ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

‘‘ON TARGET: Aumento de productividad en líneas de acondicionamiento de solidos orales. ’’

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Christian Andrés Acosta Villao

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A mi Madre, que con su sabiduría, esfuerzo y dedicación ha sabido guiarme en todos los pasos que he dado en la vida.

A mi Padre, que nunca se cansó de enseñarme y hacerme comprender el valor verdadero de las cosas.

A mi mejor amigo, por soportarme todos estos años de estudio y por acompañarme en tantas locuras.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

TRIBUNAL EVALUADOR

Dra. Cinthia Perez Siguenza
Tribunal evaluador

Ing. Edwin Desintonio León
Tribunal evaluador

BIBLIOTECA "GONZALO CEVALLOS"
F. I. M. C. P.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complexivo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

BIBLIOTECA "GONZALO CEVALLOS"
F. I. M. C. P.

Christian Acosta

Christian Andrés Acosta Villao

RESUMEN

El Laboratorio Químico Farmacéutico ABC cuenta con un área de acondicionamiento de solidos orales conformado por tres líneas de producción, cada una tiene una maquina blistera y una estuchadora en donde se desarrolla este proyecto el cual tiene como objetivo aumentar la productividad un 25%. Este proyecto se justifica por el alto porcentaje de tiempos muertos debido a paros imprevistos que se desglosan en fallas técnicas y por calibración.

Para recolectar la información se observó y registró la producción de diferentes SKU's de donde se obtuvieron parámetros operacionales como temperatura y velocidad además del tiempo en que se demoraba cada lote, estos datos sirvieron para realizar un diseño de experimento cuyo objetivo fue encontrar los parámetros adecuados de operación que generen la menor cantidad de tiempo de producción por lote, una vez obtenidos los resultados mediante un computador se elaboraron los diferentes planes de control. Además mediante una cámara fotográfica se registraron los puntos de limpieza y lubricación que debe tener la máquina para un correcto desempeño.

Como resultados del proyecto se obtuvo una reducción en paros imprevistos de 231 horas aumentando así la eficiencia operacional en un 11,1% y la productividad en un 7.02%.

Como conclusiones del trabajo cabe mencionar que dado que solo se aumentó el 7.02% de productividad no se pudo alcanzar el objetivo planteado al momento de formular el proyecto que fue aumentar la productividad en un 25% sin embargo este aumento es significativo en términos económicos, ya que reduce las multas por incumplimiento de pedidos. Al analizar las razones por las cuales no se alcanzó el objetivo, se logró determinar que se debió a la

decisión de reducir los paros imprevistos cuando estos sólo representaban el 13.2% del total de tiempo perdido dentro de un mes.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN I
ÍNDICE DE FIGURAS V
ÍNDICE DE TABLAS VII
DEFINICIONES 1
EXPRESIONES MATEMÁTICAS 6
INTRODUCCIÓN 7
CAPITULO 1 8
1. ANTECEDENTES. 8
1.1. La empresa. 8
CAPITULO 2 10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
2.1. Situación del área de solidos orales acondicionamientos 10
2.2. Causas de baja eficiencia 11
2.3. Árboles de pérdidas 11
2.4. Definición del problema 12
CAPITULO 3 12
3. DESARROLLO 12
3.1. Identificación de oportunidades de mejora 12
3.1.1. Limpieza y lubricación 12
3.1.2. Parametrización 13
3.2. Elaboración de las propuestas de mejora 14
3.2.1. Creación de instructivos de limpieza y lubricación 14
3.2.2. Diseño de experimentos para obtención de parámetros adecuados de blisteo. 14
3.2.2.1. Planear 14
3.2.2.1.1. Definición de respuesta. 14
3.2.2.1.2. Definición de factores y niveles de factores. 15
3.2.2.1.3. Diagrama del proceso. 15
3.2.2.1.4. Modelo del experimento. 15

3.2.2.1.5. Determinar la cantidad de repeticiones. 16
3.2.2.1.6. Prueba Piloto 16
3.2.2.1.7. Aleatorización de corridas. 19
3.2.2.2. Hacer 20
3.2.2.2.1. Modelo Lineal General 21
3.2.2.2.1.1. Hipótesis de los factores del modelo 21
3.2.2.2.1.2. Resultados del modelo 22
3.2.2.3. Verificar 23
3.2.2.3.1. Supuestos del error. 23
3.2.2.3.1.1. Normalidad de error. 23
3.2.2.3.1.2. Homogeneidad de la varianza. 24
3.2.2.3.1.3. Independencia del error. 24
3.2.2.3.1.4. Análisis de coeficiente de determinación múltiple. 25
3.2.2.3.2. Elección de los niveles adecuados para disminuir las horas de producción por lote. 25
3.2.2.4. ACTUAR 27
3.3. Implementación 27
3.3.1. Implementación de instructivos de Limpieza y lubricación. 27
3.3.2. Implementación de planes de control para elaboración de los diferentes SKU's 28
3.4. Resultados. 28
CAPITULO 4 31
4. Conclusiones y Recomendaciones 31
BIBLIOGRAFÍA 33
SOFTWARE UTILIZADO 33
ANEXOS 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Países donde la compañía ABC tiene presencia. 9
Figura 2: Diagrama de flujo de procesos. 10
Figura 3: Eficiencia operacional de Solidos Acondicionamiento (Blisteras) . 10
Figura 4: Árbol de tiempos hasta abril 2105 11
Figura 5: Horas de producción para diferentes lotes de Bi-Glicem 13
Figura 6: Diagrama esquemático del experimento..... 15
Figura 7: Resumen gráfico de Prueba piloto..... 17
Figura 8: Potencia y tamaño de la muestra 18
Figura 9: Gráfico de residuos del modelo Lineal general..... 22
Figura 10: Resumen gráfico de los residuos para verificar normalidad 23
Figura 11: Gráfico de rangos móviles para verificar homogeneidad de varianzas 24
Figura 12: Gráfico de residuos vs orden para verificar independencia 25
Figura 13: Gráfico de la triple interacción de los factores principales 26
Figura 14: Gráfico de factores principales. 26
Figura 15: Árbol de tiempos de solidos luego de implementar mejoras..... 29
Figura 16: Total porcentaje de horas de paros imprevistos 30
Figura 17: Cumplimiento de volumen mensual..... 30
Figura 18: Cumplimiento de volumen mensual..... 31
Figura 19: Formato de herramienta de 5 por qué? 35
Figura 20: Desglose de horas de paros imprevistos por fallas técnicas. 36
Figura 21: Desglose de horas de paros imprevistos por calidad..... 36
Figura 22: Desglose de horas de paros imprevistos por organizacional..... 37
Figura 23: Desglose de horas de paros imprevistos por operacional 37
Figura 24: Formato de herramienta de 5W + 2H 38
Figura 25: Formato de instructivo de limpieza y lubricación 40

Figura 26: Implementación de los instructivos de limpieza y lubricación a los operadores de las blisteras. 41
Figura 27: Formato de Plan de control que contiene los parámetros hallados en el diseño de experimentos. 43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos para prueba piloto 16
Tabla 2: Datos aleatorizados para el diseño de experimentos 19
Tabla 3: Conclusiones con respecto al valor p para los factores y sus interacciones. 22

DEFINICIONES

1. *<u>HORAS EFECTIVAS</u>*:

1.1. **Proceso**.- Tiempo en que la línea está produciendo.

2. *<u>PAROS PROGRAMADOS</u>*:

2.1. **Limpieza radical**.- Limpieza profunda por cambio de producto o cumplimiento de los 5 días de procesos sin interrupción.

2.2. **Limpieza ordinaria**.- Limpieza del área por cambio de OMF o lote

2.3. **Cambio de formato**.- Cambio de formato de presentación de producto.

2.4. **Preparación de equipos**.- Montaje y adecuaciones de los equipos después del cambio de formato o limpieza radical.

2.5. **Preparación de materiales**.- Ingreso y devolución de materiales después de cada OMF o lote.

2.6. **Ajuste, calibración y arranque**.- Calibración de la máquina durante el proceso.

2.7. **Firmas de arranque**.- Supervisor/Coordinador firma los doc. Autorizando el arranque del proceso.

2.8. **Cierre de OMF**.- Cierre de OMF o lote (documentación)

2.9. **Apertura de OMF**.- Apertura de OMF o lote (documentación)

2.10. **Cambios de rollos aluminio/pvc**.- Cambios de rollos /aluminio durante el proceso.

2.11. **Muestreo de microbiología**.- Muestreo o ingreso del personal de microbiología.

2.12. **Hisopado**.- Hisopado del área.

2.13. **Desafío LIXIS**.- Realizar las pruebas de LIXIS para verificar o confirmar si el sistema está haciendo el descarte de blister con defecto de calidad.

2.14. **Desactivación / sanitización**.- Limpieza del área con alcohol al 70%

2.15. **Alimentación**.- Desayuno, almuerzo, merienda

3. *CAPACITACIÓN*:

3.1. **Seguridad industrial**.- Reunión/capacitación programada por seguridad industrial

3.2. **Recursos humanos**.- Reunión /capacitación programada por rrhh

3.3. **Depto. medico**.- Reunión / capacitación departamento medico

3.4. **Aseguramiento de calidad**.- Reunión/capacitación programada por QA

3.5. **Producción**.- Reunión / capacitación programada por producción

3.6. **Desarrollo**.- Reunión /capacitación programada por desarrollo

4. *REUNIONES*:

4.1. **Producción**.- Reuniones programadas por producción

4.2. **RR.H**H.- Reuniones programadas por RR.HH.

5. *MANTENIMIENTO*:

5.1. **Mantenimiento anual**.- Mantenimiento anual programado

5.2. **Limpieza especial**.- Limpieza profunda de la línea que este programada.

5.3. **Mantenimiento autónomo**.- Mantenimiento autónomo realizado por el operador.

5.4. **Mantenimiento planeado**.- Mantenimiento correctivo que se planea o se acuerda realizarlo para evitar quiebre de línea durante el proceso normal en horas o días posteriores.

5.5. **Mantenimiento preventivo**.- Mantenimiento preventivo semanal.

6. ***PRUEBAS*:**

6.1. **Desarrollo de producto** .- Tiempos que son programados en las pruebas de desarrollo de nuevos productos o modificación de algún proceso existente.

6.2. **Producción**.- Tiempos que son programados para pruebas de producción para mejorar la productividad o calidad del proceso.

6.3. **Mantenimiento**.- Tiempos que son programados para pruebas de maquina después de una parada de mtto. O pruebas de equipos /componentes nuevos de la línea.

7. ***PAROS IMPREVISTOS:***

7.1. FALLA TÉCNICA

7.1.1. **Eléctrico**.- Problemas asociados a mecanismos eléctricos

7.1.2. **Mecánico**.- Problemas asociados a mecánica + neumática

7.1.3. **Electrónico**.- Problemas presentados con las partes electrónicas de la maquina

7.1.4. **Áreas de servicios**.- Problemas asociados a áreas externas de servicios (falta de aire comprimido, compresores apagados, falta de energía, etc.)

7.2. ORGANIZACIONAL

7.2.1. **Atraso del personal**.- Personal que llega a la línea con minutos de atraso; ej. Hora de entrada es a las 08h00, pero llega a línea 08h20.

7.2.2. **Falta del personal**.- Personal no vino a laboral por diversos motivos o falta personal para completar la línea

7.2.3. **Falta de material interno**.- Espera de materiales para abastecer la línea.

7.2.4. **Problemas externos**.- Paros, fenómenos naturales.

7.2.5. **Falta de aprobación**.- De arranque espera del coord. /supervisor para la firma de aprobado de arranque de la línea.

7.2.6. **Dpto. Médico**.- Personal sale a hacerse atender al departamento medico por temas de salud

7.2.7. **Tramites personales (RR.HH.)**.- Personal sale a realizar trámites personales a RR.HH.

7.2.8. **Baños**.- Personal sale a realizar sus necesidades biológicas.

7.2.9. **Desorden**.- Línea parada por encontrarse en desorden o porque no encuentra las cosas por lo mismo, por falta de comunicación entre mandos medios y los operadores

7.2.10. **Accidentes/incidentes**.- Línea paraliza su proceso por problema de un incidente o accidente que ocurrió o que su probabilidad de ocurrir sea alta (sea daño a la propiedad o daño a la persona)

7.2.11. **Cambio de plan**.- Cambios de planes inesperados que ocasionan tiempos de cambios de formato o limpieza fuera de la planificación

7.2.12. **Vel. Reducida por personal**.- Personal incompleto para el proceso.

7.3. OPERACIONAL

7.3.1. **Daño por el operador**.- Daño ocasionado accidentalmente por el operador problemas cuando el operador.

