo en sus demás ramas.

1.2.2 Línea de Productos

El portafolio de productos Mexichem Costa Rica S.A. está conformado por las siguientes marcas:

- Amanco: tuberías, conexiones, accesorios de PVC para el sector predial, de infraestructura y agrícola. Incluye también la línea de pegamentos Amanco, sistemas de plantas de tratamiento y geosintéticos.
- Amatek: línea de maderas de pino proveniente de plantaciones forestales renovables para diversas aplicaciones en el sector de mueblería y construcción.
- Rooftec: cubiertas de aluzinc para techo y tejas.

Este proyecto, específicamente, se elabora en la división predial enfocado en conexiones PVC y accesorios que se usan en la construcción residencial y comercial.

El portafolio de productos en inyección enfocado en la división de conexiones y accesorios predial es fabricado en las inyectoras y está formado por la siguiente línea.

1.2.3 Conexiones SH 40:

Todas aquellas conexiones utilizadas para cambios de dirección, transiciones y otras utilizadas en edificaciones con requerimientos de alta calidad tipo SCH 40 IPS.

Las líneas de conexiones son fabricadas en las diferentes inyectoras con resinas y carbonato de alta calidad, los productos cuentan con las certificaciones UL Y NSF.



Figura 2: Conexiones de PVC

Fuente: Internet, 24 septiembre 2017.

Las conexiones anteriores son una representación de los productos realizados en el área de inyección de Mexichem-Amanco.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mexichem Amanco es una planta enfocada en la producción de tubería y conexiones para el trasiego de materiales. Pese a su gran éxito, la empresa tiene problemas en la eficiencia general de los equipos (OEE) en el Departamento de Inyección, según el cálculo de los indicadores calidad, disponibilidad y rendimiento.

Actualmente, este departamento tiene altos tiempos de espera, la duración en promedio es de 47 minutos por un cambio de molde y con un coeficiente de variación de 2.75 % anual afectando la disponibilidad de tiempo de manufactura (tiempo de cambio de moldes), la meta actual es de 2.7 %, meta establecida por el corporativo de Mexichem; sin embargo, al corte de octubre del 2017 el promedio está en 3.27 %.

Hay largos tiempos de espera entre un cambio de molde y el otro, equivalente a un tiempo invertido de 9 a 12 minutos, esto ya que el personal no se anticipa al cambio de molde y pierde tiempo buscando herramientas cuando la máquina ya se encuentra detenida. En el 2017 se colocaron moldes erróneamente en las inyectoras, debido a que no se encuentran identificados y esto genera que haya una gran vulnerabilidad para el error, la estandarización no existe en el Departamento de Camol, es así como el indicador de cambio de molde se encuentra en 3.27 % en este momento.

Por su parte, el rendimiento kilos-hora de las inyectoras tiene una meta actual de 23.7 Kg/h, sin embargo, el cumplimiento de este indicador no está llegando a la meta con un resultado de 21.98 Kg/h.

El otro elemento del OEE es la calidad, actualmente, la meta del indicador es 1.55 % y la tendencia del indicador va al alza con un promedio anual de 2.04 %. De acuerdo con lo anterior, lo que se va a realizar es una serie de eventos de mejora continua mediante el uso de herramientas de Ingeniería Industrial, con el fin de lograr una mejora directa en el indicador de OEE. En la actualidad, dicho indicador se encuentra en 81.20 %, se espera que, para finales de este proyecto, se cumpla con la meta establecida de 88.59 %.

1.3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Los factores Disponibilidad, Calidad y Rendimiento que conforman el indicador OEE en Mexichem (Amanco) ya se encuentran establecidos, sin embargo, no se logra el cumplimiento de la meta propuesta por la Gerencia (Scrap 1.55 %, Set Up 2.7 %, Rendimiento 23.7 Kg/h), lo que evidencia una carencia de un cálculo diario para el análisis, control y mejora continua de excelencia operacional de las inyectoras.

1.3.2 La pregunta del problema.

Para llevar a cabo la investigación, la formulación del problema se descompone en las preguntas planteadas a continuación:

¿Qué causas inciden en el incumplimiento de la meta mensual del indicador OEE?

¿Cuál es el impacto que representa el incumplimiento del scrap básico y rendimiento global para la empresa?

¿De qué forma se puede mejorar este resultado mensual?

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A mediados del año 2016 y 2017, la planta de inyección de Mexichem presenta problemas en el cumplimiento del OEE, los subindicadores Scrap, Rendimiento y Tiempo de Set Up no están cumpliendo con las metas esperadas.

La excelencia operacional (OEE) en las compañías de Mexichem es de alta importancia por los ahorros que generan en la producción no conforme (Scrap) y la mejora en la capacidad productiva Kg/h que se pueden lograr, con esta se aumenta la producción mensual de la planta y se logra una disminución en el costo de

transformación del producto terminado, por tanto, se estima una mejora que impacte y beneficie a la compañía en \$9,808.62 mensuales.

1.5 OBJETIVOS.

En este apartado se definirán los objetivos generales del proyecto y los objetivos específicos que se desean alcanzar al finiquitar el proyecto.

1.5.1 Objetivo general.

Mejorar la excelencia operacional de la planta de inyección a través de la implementación y análisis de los elementos del OEE para el cumplimiento adecuado de los objetivos productivos propuestos por el Corporativo.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Identificar las causas que provocan el incumplimiento de la meta mensual (rendimiento, calidad y disponibilidad).
- Clasificar las causas según el impacto en el OEE.
- Analizar el impacto económico que representa la situación actual.
- Definir la metodología y herramientas para la propuesta del diseño.
- Analizar la rentabilidad por medio del TIR
- Elaborar un plan de implementación que permita la puesta en marcha de las soluciones propuestas evidenciando los resultados obtenidos (dentro del alcance de este estudio).

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.6.1 Alcances.

1. Esta investigación se enfoca únicamente en el estudio y establecimiento de propuestas de mejora al indicador OEE en la planta de inyección en 7 inyectoras de la empresa de Mexichem Amanco.

1.6.2 Limitaciones

1. Al inicio del proyecto, se contaban con 5 inyectoras para realizar el estudio de la mejora de los indicadores por medio del cálculo del OEE, sin embargo, con el plan de inversión del 2017 de la empresa se van a comprar 2 inyectoras en el cuarto trimestre del 2017, lo cual amplía el rango de estudio.
2. No existen históricos de las 2 inyectoras nuevas.
3. La compañía cuenta con certificaciones de calidad constantemente, lo cual cambia los parámetros para medir los indicadores de una manera fija.
4. El proyecto se enfocará solo en el Departamento de Inyección y no en el de Extrusión por disposición de la Gerencia General de la compañía.
5. No se cuenta con un proceso de secuenciación en el programa de producción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA

En los siguientes temas se ampliarán las teorías y conceptos relacionados con el campo de la Ingeniería Industrial que servirán de fundamento al proyecto en desarrollo.

2.1.1 Diagrama de Ishikawa (de Causa-Efecto)

Según Gutiérrez (2005), este diagrama:

[...] es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subramas. (pág. 165).

El Diagrama de Ishikawa es utilizado para relacionar el efecto (problema) con sus causas potenciales, por medio del pensamiento creativo (lluvia de ideas) representadas en una gráfica para lograr una mejor comunicación en las discusiones y el análisis.

El método estándar para la construcción de un diagrama de Ishikawa es el método de las 6M: Mano de Obra, Métodos, Máquinas o equipo, Material, Mediciones o Inspección y Medio ambiente. A continuación, Se presentará una lista de las posibles subramas para cada una de las categorías principales de este método de construcción:

- **Mano de obra o gente:** Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?), Entrenamiento (¿están entrenados los operadores?), Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?), Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador pueda llevar a cabo de manera eficiente su labor?).
- **Métodos:** Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada?), Excepciones (cuando el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo, ¿existe un procedimiento alternativo claramente definido?), Definición de operaciones (¿están definidas las 27 operaciones que constituyen los procedimientos? ¿Cómo se decide si la operación fue hecha de manera correcta?).
- **Máquinas o equipo:** Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces?, ¿Hay diferencias entre estaciones, máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones?), Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente? ¿Son adecuados?), Ajustes (¿los criterios para ajustar las máquinas son claros?), Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo? ¿Son adecuados?).
- **Material:** Variabilidad (¿se conoce la variabilidad de las características importantes?), Cambios (¿hubo algún cambio?), Proveedores (¿Cuál es la influencia de múltiples proveedores? ¿Se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).
- **Mediciones o inspección:** Disponibilidad (¿se dispone de las mediciones requeridas?), Definiciones (¿están definidas operacionalmente las características que son medidas?), Tamaño de la muestra (¿se midieron suficientes piezas?), Capacidad de repetición (¿se puede repetir con facilidad la medida?), Sesgo (¿existe algún sesgo en las medidas?).
- **Medio ambiente:** Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de las condiciones del medio ambiente?), Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?), Orden y limpieza (¿existen

políticas para mantener el orden y el aseo? ¿Se encuentran las instalaciones ordenadas y limpias?) (Gutiérrez, 2005).

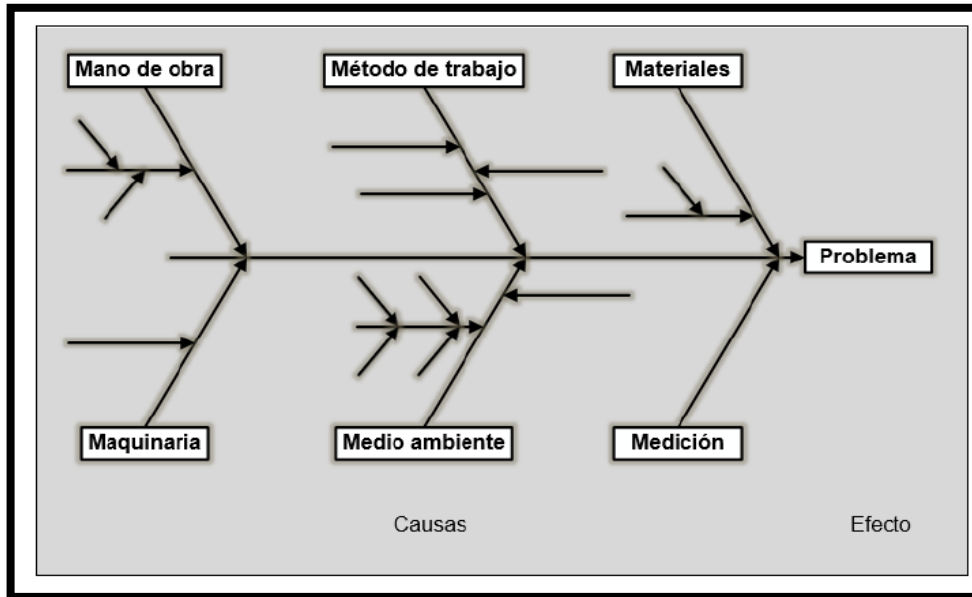


Figura 3: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Calidad total y productividad; Gutiérrez (2005).

En esta figura se nos muestra un ejemplo de un diagrama de Ishikawa.

2.1.2 Diagrama de Pareto

Prat, Tort-Martorell, Grima, Pozuettay Solé (1997, pág. 32) dicen que estos gráficos se denominan “Diagramas de Pareto”, ya que ponen de manifiesto que, cuando se analizan las causas de un problema, en general son unas pocas las responsables de su mayor parte. A estas pocas se les llama causas fundamentales, al resto, que son muchas, pero ocasionan una pequeña parte del problema se les denomina causas triviales.

La construcción de estos diagramas puede realizarse siguiendo los pasos que a continuación se indican:

1. Plantear exactamente cuál es el problema que se desea investigar, que datos serían necesarios, como recogerlos (no olvidar el diseño de la plantilla) y durante qué periodo.
2. Tabular los datos recogidos.
3. Rellenar el formulario previo a la construcción del diagrama. Las causas deben ordenarse de mayor a menor importancia, situando “otras” siempre al final.
4. Iniciar la realización del diagrama dibujando los ejes. Se coloca un eje horizontal dividido en tantas partes como causas y dos ejes verticales.
5. Construir el diagrama de barras.
6. Construir el polígono de frecuencias acumulado y añadir toda la información relativa al gráfico para que pueda ser fácilmente interpretado. (Prat *et al.*, 1997, pág. 33)

CAUSA	NÚM. DE RECLAMACIONES	TOTAL ACUMULADO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
D	104	104	52	52
B	42	146	21	73
F	20	166	10	83
A	10	176	5	88
C	6	182	3	91
E	4	186	2	93
Otras	14	200	7	100
TOTAL	200		100	

Figura 4: Tabla para Diagrama de Pareto

Fuente: Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad. Prat *et al.*, 1997, pág.33.

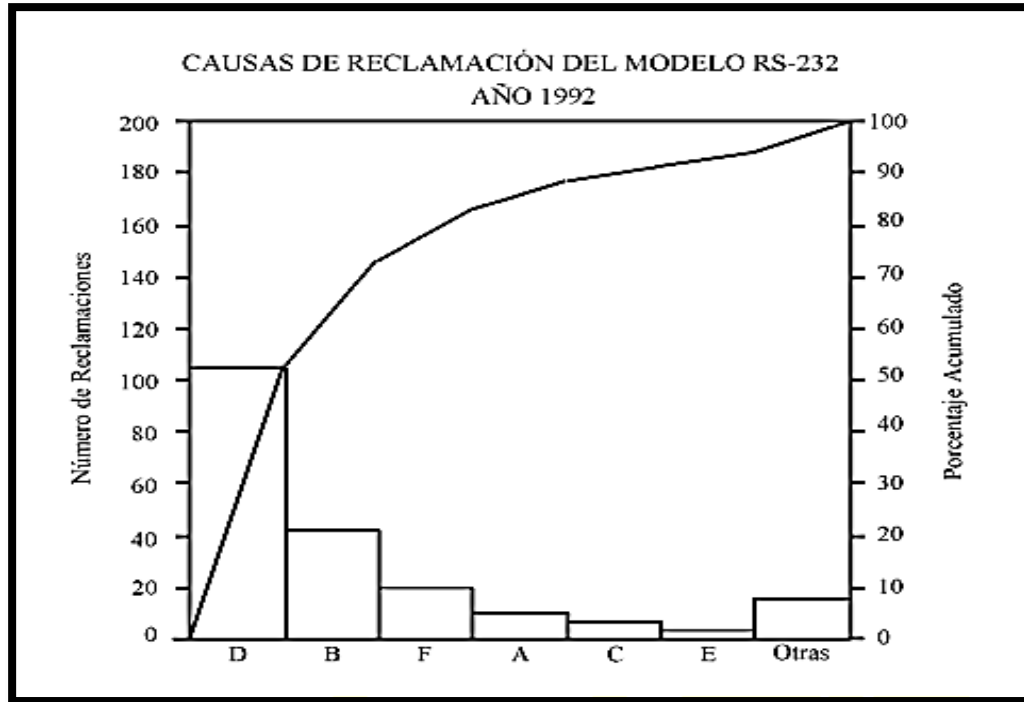


Figura 5: Grafica Diagrama de Pareto

Fuente: Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad. Prat et al., 1997, pág.34.

En esta figura, se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto.

2.1.3 Diagrama de Flujo

Según Schroeder, Goldstein, y Rungtusanatham (2011), “El diagrama de flujo se refiere a la creación de un diagrama visual para describir un proceso de transformación” (pág. 111).

Al diseñar un diagrama de flujo, se deben seguir algunos principios para generar un diagrama que sea fácil de entender, con el fin de que aquellos individuos que no estén familiarizados con el proceso lo puedan entender y así facilitarles el análisis del flujo de proceso.

Esos principios son consistentes con la filosofía del proceso, la cual lo visualiza como un sistema de insumos, productos, clientes, proveedores, fronteras y pasos de procesamiento y flujos. Los pasos son los siguientes:

1. Identificar y seleccionar un proceso (o sistema) relevante de transformación para su estudio: aquí se puede hablar de la totalidad de suministros de un producto o servicio, para toda la empresa o para parte de ella.
2. Identificar a un individuo o a un equipo de individuos que sean responsables del desarrollo del diagrama de flujo, e idealmente, de los análisis de subsecuentes: el equipo que se encargue de este principio no solo deberá tener alguna familiaridad con el proceso de transformación, sino que, además, debería tener autoridad para iniciar o/e implantar cambios al proceso de transformación seleccionado.
3. Especificar las fronteras del proceso de transformación: estas barreras son los puntos en donde inicia y termina el proceso, determina los clientes y proveedores, y las actividades que deberían evaluarse.
4. Identificar y secuenciar la o las actividades operacionales necesarias para completar el producto final para los clientes: en un diagrama de flujo de un proceso, es indispensable manifestar lo que está realmente sucediendo y no lo que uno piensa que está ocurriendo.
5. Identificar las métricas del desempeño para los pasos o las actividades operacionales dentro del proceso de transformación seleccionado: estas métricas deberían de estar vinculadas con el desempeño del proceso general de transformación.
6. Trazar el diagrama de flujo al definir y usar símbolos de manera consistente: el diagrama de flujo se debe de trazar con los símbolos correspondientes mostrados en la figura 2.2, los cuáles son consistentes con la Norma ISO 9000 para la preparación de los diagramas de flujo. (Schroeder, Goldstein, y Rungtusanatham, 2011).

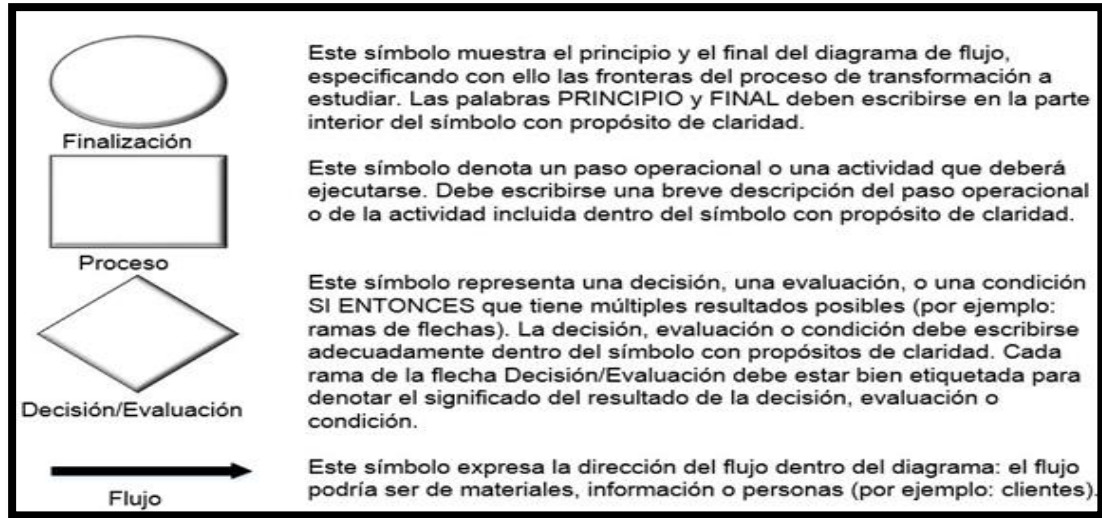


Figura 6: Símbolos comunes en un diagrama de flujo

Fuente: Administración de Operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. Schroeder, Goldsteiny Rungtusanatham (2011).

2.1.4 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt se define como una “representación gráfica de la extensión de las actividades del proyecto sobre dos ejes: en el eje vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo.” (Díaz, 2005, pág.149).

Según Díaz (2005), “cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado. La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden” (Díaz, 2005, pág.149).

Los pasos para construir el diagrama de Gantt son los siguientes:

1. Dibujar los ejes horizontal y vertical.
2. Escribir los nombres de las tareas o actividades sobre el eje vertical.

3. Dibujar los bloques correspondientes a las tareas que no tienen actividades precedentes. Ubíquelos de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).
4. Dibujar los bloques correspondientes a las tareas que solo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas. (Díaz, 2005, pág.149).

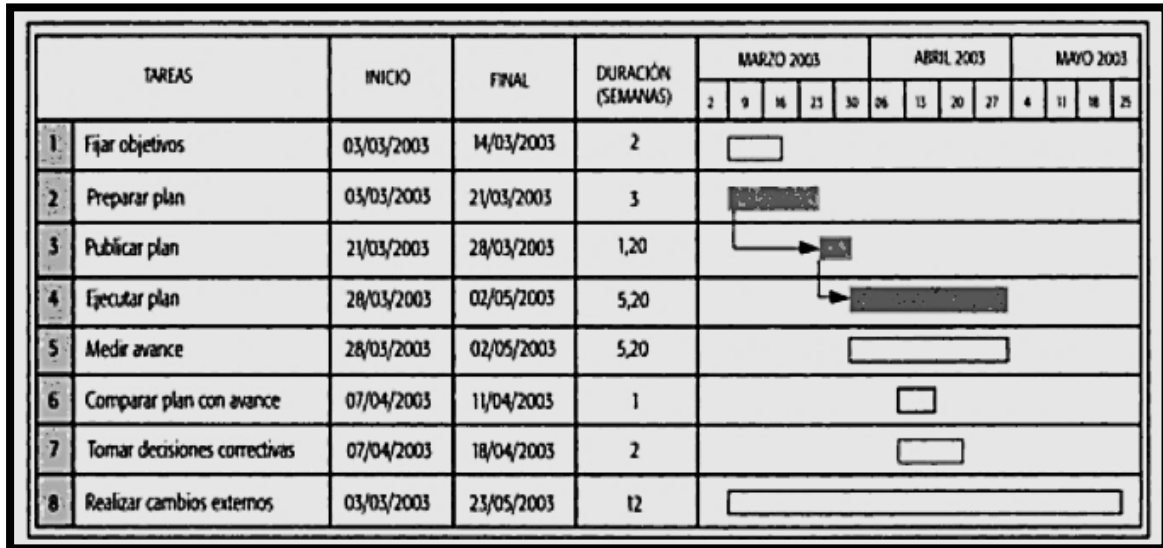


Figura 7: Diagrama de Gantt

Fuente: Análisis y planeamiento. Díaz, L. 2005. pág.149.

2.1.5 Indicador OEE

Según Cruelles (2010), “el OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria Industrial” (pág.102). La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100 % se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada),

eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas). El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad. (pág.102)

Disponibilidad:

La disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (**Tiempo de Operación: TO**) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (**Tiempo Planificado de Producción: TPO**). Este último es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivas, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denomina Paradas Planificadas

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

Donde:

TPO = Tiempo Total de Trabajo - Tiempo de Paradas Planificadas

TO = TPO - Paradas y/o Averías

Rendimiento:

Incluye:

1. Pérdidas de velocidad por pequeñas paradas.
2. Pérdidas de velocidad por reducción de la velocidad.

El rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido durante el tiempo de disponibilidad de la máquina. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la cantidad de producción nominal de la máquina o tiempo de ciclo ideal.

Capacidad Nominal = Número de Unidades / Hora

Tiempo de Ciclo Ideal = I / Capacidad Nominal

Fórmula:

Rendimiento = N° Total de Unidades / (Tiempo de Operación x Velocidad Máxima)

Calidad:

Disminuye la pérdida de velocidad. El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de Paradas, Down time, ya que durante ese tiempo no se han fabricado producto conforme.

Por tanto, la pérdida de calidad implica dos pérdidas:

1. Pérdidas de calidad, igual al número de unidades mal fabricadas.
2. Pérdidas de Tiempo Productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Adicionalmente, en función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas, incluyen:

1. Tiempo de reprocesado.
2. Costo de tirar, reciclar, etc., las unidades malas.

Fórmula:

Q= N° de unidades Conformes / N° unidades Totales

Por tanto, la calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas. (p. 103-106).

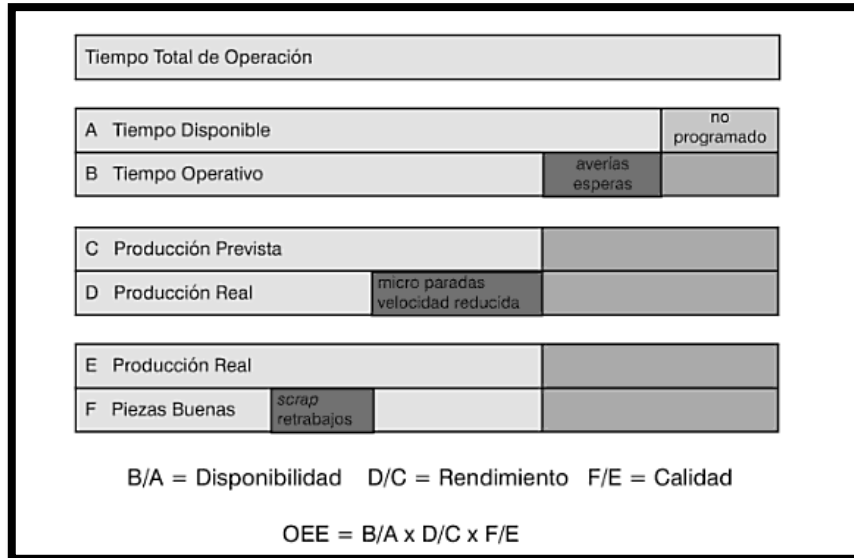


Figura 8: Calculo del OEE

Fuente: Cruelles (2010), pág.107.

El valor del OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia (pág.107).

De esta manera, se tiene la siguiente clasificación:

<p><i>OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.</i></p> <p><i>65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.</i></p> <p><i>75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.</i></p> <p><i>85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.</i></p> <p><i>OEE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.</i></p>

Figura 9: Clasificación del OEE.

Fuente: Cruelles (2010), pág.10

2.1.6 SMED

Según Shingo (1993) “el sistema SMED ha sido concebido a lo largo diecinueve años, y es el resultado del examen concienzudo de aspectos teóricos y prácticos de la mejora del proceso de preparación de máquinas.” (pág. 34)

Las operaciones de preparación de máquinas eran de dos tipos fundamentalmente diferentes:

- *Preparación interna* (IED): montar o desmontar matrices que pueden realizarse solo cuando una maquina esta parada.
- *Preparación externa* (OED): transportar las matrices viejas al almacén, o llevar las nuevas hasta la máquina, que pueden realizarse mientras la maquina está en operación. (pág. 24)

1. PRIMERA ETAPA: SEPARACIÓN DE LAS PREPARACIONES INTERNA Y EXTERNA

Las técnicas que se exponen a continuación son muy efectivas para asegurar que las operaciones que se pueden realizar externamente se efectúen, cuando la máquina está en marcha.

Empleo de una lista de comprobación

Es importante que se haga una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo:

- Nombres.
- Especificaciones.
- Numero de cuchillas, matrices, etc.
- Presiona, temperatura y otras variables.
- Valores numéricos de todas las medidas y dimensiones. (págs. 36–37)

2. SEGUNDA ETAPA: CONVERTIR LA PREPARACIÓN INTERNA EN EXTERNA.

Preparación anticipada de las condiciones de la operación. (pág. 39)

3. TERCERA ETAPA: PERFECCIONAR TODOS LOS ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE PREPARACIÓN

Mejoras radicales en las operaciones de preparación externa.

Las mejoras en el almacenamiento y transporte de piezas y herramientas (incluyendo cuchillas, útiles, plantillas y calibres) pueden contribuir a la mejora de las operaciones, aunque no serán en ningún caso suficientes.

El transporte de los útiles hasta la máquina correspondiente se hace mediante cintas o transportadores de rodillos. Este tipo de sistemas automáticos reduce el número de horas hombre necesarios para la preparación externa (págs. 55-56).

Mejoras radicales en las operaciones de preparación interna.

Es importante que se tome en cuenta lo siguiente para que se logren las mejoras:

- La implementación de operaciones en paralelo.
- La utilización de anclajes funcionales.
- Métodos de un único movimiento (págs. 59-65).

2.1.7 Kaizen

Se define Kaizen como: “la esencia del Kaizen es sencilla y directa: Kaizen Significa mejoramiento, más aún, Kaizen significa mejoramiento progresivo que involucra a todos, incluyendo tanto a gerentes como a trabajadores. La Filosofía Kaizen supone que nuestra forma de vida, sea nuestra vida de trabajo, vida social o vida familiar, merece ser mejorado de manera constante.” (Imai, 2001, pág. 39).

La sombrilla de Kaizen:

- Orientación al cliente.
- CTC (Control Total de la Calidad).

- Robótica.
- Círculos de CC.
- Sistemas de sugerencias.
- Automatización.
- Disciplina en el lugar de trabajo.
- MPT (Mantenimiento total productivo).
- Kamban.
- Mejoramiento de la calidad.
- Justo a tiempo.
- Cero defectos.
- Actividades en grupos pequeños.
- Relaciones cooperativas trabajadores-administración.
- Mejoramiento de la productividad.
- Desarrollo del nuevo producto (pág. 40).

Puesto que Kaizen es un proceso constante e involucra a todos en la organización, cada uno de la jerarquía administrativa está involucrado en algunos aspectos de Kaizen, como se muestra en la Figura.

Alta administración	Administración media y staff	Supervisores	Trabajadores
Estar decidida a introducir el KAIZEN como estrategia de la compañía	Desplegar y ejecutar las metas de KAIZEN dictadas por la alta administración a través del despliegue de la política y de la administración funcional transversal	Usar KAIZEN en los roles funcionales	Dedicarse a KAIZEN a través del sistema de sugerencias y de las actividades de grupos pequeños
Proporcionar apoyo y dirección para KAIZEN aplicando recursos		Formular planes para KAIZEN y proporcionar orientación a los trabajadores	Practicar la disciplina en el taller
Establecer la política para KAIZEN y las metas funcionales transversales	Usar KAIZEN en capacidades funcionales	Mejorar la comunicación con los trabajadores y mantener una moral elevada	Dedicarse a un autodesarrollo continuo para llegar a ser mejores solucionadores de problemas
Realizar las metas de KAIZEN a través del despliegue de la política y auditorías	Establecer, mantener y mejorar los estándares	Apoyar las actividades de los grupos pequeños (como los círculos de calidad) y el sistema de sugerencias individual	Ampliar las habilidades y el desempeño en el puesto con educación transversal
Construir sistemas, procedimientos y estructuras que conduzcan a KAIZEN	Hacer a los empleados conscientes de KAIZEN a través de programas de entrenamiento intensivo	Introducir disciplina en el taller	
	Ayudar a los empleados a desarrollar habilidades y herramientas para la solución de problemas	Proporcionar sugerencias KAIZEN	

Figura 10: Jerarquía del compromiso Kaizen

Fuente: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. Imai, 2001, pág. 44.

2.1.8 Árbol Crítico de la Calidad (CTQ)

Una técnica que es usada en la definición del problema en seis sigmas es la construcción del árbol crítico de la calidad. Esta herramienta se enfoca en las métricas claves de la satisfacción del cliente.

Un árbol crítico de la calidad traducirá los requerimientos iniciales de la calidad o los requerimientos cuantificables de los productos o servicios. Estos son los detalles críticos de la organización que hay que satisfacer. Estos pueden ser considerados

como resultados claves (Eckes, 2001). El desarrollo de un CTQ podría ir desde lo más general hasta lo específico, o ir desde una difícil medición hasta una fácil medición. Generalmente, esto tomará de 2 a 3 niveles de transición de necesidades a conductores para el CTQ.

La creación del CTQ requiere de los siguientes pasos:

- Identificar el cliente.
- Identificar la necesidad del cliente.
- Identificar el primer grupo de requerimientos básicos del cliente.
- Identificar el segundo grupo de necesidad.
- Validar los requerimientos con el cliente. El CTQ deberá ser revisado con los clientes para asegurar los requerimientos de estos.

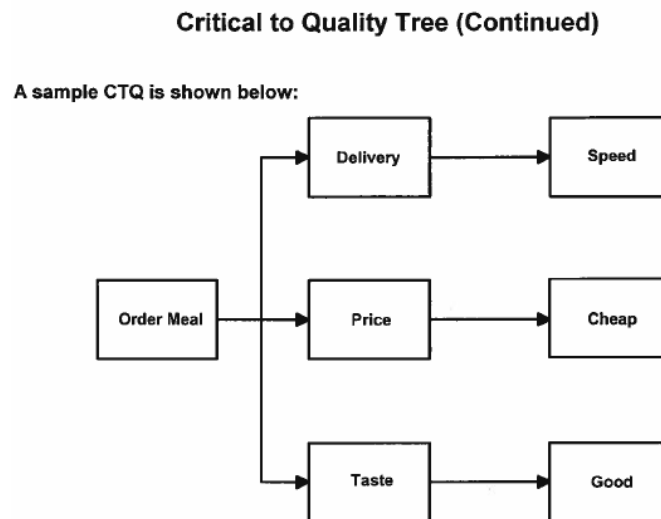


Figura 11: Árbol Crítico de Calidad

Fuente: Rath & Strong. Eckes, 2001, pág.19.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.

2.2.1 Metodología DMAIC

El Seis Sigma se define de la siguiente manera:

[...] método sistematizado de mejora basado en la medición y en el análisis de datos para alcanzar niveles de excelencia en los resultados de todos los procesos [...] Se basa en el ciclo PDCA, al que en esta metodología se le denomina Ciclo DMAIC (Sangüesa, Mateo, Ilzarbe, s.f., pág.167).

