



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CUERO LISO NEGRO EN UNA CURTIEMBRE DE TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Autoras:

Bach. Karla Sofia Margarita Chavez Romero

Bach. Maria Isabel Sanchez Julca

Asesor:

Mg. Rafael Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres, porque nada de esto hubiese sido posible sin su apoyo constante, ejemplo de superación, confianza y amor, a toda mi familia como tributo al cariño constante y aprecio que siempre me han demostrado a través de los años, y finalmente dedicado a mi futura familia, quienes espero puedan ver este logro como suyo también.

Karla Sofía Margarita Chávez Romero

A Dios, por darme la vida, fortaleza en los momentos de dificultad y permitirme el haber llegado hasta el momento tan importante de mi etapa profesional. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. Por su apoyo incondicional, por la confianza y los buenos consejos. A mi hermana, por estar siempre presente, acompañándome y dándome su apoyo moral. A mi Hijo Mateo, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y cumplir mis objetivos. ¡Gracias por todo, los amo!

María Isabel Sánchez Julca

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a Dios por todas las experiencias que me ha permitido vivir a fin de crecer personal y profesionalmente, también es especial para mí agradecer a mis padres por todo su soporte en este proceso, quienes nunca dudaron de mí y me brindaron toda su confianza a ojos cerrados. Finalmente, me resulta importante agradecer a mis hermosas hermanitas, toda mi familia y mis grandes amigos durante la etapa universitaria, quienes jugaron un rol muy importante para tener este logro en mi vida.

Karla Sofía Margarita Chávez Romero

Quiero agradecer a Dios porque me permitió cumplir mis objetivos, gracias a ti esta meta esta cumplida. A mi familia, por su apoyo incondicional, por la paciencia y la comprensión. A mi asesor Mg. Rafael Castillo, por su dedicación, tiempo y paciencia que me ayudó a concluir esta investigación. A todas las personas que siempre estuvieron presentes durante esta etapa profesional brindándome su apoyo moral.

María Isabel Sánchez Julca

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	34
1.3. Objetivos.....	34
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	34
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	34
1.4. Hipótesis.....	34
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	35
2.1. Tipo de investigación.....	35
2.2. Población.....	35
2.3. Muestra.....	35
2.4. Materiales, instrumentos y métodos.....	36
2.4.1. <i>Materiales</i>	36
2.4.2. <i>Instrumentos</i>	36
2.4.3. <i>Métodos</i>	36
2.5. Procedimiento.....	38
2.5.1 <i>Procedimiento de investigación científica</i>	38
2.5.2 <i>Procedimiento de obtención de datos</i>	39
2.5.3 <i>Procedimiento de análisis de datos</i>	39
2.5.4 <i>Aspectos éticos.</i>	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	40
3.1. Diagnóstico de la situación actual.....	40
3.2. Propuesta de solución.....	64
3.3. Evaluación Económica.....	93
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	100
4.1. Discusión.....	100
4.2. Conclusiones.....	102
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comportamiento de las Exportaciones de Cuero y Pieles.....	14
Tabla 2: Concentración de las empresas productoras de calzados	15
Tabla 3: Formato para el cálculo del MRP.....	26
Tabla 4: Métodos de recolección de datos.....	36
Tabla 5: Métodos de análisis de datos	37
Tabla 6: Priorización de las causas raíces..	42
Tabla 7: Indicadores actuales y metas	44
Tabla 8: Estaciones del proceso de producción.....	45
Tabla 9: Resultados de mapeo flujo de valor actual.....	46
Tabla 10: Demanda insatisfecha por falta de planificación de la producción.	48
Tabla 11: Producción total de la Curtiembre.....	49
Tabla 12: Porcentaje de pago correspondiente a horas extra por día	50
Tabla 13: Pérdidas por horas extra en la falta de planificación de la producción	50
Tabla 14: Resumen de pérdidas respecto a las causas raíces CR4P Y CR3P.	52
Tabla 15: Producción de Cuero	53
Tabla 16: Precio Venta del cuero liso Negro – Flother Negro	53
Tabla 17: Pérdidas por falta de capacitación de operarios en el área de producción	55
Tabla 18: Indicadores de mantenimiento actuales de los equipos de producción.....	56
Tabla 19: Información de la empresa Curtiembre.	58

Tabla 20: Registro de compra de repuestos para el mantenimiento de las máquinas.....	59
Tabla 21: Pérdidas por paradas inesperadas respecto de la producción del cuero liso negro	61
Tabla 22: Costo del mantenimiento externo.....	63
Tabla 23: Propuestas de solución	64
Tabla 24: Producción anual de la Curtiembre	65
Tabla 25: Data histórica de la producción de cuero liso negro.	66
Tabla 26: Resultados de mapeo flujo de valor actual.....	67
Tabla 27: Resultados de mapeo flujo de valor actual.....	68
Tabla 28: Producción esperada después de las mejoras	71
Tabla 29: Datos para realizar la proyección	71
Tabla 30: Pronóstico para los últimos 4 meses	72
Tabla 31: Lista de Materiales para la producción de un lote de cuero liso negro	73
Tabla 32: Maestro de materiales.....	74
Tabla 33: Ordenes de aprovisionamiento	76
Tabla 34: Porcentaje de demanda satisfecha con las mejoras	78
Tabla 35: Reducción de las horas extra	78
Tabla 36: Pérdida total luego de la propuesta de mejora.....	79
Tabla 37: Pérdida total luego de la propuesta de mejora.....	79
Tabla 38: Pérdida por la falta de capacitación con las mejoras.....	80

Tabla 39: Tabla resumen del % del cumplimiento y no cumplimiento de las máquinas	82
Tabla 40: Indicadores actuales de mantenimiento.....	82
Tabla 41: Fallas significativas de los equipos	84
Tabla 42: Tabla resumen de causas potenciales más significativas	85
Tabla 43: Tabla resumen de efectos potenciales más significativo.....	86
Tabla 44: Máquinas críticas.....	87
Tabla 45: Máquinas semi críticas	87
Tabla 46: Máquinas no críticas.....	87
Tabla 47: Plan de Mantenimiento de los equipos críticos	88
Tabla 48: Pérdida con la propuesta de mejora.....	89
Tabla 49: Indicadores de mantenimiento luego del RCM.....	91
Tabla 50: Pérdida por mantenimiento externo con las mejoras.....	92
Tabla 51: Inversión para el desarrollo del MRP	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción mundial del cuero.....	13
Figura 2: Participación de la industria del calzado en el PBI (2006-2016).....	15
Figura 3: Esquema del funcionamiento de un sistema MRP.....	24
Figura 4: Representación de VSM.....	33
Figura 5: Procedimiento de investigación científica	38
Figura 6: Procedimiento de obtención de datos.....	39
Figura 7: Procedimiento de análisis de datos	39
Figura 8: Diagrama de Ishikawa del área de producción de la empresa Curtiembre	40
Figura 9: Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento de la empresa Curtiembre	41
Figura 10: Diagrama de Pareto de las causas raíces de los altos costos operativos.	43
Figura 11: VSM antes de la mejora de la línea de producción de cuero liso negro en la Curtiembre	47
Figura 12: Procedimiento de Value Stream Mapping	65
Figura 13: VSM mejorado de la línea de producción de cuero liso negro en la Curtiembre	69
Figura 14: Procedimiento de la planificación de la producción	70
Figura 15: Gráfico de dispersión	72
Figura 16: Procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	81
Figura 17: Resultados del número de prioridad de riesgo.....	86
Figura 18: Pérdidas antes y después de la mejora de la CR4P y CR3P	94

Figura 19: Pérdidas antes y después de la mejora de la CR1P	95
Figura 20: Pérdidas antes y después de la mejora de la CR6M.....	95
Figura 21: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr6P	96
Figura 22: Reducción de los costos operativos	96

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Demanda insatisfecha por falta de planificación de la producción	48
Ecuación 2: Pérdida directa de horas extras por falta de planificación de la producción. ..	50
Ecuación 3: Producción perdida por falta de capacitación.....	53
Ecuación 4: Pérdida directa por falta de capacitación.....	54
Ecuación 5: Lucro Cesante	54
Ecuación 6: Pérdida de producción por paradas de máquinas inesperadas	59
Ecuación 7: Pérdida directa por paradas de máquinas inesperadas.....	60

RESUMEN

En el presente trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento sobre los costos operativos en la línea de producción de cuero liso negro en una curtiembre de Trujillo.

Se realizó el diagnóstico del estado actual del área de producción y mantenimiento identificando los siguientes problemas: la falta de un adecuado balance en la línea de producción, la ausencia de planificación de la producción, la falta de capacitación al área de producción, la falta de mantenimiento de los equipos de producción y la falta de capacitación al área de mantenimiento. Cabe mencionar que inicialmente se tuvo una pérdida anual de S/. 189,138.

Se desarrolló la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento la cual consistió en la aplicación de: VSM, balance de Línea, MRP, programa de capacitación para el área de producción, Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y un programa de Capacitación para el área de mantenimiento. Cabe mencionar que estas mejoras permitieron tener un ahorro anual de S/. 56,708..

Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento de la empresa Curtiembre con un horizonte de tiempo de 1 año, obteniendo como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/10,260, TIR de 37.6%, B/C de 1.8 y un PRI de 18.2 meses.

Palabras clave: Producción, mantenimiento, costo operativo.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the impact of the improvement proposal in the production and maintenance areas on operating costs in the black smooth leather production line in a tannery in Trujillo.

The diagnosis of the current state of the production and maintenance area was carried out, identifying the following problems: the lack of an adequate balance in the production line, the absence of production planning, the lack of training in the production area, the lack of maintenance of production equipment and lack of training in the maintenance area. It is worth mentioning that there was an annual loss of S / . 189,138.

The improvement proposal was developed in the production and maintenance areas, which consisted in the application of: VSM, Line balance, MRP, training program for the production area, Reliability-Centered Maintenance (RCM) and a program of Training for the maintenance area. It is worth mentioning that these improvements allowed an annual saving of S / . 56,708 ..

The economic evaluation of the improvement proposal in the production and maintenance area of the Tannery company was carried out with a time horizon of 1 year, obtaining as a result that the project is PROFITABLE, since a VNA of S / 10,260 was obtained, TIR of 37.6%, B / C of 1.8 and a PRI of 18.2 months.

Keywords: Production, maintenance, operating cost.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día, las personas demandan productos hechos a base de cuero, tales como calzado, casacas, correas, entre otros. Esto ha generado que el consumo de estos productos incrementa año tras año, aumentando la rentabilidad económica de las empresas productoras de cuero.

Tanto es así que los países emergentes y en desarrollo, cuentan con las herramientas para gestionar en su totalidad la cadena de suministro y se convertirán rápidamente en los proveedores más importantes de productos acabados con valor añadido. Por ejemplo, el 45% del calzado se fabrica en China. La cadena de suministro es mundial y la mayor parte del comercio se realiza en las direcciones Sur-Sur y Sur-Norte. (ITC, 2018).

La situación actual del mercado internacional de la piel se ve reflejada gráficamente y nos menciona que el 40% de la producción de cuero se centra en Asia. (FAO, 2016).

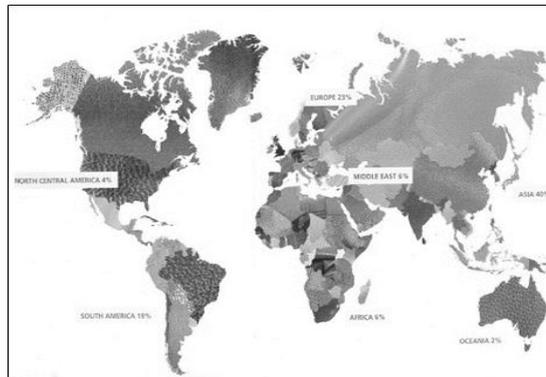


Figura 1. Producción mundial del cuero.
Fuente: FAO, 2016

Cámara Industrial de Manufacturas del Cuero y Afines de la República Argentina (CIMA). Por el aumento de importaciones y la caída del consumo, el año pasado cerraron 39 empresas del rubro y se produjeron más de 1 000 despidos en el sector.

Asimismo, la participación de las importaciones de cuero de la India representa el 2% del total de las importaciones peruanas de cuero y productos de cuero. (ITP, 2017).

Según cifras del Centro de Innovación Tecnológica del cuero, calzado e industrias conexas, se presenta los últimos datos obtenidos por la SUNAT para nuestro país, lo cual nos muestra en el siguiente cuadro la producción del cuero de enero a julio del 2016 y 2017 en donde se ve el crecimiento y evolución de esta industria.

Tabla 1.
Comportamiento de las Exportaciones de Cuero y Pieles

AÑO MES	2016		2017		VAR % 16-17	
	CANTIDAD	FOB	CANTIDAD	FOB	CANTIDAD	FOB
<i>Enero</i>	661.304	5 230.962	372.016	3 227.945	-44%	-38%
<i>Febrero</i>	730.416	5 230.962	235.456	963.909	-68%	-83%
<i>Marzo</i>	284.902	1 962.949	46.897	629.990	-84%	-68%
<i>Abril</i>	477.945	4 661.780	239.845	995.450	-50%	-79%
<i>Mayo</i>	225.893	2 969.094	84.220	1 053.083	-36%	-65%
<i>Junio</i>	225.893	2 969.094	99.329	826.932	-39%	-61%
<i>Julio</i>	163.319	1 079.253	65.153	2 042.734	-78%	89%
TOTAL	2 845.282	23 542.299	1 142.916	9 740.043	-60%	-59%

Fuente: Boletín Informativo, 2017

Asimismo, las exportaciones de calzado de cuero del Perú experimentaron en el 2016 un crecimiento de 12.5% respecto al año anterior, alcanzando un volumen de US\$ 7 millones, producto que puede satisfacer los gustos de los consumidores norteamericanos. (ITP, 2017).

La industria del calzado peruano en el 2016 aportó al PBI un 0.4% con S/ 2 097 millones, con respecto al 2007 la industria del calzado se incrementó en 175%. En el 2016 la industria del calzado incrementó S/ 82 millones, lo cual representa una tasa de crecimiento de 4.1% con respecto al 2015. (BCR, 2017).

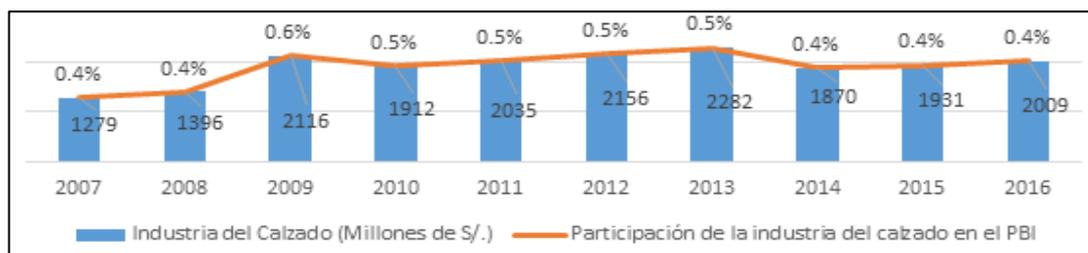


Figura 2. Participación de la industria del calzado en el PBI (2006-2016). Fuente: BCRP, 2017

SNI (2017), nos da a conocer la concentración de empresas productoras de calzado por departamento, siendo Lima la cual ocupa el primer lugar concentrando el 42.2% de los fabricantes de calzado, en segundo lugar, se encuentra el departamento de la Libertad teniendo como su principal representante a la ciudad de Trujillo con 27.2%, seguido de Arequipa con 9.4% y Junín (Huancayo) 3.5%.

Tabla 2.

Concentración de las empresas productoras de calzados

DEPARTAMENTO	CONCENTRACIÓN	Nº EMPRESAS
Lima	42.2%	1 589
La Libertad (Trujillo)	27.2%	1 024
Arequipa	9.4%	354
Junín (Huancayo)	3.5%	132
Otros	17.7%	666
Total	100%	3 765

Fuente: SNI, 2017

La ciudad de Trujillo es conocida como la capital del calzado, debido a la gran cantidad de productores artesanales y empresas industriales, es por esto que surge la necesidad de producir cuero en cantidad que puedan abastecer el nivel de producción de la ciudad.

Desde este punto de vista, las curtiembres buscan captar clientes para ofrecer sus productos diferenciados con el valor añadido de la calidad, ya que estas se encargan del proceso productivo a través del cual la piel debe pasar para terminar como cuero de calidad.

Como es el caso de la empresa de Curtiembre que desarrollaremos a continuación, con más de siete años en el competitivo rubro de las curtiembres la cual tenía los siguientes problemas que impactaban directamente en los costos operativos.

La falta de un adecuado balance en la línea de producción generó que se tenga un lead time de 9 días y ocasionó una eficiencia en la línea de producción de 52%.

La ausencia de planificación de la producción ocasionó que se tenga un porcentaje de demanda satisfecha de 83.3% lo que a su vez generó una pérdida anual de S/. 54,130.00.

La falta de capacitación al área de producción generó que los operarios hagan operaciones inadecuadas que generaban que el producto final no cumpla las condiciones que le cliente exigió, lo que generó una pérdida anual de S/.41,06100.

La falta de mantenimiento de los equipos de producción generó que en el transcurso de un año se tenga una pérdida anual por lo paros no programados de S/.78,770.00.

Y por último la falta de capacitación al área de mantenimiento ocasionó que el personal de mantenimiento no pueda dar solución a algunas fallas, es por ello que se generó un costo por mantenimiento externo de S/.15,177.00.

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Espín (2018). Universidad Técnica de Ambato, en su tesis titulada “El RCM(mantenimiento centrado en la confiabilidad) de los equipos del área húmeda y de acabados del cuero de la empresa tenería Díaz cía. Ltda.”, tuvo como principal objetivo el desarrollo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad y los protocolos de gestión de la misma, tanto para la maquinaria y equipos de la zona húmeda como la de acabados del cuero de la empresa Tenería Díaz Cía. Ltda. Para ello utilizó como herramientas el AMEF y el plan de mantenimiento.

Al aplicar ambos estudios y unificarlos para su análisis final, se detectó un total de 48 subsistemas con alto riesgo y 4 con reducción deseable, y al reagruparlos se obtienen 5 máquinas con un nivel de criticidad elevado, por lo cual se desarrolló los planes de mantenimiento preventivo de los mismos: máquina descarnadora, máquina raspadora grande, pigmentadora de rodillos, máquina molliza y fulones en general; generando los documentos respectivos, con la finalidad de mejorar sustancialmente la capacidad productiva de la empresa y prolongar la vida útil de los equipos estudiados.