7.3.2. **Problemas de calibración**.- Falta de expertis del operador en calibrar un proceso o equipos es decir arma mal la maquina o no la calibra correctamente y toca parar para volverla a calibrar, también formatos o tipos colocados incorrectamente.

7.4. CALIDAD

7.4.1. Material defectuoso.- Línea paraliza por problemas de defectos de calidad en los material de empaque o materia prima (comprimidos).

7.4.2. Recuperación.- Cuando la línea paraliza para realizar un re trabajo (ej. Recuperación de producto para terminar la OMF o lote)

7.5. HORAS DISPONIBLES

7.5.1. **Sin plan de producción**.- No hay plan por parte de planning.

7.5.2. **Planeado**.- Tiempo planeado acordado previamente de paralizar una línea para cumplir con actividades del departamento.

7.5.3. **Feriado**.- Feriado que son estipulados por la ley y que la planta decide no trabajar.

7.5.4. **Fin de semana**.- Fin de semana que la planta decide no trabajar.

7.6. TIEMPO TOTAL.- Horas programadas a la semana en base a los turnos que se piensa trabajar incluye fines de semana.

EXPRESIONES MATEMÁTICAS

1. $\text{Eficiencia operacional} = \frac{\text{Horas objetivo}[\text{Horas efectivas} \times \text{rendimiento (90\%)}]}{\text{H. Programadas} + \text{H. imprevistas} + \text{H. efectivas}}$

2. $\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{tiempo total}}$

   - ✓ Para calcular la productividad se tiene en cuenta que se usan los mismos recursos es decir el tiempo programado para producir es el mismo, la cantidad de operadores es la misma.

3. Horas netas = Paros imprevistos + Horas efectivas

4. Horas brutas = Paros imprevistos + horas efectivas + horas programadas + horas de prueba + capacitaciones + mantenimiento + reuniones.

5. Horas disponibles = Horas totales – horas brutas

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se compone de 4 capítulos los cuales se describen brevemente a continuación:

En el capítulo 1 se describen los antecedentes de la compañía, es decir como iniciaron, a que se dedican, como está constituida el área de producción que es donde se desarrollara este trabajo, así como también se describirá el flujo de proceso que se analizará.

Para el capítulo 2 se realizará el planteamiento del problema para lo cual se comienza analizando la situación actual del área en la cual se desarrolla el proyecto para luego mediante el uso de herramientas de análisis de causa raíz encontrar el problema.

Una vez encontrado el problema, en el capítulo 3 se propondrán ideas de mejora, de las cuales se escogieron dos elaborar instructivos de limpieza y lubricación de los equipos y estandarizar parámetros de operación lo cual fue posible mediante un diseño de experimentos. Luego de implementar estas ideas se analizan los resultados para verificar sus efectos sobre la productividad del área.

Finalmente en el capítulo 4 se darán las respectivas conclusiones y recomendaciones con respecto a los resultados obtenidos en el capítulo anterior.

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES.

1.1. La empresa.

La compañía ABC en la que se realizó el presente trabajo es un laboratorio químico farmacéutico el cual inició sus actividades en diciembre de 1963 dedicándose principalmente al desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos de consumo humano.

Su compromiso es brindar al consumidor productos de alta calidad; esto lo logra a través de una continua investigación, del seguimiento de estrictos protocolos de producción, del uso de avanzada tecnología en el área médica, maquinaria de última generación y talento humano altamente calificado.

A lo largo de su trayectoria la Compañía ABC ha obtenido más fuerza llegando así a tener una presencia no solo en el país, sino a nivel internacional. Destinando el 60% de la producción al país y el 40% a Latinoamérica.

Figura 1: Países donde la compañía ABC tiene presencia.

Del total de inventario que fabrica la compañía para la venta nacional e internacional el mayor porcentaje pertenece a productos de Solidos Orales (pastillas) y el resto a Inyectables, Líquidos, Semisólidos y Nitazoxanida.

El área de Solidos Orales está conformada por dos sub-áreas Fabricación y Acondicionamiento. Este trabajo se realizó netamente en la parte de acondicionamiento la cual está conformada por tres líneas (una máquina blistera y una estuchadora). A continuación se detalla el diagrama de flujo del proceso de blisteo.

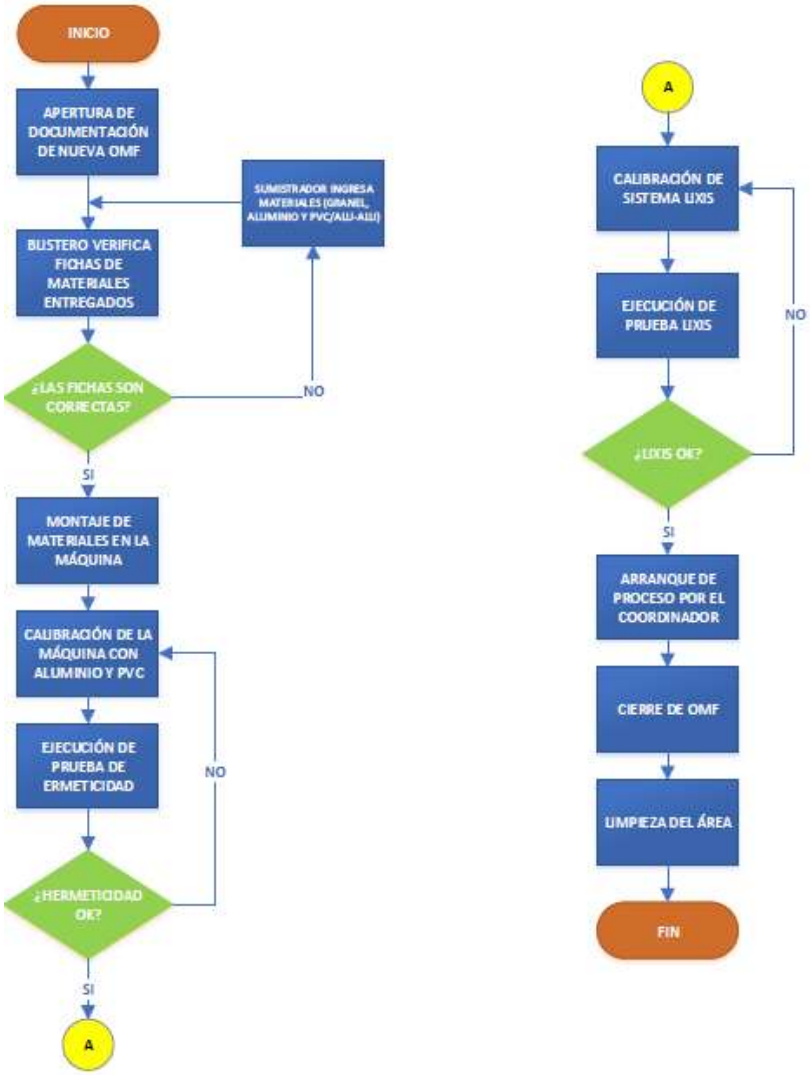


Figura 2: Diagrama de flujo de procesos.

CAPITULO 2

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Situación del área de solidos orales acondicionamientos

Desde el 2014 hasta abril del 2015 se ha visto reflejado como la eficiencia operacional de las máquinas blisteras ha estado por debajo de la mínima eficiencia permitida a nivel nacional e internacional de la compañía que es del 60%.

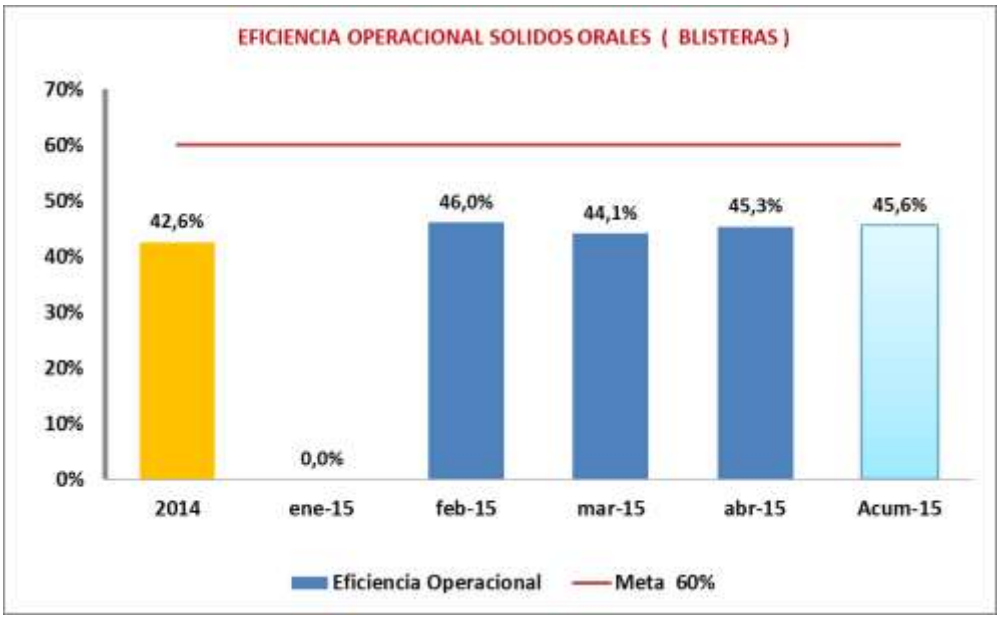


Figura 3: Eficiencia operacional de Solidos Acondicionamiento (Blisteras)

Esta baja eficiencia del área ocasiona que se incumpla el objetivo mensual planteado ya que solo se estaría produciendo aproximadamente el 45,6% del total, y esto se debe a gran cantidad de tiempos perdidos por paros imprevistos, programados, reuniones etc.

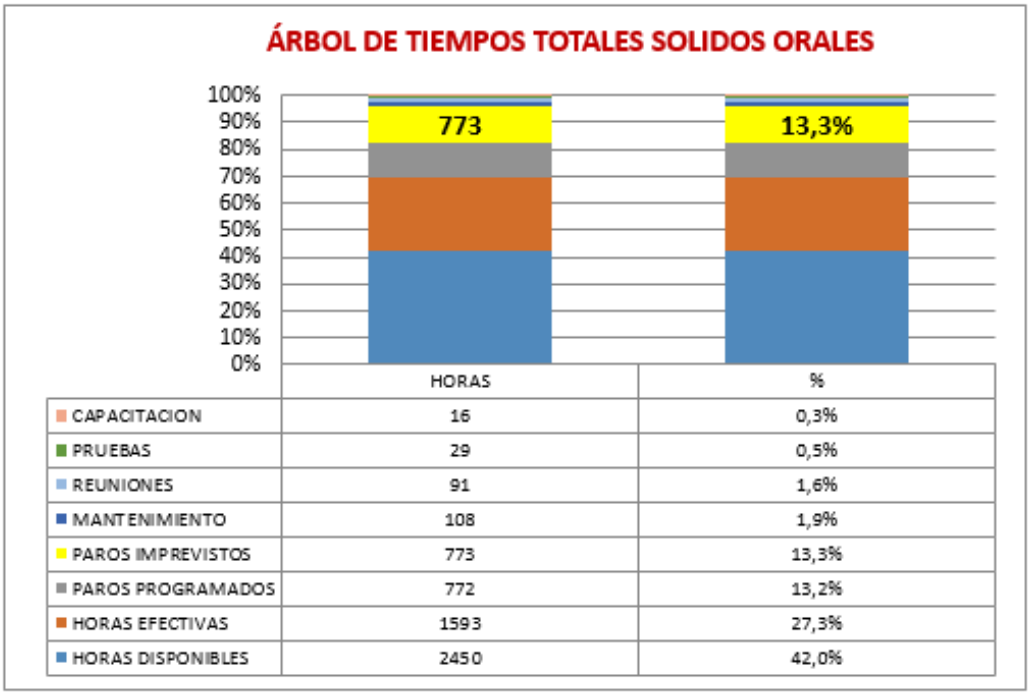
2.2. Causas de baja eficiencia

Para poder comprender las causas que generan la baja eficiencia operacional se emplea la herramienta de los 5 porqués la cual nos ayudara a encontrar una posible causa raíz a este síntoma.

Junto con el departamento de productividad se aplicó dicha herramienta obteniendo que la causa raíz del síntoma son los gran cantidad de paros imprevistos que se presentan en el área de acondicionamiento. Ver Anexos pág. 34 fig. 19.

2.3. Árboles de pérdidas

Para cuantificar la magnitud de las causas que generan los paros imprevistos se realizaron árboles de pérdidas que se muestran a continuación.