Según Sangüesa, Mateo, Ilzarbe (s.f.), este ciclo está constituido por cinco actividades:



Figura 12: Ciclo DMAIC.

Fuente: Teoría y Práctica de la Calidad. Sangüesa, Mateo, Ilzarbe., s.f., pág. 167.

En esta figura se muestra el ciclo DMAIC compuesto por sus actividades (Definir, Medir, Planificar, Mejorar y Controlar).

1. Definir (Define). Esta primera etapa está orientada a la comprensión del problema y sus consecuencias económicas. Se desarrolla en sesiones de grupo de trabajo.
2. Medir (Measure). A continuación, se desarrolla y aplica un procedimiento de recogida de aquellos datos que nos permitan medir la importancia y gravedad del problema.
3. Planificar (Analyse). Ante los resultados obtenidos en la etapa anterior, se lleva a cabo un análisis donde se llega hasta las causas primeras que han originado el problema.
4. Mejorar (Improve). El siguiente paso consiste en proponer y seleccionar propuestas de mejora.
5. Controlar (Control). El éxito de estas iniciativas deber ser asegurado. Con este fin se elaboran procedimientos que permiten medir y controlar la mejora. (p.167)

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.

2.3.1 Tasa interna de retorno

De acuerdo con Jiménez, Espinoza y Fonseca (2007), “la tasa interna de rendimiento (TIR) de un proyecto de inversión es la tasa de descuento (i) que hace que el valor actual de los flujos de beneficios (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos)” (pág. 82).

Según Jiménez, Espinoza y Fonseca (2007), la TIR es la tasa que descuenta los flujos asociados con un proyecto hasta un valor exactamente de cero.

La ecuación es la siguiente:

$$I_0 = \sum_{t=0}^n Ft(P/F, TIR, n)$$

I_0 = inversión inicial.

n =número de periodos.

F_t =flujo de efectivo anual en el periodo t .

TIR=tasa interna de retorno. (pág. 83).

2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.

2.4.1 Antecedentes de Proyectos

No se encuentran antecedentes de este tipo de proyecto dentro de inyección, a pesar de que Mexichem es líder en el mercado de PVC, no se han enfocado en la mejora continua de la productividad, sin embargo, se había realizado anteriormente un evento de mejora continua en el departamento de Extrusión, donde se obtuvieron resultados excepcionales en la mejora del OEE aplicando las técnicas de SMED en dicha área.

A continuación, se detallan los resultados después de la aplicación de la mejora Anual:

Tabla 1: Antecedentes del Departamento de Extrusión

Indicadores Extrusión 2016 OEE	Antes		Después	
	Cumplimiento	Pérdidas	Cumplimiento	Ahorros
Scrap	84%	\$ -26,758	96%	\$ 25,687.97
Tiempo de Set Up	80%	\$ -16,672	97%	\$ 16,171.89
Rendimiento	85%	\$ -288,366	98%	\$ 282,598.90
OEE	57%	\$ -331,797	91%	\$ 324,458.76

Fuente: Score de Extrusión.

De acuerdo con la Tabla 1, se observa que los indicadores a inicios del 2016 se encontraban por debajo de la meta establecida que es de un 74 % para el OEE.

Debido a la grave situación en dicho departamento, el gerente de producción solicitó el ingeniero de procesos productivos que realizará un evento Kaizen aplicando las técnicas SMED.

En la siguiente Tabla 2, se observa el proceso DMAIC hecho para cada uno de los indicadores en el estudio de la mejora de continua:

Tabla 2: Proceso DMAIC de los elementos del OEE en Extrusión

Indicadores	Definir	Medir	Analizar	Controlar	Implementar
Scrap	Mejorar el scrap al menos a un 7.1% de acuerdo a lo establecido por el corporativo.	Porcentaje de Scrap durante la estabilización de la extrusora.	Datos recolectados.	Estandarización de los procesos.	Identificación de moldes, control del scrap por turno por medio de pizarras de control visual.
Tiempo de Set Up	Mejorar el scrap al menos a un 2.9% de acuerdo a lo establecido por el corporativo.	Toma de tiempos de análisis de tareas externas e internas en el cambio de molde.	Datos recolectados.	Estandarización de los procesos, segmentación de tareas externas e internas.	5's en el taller de moldes, hoja de control de tiempos en arranques, comunicación del indicador diariamente.
Rendimiento	Mejorar el scrap al menos a un 351 kg/h de acuerdo a lo establecido por el corporativo.	Velocidad en las revoluciones por minuto de los tornillos alimentadores y de plastificación.	Datos recolectados.	Estandarización de los procesos, uso de torquímetro y maneal en los procesos de estabilización.	Cambio de herramental, establecimiento de metas, compra de herramientas.

Fuente: Score de Extrusión.

Con el proceso DMAIC que se realizó en el departamento de extrusión para cada uno de los indicadores se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 1, un ahorro significativo de \$324.458,76 con una mejora del OEE 59.65 %, reflejándose así en el indicador final un OEE del 91 % superando la meta establecida del 74 % por el corporativo.

2.4.2 Resultados anteriores

Como no se han enfocado en la mejora continua en la planta de inyección en el área productiva no existen resultados anteriores del OEE.

2.4.3 Similitudes o diferencias

Como hasta ahora se tiene planeado la implementación del OEE en el área de inyección, no se encuentran similitudes o diferencias con resultados históricos que haya generado la planta relacionado con este indicador.

2.4.4 Autores consultados: coincidencias o discrepancias.

No se encontraron autores que hayan investigado la problemática en estudio.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se dará a conocer la metodología del proyecto, definiendo la naturaleza, carácter, marco de la investigación, sujetos y fuentes de información.

3.1.1 Naturaleza:

En detalle se indicarán los tres enfoques científicos a utilizar para el desarrollo del proyecto, estableciendo un abordaje desde lo cualitativo, lo cuantitativo y lo mixto.

- **Enfoque cuantitativo**

Según Hernández et al. (2010), “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.” pág. 4).

- **Enfoque cualitativo**

De acuerdo con Hernández et al. (2010), “Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.” (pág. 7).

- **Enfoque mixto**

Según Ulate y Vargas (2012), “en los últimos años, también se habla de los procesos mixtos de investigación, en los cuales se recolectan, analizan y vinculan datos cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones” (pág. 59).

Considerando lo antes expuesto por los autores el tipo de investigación de este proyecto se clasifica como un enfoque Mixto, ya que contempla tanto herramientas del enfoque cuantitativo como el cualitativo. Se recolectarán datos mediante el uso de las herramientas estadísticas que permitirán su análisis, y se aplicarán entrevistas al personal clave mediante el enfoque cualitativo, todo esto para realizar un diagnóstico de la situación actual y plantear una propuesta de mejora acompañada del impacto económico.

3.1.2 **Carácter del proyecto:**

Seguido, para conocer el tipo de investigación de la cual se hará uso en el presente proyecto, se definen a continuación los tipos de investigación a utilizar para cumplir con los objetivos del tema en estudio.

- **Exploratoria:**

De acuerdo con Barrantes (2013), “se realiza para obtener un primer conocimiento de una situación, a fin de ejecutar una posterior más profunda, por eso, tiene un carácter provisional. Por lo general, es descriptiva, pero puede llegar a ser explicativa” (pág. 87).

Al iniciar el proyecto, se hace uso de la investigación de tipo exploratoria para tener una idea general de la situación actual y poder definir, en primera instancia, el problema de estudio y los motivos por los cuales esta daría un valor agregado a la organización.

- **Descriptiva:**

De acuerdo Barrantes (2013), “estudia los fenómenos, tal y como aparecen en el presente, en el momento de ejecutar la investigación. Incluye gran variedad de estudios, cuyo objetivo es describir los fenómenos, como los diagnósticos, los estudios de casos, las correlaciones, etc.” (pág. 88).

Definido el objeto de estudio del presente proyecto, y para efectos de la presente investigación lo que se requiere es un diagnóstico detallado de la situación actual.

- **Explicativa:**

Barrantes (2013) dice este tipo “explica los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer su estructura y los aspectos que intervienen en su dinámica” (pág. 87).

Este tipo de proyecto ayuda a determinar las causas principales de la problemática en estudio y dar explicaciones objetivas para diseñar una propuesta de mejora que permita el cumplimiento de los indicadores que conforman el indicador global OEE.

Por último, se definirán los sujetos de la investigación y las fuentes consultadas clasificadas en primarias y secundarias.

3.1.3 Marco del proyecto

El marco de este proyecto tiene tres componentes a continuación desglosados:

- Mega – Universo: Toda la empresa, incluye todos sus departamentos e infraestructura.
- Macro – Población: Departamento de Producción.
- Micro – Muestra: Planta de Inyección, Indicador OEE.

Esta investigación tiene un marco Micro, ya que solo se estudiarán los subindicadores que componen el indicador global OEE en la planta de inyección AMANCO.

3.1.4 Alcance temporal

El alcance de este proyecto es temporal transversal, pues este fenómeno será estudiado únicamente durante un periodo de tiempo establecido, se pretende profundizar en las causas del problema para lograr una propuesta de mejora.

3.1.5 Sujetos y fuentes de información

- **Sujetos**

Los sujetos de esta investigación serán el operador líder, supervisor técnico y administrativo, controlador de la producción y controlador de inyección.

- **Fuente de información primaria**

Ulate y Vargas (2012) menciona que “las primarias son aquellas fuentes que proporcionan datos de primera mano, es decir, información obtenida directamente de quien la produjo, el autor original.” (pág. 44)

Las fuentes de información primarias son aquellas que suministran de forma directa la información necesaria para el proyecto de investigación, siendo las siguientes:

1. Registros y reportes internos de la organización donde se incluyen todos aquellos documentos históricos del indicador OEE extraídos del RTM.
2. El personal de la empresa que suministre información necesaria para sustentar el desarrollo del proyecto.

- **Fuente de información Secundaria**

Según Ulate y Vargas (2012), “las fuentes secundarias son resúmenes de fuentes primarias, compilaciones, comentarios de artículos, de libros o tesis. También pueden ser libros que desarrollan un tema a partir de su propia recopilación de información.” (pág. 44)

En este proyecto toma como información secundaria las fichas técnicas, procedimientos, hojas de control, entre otros archivos relevantes para el estudio que sirven de soporte en el desarrollo del proyecto.

- **Fuente de información terciaria**

Tesis de Ingeniería Industrial consultadas, citadas en la bibliografía.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.

Se identifican las potenciales causas del problema, mediante los siguientes pasos:

- Se planea y ejecuta una reunión con los encargos del área de Inyección, buscando generar un CTQ sobre las posibles causas del no cumplimiento de los indicadores (Rendimiento, Calidad y Disponibilidad) y posterior se realizará una lluvia de ideas con los encargados para profundizar las causas expuestas.
- Se recolectan datos del Departamento de Inyección como fuente de información primaria para definir las causas del no cumplimiento de los indicadores anteriormente mencionados.
- Realizada la lluvia de ideas con la parte operativa, Jefaturas y con la recolección de datos ya finalizada, se realizará un diagrama de Ishikawa de las causas potenciales detectadas en el proceso.
- Con las causas potenciales ya identificadas se realiza un Diagrama de Pareto para identificar su frecuencia e impacto en el OEE dentro de la organización, el Impacto económico se reflejará en el análisis de las pérdidas por no cumplir las metas planteadas.
- Una vez establecidas las causas significativas, el impacto en el OEE y económico que las mismas ocasionan, se plantean alternativas de mejora.
- Una vez finalizada la etapa de análisis, se concluye acerca de la situación actual.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

La estructura de trabajo DMAIC permite ser la guía para la ejecución de cada una de las pautas del proyecto. En este esquema, se detallan cada uno de los objetivos del proyecto tanto el general como los específicos, además de las herramientas a utilizar para su ejecución y cumplimiento, con el fin de concluir con los resultados para la búsqueda de una propuesta de mejora que resuelva el problema en estudio.

Tabla 3: Proceso DMAIC de los elementos del OEE en Inyección.

D	M	A	I	C	
Objetivo General (Análisis)			Plan de Acción		
Mejorar la excelencia operacional de la planta de inyección a través de la implementación y análisis de los elementos del OEE para el cumplimiento adecuado de los objetivos productivos propuestos por el Corporativo			Realizar una propuesta de mejora la cual erradique las causas del no cumplimiento del indicador OEE deseado, implementando el plan propuesto de manera efectiva, dando como resultado la mejora productiva y económica deseada.		
Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
Identificar las causas que provocan el incumplimiento de la meta mensual (rendimiento, calidad y disponibilidad).	Clasificar las causas según el impacto en el OEE	Analizar el impacto económico que representa la situación actual.	Definir la Metodología y herramientas para la propuesta del diseño	Analizar la Rentabilidad por medio del TIR	Elaborar un plan de implementación que permita la puesta en marcha de las soluciones propuestas evidenciando los resultados obtenidos (dentro del alcance de este estudio).
Herramientas	Herramientas	Herramientas	Herramientas	Herramientas	Herramientas
Lluvia de ideas Diagrama de Flujo Análisis estadístico	Diagrama Ishikawa Documentación de frecuencia y costo mayor	Documentación (Historicos)	DMAIC, CTQ,GANTT KAIZEN,SMED, lluvia de ideas	Tasa interna de Retorno	Controles productivos y de calidad Controles de materias primas Controles de tiempos improductivos
Producto	Producto	Producto	Producto	Producto	Producto
Diagrama Ishikawa	Diagrama de Pareto	Análisis Económico	Mejorar la excelencia operacional	Evidenciar la mejora económica del proyecto que se quiere implementar	Implementación propuesta,secuenciada por medio del Diagrama de Gantt

Fuente: Score de Extrusión.

Mediante la herramienta Diagrama de Gantt se ilustrará la secuencia de las actividades a realizar en el proyecto, estableciendo los tiempos de inicio y finalización, con el fin de controlar el cumplimiento de las tareas.

En la siguiente figura se muestra la gráfica de Gantt que servirá de guía este proyecto:

3.4 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

La siguiente etapa es vital para mantener sustentabilidad del proyecto a través del tiempo:

- Registro de tiempos no operativos por turno mediante boletas, en las cuales se van a reflejar los cambios de moldes y tiempos de mantenimientos preventivos y correctivos.
- Reportes por medio de plantillas, en las cuales van a reflejar la cantidad de scrap que se generó en el turno versus la meta establecida de 1.55 % de scrap permitido.
- Registros de rendimiento de las Inyectoras por turno las cuales nos va indicar si cumplieron con la meta de 23.7 kilos hora.
- Reuniones diarias con el personal operativo y Jefaturas en las cuales se expondrán los resultados de los indicadores del OEE del turno anterior.
- Uso de gráficos para el control diario de las tendencias de scrap, cambios de molde, arranques y paros no programados.
- Implementación de Kaizen al personal operativo de los productos más difíciles de producir en las Inyectoras, con el fin de generar el menor scrap posible en los arranques y detectar las dificultades del proceso.
- Implementación de Kaizen a los operadores de Camol para la estandarización de los cambios de molde con la herramienta SMED.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente apartado se describe la situación actual de la problemática en estudio, se detalla la etapa de diagnóstico por medio del uso de la técnica DMAIC.

4.1.1 DMAIC: Etapa 1 – Definir

En esta primera etapa se definen las necesidades de la empresa analizando el proceso mediante un diagrama de flujo y determinando donde se deben realizar ajustes para mejorar la situación actual.

La recolección de datos para determinar las causas que están provocando el incumplimiento del OEE se realiza mediante un diagrama de Ishikawa.

Los datos son obtenidos mediante las técnicas de recolección de información tales como: la observación, fichas técnicas, datos históricos de producción.

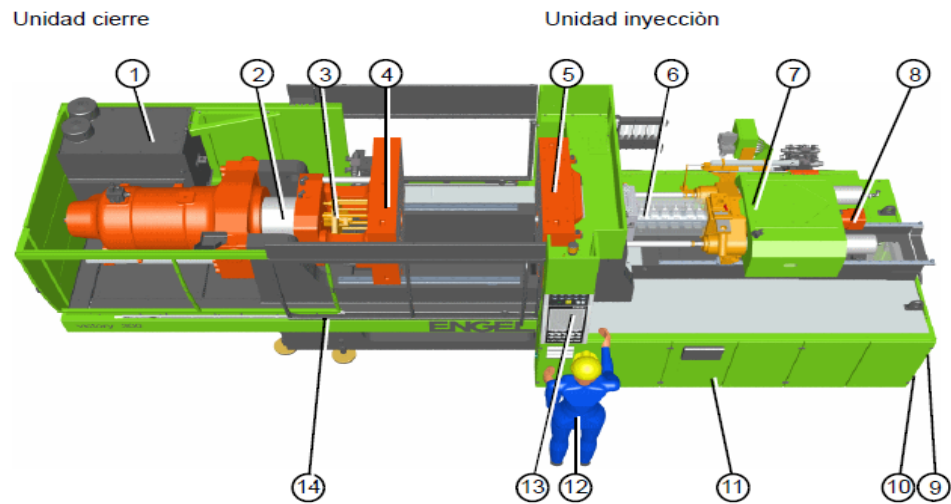
4.1.2 Determinación de las causas que provocan incumplimiento del indicador OEE.

A continuación, se exponen los diagramas que sustentan el análisis de la situación actual.

4.1.3 Diagrama sinóptico del proceso de inyección.

El proceso de inyección consiste en transformar el compuesto en producto plastificado por medio de altas temperaturas dentro del barril, ejecutado este proceso el producto plastificado se inyecta en el molde y así se obtiene la pieza requerida.

A continuación, la representación en esquema general de la máquina para el proceso de inyección:



- [1] Depósito aceite hidráulico
- [2] Cilindro de cierre
- [3] Expulsor hidráulico
- [4] Placa portamoldes móvil
- [5] Placa portamoldes fija
- [6] Cilindro plastificador con boquilla
- [7] Uni.inyección
- [8] Accionamiento husillo al dosificar
- [9] Interruptor principal
- [10] Conexión red
- [11] Armario mandos
- [12] Puesto de trabajo personal de servicio
- [13] Zona de manejo con pantalla
- [14] Tapa protección móvil unidad cierre

Figura 1

Figura 14: Vista General de la máquina inyectora.

Fuente: Manual de la inyectora.

4.1.4 Árbol crítico de la calidad (CTQ)

En la siguiente figura se detallan las métricas claves del cliente resultado del evento Kaizen que se realizó en el departamento de inyección:

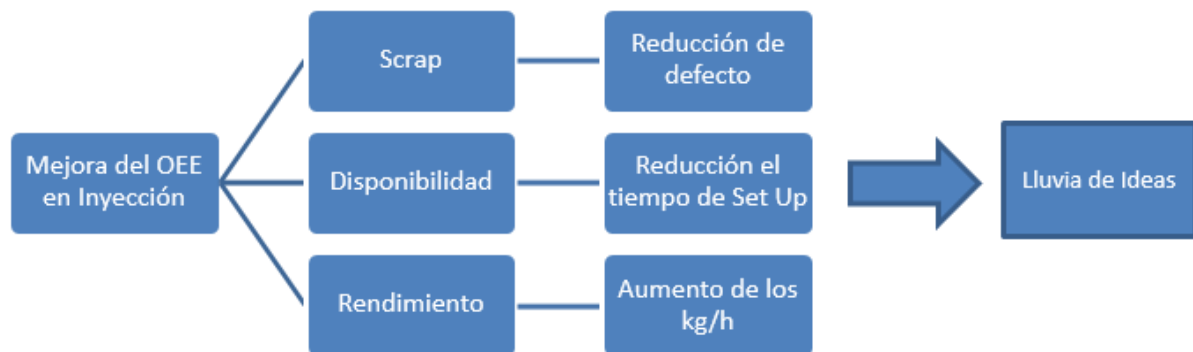


Figura 15: Vista General de la máquina inyectora.

Fuente: Realizado por el autor.

El anterior CTQ muestra las métricas claves analizadas con los clientes del proceso de inyección; el análisis cualitativo realizado denota la mejora del OEE de inyección por medio de la reducción del porcentaje de scrap y aumento de la disponibilidad en la reducción del tiempo de Set Up; aunado a esto el aumento en los kilogramos hora de las 5 inyectoras en estudio, con el fin de mejorar la salida en el ritmo de la producción de las mismas.

Es importante considerar que, al mejorar estos aspectos en las 5 inyectoras, se estará trabajando, de igual forma, en las 2 nuevas por ingresar.

Una vez que dichos elementos fueron acordados y aceptados por los clientes se realiza una lluvia de ideas para tomar en cuenta todos aquellos factores que impactan directamente el OEE, en torno a las métricas claves establecidas.

4.1.5 Diagrama de flujo del proceso de Inyección

En el diagrama de flujo, se observa gráficamente las actividades que se ejecutan en el proceso de producción de inyección.

Su construcción se fundamenta en la observación del proceso según visitas realizadas a las instalaciones de la empresa y la ayuda brindada por parte del supervisor de área.

El diagrama fue realizado por el autor y aprobado por el supervisor de planta el 27 noviembre 2017 (ver anexos página 163). En el diagrama anterior se puede observar el proceso que realizan las inyectoras para cualquiera de los productos fabricados por Mexichem.

Este inicia con la recepción de la orden de compra enviada por el cliente, la cual es recibida por el Departamento de Comercialización. Posteriormente, se realiza un análisis de la demanda para verificar el comportamiento del producto en el mercado, el cual consiste en la revisión de los históricos de consumos de los productos en los inventarios.

Con el análisis terminado, se traslada la información a planeación, responsable de revisar los inventarios en el sistema "SAP" para verificar si se dispone de producto en el inventario o en caso contrario se revisa la cantidad de suministros y compuestos necesarios para producir la orden de fabricación.

Realizado el análisis de requerimientos según la orden, se genera el programa de producción cada 15 días, donde se le asigna una orden de fabricación con fechas a producir, cantidades e inyectora a utilizar; el cual posterior es enviado al Departamento de Inyección donde es revisado por los encargados del área y en caso de que se presentará algún cambio se le hará saber al Departamento de Planeación.

Es de suma importancia el cálculo de la cantidad y tipo de compuesto a utilizar para la orden, ya que finalizado el cálculo se envía el requerimiento al Departamento de Mezclado para que elaboren el compuesto a utilizar y terminado este proceso se introduce el compuesto en los silos. Cabe recalcar que los silos siempre se cuentan a un 85 % de su capacidad.

Al disponer con el compuesto, el operador de la máquina realiza una boleta de producción para que el Departamento de Camol preparé el montaje del molde en la Inyectora. Finalizado el montaje el operador ajusta la Inyectora con sus parámetros respectivos, ingresa el compuesto a la tolva automáticamente con el sistema Novatec e introduce el compuesto en el barril donde se plastifica el compuesto y se inyecta en las cavidades del molde para dar por terminado el ciclo de la inyectora y obtener la primera pieza.

El Departamento de Calidad revisa las especificaciones de la pieza, si no cumple dicho producto, se envía a molino para ser reprocesado y empezar de nuevo el ciclo de producir una pieza, pero si cumple se inicia a producir toda la orden de fabricación para posterior empaquetar y se colocó la etiqueta de trazabilidad para ser enviada al Departamento de codificado y empaque donde se codifica el producto y, por último, se envía a la Bodega de producto terminado.

Para dar por cerrado este ciclo, se programan los despachos, se factura la mercadería y se entrega el producto solicitado al cliente final.

4.1.6 Priorización de las inyectoras a analizar mediante el indicador OEE.

En la siguiente tabla muestra las 5 Inyectoras escogidas para el estudio, se observa que son las que presentan un menor rendimiento del total de Inyectoras en la planta.

Tabla 4: Análisis del OEE en las 5 Inyectoras (Trimestral)

Inyectoras	oct-16	ene-17	abr-17	jul-17	oct-17	Promedio anual	Meta	Diferencia	Frecuencia absoluta	Relativa Acumulada	Clasif ABC
INY0210	22,03	21,55	22,01	22,05	21,96	21,88	23,70	1,82	0,1687	16,87%	A
INY0221	22,08	21,59	22,03	21,88	22,12	21,94	23,70	1,76	0,1630	33,17%	A
INY0211	22,05	22,10	21,83	21,92	22,14	21,96	23,70	1,74	0,1611	49,28%	A
INY0151	22,01	21,94	21,86	22,22	22,02	22,03	23,70	1,67	0,1549	64,77%	A
INY0220	22,02	22,00	22,32	22,23	21,80	22,07	23,70	1,63	0,1513	79,90%	A
INY0218	23,86	22,70	22,88	24,21	22,97	22,95	23,70	0,75	0,0697	86,87%	B
INY0217	23,40	23,00	23,12	22,90	23,12	23,06	23,70	0,64	0,0593	92,80%	B
INY0199	24,05	23,84	24,17	24,21	24,06	23,59	23,70	0,11	0,0102	93,81%	B
INY0160	24,69	23,86	24,43	24,53	23,78	23,60	23,70	0,10	0,0093	94,75%	B
INY0219	24,15	24,33	23,78	24,13	23,85	23,61	23,70	0,09	0,0083	95,58%	C
INY0168	23,99	23,84	23,92	24,06	24,65	23,61	23,70	0,09	0,0082	96,40%	C
INY0223	24,47	23,98	24,11	24,46	24,29	23,61	23,70	0,09	0,0080	97,20%	C
INY0208	23,71	23,97	23,96	24,67	23,93	23,63	23,70	0,07	0,0065	97,85%	C
INY0152	23,99	23,79	24,45	23,93	23,76	23,66	23,70	0,04	0,0041	98,25%	C
INY0163	24,25	23,87	24,27	24,27	24,36	23,66	23,70	0,04	0,0040	98,66%	C
INY0166	24,04	24,63	23,81	24,43	23,76	23,66	23,70	0,04	0,0038	99,04%	C
INY0216	24,12	23,77	24,44	24,12	24,40	23,67	23,70	0,03	0,0032	99,36%	C
INY0167	24,65	24,23	23,78	23,86	24,32	23,67	23,70	0,03	0,0027	99,63%	C
INY0222	24,33	23,85	24,06	23,76	24,47	23,67	23,70	0,03	0,0026	99,89%	C
INY0164	24,51	24,31	24,06	23,72	24,60	23,69	23,70	0,01	0,0011	100,00%	C
INY0155	24,23	24,49	24,68	24,38	24,28	23,75	23,70	0,00	0,0000	100,00%	C
INY0156	24,43	24,68	24,62	24,02	24,60	23,77	23,70	0,00	0,0000	100,00%	C
INY0198	24,46	23,79	23,72	24,27	24,50	23,76	23,70	0,00	0,0000	100,00%	C
INY0209	24,61	24,64	23,86	24,41	24,09	23,71	23,70	0,00	0,0000	100,00%	C
INY0224	24,34	24,29	24,60	24,47	23,73	23,70	23,70	0,00	0,0000	100,00%	C

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

En la tabla anterior se muestra las 25 inyectoras del Departamento de Inyección, de las cuales 5 son las que tienen un menor rendimiento, los datos son tomados del sistema SAP, se utilizó un histórico de un año promediado que comprende de octubre del 2016 a octubre del 2017 y se compara con la meta actual de 23.7Kg/h, con los resultados de la variación de la meta contra la situación actual de cada inyectora se genera una frecuencia absoluta y después una frecuencia relativa que determina el 80-20, este refleja que de las 25 inyectoras, 5 impactan un 80 % del bajo rendimiento de la planta.

A continuación, se detalla por medio de un Pareto el análisis donde el eje X son las inyectoras de la planta y el eje Y el resultado de la resta de la meta esperada del rendimiento de 23.7 Kg/h contra el promedio anual del rendimiento.

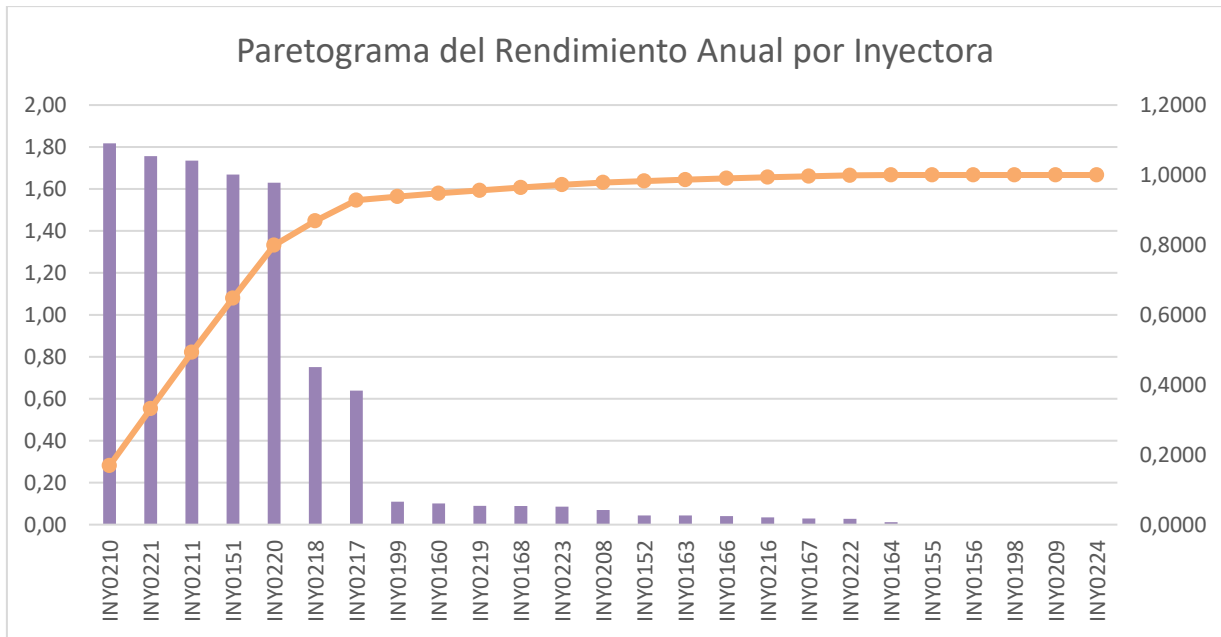


Grafico 1: Pareto de la tabla 4.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

4.1.7 Cálculo del indicador OEE

A continuación, se detallan los componentes que integran el indicador OEE, su forma de cálculo utilizado en Mexichem Amanco y los subindicadores.

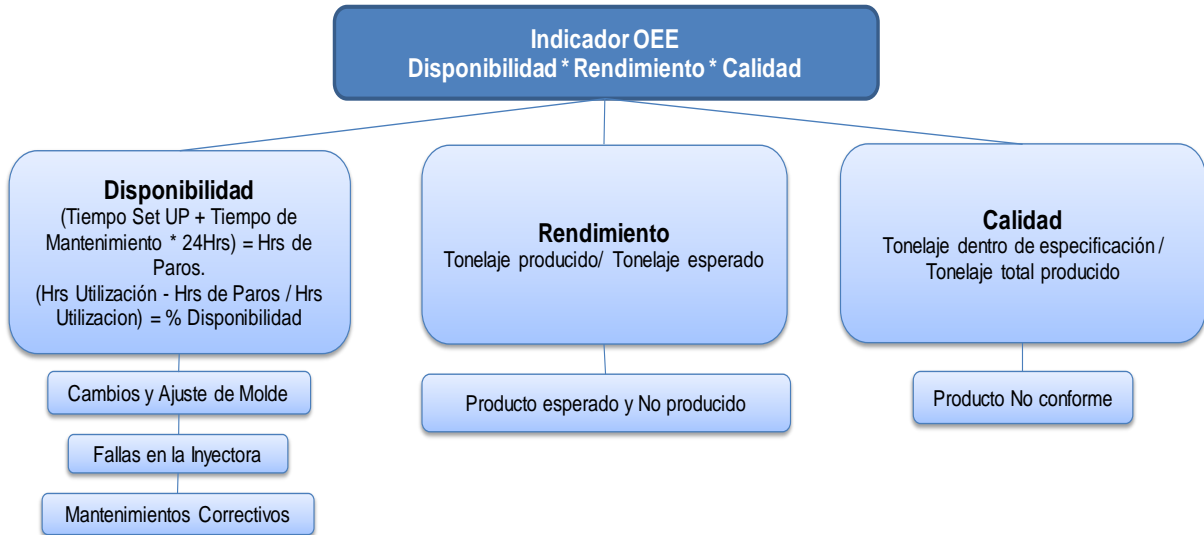


Figura 16: Cálculo del indicador OEE y sus indicadores.

Fuente: El autor.

4.1.8 Análisis de los resultados mensuales del indicador OEE del mes de octubre del 2016 a octubre del 2017.

Se presentan los resultados obtenidos del indicador OEE en las cinco inyectoras. El estudio del indicador OEE abarca los 3 parámetros que los conforman, este análisis comprende los resultados obtenidos del mes de octubre del año 2016 al mes de octubre del año 2017.