Guzmán (2019). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de implementación de VSM y MRP, para reducir los altos costos operativos de la línea de producción de cuero graso en la empresa curtiembre ecológica del norte E.I.R.L.”, tuvo como objetivo general reducir los costos operativos de la línea de producción de cuero graso. Se utilizó como herramientas de mejora el VSM, Balance de Linea y el MRP. Como resultado de la implementación del MRP se logró reducir de 73 a 65.19 horas hombre, se redujo el costo de persecución de S/. 246,861.15 a S/. 227,871.83, se mejoraron los órdenes de aprovisionamiento (el lead time se redujo de 15 días a un día de llegada), aplicando el balance de línea se aumentó la eficiencia de la planta de 28% a 52%, permitiendo así aumentar la utilidad mensual de S/. 6,787.20 a S/. 8,114.64. Con la implementación del VSM se obtuvieron como resultados una mejora de 14.24% en el tiempo de reprocesos y se redujo el tiempo extra en 81.03% (de 353.70 a 67.10 min); con dicha disminución de tiempo extra se logró un ahorro de S/. 711.91 mensuales. Gracias a la gestión de talento humano, se desarrolló un plan de capacitación, logrando disminuir la carga laboral en 43% en los reprocesos de pieles y cueros, reduciendo la pérdida inicial de S/. 6,723.57 a S/. 3,839.01.

Zegarra (2017). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en los procesos de pelambre y curtido para reducir los costos operacionales de la curtiembre Chimu Murgia Hnos S.A.C.”, tuvo como objetivo general reducir los costos operacionales mediante la propuesta de mejora en los procesos de pelambre y curtido de la empresa CURTIEMBRE CHIMU MURGIA HNOS S.A.C. Se utilizó como herramientas de mejora: MRP II, procedimientos para la evaluación de proveedores y la capacitación, que ayudará a mejorar la gestión de Producción. Se determinó que los altos costos operativos se redujeron por la implementación de las propuestas de mejora, en un total de S/846,848.52 7, además se determinó que se mejoró la productividad en la en un 27%, es decir 728,950.00 pieles/ trabajador y también se incrementó la rentabilidad en en 20.07 soles respecto al último año, es decir en ventas netas.

Aquino y Villena (2017). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente para reducir los costos operativos de la empresa Curtiduría Orión S.A.C”, tuvo como objetivo general reducir los costos operativos mediante una propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente a la empresa curtiduría Orión S.A.C dedicada a la producción de cueros. Se utilizó como herramientas de mejora: Lean Manufacturing, plan de mantenimiento preventivo y un plan de manejo ambiental. Con estas mejoras se logró reducir los costos operativos mediante las propuestas de mejora a los procesos de producción y medio ambiente, en los cuales se emplearon la herramienta del lean manufacturing logrando ahorrar S/. 22,430.60 soles anuales por cada cambio de lote, también se propuso un plan de mantenimiento preventivo llegan a ahorrar S/. 51,954.42 soles anuales y finalmente se aplicó el plan de manejo ambiental operativo llegan a obtener un beneficio de recuperación de venta de carnaza en un 20%,

disminución de consumo de agua en un 20% y a la vez evitar la multa de 75 UIT plantea por la OEFA.

Rocío (2016). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora de procesos en la línea de producción del cuero de la empresa representaciones y curtiembre San José E.I.R.L para incrementar los niveles de productividad”, tuvo como objetivo general incrementar la productividad en la curtiembre. Se recurrió a utilizar herramientas de Ingeniería de Métodos como: diagramas de proceso, análisis de operaciones, mantenimiento preventivo, 5’S y capacidad de producción. Con estas mejoras se llegó a la conclusión de que efectivamente al mejorar los procesos en la línea de producción del cuero en la empresa Representaciones y Curtiembre San José E.I.R.L, se incrementó los niveles de productividad.

Martínez y Contreras. (2018). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento, para incrementar la rentabilidad de la curtiembre latina EIRL”, tuvo como objetivo general hacer una propuesta de mejora en la gestión de producción y mantenimiento que impacte positivamente en la rentabilidad de la curtiembre Latina E.I.R.L. Utilizando las siguientes técnicas y herramientas para su mejora: MRP, Kanban, 5S, capacitación ,plan de mantenimiento preventivo, 5S y el método ABC. Esta tesis concluye: La propuesta significa un ahorro anual de S/46,720, un TIR de 50,74% y un Beneficio Costo de 1.19, es decir por cada sol se gana 0.19 soles.

1.1.1. Base Teórica

a. Balance de Línea

El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para la gestión de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como lo son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción (Salazar, 2019).

El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

- Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).
- Continuidad: Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso (Salazar, 2019).

b. Indicadores Económicos

- Definición de VAN

También llamado VAN económico. Es el valor creado por el proyecto en un periodo determinado.

Cómo se calcula:

Descontando los flujos de caja libre al WACC.

Cómo se interpreta:

Un VAN del proyecto, descontado a un WACC del 10%, igual a 10 millones de euros, significa que el proyecto genera una rentabilidad del 10% anual que es la media ponderada de lo que los accionistas y suministradores de deuda exigen por su apoyo y financiación, más 10 millones de euros valorados en euros del momento cero, ya que son cantidades que han sido actualizadas a ese momento temporal. Una vez retribuidos accionistas y prestamistas según las tasas exigidas, los 10 millones de euros de VAN es la cuantificación de la creación. (Ortega, 2013)

Valores de VAN

1. VAN del proyecto > 0

El proyecto crea valor. Desde el punto de vista del modelo, el proyecto debe aceptarse, ya que genera una rentabilidad igual a la tasa de descuento utilizada, el WACC, más un plus valorado en unidades monetarias del momento actual que se corresponderá con el valor que tome el VAN y que servirán para la devolución y retribución de la deuda y para el pago al accionista. (Ortega, 2013)

2. VAN del proyecto < 0

El proyecto destruye valor. En este caso el proyecto debería rechazarse ya que no genera la rentabilidad que se le exige para retribuir a accionistas y devolver y retribuir igualmente la deuda que los suministradores de la misma han aportado.

3. VAN del proyecto= 0

El proyecto no crea ni destruye valor. El proyecto genera una rentabilidad exactamente igual a la tasa de descuento utilizada, en este caso el WACC. Su aceptación o no dependerá de lo seguros que estemos tanto en estimación de los flujos de caja previsto, como de la tasa de descuento. Incluso cualquier variación a la baja de los primeros o al alza del segundo, podría dar al traste con el cumplimiento de las tasas exigidas. (Ortega, 2013)

- **Definición de TIR**

Indica la rentabilidad en términos porcentuales que genera el proyecto para el accionista en un periodo determinado, después de haberse devuelto y retribuido convenientemente la deuda.

Cómo se calcula:

Partiendo de los flujos de caja para el accionista que genere el proyecto.

Cómo se interpreta:

Una TIR del accionista igual al 10%, significa que el proyecto genera un 10% anual de rentabilidad para el accionista. (Ortega, 2013)

Valores de la TIR:

1. TIR del accionista > K_e

Deberíamos aceptar la inversión, ya que la rentabilidad del accionista está por encima del coste del equity, es decir de la rentabilidad mínima exigida por el accionista.

2. TIR del accionista < K_e

Deberíamos rechazar la inversión, ya que la rentabilidad del accionista está por debajo del coste del equity

3. TIR del accionista = K_e

La inversión genera exactamente la rentabilidad que el accionista le exige a la inversión. (Ortega, 2013)

c. MRP

Rivera, Ortega y Pereyra (2014) define al MRP como: “Una metodología que requiere conocer la demanda independiente de los productos finales de la empresa para calcular de forma rápida y precisa la demanda dependiente generada por el requerimiento de los productos. La fiabilidad del sistema MRP dependerá exclusivamente de la fiabilidad de los datos proporcionados” (p.120).

Los sistemas MRP se utilizan para planificar las cantidades de materiales y el momento en el que se debe aprovisionarse. El MRP planifica las necesidades de materiales, que es precisamente lo que significan sus siglas: Material Requirement Planning (Cuatrecasas. 2011).

Inicia con el Plan Maestro de Producción en el que se necesita de: la lista de materiales, las rutas de fabricación y los datos de los centros de trabajo e inventarios, luego se realiza el proceso de «explosión de necesidades» considerando que la capacidad es infinita y que los lotes y plazos de fabricación son constantes (Cuatrecasas. 2011).

En la figura 3 se muestra el esquema del funcionamiento de un sistema MRP:

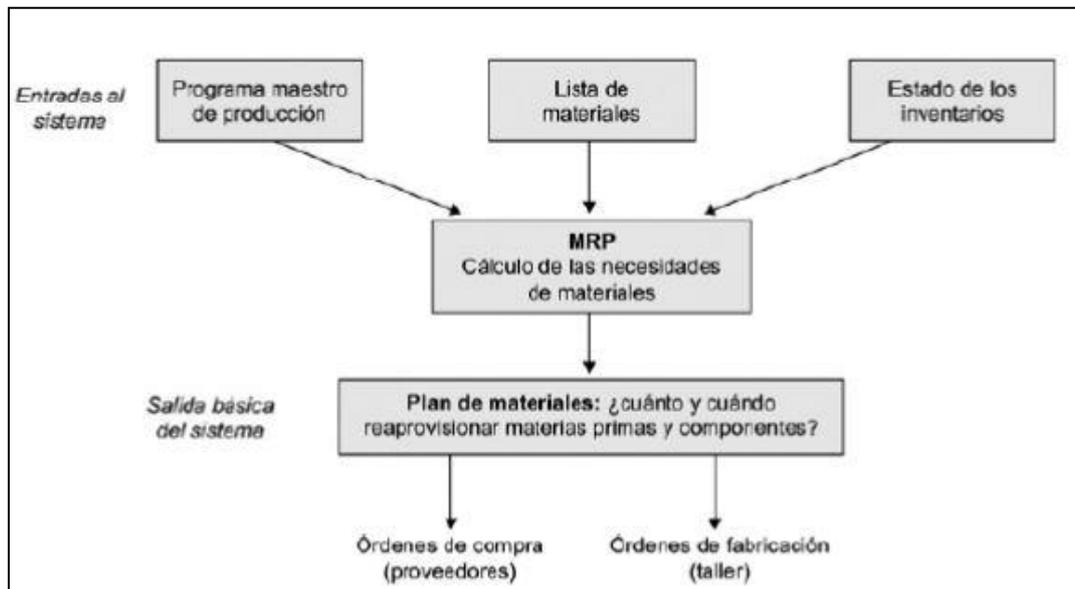


Figura 3. Esquema del funcionamiento de un sistema MRP

Fuente: Núñez, Guitart y Baraza (2014)

El sistema MRP necesita los siguientes datos de entrada:

A. Plan maestro de producción (MPS)

El plan maestro de producción se construye a partir de los pedidos de los clientes o de pronósticos de la demanda y posteriormente se identifica las cantidades de cada uno de los productos y en qué periodos es necesario producir (Rivera, Ortega y Pereyra, 2014)

Los objetivos del plan maestro de producción son:

- a) Programar las órdenes de producción para los diferentes productos o SKUs del MPS.
- b) Calcular los materiales requeridos (MRP).
- c) Permitir el cálculo de la planificación global de la capacidad a medio plazo.
- d) Servir de documento base para efectuar las promesas de entrega a los clientes (Anaya, 2017).

El MPS se debe de ajustar a los siguientes principios:

- a) Debe ser coherente con el plan de producción
- b) Debe determinar las necesidades de capacidad
- c) El MPS dirige el sistema de planificación y control de la producción.
- d) La promesa de pedidos está directamente ligada al MPS.
- e) Hay que asegurar la estabilidad del MPS. (Anaya, 2017).
- f) El MPS tiene que ser altamente realista, inteligente y transparente. Los stocks de seguridad deben ser muy visibles. (Anaya, 2017)

B. Lista de materiales (BOM)

La lista de materiales especifica los subcomponentes, así como su cantidad requerida en cada nivel del producto a fabricar, además también se debe conocer la secuencia de los procesos y las entradas de los materiales, puestos de trabajo en los que se realizan los procesos de ensamble (Rivera, Ortega y Pereyra, 2014)

C. Registros de inventario

La empresa debe tener registros del inventario de materiales actualizado para cada uno de los artículos en la estructura de los productos, ya que de ahí se obtiene los siguientes datos:

- Identificación de los artículos mediante códigos.
- Cantidad disponible.
- Nivel de stock de seguridad.
- Tiempo de abastecimiento de artículos (lead time). (Rivera, Ortega y Pereyra, 2014).

Para calcular el MPR se utiliza la tabla siguiente:

Tabla 3.

Formato para el cálculo del MRP

Artículo	Nivel	Plazo Entrega	Disponibile	Stock seguridad	Conceptos	Períodos de tiempo			
						1	2	3	4
					Necesidades brutas				
					Recepciones programadas				
					Disponibile				
					Necesidades netas				
					Recepciones de órdenes de producción				
					Lanzamiento de órdenes de producción				

Fuente: Núñez, Guitart y Baraza (2014)

En la tabla 3, se pueden apreciar a la izquierda los datos del producto que necesitaremos conocer para realizar posteriormente las operaciones asociadas al MRP. En la derecha se aprecia la hoja de trabajo propiamente dicha, en la que aparecen tantas columnas como periodos de tiempo (días, semanas) queremos analizar.

En las filas la información que se ha de ir calculando es la siguiente:

- a) Necesidades brutas (NB): Cantidad de producto que ha de estar disponible para cumplir con la demanda externa o para ser utilizada en otros procesos productivos de la empresa (demanda interna). (Núñez, Guitart y Baraza, 2014)
- b) Recepciones programadas (RP): Se indica la cantidad de material o insumo que van a llegar en los próximos periodos de tiempo (días, semanas).
- c) Disponible (D): Se trata de una estimación de la cantidad de inventario disponible cada periodo de tiempo. Es lo que queda en el inventario al final de un periodo después de añadir al stock existente al final del periodo anterior las cantidades correspondientes a las recepciones de pedidos realizados y de restar las cantidades necesarias para satisfacer las demandas externa e interna.

d) Necesidades netas (NN): Son las necesidades de un artículo que no pueden ser cubiertas con el stock previsto y que, por lo tanto, obligarán a hacer un pedido o una orden de fabricación.

Si las necesidades netas son mayores que cero, se procede a emitir la orden de pedido o fabricación en el periodo de tiempo que permita que el material esté disponible en el momento en el que se requiera para comenzar la fabricación del producto correspondiente. En cambio, si las necesidades netas dan un resultado negativo significa que podemos hacer frente a la demanda y por lo tanto su valor es cero. (Núñez, Guitart y Baraza, 2014)

e) Recepciones de órdenes de producción (ROP): Cantidades de producto que serán recibidas procedentes de órdenes de compra o de fabricación emitidas durante los meses anteriores. (Núñez, Guitart y Baraza, 2014)

f) Lanzamiento o emisión de órdenes de producción (LOP): Si tomamos en consideración el plazo de fabricación para poder tener disponible un pedido en un periodo determinado, puede haber sido necesario emitir la orden de compra o de fabricación unos cuantos periodos antes de que haya habido la necesidad real (Núñez, Guitart y Baraza, 2014).

d. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) es una metodología ampliamente reconocida y de uso extendido para elaborar planes de mantenimiento de equipos industriales basándose en asegurar las funciones del equipo para la satisfacción del usuario o propietario (Campos et al., 2019)

A continuación se muestra una lista de los beneficios que se obtienen con el RCM:

- Menor tiempo muerto en los equipos.

- Mayor disponibilidad técnica.
- Mayor tiempo promedio entre fallas (MTBF).
- Menor tiempo promedio para reparar (MTBR).
- Se reducen las actividades de Mantenimiento Preventivo de forma dramática, en razón de un 70% al 80% en promedio.
- Incremento o uso por primera vez de los Mantenimientos Predictivos.
- Reducción significativa del “scrap” o desperdicio por efecto de fallas en la máquina.
- Se reducen los tiempos extras tanto del personal técnico como del productivo.
- Mayor motivación de todo el personal que participa en la implementación.
- Se incrementa el conocimiento técnico de los activos críticos de la planta. Esto es pasar de ser bombas de tiempo a equipos bien controlados. Es una máxima en este ámbito y al estudiar los equipos se incrementa el saber y se detecta donde hace falta la capacitación.
- Se reducen los costos en refacciones y en mano de obra (Medina, 2019).

La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la planta, a saber:

- Fase 0: Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.
- Fase 1: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Listado de funciones del sistema en su conjunto. Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo integrado en cada subsistema.

- Fase 2: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos
- Fase 3: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior
- Fase 4: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias
- Fase 5: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenuen los efectos de los fallos.
- Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías. Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento
- Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas. (IRIM, 2019).

e. Programa de Capacitación

La capacitación de los empleados es aquella información, aprendizaje básico que se le da al personal de una empresa para complementar los conocimientos y formación que ha llevado y así poder desempeñar su labor dentro de ella.

Está orientada a la ya existente capacidad de los empleados para realizar sus labores dentro de una empresa, la cual está encaminada hacia un cambio positivo en los conocimientos, habilidades y actitudes del empleado. (Restrepo, 2017)

En una empresa o compañía siempre se está en un proceso de cambio dentro de sus actividades; con el desarrollo de la tecnología, la creación de nuevas competencias que surgen con el crecimiento de las empresas y el progreso constante, llegan nuevas capacidades que los trabajadores deben desarrollar para poder llevar a cabo su labor dentro de la empresa. (Restrepo, 2017)

La importancia de la formación o capacitación de personal radica principalmente en su objetivo: mejorar los conocimientos y competencias de quienes integran una empresa, porque es a través de esas personas, de sus ideas, de sus proyectos, de sus capacidades y del desarrollo de sus labores como se desarrollan las organizaciones.

La capacitación es importante para una compañía porque es necesario aportar un personal mejor preparado, adiestrado, el cual hará que se desarrolle correctamente en sus actividades relacionadas a su puesto de trabajo. Con esto se espera que cada personal se encuentre en un puesto acorde a su perfil profesional. (Restrepo, 2017).

La formación o capacitación se debe realizar sin importar el nivel jerárquico y se desarrolla de acuerdo al cargo de cada trabajador. Para que se lleve a cabo de manera adecuada es necesario realizar una detección de necesidades de formación para el puesto específico con el fin de encontrar los problemas actuales. (Restrepo, 2017)

Existen herramientas empleadas para determinar los problemas y las necesidades de formación o capacitación, estas son:

- Evaluación de desempeño: con esta herramienta es posible descubrir a los empleados que vienen ejecutando sus tareas por debajo de un nivel satisfactorio y también averiguar qué sectores de la empresa reclaman una atención inmediata de capacitación.
- Observación: sirve para verificar dónde hay evidencia de trabajo ineficiente, daños de equipo, atrasos en el cronograma, pérdida de materia prima, número elevado de problemas disciplinarios, alto índice de ausentismo, rotación elevada, entre otros.