	HORAS	%
CAPACITACION	16	0,3%
PRUEBAS	29	0,5%
REUNIONES	91	1,6%
MANTENIMIENTO	108	1,9%
PAROS IMPREVISTOS	773	13,3%
PAROS PROGRAMADOS	772	13,2%
HORAS EFECTIVAS	1593	27,3%
HORAS DISPONIBLES	2450	42,0%

Figura 4: Árbol de tiempos hasta abril 2105

Como se puede observar en la gráfica hasta el mes de abril 2015 ya se habían perdido 773 horas debido a paros imprevistos de un total de 2366 horas netas.

Para una mejor visualización de como se desglosan los paros imprevistos revisar Anexos pág. 35 y 36 fig. 20-23

2.4. Definición del problema

Haciendo uso de la herramienta de 5W + 2H y de la causa raíz obtenida con la herramienta de 5 porqués se logró definir el problema que presenta el área de Solidos Orales Acondicionamiento el mismo que se detalla a continuación:

Debido a un incorrecto ingreso de parámetros en el equipo y a la falta de limpieza del mismo, se obtiene un alto número de paros no programados en el área de solidos acondicionamiento (blisteo) que va desde el 2014 hasta abril 2015 en cada calibración que se ha realizado por parte del operador, lo que representa un total de 350,23 horas durante el último mes dejando así de producir 429.003 unds aprox.

En Anexos pág. 37 fig. 24 se detalla este análisis con el formato utilizado.

CAPITULO 3

3. DESARROLLO

3.1. Identificación de oportunidades de mejora

3.1.1. Limpieza y lubricación

Como resultado de un análisis realizado con el departamento de Mantenimiento y el de Productividad se obtuvo que se deben realizar instructivos visuales de los puntos móviles de las

blisteras que se requiere sean limpiados y lubricados de esta forma se pretende reducir los daños ocasionados por falta de este tipo de mantenimiento.

3.1.2. Parametrización

Como resultado de un análisis realizado con el departamento de Producción y con el de Productividad a través de las cartas máquina se observó que para un mismo SKU los tiempos de producción variaban de un lote a otro, por lo que se decidió realizar una observación de campo cuyos hallazgos fueron que los operadores variaban a voluntad los parámetros (velocidad y temperatura).

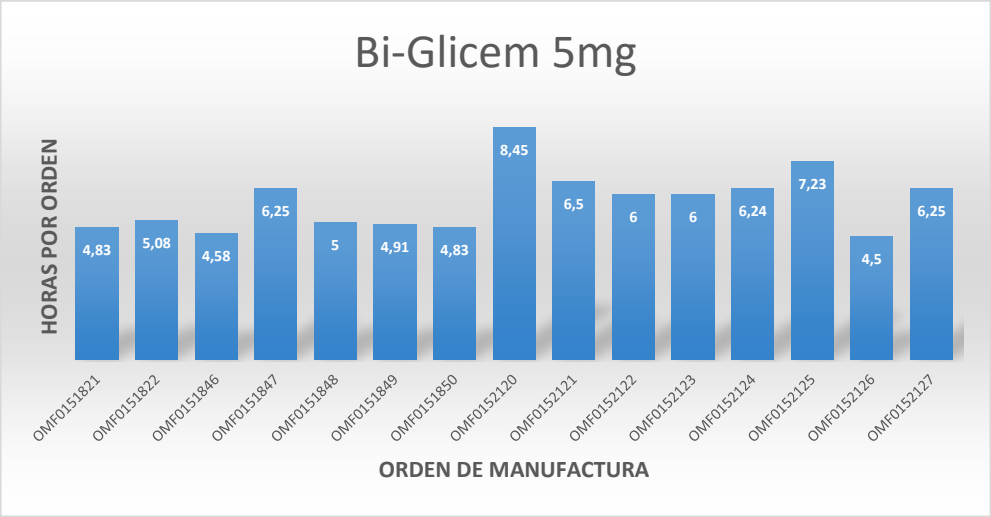


Figura 5: Horas de producción para diferentes lotes de Bi-Glicem

En función de estos hallazgos se vio la necesidad de estandarizar estos parámetros realizando un diseño de experimentos el cual nos dará como resultado una combinación de velocidad y temperatura tal que la variabilidad del proceso en cuanto a tiempo se vea reducida.

3.2. Elaboración de las propuestas de mejora

3.2.1. Creación de instructivos de limpieza y lubricación

En conjunto con el departamento de mantenimiento y los operadores de las blisteras se revisó cada uno de los puntos que debían estar en los instructivos estos fueron escogidos en base a análisis de daños que sufrían los equipos y a los mantenimientos preventivos que eran exigidos por parte de los fabricantes de las máquinas.

Este instructivo indica visualmente los puntos de limpieza y los de lubricación, la frecuencia con la que se debe realizar, el responsable, los materiales que se emplearan así como la forma en que debe realizarse la actividad. Ver Anexos pág. 38 y 39 fig. 25.

3.2.2. Diseño de experimentos para obtención de parámetros adecuados de blisteo.

Para realizar el diseño de experimentos se empleara las etapas del ciclo de Deming que son Planear, Hacer, Verificar y Actuar las mismas que nos brindarán una estructura sistemática para conducir el experimento.

3.2.2.1. Planear

3.2.2.1.1. Definición de respuesta.

La variable de respuesta que se determino fue Total de horas para realizar un lote. Realizar un lote significa elaborar la cantidad de blisters que demanda la orden de manufactura y que estas cumplan con todas las exigencias de calidad que son: No presencia de material extraño, que cumpla hermeticidad, llenado completo, no presencia de doble

comprimido, no mal formación de alveolos, no alveolos quemados, codificado legible.

3.2.2.1.2. Definición de factores y niveles de factores.

El círculo de calidad tomó la decisión de tomar como factores principales a la velocidad del equipo, temperatura de formado de los alveolos y temperatura de sellado.

Los niveles que se eligieron para el factor de velocidad fueron de 43, 46 y 49 gpm (golpes por minuto); para el factor de temperatura de formado los niveles fueron 118ºC, 121ºC y 124ºC; los niveles para el factor de temperatura de sellado son 176ºC, 180ºC y 184ºC. Todos estos niveles fueron obtenidos de la base de cartas máquina donde se encuentra registrados los parámetros que son usados por los operadores.

3.2.2.1.3. Diagrama del proceso.

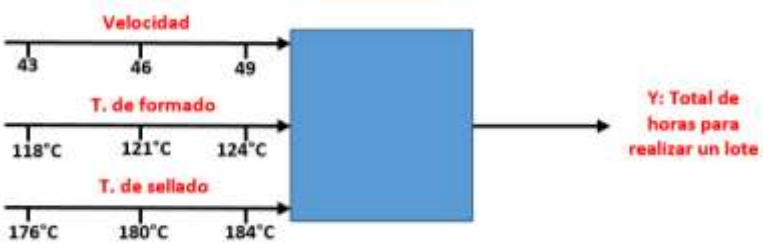


Figura 6: Diagrama esquemático del experimento

3.2.2.1.4. Modelo del experimento.

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + F_j + S_k + VF_{ij} + VS_{ik} + FS_{jk} + VFS_{IJK} + \varepsilon_{l(i,j,k)}$$

Donde:

V_i: Efecto del factor principal velocidad del equipo.

i: 43, 46, 49

F_j: Efecto del factor principal Temperatura de formado.

j: 118ºC, 121ºC, 124ºC

S_k: Efecto del factor principal Temperatura de sellado.
k: 176ºC, 180ºC, 184ºC
VF_{ij}: Efecto de la interacción entre el factor Velocidad y factor Temperatura de formado.
VS_{ik}: Efecto de la interacción entre el factor Velocidad y el factor Temperatura de sellado.
FS_{jk}: Efecto de la interacción entre el factor Temperatura de formado y el factor Temperatura de sellado
VFS_{ijk}: Efecto de la interacción entre el factor Velocidad, el factor
Temperatura de formado y el factor Temperatura de sellado.
$\varepsilon_{l(ijk)}$: Error aleatorio.
l: Número de réplicas.

3.2.2.1.5. Determinar la cantidad de repeticiones.

La cantidad de repeticiones fue definida con la herramienta de Minitab 16, Potencia y Tamaño de la muestra, como se muestra en la figura, la misma que requería un valor de desviación estándar el cual fue determinado con una prueba piloto.

3.2.2.1.6. Prueba Piloto

Tabla 1: Datos para prueba piloto

Velocidad	Formado	Sellado	HORAS
49	118	180	5,00
43	121	180	4,67
43	121	176	4,75
49	121	180	4,91
46	124	184	4,50
43	118	184	6,50
43	124	180	6,24
46	118	184	5,42
43	118	176	7,60
49	121	184	4,00
43	118	180	4,58
46	124	180	5,66
46	118	180	6,00
46	121	180	5,00

46	118	176	6,00
49	124	176	4,25
49	118	176	4,92
43	124	176	6,50
49	124	184	4,25
49	118	184	5,08
46	121	176	6,25
46	121	184	6,25
43	124	184	6,04
49	124	180	4,08
46	124	176	4,83
49	121	176	6,00
43	121	184	5,00

Estadísticas descriptivas: HORAS

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
HORAS	27	0	5,344	0,173	0,900	4,000	4,670	5,000	6,040

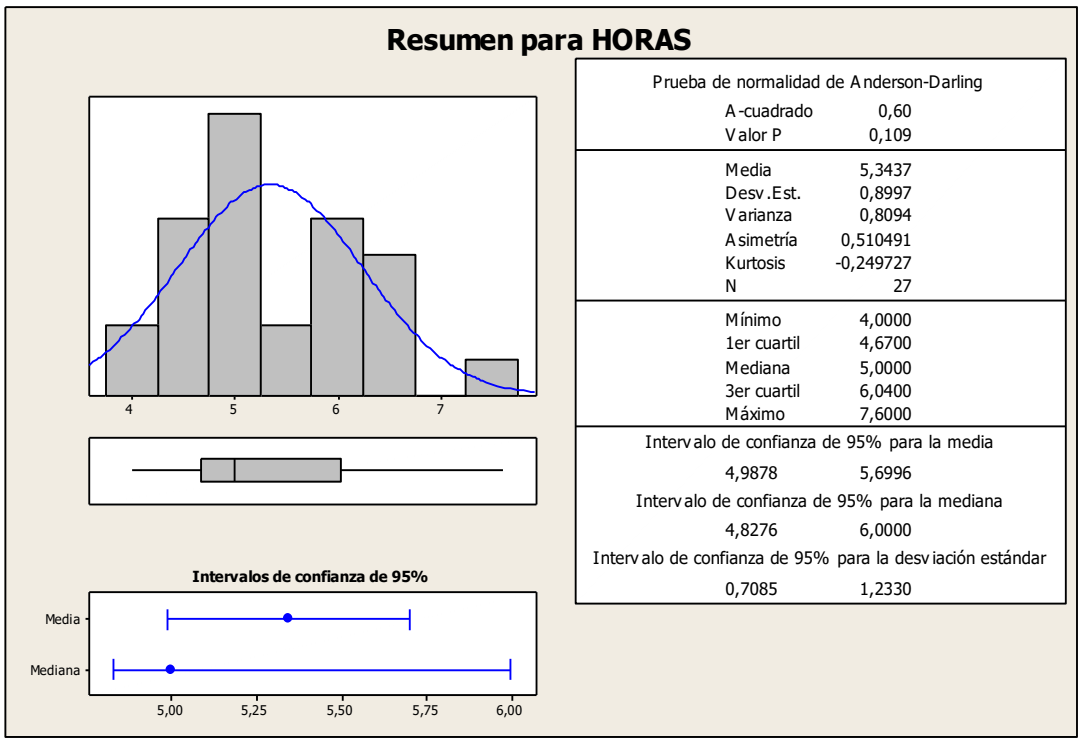


Figura 7: Resumen gráfico de Prueba piloto

En la opción de Potencia y Tamaño de la muestra, los datos utilizados fueron:

- Factores: 3
- Desviación Estándar: 0,900
- Valor de la Potencia: 0,85
- Valor de la máxima diferencia entre las medias de los efectos principales: 10