A continuación, se proporcionan los resultados en mención:

Tabla 5: Indicadores OEE del mes de octubre 2016 a octubre 2017.

Año	Mes	Inyectoras	% Set Up	Tasa de Disponibilidad	Rendimiento Kh	Tasa de Rendimiento	% Scrap No	Tasa de Calidad %	OEE	Desviación estándar	Coefficiente de variación
2016	Octubre	INY0151	3,20%	94,35%	22,01	88,02%	2,06%	97,94%	81,34%		
		INY0210	3,29%	94,25%	22,03	88,10%	2,07%	97,93%	81,32%		
		INY0211	3,23%	94,32%	22,05	88,19%	2,02%	97,98%	81,51%		
		INY0220	3,23%	94,32%	22,02	88,07%	2,09%	97,91%	81,33%		
		INY0221	3,33%	94,20%	22,08	88,32%	2,08%	97,92%	81,47%		
Total Octubre			3,26%	94,29%	22,04	88,14%	2,06%	97,94%	81,39%	0,087%	0,11%
2016	Noviembre	INY0151	3,25%	94,30%	21,94	87,77%	2,05%	97,95%	81,06%		
		INY0210	3,31%	94,23%	21,91	87,62%	2,03%	97,97%	80,89%		
		INY0211	3,18%	94,37%	21,90	87,61%	2,10%	97,90%	80,94%		
		INY0220	3,28%	94,27%	22,05	88,21%	2,09%	97,91%	81,42%		
		INY0221	3,44%	94,08%	21,95	87,81%	2,02%	97,98%	80,94%		
Total Noviembre			3,29%	94,25%	21,95	87,80%	2,06%	97,94%	81,05%	0,215%	0,26%
2016	Diciembre	INY0151	3,25%	94,29%	21,91	87,64%	2,01%	97,99%	80,98%		
		INY0210	3,31%	94,23%	21,20	84,81%	2,09%	97,91%	78,25%		
		INY0211	3,33%	94,20%	21,95	87,81%	2,03%	97,97%	81,04%		
		INY0220	3,21%	94,34%	21,86	87,45%	2,08%	97,92%	80,78%		
		INY0221	3,24%	94,31%	21,90	87,58%	2,02%	97,98%	80,93%		
Total Diciembre			3,27%	94,28%	21,76	87,06%	2,04%	97,96%	80,40%	1,205%	1,50%
2017	Enero	INY0151	3,51%	94,01%	21,94	87,78%	2,02%	97,98%	80,85%		
		INY0210	3,25%	94,29%	21,55	86,20%	2,01%	97,99%	79,65%		
		INY0211	3,29%	94,25%	22,10	88,41%	2,08%	97,92%	81,60%		
		INY0220	3,15%	94,41%	22,00	88,01%	2,13%	97,87%	81,32%		
		INY0221	3,29%	94,25%	21,59	86,37%	2,00%	98,00%	79,77%		
Total Enero			3,30%	94,24%	21,84	87,35%	2,04%	97,96%	80,64%	0,891%	1,10%
2017	Febrero	INY0151	3,26%	94,29%	21,76	87,03%	2,03%	97,97%	80,39%		
		INY0210	3,24%	94,30%	21,78	87,14%	2,16%	97,84%	80,40%		
		INY0211	3,29%	94,25%	22,14	88,56%	2,12%	97,88%	81,70%		
		INY0220	3,39%	94,14%	21,99	87,96%	2,00%	98,00%	81,15%		
		INY0221	3,38%	94,15%	21,96	87,85%	2,01%	97,99%	81,05%		
Total Febrero			3,31%	94,23%	21,93	87,71%	2,07%	97,93%	80,93%	0,553%	0,68%
2017	Marzo	INY0151	3,17%	94,38%	22,22	88,88%	2,00%	98,00%	82,22%		
		INY0210	3,31%	94,23%	22,02	88,07%	1,99%	98,01%	81,34%		
		INY0211	3,23%	94,32%	21,80	87,19%	2,03%	97,97%	80,57%		
		INY0220	3,24%	94,31%	22,05	88,19%	2,04%	97,96%	81,47%		
		INY0221	3,43%	94,10%	22,01	88,05%	2,09%	97,91%	81,12%		
Total Marzo			3,27%	94,27%	22,02	88,08%	2,03%	97,97%	81,34%	0,597%	0,73%
2017	Abril	INY0151	3,40%	94,12%	21,86	87,43%	2,12%	97,88%	80,55%		
		INY0210	3,26%	94,28%	22,01	88,04%	2,04%	97,96%	81,32%		
		INY0211	3,35%	94,19%	21,83	87,32%	2,10%	97,90%	80,52%		
		INY0220	3,18%	94,37%	22,32	89,30%	1,98%	98,02%	82,61%		
		INY0221	3,35%	94,19%	22,03	88,11%	1,99%	98,01%	81,34%		
Total Abril			3,31%	94,23%	22,01	88,04%	2,04%	97,96%	81,27%	0,849%	1,04%
2017	Mayo	INY0151	3,23%	94,32%	21,98	87,93%	2,08%	97,92%	81,21%		
		INY0210	3,29%	94,25%	21,98	87,90%	2,06%	97,94%	81,14%		
		INY0211	3,21%	94,34%	21,76	87,06%	2,20%	97,80%	80,32%		
		INY0220	3,43%	94,10%	22,02	88,08%	2,08%	97,92%	81,16%		
		INY0221	3,21%	94,34%	21,80	87,21%	2,00%	98,00%	80,63%		
Total Mayo			3,27%	94,27%	21,91	87,64%	2,08%	97,92%	80,89%	0,396%	0,49%
2017	Junio	INY0151	3,07%	94,50%	21,82	87,26%	2,00%	98,00%	80,81%		
		INY0210	3,49%	94,03%	21,92	87,67%	2,01%	97,99%	80,78%		
		INY0211	3,17%	94,39%	22,01	88,04%	2,04%	97,96%	81,41%		
		INY0220	3,28%	94,27%	21,98	87,91%	2,06%	97,94%	81,16%		
		INY0221	3,50%	94,01%	22,30	89,18%	2,10%	97,90%	82,08%		
Total Junio			3,30%	94,24%	22,00	88,01%	2,04%	97,96%	81,25%	0,534%	0,66%
2017	Julio	INY0151	3,29%	94,25%	22,22	88,89%	2,07%	97,93%	82,04%		
		INY0210	3,29%	94,25%	22,05	88,19%	2,06%	97,94%	81,40%		
		INY0211	3,29%	94,25%	21,92	87,69%	2,08%	97,92%	80,93%		
		INY0220	3,29%	94,25%	22,23	88,90%	2,10%	97,90%	82,03%		
		INY0221	3,19%	94,37%	21,88	87,51%	1,99%	98,01%	80,94%		
Total Julio			3,27%	94,27%	22,06	88,23%	2,06%	97,94%	81,47%	0,552%	0,68%
2017	Agosto	INY0151	3,25%	94,29%	22,66	90,64%	2,03%	97,97%	83,73%		
		INY0210	3,21%	94,34%	22,23	88,92%	2,08%	97,92%	82,14%		
		INY0211	3,16%	94,40%	22,04	88,16%	1,98%	98,02%	81,58%		
		INY0220	3,29%	94,25%	22,26	89,03%	2,00%	98,00%	82,23%		
		INY0221	3,24%	94,31%	21,72	86,87%	2,10%	97,90%	80,21%		
Total Agosto			3,23%	94,32%	22,18	88,72%	2,04%	97,96%	81,98%	1,271%	1,55%
2017	Setiembre	INY0151	3,18%	94,37%	22,07	88,28%	1,97%	98,03%	81,67%		
		INY0210	3,13%	94,44%	21,85	87,38%	2,02%	97,98%	80,85%		
		INY0211	3,18%	94,37%	21,89	87,56%	2,02%	97,98%	80,97%		
		INY0220	3,26%	94,28%	22,33	89,32%	2,02%	97,98%	82,51%		
		INY0221	3,42%	94,11%	21,94	87,75%	2,02%	97,98%	80,91%		
Total Setiembre			3,23%	94,32%	22,01	88,06%	2,01%	97,99%	81,38%	0,713%	0,88%
2017	Octubre	INY0151	3,06%	94,51%	22,02	88,06%	2,01%	97,99%	81,55%		
		INY0210	3,13%	94,43%	21,96	87,86%	2,01%	97,99%	81,30%		
		INY0211	3,29%	94,25%	22,14	88,56%	1,99%	98,01%	81,80%		
		INY0220	3,16%	94,40%	21,80	87,20%	2,00%	98,00%	80,67%		
		INY0221	3,12%	94,45%	22,12	88,47%	1,98%	98,02%	81,90%		
Total Octubre			3,15%	94,41%	22,01	88,03%	2,00%	98,00%	81,44%		
TOTAL ANUAL			3,27%	94,27%	21,98	87,92%	2,04%	97,96%	81,25%	0,66%	0,81%

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 5, se evidencia históricamente el resultado del indicador OEE el cual no se está cumpliendo con la meta esperada de los subindicadores que lo componen, set up 2.7 %, scrap 1.55 % y un rendimiento de 23.7 kilos hora. El OEE se encuentra en 81.20 % y la meta es de 88.59 %, los datos abarcan de octubre del 2016 a octubre de 2017.

A continuación, el promedio mensual del indicador OEE de las 5 Inyectoras de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada del OEE.

Tabla 6: Promedio Total del indicador global OEE del mes de octubre 2016 a octubre 2017.

Mes	Promedio OEE 81.20 %	Meta 88.59 %	Diferencia
oct-16	81,39 %	88,59 %	7,20 %
nov-16	81,05 %	88,59 %	7,54 %
dic-16	80,40 %	88,59 %	8,19 %
ene-17	80,64 %	88,59 %	7,95 %
feb-17	80,93 %	88,59 %	7,66 %
mar-17	81,34 %	88,59 %	7,25 %
abr-17	81,27 %	88,59 %	7,32 %
may-17	80,89 %	88,59 %	7,70 %
jun-17	81,25 %	88,59 %	7,34 %
jul-17	81,47 %	88,59 %	7,12 %
ago-17	81,98 %	88,59 %	6,61 %
sep-17	81,38 %	88,59 %	7,21 %
oct-17	81,44 %	88,59 %	7,15 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 6, se evidencia el incumplimiento de la Meta desde octubre 2016 a octubre del 2017, en el cual se reflejan los resultados promedio de

manera global de las 5 inyectoras en el mes, la situación actual del OEE se encuentra 7.39 % por debajo de lo esperado.

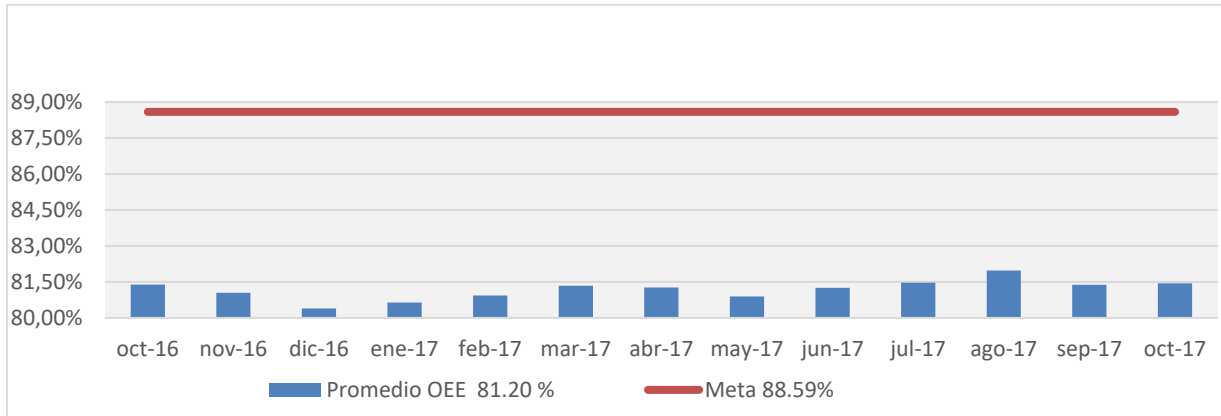


Grafico 2: Promedio Total del indicador global OEE del mes de octubre 2016 a octubre 2017.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

A continuación, el promedio anual del OEE por inyectora de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada del OEE.

Tabla 7: Promedio anual del OEE por Inyectora.

Inyectoras	Promedio de OEE Anual por Inyectora	Meta 1.55 %
INY0151	81,42 %	88,59 %
INY0210	80,83 %	88,59 %
INY0211	81,14 %	88,59 %
INY0220	81,53 %	88,59 %
INY0221	81,02 %	88,59 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 7, se evidencia el incumplimiento anual por inyectora de la Meta del OEE desde octubre 2016 a octubre del 2017, la situación actual del OEE se encuentra por debajo de lo esperado.

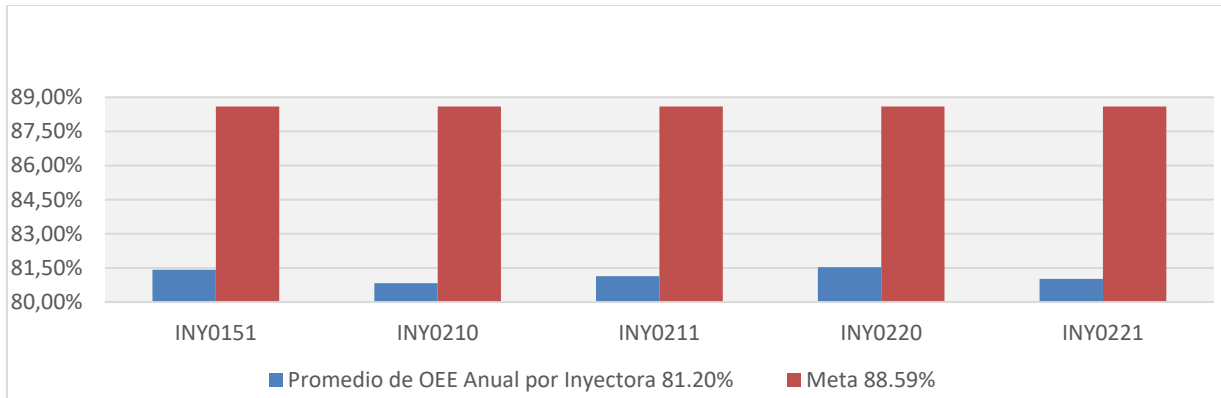


Grafico 3: Promedio anual del OEE por Inyectora.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

A continuación, el promedio mensual del rendimiento en la planta de inyección de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada.

Tabla 8: Promedio Mensual del Sub indicador Rendimiento.

Mes	Promedio del Rendimiento 21.98 K/h	Meta 23.7 K/h
oct-16	22,04	23,70
nov-16	21,95	23,70
dic-16	21,76	23,70
ene-17	21,84	23,70
feb-17	21,93	23,70
mar-17	22,02	23,70
abr-17	22,01	23,70
may-17	21,91	23,70
jun-17	22,00	23,70
jul-17	22,06	23,70
ago-17	22,18	23,70
sep-17	22,01	23,70
oct-17	22,01	23,70

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 8, se evidencia el incumplimiento mensual de la Meta desde octubre 2016 a octubre del 2017, en este análisis se reflejan los resultados promedio de manera global de las 5 inyectoras en el mes, la situación actual del rendimiento se encuentra un 7.82 % por debajo de la meta.

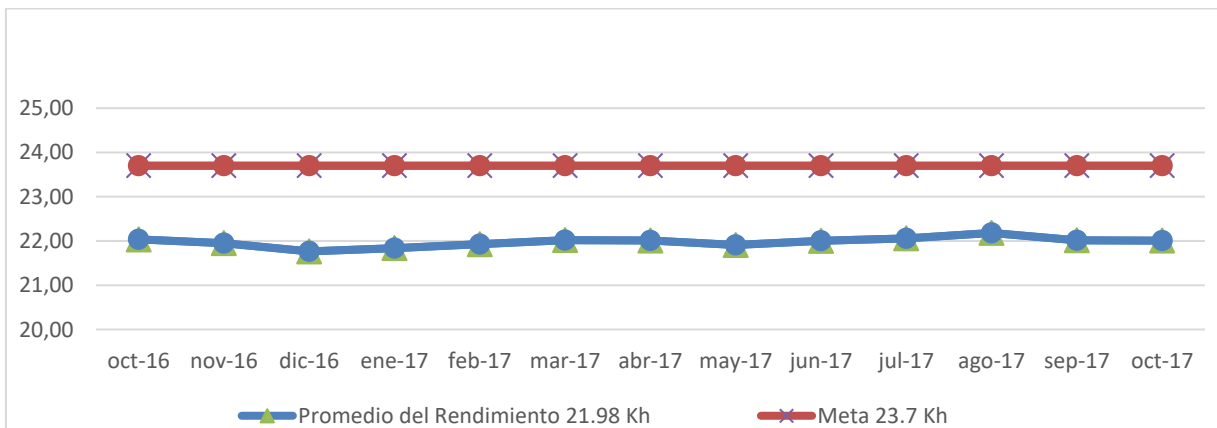


Grafico 4: Promedio mensual del Sub indicador Rendimiento

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

A continuación, el promedio anual del rendimiento por inyectora de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada.

Tabla 9: Promedio anual del rendimiento por inyectora.

Inyectoras	Promedio del Rendimiento Anual por Inyectora	Meta 23.7 Kh
INY0151	22,03	23,70
INY0210	21,88	23,70
INY0211	21,96	23,70
INY0220	22,07	23,70
INY0221	21,94	23,70

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 9, se evidencia el incumplimiento anual por inyectora de la Meta del rendimiento desde octubre 2016 a octubre del 2017, la situación actual del rendimiento se encuentra 7.82 % por debajo de lo esperado.

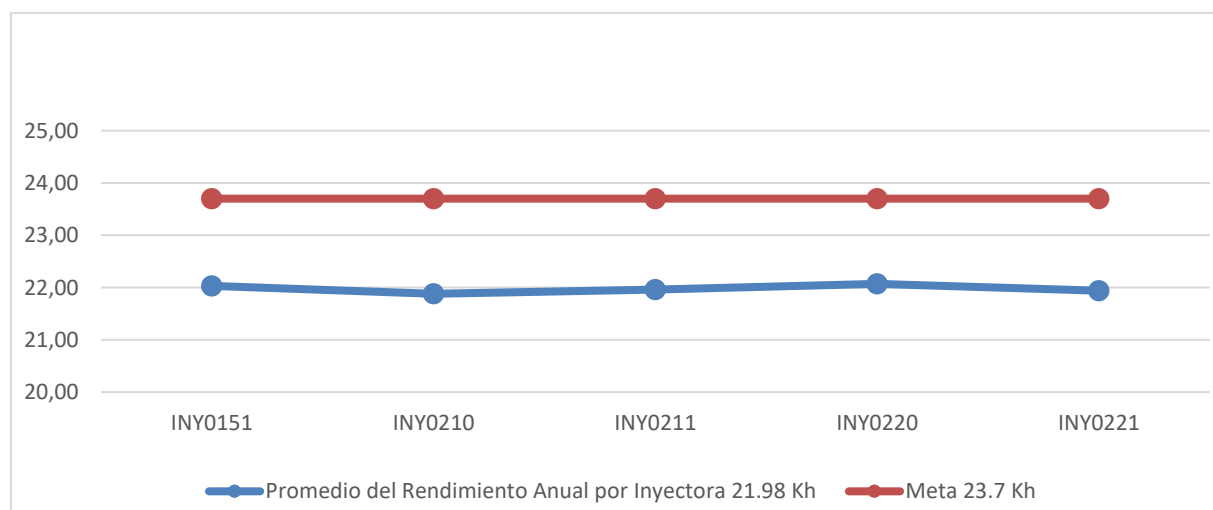


Grafico 5: Promedio anual del Sub indicador Rendimiento por inyectora.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

A continuación, el promedio mensual del Set Up en la planta de inyección de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada.

Tabla 10: Promedio Mensual del Sub indicador Set Up.

Mes	Promedio Set Up 3.27 %	Meta 2.7 %
oct-16	3,26 %	2,7 %
nov-16	3,29 %	2,7 %
dic-16	3,27 %	2,7 %
ene-17	3,30 %	2,7 %
feb-17	3,31 %	2,7 %
mar-17	3,27 %	2,7 %
abr-17	3,31 %	2,7 %
may-17	3,27 %	2,7 %
jun-17	3,30 %	2,7 %
jul-17	3,27 %	2,7 %
ago-17	3,23 %	2,7 %
sep-17	3,23 %	2,7 %
oct-17	3,15 %	2,7 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 10, se evidencia el incumplimiento mensual de la Meta desde octubre 2016 a octubre del 2017, en este análisis se reflejan los resultados promedio de manera global de las 5 inyectoras en el mes. La situación actual del Set Up se encuentra en un 17.44 % por encima de la meta.

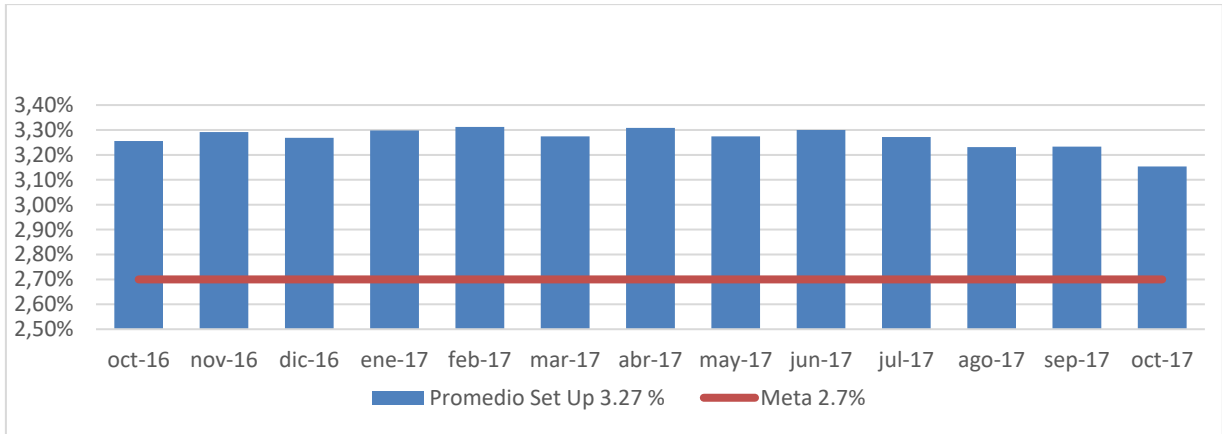


Grafico 6: Promedio mensual del Sub indicador Set Up.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

A continuación, el promedio anual del Set UP por inyectora de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada.

Tabla 11: Promedio anual del Sub indicador Set Up por inyectora.

Inyectoras	Promedio anual de Set Up por Inyectora 3.27 %	Meta 2.7 %
INY0151	3,24 %	2,7 %
INY0210	3,27 %	2,7 %
INY0211	3,25 %	2,7 %
INY0220	3,26 %	2,7 %
INY0221	3,32 %	2,7 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 11, se evidencia el incumplimiento anual por inyectora de la Meta del Set Up desde octubre 2016 a octubre del 2017, la situación actual se encuentra 17.44 % por encima.

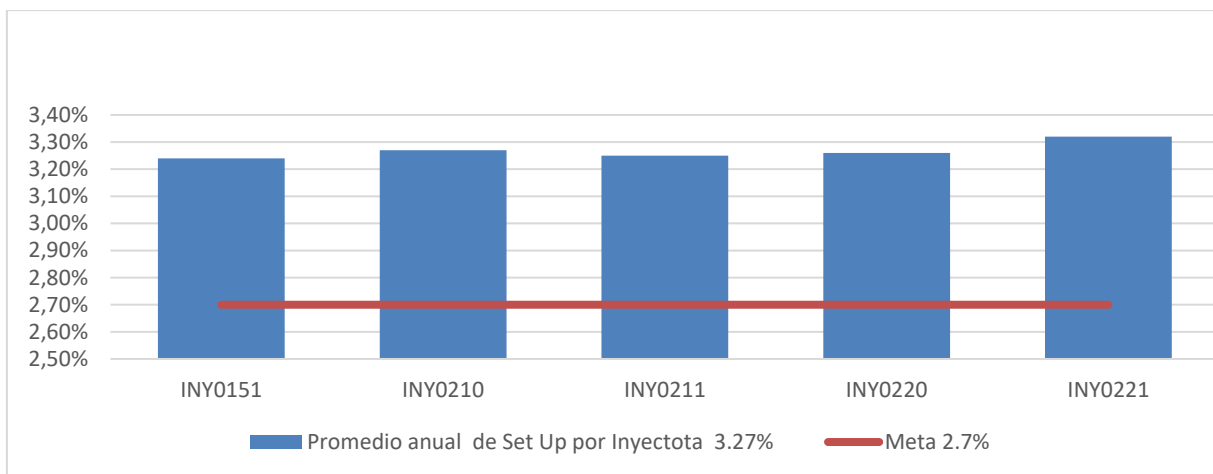


Grafico 7: Promedio anual del Sub indicador Set Up por inyectora.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

A continuación, el promedio mensual del Scrap en la planta de Inyección de octubre del 2016 a octubre del 2017, contra la meta esperada.

Tabla 12: Promedio Mensual del Scrap.

Mes	Promedio del Scrap 2.04 %	Meta 1.55 %
oct-16	2,06 %	1,55 %
nov-16	2,06 %	1,55 %
dic-16	2,04 %	1,55 %
ene-17	2,04 %	1,55 %
feb-17	2,07 %	1,55 %
mar-17	2,03 %	1,55 %
abr-17	2,04 %	1,55 %
may-17	2,08 %	1,55 %
jun-17	2,04 %	1,55 %
jul-17	2,06 %	1,55 %
ago-17	2,04 %	1,55 %
sep-17	2,01 %	1,55 %
oct-17	2,00 %	1,55 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 12, Se evidencia el incumplimiento mensual de la Meta desde octubre 2016 a octubre del 2017, en este análisis se reflejan los resultados promedio de manera global de las 5 Inyectoras en el mes, La situación actual del Scrap se encuentra un 24.02 % encima de la meta.

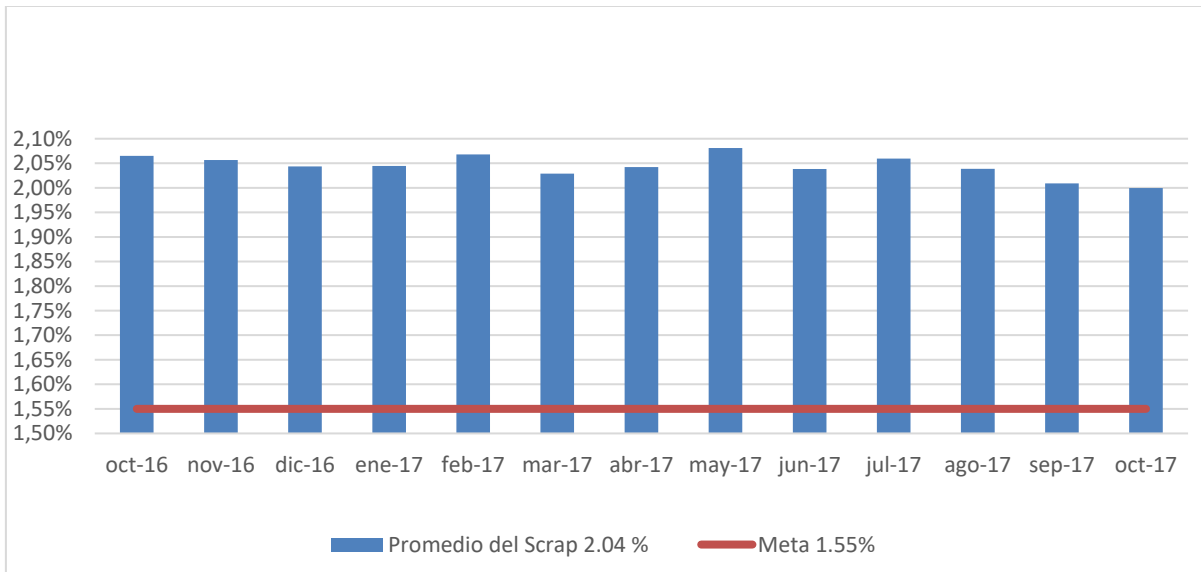


Grafico 8: Promedio mensual del Sub indicador de Scrap.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Tabla 13: Promedio anual del Sub indicador de Scrap por inyectora.

Inyectoras	Promedio de Scrap Anual por Inyectora	Meta 1.55 %
INY0151	2,03 %	1,55 %
INY0210	2,05 %	1,55 %
INY0211	2,06 %	1,55 %
INY0220	2,05 %	1,55 %
INY0221	2,03 %	1,55 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el análisis de la Tabla 13, se evidencia el incumplimiento anual por inyectora de la Meta del Scrap desde octubre 2016 a octubre del 2017, la situación actual se encuentra 24.02 % por encima de lo esperado.

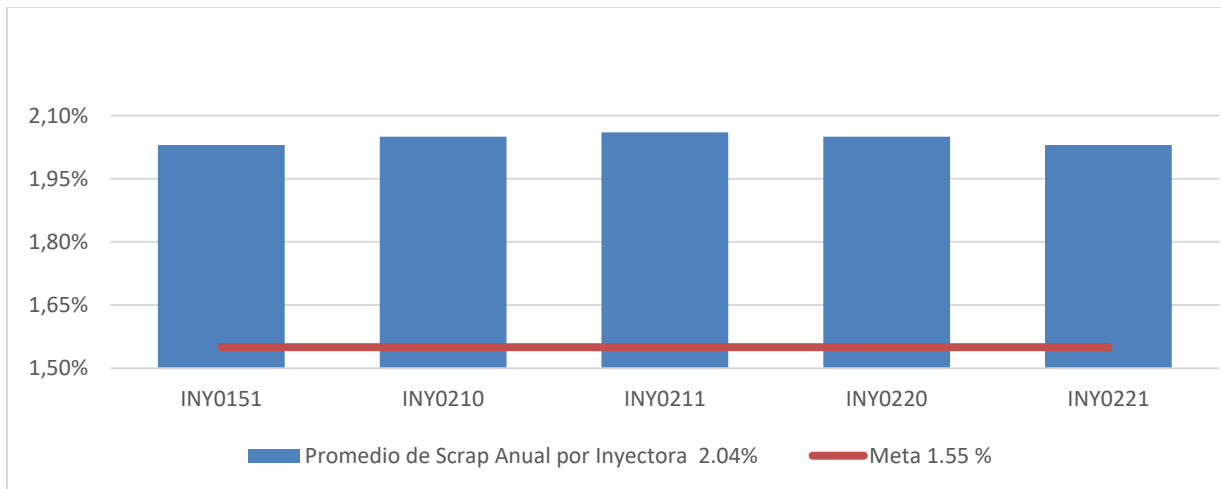


Gráfico 9: Promedio anual del Sub indicador de Scrap por inyectora.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

4.1.9 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa se realizó mediante la recolección de datos históricos y lluvias de ideas con los encargados de la planta de inyección, con el fin de encontrar las causas que afectaban directamente con los indicadores de Set Up, Calidad y Rendimiento, las cuales causan el incumplimiento de la meta de OEE esperada.

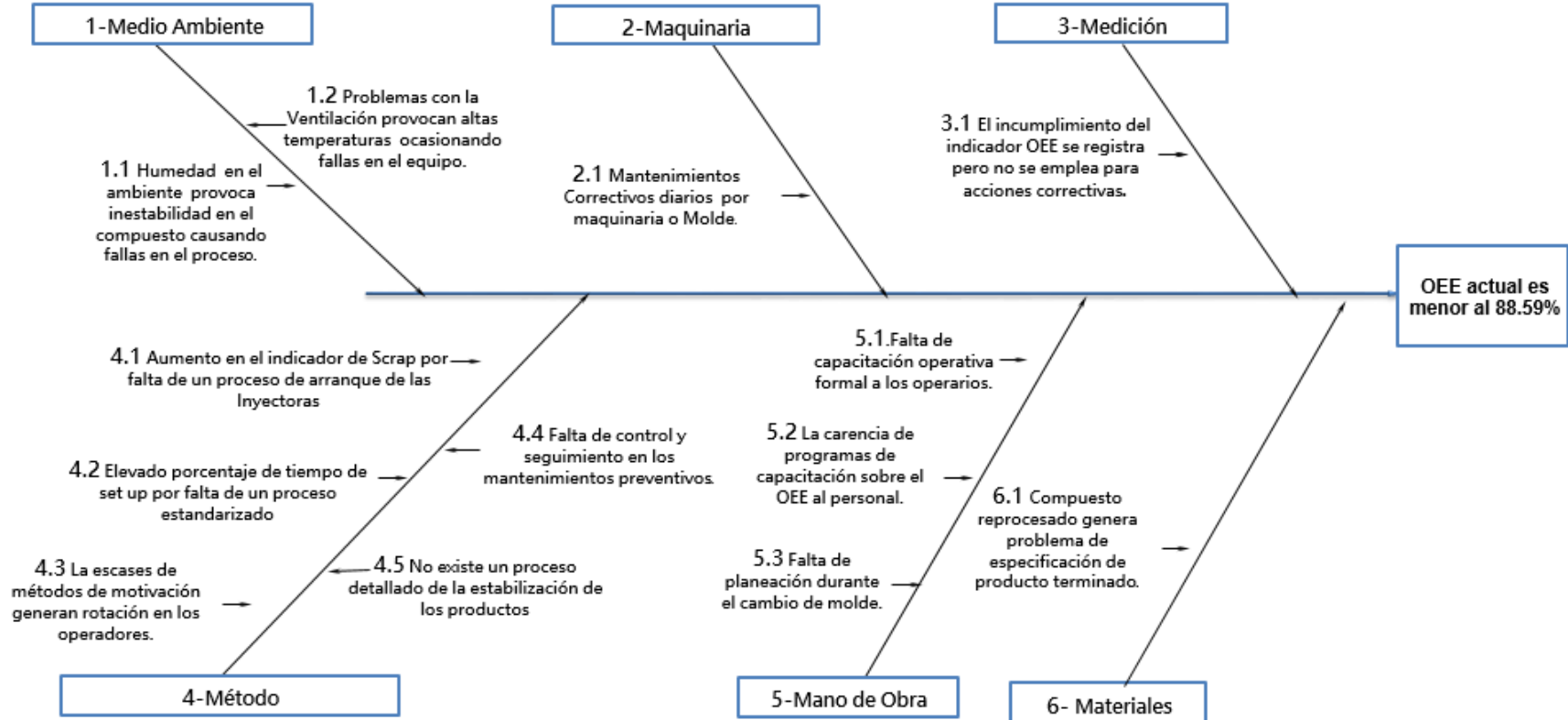


Figura 17: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: El autor.