- Cuestionarios: consiste en investigaciones mediante cuestionarios y listas de verificación que evidencian las necesidades de capacitación.
- Solicitudes de supervisores y gerentes: muchas veces cuando la necesidad es muy alta, los propios gerentes y supervisores solicitan los programas de formación.
- Entrevistas de salida: aunque suene poco importante, cuando un empleado sale de una empresa, es el momento apropiado para conocer su opinión acerca de la empresa y su funcionamiento, también para conocer el desempeño y forma de trabajo de sus compañeros. (Restrepo, 2017)

Es importante recalcar que la capacitación y la formación de los empleados también se realiza de una forma más humana en la cual encontramos la motivación, la comunicación en el entorno laboral, el trabajo en equipo y el buen liderazgo de una persona que sobresale como la herramienta para cumplir con todos los objetivos que se plantean en la empresa. (Restrepo, 2017)

f. VSM

El uso de VSM en la planificación estratégica, nos dicen, Paciarotti (2011); que, enriquece el modelo en sí mismo y proporciona un enfoque práctico y pragmático típico de la reingeniería que se centra en los objetivos de la organización. VSM permite la identificación de los puntos críticos en la cadena de valor de flujo, y las acciones sugeridas apoyar el desarrollo del servicio de colocación de trabajo.

Para Fournier (2011), el mapeo de la cadena de valor se ha utilizado como una técnica para la documentación de los pasos de procesamiento necesarios para algún producto. Un mapa de flujo de valor (VSM) se construye generalmente por un equipo de personas que están involucradas en las operaciones del día a día del sistema que está

siendo asignada, y puede ser utilizado por los profesionales de manufactura esbelta para identificar problemas o áreas de mejora. Algunos practicantes de mapeo de flujo de valor elegir para capturar la estructura o el aspecto de un VSM mediante el uso de programas informáticos.

El value stream map (VSM), para Velasco y Campins (2013), es la representación del conjunto de todas las acciones (ya sean con valor añadido o sin él) que se llevan a cabo para obtener un producto y ponerlo a disposición del cliente a través de los dos flujos principales:

- El flujo del material: desde la materia prima hasta el producto acabado en casa del cliente.
- El flujo de la información: que indica en cada proceso qué, cuánto y cuándo producir.

1. Tipos de actividades en los procesos

- Actividades con valor añadido. Son aquellas que se adaptan a las necesidades del usuario, éste las percibe y está dispuesto a pagar por ellas.
- Despilfarros (muda). Son todas las actividades que no aumentan el valor, sino sólo el coste. Algunas de ellas se originan debido a los medios actualmente empleados pero que el cliente no percibe. Otras no son necesarias y consumen espacios, instalaciones, material, tiempo y energías y pueden ser eliminadas inmediatamente (Velasco y Campins, 2013).

2. Objetivos

El value stream map tiene los siguientes objetivos:

2.1. Ayudar a ver el flujo, más que a centrarse en cada proceso.

2.2. Ver dónde está la muda y cuáles son sus causas.

2.3. Establecer un lenguaje común para hablar de producción, a todos los niveles de la organización.

2.4. Visualizar los efectos de las mejoras para implementar el flujo.

2.5. Mostrar la unión entre el flujo de material y el flujo de la información.

El mapa de los flujos del valor de los productos se realiza para cada familia de productos y debe especificar el valor de los flujos y los muda (Velasco y Campins, 2013)

A continuación se muestra en la figura 4, un dibujo de la representación del value stream map.

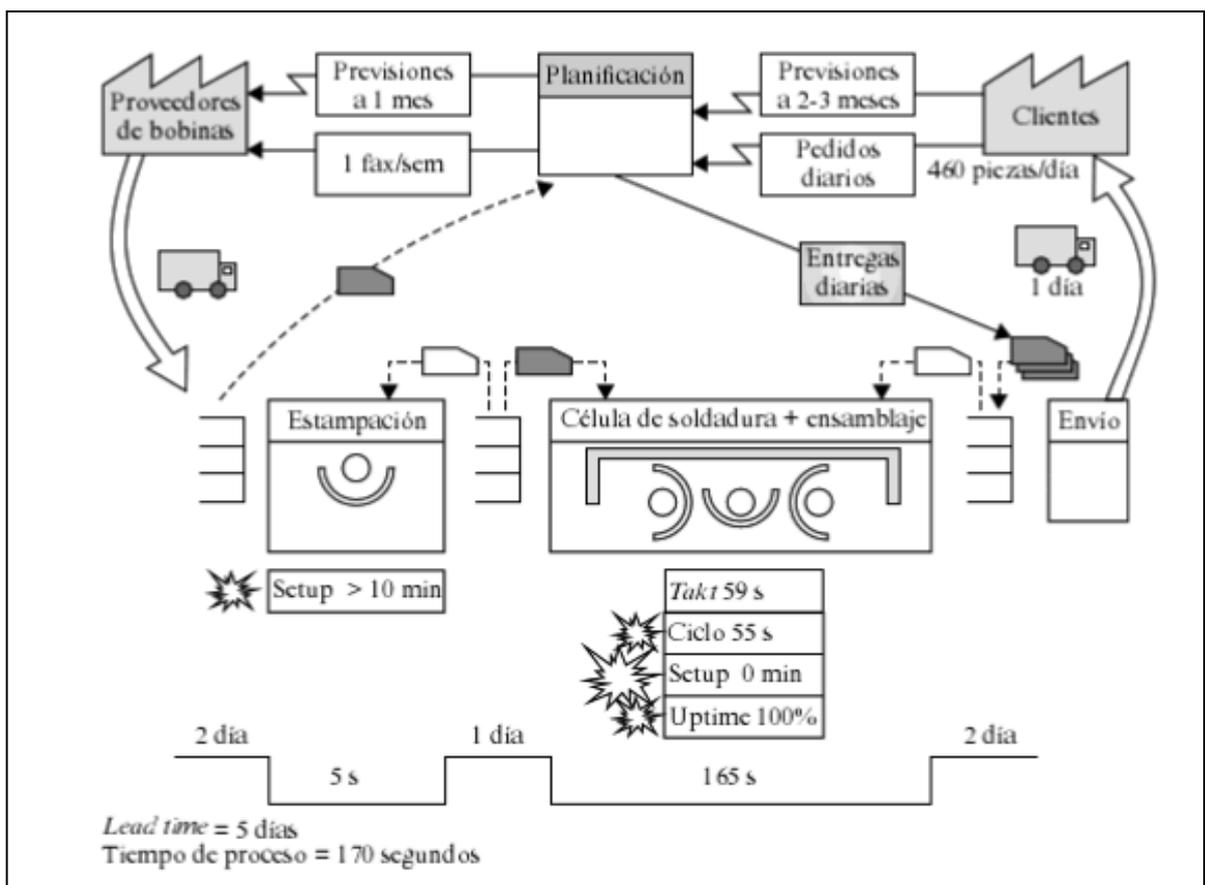


Figura 4. Representación de VSM. Fuente: Velasco y Campins (2013)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento sobre los costos operativos en la línea de producción de cuero liso negro en una curtiembre de Trujillo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento sobre los costos operativos en la línea de producción de cuero liso negro en una curtiembre de Trujillo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la línea de producción de cuero liso negro en la curtiembre.
- Desarrollar la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento en la línea de producción de cuero liso negro reduce los costos operativos en una curtiembre de Trujillo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según orientación

La Investigación es Aplicada porque trata de facilitar respuestas a problemas prácticos específicos, constituyéndose en un área intermedia entre el descubrimiento de un nuevo conocimiento y su aplicación práctica a través de la cual se trata de transformar los conocimientos científicos en tecnologías (Rodríguez, 2011).

2.1.2. Según el diseño de investigación.

Investigación Diagnóstica y Propositiva, ya que el trabajo de esta investigación es un proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales.

2.2. Población

- Los 21 trabajadores (20 operarios, 1 jefe de producción) del área de Producción de la Curtiembre.
- Las 10 estaciones de trabajo en el área de Ribera (remojo y pelambre, descarnado, división de pieles, curtido, escurrido, rebajado, recurtido, carpetear, horneado y secado al ambiente) y las 6 estaciones de trabajo en área de Acabado (ablandado, lijado, desempolvado, pintado, planchado y medición).
- Las 9 máquinas en el área de Ribera y 6 máquinas en el área de Acabado.

2.3. Muestra

- El tamaño de la muestra son los 21 trabajadores del área de producción de la Curtiembre.
- El tamaño de la muestra son las 10 estaciones de trabajo en el área de Ribera y las 6 estaciones de trabajo en el área de Acabado de la Curtiembre.

- El tamaño de la muestra son las 9 máquinas en el área de Ribera y las 6 máquinas del área de Acabado de la Curtiembre.

2.4. Materiales, instrumentos y métodos

2.4.1. Materiales

- Tesis
- Libros
- Paper. académico
- Cuadernos
- Lapiceros

2.4.2. Instrumentos

- **Ficha de registro:** Este instrumento se usa para recopilar información de la empresa sobre los costos del proceso productivo, así como los tiempos de producción y otros datos del proceso de producción.
- **Hoja de Observación:** Este instrumento permite realizar un registro de todas las actividades realizadas en cada operación.
- **Cronómetro:** Este instrumento se utiliza para poder controlar los tiempos de producción, transporte y almacenamiento.

2.4.3. Métodos

a. De recolección de datos

Tabla 4.

Métodos de recolección de datos

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
--------	-------------

La Observación	<p>Koch, F (2012) Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real. Se observan los acontecimientos pertinentes en base al esquema previsto. Se pueden obtener datos cualitativos como cuantitativos. Generalmente se observan características y condiciones de los individuos, conductas, actividades, factores ambientales, entre otros datos.</p> <p>Koch, F (2012) Es la obtención de datos de los sujetos de estudio, proporcionados por ellos mismos (pueden ser</p>
La encuesta	<p>opiniones, sugerencias, conocimientos, actitudes o sugerencias, entre otros datos) Hay dos grandes grupos: Entrevista y Cuestionario.</p>

Fuente: Elaboración Propia

b. De análisis de datos

Tabla 5

Métodos de análisis de datos.

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
Diagrama de Ishikawa	Se utiliza para analizar el problema principal, identificando todas las causas raíces del proyecto.
Diagrama de Pareto	Se determina las causas raíces más significativas, asimismo permite identificar y priorizar las que tienen mayor

probabilidad de haber ocurrido y descartar aquellas que tienen menos probabilidad de haber sido las causas reales. Es el procedimiento que tiende a pasar de las variables generales a las intermedias y de estas a los indicadores, con el objetivo de transformar las variables primeras de generales en directamente observables e inmediatamente operativas.

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Procedimiento

2.5.1 Procedimiento de investigación científica

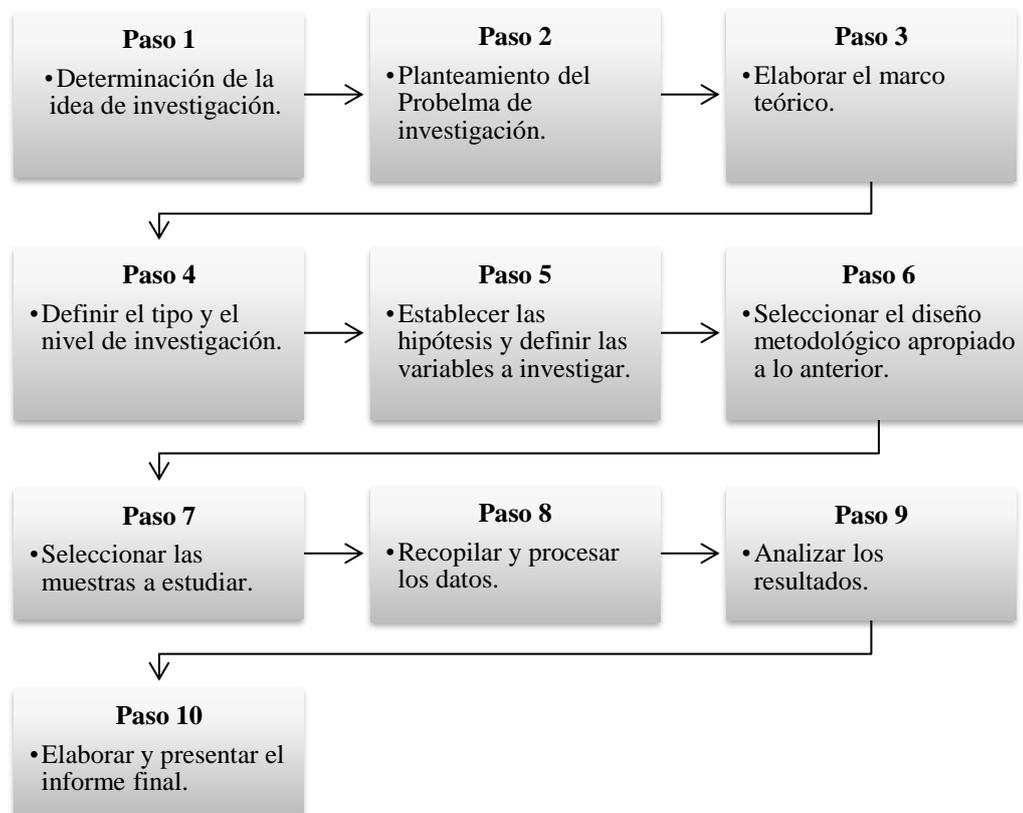


Figura 5. Procedimiento de investigación científica. Fuente: Elaboración Propia.

2.5.2 Procedimiento de obtención de datos

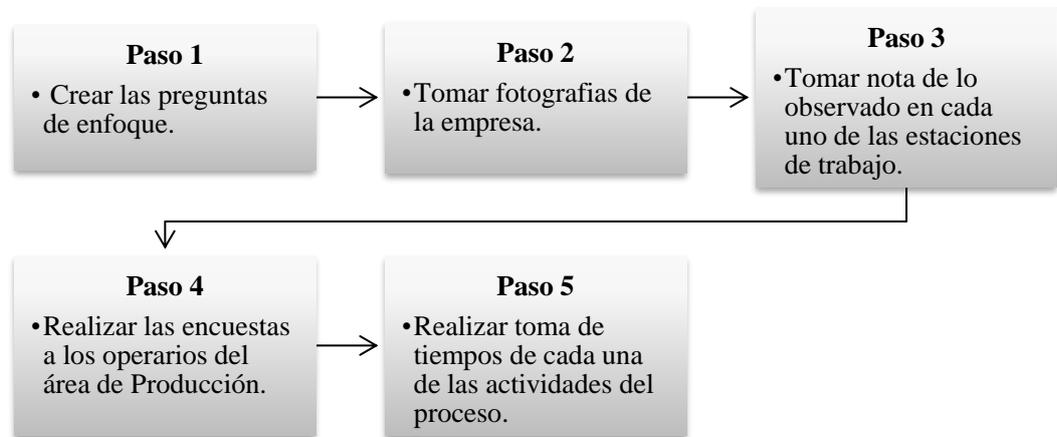


Figura 6. Procedimiento de obtención de datos. Fuente: Elaboración Propia.

2.5.3 Procedimiento de análisis de datos

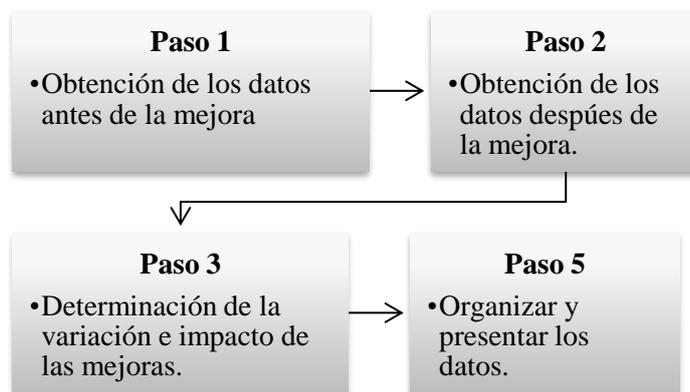


Figura 7. Procedimiento de análisis de datos. Fuente: Elaboración Propia.

2.5.4 Aspectos éticos.

La información que se recolectó y la que se va a continuar obteniendo mantendrá a los trabajadores de forma anónima para evitar afectar el clima laboral de la empresa. Los datos serán solo de usos exclusivo para el desarrollo del presente trabajo y no serán compartidos con otra empresa

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la situación actual

a) Identificación de Problemas y Causas Raíces

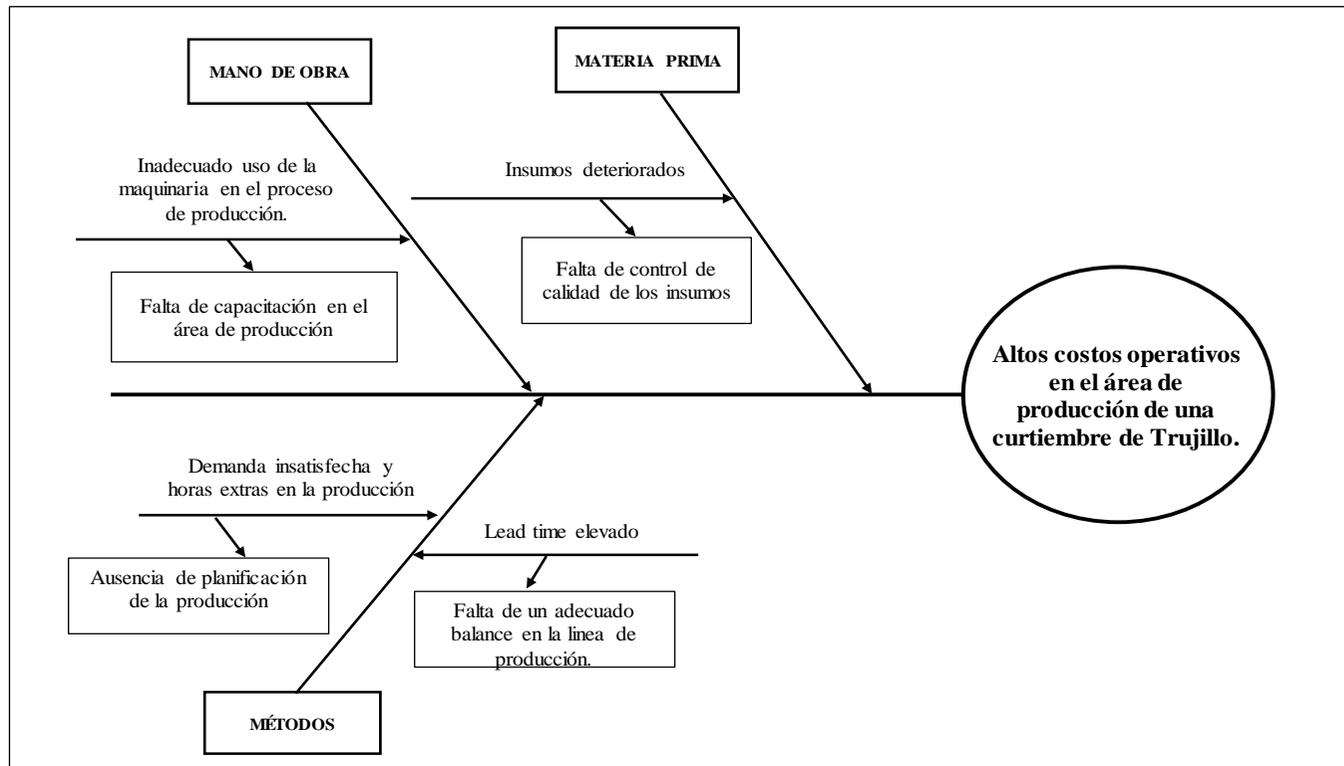


Figura 8. Diagrama de Ishikawa del área de producción de la empresa Curtiembre.