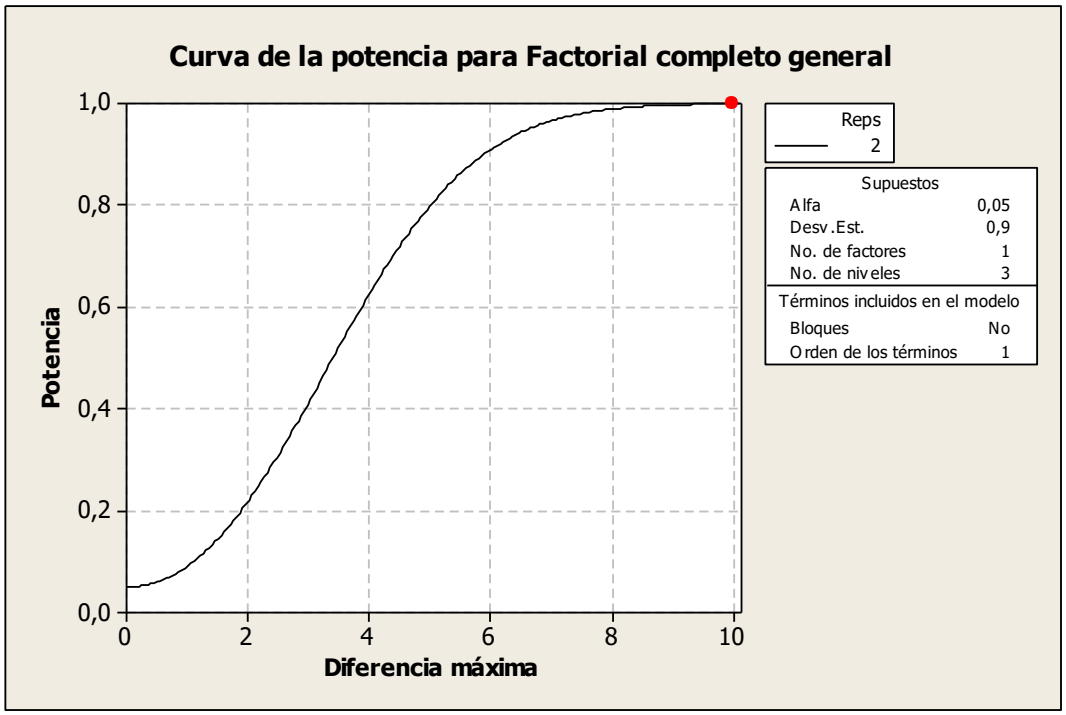


Figura 8: Potencia y tamaño de la muestra

Potencia y tamaño de la muestra

```
Diseño factorial completo general

Alfa = 0,05 Desviación estándar asumida = 0,9

Factores: 1 Número de niveles: 3

Incluir términos en el modelo hasta el orden: 1
No incluye bloques en el modelo.

                                Potencia
Diferencia          Corridas        del  Potencia
    máxima  Reps     totales   objetivo      real
        10     2           6       0,85  0,999354
```

Del procedimiento anterior obtenemos el número de réplicas el cual nos servirá para la aleatorización.

3.2.2.1.7. Aleatorización de corridas.

Tabla 2: Datos aleatorizados para el diseño de experimentos

Velocidad	Formado	Sellado	HORAS
43	118	176	4,75
46	121	180	4,50
49	121	176	5,40
43	118	180	4,80
46	121	180	4,59
43	124	184	5,80
43	124	176	5,70
43	124	180	5,75
43	121	176	5,20
43	121	180	5,40
46	124	176	5,43
46	124	180	4,38
49	121	180	4,91
49	124	176	4,32
43	121	184	5,50
46	124	176	5,36
49	118	184	6,10
46	118	180	5,45
46	118	176	6,00
49	121	184	4,65
46	118	184	5,80
46	124	180	4,57
49	121	176	5,49
46	118	184	5,75
46	121	184	4,90
49	118	176	6,00
49	121	184	4,75
46	124	184	5,00
43	121	184	5,47

49	124	180	4,05
46	124	184	5,11
49	118	176	6,08
49	118	184	6,05
43	121	176	5,23
43	118	184	5,08
43	118	184	5,10
46	121	176	5,20
46	121	184	4,85
46	118	176	5,80
49	118	180	6,10
46	121	176	5,25
49	124	176	4,31
49	124	180	4,08
49	118	180	6,12
43	118	180	5,00
43	124	184	5,80
46	118	180	5,35
49	124	184	4,01
43	118	176	4,75
49	124	184	4,00
43	124	180	5,78
43	121	180	5,35
49	121	180	5,11
43	124	176	5,65

3.2.2.2. Hacer

En esta etapa se llevó a cabo la toma de los datos, los mismos que fueron tomados cuando el producto se encontraba en campaña es decir, la producción era continua del mismo SKU y cada campaña tenía aproximadamente 20 lotes y de las mismas dimensiones.

En cada uno de estos lotes se registró la Temperatura de formado y sellado con la que se trabajaba al igual que la velocidad, estos parámetros son ingresados por el operador al momento de la calibración del equipo. Se mantuvo una estricta vigilancia para que el operador no cambiara estos parámetros durante el proceso y así disminuir ruido en el diseño de experimentos. También se controló el tiempo neto

del proceso, es decir, restar las salidas al baño, pausas activas, etc.

3.2.2.2.1. Modelo Lineal General

3.2.2.2.1.1. Hipótesis de los factores del modelo

$H_0: V_i = 0 \; vs \; H_1: V_i \neq 0$ (Factor Velocidad)
$H_0: F_j = 0 \; vs \; H_1: F_j \neq 0$ (Factor Temperatura de Formado)
$H_0: S_k = 0 \; vs \; H_1: S_k \neq 0$ (Factor Temperatura de Sellado)

$H_0: VF_{ij} = 0 \; vs \; H_1: VF_{ij} \neq 0$ (Interacción entre Factor Velocidad y Temperatura de Formado)
$H_0: VS_{ik} = 0 \; vs \; H_1: VS_{ik} \neq 0$ (Interacción entre Factor Velocidad y Temperatura de Sellado)
$H_0: FS_{jk} = 0 \; vs \; H_1: FS_{jk} \neq 0$ (Interacción entre Factor Temperatura de formado y Temperatura de Sellado)

$H_0: VFS_{ijk} = 0 \; vs \; H_1: VFS_{ijk} \neq 0$ (Interacción entre Factor Velocidad, Temperatura de formado y Temperatura de Sellado)

Modelo lineal general: HORAS vs. Velocidad; Formado; Sellado

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Velocidad	fijo	3	43; 46; 49
Formado	fijo	3	118; 121; 124
Sellado	fijo	3	176; 180; 184

Análisis de varianza para HORAS, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P
Velocidad	2	0,59308	0,59308	0,29654	68,05	0,000
Formado	2	3,64763	3,64763	1,82381	418,55	0,000
Sellado	2	0,59596	0,59596	0,29798	68,38	0,000
Velocidad*Formado	4	12,17430	12,17430	3,04357	698,48	0,000
Velocidad*Sellado	4	1,43083	1,43083	0,35771	82,09	0,000
Formado*Sellado	4	0,24435	0,24435	0,06109	14,02	0,000
Velocidad*Formado*Sellado	8	0,20759	0,20759	0,02595	5,96	0,000
Error	27	0,11765	0,11765	0,00436		
Total	53	19,01139				

S = 0,0660107 R-cuad. = 99,38% R-cuad.(ajustado) = 98,79%

Observaciones inusuales de HORAS

Obs	HORAS	Ajuste	EE de ajuste	Residuo	Residuo estándar	
4	4,80000	4,90000	0,04668	-0,10000	-2,14	R
12	4,38000	4,47500	0,04668	-0,09500	-2,04	R
13	4,91000	5,01000	0,04668	-0,10000	-2,14	R
19	6,00000	5,90000	0,04668	0,10000	2,14	R
22	4,57000	4,47500	0,04668	0,09500	2,04	R
39	5,80000	5,90000	0,04668	-0,10000	-2,14	R
45	5,00000	4,90000	0,04668	0,10000	2,14	R
53	5,11000	5,01000	0,04668	0,10000	2,14	R

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

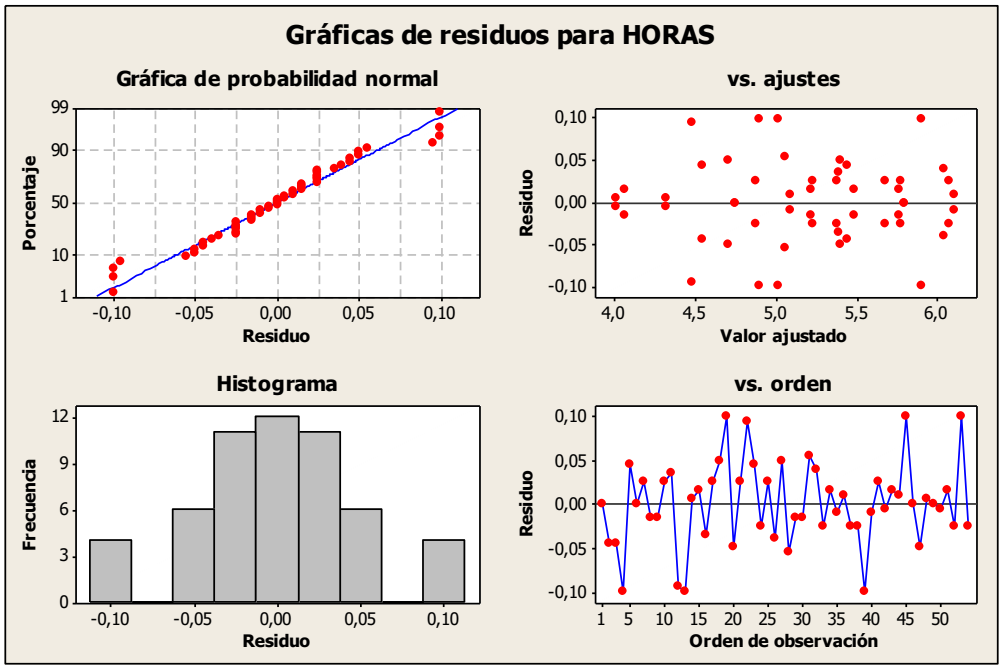


Figura 9: Gráfico de residuos del modelo Lineal general

3.2.2.2.1.2. Resultados del modelo

Tabla 3: Conclusiones con respecto al valor p para los factores y sus interacciones.

Factor	Valor p	Conclusión
Velocidad	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, la velocidad si tiene efecto sobre las horas de producción.
Temperatura de formado	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, la temperatura de formado si tiene efecto sobre las horas de producción.
Temperatura de sellado	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, la temperatura de sellado si tiene efecto sobre las horas de producción.
Interacción Velocidad vs T. formado	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, esta interacción si tiene efecto sobre las horas de producción.
Interacción Velocidad vs T. Sellado	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, esta interacción si tiene efecto sobre las horas de producción.

Interacción T. Formado vs T. Sellado	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, esta interacción si tiene efecto sobre las horas de producción.
Interacción Velocidad vs T. formado vs T. Sellado	**0,000**	Existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0, esta interacción si tiene efecto sobre las horas de producción.

3.2.2.3. Verificar

3.2.2.3.1. Supuestos del error.

3.2.2.3.1.1. Normalidad de error.

H_0: El residuo tiene una distribución normal con $\mu=0$ y $\sigma^2 = 0{,}0022$
Vs
H_1: $\neg H_0$

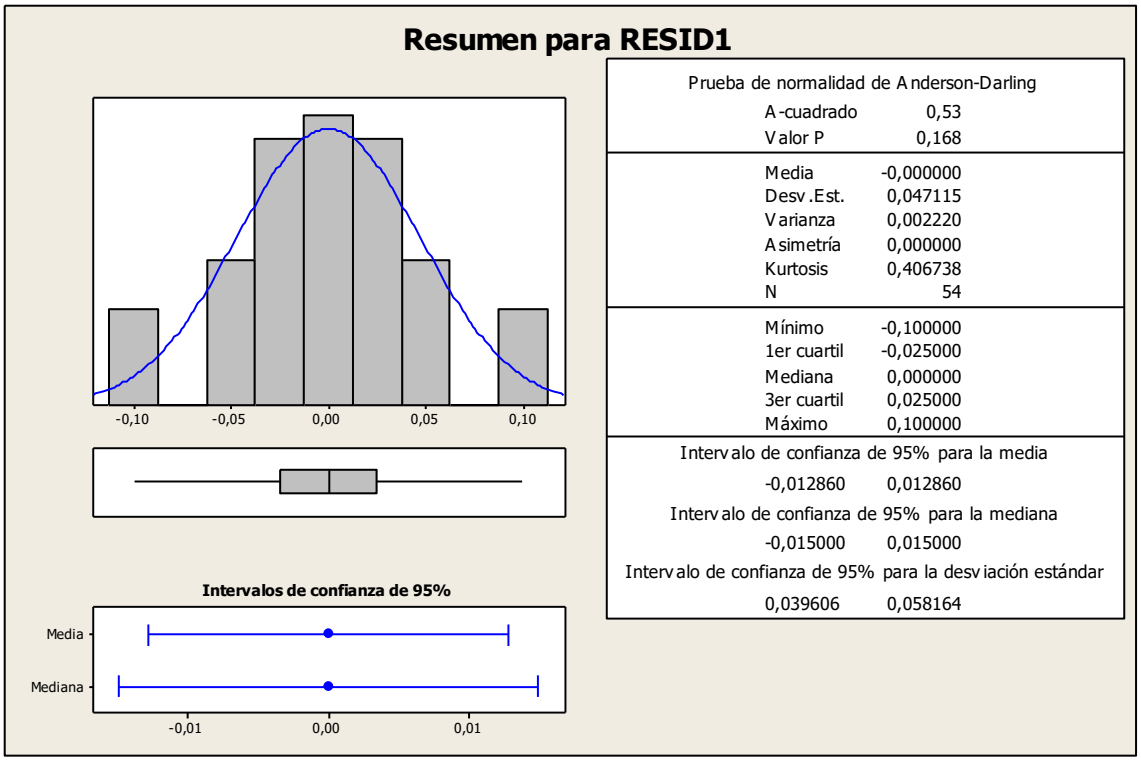


Figura 10: Resumen gráfico de los residuos para verificar normalidad

Con valor p = 0,168 no existe suficiente evidencia estadística para rechazar H0 por lo tanto se mantiene como cierto que el residuo tiene distribución normal.