En el diagrama anterior se muestran las 13 causas que provocan el incumplimiento del indicador del OEE, clasificadas en sus M correspondientes, se encontraron 2 causas en Medio Ambiente, 1 causa en Maquinaria, 1 causa en Medición, 5 causas en Método, 3 causas de Mano de Obra, y 1 causa en Material.

A continuación, la clasificación de las causas encontradas en el Ishikawa.

Tabla 14: Clasificación de Causas identificadas

Clasificación del Ishikawa	Cantidad de causas identificadas
Medio Ambiente	2
Maquinaria	1
Método	5
Mano de Obra	3
Medición	1
Materiales	1

Fuente: El autor.

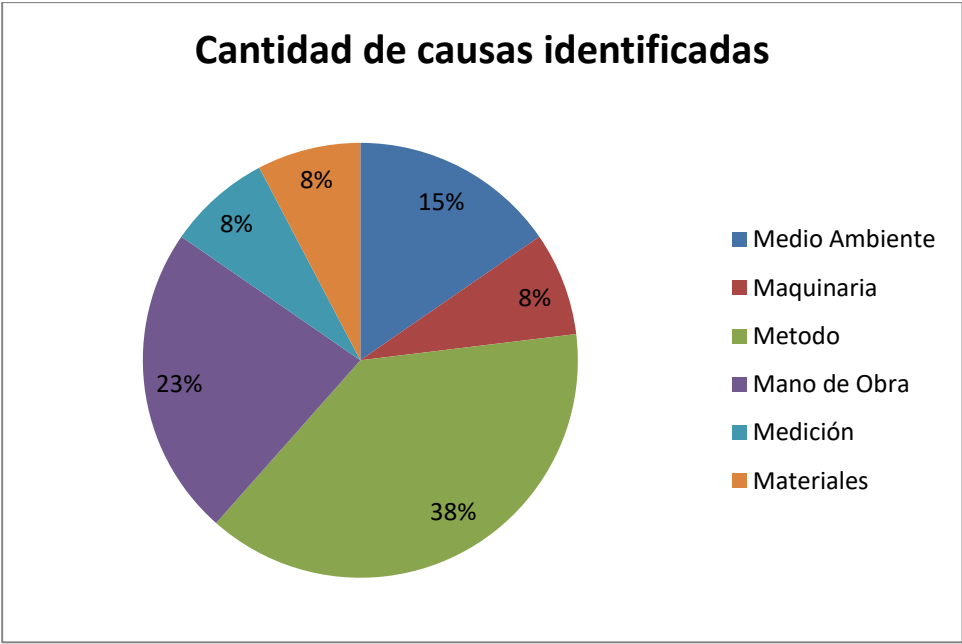


Grafico 10: Clasificación de Causas Identificadas.

Fuente: El autor.

El grafico anterior muestra las proporciones conforme a las ramas de las emes encontradas en el estudio, demostrando que el Método es la más representativa de acuerdo con las causas detectadas representando 38 %, un 23 % de Mano de Obra, Medio Ambiente 15 %, Materiales, Medición y Maquinaria un 8 %, sin embargo, este no evidencia la gravedad inherente o impacto ocasionado por cada causa lo cual será estudiado más adelante.

A continuación, se procede a explicar cada una de ellas:

1. Medio Ambiente

1.1 El compuesto de inyección está expuesto diariamente a la humedad del medio ambiente, esto puede ocasionar que las partículas, las cuales lo conforman puedan comportarse de una manera irregular, si la humedad no se encuentra dentro de los parámetros de 0.1 % a 0.3 %, el compuesto no estará dentro de especificación y el proceso de inyección no se realizara de la manera correcta.

1.2 Los problemas de ventilación provocan temperaturas que van de los 30° hasta los 35° lo que originan sobrecalentamiento de las máquinas y fatiga a los empleados de forma diaria, los trabajadores se encuentran a lo largo de la jornada laboral y en todas las épocas del año en plantas industriales sujetas a altas temperaturas que sobrepasan los 30 grados lo que genera fatiga y sobrecalentamiento en las máquinas.

Además de la inexistencia de ventilación o un sistema de extracción de calor que permita regular la temperatura dentro de las instalaciones, los colaboradores no cuentan con algún elemento de seguridad ocupacional que mitigue estas temperaturas considerando el principal generador de altas temperaturas son las mismas Inyectoras que funden el compuesto las cuales trabajan de 150-200 grados centígrados, emitiendo vapor y calor al ambiente dentro del edificio.

2. Maquinaria

2.1 El estado actual de las Inyectoras provoca paros de hasta 1 o más veces al mes debido a fallas generadas en las inyectoras y de molde, las cuales evidencian un deterioro y desgaste de sus partes por la antigüedad que poseen y requieren de reparaciones frecuentes que representan un costo a la empresa.

Sumado a los costos de las reparaciones o reemplazo de piezas, las paradas prolongadas ocasionan pérdidas y retrasos en la producción. El proceso actual del cambio de moldes no es el más eficiente ocasionando largos tiempos de Set Up y retrasos en las ordenes de fabricación.

Tabla 15: Tiempo disponible y perdido en las inyectoras de Octubre del 2016 a Octubre del 2017.

Inyectoras	Horas disponibles por Inyectoras	Paros por Set Up	Paros por Mantenimientos	Total Horas perdidas
INY0151	9.504,00	308	171,072	479,072
INY0210	9.504,00	310,8	171,072	481,872
INY0211	9.504,00	308,5	171,072	479,572
INY0220	9.504,00	309,8	171,072	480,872
INY0221	9.504,00	315,2	171,072	486,272
Total	47.520,00	1.552,30	855,36	2407,66
Resultado	100 %	3,27 %	1,80 %	5,07 %

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

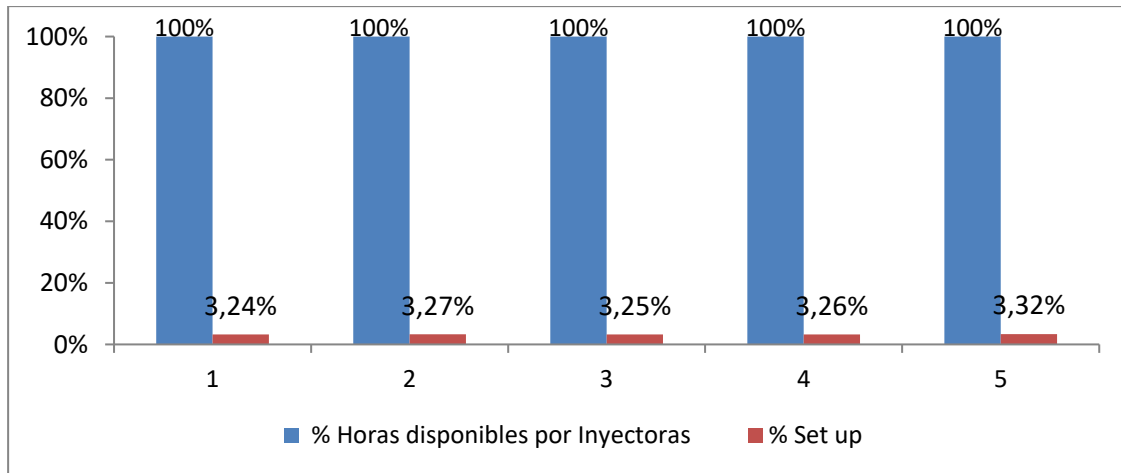


Gráfico 11: Tiempo disponible y perdido en las Inyectoras de Octubre del 2016 a Octubre del 2017.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Según el gráfico anterior se evidencia que se está perdiendo un 3.27 % en el cambio de molde y un 1.8 % en los mantenimientos correctivos por Inyectora.

3. Medición

3.1 El incumplimiento del indicador OEE se registra, pero no se emplea para acciones correctivas: el OEE mes a mes es calculado y el resultado nunca alcanza la meta establecida del 88.59 % quedando evidenciado en los registros, pese a ello no está siendo empleado para aplicar las medidas correctivas correspondientes por lo cual el incumplimiento vuelve a presentarse a futuro.

4. Método

4.1 La carencia en la estandarización en los arranques de las órdenes de fabricación ocasionan la generación de cantidades considerables de scrap en el proceso.

4.2 Actualmente, no hay un método estándar que describa como realizar los cambios de molde en las inyectoras, esto genera muchos errores en el montaje de los moldes desde el punto de vista del proceso como tal. Además, no se preparan con anticipación no hay una planeación, se equivocan de herramientas, deben

devolverse de las máquinas al taller a buscar tornillos, tuercas, cáncamos y esto aumenta el tiempo del cambio de molde e incrementando el tiempo de set up.

4.3 En el Departamento de Producción uno de los comentarios que hace el personal es que no hay mecanismos para motivar al personal, por lo tanto, muchas personas no hacen su mayor esfuerzo y realicen lo básico de su puesto de trabajo, ellos indican que si se reconocieran las buenas acciones, los motivarían a realizar mejor las actividades cada día, el ambiente de esta índole es globalizado en producción por lo tanto una de las mejoras en este proyecto es establecer ese mecanismo que desarrolle la innovación y mejora continua del personal en la aplicación del proceso.

4.4 El mantenimiento preventivo es realizado por una empresa subcontratada pero liderada por el supervisor de mantenimiento, sin embargo, ellos no tienen un programa establecido para cada una de las necesidades de las inyectoras, y constantemente, aunque haya un mantenimiento semanal las máquinas tienen problemas correctivos que no se visualizaron en los preventivos. El supervisor de mantenimiento actual no lleva el control o las acciones realizadas por la empresa subcontratada, las mismas solo se dividen en limpieza, revisión general y entrega de máquina; como se observa los puntos son muy escuetos y no permite dar seguimiento.

4.5 Es importante comprender que el tiempo de set up está conformado por el cambio de molde más el tiempo de estabilización de la inyectora, la primera parte es responsabilidad de los técnicos de cambio de molde y la segunda es responsabilidad de los operadores líderes; anteriormente se comenta que no hay un proceso estándar del cambio de molde pero aunado a esto no existe un proceso detallado y bien definido para la estabilización de la máquina, es así como el tiempo de set up aumenta debido a que cada líder tiene su manera de arrancar y estabilizar las máquinas y muchas veces los mismos operarios ayudan en dicho proceso, pero cada quien lo hace a su manera, lo que genera atrasos en obtener el producto terminado en buenas condiciones, se da aumento de scrap, aumento del tiempo de set up y esto debido a la falta de un proceso estándar.

5. Mano de Obra

5.1 En la mayoría de los arranques de planta, la cantidad de máquinas que se deben poner a trabajar supera la capacidad de los operadores líderes por lo tanto deben recurrir a solicitar ayuda a los operarios de las máquinas, pero cabe destacar que no tienen la experiencia ni capacitación adecuada para ayudar en dicha operación, las consecuencias de dicha acción genera un aumento del scrap, tiempo efectivo de producción, aumento del tiempo de set up y todo debido a la falta de un sistema de capacitación en dicho departamento, los operadores líderes ni el supervisor de inyección se preocupa por enseñar, pero al solicitar ayuda genera más problemas y atrasos a la producción.

5.2 Para mejorar el indicador del OEE el personal que está directamente con la máquina debe saber qué significa y cómo interpretar el OEE, actualmente los operarios de máquina y técnicos de cambio de molde no saben de dicho concepto, por ende, se debe tener una capacitación formal con este grupo de colaboradores para que entiendan el fin del proyecto y hacerlos participes del mismo con el fin de generar un compromiso por parte de ellos.

5.3 En el Departamento de Inyección se presentan errores en cambio de molde por la falta de una correcta planeación entre los controladores de producción y el personal de cambio de molde. Actualmente, el programa de producción no tiene un mecanismo de alerta que diga el molde que sigue que sea fácil de interpretar por ellos, ese es uno de los problemas. El segundo problema está en que si el controlador da correctamente el molde a montar, los técnicos de cambio de molde lo montan erróneamente, esto debido a que no hay una identificación de los moldes por tipo de producto, se deben guiar por el instinto o conocimiento adquirido de las personas que le enseñaron, por lo tanto, ellos no pueden planear correctamente el seguimiento de montaje y los moldes correctos a montar.

6. Material

6.1 La materia prima reprocesada de producto defectuoso provoca frecuentemente problemas de ajustes en las inyectoras e incumplimiento de las especificaciones de calidad de producto terminado requeridas por el cliente, impactando directamente

con el indicador de calidad y ocasionando una baja en el OEE en la planta de Inyección.

4.1.10 DMAIC: Etapa 2 - Medir

El propósito de esta fase es verificar y medir las causas que afectan el problema en estudio, se analizan los datos determinando y priorizando las causas. Las causas de carácter cuantitativo identificadas se clasifican en función de su significancia con ayuda de un diagrama de Pareto y aquellas causas de carácter cualitativo son analizadas tomando los comentarios y recomendaciones del personal experto en el proceso.

4.1.11 Clasificación de las causas que provocan el incumplimiento del OEE según su significancia.

Con base en la tabla que contiene las causas de carácter cuantitativo previamente identificadas que provocan el incumplimiento de los resultados mensuales del indicador OEE en las inyectoras en estudio, los datos recolectados fueron tratados en una tabla que contiene la frecuencia anual de cada causa encontrada siendo de mayor a menor su significancia.

A continuación, se presenta la frecuencia, tabla y su respectivo gráfico de Pareto:

Tabla 16 :Frecuencia diaria recolectada de las causas que afectan el OEE.

Mexichem.		Frecuencia diaria recolectada de las causas que afectan el OEE, Comprende 1-11-2017 al 31-11-2017.				
Número	Criterio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
1	Mantenimientos Correctivos diarios por maquinaria o Molde.	38	48	54	60	200
2	Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras	32	18	31	30	111
3	Aumento del de tiempo de set up por falta de un proceso estandarizado	51	29	44	72	196
4	Desmotivación de operarios.	12	4	5	6	27
5	Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.	18	20	22	28	88
6	No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos.	25	8	14	24	71
7	Falta de capacitación operativa formal a los operarios.	7	11	8	11	37
8	La carencia de programas de capacitación sobre el OEE al personal.	10	6	7	7	30
9	Falta de planeación durante el cambio de molde.	37	28	56	59	180
10	Humedad en el ambiente provoca inestabilidad en el compuesto causando fallas en el proceso.	10	15	12	21	58
11	Problemas con la Ventilación provocan altas temperaturas ocasionando fallas en el equipo.	7	6	10	9	32
12	Compuesto reprocesado genera problema de especificación de producto terminado.	7	5	4	6	22
13	El incumplimiento del indicador OEE se registra pero no se emplea para acciones correctivas.	6	5	4	4	19
Total		260	203	271	337	1071

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

La tabla anterior muestra la frecuencia diaria de las causas que afectan el OEE, las cuales son recolectadas diariamente por los encargados de cada turno y se actualizan al sistema Sap, para efectos del proyecto se toma un histórico que comprende noviembre 2017.

Tabla 17: Clasificación de las causas detectadas.

Mexichem.		Pareto			
Número	Criterio	Total	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa acumulada	Clasificación ABC
1	Mantenimientos Correctivos diarios por maquinaria o Molde.	200	18.67%	18.67%	A
3	Aumento del de tiempo de set up por falta de un proceso estandarizado	196	18.30%	36.97%	A
9	Falta de planeación durante el cambio de molde.	180	16.81%	53.78%	A
2	Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras	111	10.36%	64.15%	A
5	Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.	88	8.22%	72.36%	A
6	No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos.	71	6.63%	78.99%	A
10	Humedad en el ambiente provoca inestabilidad en el compuesto causando fallas en el proceso	58	5.42%	84.41%	B
7	Falta de capacitación operativa formal a los operarios.	37	3.45%	87.86%	B
11	Problemas con la Ventilacion provocan altas temperaturas ocasionando fallas en el equipo.	32	2.99%	90.85%	C
8	La carencia de programas de capacitacion sobre el OEE al personal.	30	2.80%	93.65%	C
4	Desmotivación de operarios.	27	2.52%	96.17%	C
12	Compuesto reprocesado genera problema de especificacion de producto terminado	22	2.05%	98.23%	C
13	El incumplimiento del indicador OEE se registra pero no se emplea para acciones correctivas.	19	1.77%	100.00%	C
Total		1071			

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

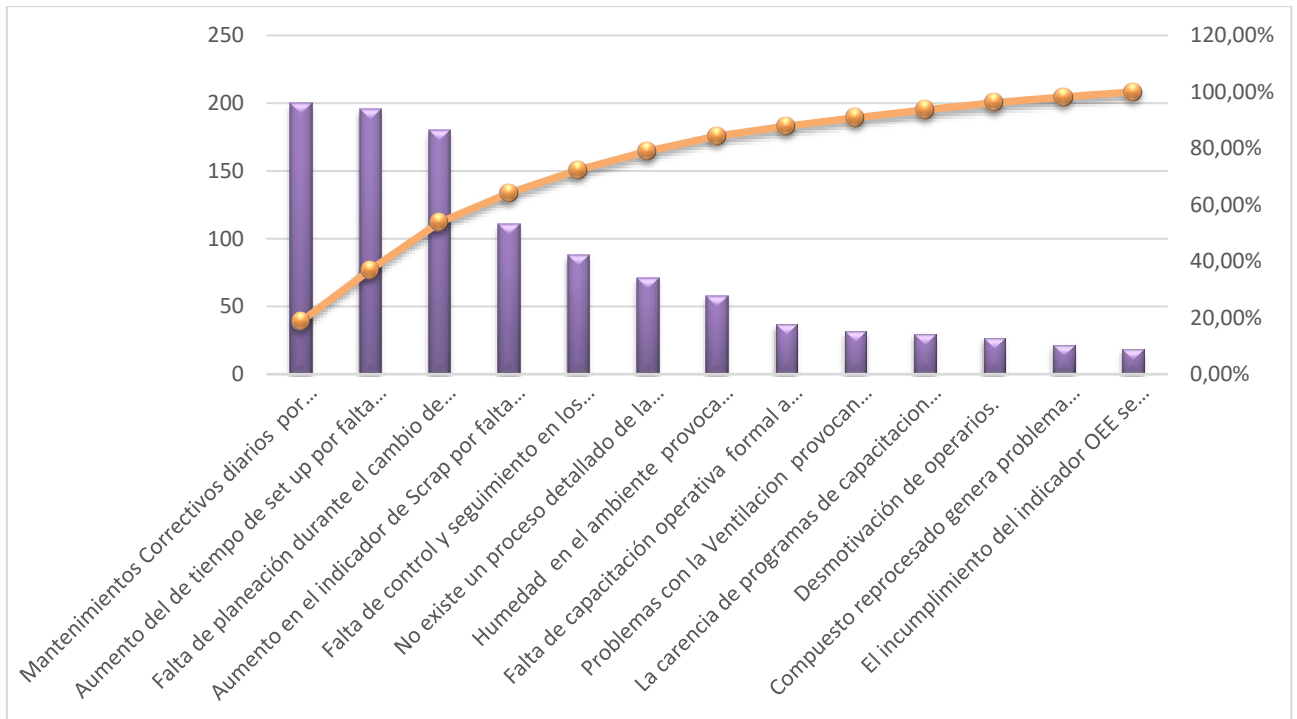


Gráfico 12: Causas que afectan el OEE.

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

El gráfico anterior se construyó tomando cada una de las diferentes causas con su respectivo peso, en él se demuestra el principio 80–20 en donde se puede observar que de las 13 causas identificadas 6 representan el 80 % de los problemas más significativos que provocan el problema en estudio.

Las causas identificadas como más significativas, son las siguientes:

- 2.1 Los mantenimientos correctivos diarios por maquinaria: fallas hidráulicas, neumáticas, mecánicas, eléctricas, de servicios y de molde.
- 4.2 Elevado porcentaje de tiempo de set up por falta de un proceso estandarizado.
- 5.3 Falta de planeación durante el cambio de molde.
- 4.1 Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras.
- 4.4 Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.

4.5 No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos.

Según el análisis, las causas que destacan como más significativas son aquellas que tienen una dependencia del método (4), mano de obra (1) y maquinaria (1).

4.1.12 DMAIC: Etapa 3 – Analizar

Es en esta etapa DMAIC donde se analizará la estimación de los costos que provocan el problema en estudio para la empresa

4.1.13 Cuantificación del impacto económico de la situación actual en las 5 Inyectoras.

En este apartado se pretende cuantificar el impacto económico que provoca actualmente el incumplimiento del OEE en las 5 inyectoras en el Departamento de Inyección.

El análisis económico incluye el costo del Scrap, Rendimiento y Tiempo de Set Up generados en los procesos. A continuación, se presentan las matrices del impacto económico de la situación actual:

Tabla 18: Costo de los indicadores Scrap, Rendimiento y Tiempo de Set Up.

Indicador	Base cálculo	Explicación
Scrap Inyección (\$/TM)	\$1,000.00	Al scrap se le da un valor de \$1000/TM de la mezcla para producto terminado.
Rendimiento Inyección (\$/hora)	\$25.78	La siguiente es la Tarifa horaria promedio para inyección del 2017 al 2018. Se calcula la cantidad de horas ahorradas por la tarifa promedio de Rendimiento.
Tiempo Paros Set up Inyección (\$/hora)	\$25.78	La siguiente es la Tarifa horaria promedio para inyección del 2017 al 2018. Se calculan la cantidad de horas ahorradas por la tarifa promedio de Set Up.

Fuente: El Autor con base en reportes generados en el sistema Sap y costos proporcionados por el Departamento de Finanzas, 19 de diciembre del 2017.

Tabla 19: Pérdidas económicas en la planta de Inyección por no cumplir las metas establecidas de los indicadores del OEE.

Inyección	Meta 2017	Situación Actual	Pérdida Actual (Mensual) por inyectora	Total de la pérdida con las 5 Inyectoras (mensual)
Scrap Inyección (%)	1.55 %	2.04 %	\$77.55	\$387.75
Rendimiento Inyección (kg/hora)	23.7	21.98	\$1,347.09	\$6,735.43
Tiempo Paro Set up Inyección (%)	2.70 %	3.27 %	\$537.09	\$2,685.44
Total de perdida			\$1,961.72	\$9,808.62

Fuente: El Autor con base en reportes generados en el sistema Sap y costos proporcionados por el Departamento de Finanzas, 19 de diciembre del 2017.

Según se muestra en la matriz anterior el impacto económico que está representando el incumplimiento del indicador OEE mensualmente es de \$ 9,808.62, el cual el rendimiento es el que genera un mayor impacto.

A continuación, la proporción del costo.

Tabla 20: Proporción de las pérdidas económicas en los indicadores del OEE.

INYECCIÓN	Proporción
Scrap Inyección	3.95 %
Rendimiento Inyección	68.67 %
Tiempo Paro Set up Inyección	27.38 %
Total de pérdida	100.00 %

Fuente: El Autor con base en reportes generados en el sistema Sap y costos proporcionados por el Departamento de Finanzas, 19 de diciembre del 2017.

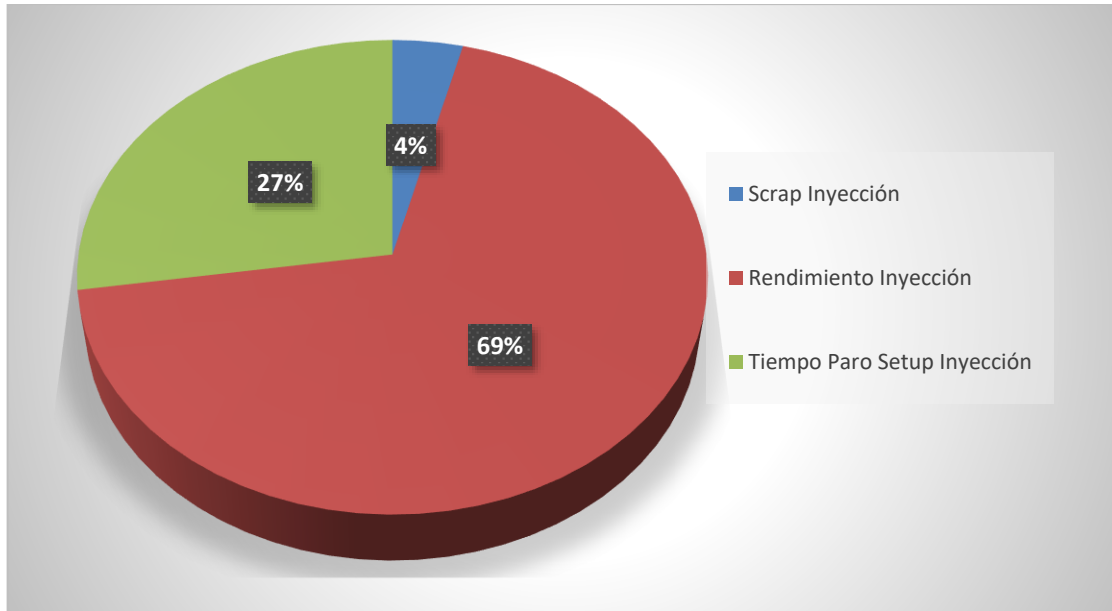


Gráfico 13: Proporción de las pérdidas Scrap, Rendimiento y Set up.

Fuente: El Autor con base en reportes generados en el sistema Sap y costos proporcionados por el Departamento de Finanzas, 19 de diciembre del 2017.

El gráfico anterior muestra las proporciones de la pérdida económica de acuerdo con los indicadores que componen el OEE, representando un 69 % el Rendimiento, un 27 % el tiempo Set Up y un 4 % el Scrap Generado en la planta de Inyección.

4.2 CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.

Del diagnóstico anterior se concluyen diversas situaciones que permiten determinar las causas más importantes que provocan el incumplimiento del indicador OEE, su clasificación de acuerdo con el impacto y la estimación del costo económico que representa la situación actual a la empresa.

1. Se determinaron 13 causas, las cuales provocan el incumplimiento de la meta para el indicador OEE en las inyectoras, cumpliendo así con el primer objetivo específico de diagnóstico: "Identificar las causas que provocan el incumplimiento de la meta mensual del Rendimiento, Calidad y Disponibilidad en las 5 inyectoras", las cuales se detallan:

1.1 Humedad en el ambiente provoca inestabilidad en el compuesto causando fallas en el proceso.

1.2 Problemas con la ventilación provocan altas temperaturas ocasionando fallas en el equipo.

2.1 Mantenimientos correctivos diarios por maquinaria o molde.

3.1 El incumplimiento del indicador OEE se registra, pero no se emplea para acciones correctivas.

4.1 Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras.

4.2 Elevado porcentaje de tiempo de set up por falta de un proceso estandarizado. 4.3 Los escasos métodos de motivación generan rotación en los operadores. 4.4 Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.

4.5 No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos.

5.1. Falta de capacitación operativa formal a los operarios.

5.2 La carencia de programas de capacitación sobre el OEE al personal.

5.3 Falta de planeación durante el cambio de molde.

6.1 Compuesto reprocesado genera problema de especificación de producto terminado.

2. Se clasificaron las causas más significativas según frecuencia de ocurrencia por medio de un Pareto, de esta forma, se cumple con el segundo objetivo específico de diagnóstico: "Clasificar las causas según el impacto en el OEE".

Las causas que desatacan según su frecuencia y que representan un 80 % en el periodo analizado son:

- Mantenimientos correctivos diarios por maquinaria o molde.
- Aumento del de tiempo de set up por falta de un proceso estandarizado.
- Falta de planeación durante el cambio de molde.
- Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las inyectoras.

- Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.
 - No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos.
3. El cumplimiento del tercer objetivo específico “Analizar el impacto económico que representa la situación actual” permitió estimar los costos o pérdidas económicas que afectan a la organización debido al incumplimiento de la meta mensual del OEE para las 5 Inyectoras en estudio, en los últimos 12 meses (octubre 2016 – octubre 2017), representando una cifra de \$117.703,45.
 4. Se determina que las 5 inyectoras en estudio hasta diciembre del 2017 no cumplen con las metas establecidas del Indicador OEE, ocasionando pérdidas para el Departamento de Inyección, en el capítulo V se enfocara en atacar los subindicadores (Disponibilidad, Calidad, Rendimiento) para mejorar el resultado operacional y así aumentar el Indicador del OEE en busca de alcanzar la meta establecida.

CAPÍTULO V
DISEÑO Y DESARROLLO DE LAS
PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN.

El propósito del presente capítulo es el de elaborar las propuestas de mejora que en conjunto con un plan de implementación permita reducir el efecto producido por las causas más significativas identificadas en el capítulo anterior.

5.1.1 DMAIC: Etapa 4 - Mejora

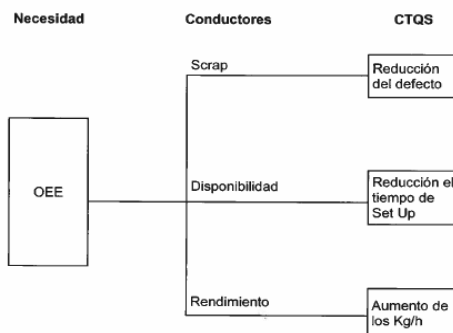
Es en esta fase de mejora donde se procede al desarrollo de soluciones que resuelvan las causas identificadas como altamente significativas. Se participa al personal involucrado mediante Kaizen, el cual ayuda a identificar por medio de un CTQ las necesidades cualitativas que se están presentando en el Departamento de Inyección y con una lluvia de ideas se podrá plasmar las posibles causas cuantitativas, para posterior evaluar, seleccionar y optimizar las mejores soluciones, acompañadas del informe de evaluación económica de la propuesta de mejora.

En esta etapa, se confirman los objetivos logrados del proyecto, comparando los resultados con los datos analizados en la situación actual.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del CTQ realizado con el personal:

CTQ: Árbol de Crítico de la Calidad.

Instrucciones: A continuación, la plantilla del diagrama de árbol la cual nos ayudara a traducir la necesidad del cliente con el fin de identificar los CTQ.



Nombre de los Participantes.

[Handwritten signatures]

Figura 18: Árbol Crítico de calidad

Fuente: El autor.

La tabla anterior muestra las necesidades del Departamento de Inyección de manera cualitativa, la cual nos da como resultado una disconformidad con los resultados del OEE y los subindicadores que lo componen. El diagrama del CTQ se realizó con el Operador Líder de Inyección, Supervisor Técnico de Producción, Jefatura de Calidad, Jefatura de Camol y el Controlador de la Producción.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la lluvia de ideas realizadas con el personal:

Tabla 21: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 80 % de las causas lamás significativas de acuerdo con el Pareto.