Fuente: Elaboración propia

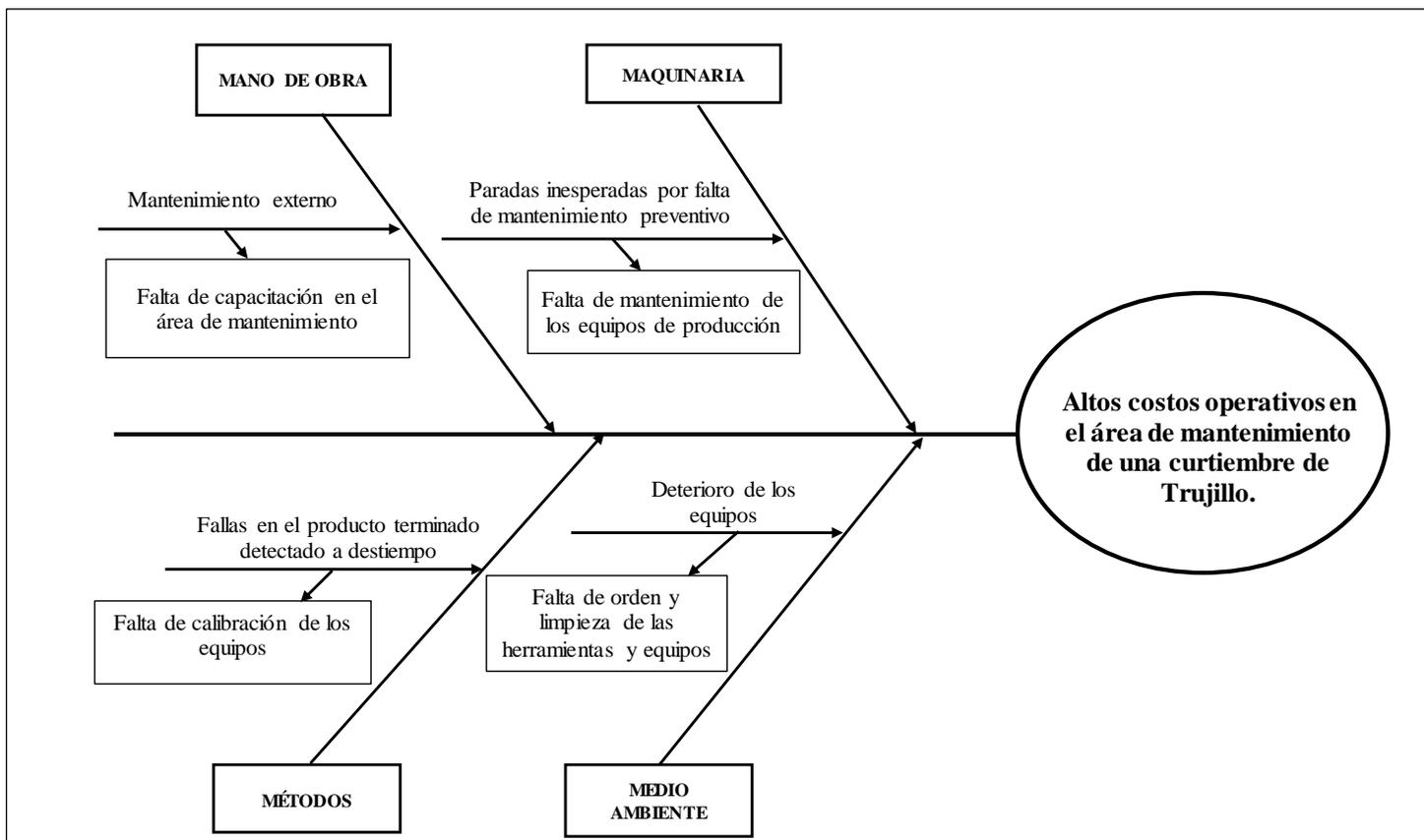


Figura 9. Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento de la empresa Curtiembre.

Fuente: Elaboración propia

b) Priorización de causas raíces:

Luego de haber sido identificado las causas raíces mediante el diagrama de Ishikawa en el área de producción y mantenimiento, se realizó una encuesta (véase el anexo 1)_a 15 trabajadores de la empresa con la finalidad de priorizar de acuerdo a lo que se considera de mayor impacto de la problemática de estudio.

Tabla 6.

Priorización de las causas raíces

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAIZ	FRECUENCIA
		PRIORIZACIÓN
CR4P	Falta de un adecuado balance en la línea de producción	45.0
CR3P	Ausencia de planificación de la producción	44.0
CR1P	Falta de capacitación en el área de producción	40.0
CR6M	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	38.0
CR5M	Falta de capacitación en el área de mantenimiento	35.0
CR2P	Falta de control de calidad de los insumos	9.0
CR7M	Falta de calibración de los equipos	8.0
CR8M	Falta de orden y limpieza de las herramientas y equipos	7.0
TOTAL		226.00

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se procedió a desarrollar el diagrama de Pareto para identificar las causas de los altos costos operativos en la empresa.

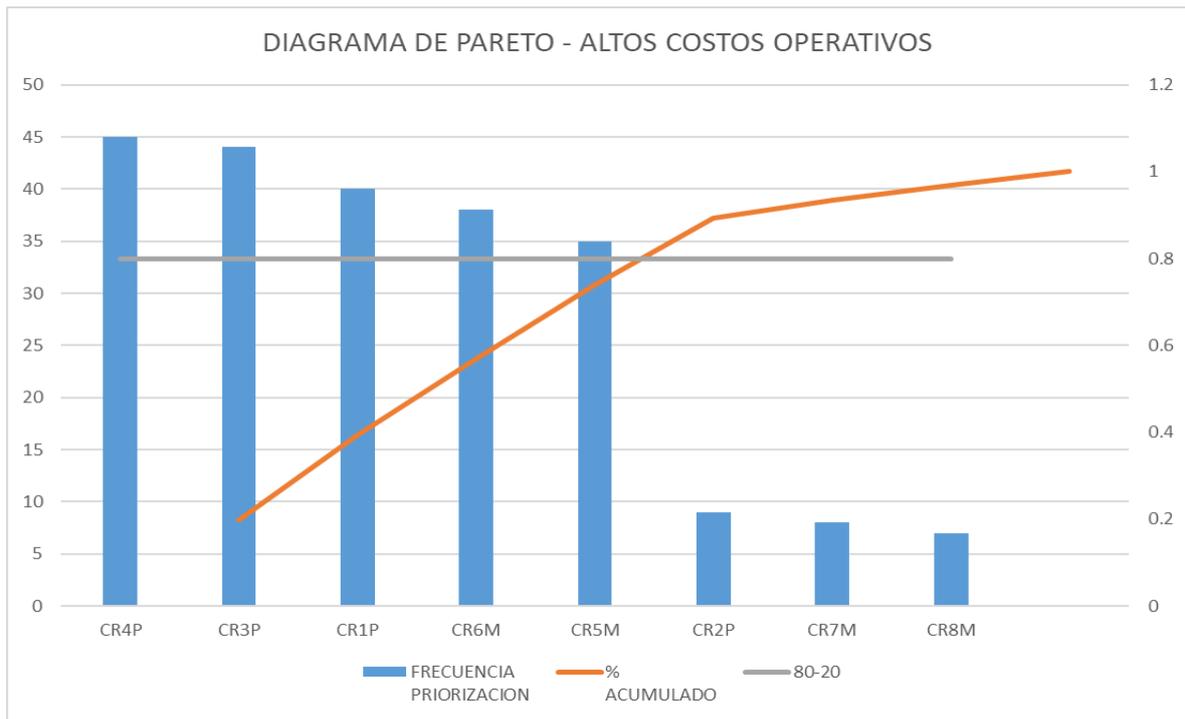


Figura 10. Diagrama de Pareto de las causas raíces de los altos costos operativos

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el diagrama de Pareto las causas principales de los altos costos operativos en la empresa textil. son:

- CR4P - Falta de un adecuado balance en la línea de producción
- CR3P - Ausencia de planificación de la producción
- CR1P - Falta de capacitación en el área de producción
- CR6M - Falta de mantenimiento de los equipos de producción
- CR5M - Falta de capacitación en el área de mantenimiento

c) Identificación de Indicadores

A través de los indicadores se medirán y se seleccionarán las herramientas que mejorarán la gestión del área de producción, así como también se mostrará la inversión que representan estas herramientas de mejora.

Tabla 7.

Indicadores actuales y metas

CR	Causa	Indicador	Fórmula	Unidad	VALOR ACTUAL	Pérdidas actuales (S./anual)	VALOR META	Pérdidas con la Propuesta (S./anual)	Beneficio	Propuesta de mejora	Inversión
CR4P	Falta de un adecuado balance en la línea de producción	Lead time	Tiempo total de producción por ciclo (Días)	Días	9		8			VSM y Balance de Línea	S/. 175.00
CR3P	Ausencia de planificación de la producción	% de demanda satisfecha	$\frac{\text{Producción real (lados)}}{\text{Producción planificada o demandada (lados)}} \times 100$	%	83.3%	S/ 54,130	90.2%	S/ 32,703.63	S/ 21,427	MRP	S/. 2,522.50
CR1P	Falta de capacitación al área de producción	% de trabajadores capacitados en el área de producción	N° de trabajadores capacitados del área de producción x 100% / N° total de trabajadores	%	0.0%	S/ 41,061	100.0%	S/ 18,249.11	S/ 22,811	Programa de Capacitación para el área de producción	S/. 9,979.00
CR6M	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	% Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100$	%	86.8%	S/ 78,770	88.0%	S/ 73,500.28	S/ 5,270	RCM	S/. 9,988.00
CR5M	Falta de capacitación al área de mantenimiento	% de trabajadores capacitados en el área de mantenimiento	N° de trabajadores capacitados del área de mantenimiento x 100% / N° total de trabajadores	%	0.0%	S/ 15,177	100.0%	S/ 7,977.50	S/ 7,200	Programa de Capacitación para el área de mantenimiento	S/. 9,979.00
TOTAL								S/ 132,430.53	S/ 56,707.53		S/. 32,643.50

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el diagnóstico de la empresa Curtiembre. Respecto de la línea de producción del cuero liso Negro. A continuación se presenta la información dada por la empresa:

- **Causa Raíz 4P – Falta de un adecuado balance de línea en la producción**

Actualmente en la empresa no se tiene realizado un balance de línea de la producción de cuero liso negro, lo que genera que se tenga tiempos improductivos en el proceso de producción y su vez esto ocasiona un lead time elevado.

A continuación se procedió a determinar el estado actual de la línea de producción para lo cual se hizo uso del VSM, y el balance de línea.

Para la elaboración del VSM actual de la línea de producción de cuero liso negro se utilizó la herramienta Diagrama de análisis de procesos (DAP) actual (véase el anexo 2), donde se delimitan y describen todos los datos del proceso operativo como tiempo de ciclo por estación. Para el diseño, se indicó el número de operarios por estación, la disponibilidad de las máquinas, la eficiencia de la producción, calidad y OEE. Cabe mencionar que el proceso consta de 10 estaciones la cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8.

Estaciones del proceso de producción

Estaciones	Descripción
E1	Remojo y Pelambre
E2	Descarnado
E3	Divididora
E4	Curtidora
E5	Escurridora
E6	Rebajado
E7	Recurtido
E8	Carpeteado y horneado
E9	Secado al vacío
E10	Acabado

Fuente: Elaboración propia.

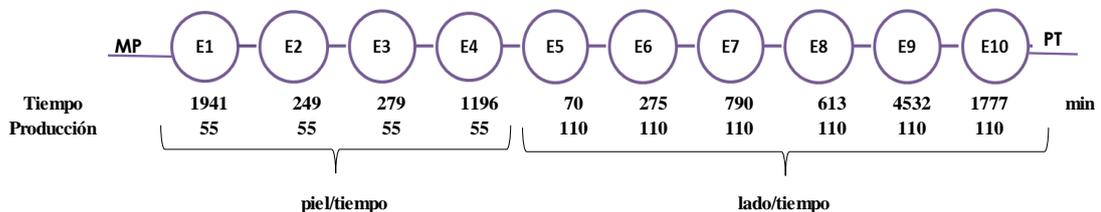
Tabla 9.
Resultados de mapeo flujo de valor actual.

Resumen del balance de línea actual		
Tiempo Total	12372	min
Cuello de Botella	4532	min
Cuello de Botella (máquina)	1941	min
Estación Crítica	Remojo y Pelambre Rebajadora Acabado	
Lead Time	9	días

Fuente: Elaboración propia.

En las curtiembres, las pieles que se procesarán en la línea de producción deben pasar por un tiempo de proceso que no puede ser reducido, debido a que es el ciclo normal de trabajo en este tipo de industria, sin embargo, se encontró que existen tiempos muertos durante procesos por falta de disponibilidad de las máquinas, capacidad de las estaciones y eficiencia de las mismas.

Balance de línea actual:



Para el desarrollo del balance de la línea actual se tomó en consideración el tiempo total de la línea de producción, que actualmente son 9 días. El proceso con mayor tiempo de ciclo es la estación de remojo y pelambre, actualmente cuenta con una capacidad de procesamiento de 55 pieles, esta estación es la que determina la capacidad de producción de la línea de producción, debido a que el resto de estaciones procesará en una cierta cantidad de tiempo el ingreso inicial a la línea de producción. Se realizó el balance de línea y concluimos que la eficiencia actual es de 52%.

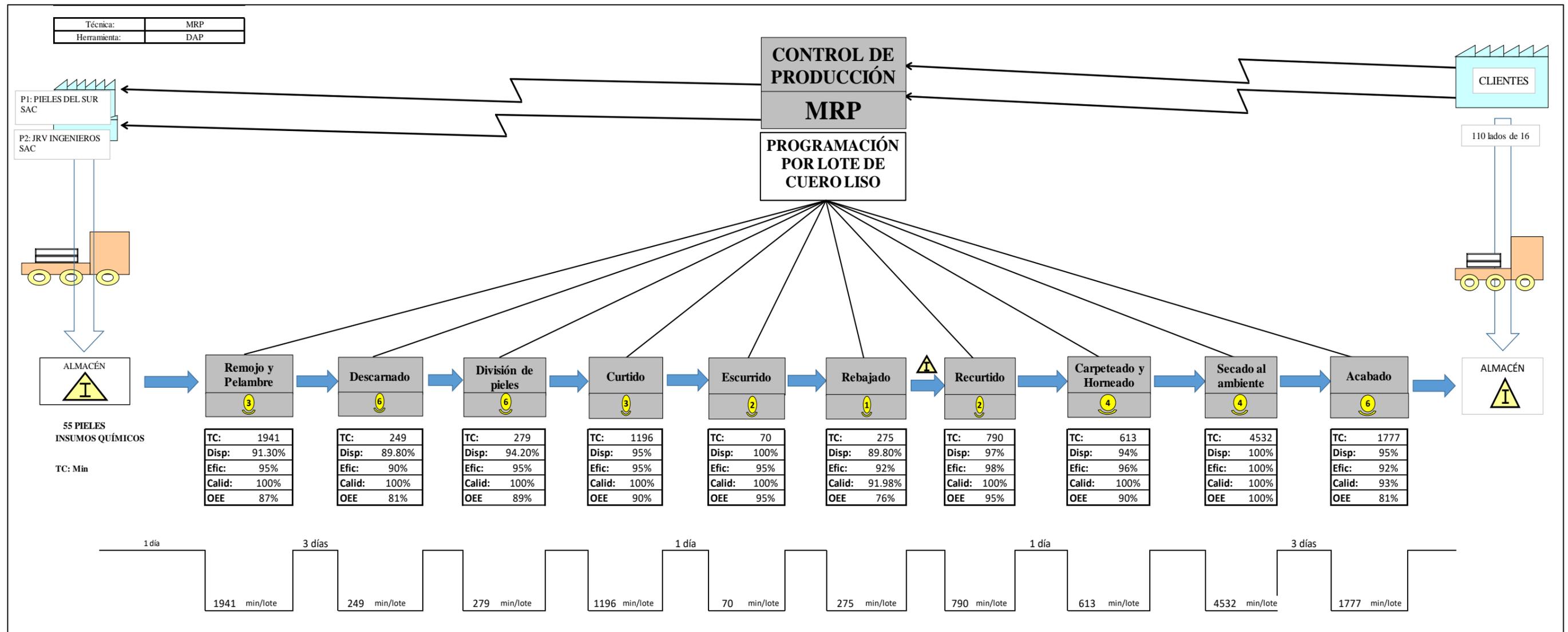


Figura 11. VSM antes de la mejora de la línea de producción de cuero liso negro en la Curtiembre. Fuente: Elaboración propia.

- **Causa Raíz 1P : Ausencia de planificación de la producción**

Respecto a la planificación de la producción, se identificó que la empresa no cuenta con uno y se evidencia las diferentes pérdidas por demanda insatisfecha, pedidos devueltos, horas extra y operaciones inadecuadas en la línea de producción. La demanda insatisfecha del cuero liso negro, el jefe de producción indica que la demanda es un 20% más de lo que se logra vender y que la empresa no logra cubrir, por lo tanto, para identificar la demanda insatisfecha se utiliza la siguiente ecuación:

$$Demanda\ insatisfecha = Demanda - Producción\ total$$

Ecuación 1. Demanda insatisfecha por falta de planificación de la producción.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del lucro cesante, se aplicará la ecuación constante establecida y se obtiene lo siguiente:

Tabla 10.