3.2.2.3.1.2. Homogeneidad de la varianza.

El gráfico de residuo versus ajustes muestra una dispersión similar de puntos. Y no se observan tendencias, sinuosidades o comportamientos tipo cono. Por lo tanto se comprueba la homogeneidad de la varianza del error esto también se puede corroborar observando la gráfica de rangos móviles.

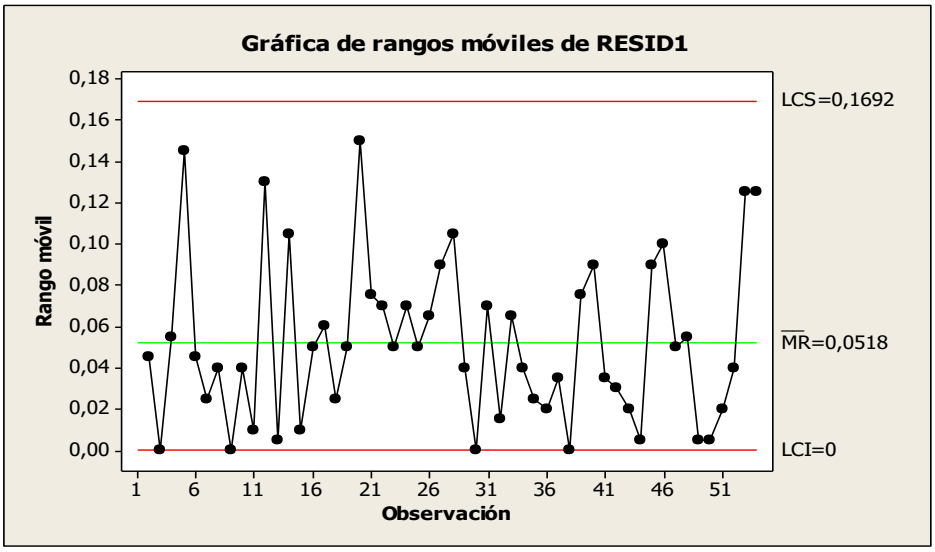


Figura 11: Gráfico de rangos móviles para verificar homogeneidad de varianzas

3.2.2.3.1.3. Independencia del error.

En este gráfico se puede observar que si existe independencia en los residuos es decir que hay un comportamiento totalmente aleatorio.

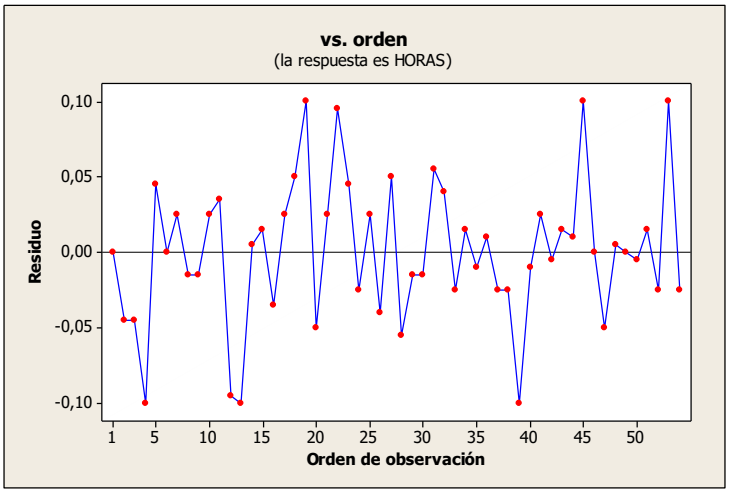


Figura 12: Gráfico de residuos vs orden para verificar independencia

3.2.2.3.1.4. Análisis de coeficiente de determinación múltiple.

El modelo propuesto captura con un R2=99,38% la variación de las horas para procesar un lote.

3.2.2.3.2. Elección de los niveles adecuados para disminuir las horas de producción por lote.

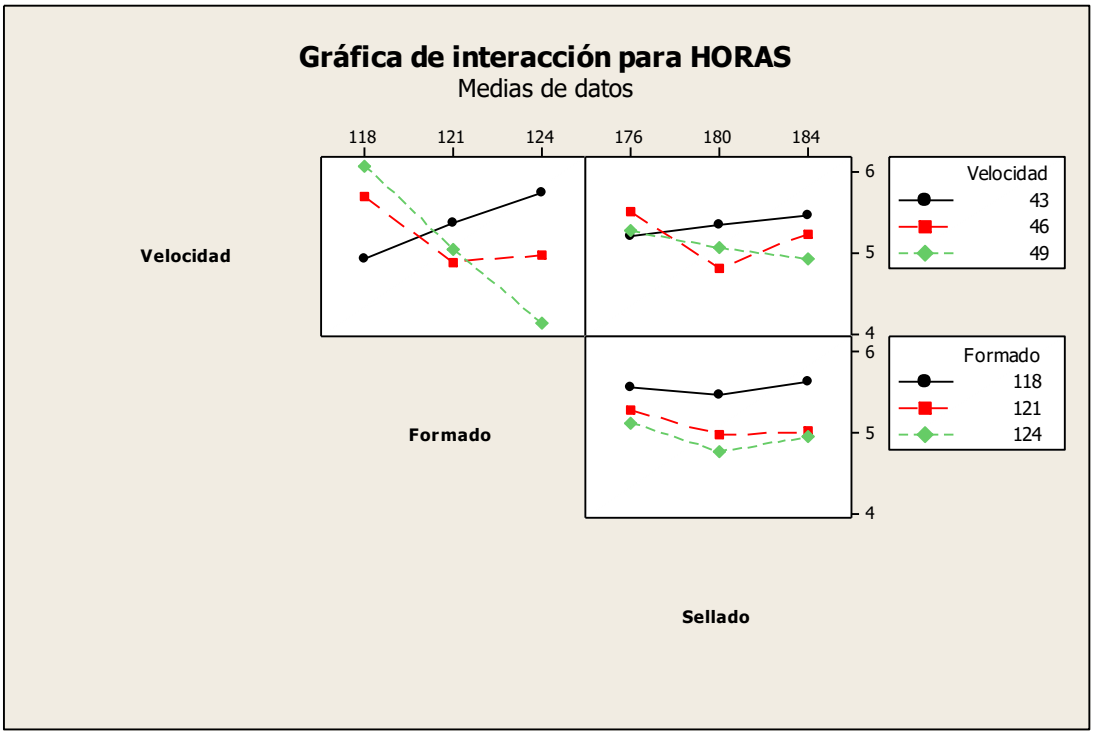


Figura 13: Gráfico de la triple interacción de los factores principales

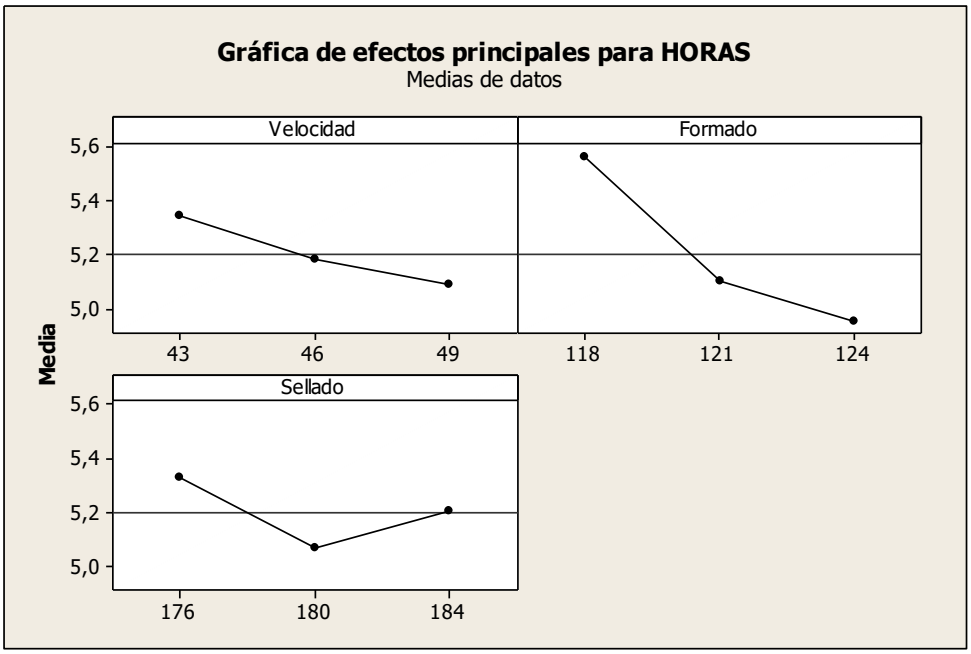


Figura 14: Gráfico de factores principales.

De las gráficas de efectos principales se puede observar cuáles serían los niveles más adecuados de operación y estos serían: Para el factor Velocidad el nivel seria 49, para el factor Temperatura de Formado el nivel seria 124ºC y para el factor Temperatura de Sellado el nivel seria 180ºC. Esta combinación provoca el menor número de horas por lote de producción cumpliendo con las especificaciones de calidad.

3.2.2.4. ACTUAR

Una vez que se ha encontrado los niveles adecuados de operación se debe proceder a comprobar la validez de los mismos para lo cual se debe realizar una toma de datos pero solo con los niveles previamente seleccionados. Esta etapa queda pendiente debido a que al equipo se le está acondicionando un alimentador de comprimidos y los tiempos varían debía a que el operador debe primero acoplarse al mismo.

3.3. Implementación

3.3.1. Implementación de instructivos de Limpieza y lubricación.

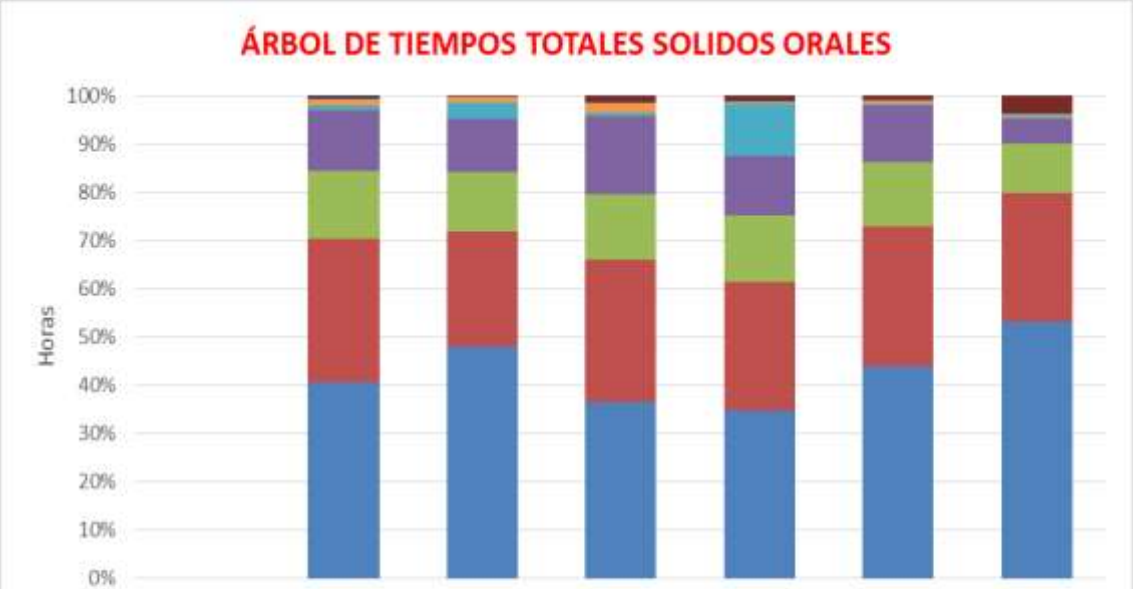
Una vez que se elaboraron los respectivos instructivos para cada una de las blisteras se procedió a divulgarlos a los operadores, explicándoles como se deben usar, además se iba recogiendo las ideas de mejora que ellos en su experiencia podían aportar al documento. Una vez que el instructivo fue revisado con el operador y este lo comprendió al 100% se procedió a subirlo al sistema de la compañía. Ver Anexos pág. 40 fig. 26