Mexichem		Bitácora	
Ubicación: Sala de Producción	Fecha: 9-1-18	Hora de Inicio: 8:00h	Hora Final: 11:00am
Objetivo:	Identificar las acciones de mejora que se puedan aplicar a las causas detectadas como mas significativas		
Alcance:	Mejorar el indicador del OEE global del departamento atacando con herramientas de manufactura esbelta las 5 inyectoras que generan más desperdicio al departamento.		
Propuestas de Mejora			
Causa 2.1 Los mantenimientos Correctivos diarios por Máquina.			
Propuesta	Establecer un programa de seguimiento a los mantenimientos preventivos, a través de un apropiado sistema de checklist donde se verifique, analice y ejecute las correctas técnicas de TPM para mantener las máquinas trabajando de la manera más eficiente, y evitar las mermas en tiempo por constantes reparaciones a las mismas.		
Causa 4.2 Elevado porcentaje de tiempo de Set Up por falta de un proceso estandarizado.			
Propuesta	Aplicación de los pasos de la herramienta de SMED, y estandarizar los cambios de molde en las inyectoras; además de empezar a realizar un plan de capacitación a todos los técnicos de camol y permitir la práctica de dicho proceso en aquellas máquinas que no tengan producción programada, con el fin de profundizar en la aplicación de dicho proceso estandarizado.		
Causa 5.3 Falta de Planeación durante el cambio de molde			
Propuesta	Se debe trabajar de la mano del programa de producción, controladores de producción, líderes de proceso y técnicos de camol para crear una herramienta estilo (Andon) que permita la priorización adecuada de los cambios y no afectar el JIT, OEE y aumento del indicador de Set UP por la falta de planeación de las OF que se deben enviar a ejecutar en el departamento de Inyección.		
Causa 4.1 Aumento en el Indicar del Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras.			
Propuesta	Definitivamente se debe trabajar en la estandarización del proceso de arranque y estabilización de las inyectoras, a través del involucramiento de líderes, controladores, supervisores y personal en la elaboración del mismo, es vital que se realice una ficha tecnica por producto de los ajuste necesarios para no comprometer la calidad ,scrap y rendimineto de la Inyectora, una vez realizado el mismo que haya una capacitación masiva y documentada a todo el departamento de Inyección.		

Fuente El autor.

Tabla 22: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 80 % de las causas más significativas de acuerdo con el Pareto.

Causa 4.4 Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.	
Propuesta	La gerencia de producción y el departamento de mantenimiento deben dar seguimiento a los MTO preventivos, a través de un checklist se realizaran las revisiones hechas por los técnicos, estas deben registrarse y documentarse en el Lean dashboard para que el ingeniero de Mantenimiento sea quien mida y vigile la realización y cierre de las mismas. Todas las acciones que se requieran deben ser revisadas. Es vital involucrar al personal de Inyección y además medirse cuantitativamente por medio de la reducción del tiempo muerto o a través de la reducción en los mantenimientos correctivos en el departamento de Inyección.
Causa 4.5 No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos .	
	Este punto se concluye aplicando la propuesta de la causa 4.1
Limitación Encontradas	
Proyecto se limita a sólo 5 inyectoras y al departamento de Inyección; debe desplegarse a los demás departamentos de producción; una vez realizado este proyecto, que sirva como ejemplo para otros.	
Observaciones Encontradas	
Colaboradores	Firma
	


Fuente El autor.

Tabla 23: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 20 % de las causas acuerdo al Pareto.

Mexichem		Bitácora	
Ubicación: Sala de Producción	Fecha: 9-1-19	Hora de Inicio: 8:00 am	Hora Final: 11:00 am
Objetivo:	Identificar las acciones de mejora que se puedan aplicar a las causas detectadas como mas significativas		
Alcance:	Mejorar el indicador del OEE global del departamento atacando con herramientas de manufactura esbelta las 5 inyectoras que generan más desperdicio al departamento.		
Propuestas de Mejora			
Causa 1.1 Humedad en el ambiente provoca inestabilidad en el compuesto causando fallas en el proceso.			
Propuesta	Se debe implementar un lugar apropiado para el almacenamiento del compuesto que se almacena en sacas, donde se ubica actualmente genera que la humedad del ambiente y lluvia de la zona genere que el compuesto padezca de humedad.		
Causa 1.2 Problemas con la ventilación provocan altas temperaturas ocasionando fallas en el equipo.			
Propuesta	Se deben revisar los sistemas de enfriamiento de las inyectoras, Podrían no ser apropiados y tienen soluciones de echizos (mangueras) para poder enfriar el barril y tornillo de la inyectora, dicho sistema no elimina las altas temperaturas en todas las zonas por lo tanto es ineficiente y provoca que el barril y tornillo de la inyectora quemem el material afectando la salida del compuesto por la boquilla, por consecuente las boquillas se dañan y el tornillo se desgasta por la fricción constante del material en quema.		
Causa 3.1 El Incumplimiento del Indicador OEE se registra pero no se emplea para acciones.			
Propuesta	No se están ingresando todas las acciones de los gembawalks relacionados a la mejora del OEE, por lo tanto las ideas y problemas que se observan quedan en el vacío y no se da seguimiento, el Lean dashboard debe revisarse diariamente.		
Causa 4.3 La escases de métodos de motivación generan rotacion en los operadores .			
Propuesta	Se debe revisar con RRHH, la gerencia general, la gerencia de producción y supervisores métodos de motivación para aquellos empleados que son sobresalientes en su desempeño, ya sea a través de bonificaciones extras al productivo, o por medio de incentivos como capacitaciones o reconocimientos en las reuniones de OPEX, para dar exposición a aquel empleado que sirva como ejemplo para los demás.		

Fuente El autor.

Tabla 24: Bitácora de actividad de lluvia de ideas del 20 % de las causas acuerdo al Pareto.

Causa 5.1 Falta de capacitación operativa formal a los operarios.	
Propuesta	Se debe crear una matriz de entrenamiento cruzado en el departamento de inyección y evitar la dependencia exclusiva de los líderes de proceso y supervisor de producción. Esta matriz debe ser validada con pruebas teóricas y prácticas con el fin de fomentar un correcto aprovechamiento de las mismas. No sólo se debe evaluar a los capacitados sino a los instructores, ya que deben tener las competencias apropiadas para brindar las mismas, por consecuente antes de empezar a capacitar al nivel operativo se debe analizar el perfil y competencias de los instructores, a través de las herramientas que considere RRHH.
Causa 5.2 La carencia de programas de capacitación sobre el OEE al personal.	
Propuesta	Los encargados del departamento deben crear un plan de capacitación referente al OEE, esto con el fin de que haya un involucramiento y sentido de pertenencia por parte de los empleados del departamento, él debe dar un seguimiento apropiado a dicha capacitación y debe incluirse en la matriz de entrenamiento cruzado, además de incluirlos en las reuniones de OPEX.
Causa 6.1 Compuesto reprocesado genera problema de especificación de producto terminado.	
Propuesta	No se debería aceptar sacas de material reprocesado que este generando problemas en el proceso por cuestiones de un mal reproceso en el departamento de peletizado, antes de empezar a producir se debe valorar el cumplimiento de las especificación en el departamento de calidad, en el momento que den el visto bueno se empezara a producir, si el producto comienza a generar problemas en el proceso se debe realizar un muestreo a la materia prima y si no cumpliría con las especificaciones se debera de reprocesar nuevamente.
Limitación Encontradas	
Proyecto se limita a sólo 5 inyectoras y al departamento de inyección; debe desplegarse a los demás departamentos de producción; una vez realizado este proyecto, que sirva como ejemplo para otros.	
Observaciones Encontradas	
Colaboradores	Firma
	

Fuente El autor.

De acuerdo con la necesidad que arrojaban los resultados obtenidos del CTQ, se realizó una lluvia de ideas para encontrar las posibles acciones que puedan resolver las causas encontradas en la situación actual del proyecto. Se involucró al Supervisor Técnico de Producción, Jefatura de Calidad, Jefatura de Camol, Ingeniero de Mantenimiento y Controlador de Producción, el análisis se dividió en dos, en la

primera bitácora se analizaron las propuestas del 80 % de las causas más significativas y la segunda bitácora el 20 % restante.


5.1.2 Implementación de la Ficha técnica para las inyectoras 151, 210, 211, 220, 221, 225 y 226.

Debido a la necesidad de reducir la cantidad de Scrap e ineficiencia en la estabilización de las inyectoras y buscando atacar las causas 4.1 (Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras) y 4.5 (No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos) que representan un 16.99 % del impacto de las causas encontradas del incumplimiento del OEE, se toma la decisión de realizar e implementar una ficha técnica por producto, la cual servirá de guía en los ajustes necesarios de los diferentes productos que se producen en las inyectoras en estudio, este permite reducir los tiempos de estabilización y disminución en la cantidad de scrap que se genera en los arranques.

La tabla 26 muestra el formato de la ficha técnica aprobada por las jefaturas de Calidad, Producción y Camol, en el documento se encuentran todos los ajustes necesarios para una adecuada estabilización de los diferentes productos que se produzcan.

La ficha se realizó con el apoyo de la jefatura de calidad, jefatura de Camol, Controlador de Producción y Supervisor Técnico de Inyección, cada producto que se produzca en las inyectoras debe tener una ficha técnica, la cual debe ser llenada por el supervisor técnico, aprobada por el Departamento de Calidad y guardada en un ampo donde el operador líder la podrá utilizar cuando sea necesario.

Tabla 25: Ficha técnica

	Código PROD.CRC	Version: 1	FICHA TECNICA DEL PROCESO							
	Fecha:	Página: 1 de 1								
	Realizó:									
	Aprobó: Gerente de producción									
DIVISION INYECCIÓN										
SUPERVISORES Y EQUIPO CAMBIO DE MOLDES	Seccion A	Producto:			Cavidades:					
	N Inyectora:	N Molde:			Código:			Rango		
	Tiempo Enfriamiento (s):	Rango			Tiempo Inyeccion (s)	+ -	Ciclo Total (s)	Rango		
	Perfil Velocidad Inyeccion (mm/s)							Rango		
	Perfil Postpresion (bar)							Rango		
	Rango				Rango			Rango		
	Presion Maxima de Inyeccion (bar)				+ -	Presion en Comestacion(bar)	+ -	Tiempo (Seg) Postpresion	Rango	
	Perfil Veloc. Dosificacion (%)							Rango		
	Perfil Veloc. contra presion (Bar)							Rango		
	Carrera de Dosificacion (mm)				+ -	Carrera Unidad Inyeccion (IN):			NO	
	Temperatura C	Teorico	Real	Rango	Temperatura C	Teorico	Real	Rango		
	Barril 1				Barril 4			+ -		
	Barril 2				Barril 5					
	Barril 3				Barril 6					
	Materia Prima:	blanco 1103			Color:			Blanco		
Seccion B	Material Precalemado			Tiempo de Calentado						
	Material Reprocesado			% de Reprocesado						
	Rango			Rango			Rango			
	Peso de la Inyeccion (g)			+ -	Peso de la pieza (g)	+ -	Peso de Colada (g)			
	Pila con Agua Fria			Tiempo Minimo dentro del Agua (seg)						
	Colaboradores:			Galga Metalica: _____						



Fuente El autor.

Como se observa en la tabla anterior, la ficha técnica se encuentra debidamente llena con los ajustes respectivos de acuerdo con el producto que se va a producir.

Es de suma importancia tener una adecuada trazabilidad y almacenaje de las fichas técnicas que se realizan en inyección, por ende, se estableció un espacio y ampos, esto facilitará la búsqueda para cuando se necesiten utilizar.

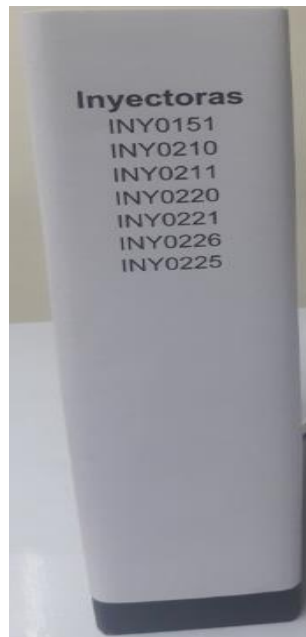


Figura 19: Ampo de las Fichas técnicas de las Inyectoras.

Fuente: El autor.

5.1.3 Matriz de entrenamiento de inyección.

Abonado a la necesidad de capacitar al personal de inyección para mejorar el indicador del Scrap, Set Up y estabilización de los productos, se genera una Formato de Matriz de entrenamiento, el cual tiene como objetivo saber el nivel operativo del personal de inyección para poder atacar sus debilidades y maximizar sus fortalezas, buscando lograr una mayor eficacia y eficiencia operativa ayudando a el mejoramiento del OEE.

Como se observa en la figura anterior, la matriz de entrenamiento de encuentra debidamente llena, se introduce el código del empleado, el nombre del empleado, su puesto y se va llenando las casillas de acuerdo con su nivel profesional y las actividades a realizar.

El nivel profesional se divide en 5 ítems, sin conocimiento se refleja con un círculo vacío 0 %, principiante con un círculo al 25 % lleno, intermedio con un círculo al 50 % lleno, calificado con un círculo 75 % lleno y experto con un círculo 100 % lleno, las funciones que no aplican son las que no cumplen con el perfil del puesto, pero se busca que las lleguen alcanzar, la matriz de entrenamiento tiene como fin principal tener operadores lo más multifuncionales posibles con la ayuda de las jefaturas que brindaran las capacitaciones necesarias.

5.1.4 Establecimiento de los *Checklist* para mantenimiento preventivo que se adecúe a las recomendaciones del fabricante de la Inyectora.


Debido a la necesidad de organizar el mantenimiento de una manera técnica, por la constante utilización del mantenimiento correctivo, por las fallas que se presentan, se plantea esta propuesta que abarca la causa 2.1 (Mantenimientos Correctivos diarios por maquinaria o Molde), que ocasiona problemas de fallas hidráulicas, neumáticas, mecánicas, eléctricas, de servicios y de molde. Esta causa representa el 18.67 % de impacto sobre las causas encontradas del incumplimiento del OEE.

La implementación de este mantenimiento conlleva ejecutar un *checklist* el cual tiene definido listas de tareas, las cuales tienen que ser revisadas por el técnico de mantenimiento, debe ir verificando una por una, si encuentra una anomalía debe ser comentada en el espacio definido, importante señalar que el *checklist* se realizó junto al Ingeniero de Mantenimiento que tiene una gran experiencia con las Inyectoras.

Se realiza un diagrama de Gantt mensual, sus intervenciones se deben realizar según el cronograma definido, esto para optimizar su desempeño y evitar paros no programados para reparaciones de emergencia y prever al máximo cualquier daño repentino en las inyectoras. Al ser atacada esta causa se debe obtener una mejora a corto plazo, buscando reducir las diferentes fallas que se presentan en la máquina.


A continuación, se muestra el formato del *checklist* aprobado por el Ingeniero de Mantenimiento, en el documento se encuentran todos los ítems que deben ser verificados y justificados en caso de ser necesario por el técnico encargado del Mantenimiento Preventivo.

Tabla 27: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Mexichem		Inspecciones programadas Rutinas 2M-3M-6M-1A Mantenimiento preventivo					
Línea producción:	163	INYECTORA		Semana	48	Fecha:	27/11/2017
X Eléctrico	Responsable:			Realizado	consecutivo		
X Mecánico				Si	No	3	de 4
X Otros	Inspecciones Programadas		May/Jun/Jul/Agt/sept/Oct 2016	Anote Observaciones			
<p>ANTES DE INICIAR CUALQUIER TRABAJO EN ESTE EQUIPO SE DEBEN IDENTIFICAR TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍAS PELIGROSAS PRESENTES EN LA MÁQUINA Y PROCEDER A REALIZAR EL BLOQUEO Y ETIQUETADO. Esta instrucción es de acatamiento obligatorio para asegurarse que, antes de realizar cualquier servicios o mantenimiento en el equipo, donde el encendido o energización sorpresiva pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada puedan causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía asegurándose que no se pueda operar.</p>						<p>Anote el dispositivo(s) y puntos seleccionados donde utilizó el bloqueo de energías peligrosas</p>	
<p>Revisar estado de la boquilla de inyección. Verifique que no existan golpes o que se encuentre rozando el molde (Según fig. 1 - Posición 6)</p>							
<p>verifique visualmente el estado y funcionamiento del cilindro hidráulico de la unidad de inyección (plastificador), limpie cuidadosamente el vástago del cilindro y asegúrese que no existan fugas de aceite, daños o golpes en el cromado del vástago del cilindro. . Compruebe que los apoyos o puntos de fijación del cilindro a la estructura de la máquina estan socados . Compruebe que no existen daños en las mangueras (forros), o fugas por la fitineria de conexión. Reporte cualquier condición anormal. lubrique nuevamente el vástago luego de realizar la inspección (Según fig. 1- Posición 6).</p>							
<p>verifique visualmente el estado y funcionamiento del cilindro hidráulico de la unidad de cierre, limpie cuidadosamente el vástago del cilindro y asegúrese que no existan fugas de aceite, daños o golpes en el cromado del vástago del cilindro. Compruebe que no existen daños en las mangueras (forros), o fugas por la fitineria de conexión. Reporte cualquier condición anormal. lubrique nuevamente el vástago luego de realizar la inspección (Según fig. 1- Posición 2).</p>							
<p>verifique visualmente el estado y funcionamiento del cilindro hidráulico del sistema expulsor, limpie cuidadosamente el vástago del cilindro y asegúrese que no existan fugas de aceite, daños o golpes en el cromado del vástago del cilindro. . Compruebe que los apoyos o puntos de fijación del cilindro a la estructura de la máquina estan socados . Compruebe que no existen daños en las mangueras (forros), o fugas por la fitineria de conexión. Reporte cualquier condición anormal. lubrique nuevamente el vástago luego de realizar la inspección. (Según fig. 1- Posición 3).</p>							
<p>Limpie internamente el panel de operación de la inyectora . Utilize aspiradora y dieléctrico adecuado para la limpieza de las partes eléctricas. Apriete de ser necesario cualquiera de las conexiones existentes en el panel de control que evidencien estar flojas o recalentadas por falso contacto. (Según fig. 1 - Posición 11)</p>							


Fuente: El autor.

Tabla 28: Checklist de Mantenimientos correctivos.

<p>Verifique que todas las conexiones existentes en los componentes internos del gabinete no estén flojas o presenten muestras de recalentamiento por falso contacto. Apriete de ser necesario las conexiones existentes en el panel de control. (Según fig. 1 - Posición 11)</p>		
<p>Limpiar el sistema de enfriamiento del gabinete eléctrico. En caso de usar agua de chiller para transferencia de calor, drenar las mangueras y evacuar cualquier suciedad acumulada. Verificar también el funcionamiento de los abanicos, electroválvulas y filtros de aire si existen. En caso de usar unidad de refrigeración verificar que este arrancando y enfriando. Reporte cualquier condición anormal. (Según fig. 1 - Posición 11)</p>		
<p>Revise el estado de los relés que alimentan las resistencias de calentamiento del unidad de inyección de la inyectora - Verifique externamente que no existan contactos recalentados o quemados. busque cualquier indicio de desgaste o excesivo chisporroteo en los contactos móviles del relé. Cambie de ser necesario. - Verifique que todos los cables de salida del relé se encuentren socados. y en buen estado (Según fig. 1 - Posición 11)</p>		
<p>Revise el estado y funcionamiento de las termocuplas de la unidad de inyección la inyectora. Asegúrese que no existan daños en los cables y terminales. Cambie de ser necesario. (Según fig. 1 - Posición 11)</p>		
<p>Limpiar los agujeros de alojamiento de las termocúplas que están ubicadas en el barril de la unidad de inyección de la inyectora. (Según fig. 1 - Posición 11)</p>		
<p>Limpe la acumulación de polvo sobre la carcasa del motor eléctrico de la bomba hidráulica de la inyectora. Utilice algún tipo de limpiador dieléctrico de ser necesario. (Según fig. 2 A - Posición 5)</p>		
<p>verifique el estado del contactor del motor eléctrico de la bomba hidráulica de la Inyectora. Verifique que no existan conexiones electricas flojas en los bornes del contactor. Soque de ser necesario. (Según fig. 2 A- Posición 5)</p>		
		
<p><i>Marcia Sanchez</i> Realizado por</p>	<p>27/11/2017 Fecha de realización</p>	<p><i>Marcia Sanchez</i> Revisado por (FCM-02)</p>

Fuente: El autor.

Tabla 29: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Mexichem		Inspecciones programadas <u>Rutinas mensuales</u> Mantenimiento preventivo					
Línea producción:		163	INYECTORA		Semana: 48	Fecha: 27/11/2017	
X	Eléctrico	MARCA	SERIE	MODELO	Realizado	consecutivo	
X	Mecánico	ENGEL	6131-200-93	706/200	Si No	1 de 4	
X	Otros	Inspecciones Programadas				Anote Observaciones	
<p>ANTES DE INICIAR CUALQUIER TRABAJO EN ESTE EQUIPO SE DEBEN IDENTIFICAR TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍAS PELIGROSAS PRESENTES EN LA MÁQUINA Y PROCEDER A REALIZAR EL BLOQUEO Y ETIQUETADO. Esta instrucción es de acatamiento obligatorio para asegurarse que, antes de realizar cualquier servicio o mantenimiento en el equipo, donde el encendido o energización sorpresiva pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada puedan causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía asegurándose que no se pueda operar.</p>					 <p>Anote el dispositivo(s) y puntos seleccionados donde utilizó el bloqueo de energías peligrosas</p>		
Limpie el polvo sobre los cobertores de las resistencias, tolva y sistema de dosificación de la inyectora. (fig. 1-Pos 6)							
Limpie las superficies de montaje de la placas porta - moldes móvil y fija. Las superficies de contacto tienen que estar limpias y libres de grasa, tiene que facilitarse un buen contacto. Lubricar ligeramente como protección anticorrosiva (spray antioxidante). (fig. 1 - Pos 4 y 5) (sin molde = Camol)							
Verifique que no existan golpes, daños o desgastes anormales en las guías y rodamientos lineales del sistema portamoldes. Limpiar y realizar inspección, luego lubricar los carriles y barras guía con grasa NLGI-2. Limpiar los alemites para que no entre suciedad al punto de engrase. (fig. 2 A - Pos 6)							
Lubrique las 2 guías de movimiento del carro del sistema portamolde. Utilice grasa NLGI-2 en los alemites (fig. 2 A - Pos 6)							
Verifique que no existan golpes, daños o desgastes anormales en las guías y rodamientos lineales del sistema de inyección. Limpiar y realizar la inspección, luego lubricar los carriles y barras guía con grasa NLGI-2. Asegúrese de limpiar los alemites, para que no entre suciedad al lubricar el punto de engrase. (fig. 2 A - Pos 1)							
Lubrique las 2 guías de movimiento del carro de la unidad de inyección. Utilice grasa NLGI-2 en los alemites (fig. 2 A - Pos 1)							
Limpie la pantalla de operación (toch screen). Antes de limpiar desconectar la tensión de mando. Utilice limpiacristales Alcohol y utilice una gamuza limpadora suave. (fig. 1 - Pos 11)							
Limpie externamente el gabinete de control de la inyectora (desconectar la tensión de mando). Utilice aire comprimido y dieléctrico adecuado para la limpieza de las partes metálicas. 1- Limpie la pantalla de operación (toch screen), utilice limpiacristales Alcohol y utilice una gamuza limpadora suave. 2- Limpie también los filtros de entrada de aire al gabinete (- fig. 1 - Pos. 11)							

Fuente: El autor.

Tabla 30: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Verifique el estado buen estado y correcto funcionamiento de las pantallas de operación , de luces piloto, botoneras, instrumentos etc. (- fig. 1 - Pos. 13)		
Limpie el polvo sobre la carcasa del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección. Utilice algún tipo de limpiador dieléctrico de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1 a 6)		
Inspeccionar todas las cajas, accesorios, canalizaciones y conexiones del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección y asegurarse que estan en buen estado. Repare de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1 - 2 -3 - 4-5-6)		
verifique el estado de los platinos de los contactos del contactor del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección. Limpie o cambie dependiendo del desgaste que presenten. Verifique que no existan conexiones electricas flojas, soque de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1 A 6)		
Verifique que los tornillos de fijación de los motores de los ventiladores del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección se encuentren socadas. (fig. 1 - Pos 1 A 6)		
Lubrique las 2 guías de movimiento del carro de la tolva. Utilice lubricante spray para cadenas. (Izquierda y derecha) (fig. 2 A- Pos 8)		
Verifique estado y funcionamiento de las guías de los rodamientos lineales del sistema de movimiento de la tolva. Asegúrese que no existan desgastes o golpes en guías de soporte de los rodamientos lineales. Reporte cualquier condición anormal. (fig. 2 A- Pos 8)		
Asegúrese de que no existan ruidos extraños, vibración o temperatura superior a 70 °C en la bomba hidráulica de la Inyectora . En caso de existir trate de determinar el origen del problema y repórtelo inmediatamente. (fig. 2 A- Pos 5)		ANOTE EL DATO DE TEMPERATURA (°C)
Verifique el nivel de aceite del tanque hidráulico y rellene el nivel de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1)		
Limpiar todas las protecciones de plexiglas. Con agua caliente añadiendo un detergente suave y empleando un paño o esponja. (no se deben emplear desinfectantes o disolventes concentrados por daños en el plexiglas. (fig. 1 - Pos 14)		
Revisar estado y funcionamiento de botoneras de paro de emergencia y dispositivos detectores de puerta cerrada. (fig. 1 - Pos general)		
Limpiar los filtros coladores (strainers) ubicados en la entrada de agua de enfriamiento de la máquina. Limpiar también los filtros coladores internos de la máquina.		
Lubrique con aceite hidráulico ISO 46 los vástagos pistón del de los cilindros de inyección		
Realizado por <u>Carlos Sánchez</u>	Fecha de realización <u>27/11/2017</u>	Revisado por <u>Carlos Sánchez</u> (FCM-02)





Fuente: El autor.

Tabla 31: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Mexichem		Inspecciones programadas Rutinas 2M-3M-6M-1A Mantenimiento preventivo						
Línea producción:		163	INYECTORA		Semana	48	Fecha:	27/11/2017
X	Eléctrico	Responsable:			Realizado	consecutivo		
X	Mecánico				Si	No	4	de 4
X	Otros	Inspecciones Programadas May/Jun/Jul/Agt/sept/Oct 2016			Anote Observaciones			
		Inspeccionar las canalizaciones y conexiones de entrada del motor eléctrico de la bomba hidráulica de la inyectora . asegúrese de que estan en buen estado. Repare de ser necesario. (Según fig. 2 A - Posición 5)						
		Verifique el estado y funcionamiento del acople entre el motor eléctrico y la bomba hidráulica de la inyectora . Asegúrese que este correctamente alineado y que las cuñas estan en correcta posición y que la estrella flexible de acoplamiento este en buen estado (Según fig. 2 A- Posición 5)						
		Limpie exteriormente el intercambiador de calor aire / aceite de la bomba hidráulica de la inyectora. Verifique que no existan fugas en las conexiones o paneles del radiador dañados. (Según fig. 4 - Posición 1)						
		Inspeccionar todos las cajas, accesorios, canalizaciones y conectores de las electroválvulas del sistema hidráulico de la inyectora. , asegurando que estan en buen estado. Repare de ser necesario. (Según fig. 1 - Posición 1)						
		Limpiar la bandeja de residuos de aceite y resina. (Según fig. 1 - Posición 1)						
		Revisar conexiones eléctricas del contactor del motor de la bomba hidráulica. Verifique que las terminales esten socadas. (Según fig. 2 - Posición 5)						
		Revisar estado y funcionamiento de transductores de boquilla, prensa,inyección, expulsadores de presión de fuerza, Limpielos y asegúrese que el tonillo de la varilla y conexión eléctrica del conector esten ajustados y no presenten daños. (Según fig. 1 - Posición 6)						
		Centrado de boquilla. Utilizar procedimiento de manual "ENGEL INYECTORA MANUAL ELECTRICO ES-SM_machine_V2.32_CC200_VC,DUO,ELECTRI " apartado "Centrado de boquilla" Pag. 59						
		Comprobar nivel de la máquina y resocar tornillos si es necesario.						
		Comprobar paralelismo de placas de la prensa. Utilizar procedimiento de manua l (Fig.1 - Pos 4 y 5)						
		Revisión, limpieza y engrase del sistema para dar altura al molde.						

Fuente: El autor

Tabla 32: Checklist de Mantenimientos correctivos

Lubrique el apoyo a cilindro plastificador con grasa lubricante (tipo base Litio EP-2) (Frecuencia: intervalo de manto 1)			
Lubrique el cilindro de apoyo de boquilla, con grasa lubricante (tipo base Litio EP-2) (si existen) (Frecuencia: intervalo de manto 4)			
Lubrique manualmente con grasa EP 2 la parte trasera del tornillo por donde esta acoplado al motor dosificador			
Cambiar filtro M-50 de Triple R abrir válvula para comprobar funcionamiento			
0			
0			
Trabajos programados	Si	No	Anote Observaciones
Reparar los ventiladores de control de temperatura de zona. Resocar las bases de los existentes			
			
			
 Realizado por	27/11/2017 Fecha de realización	 Revisado por (FCM-02)	

Fuente: El autor.

Tabla 33: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Mexichem		Inspecciones programadas Rutinas MONITOREO					
		Mantenimiento preventivo					
Línea producción:	163	INYECTORA		Semana:	48	Fecha:	27/11/2017
Responsable:				Realizado	consecutivo		
X Eléctrico				Si	No	2	de 4
X Mecánico							
X Otros		Inspecciones Programadas		Anote Observaciones			
Inspeccione visualmente la carcasa y el rodete o impulsor del ventilador del sistema de calentamiento/enfriamiento de zona del cañon unidad de inyección de la inyectora, asegurándose que no hay partes sueltas o dañadas, ruidos extraños o vibración. (fig. 1 - Pos 1 - 2 -3 - 4-5-6)							
Medir la temperatura del motor del ventilador del sistema de calentamiento/enfriamiento de zona del cañon unidad de inyección de la inyectora. En caso de ser superior a 60 °C reporte inmediatamente. (fig. 1 - Pos 1 - 2 -3 - 4-5-6)							
Medir la corriente consumida por el motor del ventilador del sistema de control del temperatura de zona del cañon unidad de inyección Compare con dato de placa, (fig. 1 - Pos 1 - 2 -3 - 4-5-6)							
Mida la corriente consumida por el motor eléctrico de la bomba hidráulica de la Inyectora . Compare con dato de placa, (fig. 2 A- Pos 5)		Datos de corriente consumida (AMP)					
		L1=	L2=	L3=			
Inspeccione visualmente asegurándose que no hay fugas de aceite de la bomba y el motor hidráulico de la Inyectora o en las mangueras y tuberías que alimentan el circuito de la bomba. En caso de existir fuga reporte inmediatamente. (fig. 2 A- Pos 5)							
Inspeccione visualmente asegurándose que no hay fugas de agua o aceite en las tuberías del sistema hidráulico de la Inyectora . Mangueras, tuberías y electroválvulas que integran el sistema. Repare la fuga o cambie el accesorio de ser necesario. (fig. 2 A - Pos 5)							
verifique visualmente el estado y funcionamiento del caudalímetro. Asegúrese que no hay fugas o goteos y que se encuentre limpios de algas. (fig. 5 - Pos general)							
Mida la temperatura del aceite hidráulico del tanque de la Inyectora. En caso de ser superior a 60 °C reporte inmediatamente. (fig. 2 B- Pos 1)						ANOTE EL DATO DE TEMPERATURA (°C)	
Asegúrese de que no existan ruidos extraños o vibración en el motor eléctrico de la bomba hidráulica de la Inyectora. En caso de existir trate de determinar el origen del problema y repórtelo inmediatamente. (Según fig. 2 A - Posición 5)							

Fuente: El autor.


Tabla 34: Checklist de Mantenimientos correctivos.

0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
Trabajos programados		Si	No
<p>Nota importante: En todos los casos en que en las inspecciones programadas se encuentre o provoque un daño, fuga o problema se debe tratar en la medida de lo posible de resolverla inmediatamente. En los casos que por fuerza mayor se deba posponer la reparación, se debe reportar inmediatamente al supervisor de mantenimiento correctivo o al encargado de mantenimiento preventivo la situación para definir si la condición se puede posponer o hay que ampliar el tiempo de paro programado para realizar la reparación. En caso de incidentes que provocaran daño a la propiedad o pérdidas se debe reportar mediante el documento "Reporte de Incidente"</p>			
<p>Anote condiciones encontradas:</p>			
<p>_____</p>			
<p>_____</p>			
<p><i>Marco Sanchez Cuzco</i> Realizado por</p>		<p><i>27/11/2017</i> Fecha de realización</p>	
		<p><i>Marco Sanchez C</i> Revisado por (FCM-02)</p>	

Fuente: El autor.