Demanda insatisfecha por falta de planificación de la producción.

Demanda Insatisfecha						
Año	Mes	Demanda	Producción Total	Demanda Insatisfecha	Lucro Cesante	% de demanda satisfecha
2017	Setiembre	2222	1852	370	S/.6,472.83	83.3%
	Octubre	2743	2286	457	S/.7,989.69	83.3%
	Noviembre	2012	1677	335	S/.5,861.20	83.3%
	Diciembre	523	436	87	S/.1,523.84	83.3%
2018	Enero	1184	987	197	S/.3,449.62	83.3%
	Febrero	3064	2553	511	S/.8,922.86	83.3%
	Marzo	1055	879	176	S/.3,072.15	83.3%
	Abril	247	206	41	S/.719.98	83.3%
	Mayo	822	685	137	S/.2,394.11	83.3%
	Junio	1280	1067	213	S/.3,729.22	83.3%
	Julio	2012	1677	335	S/.5,861.20	83.3%
	Agosto	523	436	87	S/.1,523.84	83.3%
Total		17689	14741	2948	S/.51,520.54	83.3%

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en la tabla 10, en el periodo de un año se tuvo una demanda total de 17689 lados de los cuales solo se llegó a producir 14741lados por lo cual se determinó que el % de demanda satisfecha actual fue del 83.3%, lo que generó una pérdida anual de S/. 51,520.54.

Adicional a ello la ausencia de la planificación de la producción genero horas extras para lo cual se estableció primero la siguiente tabla:

Tabla 11.
Producción total de la Curtiembre.

Año	Mes	Producción total de la planta	Cuero liso negro
2017	Setiembre	3075	1852
	Octubre	4728	2286
	Noviembre	5098	1677
	Diciembre	2519	436
	Enero	4084	987
	Febrero	5112	2553
	Marzo	3084	879
	Abril	3031	206
2018	Mayo	4182	685
	Junio	4263	1067
	Julio	4889	1677
	Agosto	2582	436

Fuente: Elaboración propia.

Se entiende entonces que las horas extras trabajadas por los operarios corresponden a la producción total de la planta, por lo tanto, según la producción del mes se obtendrá el porcentaje de participación del cuero liso negro. Se obtuvo la información de las horas extra dentro de las asistencias del personal por lo que su pudo obtener información sobre estas horas extra en los meses de noviembre, febrero, y julio. No todos los operarios en la línea de producción han presentado horas extra, por sus funciones y condiciones de experimentados. Además, respecto a las horas extras el Estado Peruano establece que los empleadores deben reconocer lo siguiente a todos los trabajadores porcentajes de su

suelo por hora según la cantidad de tiempo extra trabajado, se representa en la siguiente tabla:

Tabla 12.

Porcentaje de pago correspondiente a horas extra por día

Horas extras (día)	Porcentaje
2	25%
3	35%

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación utilizada tiene dos variaciones, esta dependerá si el operario hace tres o dos días extra debido a la diferencia entre los porcentajes, se muestra a continuación:

$$Pérdida\ directa = Horas\ extra\ totales * Sueldo\ por\ hora\ del\ operario * Porcentaje\ correspondiente$$

Ecuación 2. Pérdida directa de horas extras por falta de planificación de la producción. Fuente: Elaboración propia

Se muestra a continuación el desarrollo de las horas extra en la falta de planificación de la producción:

Tabla 13.

Pérdidas por horas extra en la falta de planificación de la producción

Año	Mes	Operario	Horas Extra		
			Horas Extra (día)	Horas extra totales (mes)	Pérdida directa
2017	Noviembre	Op 1	3	36	S/.285.58
		Op 2	0	0	S/.0.00
		Op 3	2	20	S/.120.19
		Op 4	2	24	S/.144.23
		Op 5	0	0	S/.0.00
		Op 6	0	0	S/.0.00
		Op 7	2	20	S/.111.78
		Op 8	0	0	S/.0.00
		Op 9	3	30	S/.216.35
		Op 10	2	20	S/.120.19
		Op 11	0	0	S/.0.00
		Op 12	2	20	S/.111.78
		Op 13	3	36	S/.259.62
		Op 14	3	30	S/.180.29

		Op 15	2	20	S/.120.19
		Op 16	0	0	S/.0.00
		Op 17	0	0	S/.0.00
		Op 18	2	20	S/.120.19
		Op 19	2	20	S/.120.19
		Op 20	3	30	S/.216.35
		Total	31	326	S/.2,126.92
		Horas extra respecto del cuero liso negro			S/.699.66
2018	Febrero	Op 1	3	36	S/.285.58
		Op 2	2	20	S/.120.19
		Op 3	0	0	S/.0.00
		Op 4	2	24	S/.144.23
		Op 5	0	0	S/.0.00
		Op 6	2	20	S/.111.78
		Op 7	2	20	S/.111.78
		Op 8	0	0	S/.0.00
		Op 9	3	30	S/.216.35
		Op 10	2	20	S/.120.19
		Op 11	2	20	S/.111.78
		Op 12	2	20	S/.111.78
		Op 13	3	36	S/.259.62
		Op 14	3	30	S/.180.29
		Op 15	2	20	S/.120.19
		Op 16	2	20	S/.120.19
		Op 17	2	20	S/.134.62
		Op 18	2	20	S/.120.19
		Op 19	2	20	S/.120.19
		Op 20	3	30	S/.216.35
		Total	39	406	S/.2,605.29
		Horas extra respecto del cuero liso negro			S/.1,301.12
2018	Julio	Op 1	3	36	S/.285.58
		Op 2	0	0	S/.0.00
		Op 3	2	20	S/.120.19
		Op 4	2	24	S/.144.23
		Op 5	0	0	S/.0.00
		Op 6	0	0	S/.0.00
		Op 7	2	20	S/.111.78
		Op 8	0	0	S/.0.00
		Op 9	2	20	S/.144.23
		Op 10	2	20	S/.120.19
		Op 11	0	0	S/.0.00
		Op 12	2	20	S/.111.78
		Op 13	2	24	S/.173.08
		Op 14	3	30	S/.180.29

Op 15	2	20	S/.120.19
Op 16	0	0	S/.0.00
Op 17	0	0	S/.0.00
Op 18	0	0	S/.0.00
Op 19	2	20	S/.120.19
Op 20	2	20	S/.144.23
Total	26	274	S/.1,775.96
Horas extra respecto del cuero liso negro			S/.609.18
Costo total por las Horas extra respecto del cuero liso negro			S/.2,609.95

Fuente: La empresa

Como se puede apreciar en la tabla 13, el costo anual total por las horas extras debido a la falta de planificación fue de S/. 2,609.95.

A continuación en la tabla 14 se muestra un cuadro resumen de todos los aspectos considerados en esta causa raíz, en donde se calcula que la pérdida por la Falta de un adecuado balance en la línea de producción y la Ausencia de planificación de la producción fue de S/. 54,130.50.

Tabla 14.

Resumen de pérdidas respecto a las causas raíces CR4P Y CR3P

Tabla Resumen de pérdidas respecto Causa-Raiz CR4P Y C3P			
Criterio	Pérdida directa	Lucro Cesante	Pérdida total
Demanda insatisfecha	0	S/. 51,520.54	S/. 51,520.54
Horas extra	S/. 2,609.95	0	S/. 2,609.95
TOTAL	S/. 2,609.95	S/. 51,520.54	S/. 54,130.50

Fuente: Elaboración propia.

- **Causa Raíz 4P: Falta de capacitación en el área de producción**

Se establece que un lote de producción inicia con 55 pieles y finaliza con 110 lados, quienes a su vez tiene un precio de venta de S/. 8,8 por pie^2 , se considera que los lados finales tendrán cada uno 16 pie^2 fijando el precio de venta final por S/. 128. Esta línea de producción cuenta con un margen de utilidad de 16.11%. Si la piel procesada final es rechazada por el cliente, esta se vende por otro tipo de cuero llamado Flother Negro, con un precio de venta menor de S/. 104.

Para costear la causa raíz de la falta de capacitación de los operarios en el área de producción, se tomó en cuenta reportes de incidentes de operaciones inadecuadas a lo largo de los meses evaluados (septiembre 2017 – agosto 2018), donde mencionan que los operarios, que algunos tienen una condición de experimentados y otros de no experimentados, realizan operaciones críticas en la empresa para agilizar el proceso productivo sin que ninguno de estos cuente con alguna capacitación, esto sucede en las estaciones de curtido, descarnado, rebajado, recurtido, lijado y planchado principalmente.

Tabla 15.
Producción de Cuero

Lote	55	pieles
	110	lados

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16.
Precio Venta del cuero liso Negro – Flother Negro

Cuero	Precio de venta (S/.)	Utilidad
Liso negro	S/. 128.00	18.35%
Flother Negro	S/. 104.00	16.11%

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular las pérdidas generadas por estas operaciones inadecuadas, se establece la producción perdida, debido a que el mal manejo de las operaciones genera que el tipo de cuero planeado no sea el resultado final, es decir la piel se venderá por un precio menor.

$$Producción\ perdida = \frac{OPI * PM}{FPM}$$

Ecuación 3. Producción perdida por falta de capacitación. Fuente: Elaboración propia

Donde:

- OPI: Operación inadecuada (vez/mes)
- PM: Producción (lados/mes)
- FPM: Frecuencia de producción (vez/mes)

Con la producción perdida, se puede calcular la pérdida directa con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Pérdida directa} \\
 & = (\textit{Precio de venta del cuero liso negro} \\
 & \quad - \textit{Precio de venta de cuero flother}) * \textit{producción perdida}
 \end{aligned}$$

Ecuación 4. Pérdida directa por falta de capacitación. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el lucro cesante de esta causa raíz se calculará con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Costo Lucro cesante} \\
 & = \frac{\textit{Producción perdida} * \textit{Precio de venta de cuero liso negro} * \% \textit{Utilidad}}{1.18}
 \end{aligned}$$

Ecuación 5. Lucro Cesante. Fuente: Elaboración propia

Esta ecuación del lucro cesante se mantendrá de manera constante a lo largo del diagnóstico de las pérdidas. Al realizar la evaluación de esta causa raíz a lo largo de un año, nos resulta que la pérdida anual en la que incurre la empresa debido a la falta de capacitación de sus operarios es de S/ 41,060.50., así como se muestra a continuación en la tabla 17.

Tabla 17.

Pérdidas por falta de capacitación de operarios en el área de producción.

Año	Mes	Frecuencia de Producción (vez/mes)	Frecuencia de operación inadecuada (vez/mes)	Producción (lados)	Producción perdida (lados)	Pérdida Directa	Costo Lucro Cesante	Pérdida total
2017	Setiembre	17	1	1852	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Octubre	21	0	2286	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Noviembre	15	0	1677	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Diciembre	4	2	436	220	S/.5,280.00	S/.3,844.56	S/.9,124.56
	Enero	9	1	987	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
2018	Febrero	23	2	2553	220	S/.5,280.00	S/.3,844.56	S/.9,124.56
	Marzo	8	1	879	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Abril	2	0	206	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Mayo	6	1	685	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Junio	10	0	1067	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Julio	15	0	1677	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Agosto	4	1	436	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Total	134	9	14741	990	S/23,760.00	S/17,300.50	S/41,060.50

Fuente: Elaboración Propia.

- **Causa Raíz 6M – Falta de mantenimiento de los equipos de producción**

La empresa cuenta con un área de mantenimiento, en donde tienen registros de las máquinas que han estado detenidas a lo largo de los meses, además del tiempo que se tardó poner en marcha la máquina de nuevo y los repuestos que se compraron para solucionarlo (si es que se necesitó comprar alguno).

A continuación, se presenta la información del área de mantenimiento registrado:

Tabla 18.

Indicadores de mantenimiento actuales de los equipos de producción

Maquinaria	HORAS		MTBF	MTTR	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
	PARADAS EN EL AÑO	Nº paradas					
Botal N1	23	24	8.67	0.96	1.04	88.9%	90.8%
Botal N2	24.5	48	4.33	0.51	1.96	88.2%	82.5%
Descarnadora	148.00	48	4.33	3.08	0.32	28.8%	82.5%
Divididora	109.50	24	8.67	4.56	0.22	47.4%	90.8%
Botal N3	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Botal N4	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Escurridora	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Rebajadora	84.50	48	4.33	1.76	0.57	59.4%	82.5%
Botal N5	11.5	24	8.67	0.48	2.09	94.5%	90.8%
Botal N6	12.5	36	5.78	0.35	2.88	94.0%	86.6%

Botal N7	19	12	17.33	1.58	0.63	90.9%	95.3%
Botal N8	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Carpeteado	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Horno	40.00	24	8.67	1.67	0.60	80.8%	90.8%
Ablandadora	31	36	5.78	0.86	1.16	85.1%	86.6%
Lijadora	31.50	24	8.67	1.31	0.76	84.9%	90.8%
Desenpolvadora	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Soplete	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Plancha	15	36	5.78	0.42	2.40	92.8%	86.6%
Medidora	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Total	550	384	4.55	0.88	0.73	86.8%	92.8%

Fuente: La empresa

En la tabla 18 se puede apreciar que en el periodo de un año se tuvo un total de 550 horas pérdidas por paros no programados de los equipos y esto originó una disponibilidad global de los equipos de 86.8% y una confiabilidad de 92.8%.

Tabla 19.

Información de la empresa Curtiembre.

Tiempo dedicado al proceso	Horas Diarias	8 horas		
	Dias Mensuales	26		
Horas- Hombre	208	Horas-Hombre		
Operarios de Producción	Sueldo de Operarios de Producción	Costo de Mano de Obra Diaria	Área de trabajo	Puesto
Op1	S/.1,320.00	S/.50.77		Botal
Op2	S/.1,000.00	S/.38.46		Descarnadora/ escurridora / secado
Op3	S/.1,000.00	S/.38.46		Descarnadora/ escurridora /secado
Op4	S/.1,000.00	S/.38.46		Descarnadora/ escurridora
Op5	S/.1,000.00	S/.38.46		Descarnadora/ escurridora
Op6	S/.930.00	S/.35.77		Descarnadora
Op7	S/.930.00	S/.35.77		Descarnadora/ Divididora/carpeteadora
Op8	S/.1,200.00	S/.46.15	Ribera	Divididora
Op9	S/.1,200.00	S/.46.15		Divididora/ horno
Op10	S/.1,000.00	S/.38.46		Divididora
Op11	S/.930.00	S/.35.77		Divididora/ carpeado/ horneado
Op12	S/.930.00	S/.35.77		Divididora
Op13	S/.1,200.00	S/.46.15		Rebajadora
Op14	S/.1,000.00	S/.38.46		Carpeteado/ horno
Op15	S/.1,000.00	S/.38.46		Carpeteado
Op16	S/.1,000.00	S/.38.46		Horno / Secado / Lijadora
Op17	S/.1,120.00	S/.43.08		Horno/Secado/ Ablandadora
Op18	S/.1,000.00	S/.38.46	Acabado	Desenpolvadora
Op19	S/.1,000.00	S/.38.46		Pintado
Op20	S/.1,200.00	S/.46.15		Medición / Planchado

Fuente: La empresa

En la tabla 19 se muestra el costo de mano de obra directa de los operarios de producción , los cuales servirán para el costeo de la pérdida por la falta de mantenimiento.

Tabla 20.

Registro de compra de repuestos para el mantenimiento de las máquinas.

Meses	Compra de repuestos por mantenimiento
Septiembre	S/.678.00
Octubre	S/.656.00
Noviembre	S/.689.00
Diciembre	S/.367.00
Enero	S/.568.00
Febrero	S/.489.00
Marzo	S/.980.00
Abril	S/.753.00
Mayo	S/.589.00
Junio	S/.589.00
Julio	S/.568.00
Agosto	S/.1,203.00
Total	S/.8,129.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 20 se muestra que en el transcurso de un año se tuvo un costo total en repuestos de S/ 8,129.00.

Con toda la información se logró establecer las pérdidas de producción en lados con la siguiente ecuación:

$$Pérdida de producción = \frac{PM * Horas - Maquina perdidas total}{Horas laborales al mes}$$

Ecuación 6. Pérdida de producción por paradas de máquinas inesperadas. Fuente: Elaboración propia

Donde:

- PM: Producción (lados/mes)
- HM perdidas total: Horas máquina perdidas en el mes (horas/mes)

Además, sabiendo que máquina estuvo detenida, se puede reconocer la cantidad de operarios que intervienen en la estación y las horas – hombre perdidas, generando la pérdida directa total. Se presenta en la siguiente ecuación:

$$Pérdida\ directa = \sum(O * HM_{perdidas} * CMO_{hora})$$

Ecuación 7. Pérdida directa por paradas de máquinas inesperadas.
Fuente: Elaboración propia

Donde:

- O: N° de operarios
- HM perdidas: Horas máquina perdidas
- CMO: Costo de mano de obra diaria

El costo de los repuestos adquiridos a lo largo de los meses se convertirá en la pérdida indirecta de la causa raíz y el lucro cesante será evaluado con la ecuación antes mencionada, después de los cálculos realizados, se establece que la pérdida anual por paradas inesperadas en producción es de S/. 78,770.05, así como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21.
Pérdidas por paradas inesperadas respecto de la producción del cuero liso negro

Año	Mes	Paradas de máquina (horas)			Total (horas)	Producción (Cantidad lados)	Pérdida de Producción	Horas - Hombre perdidas	Pérdida Directa	Pérdida Directa Total	Pérdida Indirecta	Lucro Cesante	Pérdida total
		Maquinaria	N° de operarios	Horas - Máquina perdidas									
2017	Septiembre	Divididora	6	12.5	45	1852	401	75	S/.372.00	S/1,047.52	S/.678.00	S/7,001.86	S/8,727.39
		Descarnadora	6	21.5				129	S/.605.72				
		Botal N7	1	11				11	S/.69.81				
		Divididora	6	11.5				69	S/.342.24				
	Octubre	Descarnadora	6	22.5	67	2286	736	135	S/.633.89	S/1,390.43	S/.656.00	S/12,940.39	S/14,986.82
		Rebajadora	1	21.5				21.5	S/.124.04				
		Horno	4	11.5				46	S/.290.26				
	Noviembre	Divididora	6	10	38.5	1677	310	60	S/.297.60	S/468.37	S/.689.00	S/5,454.94	S/6,612.31
		Rebajadora	1	17.5				17.5	S/.100.96				
		Botal N1	1	11				11	S/.69.81				
		Botal N2	1	24.5				24.5	S/.155.48				
	Diciembre	Divididora	6	15	60	436	126	90	S/.446.39	S/1,179.42	S/.367.00	S/2,210.21	S/3,756.64
Descarnadora		6	20.5	123				S/.577.55					
Divididora		6	14.5	87				S/.431.51					
2018	Enero	Descarnadora	6	21	43.5	987	206	126	S/.591.63	S/1,073.92	S/.980.00	S/3,627.46	S/5,681.38
		Botal N7	1	8				8	S/.50.77				
	Febrero	Divididora	6	10.5	69	2553	847	63	S/.312.48	S/1,410.12	S/.489.00	S/14,883.20	S/16,782.32
		Descarnadora	6	23.5				141	S/.662.07				

	Rebajadora	1	23				23	S/.132.69					
	Horno	4	12				48	S/.302.88					
	Divididora	6	10.5				63	S/.312.48					
Marzo	Rebajadora	1	22.5	45	879	190	22.5	S/.129.81	S/.518.44	S/.980.00	S/.3,341.93	S/.4,840.37	
	Botal N1	1	12				12	S/.76.15					
	Botal N5	1	11.5				11.5	S/.72.98					
Abril	Divididora	6	25	55	206	54	150	S/.743.99	S/.1,338.17	S/.589.00	S/.957.25	S/.2,884.43	
	Descarnadora	6	18.5				111	S/.521.20					
Mayo	Lijadora	1	10	25.5	685	84	10	S/.48.08	S/.122.60	S/.589.00	S/.1,466.63	S/.2,178.23	
	Ablandadora	1	15.5				15.5	S/.74.52					
	Lijadora	1	11				11	S/.52.88					
Junio	Plancha	1	15	38.5	1067	197	15	S/.86.54	S/.218.75	S/.589.00	S/.3,470.74	S/.4,278.49	
	Botal N6	1	12.5				12.5	S/.79.33					
Julio	Horno	1	16.5	27	1677	218	16.5	S/.416.47	S/.466.95	S/.568.00	S/.3,825.54	S/.4,860.49	
	Lijadora	1	10.5				10.5	S/.50.48					
Agosto	Ablandadora	1	15.5	36	436	75	15.5	S/.74.52	S/.652.07	S/.1,203.00	S/.1,326.13	S/.3,181.20	
	Descarnadora	6	20.5				123	S/.577.55					
	Total			46	1228	287	1908	S/.9,886.75	S/.9,886.75	S/.8,377.00	S/.60,506.30	S/.78,770.05	

Fuente: Elaboración Propia.