3.3.2. Implementación de planes de control para elaboración de los diferentes SKU's

Luego de realizar el diseño de experimentos y encontrar los parámetros de operación adecuados se procedió a realizar un documento para cada producto llamado ''Plan de control'' el mismo que fue entregado a cada blistera para que esté a disposición del operador cuando lo necesite. En este documento constan los parámetros de operación del equipo así como de las partes o formatos que se deben montar en el equipo para cada uno de los productos, además de esto se les recuerda actividades de limpieza básicas que deben realizar antes de empezar un proceso de blisteo así chequeos preventivos al dar continuidad a un proceso que ha empezado en otro turno. De esta forma todos los operadores trabajan de igual forma reduciendo así la variabilidad en el proceso. Ver Anexos pág. 41 y 42 fig. 27

3.4. Resultados.

Luego de que se concluyera con la implementación de las mejoras a inicios del mes de mayo, se comenzó a notar una mejoría en cuanto a reducción de horas de paros imprevistos lo que impacto positivamente en un aumento de productividad aumentando el volumen de unidades producidas al mes.



	ene.-15	feb.-15	mar.-15	abr.-15	may.-15	jun.-15	jul.-15
PRUEBAS	0	3,67	0	25,67	18,43	13,92	84,88
CAPACITACION	0	8,00	4,33	3,75	7,33	7,50	7,50
REUNIONES	0	15,33	26,03	49,33	12,58	16,33	12,20
MANTENIMIENTO	0	17,00	78,75	12,42	241,83	4,75	10,92
PAROS IMPREVISTOS	0	178,37	244,37	350,23	271,67	250,22	119,23
PAROS PROGRAMADOS	0	203,47	276,88	291,50	311,82	286,93	243,72
HORAS EFECTIVAS	0	428,22	528,05	636,25	590,75	620,68	633,57
HORAS DISPONIBLES	0	585,95	1073,58	790,85	777,58	943,67	1263,98

Figura 15: Árbol de tiempos de solidos luego de implementar mejoras

Figura 16: Total porcentaje de horas de paros imprevistos

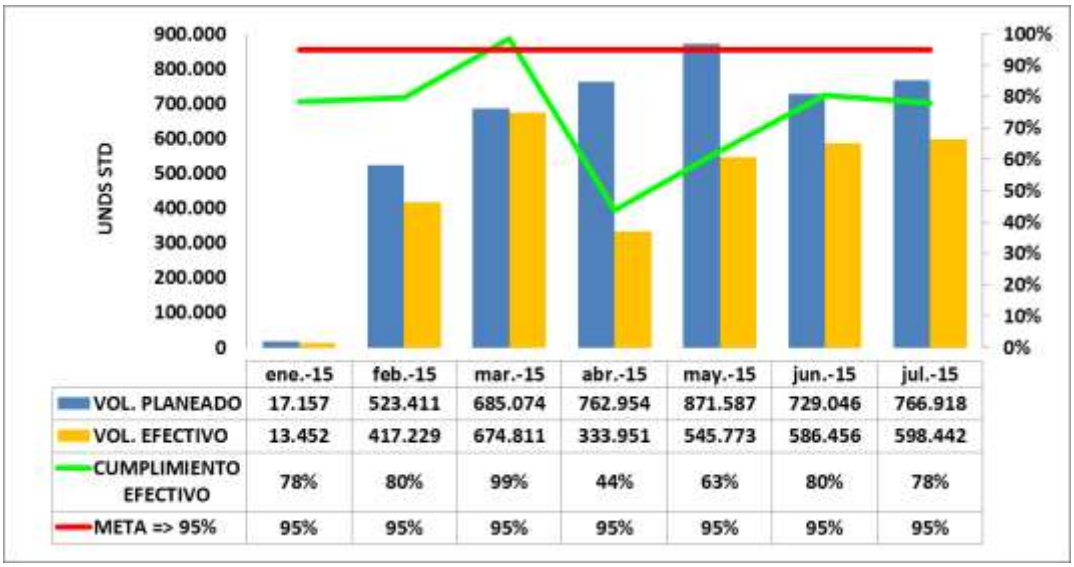


Figura 17: Cumplimiento de volumen mensual

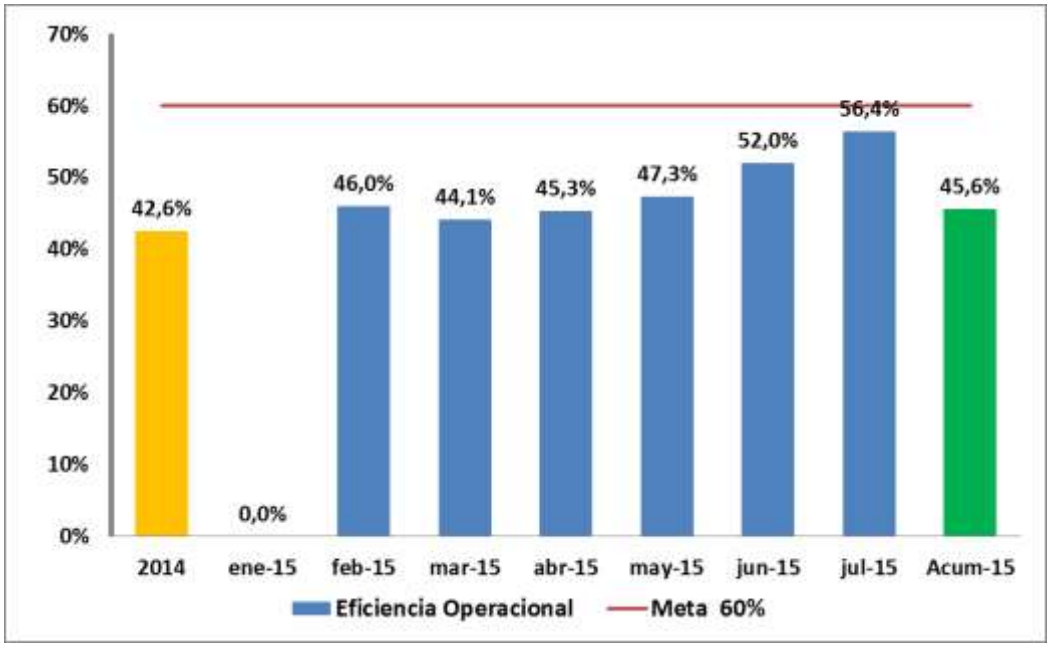


Figura 18: Cumplimiento de volumen mensual

CAPITULO 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

En este trabajo se desarrolló un modelo experimental para estandarizar los parámetros operacionales de una máquina blistera. Los factores utilizados fueron: 1) temperatura de sellado, 2) temperatura de formado y 3) velocidad del equipo.

Junto con el modelo se implementaron instructivos de limpieza y lubricación de la máquina, lo cual permitió un aumento en la eficiencia operacional del 11.1%, alcanzando así un aumento de la productividad en un 7.02%.

Si bien es cierto, el objetivo planteado al momento de formular el proyecto fue aumentar la productividad en un 25%, se considera que el aumento del 7.02% logrado al final del proyecto es

significativo en términos económicos, ya que evita multas por incumplimiento de pedidos. Al analizar las razones por las cuales no se alcanzó el objetivo, se logró determinar que se debió a la decisión de reducir los paros imprevistos cuando estos sólo representaban el 13.2% del total de tiempo perdido dentro de un mes.

Para continuar mejorando la eficiencia operacional y que por consiguiente el volumen de producción aumente, se recomienda analizar las pérdidas de tiempo asociadas a paros programados por mantenimiento.

Luego de reducir tiempos por paros programados, se recomienda realizar un análisis al área de fabricación, en especial a los aspectos relacionados con la planificación y control de la producción. Esto implica evaluar los problemas que enfrentan las diferentes áreas y como afecta el cumplimiento de los planes de producción dentro de los periodos definidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Durán, F. (2007). Ingeniería de Métodos. Guayaquil.
- Lopez, S. (2013). Diseño de experimentos . Guayaquil.
- Niebel, & Freivalds. (2004). Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. México: Alfaomega .

SOFTWARE UTILIZADO

- Minitab 16
- Microsoft Excel

ANEXOS

ABC	5 POR QUÉS	CÓDIGO:	
	PRODUCCIÓN	REVISIÓN:	
		FECHA:	

ANÁLISIS DE FENÓMENO

RESUMEN DE FENÓMENO	BAJA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE SOLIDOS ORALES

☑ Las Evidencias fueron cosntatadas en inspección y el análisis deberá proseguir.

X No fueron constatadas las evidencias en la inspección. El análisis está finalizado.

HERRAMIENTA 5 POR QUÉS

		1° POR QUÉ	2° POR QUÉ	3° POR QUÉ	4° POR QUÉ	5° POR QUÉ
ANÁLISIS	A	PORQUE NO SE PRODUCE EL VOLÚMEN REQUERIDO ☑	PORQUE EL TIEMPO EFECTIVO PARA PRODUCIR ES POCO ☑	PORQUE EXISTEN OTRAS ACTIVIDADES QUE ADSORBEN TIEMPO PRODUCTIVO ☑	UNAS PORQUE SON NECESARIAS PARA EL DESARROLLO CORRECTO DE LA PRODUCCIÓN Y OTRAS PORQUE SON FORTUITAS DEL PROCESO ☑	PORQUE SON PAROS IMPREVISTOS, LOS CUALES PUEDEN SER POR FALLA TÉCNICA, OPERACIONALES, DE CALIDAD Y ORGANIZACIONALES ☑
		CAUSA RAIZ:	GRAN CANTIDAD DE TIEMPO PERDIDO POR PAROS IMPREVISTOS			

Figura 19: Formato de herramienta de 5 por qué?

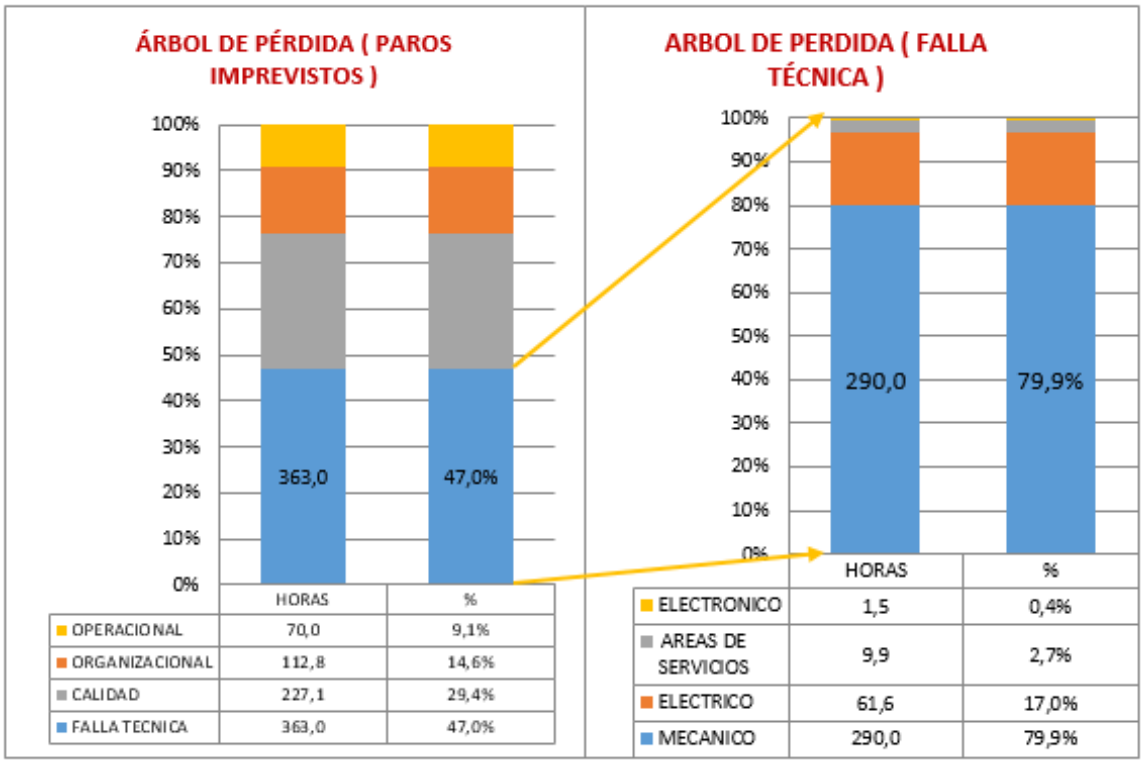


Figura 20: Desglose de horas de paros imprevistos por fallas técnicas.