A continuación, se muestra un *checklist* debidamente ejecutado con sus respectivas verificaciones y observaciones brindadas por el técnico

Tabla 35: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Inspecciones programadas <u>Rutinas 2M-3M-6M-1A</u> Mantenimiento preventivo con Paro							
Línea producción:	211	INYECTORA		Semana	50	Fecha:	15/12/2017
X Eléctrico	Responsable:	Realizado		consecutivo			
X Mecánico		SI	No	3 de 4			
X Otros	Inspecciones Programadas		Marzo / Abril 2016		Anote Observaciones		
<p>ANTES DE INICIAR CUALQUIER TRABAJO EN ESTE EQUIPO SE DEBEN IDENTIFICAR TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍAS PELIGROSAS PRESENTES EN LA MÁQUINA Y PROCEDER A REALIZAR EL BLOQUEO Y ETIQUETADO. Esta instrucción es de acatamiento obligatorio para asegurarse que, antes de realizar cualquier servicios o mantenimiento en el equipo, donde el encendido o energización sorpresiva pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada puedan causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía asegurándose que no se pueda operar.</p>				<p>Anote el dispositivo(s) y puntos seleccionados donde utilizó el bloqueo de energías peligrosas</p>			
<p>Limpe internamente el panel de operación de la inyectora . Utilice aspiradora y dieléctrico adecuado para la limpieza de las partes eléctricas. Apriete de ser necesario cualquiera de las conexiones existentes en el panel de control que evidencien estar flojas o recalentadas por falso contacto. (fig. 1 - Pos 11)</p>		T					
<p>Verifique que todas las conexiones existentes en los componentes internos del gabinete no estén flojas o presenten muestras de recalentamiento por falso contacto. Apriete de ser necesario las conexiones existentes en el panel de control. (fig. 1 - Pos 11)</p>		T					
<p>Limpiar el sistema de enfriamiento del gabinete eléctrico. En caso de usar agua de chiller para transferencia de calor, drenar las mangueras y evacuar cualquier suciedad acumulada. Verificar también el funcionamiento de los abanicos, electroválvulas y filtros de aire si existen. En caso de usar unidad de refrigeración verificar que este arrancando y enfriando. Reporte cualquier condición anormal. (fig. 1 - Pos 11)</p>		T					
<p>Revise el estado y funcionamiento de las termocuplas 8 de la unidad de inyección la inyectora. Asegúrese que no existan daños en los cables y terminales. Cambie de ser necesario. (fig. 1 - Pos 11)</p>		T					
<p>Limpiar los agujeros de alojamiento de las termocúplas que están ubicadas en el barril y arandelas de transmisión de temperatura en el caso de las boquillas de la unidad de inyección. (fig. 1 - Pos 11)</p>		T					
<p>Limpe la acumulación de polvo sobre la carcasa del motor eléctrico de la bomba hidráulica de la inyectora. Utilice algún tipo de limpiador dieléctrico de ser necesario. (fig. 2 A - Pos 5)</p>		T					
<p>Inspeccionar las canalizaciones y conexiones de entrada del motor eléctrico de la bomba hidráulica de la inyectora , asegúrese de que estan en buen estado. Repare de ser necesario (fig. 2 A- Pos 5)</p>		T					
<p>Inspeccionar las canalizaciones y conexiones de entrada del motor eléctrico de la bomba hidráulica de la inyectora , asegúrese de que estan en buen estado. Repare de ser necesario. (fig. 2 A - Pos 5)</p>		T					


Fuente: El autor.

Tabla 36: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Verifique el estado y funcionamiento del acople entre el motor eléctrico y la bomba hidráulica de la Inyectora . Asegúrese que este correctamente alineado y que las cuñas estén en correcta posición. (fig. 2 A- Pos 5)	T	
Inspeccionar todos las cajas, accesorios, canalizaciones y conectores de las electroválvulas del sistema hidráulico de la Inyectora. , asegurando que estan en buen estado. Repare de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1)	T	
Revisar conexiones eléctricas del contactor (Entrada y salida) y de las terminales de entrada al motor de la bomba hidráulica . Verifique que todas las terminales estén socadas. (fig. 2 - Pos 5)	T	
Revisar estado y funcionamiento de transductores de boquilla, prensa,inyección, expulsadores de presión de fuerza, Limpielos y asegúrese que el tonillo de la varilla y conexión eléctrica del conector estén ajustados y no presenten daños. (fig. 1 - Pos 6)	T	
Revisar estado y funcionamiento de transductores de boquilla, prensa,inyección, expulsadores de presión de fuerza, Limpielos y asegúrese que el tonillo de la varilla y conexión eléctrica del conector estén ajustados y no presenten daños. (fig. 1 - Pos 6)	T	
Comprobar paralelismo de placas de la prensa. Utilizar procedimiento de manual I (Fig.1 - Pos 4 y 5)	T	<i>No se hace por molde y falta de en la m.</i>
<p>Nota importante: En todos los casos en que en las inspecciones programadas se encuentre un daño, fuga o problema se debe tratar en la medida de lo posible de resolverla inmediatamente. En los casos que por fuerza mayor se deba posponer la reparación, se debe reportar inmediatamente al supervisor de mantenimiento correctivo o al encargado de mantenimiento preventivo la situación para definir si la condición se puede posponer o hay que ampliar el tiempo de paro programado para realizar la reparación</p>		
		
<p><u>Alexis A</u> Realizado por</p>	<p><u>15-12-17</u> Fecha de realización</p>	<p></p> <p><u>Walter Toigueros</u> Revisado por</p> <p>(FCM-02)</p>

Fuente: El autor.

Tabla 37: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Inspecciones programadas <u>Rutinas mensuales</u>				Semana		Fecha:	
Mantenimiento preventivo con Paro				50		15/12/2017	
Línea producción:	211			INYECTORA		Realizado consecutivo	
X Eléctrico	MARCA	SERIE	MODELO	Si	No	1 de 4	
X Mecánico	ENGEL	178622	VICTORY 4550/640 TECH US				
X Otros	Inspecciones Programadas						
<p>ANTES DE INICIAR CUALQUIER TRABAJO EN ESTE EQUIPO SE DEBEN IDENTIFICAR TODAS LAS FUENTES DE ENERGÍAS PELIGROSAS PRESENTES EN LA MÁQUINA Y PROCEDER A REALIZAR EL BLOQUEO Y ETIQUETADO. Esta instrucción es de acalamiento obligatorio para asegurarse que, antes de realizar cualquier servicios o mantenimiento en el equipo, donde el encendido o energización sorpresiva pudiera ocurrir o el escape de energía almacenada puedan causar lesiones. La máquina o equipo debe ser aislada de la fuente de energía asegurándose que no se pueda operar.</p>						<p>Anote Observaciones Anote el dispositivo(s) y puntos seleccionados donde utilizó el bloqueo de energías peligrosas</p>	
Limpie la acumulación de polvo sobre los cobertores de las resistencias, tolva y sistema de dosificación inyectora. Utilice algún tipo de limpiador adecuado de ser necesario. Limpiar las piezas metálicas y pintadas únicamente con los medios de limpieza previstos (fig. 1 - Pos 6)				T			
Limpie las superficies de montaje de la placas porta - moldes móvil y fija. Las superficies de contacto tienen que estar limpias y libres de grasa, tiene que facilitarse un buen contacto. Eventualmente lubricar ligeramente como protección anticorrosiva (spray antioxidante). (fig. 1 - Pos 4 y 5) (Condición solo con máquina parada y sin molde = encargado Camol)				T			
Verifique que no existan golpes, daños o desgastes anormales en las guías y rodamientos lineales del sistema portamoldes. Limpiar cuidadosamente para realizar la inspección y luego volver a lubricar los carriles y barras guía con grasa NLGI-2. Asegúrese de limpiar las boquillas lubricadoras (alemites), para que no entre suciedad al lubricar el punto de engrase. reporte cualquier condición anormal detectada (fig. 2 A - Pos 6)				T		<p>guia lado posterior rayada y carrito del rodamiento dañado</p>	
Lubrique las 2 guías de movimiento del carro del sistema portamolde. Utilice grasa NLGI-2 en los alemites (fig. 2 A - Pos 6)				T			
Verifique que no existan golpes, daños o desgastes anormales en las guías y rodamientos lineales de la unidad de inyección. Limpiar cuidadosamente para realizar la inspección y luego volver a lubricar los carriles y barras guía. Asegúrese de limpiar las boquillas lubricadoras (alemites), para que no entre suciedad al lubricar el punto de engrase. reporte cualquier condición anormal detectada (fig. 2A-Pos 1)				T			
Lubrique las 2 guías de movimiento del carro de la unidad de inyección. Utilice grasa NLGI-2 en los alemites (fig. 2 A - Pos 1)				T			
Limpie la pantalla de operación (toch screen). Antes de limpiar desconectar la tensión de mando. Utilice limpiacristales o Isopropanol (Alcohol) y utilice una gamuza limpadora suave. (fig. 1 - Pos 11)				T			
Limpie externamente el gabinete de control de la inyectora (Antes de limpiar desconectar la tensión de mando). Utilice aire comprimido y dieléctrico adecuado para la limpieza de las partes metálicas. 1- Limpie la pantalla de operación (toch screen), utilice limpiacristales o Isopropanol (Alcohol) y utilice una gamuza limpadora suave. 2- Limpie también los filtros de entrada de aire al gabinete (fig. 1 - Pos. 11)				T			

Fuente: El autor.

Tabla 38: Checklist de Mantenimientos correctivos.

<p>Limpe externamente el gabinete de control de la inyectora (Antes de limpiar desconectar la tensión de mando). Utilice aire comprimido y dieléctrico adecuado para la limpieza de las partes metálicas. 1- Limpie la pantalla de operación (touch screen), utilice limpiacristales o Isopropanol (Alcohol) y utilice una gamuza limpiadora suave. 2- Limpie también los filtros de entrada de aire al gabinete (fig. 1 - Pos. 11)</p>	T	
<p>Verifique el estado buen estado y correcto funcionamiento de las pantallas de operación , de luces piloto, botoneras, instrumentos etc. Limpie externa e internamente el panel de operación de la Inyectora. Utilice aire comprimido y dieléctrico adecuado para la limpieza de las partes eléctricas. En caso de existir teclado de computadora proceda a limpiarlo también. (- fig. 1 - Pos. 13)</p>	T	
<p>Limpe la acumulación de polvo sobre la carcasa del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon de la unidad de inyección. Utilice algún tipo de limpiador dieléctrico de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1 a la 6)</p>	T	
<p>Inspeccionar todas las cajas, accesorios, canalizaciones y conexiones del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon de la unidad de inyección y asegurarse que estan en buen estado. Repare de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1 a la 6)</p>	T	
<p>verifique el estado del contactor del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección. Limpie o cambie dependiendo del desgaste que presenten. Verifique que no existan conexiones electricas flojas en los bornes del contactor. Soque de ser necesario (fig. 1 - Pos 1 a la 6)</p>	T	
<p>Verifique que los tornillos de fijación de los motores de los ventiladores del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección se encuentren socadas. (fig. 1 - Pos 1 a la 6)</p>	T	
<p>Lubrique las 2 guías de movimiento del carro de la tolva. Utilice lubricante spray para cadenas. (Izquierda y derecha) (fig. 2 A- Pos 8)</p>	T	
<p>Verifique estado y funcionamiento de las guías de los rodamientos lineales del sistema de movimiento de la tolva. Asegúrese que no existan desgastes o golpes en guías de soporte de los rodamientos lineales. Reporte cualquier condición anormal. (fig. 2 A- Pos 8)</p>	T	
<p>Asegúrese de que no existan ruidos extraños, vibración o temperatura superior a 70 °C en la bomba hidráulica de la Inyectora . En caso de existir trate de determinar el origen del problema y repórtelo inmediatamente. (fig. 2 A- Pos 5)</p>	T	58°C
<p>Verifique el nivel de aceite del tanque hidráulico y rellene el nivel de ser necesario. (fig. 1 - Pos 1)</p>	T	
<p>Limpiar todas las protecciones de plexiglas con agua caliente añadiendo un detergente suave y empleando un paño o esponja. (Bajo ningún concepto deben emplearse desinfectantes o disolventes concentrados ya que dañan el plexiglas. (fig. 1 - Pos 14)</p>	T	
<p>Revise estado y funcionamiento de los sistemas de paro de emergencia. Hongos de paro y protecciones de puertas (Fig. 1 - Pos. General) (ISRS. Prioridad 1)</p>	T	
<p>Limpiar los filtros coladores (strainers) ubicados en la entrada de agua de enfriamiento de la máquina. Limpiar también los filtros coladores internos de la máquina.</p>	T	
<p>Verifique el estado y correcto funcionamiento de el filtro regulador de aire comprimido. Asegúrese que no hay fugas de aire y que el vaso no esta reventado o presente daños, drene el condensado acumulado. Verifique que esten correctamente anclados a la estructura. Repare de ser necesario. (fig. 6 - Pos General)</p>	T	
<p><u>Alvaro A</u> Realizado por</p>	<p><u>15-12-17</u> Fecha de realización</p>	<p><u>Walter Torqueros F</u> Revisado por (FCM-02)</p>

Fuente: El autor.

Tabla 39: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Mexichem		Inspecciones programadas <u>Rutinas MONITOREO</u>			
Línea producción:		211		INYECTORA	
Semana:		50		Fecha: 15/12/2017	
Realizado:		consecutivo			
Si		No		2 de 4	
X Eléctrico		Responsable:		Anote Observaciones	
X Mecánico		Inspecciones Programadas			
X Otros					
Inspeccione visualmente la carcasa y el rodete o impulsor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección de la inyectora, asegurándose que no hay partes sueltas o dañadas. Asegúrese de que no existan ruidos extraños o vibración. En caso de existir trate de determinar la fuente del problema. (fig. 1 - Pos 1 a la 6)		T			
Medir la temperatura del motor del ventilador del sistema de control de temperatura de zona del cañon unidad de inyección de la inyectora. En caso de ser superior a 60 °C reporte inmediatamente. (fig. 1 - Pos 1 a la 6)		T		38°C / 42°C	


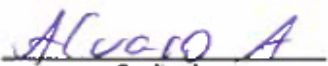
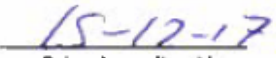

Fuente: El autor.

Tabla 41: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Mexichem		Inspecciones programadas Rutinas 2M-3M-6M-1A			
Linea producción: 211		Mantenimiento preventivo		Semana 50	Fecha: 31/08/2017
INYECTORA		Realizado		consecutivo	
Responsable:		Si	No	4	de 4
X Eléctrico		Anote Observaciones			
X Mecánico					
X Otros					
Revisión, limpieza y engrase del sistema para dar altura al molde.		T		N/A	
Lubrique con grasa (tipo base Lito EP-2) la corona de giro (Frecuencia: intervalo de manto 4)		T		N/A	
Lubrique manualmente con grasa EP 2 la parte trasera del tornillo por donde esta acoplado al motor dosificador		T			
verifique visualmente el estado y funcionamiento del cilindro hidráulico de la unidad de inyección (plastificador), limpie cuidadosamente el vástago del cilindro y asegúrese que no existan fugas de aceite, daños o golpes en el cromado del vástago del cilindro. Compruebe que los apoyos o puntos de fijación del cilindro a la estructura de la máquina estan socados. Compruebe que no existen daños en las mangueras (forros), o fugas por la fitineria de conexión. Reporte cualquier condición anormal. lubrique nuevamente el vástago luego de realizar la inspección (fig. 1- Pos 6).		T			
verifique visualmente el estado y funcionamiento del cilindro hidráulico de la unidad de cierre, limpie cuidadosamente el vástago del cilindro y asegúrese que no existan fugas de aceite, daños o golpes en el cromado del vástago del cilindro. Compruebe que no existen daños en las mangueras (forros), o fugas por la fitineria de conexión. Reporte cualquier condición anormal. lubrique nuevamente el vástago luego de realizar la inspección (fig. 1- Pos 2).		T			
verifique visualmente el estado y funcionamiento del cilindro hidráulico del sistema expulsor, limpie cuidadosamente el vástago del cilindro y asegúrese que no existan fugas de aceite, daños o golpes en el cromado del vástago del cilindro. Compruebe que los apoyos o puntos de fijación del cilindro a la estructura de la máquina estan socados. Compruebe que no existen daños en las mangueras (forros), o fugas por la fitineria de conexión. Reporte cualquier condición anormal. lubrique nuevamente el vástago luego de realizar la inspección. (fig. 1- Pos 3).		T			
Revise el estado de los los relés que alimentan cada una de las zonas esten en buen estado y operan correctamente. busque cualquier indicio de desgaste o excesivo chisporroteo en los contactos móviles del relé. Cambie de ser necesario. 5- Verifique que todos los cables de salida del relé se encuentren socados. (fig. 1 - Pos 11)		T			
Limpie exteriormente el intercambiador de calor aire / aceite de la bomba hidráulica de la inyectora. Verifique que no existan fugas en las conexiones o paneles del radiador dañados. (fig. 4 - Pos 1)		T		Se hace la revision	

Fuente: El autor.

Tabla 42: Checklist de Mantenimientos correctivos.

Limpia la bandeja de residuos de aceite y resina. (fig. 1 - Pos 1)	T		
Centrado de boquilla. Utilizar procedimiento de manual "ENGEL INYECTORA MANUAL ELECTRICO ES-SM_machine_V2.32_CC200_VC,DUO,ELECTRI " apartado "Centrado de boquilla" Pag. 59	T		No se pudo hacer por falta de aceite en la maquina
Comprobar nivel de la máquina y resocar tornillos si es necesario.	T		
Lubrique el cilindro de apoyo de boquilla, con grasa lubricante (tipo base Litio EP-2) (si existen) (Frecuencia: intervalo de manto 4)	T		
0			
 * Se Tiene que cambiar Todo el aceite por estar contaminado de la maquina #48			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  Realizado por </div> <div style="text-align: center;">  Fecha de realización </div> <div style="text-align: right;">  Revisado por (FCM-02) </div> </div>			

Fuente: El autor.

Como se observa en la figura 34, se establecen los meses, semanas, días e inyectoras que serán intervenidas para la ejecución de los mantenimientos preventivos, cada uno con una duración de 8 horas, decisión tomada por el Ingeniero de Mantenimiento, basado en las recomendaciones de los fabricantes de las Inyectoras (ENGEL VICTORY, KRAUSS MAFFEI y AITIAN).

Cuando el Diagrama de Gantt es realizado, la información será enviada al Departamento de Planificación, el cual tomará en cuenta los tiempos de mantenimiento y planificará la producción.

Cabe la posibilidad de que el mantenimiento no podrá ser finalizado al 100 % o no realizarse por urgencias en la planificación de la producción que no permite detener la Inyectora el día y hora programada, en estos casos el mantenimiento se traslada al día siguiente.

El diagrama será completado con tres colores: azul (mantenimiento finalizado), amarillo (mantenimiento incompleto) y rojo (no se realizó el mantenimiento).

Se recolectará información de desempeño y cumplimiento de mantenimiento preventivo permitiendo comunicar y analizar los avances en la aplicación de los mantenimientos a todos los involucrados mediante reuniones programadas.

Estas reuniones incluyen la revisión del reporte de mantenimiento preventivo, medición de avance/ tareas pendientes de aplicar y retroalimentación de todas las áreas, con el fin de aplicar mejoras (modificaciones del plan, adquisición de herramientas y repuestos, etc.).

5.1.5 Evento Kaizen en la reducción del tiempo de Set up en las Inyectoras con la herramienta SMED.

Para la reducción del tiempo de set up de las inyectoras bajo estudio, se va a utilizar la herramienta de manufactura esbelta SMED que traducido al español significa Cambio Rápido de Molde en cifra de un dígito (por lo general, se interpreta como cambios de molde en menos de 10 minutos).

Para iniciar con el proceso, se programa, planea y organiza un evento Kaizen, formando un equipo interdisciplinario entre colaboradores del departamento de Inyección. El evento se realizó en la INY0151, con un tiempo máximo permitido por planeación de 12 horas dividido en 2 días, con el fin de no atrasar la producción.

Antes de iniciar el proceso de SMED, se capacita al personal involucrado en el Kaizen, con el fin de que comprendan la herramienta y permita tener mejores conocimientos al momento de interpretar la realidad y dar soluciones al problema planteado.

A continuación, se observa la evidencia de la capacitación al personal que conformó el Kaizen



Figura 23: Kaizen de la herramienta de SMED.

Fuente: El autor.

La herramienta de SMED es un proceso estandarizado claramente definido que consta de un total de 8 pasos para su total implementación, esta se detalla de la siguiente manera:

1. Documentar la realidad

Para la documentación de la realidad se utilizó una cámara de video para grabar el cambio de molde en la INY0151 antes de la aplicación de las técnicas de SMED. Dentro de dicho video, se graba a dos técnicos de Camol haciendo un cambio en el producto: Reducción 100x50 SCH40. Cabe destacar que dicha grabación fue informada a los operarios, explicándoseles el objetivo e indicando enfáticamente que lo hicieran como normalmente lo hacen, esto con el fin de no generar sesgo dentro del tiempo medido.

2. Diferenciar las tareas externas de las internas

El siguiente paso es diferenciar las tareas externas de las internas, importante tomar en cuenta que las tareas externas son aquellas que se realizan mientras la máquina se encuentra trabajando y las internas cuando la inyectora se encuentra totalmente detenida. Para poder identificar y diferenciar estas, el grupo del evento Kaizen debe observar el video grabado. El equipo observó dicha grabación, al menos dos veces, para estar atento a todos los detalles, además, se creó una plantilla para poder calcular el tiempo exacto de la duración de cada una de las actividades.

La plantilla que se observa a continuación fue creada con el objetivo de poder colocar todas las operaciones del proceso de cambio de molde que se observa en el video, luego se coloca el tiempo mostrado por el video cada vez que finaliza una actividad y la primera columna gris calcula automáticamente el tiempo unitario de cada operación.

En las siguientes columnas se categoriza como tareas internas y el objetivo es, como equipo, decidir que se puede pasar a externa.

Tabla 43: Planilla de identificación de tareas externas e internas.

Mexichem.

Plantilla de identificación de tareas externas e internas

		Tiempo de ciclo		Categoría (antes)		Ideas de mejora	Categoría (Después)	
		Acumulativo	Unitario	Externa	Interna		Externa	Interna
1	Trasladar tecla y cerrar aguas.	0:00:30	0:00:30		0:00:30	Poner tecla encima de la INY antes de que pare.	0:00:30	
2	Centrar cores	0:00:44	0:00:14		0:00:14			
3	Desacoplar mangueras	0:02:01	0:01:17		0:01:17			
4	Quitar pistones	0:04:40	0:02:39		0:02:39	No quitar pistones del molde a bajar		0:02:39
5	Soltar bridas	0:05:57	0:01:17		0:01:17			
6	Quitar seguro de barra expulsora	0:07:06	0:01:09		0:01:09			
7	Abrir prensa	0:07:58	0:00:52		0:00:52			
8	Quitar barra expulsora	0:08:09	0:00:11		0:00:11			
9	Sacar molde	0:09:38	0:01:29		0:01:29			
10	Sujetar y montar molde	0:14:14	0:04:36		0:04:36	Colocar barra expulsora	0:03:13	
11	Centrar molde	0:20:07	0:05:53		0:05:53	Colocar anillo centrador		0:02:18
12	Poner bridas	0:23:28	0:03:21		0:03:21			
13	Meter ajustes de molde	0:24:33	0:01:05		0:01:05			
14	Soltar tecla	0:24:56	0:00:23		0:00:23			
15	Dar tonelaje al molde	0:25:38	0:00:42		0:00:42			
16	Verificar parámetros	0:26:43	0:01:05		0:01:05	Conjunto al verificar aguas		0:01:15
17	Poner mangueras para agua	0:29:51	0:03:08		0:03:08	Puentes ya acoplados al molde	0:02:27	0:02:27
18	Verificar aguas	0:30:47	0:00:56		0:00:56	Se reducen la cantidad de verificaciones		0:00:33
19	Limpieza	0:33:57	0:03:10		0:03:10	Limpieza se hace mientras se estabiliza	0:03:10	
20	Llenar boleta de cambio de molde	0:35:04	0:01:07		0:01:07	Se llena antes de iniciar cambio de molde.	0:01:07	

Fuente: El autor.

Continuando con la plantilla de la tabla 44, si se va a pasar una tarea que originalmente es interna a externa, debe haber ideas de mejorar para realizar dicho cambio, las oportunidades de mejora se especifican y se pone en práctica más adelante para observar la reducción del tiempo en el proceso.

Es importante mencionar que el porcentaje del cambio del molde antes de la aplicación del método de SMED es de 3.27 % equivalente a un promedio de 47 minutos por cambio, con un total de 20 operaciones (todas clasificadas como internas), se encuentran 9 ideas de mejora aplicadas en el cambio de molde para mejorar el tiempo total, en la tabla 45 se observa el detalle mencionado anteriormente:

Tabla 44: Planilla de identificación de tareas externas e internas.



Plantilla de identificación de tareas externas e internas

No	Tareas/Operaciones	Tiempo de ciclo		Categoría (antes)		Ideas de mejora	Categoría (Después)	
		Acumulativo	Unitario	Externa	Interna		Externa	Interna
1	Trasladar tecle y cerrar aguas.	00:00:30	00:00:30		00:00:30	Poner tecle encima de la INY antes de que pare.		
2	Cerrar cores	00:00:44	00:00:14		00:00:14			
3	Desacoplar mangueras	00:02:01	00:01:17		00:01:17			
4	Quitar pistones	00:04:40	00:02:39		00:02:39	No quitar pistones del molde a bajar		
5	Soltar bridas	00:05:57	00:01:17		00:01:17			
6	Quitar seguro de barra expulsora	00:07:06	00:01:09		00:01:09			
7	Abrir prensa	00:07:58	00:00:52		00:00:52			
8	Quitar barra expulsora	00:08:09	00:00:11		00:00:11			
9	Sacar molde	00:09:38	00:01:29		00:01:29			
10	Sujetar y montar molde	00:14:14	00:04:36		00:04:36	Colocar barra expulsora		
11	Centrar molde	00:20:07	00:05:53		00:05:53	Colocar anillo centrador		
12	Poner bridas	00:23:28	00:03:21		00:03:21			
13	Meter ajustes de molde	00:24:33	00:01:05		00:01:05			
14	Soltar tecle	00:24:56	00:00:23		00:00:23			
15	Dar tonelaje al molde	00:25:38	00:00:42		00:00:42			
16	Verificar parámetros	00:26:43	00:01:05		00:01:05	Conjunto al verificar aguas		
17	Poner mangueras para agua	00:29:51	00:03:08		00:03:08	Puentes ya acoplados al molde		
18	Verificar aguas	00:30:47	00:00:56		00:00:56	Se reducen la cantidad de verificaciones		
19	Limpieza	00:33:57	00:03:10		00:03:10	Limpieza se hace mientras se estabiliza		
20	Llenar boleta de cambio de molde	00:35:04	00:01:07		00:01:07	Se llena antes de iniciar cambio de molde.		

Fuente: El autor.

3. Pasar de tareas internas a externas

Para trasladar las tareas internas a externas se deben poner en práctica todas las ideas que se propusieron en el evento Kaizen y las cuales se encuentran ya postuladas en la hoja de identificación de tareas externas e internas del video analizado.

A continuación, se encuentran postuladas las ideas de mejora para la puesta en práctica del nuevo proceso de cambio de molde.

Tabla 45: Ideas de mejora para pasar de tareas internas a externa.

Tareas/ Operaciones	Ideas de Mejora
Trasladar teclé y cerrar agujas.	Poner teclé encima de la Inyectora
Quitar pistones	No quitar pistones del molde al bajar
Sujetar y montar molde	Colocar barra expulsora
Centrar molde	Colocar anillo centrador
Verificar parametros	Conjunto al verificar aguas
Poner mangueras para aguas	Puentes ya adopados al molde
Verificar aguas	Se reducen las cantidad de verificaciones
Limpieza	Limpieza se hace mientras se estabiliza la Inyectora
Llenar boleta de cambio de molde	Se llena boleta antes de iniciar cambio de molde

Fuente: El autor.

Como se observa en la tabla anterior, las ideas de mejora se encuentran muy bien establecidas para cada una de las operaciones previamente establecidas para el cambio de molde.

4. Agilizar las tareas externas

Con el fin de agilizar las tareas externas, se creó con el equipo Kaizen, una hoja con todo el tipo de herramental necesario para poder realizar el cambio de molde, además de la documentación necesaria a llenar, y los temas de seguridad necesarios para realizar el cambio una vez que haya terminado el Producto A y se pase a realizar el Producto B.

A continuación, se observa la Hoja de Chequeo que se creó para tener todo lo necesario para un cambio de molde, antes de que la máquina se haya detenido, además, permite a una planeación adecuada y agilizar las tareas externas.

Tabla 46: Hoja de chequeo de preparación de tareas Externas Camol Inyección.

Moldes		Mejoras	
Paso	Artículos	Hacer o Verificar	Comentarios
1	Boleta de cambio de molde y cono de seguimiento	Hacer Boleta de acuerdo a la secuencia del programa de producción.	Boleta debe estar en la máquina antes de cumplirse el 100% de lo que se requiere
2	Batea	De haber batea debe tener una alfombra ergonómica y antideslizante.	Revisar PST Camol.
3	Molde listo con mangueras en tarima.	Verificar el molde según la boleta de cambio de molde del paso 1.	Colocar entre el pasillo y la inyectora.
4	Cadena de seguridad.	Asegurar el área antes de iniciar el cambio de molde.	Revisar PST camol.
5	Herramientas	2 u Torquímetro	Herramientas encima de la mesa de comprobación.
		2 u Maneral	
		2 u Rush	
		2 u Desatornilladores planos.	
		2 u Cubo allen de 17 milímetros.	
		2 u Mazos	
		1 u Cinta Tape	
		1 u Cuchilla.	
		2 u Guantes.	
		1 u Llave cañería de 6 pulgadas.	
1 u Tarjeta de seguridad.			
	Mecha para limpiar.		
Firma del colaborador tecnico de camol			Fecha

Fuente: El autor.

En la tabla anterior se observa que está bien definido el herramental, el molde, la documentación a llenar y elementos como la batea de la inyectora. Uno de los puntos de control es la firma de los colaboradores técnicos de Camol, donde hacen constar que ellos realizaron el chequeo de los elementos mediante la firma y fecha de los mismos.

En las siguientes imágenes se observa el cambio en el proceso cuando se puso en práctica cada uno de estos elementos:

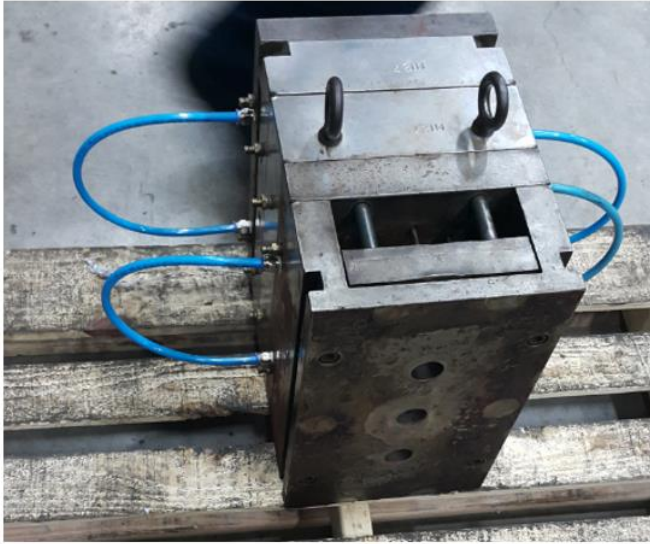


Figura 24: Ideas de mejora implementadas en el cambio de molde.

Fuente: El autor.

Como se observa en la Figura 36, se aplicó una de las ideas propuestas en el Kaizen para la mejora del tiempo, la colocación de los puentes antes de que el molde se instale y la colocación del teclé frente a la máquina.

A continuación, más imágenes que evidencian la implementación de la herramienta SMED.



Figura 25: Ideas de mejora implementadas en el cambio de molde.

Fuente: El autor.

Como se observa en la figura 37, se implementan las ideas propuestas por el equipo, la cadena de seguridad ya puesta, el molde en frente de la máquina antes del cambio al siguiente producto, las herramientas necesarias en la mesa de comprobación del técnico de Camol, sin necesidad de tener un exceso de las mismas.

Todo lo anterior son técnicas aplicadas al proceso de cambio de molde y lo cual permite que haya una reducción en el cambio como tal.

5. Identificación de las tareas paralelas

Una de las reglas de SMED es que nunca se debe hacer un cambio de molde con una sola persona, por lo tanto, debe haber dos o más compañeros realizando esta labor, por lo tanto, es importante identificar las tareas que se pueden realizar en paralelo por los colaboradores de Camol, en la siguiente tabla se observan las tareas equilibradas entre los técnicos.

Tabla 47: Identificación de las tareas paralelas.

Hoja de identificación de las Tareas Paralelas Camol Inyección			
Proceso: Cambio de Molde en la INY0151		Fecha: Diciembre	
		Hoja #: 1 de 1	
No.	Tareas de la Persona 1	No.	Tareas de la Persona 2
1	Desacoplar mangueras de enfriamiento e hidráulicas.	1	Quitar las mangueras de agua.
2	Cerrar cores y molde.	2	Desconectar la parte eléctrica.
3	Sujetar molde, quitar bridas y seguro de barra expulsora.	3	Quitar las bridas.
4	Abrir Prensa.	4	Poner barra expulsora a molde a montar.
5	Quitar barra expulsora.	5	Ajustar altura de molde.
6	Sacar molde de inyectora.	6	Poner bridas al molde.
7	Sujetar y montar molde, centrar y sujetar barra expulsora	7	Poner aguas.
8	Poner bridas al molde.	8	Verificar aguas.
9	Soltar tecla.		
10	Meter ajuste, dar tonelaje y llenado de boleta.		
11	Asegurar expulsor.		
12	Verificar aguas.		
13	Cerrar boleta de cambio de molde.		