- **Causa Raíz 4P: Falta de capacitación en el área de mantenimiento**

Actualmente el área de mantenimiento está conformada por 2 técnicos mecánicos industriales encargados del mantenimiento de los equipos, sin embargo el mantenimiento que realizan a la fecha es netamente correctivo.

Adicional a ello este personal no se le brinda ningún tipo de capacitación lo que genera que en ocasiones se tenga que buscar ayuda externa. Es por ello que en el transcurso de un año se tuvo un % de mantenimiento externo de 6% lo que representó una pérdida de anual de S/. 15,177.00, así como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Costo del mantenimiento externo

Maquinaria	N° paradas	Mantenimiento externo	% de mantenimiento externo	Costo del mantenimiento externo
Botal N1	24		0%	
Botal N2	48	6	13%	S/3,500.00
Descarnadora	48	4	8%	S/4,890.00
Divididora	24		0%	
Botal N3	0			
Botal N4	0			
Escurridora	0			
Rebajadora	48	6	13%	S/1,200.00
Botal N5	24	3	13%	S/3,690.00
Botal N6	36	1	3%	S/452.00
Botal N7	12			
Botal N8	0			
Carpeteado	0			
Horno	24			
Ablandadora	36	2	6%	S/489.00
Lijadora	24			
Desenpolvadora	0			
Soplete	0			
Plancha	36	2	6%	S/956.00
Medidora	0			
Total	384	24	6%	S/15,177.00

Fuente: La empresa

3.2 Propuesta de solución.

En la tabla 23, se muestran las propuestas de solución para las causas raíces identificadas en las áreas de producción y mantenimiento.

Tabla 23

Propuestas de solución

CR	Causa	Propuesta de solución
CR4P	Falta de un adecuado balance en la línea de producción	VSM y Balance de Línea
CR3P	Ausencia de planificación de la producción	MRP
CR1P	Falta de capacitación al área de producción	Programa de Capacitación para el área de producción
CR6M	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	RCM
CR5M	Falta de capacitación al área de mantenimiento	Programa de Capacitación para el área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Asimismo a continuación se procederá a realizar el desarrollo de cada propuesta de solución descrito en la tabla anterior.

1. CR4P - Falta de un adecuado balance en la línea de producción.

En esta etapa de la investigación se muestra el desarrollo de las herramientas VSM y balance de línea.

VSM

a. Procedimiento: Se realizó el procedimiento de Value Stream Mapping

(VSM), a través del sitio web: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

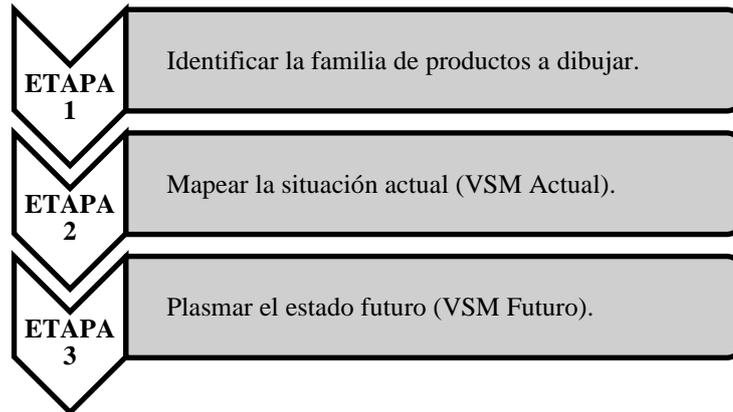


Figura 12. Procedimiento de Value Stream Mapping.
Fuente: Elaboración propia.

b. Desarrollo:

Etapa 1: Identificar la familia de productos a dibujar.

La Curtiembre cuenta con diferentes líneas de producción. Se decidió trabajar con el cuero liso negro, debido a que es el tipo de cuero que más se produce a lo largo del año, puesto que tiene un 32.1% de participación de toda la producción de la empresa. Se utiliza la técnica de tabulación de proceso-producto.

Tabla 24.
Producción anual de la Curtiembre.

Tipo de cuero	Producción anual	% de participación
Badana Champagne	6390	13.9%
Badana Manteca	2782	6.1%
Badana marron	672	1.5%
Badana negra	1346	2.9%
Espumado blanco	251	0.5%
Flother negro	2710	5.9%
Graso azul	273	0.6%
Graso blanco	465	1.0%
Graso natural	469	1.0%
Graso negro	6328	13.8%
Gummy azul	1847	4.0%
Gummy champagne	98	0.2%
Gummy cobre	528	1.1%
Gummy marrón	536	1.2%
Gummy miel	653	1.4%
Gummy negro	1594	3.5%

Liso negro	14741	32.1%
Pull up cobre	36	0.1%
Pull up miel	114	0.2%
Tostado negro	2569	5.6%
Tostado toffy	154	0.3%
Tostado cobre	1053	2.3%
Tostado Pardo	371	0.8%
TOTAL	45980	

Fuente: La empresa

Según la data historia de la producción, información brindada por la empresa se decide trabajar con la línea de producción del cuero liso negro, debido a que es la que tiene un promedio de producción constante durante todo el año.

Tabla 25.

Data histórica de la producción de cuero liso negro.

Año	Nº	Mes	Producción (lados)	Producción (lote)
2017	1	Septiembre	1852	17
	2	Octubre	2286	21
	3	Noviembre	1677	16
	4	Diciembre	436	4
	5	Enero	987	9
	6	Febrero	2553	24
2018	7	Marzo	879	8
	8	Abril	206	2
	9	Mayo	685	7
	10	Junio	1067	10
	11	Julio	1677	16
	12	Agosto	436	4

Fuente: La empresa.

Etapas 2: Mapear la situación actual (VSM actual).

El desarrollo del VSM y el balance de línea actual se desarrolló a detalle en el diagnóstico de esta causa raíz, sin embargo en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 26.

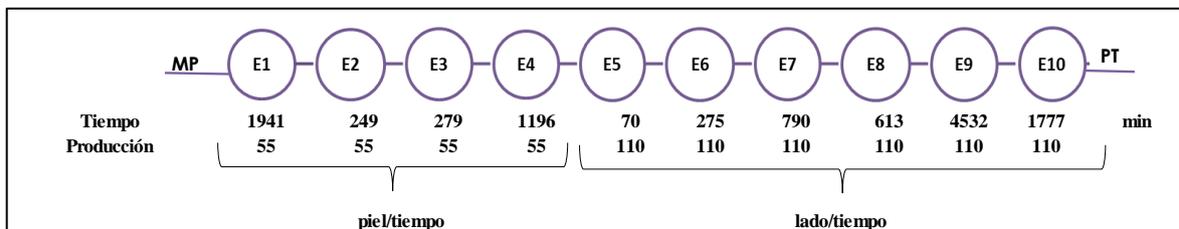
Resultados de mapeo flujo de valor actual.

Resumen del balance de línea actual		
Tiempo Total	12372	min
Cuello de Botella	4532	min
Cuello de Botella (máquina)	1941	min
Estación Crítica	Remojo y Pelambre Rebajadora Acabado	
Lead Time	9	días

Fuente: Elaboración propia.

En las curtiembres, las pieles que se procesarán en la línea de producción deben pasar por un tiempo de proceso que no puede ser reducido, debido a que es el ciclo normal de trabajo en este tipo de industria, sin embargo, se encontró que existen tiempos muertos durante procesos por falta de disponibilidad de las máquinas, capacidad de las estaciones y eficiencia de las mismas.

Balance de línea actual:



Para el desarrollo del balance de la línea actual se tomó en consideración el tiempo total de la línea de producción, que actualmente son 9 días. El proceso con mayor tiempo de ciclo es la estación de remojo y pelambre, actualmente cuenta con una capacidad de procesamiento de 55 pieles, esta estación es la que determina la capacidad de producción de la línea de producción, debido a que el resto de estaciones procesará en una cierta cantidad de tiempo el ingreso inicial a la línea de producción. Se realizó el balance de línea y concluimos que la eficiencia actual es de 52%.

Etapa 3: Hacer el VSM y balance de línea mejorado.

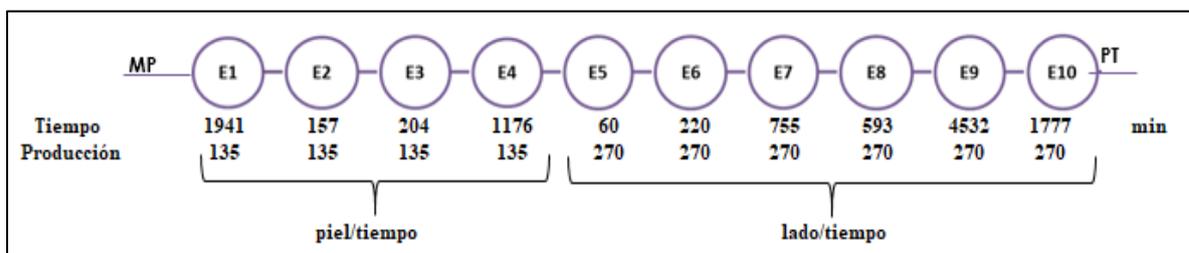
Para desarrollar el VSM futuro, se tomó en cuenta las mejoras realizadas por los diferentes antecedentes aplicados en la línea de producción, aumentando la disponibilidad de las máquinas, la reducción de tiempos de paradas por falta de mantenimiento, y reduciendo los tiempos muertos. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 27.
Resultados de mapeo flujo de valor actual.

Resumen del balance de línea con las mejoras		
Tiempo Total	11415	min
Cuello de Botella	4532	min
Cuello de Botella (máquina)	1941	min
Estación Crítica	Remojo y Pelambre Rebajadora Acabado	
Lead Time	8	dias

Fuente: Elaboración propia.

Balance de línea mejorado:



Dentro de las principales mejoras realizadas por el balance de línea, se encuentra el aumento de la capacidad de producción de la estación de remojo y pelambre por el adecuado mantenimiento y esto ocasiona una importante reducción del tiempo de ciclo puesto que ahora un lote de producción tardaría 8 días, lo que aumenta la efectividad de la línea a un 60%.

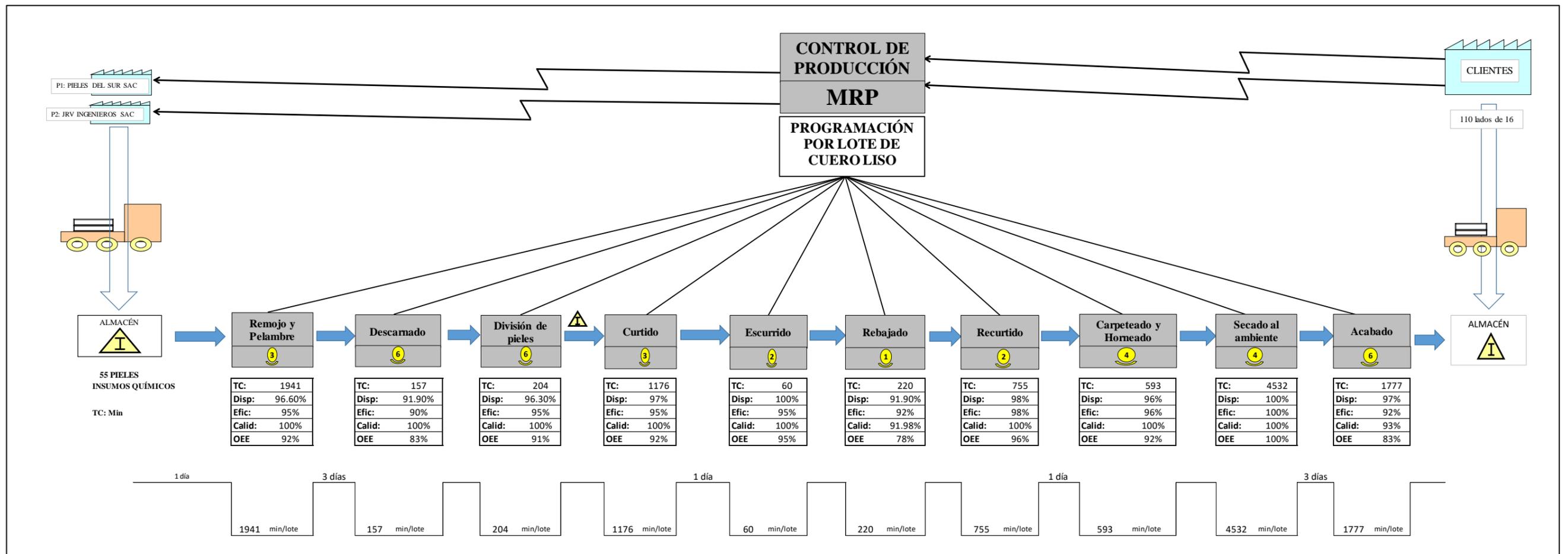


Figura 13. VSM mejorado de la línea de producción de cuero liso negro en la Curtiembre. Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que con el VSM y el balance de línea se logró reducir el lead time de 9 a 8 días por lote con lo cual se logra incrementar la eficiencia de la línea de producción de 52% a 60%

2. CR3P - Ausencia de planificación de la producción.

Para dar solución a esta causa raíz se plantea el desarrollo de un MRP

a. Procedimiento: Se realizó el procedimiento de Planificación de la producción según Chase, R., Jacobs, F. (2014), en su libro denominado "ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y Cadena de Suministros".

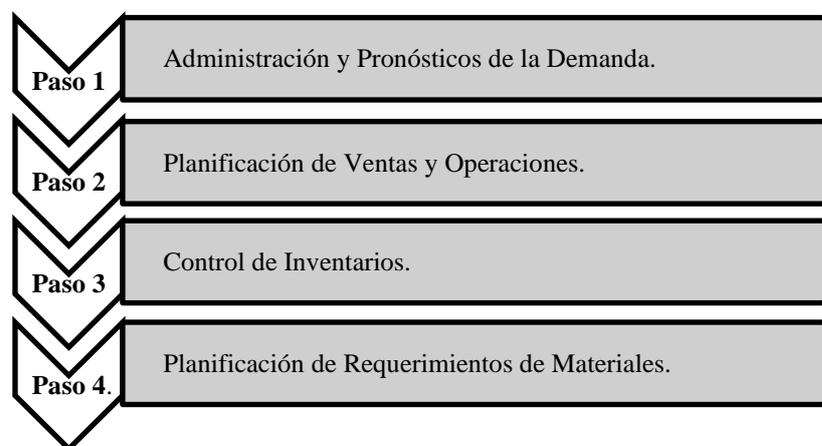


Figura 14. Procedimiento de la planificación de la producción. Fuente: Elaboración Propia.

b. Desarrollo:

Desarrollo antes de la mejora

Paso 1: Administración y pronósticos de la demanda.

Para el pronóstico de la demanda se tomó en consideración la data histórica de producción obtenida de la empresa respecto del cuero liso negro y adicional a ello se determinó que inicialmente se llegó a producir 14741 lados, sin embargo con las propuestas de mejora realizadas en esta investigación se espera incrementar la producción a 15961 lados (con este dato se realizará la proyección) al año, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28.

Producción esperada después de las mejoras

Año	Mes	Demanda	Producción (lados)	Producción (lados) después de la mejora	
2017	1	Septiembre	2222	1852	2039
	2	Octubre	2743	2286	2544
	3	Noviembre	2012	1677	1856
	4	Diciembre	523	436	443
	5	Enero	1184	987	998
	6	Febrero	3064	2553	2834
2018	7	Marzo	1055	879	892
	8	Abril	247	206	208
	9	Mayo	822	685	690
	10	Junio	1280	1067	1179
	11	Julio	2012	1677	1840
	12	Agosto	523	436	438
		17689	14741	15961	

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Planificación de ventas y operaciones.

En la tabla 29, se muestra los datos necesarios para realizar la proyección considerando el incremento de la producción debido a las mejoras.

Tabla 29.