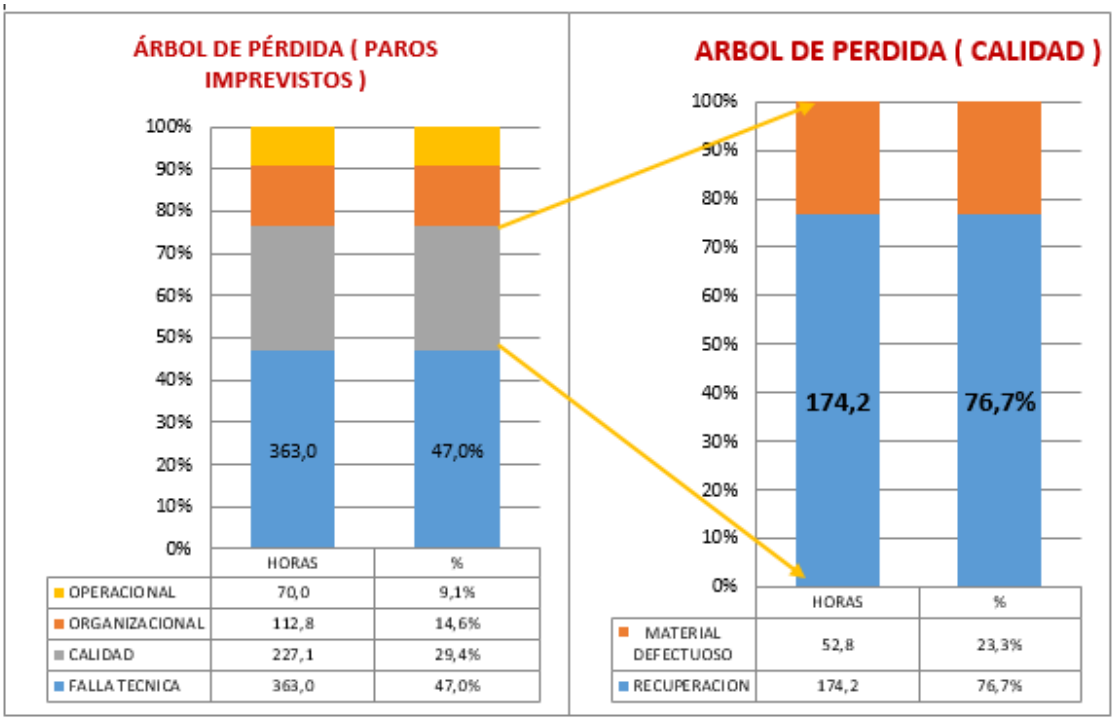


Figura 21: Desglose de horas de paros imprevistos por calidad

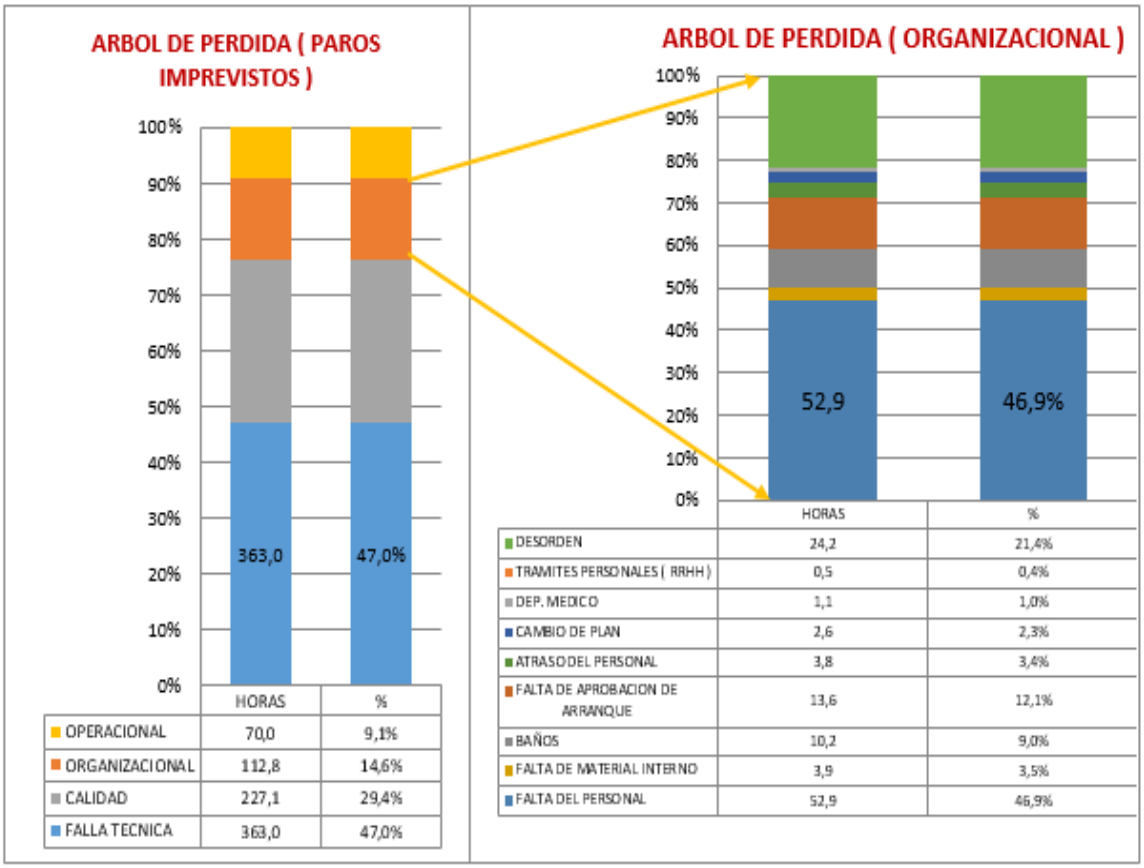


Figura 22: Desglose de horas de paros imprevistos por organizacional

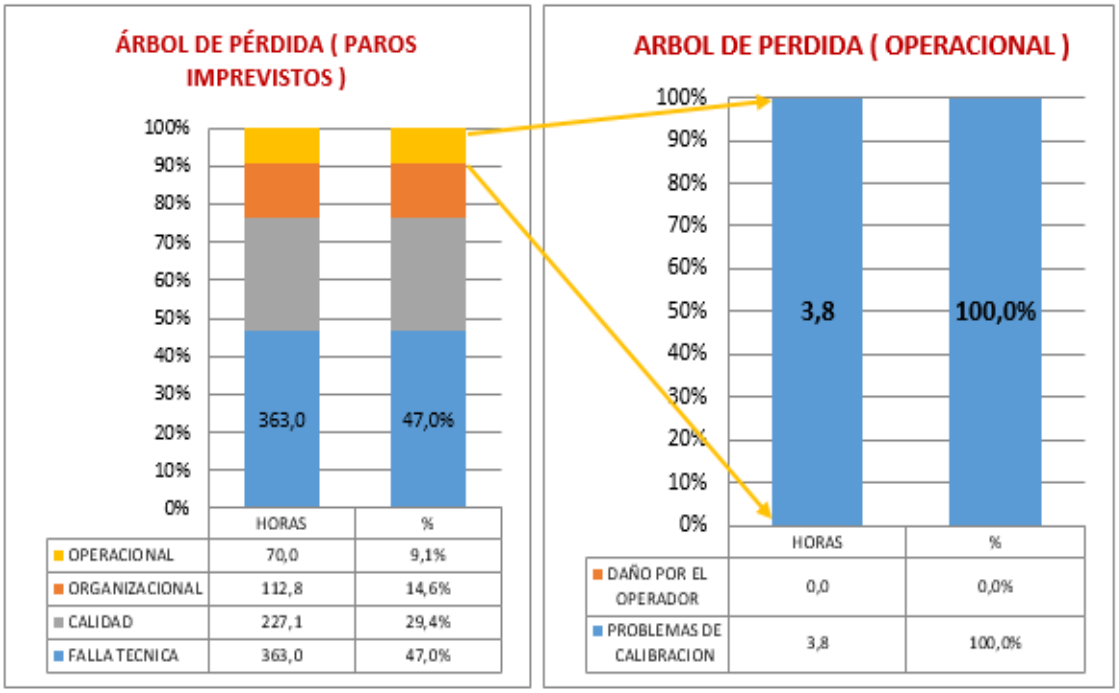


Figura 23: Desglose de horas de paros imprevistos por operacional

ABC	FORMATO 5W 2H	CÓDIGO:	
	PRODUCCIÓN	REVISIÓN:	
		FECHA:	

IDENTIFICACIÓN DE FENÓMENO

INTEGRANTES:	LUIS LOPEZ (PRODUCTIVIDAD.), ALEJANDRO RAMIREZ (PRODUCTIVIDAD), CHRISTIAN ACOSTA (COORDINADOR DE PROCESOS)

HERRAMIENTA 5W + 2H

CAUSA RAIZ DE 5 PORQUÉS		
GRAN CANTIDAD DE TIEMPO PERDIDO DEBIDO A PAROS IMPREVISTOS	1 - Who Quién?	OPERADORES
	2 - What Qué?	EL TIEMPO PERDIDO POR PAROS NO PROGRAMADOS IMPACTA DIRECTAMENTE EN UNA BAJA DE PRODUCTIVIVDAD YA QUE NO SE LOGRA PRODUCIR LO PLANEADO.
	3 - When Cuándo?	DESDE EL 2014 HASTA ABRIL 2015 EN CADA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA (CAMBIO DE LOTE)
	4 - Where Dónde?	EN ACONDICIONAMIENTO DE SOLIDOS EN LAS BLISTERAS
	5 - Why Por Qué?	POR UNA MALA CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA Y FALTA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÒN QUE EN CONJUNTO OCASIONAN DAÑOS EN EL EQUIPO.
	1 - How Cómo?	1.- NO SE INGRESAN LOS PARÁMETROS CORRECTOS DEL EQUIPO (TEMPERATURA Y VELOCIDAD) 2.- BLISTERS DEFECTUOSAS (MAL SELLADAS, MAL MOLFORMADO DE ALVÉOLOS, ETC.) 3.- PROBLEMAS MECÁNICOS O ELÉCTRICOS 4.- FALTA DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL EQUIPO
	2 - How Much Cuánto?	LA PERDIDA DE TIEMPO REPRESENTO 350,23 HORAS EN EL ÚLTIMO MES , DEJANDO DE PRODUCIR 429.003 UNDS APROX.
	ORDEN: CÓMO + QUÉ + DÓNDE + CUÁNDO + POR QUÉ + QUIÉN + CUÁNTO = FENÓMENO	

PROBLEMA	DEBIDO A UN INCORRECTO INGRESO DE PARÁMETROS EN EL EQUIPO Y A LA FALTA DE LIMPIEZA DEL MISMO, SE OBTIENE UN ALTO NÚMERO DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL ÁREA DE SOLIDOS ACONDICIONAMIENTO (BLISTEO) QUE VA DESDE EL 2014 HASTA ABRIL 2015 EN CADA CALIBRACIÓN QUE SE HA REALIZADO POR PARTE DEL OPERADOR, LO QUE REPRESENTA UN TOTAL DE 350,23 HORAS DURANTE EL ÚLTIMO MES DEJANDO ASÍ DE PRODUCIR 429.003 UNDS APROX.

Figura 24: Formato de herramienta de 5W + 2H

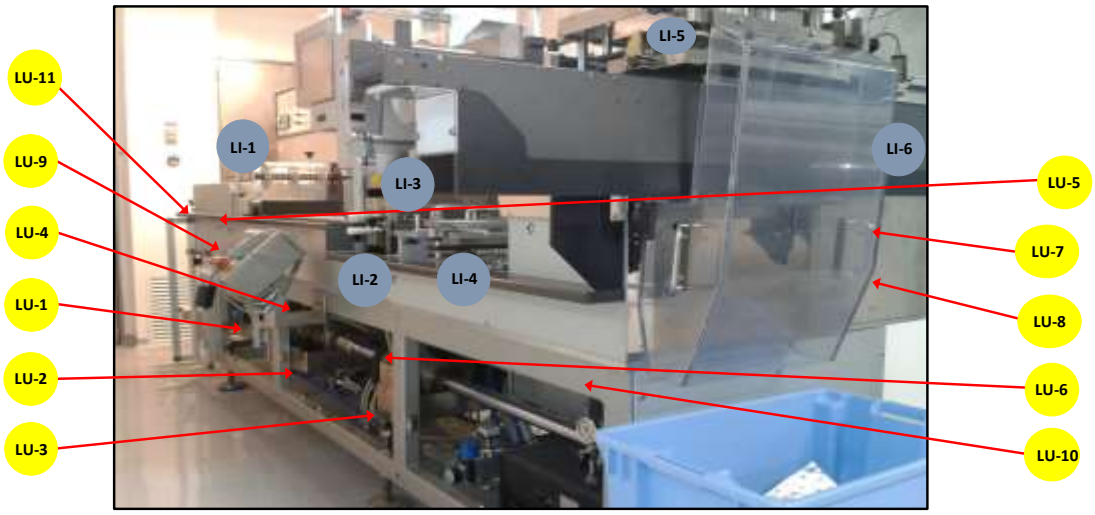
	Documento Nº	FOR.PS.06-1
	DOC. REL.:	INS.PR.SO.81

PUNTOS DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DE LA BLISTERA CAM

OBJETIVO: Definir las actividades de limpieza y lubricación en los diferentes puntos del equipo así como la frecuencia y el responsable acargo de esta actividad.