Fuente: El autor.

Como se observa en la tabla anterior se identifican las tareas paralelas y cada operario ya sabe cuáles son sus funciones en específico, en la hoja de trabajo estandarizada se observa el detalle en tiempo de cada una y se muestra el balance que hay entre cada uno de ellos.

Es importante destacar que esta hoja se realiza para hacer un balance, pero, sobre todo, por tema de seguridad, ya que al saber cada uno sus tareas se deben mantener informados entre ellos durante al cambio antes de energizar la máquina.

6. Agilizar las tareas internas

Dentro de este paso, la teoría indica la compra y optimización de herramienta y máquinas y la eliminación de herramientas manuales; sin embargo, para este evento realizado, se analizó la máquina y durante su inyección de material se percató que esta no tiene el anillo centrador, por consecuente centrar el molde de la inyectora tomaba más de 2 minutos, es así como el Supervisor de Camol envió a rectificar una pieza y se la colocó a esta, reduciendo la actividad a menos de 40 segundos.

Otra de las mejoras es no quitar los pitones del molde al bajarlo para que estos ya queden puestos y agilizar el montaje en otra ocasión que el molde se necesite.



Figura 26: Anillo centrador colocado en la Inyectora.

Fuente: El autor.

Como se observa en la figura 38, se coloca el anillo centrador a la inyectora agilizando el cambio de molde, esto se realizó a las otras 5 inyectoras en estudio.

7. Poner en práctica el nuevo y mejorado proceso

Una vez ejecutados todos los puntos anteriores, se debe documentar el nuevo proceso estándar y poner en práctica este, con el fin de poder analizar la mejora en el tiempo de cambio de molde.

En la siguiente figura, se observa el detalle del nuevo proceso, el cual fue el implementado para el estudio en cuestión.


	Hoja de trabajo estándar para el cambio de molde en Inyección																				
	Reducciones						Inyectoras al que aplica 5					Tiempo para tareas Internas									
	Minutos																				
Responsable: Técnico de camol.	1	2	1	2	1	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	1	1
Verificar en la boleta de cambio que corresponda al molde a montar.	■						■														
Colocar molde entre pasillo y máquina en tarima.		■					■														
Preparar herramientas en mesa de comprobación.			■				■														
Trasladar tecla al centro de la inyectora.				■			■														
Colocar Barra expulsora al molde entrante.					■		■														
Puentes ya acoplados al molde entrante.						■	■														

Figura 27: Hoja de Trabajo Estándar para el cambio de Molde en Inyección.

Fuente: El autor.

Como resultado de la implementación de la herramienta de SMED se disminuye 9 minutos en el cambio de molde, se pasa de un Set Up de 47 minutos a un Set Up por cambio de molde de 38 minutos ocasionado una mejora de un 20 %.

A continuación, las tareas paralelas de los técnicos de Camol en un cambio de molde:

Minutos	1	2	1	2	1	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	1	1
Responsable: Técnico de camol 1																							
Desacoplar mangueras de enfriamiento e hidráulicas.							■																
Cerrar cores y molde.						■	■																
Sujetar molde, quitar bridas y seguro de barra expulsora.						■	■	■															
Abrir Prensa.						■																	
Quitar barra expulsora.						■																	
Sacar molde de inyectora.						■																	
Sujetar y montar molde, centrar y sujetar barra expulsora						■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Poner bridas al molde.						■																	
Soltar tecele.						■																	
Meter ajuste, dar tonelaje y llenado de boleta.						■																	
Asegurar expulsor.						■																	
Verificar aguas.						■																	
Cerrar boleta de cambio de molde.						■																	
Responsable: Técnico de camol 2																							
Quitar las mangueras de agua.						■																	
Desconectar la parte eléctrica.						■																	
Quitar las bridas.						■	■	■	■														
Poner barra expulsora a molde a montar.						■																	
Ajustar altura de molde.						■																	
Poner bridas al molde.						■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Poner aguas.						■																	
Verificar aguas.						■																	

Figura 28: Hoja de Trabajo Estándar para el cambio de Molde en Inyección.

Fuente: El autor.

Como se observa en las figuras anteriores se encuentra la ejecución del nuevo proceso entre los dos técnicos de Camol, el cual fue el puesto en práctica durante el evento Kaizen. Además, se observa que las actividades están completamente balanceadas. Dicho proceso fue aprobado por el Ingeniero de Procesos de Centroamérica y la Gerencia de Producción.

Además, en las siguientes figuras se observa la puesta en práctica durante el evento.



Figura 29: Realización del nuevo procedimiento en el cambio de molde.

Fuente: El autor.

8. Documentar el nuevo proceso estándar

De acuerdo con el punto anterior, se establece el nuevo proceso y es presentado al Comité de Sistemas de Gestión y fue aprobado por este, como parte de los documentos oficiales del Corporativo de Mexichem-Amanco, además, se capacitó a todo el personal de Camol en el cambio de molde.

A continuación, los resultados de la mejora en los indicadores Set Up, Calidad y Rendimiento del mes de enero del 2018.

Tabla 48: Resultados del Set UP Enero 2018.

SET UP								
Años	Mes	Inyectoras	Horas disponibles	Paros por Set Up Hr	% Set Up	Desviacion estándar	coeficiente de variacion	Meta
2018	Enero	INY0151	360.00	9.690	2.69%			
		INY0210	360.00	9.500	2.64%			
		INY0211	360.00	9.680	2.69%			
		INY0220	360.00	9.700	2.69%			
		INY0221	360.00	9.660	2.68%			
		INY0225	360.00	9.555	2.65%			
		INY0226	360.00	9.600	2.67%			
Total Enero			2,520.00	67.385	2.67%	0.021%	0.80%	2.70%

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Se logra un indicador de 2.67 % en el tiempo de Set Up sobrepasando la meta de 2.70 %, ocasionado una mejora de un 18.35 % con respecto al indicador anterior de 3.27 % de tiempo de Set Up.

Tabla 49: Resultados del Scrap Enero 2018.

SCRAP								
Años	Mes	Inyectoras	Suma de Produccion real Kg	Scrap no conforme KG	% Scrap No conforme	Desviacion estándar	coeficiente de variacion	Meta
2018	Enero	INY0151	9485.00	145.00	1.53%			
		INY0210	9955.00	154.00	1.55%			
		INY0211	8533.00	131.00	1.54%			
		INY0220	8299.00	126.00	1.52%			
		INY0221	9130.00	141.00	1.54%			
		INY0225	9492.00	143.00	1.51%			
		INY0226	9494.00	142.00	1.50%			
Total Enero			64,388.000	982.00	1.53%	0.019%	1.26%	1.55%

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Se logra un indicador de 1.53 % en el Scrap sobrepasando la meta de 1.55 %, ocasionado una mejora de un 25.00 % con respecto al indicador anterior de 2.04 % del Scrap.

Tabla 50: Resultados del Rendimiento Enero 2018.

RENDIMIENTO								
Años	Mes	Inyectoras	Suma de Horas trabajadas	Suma de Produccion real Kg	Promedio de Rendimiento	Desviacion estándar	coeficiente de variacion	Meta
2018	Enero	INY0151	400.00	9499.00	23.75			
		INY0210	420.00	9996.00	23.80			
		INY0211	360.00	8577.00	23.83			
		INY0220	350.00	8335.00	23.81			
		INY0221	385.00	9200.00	23.90			
		INY0225	400.00	9611.00	24.03			
		INY0226	400.00	9655.00	24.14			
Total Enero			2,715.00	64,873	23.89	14.05%	0.59%	23.7K/h

Fuente: El autor con base en datos registrados en el sistema SAP.

Se logra un rendimiento de 23.89 K/h sobrepasando la meta de 23.7 K/h, ocasionado una mejora de 8.68 % con respecto al indicador anterior de 21.98 K/h.

A continuación, la diferencia porcentual de la mejora del antes y después en los subindicadores del OEE.

Tabla 51: Comparativo de indicadores situación actual vrs propuesta

Comparacion			
Metas	Antes	Despues	Diferencia
Set Up	3.27%	2.67%	0.6%
Scrap	2.04%	1.53%	0.51%
Rendimiento	21.98 K/h	23.89 K/h	1.91 K/h
OEE	81.20	89.67	8.47%

Fuente: El autor.

Seguidamente, se muestra la mejora del OEE en relación con la situación actual:

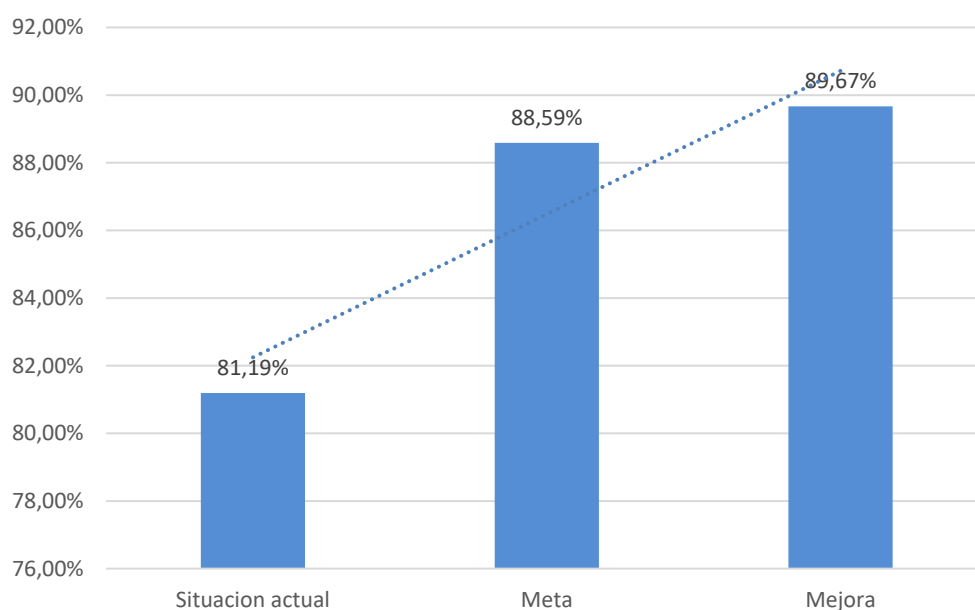


Gráfico 14: Situación actual versus la mejora del indicador OEE .

Fuente: El autor.

5.1.6 Costos de la implementación de la mejora.

1. Realización del Kaizen en inyección.

Los datos de costo fueron brindados por contabilidad. Se incluye en el Kaizen, 3 operarios y 4 supervisores, en un evento completo de 16 horas. El costo total de la Mano de Obra es de \$435.39 dicho monto incluye tiempos de reuniones en la sala de producción, recorridos al Departamento de Inyección, análisis de videos, proceso del cambio del molde (antes y después), capacitación en la herramienta SMED y cierre del evento Kaizen.

Tabla 52: Costos del Kaizen

Actividad	Responsable	Cantidad	Observaciones	Costo
Realización del evento Kaizen (tiempo de la MO)	Controlador de Producción	7 Personas	1. Costo promedio de la hora de un operario: 1567.78 colones. 2. Costo promedio de la hora de un supervisor: 2700.00 colones. 3. Hay 3 operarios y 4 Supervisores. 4. Total de horas del Evento: 16 horas.	\$435.39

Fuente: El autor.

2. Costo de la creación del Anillo Centrador

El anillo centrador es la pieza de metal que permite alinear más fácil el molde a la boquilla de la inyectora, al colocar dicho elemento se evita por completo la pérdida de tiempo al tratar de centrarlo cada vez que se quiera montar un molde a la inyectora. Se coloca el anillo a las 5 inyectoras. El costo del anillo fue brindado por contabilidad, ya que se generó en el taller interno de precisión, el costo total del anillo fue de \$ 1,437.400.

Tabla 53: Costos del Anillo Centrador

Actividad	Responsable	Cantidad	Observaciones	Costo
Crear el Anillo Centrador	Supervisor de Cambios de molde	5 Unidades	1.El costo de la creación e instalación de un anillo centrador es de 163.800,2 colones	\$1,437.400

Fuente: El autor.

3. Compra de herramientas al personal de Camol.

Hace más de 10 años que no se realizan compras de herramientas a los técnicos de Camol, el Kaizen permitió adquirir estos nuevos equipos, ya que formn parte del paso “agilizar las tareas internas, se pasó de herramientas manuales a equipo hidráulico que agiliza las mismas”. Además, con el torquímetro se da el ajuste correcto y preciso de la fuerza necesaria para cada tornillo y así evitar el costo por compra de tornillos y sujetadores por exceso de torque. El costo total del herramental fue de \$ 2,653.240.

Tabla 54: Costos de compra de herramientas.

Actividad	Responsable	Cantidad	Observaciones	Costo
Compra de herramientas al equipo de Cambio de molde.	Supervisor de Cambios de molde	2 Carros de herramientas 2 Manerales 2 Torquímetros 2 Juegos de puntas	1. Costo del carro de herramientas: 360.000 colones por unidad 2. Costo unitario maneral: 56000 colones por unidad. 3. Costo unitario Torquímetros: 250.000 colones por unidad. 4. Costo unitario juego de puntas: 89.900 colones por unidad.	\$2,653.240

Fuente: El autor.

4. Utilización de la Inyectora para evento Kaizen

Evidentemente, se requería el préstamo de una inyectora para realizar el evento Kaizen, con la apropiada coordinación del equipo de planeación se pudo programar un espacio para las pruebas respectivas, al final dicho tiempo no se compara a todo el ahorro que se ha generado por la mejora en el tiempo de Set Up, Rendimiento y Scrap.

Cabe destacar que, desde el primer evento realizado, el Departamento de Planeación ha accedido más sencillamente al préstamo de máquinas para este tipo de actividad, pues los resultados han mejorado el tiempo de entrega del producto al departamento de producto terminado (Cedis). El costo de operación fue brindado por el Departamento de Contabilidad tomando la cuenta el costo estándar del rendimiento por hora y multiplicado por las 8 horas que se usó la inyectora.

Tabla 55: Costos de utilización de la Inyectora.

Actividad	Responsable	Cantidad	Observaciones	Costo
Préstamo de la Inyectora para el evento kaizen	Controlador de Producción	8 horas	1. Costo de operación por 8 horas, una inyectora: 9303.2 colones	\$206.240

Fuente: El autor.

5. Creación de la ficha técnica y Matriz de entrenamiento.

Se realizan reuniones con el supervisor técnico y controlador de la producción para definir los aspectos necesarios que debe incluir la ficha técnica, con el fin de optimizar la parametrización de las inyectoras y disminuir el scrap generado en este proceso, se requirió un total de 96 horas para las realizar las fichas de los productos que se producen en las 7 inyectoras. Es importante recalcar que cada vez que se genere un nuevo producto en la inyectora se tendrá que generar una ficha técnica.

Tabla 56: Creación de la ficha técnica y Matriz de entrenamiento.

Actividad	Responsable	Cantidad	Observaciones	Costo
Creacion de la ficha tecnica y Matriz de entrenamiento	Controlador de produccion y Supervisor tecnico	96 horas	1. Costo promedio de la hora de un supervisor: 2700.00 colones. 2.Costo promedio del controlador de produccion: 3000.00 colones.	\$1,920.944

Fuente: El autor.

6. Creación de la ficha técnica y Matriz de entrenamiento

Se realizan reuniones con el Ingeniero de mantenimiento y controlador de la producción, para definir los pasos necesarios del *Checklist* para el mantenimiento preventivo. Además, se crea la calendarización de los mantenimientos programados en cada una de las inyectoras y así tener la secuenciación de los mismos, esta información se pasó al Planeador de Costa Rica, con el fin de contemplarlos en los tiempos del programa de producción del Departamento de Inyección, se requirió un total de 192 horas para realizar todas las fichas.

Tabla 57: Creación de la ficha técnica y Matriz de entrenamiento.

Actividad	Responsable	Cantidad	Observaciones	Costo
Creación del los Checklist para mantenimiento preventivo y Diagrama de Gantt de los Mantenimientos Preventivos	Controlador de producción e Ingeniero de Mantenimiento	192	1. Costo promedio del Ingeniero de Mantenimiento: 4000.00 colones 2. Costo promedio del controlador de producción: 3000.00 colones.	\$2,359.054

Fuente: El autor.

El costo total del proyecto es de \$9,012.267, contemplado todos los pasos que fueron necesarios para mejorar el indicador del OEE.

5.1.7 Evaluación económica de las propuestas de mejora.

A continuación, se presenta el análisis económico de las propuestas de mejora, donde la inversión inicial para llevar a cabo las propuestas se estima en un total de: \$9,012.267, cifra tomada de las Tablas 53-54-55-56-57-58.

Para la conversión de montos que se tienen en la moneda dólares se utilizó el tipo de cambio para la venta de 569,72 colones.

A continuación, el costo de la mejora, el beneficio económico de la mejora y el periodo de recuperación.

Tabla 58: Costo total de la mejora.

Actividad	Observaciones	Costo
Realización del evento Kaizen (tiempo de la MO)	1. Costo promedio de la hora de un operario: 1567.78 colones. 2. Costo promedio de la hora de un supervisor: 2700.00 colones. 3. Hay 3 operarios y 4 Supervisores. 4. Total de horas del Evento: 16 horas.	\$435.39
Crear el Anillo Centrador	1. El costo de la creación e instalación de un anillo centrador es de 163.800,2 colones	\$1,437.400
Compra de herramientas al equipo de Cambio de molde.	1. Costo del carro de herramientas: 360.000 colones por unidad 2. Costo unitario maneral: 56000 colones por unidad. 3. Costo unitario Torquímetros: 250.000 colones por unidad. 4. Costo unitario juego de puntas: 89.900 colones por unidad.	\$2,653.240
Préstamo de la Inyectora para el evento kaizen	1. Costo de operación por 8 horas, una inyectora: 9303.2 colones	\$206.240
Creacion de la ficha tecnica y Matriz de entrenamiento	1. Costo promedio de la hora de un supervisor: 2700.00 colones. 2. Costo promedio del controlador de produccion: 3000.00 colones.	\$1,920.944
Creacion del los Checklist para mantenimiento preventivo y Diagrama de Gantt de los Mantenimientos Preventivos	1. Costo promedio del Ingeniero de Mantenimiento: 4000.00 colones 2. Costo promedio del controlador de produccion: 3000.00 colones.	\$2,359.054
	Total	\$9,012.267

Fuente: El autor.

Como se detalla en la tabla 59, el costo total de la propuesta de mejora es de \$ 9012.267.

A continuación, los resultados económicos de la mejora en el OEE del departamento de Inyección.

Tabla 59: Beneficio Económica de la Mejora.

INYECCION	Meta 2017	Situación Actual	Mejora Económica (Mensual) por inyectora	Total de la mejora con las 5 Inyectoras (mensual)
Scrap Inyección (%)	1.53 %	2.04 %	\$80.71	\$403.55
Rendimiento Inyección (kg/hora)	23.79	21.98	\$1,484.00	\$7,419.98
Tiempo Paro Set up Inyección (%)	2.67 %	3.27 %	\$565.36	\$2,826.78
Mejora económica			\$2,130.06	\$10,650.31

Fuente: El autor.

Se mejora los subindicadores del OEE, como resultado se genera un beneficio económico de \$10,650.31. Es importante recalcar que se sobrepasa la meta esperada, se reduce el costo del producto no conforme y se aumenta la eficiencia de las Inyectoras Kg/hora, ocasionando una mejora en el Justo a tiempo de las órdenes de fabricación y capacidad de producción por hora en la planta de Inyección.

Este proyecto se realizó con capital propio de la compañía generada por medio del plan de inversiones establecido para los proyectos de mejora. Es vital mencionar que para la empresa se espera un TMAR del 100 %, es decir, se espera una retribución del 100 % (\$9,808.62), el cual se dejaba de percibir por el incumpliendo de las metas propuestas, el plan sobre paso la inversión inicial un 8.58 % de la mejora económica esperada, en comparación de la situación actual versus los resultados actuales se percibe una mejora económica de 108.58 %.

A continuación, cálculo de la TIR:

Tabla 60: Análisis TIR.

Flujo de Efectivo			
Meses	0	1	2
Ahorros			
Beneficios		\$10,650.31	\$10,650.31
Gastos			
Realización del evento Kaizen (tiempo de la MO).		\$435.39	\$0.00
Crear el Anillo Centrador.		\$1,437.40	\$0.00
Compra de herramientas al equipo de Cambio de molde.		\$2,653.24	\$0.00
Préstamo de la Inyectora para el evento kaizen.		\$206.24	\$0.00
Creacion de la ficha tecnica y Matriz de entrenamiento.		\$1,920.94	\$0.00
Creacion del los Checklist para mantenimiento preventivo y Diagrama de Gantt de los Mantenimientos Preventivos.		\$2,359.05	\$0.00
Total de Gastos		\$9,012.27	\$0.00
Inversion Inicial	\$9,012.27		
Total Neto	\$9,012.27	\$1,638.04	\$10,650.31

Fuente: El autor.

Según el análisis económico de las propuestas de mejora, la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto logra alcanzar el porcentaje de la TMAR, inclusive excediéndolo en un 8.58 %, por tanto, su aplicación resulta económicamente atractiva para la empresa.

Respecto a la recuperación del capital invertido, se realizado en un lapso de un mes.

Seguidamente, se presenta en forma comparativa del antes y después cuantitativamente.

Tabla 61: Antes y después de las propuestas de mejora cuantitativa.

INYECCION	Antes	Perdida Mensual	Después	Mejora Mensual
Scrap Inyección (%)	2.04 %	\$387.75	1.53 %	\$403.55
Rendimiento Inyección (kg/hora)	21.98	\$6,735.43	23.79	\$7,419.98
Tiempo Paro Set up Inyección (%)	3.27 %	\$2,685.44	2.67 %	\$2,826.78
OEE	81.20 %	\$9,808.62	89.67 %	\$10,650.31

Fuente: El autor.

Como se observa en la tabla anterior se superan las metas económicas de los subindicadores del OEE.

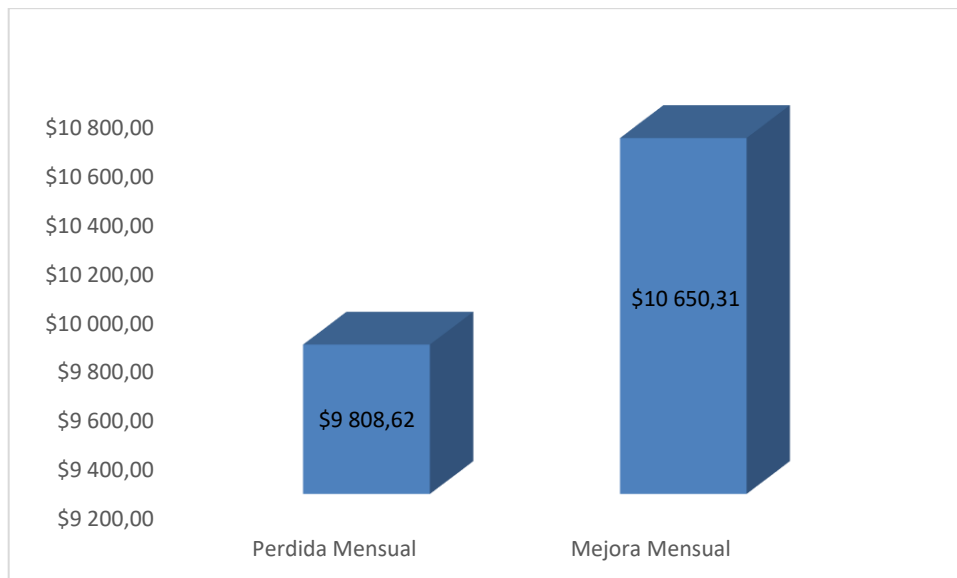


Gráfico 15: Antes y Después de las propuestas de mejora cuantitativamente.

Fuente: El autor.

Se sobrepasa la meta planteada un 8.58 %, impactando de manera positiva al Departamento de Inyección, con un aumento en el OEE de 8.47 % se logra mejorar mensualmente \$10,650.31, con un periodo de recuperación de un mes.

VI CAPÍTULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

En conclusión, del diseño de propuestas de mejora se establecieron y ejecutaron los seis objetivos específicos para lograr el objetivo general del proyecto, los cuales buscan mejorar la situación actual de la empresa en relación con el indicador OEE.

Se presentan las siguientes conclusiones:

1. Se propusieron seis mejoras para eliminar el 80 % de las causas que provocan el incumplimiento de la meta mensual definida para el indicador OEE en las 7 inyectoras en estudio, cumpliendo con el primer y segundo objetivo:
 - Identificar las causas que provocan el incumplimiento de la meta mensual (rendimiento, calidad y disponibilidad).
 - Clasificar las causas según el impacto en el OEE.

2. Se realiza un análisis económico de acuerdo con las causas encontradas que afectan el incumplimiento del OEE, con el fin de establecer el impacto que genera, el cual da como resultado una pérdida mensual de \$9,808.62, cumpliendo con el tercer objetivo:
 - Analizar el impacto económico que representa la situación actual.

3. Se define la metodología DMAIC y el plan de implementación con una variedad de herramientas en relación con el cumplimiento del indicador del OEE, el cual logra la sostenibilidad y mejora en la ejecución de la planta de Inyección, cumpliendo con el cuarto objetivo:
 - Definir la metodología y herramientas para la propuesta del diseño.

4. Se elaboró un informe económico donde la TIR contiene un periodo de recuperación favorable para la empresa y el TMAR muy convincente de acuerdo con la rentabilidad esperada, evidenciando que el proyecto cumple con el requisito establecido por la empresa siendo atractiva su ejecución y cumpliendo con el quinto objetivo específico de la propuesta:
 - Analizar la rentabilidad por medio del TIR

5. Se ejecuta la implementación en relación con el cumplimiento de las anteriores propuestas de mejora, la cual logra la sostenibilidad a las propuestas en el tiempo, dando por realizado el sexto objetivo específico:
 - Elaborar un plan de implementación que permita la puesta en marcha de las soluciones propuestas evidenciando los resultados obtenidos (dentro del alcance de este estudio).

6. Se concluye, finalmente, que con la mejora del OEE, se obtiene una ganancia mensual de \$10,650.31, superando la meta esperada de \$9,808.62, logrando sobrepasarla un 8.58 %, de igual manera, la capacidad de la planta se ve beneficiada con la mejora del rendimiento de un 8.68 %, tendrá mayor capacidad para suplir la demanda futura y consumirá los recursos disponibles de manera más eficiente, impactando de manera positiva la excelencia operacional del departamento de inyección y pensando en inversiones futuras que ayuden con la mejora continua del indicador.

6.2 Recomendaciones

1. Secuenciación del programa de producción:

Se recomienda realizar junto con el Departamento de Planificación una secuenciación de las órdenes de fabricación del programa de producción para minimizar el impacto en los subindicadores del OEE, buscando maximizar la excelencia operacional en la planta de inyección.

2. Humedad en el ambiente provoca inestabilidad en el compuesto causando fallas en el proceso:

En invierno el compuesto debe estar localizado únicamente en los silos, en caso de que se cuente con capacidad limitada, se tiene que ubicar en sacas y debe calentarse a 90 grados, buscando reducir la humedad y disminuyendo la variabilidad en la estabilización de la Inyectora.

3. Extrapolar la mejora del proyecto a las demás inyectoras:

A pesar de que las 5 inyectoras en estudio son las que cuenta con un mayor Rendimiento k/h según el histórico anual, se recomienda extrapolar el proyecto a las 20 inyectoras restantes del Departamento de Inyección.

BIBLIOGRAFÍA

Barrantes, R. (2013). *Investigación: un camino al conocimiento*. (2ª Ed.). San José:

EUNED.

Cruelles, J. (2010). *La teoría de la medición del despilfarro*. (2ª. Ed.). Disponible en:

[https://books.google.es/books?id=JRdpBQAAQBAJ&pg=PT28&dq=diagrama+de+pareto+ejemp'lo&hl=es&sa=X&ved=0CEQQ6AEwBmoVChMI6ISN_t-SxgIVtkiMCh3-IQYE#v=onepage&q=diagrama %20de %20pareto %20ejemp'lo&f=false](https://books.google.es/books?id=JRdpBQAAQBAJ&pg=PT28&dq=diagrama+de+pareto+ejemp'lo&hl=es&sa=X&ved=0CEQQ6AEwBmoVChMI6ISN_t-SxgIVtkiMCh3-IQYE#v=onepage&q=diagrama%20de%20pareto%20ejemp'lo&f=false)

Díaz, L. (2005). *Análisis y planeamiento*. (1ª. Ed.). San José Costa rica, Editorial

Universidad estatal a distancia.

Gutiérrez, H. (2005). *Calidad total y productividad*. (2ª. Ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández, R.; Fernández, C y Baptista, P. (2010) *Metodología de la investigación*.

(5ª. Ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A de C.V.

Imagen Conexiones PVC. (s.f), Disponible en:

[https://books.google.es/books?id=JRdpBQAAQBAJ&pg=PT28&dq=diagrama+de+pareto+ejemp'lo&hl=es&sa=X&ved=0CEQQ6AEwBmoVChMI6ISN_t-SxgIVtkiMCh3-IQYE#v=onepage&q=diagrama %20de %20pareto %20ejemp'lo&f=false](https://books.google.es/books?id=JRdpBQAAQBAJ&pg=PT28&dq=diagrama+de+pareto+ejemp'lo&hl=es&sa=X&ved=0CEQQ6AEwBmoVChMI6ISN_t-SxgIVtkiMCh3-IQYE#v=onepage&q=diagrama%20de%20pareto%20ejemp'lo&f=false)

Jiménez, F; Espinoza, C; y Fonseca, L. (2007). *Ingeniería Económica*. San José:

Editorial Tecnológica de Costa Rica. Disponible en:

https://books.google.es/books?id=JRdpBQAAQBAJ&pg=PT28&dq=diagrama+de+pareto+ejemp'lo&hl=es&sa=X&ved=0CEQQ6AEwBmoVChMI6ISN_t-

SxgIVtkiMCh3-IQYE#v=onepage&q=diagrama %20de %20pareto
%20ejemp'lo&f=false

Prat, A.; Tort-Martorell, X.; Grima, P.; Pozuetta, L. y Solé, I. (1997). *Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad*. Ediciones UPC. Disponible en:
https://books.google.es/books?id=JRdpBQAAQBAJ&pg=PT28&dq=diagrama+de+pareto+ejemp'lo&hl=es&sa=X&ved=0CEQQ6AEwBmoVChMI6ISN_t-SxgIVtkiMCh3-IQYE#v=onepage&q=diagrama %20de %20pareto %20ejemp'lo&f=false

Ulate, I. y Vargas, E. (2012). *Metodología para elaborar una tesis como trabajo final de graduación*. (1ª.Ed.). Costa Rica San José, Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Sangüesa, M.; Mateo, R. y Ilzarbe, L. (s.f). *Teoría y Práctica de la Calidad*. Disponible en:
<https://books.google.com.gt/books?id=cUjBxymwhuQC&pg=PA167&dq=QUE+E S+EL+dmaic&hl=es-419&sa=X&ved=0CCMQ6AEwAWoVChMI4M3Zm5KVxwIVA3UeCh3D2A8Q#v=onepage&q=QUE %20ES %20EL %20dmaic&f=false>.

Schroeder, R.; Goldstein, S. y Rungtusanatham, M.J. (2011). *Administración de Operaciones. Conceptos y casos contemporáneos*. (5ª. Ed.). Editorial Mc Graw Hill.

Shingo, S. (1993). *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. (3ª. Ed.).

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

OEE: Eficiencia General de los equipos.

Sap: nombre del sistema computarizado corporativo de la empresa.

Camol: Departamento encargado de los cambios de molde en las Inyectoras.

DMAIC: son las siglas en inglés de las cinco fases que componen la metodología:

definición (Define), medición (Measure), análisis (Analyze), mejora (Improve) y controlar (Control).

CTQ: son las siglas en inglés del árbol de la calidad, Critical (Crítico), Tree (Árbol) y Quality (Calidad).

SMED: Cambio Rápido de Molde en cifra de un dígito.

Batea: Pila de agua.

PST. Procedimiento de seguridad.