Datos para realizar la proyección

Año	Mes	Producción (lados)	Producción (lote)	
2017	1	Septiembre	2039	19
	2	Octubre	2544	24
	3	Noviembre	1856	17
	4	Diciembre	443	5
	5	Enero	998	10
	6	Febrero	2834	26
2018	7	Marzo	892	9
	8	Abril	208	2
	9	Mayo	690	7
	10	Junio	1179	11
	11	Julio	1840	17
	12	Agosto	438	4

Fuente: Elaboración propia

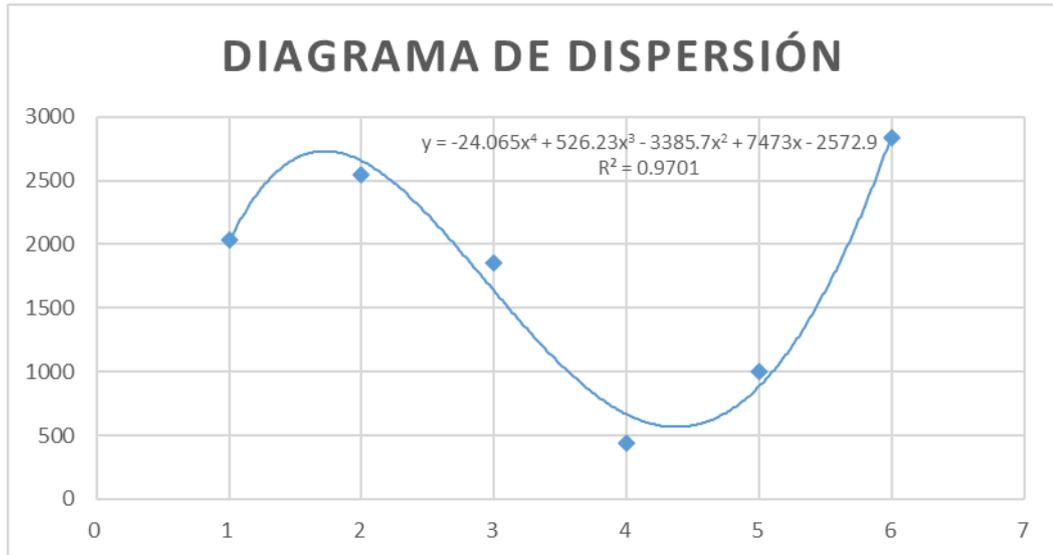


Figura 15. Gráfico de dispersión. Fuente: Elaboración propia.

Donde se evidencia que, aún en el grado 4 del análisis de regresión polinómica el índice de correlación es confiable, debido a que es mayor de 0.8. Se evaluó desde el mes de septiembre a diciembre 2018, donde se obtuvo el siguiente resultado como pronóstico:

Tabla 30.
Pronóstico para los últimos 4 meses

Año	Mes	Pronóstico (lados)	Pronóstico (lote)
2018	1 Septiembre	2017	19
	2 Octubre	2655	25
	3 Noviembre	1634	15
	4 Diciembre	667	7

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Control de Inventarios

Bill of Materials (BOM)

La técnica utilizada es la previsión de listas de planificación y la herramienta el Diagrama de Gozinto. Para el control de inventarios se tomó en cuenta información brindada por la empresa, la cantidad de materia prima involucrada e insumos dentro de la línea de producción del cuero liso negro, debido a que como

empresa usuaria de insumos químicos tiene un control estricto de las cantidades necesarias para la producción, además la empresa cuenta con un stock de seguridad y tiempos programados con los proveedores para la recepción de los mismos. Los resultados de la lista de materia prima e insumos necesarios para la producción de un lote de 110 lados de cuero liso negro de 16 pie², son los siguientes:

Tabla 31.
Lista de Materiales para la producción de un lote de cuero liso negro.

SKU	Cuero Liso Negro	Ctd Base:	1	Lote
			120	lados
				UND
MAT PRIM	PIEL VACUNO	60	0.50	und
INS	SUPRALAN ON	7.33	0.06	Kg
INS	SODA CAUSTICA	6.69	0.06	Kg
INS	ARACIT RM	3.82	0.03	Kg
INS	PELVIT KAB	1.59	0.01	Kg
INS	ERAVITH 2000	23.89	0.20	Kg
INS	SULFURO DE SODIO	23.89	0.20	Kg
INS	CAL	95.56	0.80	Kg
INS	QUIMANPEL 200	12.74	0.11	Kg
INS	SULFATO AMONIO	41.04	0.34	Kg
INS	BISULFITO SODIO	12.96	0.11	Kg
INS	HELPASOL	0.65	0.01	Kg
INS	ENZYLON C1400	4.32	0.04	Kg
INS	SAL INDUSTRIAL	140.4	1.17	Kg
INS	PELGRASOL	6.48	0.05	Kg
INS	ÁCIDO FÓRMICO	47.52	0.40	Kg
INS	LEATHERBIO XC	2.16	0.02	Kg
INS	CROMENO FB	10.8	0.09	Kg
INS	BP-NID 260	0.66	0.01	Kg
INS	ANIL NEGRO	1.66	0.01	Kg
INS	CROMO	4.98	0.04	Kg
INS	FORMIATO	3.32	0.03	Kg
INS	NEUTRALIZANTE VG-80	1.66	0.01	Kg
INS	BICARBONATO	1.66	0.01	Kg

INS	MAGNOPAL TG	4.98	0.04	Kg
INS	MX	6.64	0.06	Kg
INS	QUEBRACHO	4.98	0.04	Kg
INS	WEIBUL BLACK	4.98	0.04	Kg
INS	QUICEMOL 902	9.96	0.08	Kg
INS	JUPITER	3.32	0.03	Kg
INS	LAURICUAT	0.58	0.00	Kg
INS	LIGANTE (RI-25)	1.92	0.02	Kg
INS	PIG. NEGRO	4.8	0.04	Kg
INS	COMPACTO	2.16	0.02	Kg
INS	CERA PR (Ae-2300)	3.32	0.03	Kg
INS	PENETRANTE (Ae-2011)	2.16	0.02	Kg

Fuente: La empresa

Maestro de materiales

A continuación en la tabla 32, se muestra el stock de materiales con los que cuenta la empresa:

Tabla 32.
Maestro de materiales

Tipo	Descripción	Unidad	Stock disponible	Lead Time (Semanal)	Tamaño de lote	Stock Seguridad
SKU 1	Cuero Liso Negro	Und	260	1.1	110	110
MAT PRIM	PIEL VACUNO	Und	199	2	500	500
INS	SUPRALAN ON	Kg	138	2	40	25
INS	SODA CAUSTICA	Kg	65	2	25	25
INS	ARACIT RM	Kg	47	2	25	25
INS	PELLVIT KAB	Kg	80	2	25	25
INS	ERAVITH 2000	Kg	80	2	40	25
INS	SULFURO DE SODIO	Kg	70	2	40	25
INS	CAL	Kg	70	2	25	15
INS	QUIMANPEL 200	Kg	80	2	40	25
INS	SULFATO AMONIO	Kg	70	2	50	50
INS	BISULFITO SODIO	Kg	70	2	25	50
INS	HELPASOL	Kg	70	2	40	25
INS	ENZYLON C1400	Kg	70	2	50	55
INS	SAL INDUSTRIAL	Kg	80	2	40	25
INS	PELGRASOL	Kg	70	2	50	25

INS	ÁCIDO FÓRMICO	Kg	70	2	50	20
INS	LEATHERBIO XC	Kg	70	2	50	20
INS	CROMENO FB	Kg	70	2	40	20
INS	BP-NID 260	Kg	80	2	50	20
INS	ANIL NEGRO	Kg	70	2	50	20
INS	CROMO	Kg	70	2	40	25
INS	FORMIATO	Kg	70	2	40	20
INS	NEUTRALIZANTE VG-80	Kg	70	2	25	25
INS	BICARBONATO	Kg	70	2	40	20
INS	MAGNOPAL TG	Kg	70	2	35	20
INS	MX	Kg	70	2	30	15
INS	QUEBRACHO	Kg	60	2	30	20
INS	WEIBUL BLACK	Kg	70	2	25	20
INS	QUICEMOL 902	Kg	70	2	30	20
INS	JUPITER	Kg	70	2	35	20
INS	LAURICUAT	Kg	60	2	30	20
INS	LIGANTE (RI-25)	Kg	70	2	35	20
INS	PIGMENTO NEGRO	Kg	60	2	35	20
INS	COMPACTO	Kg	60	2	30	20
INS	CERA PR (Ae-2300)	Kg	80	2	30	20
INS	PENETRANTE (Ae-2011)	Kg	80	2	30	20

Fuente: La empresa

Paso 4: Planificación de requerimientos de materiales

La técnica utilizada es el Plan Maestro de producción y como herramienta tabla de cálculo y órdenes de aprovisionamiento. En este paso se establecieron los puestos de trabajo, la hoja de ruta para el SKU e insumos y con toda la información predecesora se desarrolló el plan de necesidades de materiales de manera semanal durante los meses pronosticados.

A continuación en la tabla 33, se muestra las ordenes de aprovisionamiento para los meses pronosticados luego producto del MRP.

Tabla 33.
Ordenes de aprovisionamiento

Tipo	Descripción	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
SKU 1	Cuero Liso Negro	440	550	440	770	660	660	660	330	440	440	330	220	110	220	220	0
MAT PRIM	PIEL VACUNO	0	0	1760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	SUPRALAN ON	0	40	40	40	40	40	0	40	40	0	0	0	40	0	0	0
INS	SODA CAUSTICA	25	50	25	50	25	25	25	25	25	0	25	0	25	0	0	0
INS	ARACIT RM	25	25	0	25	25	25	0	25	0	25	0	0	0	0	0	0
INS	PELLVIT KAB	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
INS	ERAVITH 2000	80	160	120	160	120	80	80	80	80	40	0	40	80	0	0	0
INS	SULFURO DE SODIO	120	120	160	120	120	80	80	80	80	40	40	40	40	0	0	0
INS	CAL	350	600	525	550	525	250	350	350	275	175	75	175	175	0	0	0
INS	QUIMANPEL 200	40	80	80	80	40	40	40	80	0	40	0	40	40	0	0	0
INS	SULFATO AMONIO	150	250	250	200	250	100	150	150	100	100	50	50	100	0	0	0
INS	BISULFITO SODIO	50	75	75	75	75	25	50	50	50	25	0	25	25	0	0	0
INS	HELPASOL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	ENZYLON C1400	0	50	0	50	0	50	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0
INS	SAL INDUSTRIAL	520	880	800	760	760	400	520	520	400	240	120	280	240	0	0	0
INS	PELGRASOL	0	50	50	0	50	50	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0
INS	ÁCIDO FÓRMICO	200	300	250	250	300	100	200	150	150	100	50	50	100	0	0	0
INS	LEATHERBIO XC	0	0	50	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
INS	CROMENO FB	40	80	80	40	80	0	40	40	40	40	0	0	40	0	0	0

INS	BP-NID 260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	ANIL NEGRO	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
INS	CROMO	50	0	50	50	0	0	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0
INS	FORMIATO	0	50	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	NEUTRALIZANTE VG-80	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
INS	BICARBONATO	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
INS	MAGNOPAL TG	50	0	50	0	50	0	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0
INS	MX	0	50	50	0	50	0	50	0	50	0	0	50	0	0	0	0
INS	QUEBRACHO	0	50	0	50	0	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
INS	WEIBUL BLACK	50	0	50	0	100	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
INS	QUICEMOL 902	0	100	0	100	0	50	50	50	0	0	50	0	0	0	0	0
INS	JUPITER	0	50	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	LAURICUAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
INS	LIGANTE (RI-25)	0	0	0	50	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
INS	PIGMENTO NEGRO	50	0	50	50	0	0	50	0	0	50	0	0	0	0	0	0
INS	COMPACTO	0	0	50	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
INS	CERA PR (Ae-2300)	0	50	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
INS	PENETRANTE (Ae-2011)	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

c. Impacto de la propuesta de mejora

Con las herramientas del VSM, Balance de línea y MRPI, se espera incrementar el % de demanda satisfecha de 83.3% a 90.2%, con lo cual se reduce la pérdida de S/.51,520.54 a S/.30,204.82, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 34.
Porcentaje de demanda satisfecha con las mejoras

Demanda Insatisfecha con la propuesta de mejora						
Año	Mes	Demanda	Producción Total	Demanda Insatisfecha	Lucro Cesante	% Demanda Satisfecha
2017	Setiembre	2222	2039	184	S/.3,208.38	91.7%
	Octubre	2743	2544	199	S/.3,484.79	92.7%
	Noviembre	2012	1856	157	S/.2,736.24	92.2%
	Diciembre	523	443	80	S/.1,401.52	84.7%
2018	Enero	1184	998	186	S/.3,257.39	84.3%
	Febrero	3064	2834	230	S/.4,015.57	92.5%
	Marzo	1055	892	163	S/.2,844.97	84.6%
	Abril	247	208	39	S/.685.03	84.1%
	Mayo	822	690	132	S/.2,306.73	83.9%
	Junio	1280	1179	101	S/.1,766.51	92.1%
	Julio	2012	1840	172	S/.3,008.81	91.4%
	Agosto	523	438	85	S/.1,488.89	83.7%
Total		17689	15961	1728	S/.30,204.82	90.2%

Fuente: Elaboración propia

Asimismo con las mejoras se espera reducir el número de horas extras de 1006 a 910 con lo cual se reduce el sobrecosto en S/.111.14, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 35
Reducción de las horas extras

Meses	Antes de la mejora		Después de la mejora		Reducción de costos
	Horas extra	Costo	Horas extra	Costo	
Noviembre	326	S/699.66	295	S/.675.95	S/.23.71
Febrero	406	S/1,301.12	366	S/.1,233.36	S/.67.75
Julio	274	S/609.18	250	S/.589.50	S/.19.68
Total	1006	S/2,609.95	910	S/.2,498.81	S/.111.14

Fuente: Elaboración propia

La pérdida total anual con las propuestas de mejora asciende a S/.32,703.63, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 36.

Pérdida total luego de la propuesta de mejora

Resumen de pérdidas respecto Causa-Raíz CR4P Y C3P después de la mejora			
Criterio	Pérdida directa	Lucro Cesante	Perdida total
Demanda insatisfecha	0	S/. 30,204.82	S/. 30,204.82
Horas extra	S/. 2,498.81	0	S/. 2,498.81
TOTAL	S/. 2,498.81	S/. 30,204.82	S/. 32,703.63

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que al comparar las pérdidas antes de la mejora y la pérdida obtenida después de la mejora, se obtiene una reducción del 39.58% (S/.32,703.63), así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 37.

Pérdida total luego de la propuesta de mejora

CAUSA	Pérdidas Antes de la Mejora	Pérdidas Después de la Mejora	Variación
Causa-Raíz CR4P Y C3P	S/. 54,130.50	S/. 32,703.63	39.58%

Fuente: Elaboración propia

3. CR1P - Falta de capacitación en el área de producción.

Para dar solución a esta causa raíz se plantea el desarrollo de un programa de capacitación dirigido a los operarios del área de producción el cuál se podrá visualizar en el anexo 3.

El programa de capacitación constara de 2 capacitaciones que buscan mejorar la habilidades y aptitudes de los operarios de producción en las labores diarias y de esta manera incrementar la producción.

Con este programa de capacitación se separa reducir las pérdidas económicas de S/.41,060.50 a S/.18,249.11, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 38.

Pérdida por la falta de capacitación con las mejoras

Año	Mes	Frecuencia de Producción (vez/mes)	Frecuencia de operación inadecuada (vez/mes)	Producción (lados)	Producción pérdida (lados)	Pérdida Directa	Lucro Cesante	Perdida total con las mejoras
2017	Setiembre	20	0	2225	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Octubre	25	0	2776	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Noviembre	18	0	2025	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Diciembre	4	1	484	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Enero	10	1	1089	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Febrero	28	1	3092	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
2018	Marzo	9	0	974	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Abril	2	0	227	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Mayo	7	0	753	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Junio	12	0	1287	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Julio	18	1	2008	110	S/.2,640.00	S/.1,922.28	S/.4,562.28
	Agosto	4	0	478	0	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	Total	158	4	17418	440	S/10,560.00	S/7,689.11	S/18,249.11

Fuente: Elaboración propia

4. CR6M - Falta de mantenimiento de los equipos de producción

Para dar solución a esta causa raíz se plantea el desarrollo del RCM.

Se realizó el procedimiento de la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad según Moubray, J.(1997), en su libro denominado "Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad".

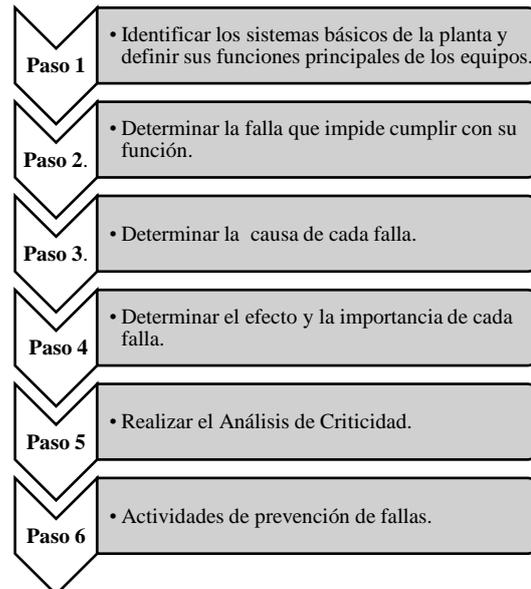


Figura 16. Procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo

Etapa 1: Identificar los sistemas básicos de la planta y definir sus funciones principales de los equipos.

En esta etapa se definió las funciones de cada máquina en sus estaciones respectivas.

La técnica que se usó es el listado de los equipos y funciones, así como también la herramienta del check list. (Ver anexo N^a 4 al N^o 19). Como resultado se obtuvo la tabla siguiente:

Tabla 39.

Tabla resumen del % del cumplimiento y no cumplimiento de las máquinas

NÚMERO	MAQUINA	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	PORCENTAJE DE NO CUMPLIMIENTO
1	BOTAL N°01	58%	42%
2	BOTAL N°02	33%	67%
3	BOTAL N°03	75%	25%
4	BOTAL N°04	67%	33%
5	BOTAL N°05	67%	33%
6	BOTAL N°06	58%	42%
7	BOTAL N°07	67%	33%
8	DESCARNADORA	40%	60%
9	REBAJADORA	44%	56%
10	DIVIDIDORA	67%	33%
11	ESCURRIDORA	56%	44%
12	CARPETEADORA	56%	44%
13	HORNO AL VACÍO	78%	22%
14	ABLANDADORA	56%	44%
15	LIJADORA	67%	33%
16	PLANCHA	78%	22%

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo en la tabla 40, se determinó la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, en donde se puede apreciar que los equipos críticos son el Botal N°2, descarnadora y la rebajadora debido a su baja disponibilidad y confiabilidad. Cabe mencionar que a estos equipos se les tomará mayor importancia en el desarrollo del RCM.

Tabla 40.