5	Puntos a limpiar

11	Puntos a lubricar



PUNTOS DE LUBRICACIÓN

Frecuencia: Último Sábado del mes **Responsable:** Operador

Materiales/herramientas: **Aceite SAE 90**

LU-1

Verificar el nivel de aceite de la bandeja de lubricación de las levas de la estación de formado.

LU-2

Verificar el nivel de aceite de la bandeja de lubricación de las levas del eje principal.

LU-3

Verificar el nivel de aceite de la bandeja de lubricación de las levas de la estación de sellado.

LU-4

Lubricar el tirante del sistema de traslación pinzas y cargador

LU-5

Lubricar eje de la resistencia inferior.

ϕ Materiales/herramientas: **Grasa multiproposito**

LU-6

Lubricar la cadena triple del eje principal.

LU-7

Lubricar poleas de transmisión lado máquina de la estación de corte.

LU-8

Lubricar cadena de transmisión lado máquina de la estación de corte

LU-9

Colocar grasa en los engrasadores de la estacion de formado.

LU-10

Colocar grasa en los engrasadores de la estacion de sellado.

LU-11

Colocar grasa en los casquillos del rodillo portabobina del material de formación.

PUNTOS DE LIMPIEZA

Frecuencia: Una vez por turno o al finalizar un lote **Responsable:** Operador

ϕ Materiales/herramientas: **Aire comprimido/ Wypall/ Cepillo de cerdas de bronce**

LI-1

Limpiar la matriz, cámara de soplado y placas calefactoras de la estación de formado con aire comprimido

LI-2

Limpiar las placas de la estación de sellado usando aire comprimido y cepillo de bronce

LI-3

Limpiar la placa de enfriamiento despues del sellado con un wypall

LI-4

Limpiar las cuchillas de la estación d precorte usando aire comprimido.

LI-5

Limpiar la matriz de la estación de corte usando aire comprimido.

Figura 25: Formato de instructivo de limpieza y lubricación

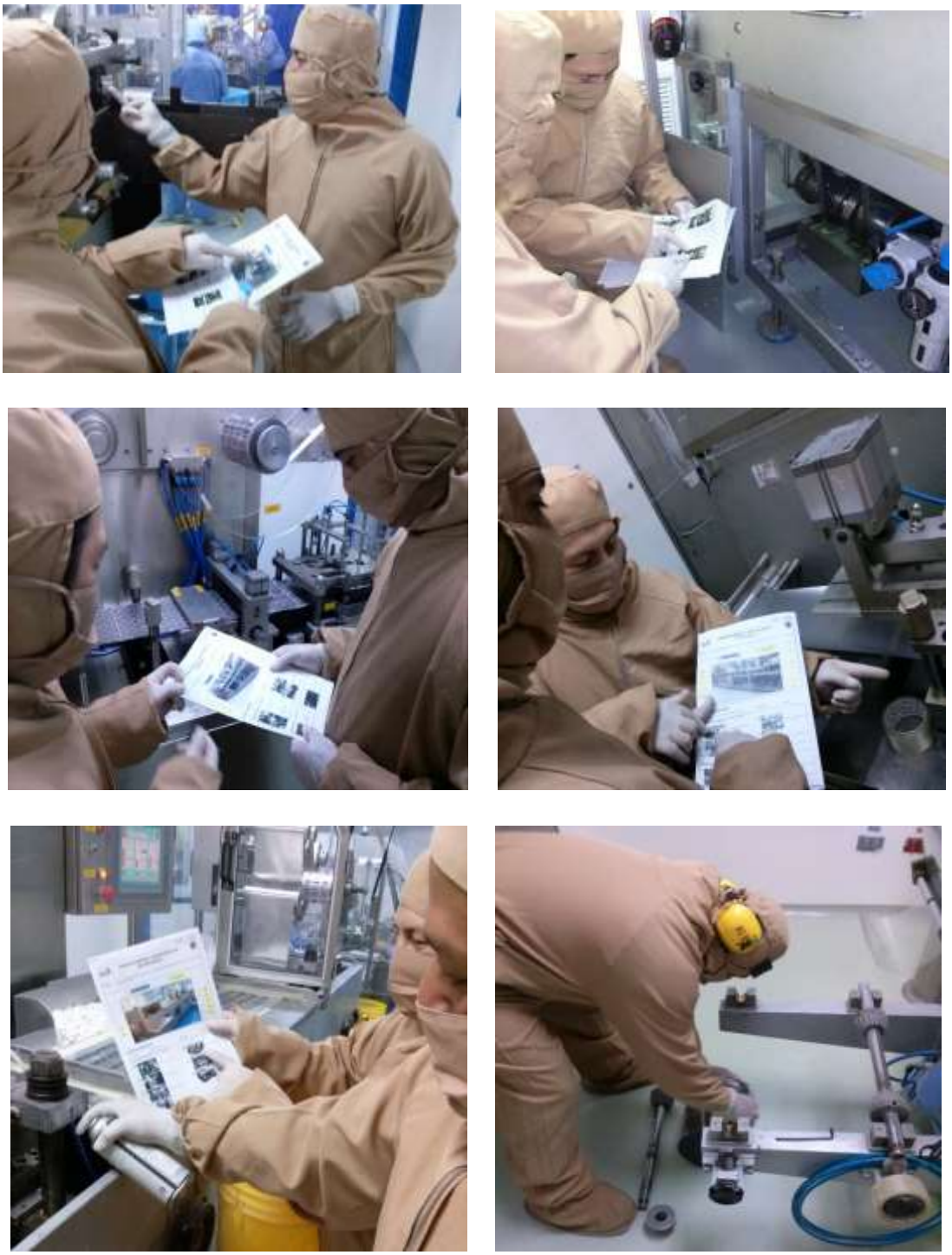


Figura 26: Implementación de los instructivos de limpieza y lubricación a los operadores de las blisteras.

PLAN DE CONTROL

PRODUCTO:	GLICEM 5MG X 100 TAB	Documento N°:	FOR.PS.
PROCESO: BLISTEO	EQUIPO: CAM	Documento Relacionado:	INS.PS.03

DETALLES GENERALES

CODIGOS DE ARTÍCULO QUE APLICA: PTO20158

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

BLISTERA CAM

Modelo:	**MC.094**	Año: 2006
Paso máximo:		**90mm**
Ancho máximo del material:		**286mm**
Profundidad máxima de formación:		**12mm**
Velocidad:		
Alimentación eléctrica:		**3x220v**
Consumo de agua:		**0,7 m³/h**
Consumo de aire:		**500 NL/min**
Nivel sonoro:		**75dB**
Peso aproximado:		**2100 Kg**
Ancho:		**1865mm**
Largo:		**4030mm**
Profundidad:		**1830mm**

SETTINGS/VARIABLES DEL PROCESO

Settings/Variables de Proceso	Mínimo	Objetivo	Máximo	Unidades	Fija / Móvil	Frecuencia	Responsable
Paso de energía	Cerrado	Abierto	Abierto	n/a	M	Inicio Proceso	Operador
Paso de agua	Cerrado	Abierto	Abierto	n/a	M	Inicio Proceso	Operador
Paso de aire	Cerrado	Abierto	Abierto	n/a	M	Inicio Proceso	Operador
Presión general del aire	90	n/a	100	Psi	M	Inicio Proceso	Operador
Temperatura de entrada de agua (Sist. Recirculación)	17	n/a	22	ºC	F	Inicio Proceso	Operador
Temperatura de salida de agua (Sist. Recirculación)	n/a	n/a	n/a	ºC	F	Cada cambio de producto	Operador
Temperatura estación de calentamiento superior/inferiror	122	123	124	ºC	M	Cada cambio de producto	Operador
Presión de aire estación de formado	60	65	65	Psi	M	Cada cambio de producto	Operador
Temperatura estación de sellado	189	191	193	ºC	M	Cada cambio de producto	Operador
Velocidad del equipo	31	33	35	gpm	M	Cada cambio de producto	Operador
Avance de la máquina	n/a	60	n/a	mm	F	Cada cambio de producto	Operador
Ancho del material base	n/a	213	n/a	mm	F	Cada cambio de producto	Operador
Distancia entre las placas de calentamiento (s=espesor de lámina)	s+0,15	n/a	s+0,2	mm	M	Cada cambio de producto	Operador
Distancia entre estación de calentamiento y estación de formado	n/a	0,5	n/a	mm	M	Cada cambio de producto	Operador
Calibrar pinza de arrastre #1	165	n/a	245	mm	M	Cada cambio de producto	Operador
Calibrar pinza de arrastre #2							
calibración de lixis						Cada cambio de producto	Operador

CARACTERISTICAS DEL FORMATO Y MATERIALES

FORMATO x 10 TAB OBLONGAS/CAPSULAS

Código	Descripción
PF2264	CAMPANA DE FORMADO
PF2264	PLACA DE FORMADO SUPERIOR
PF2264-1 VM-06-095-A-7	PLACA DE FORMADO INFERIOR
PF2264	PINZA DE ARRASTRE #2
PF2264-1	MESA CENTRAL
PF2264	GUIA DE LA MESA #1
PF2264	GUIA DE LA MESA #2
PF2264	PLANCHA DE SELLADO SUPERIOR
PF2264	PLANCHA DE SELLADO INFERIOR
PF2264-1	BASE DE LA PLACA DE ENFRIAMIENTO
PF2264	PINZA DE ARRASTRE #3
PF2264-1	GUIA DE LA PINZA DE ARRASTRE #3
PF2264-1	REGLETA DEL SENSOR
PF2264-1	PRECORTE HORIZONTAL
PF2264	GUIA DEL PRECORTE
PF2264	GUIA DE LA PINZA DE ARRASTRE #4
PF2264	PINZA DE ARRASTRE #4
PF2264-2	PRECORTE VERTICAL
PF2264	TROQUEL
PF2264	POLEA

MATERIALES

Código	Descripción
ALO21158	ALU IMP 211 BI-GLICEM 5MG TAB
PVC00020	PVC 213 mm BLANCO

CONSUMOS

Código	Para 10000 Blisters	Para 10000 Un PT
ALO21158	6,50 Kg	19,5 Kg
PVC00020	25,51 Kg	76,53 Kg

ACTIVIDADES DE HOUSEKEEPING		
Actividad	**Frecuencia**	**Responsable**
Limpieza de las placas de formado	Una vez por turno	Operador
Limpieza de la estación de carga	Una vez por turno	Operador
Eliminar exceso de polvo de las tabletas	Una vez por turno	Operador
Cepillar y limpiar las placas de sellado	Una vez por turno	Operador
Limpiar estación de codificado	Una vez por turno	Operador
Limpiar las placas de enfriamiento	Ultimo sábado del mes	Operador
Limpiar la estación de corte	Una vez por turno	Operador

CHEQUEOS PREVENTIVOS		
Descripción	**Frecuencia**	**Responsable**
Revisar la posición de las guías de lámina en la estación del desbobinador	Inicio del proceso	Operador
Revisar la posición del sensor de presencia de lámina en la estación del desbobinador	Inicio del proceso	Operador
Verificar la separación de placas de calentamiento	Inicio del proceso	Operador
Verificar los empates de lámina	Durante el proceso	Operador
Verificar la posición del rodillo templador antes del sellado en la estación de desbobinador de aluminio	Una vez por turno	Operador
Verificar temperatura de entrada y salida de agua del sistema de enfriamiento	Una vez por turno	Operador
Verificar la presión de entrada y salida de agua del sistema de enfriamiento	Una vez por turno	Operador
Verificar que no pasen blisters defectuosas	Durante el proceso	Operador

Figura 27: Formato de Plan de control que contiene los parámetros hallados en el diseño de experimentos.