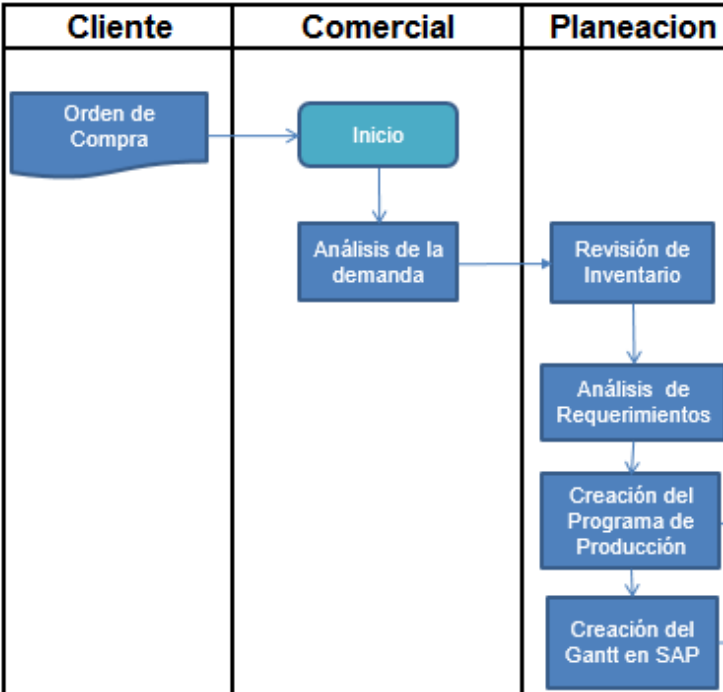
Puentes: Mangueras.

Tecele: Grúa.

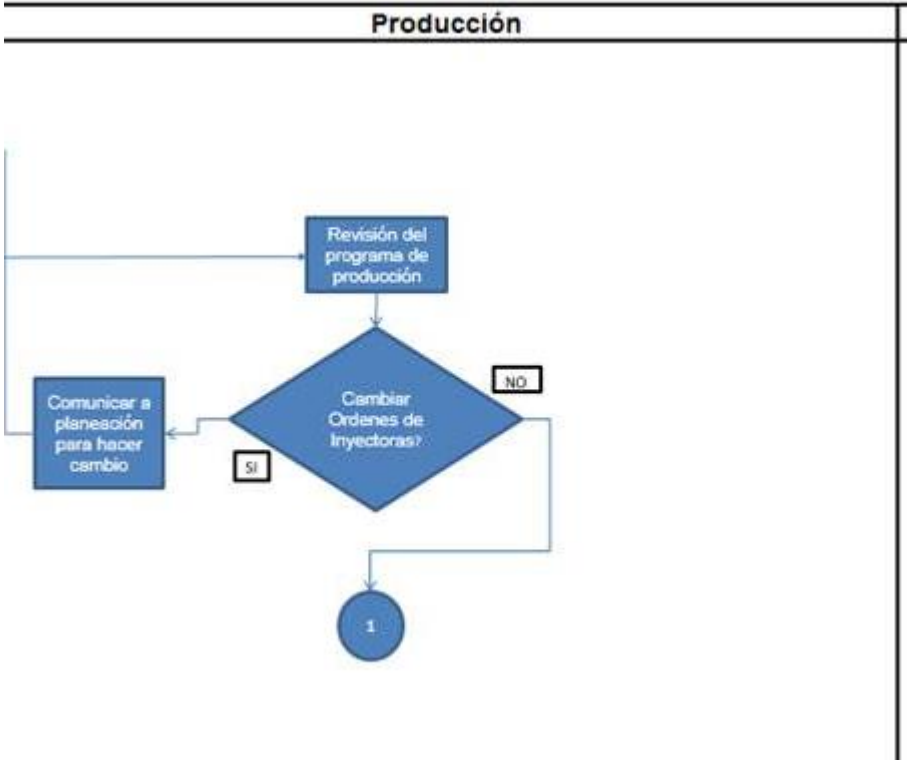
Rectifica: Realizar un ajuste a una pieza.

ANEXOS

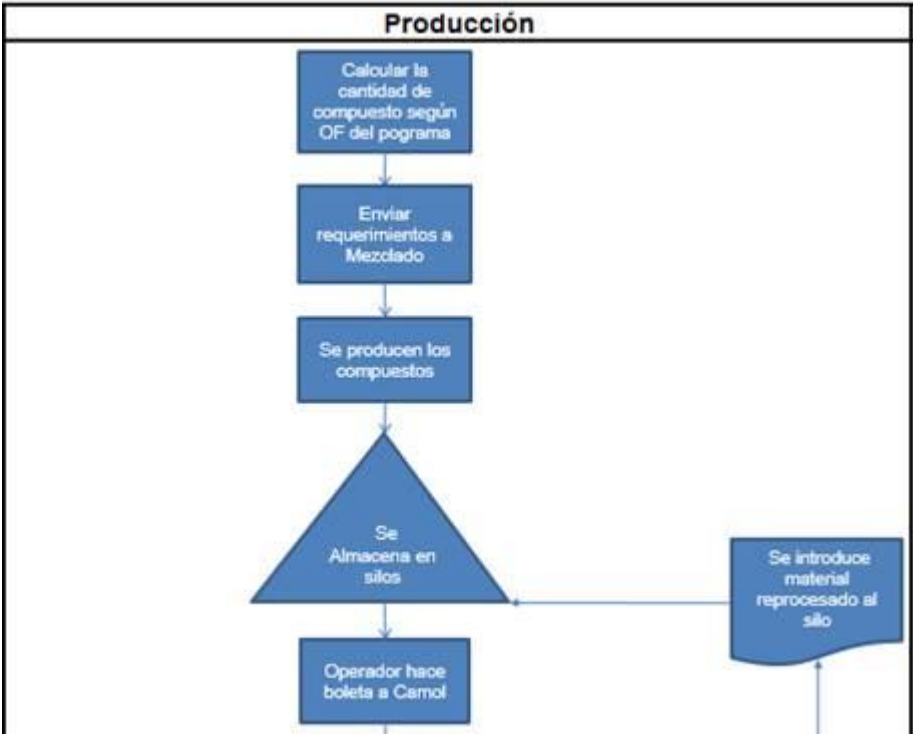
1.1 Diagrama de Flujo.



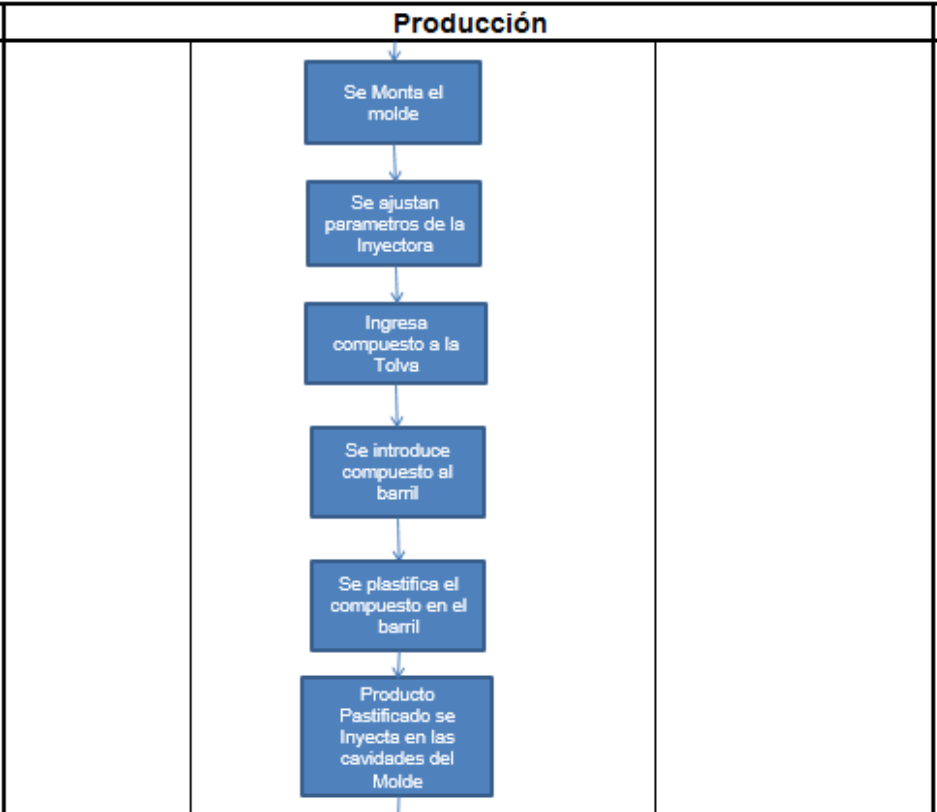
1.2 Diagrama de Flujo.



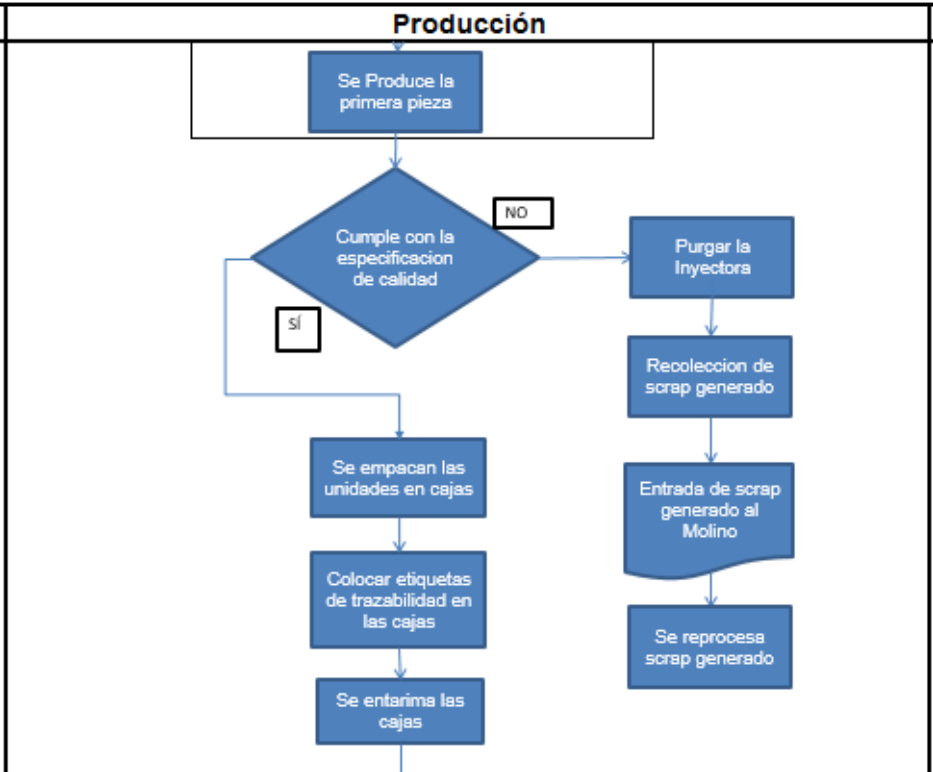
1.3 Diagrama de Flujo.



1.4 Diagrama de Flujo.



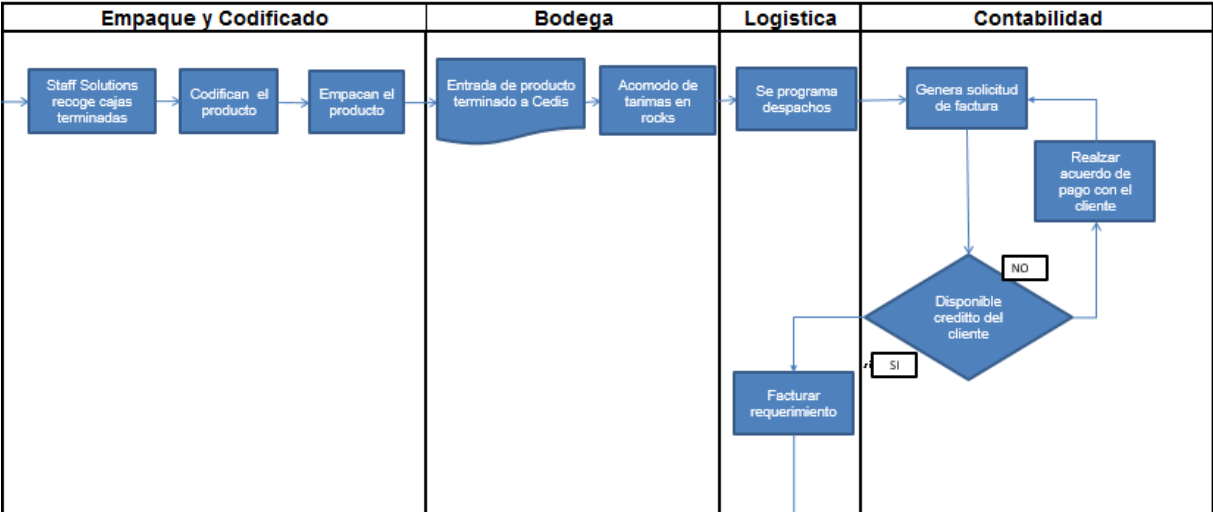
1.5 Diagrama de Flujo.



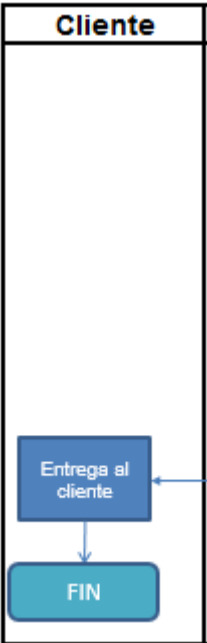
1.6 Diagrama de Flujo.




1.7 Diagrama de Flujo.



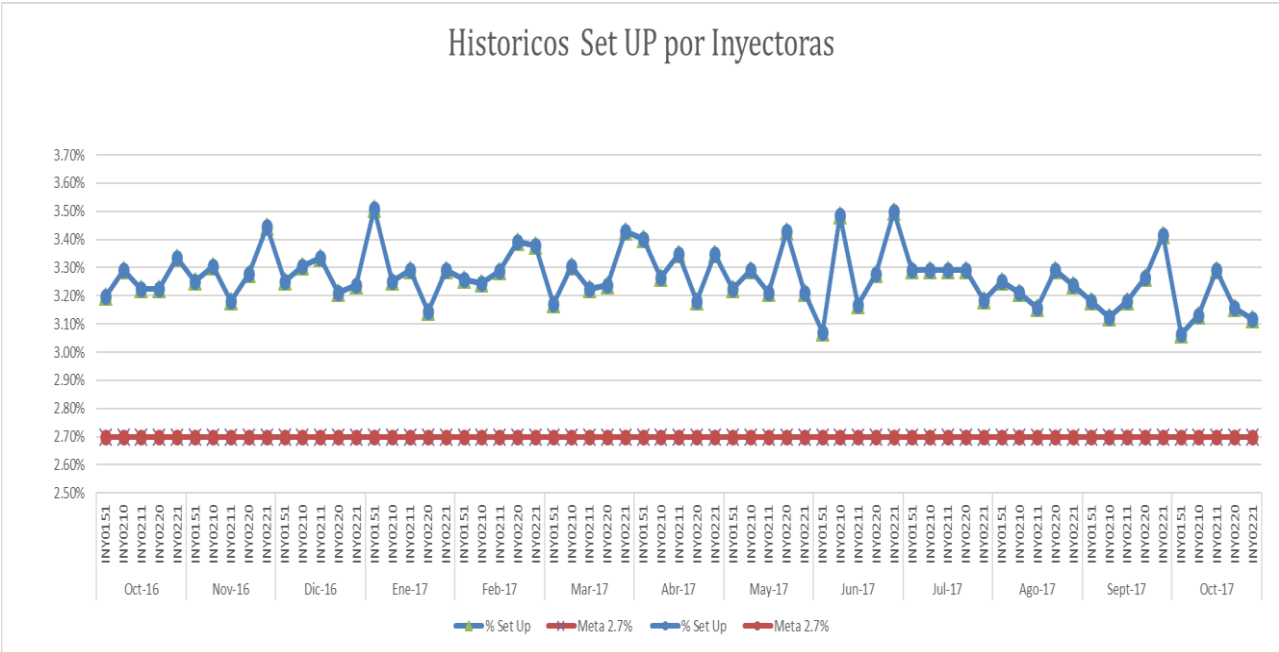
1.8 Diagrama de Flujo.



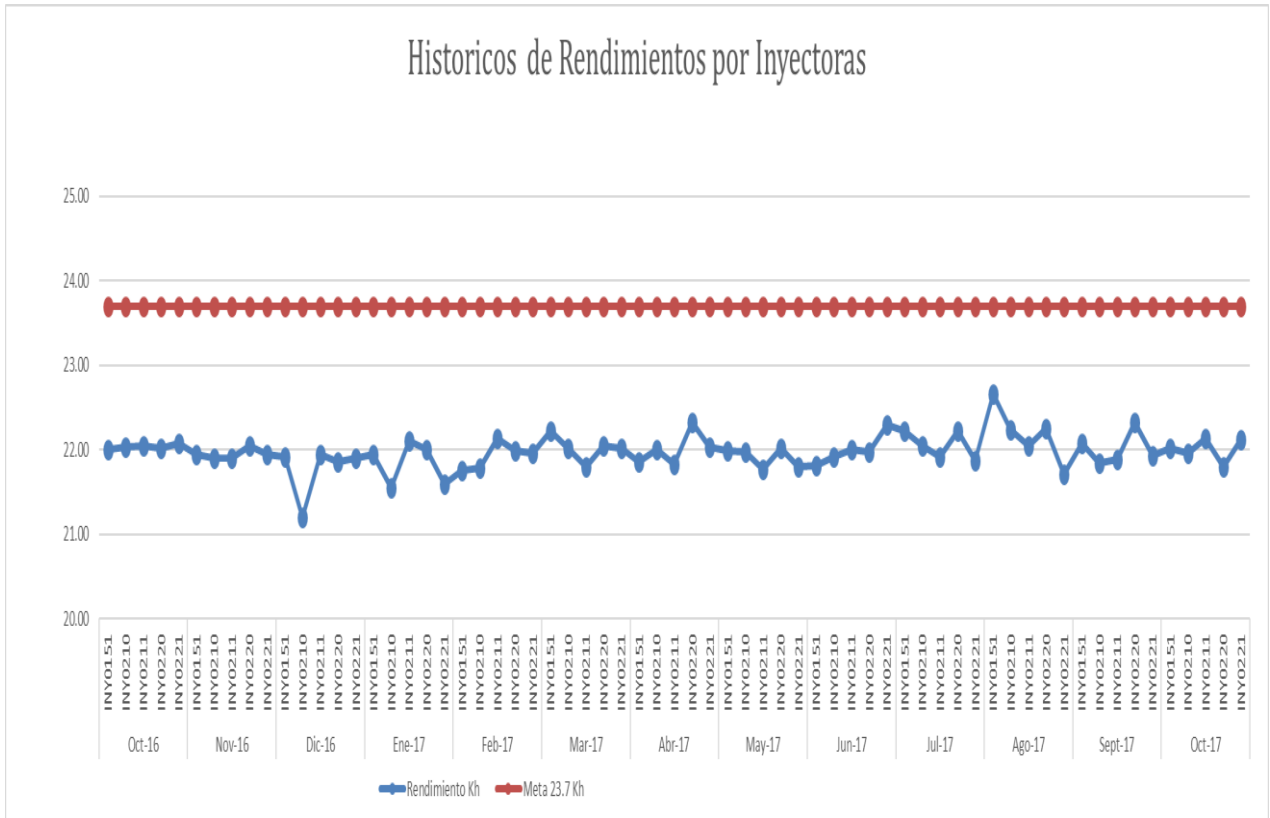
1.9 Boleta de identificación de causas.

 Boleta de identificación de causas que afectan el OEE		
Nombre:		
Fecha:		
Comentarios:		
<p>Marque con una X cada vez que considere que se genera un atraso en la producción, aumento de scrap, aumento del tiempo muerto por alguna de las siguientes causas.</p>		
Número	Criterio	Marque con X
1	Mantenimientos Correctivos diarios por maquinaria o Molde.	
2	Aumento en el indicador de Scrap por falta de un proceso de arranque de las Inyectoras	
3	Aumento del tiempo de set up por falta de un proceso estandarizado	
4	Desmotivación de operarios.	
5	Falta de control y seguimiento en los mantenimientos preventivos.	
6	No existe un proceso detallado de la estabilización de los productos.	
7	Falta de capacitación operativa formal a los operarios.	
8	La carencia de programas de capacitación sobre el OEE al personal.	
9	Falta de planeación durante el cambio de molde.	
10	Humedad en el ambiente provoca inestabilidad en el compuesto causando fallas en el proceso	
11	Problemas con la Ventilación provocan altas temperaturas ocasionando fallas en el equipo.	
12	Compuesto reprocesado genera problema de especificación de producto terminado	
13	El incumplimiento del indicador OEE se registra pero no se emplea para acciones correctivas.	

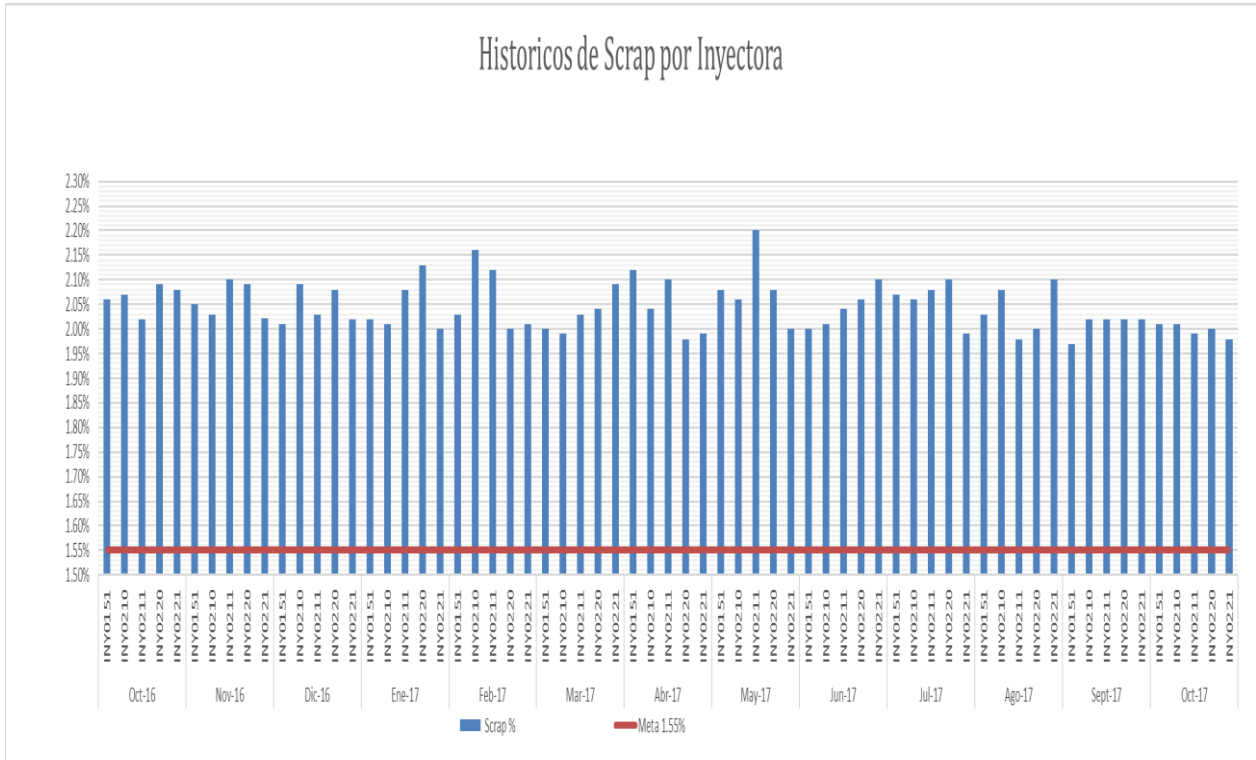
1.10 Gráfico de los históricos de Set Up por mes de octubre del 2016 a octubre del 2017 por Inyectora.



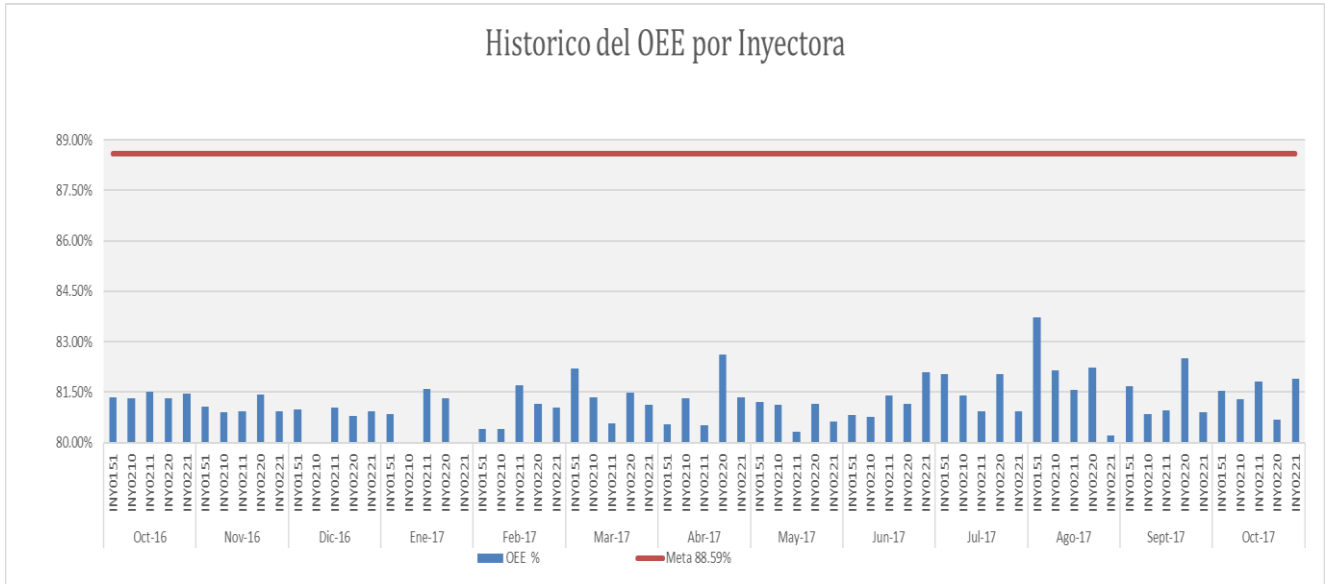
1.11 Gráfico de los históricos de Rendimiento por mes de octubre del 2016 a octubre del 2017 por Inyectora.



1.12 Gráfico de los históricos de Scrap por mes de octubre del 2016 a octubre del 2017 por Inyectora.



1.13 Gráfico de los históricos del OEE por mes de octubre del 2016 a octubre del 2017 por Inyectora.



1.14 Boleta de recolección de lluvia de ideas.



Bitácora			
Ubicación: Sala de Producción	Fecha:	Hora de Inicio:	Hora Final:
Objetivo:			
Alcance:			
Propuestas de Mejora			
Causa			
Propuesta			
Causa			
Propuesta			
Causa			
Propuesta			
Causa			
Propuesta			
Causa			
Propuesta			
Limitación Encontradas			
Observaciones Encontradas			
Colaboradores			Firma

1.15 Metas Productivas.



Miércoles 22 de noviembre del 2017

A quien corresponda:

Desde inicios del 2017 se definieron las metas productivas, establecidas por Corporativo, ligadas al bono de productividad del Departamento de Producción; es así como, para las escalas de incremento en el indicador del rendimiento se tienen las presentes cifras:

INYECCIÓN						
NIVEL DE BONO (%)	7.00%	9.00%	11.00%	13.00%	15.00%	17.00%
	Nivel Proporcional del Bono (100% corresponde a un 17% de incentivo sobre salario base)					
INDICADOR	41%	53%	65%	76%	88%	100%
Rendimiento Inyección (kg/hora)	23.70	23.96	24.22	24.48	24.73	24.99

Como se puede observar la meta máxima, del indicador en mención, corresponde a 24.99 kg/h (redondeándose a 25) por inyectora, por lo tanto, al hacer el cálculo de la Eficiencia General de los Equipos (OEE) se toma como referencia, para el Departamento de Inyección, el 100% de la escala máxima del bono de productividad, en otras palabras, los 25 Kg/h como denominador para el cálculo de la proporción. Importante mencionar desde la parte técnica, que la velocidad máxima de inyección entre el barril, el tornillo y las boquillas de las inyectoras no pueden superar el rendimiento de los 25 kg/h ya que afectaría seriamente el producto final en apariencia y funcionalidad, aumentando el indicador de producto no conforme (por defectos como: rechupe, ovalamiento, quemado interno y externo, rebaba excesiva, entre otros) y aumentaría el tiempo muerto por aumentos en el tiempo de estabilización de la inyectora al presentarse este tipo de defectos, es así por lo que los rendimientos de algunas inyectoras están por debajo de la meta establecida.

Además, es una directriz inmediata del Corporativo para todas las plantas de Inyección de la región Latinoamérica y yo como encargado de la Manufactura Esbelta de Centroamérica le puedo dar fe de dicha regla.

Para verificar la información antes mencionada, me puede contactar a mi celular o escribirme directamente a mi correo electrónico con toda confianza.

Sin más por el momento se despide muy cordialmente,

Ing. César Jesús Bran Morales, Lic.

Ingeniero de Procesos Productivos Centroamérica.

Cel.: 506 6036-4629

Correo: cesar.bran@mexichem.com

1.16 Aprobación del Proyecto de SMED y mantenimientos preventivos.



Mexichem.

Viernes 26 de enero del 2018.

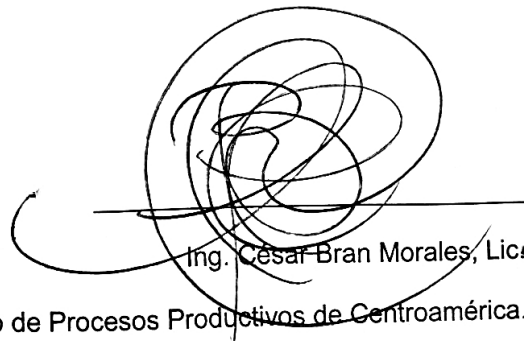
A quien interese.

Mediante la presente quisiera indicar que los formatos realizados para la aplicación de la herramienta SMED y formatos de mantenimiento preventivo que realizó el controlador de producción Cristófer Hernández Molina, fueron aprobados por mi persona, la gerencia de producción y el Comité de Sistema de Gestión (liderado por mi); dichas plantillas han resultado de gran ayuda para disminuir el tiempo de set up y tiempo de mantenimiento, mejorando el OEE del departamento de Inyección.

Además, informo que los formatos creados por el Sr. Hernández, fueron subidos a la Intranet del Corporativo de la Región Centroamericana y van a ser un requerimiento de uso obligatorio en todo cambio de molde y mantenimiento que se haga a cualquier inyectora en la región, esto debido al excelente resultado obtenido en Costa Rica, y el cual yo como encargado de la Manufactura Esbelta de Centroamérica le puedo dar fe de dicha regla.

Aprovecho para indicar que esto es un logro 100% obtenido por el sr. Cristófer

Ante cualquier consulta estoy en la mejor disposición.

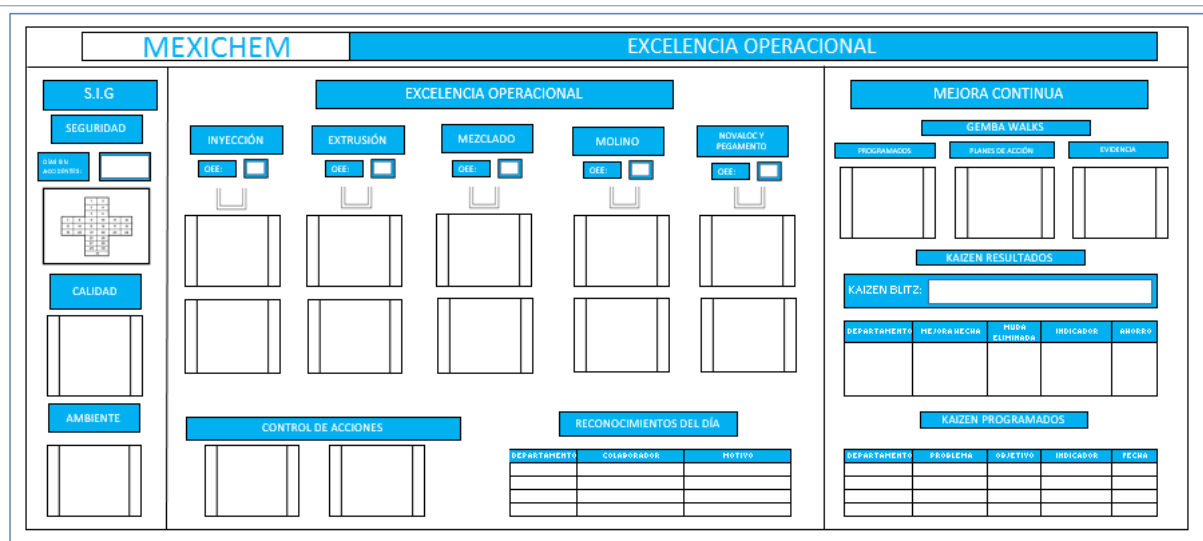


Ing. César Bran Morales, Lic.
Ingeniero de Procesos Productivos de Centroamérica.

Celular: +506 60364629

e-mail: cesar.bran@mexichem.com

1.17 Tabla OPEX.



1.18 Reuniones OPEX.