Indicadores actuales de mantenimiento

Maquinaria	HORAS PARADAS EN EL AÑO	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
Botal N1	23	88.9%	90.8%
Botal N2	24.5	88.2%	82.5%
Descarnadora	148.00	28.8%	82.5%
Divididora	109.50	47.4%	90.8%
Botal N3	0	100.0%	100.0%
Botal N4	0	100.0%	100.0%
Escurreidora	0	100.0%	100.0%
Rebajadora	84.50	59.4%	82.5%
Botal N5	11.5	94.5%	90.8%

Botal N6	12.5	94.0%	86.6%
Botal N7	19	90.9%	95.3%
Botal N8	0	100.0%	100.0%
Carpeteado	0	100.0%	100.0%
Horno	40.00	80.8%	90.8%
Ablandadora	31	85.1%	86.6%
Lijadora	31.50	84.9%	90.8%
Desenpolvadora	0	100.0%	100.0%
Soplete	0	100.0%	100.0%
Plancha	15	92.8%	86.6%
Medidora	0	100.0%	100.0%
Total	550	86.8%	92.8%

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 2: Determinar la falla que impide cumplir con su función.

En esta etapa se determinó las fallas potenciales de todas las máquinas que tuvieron paradas, a través de la técnica del análisis de falla, así como también se usó como herramienta la matriz de análisis de falla. Como resultado se obtuvo las fallas de las máquinas que impiden cumplir con su función respectiva. En la siguiente tabla se muestra las fallas más significativas.

Tabla 41.
Fallas significativas de los equipos

Nombre del equipo	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial
Botal N1	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Detonaciones. Cable corroído y suelto.
Botal N2	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Paredes muy delgadas. Rugosidad fuera de especificaciones. Falla de motor El proceso está consumiendo más energía de la habitual.
Botal N5	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Detonaciones. Cable corroído y suelto.
Botal N6	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Detonaciones. Cable corroído y suelto. Golpeteo del motor

Botal N7	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Cable corroído y suelto.
Descarnadora	Retira los restos de carne y sebo de la parte inferior de la piel.	Contactores mal ubicados. Descalibración del motor Golpeteo y falla del motor Cable corroído y suelto. Residuos de partícula de aceite que engrasa el insumo.
Divididora	Dividir la piel del cuero por lados.	Detonaciones. El proceso está consumiendo más energía de la habitual. Golpeteo del motor.
Rebajadora	Se ajusta el espesor del cuero a lo deseado.	Parada motor. Desgaste prematuro Golpeteo del motor. El proceso está consumiendo más energía de la habitual.
Horno al vacío	Absorber la humedad que están en las pieles.	Cable corroído y suelto. Altas temperaturas en la máquina. Detonaciones.
Ablandadora	Golpear con sus placas dentadas contra el cuero produciendo el ablandado y estirándolo al mismo tiempo.	Residuos de partícula de aceite que engrasa el insumo. Cable corroído y suelto. Parada motor. Rugosidad fuera de especificaciones Planchas de metal desgastadas.
Lijadora	Las mantas deben lijarse para corregir los defectos eventuales y así mejorar la superficie del cuero, empleando una maquina "lijadora".	Detonaciones. Golpeteo del motor. Parada motor. Cable corroído y suelto. Detonaciones.
Plancha	Se le da una impregnación final a la superficie del cuero con la finalidad de obtener una mayor uniformidad del producto final.	Placas de metal desgastadas. Parada motor. Golpeteo del motor.

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 3: Determinar la causa de cada falla.

En esta etapa se usó como técnica el análisis del árbol de falla y como herramienta se utilizó el árbol de falla. De esta manera se halló las causas potenciales de fallo de las máquinas que tuvieron paradas. (Ver anexo 20, 21 y 22). Como resultado se obtuvo las causas potenciales de fallo de las máquinas que tuvieron paradas, que impide que cumplan con sus funciones respectivas.

Tabla 42.

Tabla resumen de causas potenciales más significativas.

Nombre del equipo	Causas Potenciales de fallo
Botal N2	Cable del circuito expuestos a la humedad. Oscilación del eje. Bobinas del contactor en mal estado. Falla en el cable de alimentación eléctrica.
Descarnadora	Descalibración. Cable corroído y suelto. Cojinetes en mal estado. Discos incorrectos.
Rebajadora	Descalibración. Cable corroído y suelto. Cojinetes en mal estado.

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 4: Determinar el efecto y la importancia de cada falla.

En esta etapa se realizó los efectos potenciales de fallo de todas las máquinas que tuvieron parada, a través de la técnica de análisis de Modo y Efecto de Fallos y como herramienta la matriz AMEF, para realizar esta etapa se identificó primero el efecto de cada causa y posteriormente se asignaron el grado de ocurrencia, grado de

gravedad y el grado de detección que son parámetros ya establecidos y finalmente se calcula el NPR (Ver anexo 23). Los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 43.

Tabla resumen de efectos potenciales más significativos

Nombre del equipo	Efectos Potenciales de falla
Botal N2	Falla en el arranque.
	Ruido.
	Gasto extra de la empresa.
	Gasto extra de la empresa.
Descarnadora	Ruido.
	Ruido.
	Alta vibración del motor.
	Falla en el arranque.
Rebajadora	Falla en el arranque.
	Falla en el arranque.
	Ruido.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se determinó la importancia de cada falla de todas las máquinas que se han evaluado anteriormente. Se utilizó los criterios para hallar el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) y como resultado se obtuvo el gráfico siguiente:

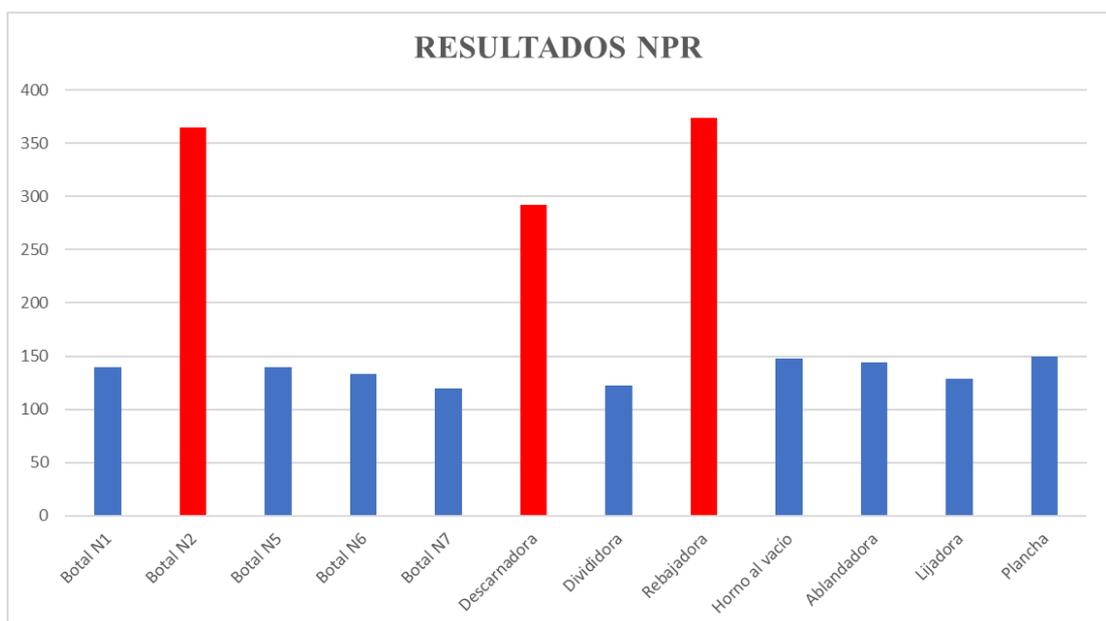


Figura 17. Resultados del número de prioridad de riesgo. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17, se aprecia que en solo 3 estaciones de operación tenemos altos índices de NPR, como acciones inmediatas a atacar.

Etapas 5: Realizar el Análisis de Criticidad.

En esta etapa se evaluó a través de criterios ya establecidos a las máquinas de todas las estaciones que tuvieron un registro de paradas en un determinado periodo. (Ver anexo 24). La técnica que se utilizó es el Análisis de Criticidad, y como herramienta se usó la Matriz de Criticidad. Como resultado se obtuvo las tablas siguientes:

Tabla 44.

Máquinas críticas

Máquinas críticas	
Botal N2	Crítico
Descarnadora	Crítico
Rebajadora	Crítico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45.

Máquinas semi críticas

Máquinas semicríticas	
Botal N6	Semi crítico
Ablandadora	Semi crítico
Plancha	Semi crítico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46.

Máquinas no críticas

Máquinas no críticas	
Botal N1	No crítico
Botal N5	No crítico
Botal N7	No crítico
Divididora	No crítico
Horno al vacío	No crítico
Lijadora	No crítico

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 6: Actividades de prevención de fallas.

Para esta etapa se utilizó el plan de mantenimiento donde se detallará cada paso que se debe seguir para solucionar y prevenir las fallas de las máquinas críticas. Los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 47.

Plan de Mantenimiento de los equipos críticos

DETALLE EQUIPOS			
EQUIPO			
PRINCIPAL	CODIGO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
BOTAL N°02	SBM02	Inspección y limpieza de filtro de aire y aceite	c/7 semanas
		Cambio de las paredes de la estructura.	Semestral
		Inspección de motor	
		Inspección y ajuste de piezas.	Bimestral
		Inspección de la base giratoria principal.	Semestral
		Inspección de chumaceras	Semestral
		Inspección de circuito eléctrico.	Semestral
		Inspección y limpieza del motor.	c/7semanas
		Inspección y cambio del circuito eléctrico.	Semestral
		Inspección y ajuste de piezas.	Semestral
DESCARNADORA	SDM01	Inspección del cilindro de combustión.	Bimestral
		Inspección de ejes de motor	Semestral
		Inspección de retenes	Semestral
		Calibración de cuchillas	Semestral
		Inspección de chumaceras	Mensual
		Inspección y limpieza de filtro de aire y aceite	c/7 semanas
		Inspección y calibración del motor.	Semestral
		Inspección del sistema de arranque del motor.	Semestral
REBAJADORA	SRM01	Engrase del sistema de transmisión.	Bimestral
		Cambio de pieza	Semestral
		Calibración de retenes	Semestral
		Cambio de pieza	Semestral
		Inspección de discos	Mensual

Fuente: Elaboración propia

Impacto con la propuesta de mejora

Con el RCM propuesto se espera reducir la pérdida por falta de mantenimiento de S/.73,500.28, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 48.
Pérdida con la propuesta de mejora

Año	Mes	Paradas de máquina (horas)			Total (horas)	Producción (Cantidad lados)	Pérdida de Producción	Horas - Hombre perdidas	Pérdida Directa	Perdida Directa Total	Pérdida Indirecta	Lucro Cesante	Pérdida total
		Maquinaria	N° de operarios	Horas - Máquina perdidas									
2017	Septiembre	Divididora	6	11	41	1852	365	66	S/.327.36	S/.954.28	S/.678.00	S/.6,379.48	S/.8,011.75
		Descarnadora	6	20									
		Botal N7	1	10									
		Divididora	6	11									
	Octubre	Descarnadora	6	20	62	2286	681	120	S/.563.46	S/.1,283.85	S/.656.00	S/.11,974.69	S/.13,914.54
		Rebajadora	1	20									
		Horno	4	11									
	Noviembre	Divididora	6	9	35	1677	282	54	S/.267.84	S/.423.61	S/.689.00	S/.4,959.04	S/.6,071.64
		Rebajadora	1	16									
		Botal N1	1	10									
		Botal N2	1	23									
	Diciembre	Divididora	6	14	56	436	117	84	S/.416.63	S/.1,097.88	S/.367.00	S/.2,062.87	S/.3,527.75
Descarnadora		6	19										
Divididora		6	13										
2018	Enero	Descarnadora	6	19	39	987	185	114	S/.535.29	S/.966.59	S/.980.00	S/.3,252.21	S/.5,198.79
		Botal N7	1	7									
	Febrero	Divididora	6	10	64	2553	786	60	S/.297.60	S/.1,293.80	S/.489.00	S/.13,804.71	S/.15,587.50
		Descarnadora	6	21									

	Rebajadora	1	22				22	S/.126.92				
	Horno	4	11				44	S/.277.64				
	Divididora	6	10				60	S/.297.60				
Marzo	Rebajadora	1	21	42	879	177	21	S/.121.15	S/.488.56	S/.980.00	S/.3,119.14	S/.4,587.70
	Botal N1	1	11				11	S/.69.81				
	Botal N5	1	11				11	S/.69.81				
Abril	Divididora	6	23	51	206	51	138	S/.684.47	S/.1,233.22	S/.589.00	S/.887.63	S/.2,709.85
	Descarnadora	6	17				102	S/.478.94				
	Lijadora	1	9				9	S/.43.27				
Mayo	Ablandadora	1	15	24	685	79	15	S/.72.12	S/.115.38	S/.589.00	S/.1,380.36	S/.2,084.74
	Lijadora	1	10				10	S/.48.08				
Junio	Plancha	1	14	36	1067	185	14	S/.80.77	S/.205.00	S/.589.00	S/.3,245.36	S/.4,039.36
	Botal N6	1	12				12	S/.76.15				
	Horno	1	16				16	S/.403.85				
Julio	Lijadora	1	10	26	1677	210	10	S/.48.08	S/.451.92	S/.568.00	S/.3,683.86	S/.4,703.78
	Ablandadora	1	15				15	S/.72.12				
Agosto	Descarnadora	6	19	34	436	71	114	S/.535.29	S/.607.40	S/.1,203.00	S/.1,252.45	S/.3,062.86
	Total			43	1228	266	1756	S/.9,121.49	S/.9,121.49	S/.8,377.00	S/.56,001.79	S/.73,500.28

Fuente: Elaboración propia

Asimismo el RCM permitirá incrementar la disponibilidad de los equipos de 86.6% a 88% y la confiabilidad de los equipos se incrementará de 92.8% a 93.1%, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 49.

Indicadores de mantenimiento luego del RCM

Maquinaria	HORAS PARADAS PROMEDIO MENSUAL MEJORADAS	N° paradas mejoradas	MTBF mejorado	MTTR mejorado	TASA FALLA mejorada	DISPONIBILIDAD mejorada	CONFIABILIDAD mejorada
Botal N1	22	23	9.04	0.96	1.05	91.0%	91.2%
Botal N2	23	46	4.52	0.50	2.00	90.3%	83.2%
Descarnadora	137	44	4.73	3.11	0.32	30.9%	83.8%
Divididora	104	22	9.45	4.73	0.21	49.5%	91.6%
Botal N3	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Botal N4	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Escurridora	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Rebajadora	81	46	4.52	1.76	0.57	61.5%	83.2%
Botal N5	11	23	9.04	0.48	2.09	96.6%	91.2%
Botal N6	12	35	5.94	0.34	2.92	96.1%	86.9%
Botal N7	18	11	18.91	1.64	0.61	93.0%	95.7%
Botal N8	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Carpeteado	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Horno	38	23	9.04	1.65	0.61	82.9%	91.2%
Ablandadora	30	35	5.94	0.86	1.17	87.2%	86.9%
Lijadora	30.00	23	9.04	1.30	0.77	87.0%	91.2%
Desenpolvadora	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Soplete	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Plancha	14	35	5.94	0.40	2.50	94.9%	86.9%
Medidora	0	0	0.00	0.00	0.00	100.0%	100.0%
Total	520	366	4.81	0.89		88.0%	93.1%

Fuente: Elaboración propia

5. CR5M - Falta de capacitación en el área de mantenimiento.

Para dar solución a esta causa raíz se plantea el desarrollo de un programa de capacitación dirigido a los operarios del área de mantenimiento el cuál se podrá visualizar en el anexo 25.

Con este programa de capacitación se espera que el personal de mantenimiento pueda llevar a cabo el RCM y las actividades de mantenimiento de los equipos con mayor conocimiento y esto a su vez permitirá reducir el mantenimiento externo el cual fue en un inicio del 6% al 3% con una reducción de la pérdida por mantenimiento externo de S/.7,977.50, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 50.

Pérdida por mantenimiento externo con las mejoras

Maquinaria	N° paradas	Mantenimiento externo	% de mantenimiento externo	Costo del mantenimiento externo
Botal N1	23		0%	
Botal N2	46	3	7%	S/1,750.00
Descarnadora	44	2	5%	S/2,445.00
Divididora	22		0%	
Botal N3	0			
Botal N4	0			
Escurridora	0			
Rebajadora	46	3	7%	S/600.00
Botal N5	23	2	9%	S/2,460.00
Botal N6	35	0	0%	S/0.00
Botal N7	11			
Botal N8	0			
Carpeteado	0			
Horno	23			
Ablandadora	35	1	3%	S/244.50
Lijadora	23			
Desenpolvadora	0			
Soplete	0			
Plancha	35	1	3%	S/478.00
Medidora	0			
Total	366	12	3%	S/7,977.50

Fuente: Elaboración propia

3.3 Evaluación Económica

a) Inversión para la propuesta de mejora

A continuación, se muestra el detalle de la inversión realizada para el desarrollo de las propuestas de mejora.

Tabla 51.

Inversión para el desarrollo del MRP

Inversión - Balance de Línea	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Util(Años)	Depreciación anual
Formatos para estudio de tiempos	Unidad	50	S/. 0.50	S/. 25.00		
Cronómetro	Unidad	1	S/. 150.00	S/. 150.00	3	S/. 50.00
	Total			S/. 175.00		S/. 50.00
Inversión - MRP	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Util(Años)	Depreciación anual
Formatos	Unidad	45	S/. 0.50	S/. 22.50		
Laptop	Horas	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	5	S/. 500.00
	Total			S/. 2,522.50		S/. 500.00
Inversión - RCM	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Util(Años)	Depreciación anual
Plan de mantenimiento para equipos	Unidad	1	S/. 5,938.00	S/. 5,938.00		
Vibrometro	Unidad	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00	5.00	S/. 1,187.60
Termógrafo	Unidad	1	S/. 850.00	S/. 850.00	5.00	S/. 200.00
Multimetro	Unidad	1	S/. 250.00	S/. 250.00	5.00	S/. 170.00
Caja de llaves	Unidad	1	S/. 400.00	S/. 400.00		
Juego de Llaves	Unidad	1	S/. 400.00	S/. 400.00		
Juego de Dados	Unidad	1	S/. 400.00	S/. 400.00		
Banco de Trabajo	Unidad	1	S/. 750.00	S/. 750.00		
	Total			S/. 9,988.00		S/. 1,557.60
Inversión - Capacitación para producción y mantenimiento	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Util(Años)	Depreciación anual
Formatos para capacitación	Unidad	360	S/. 0.30	S/. 108.00		
Compra de proyector	Horas	1	S/. 650.00	S/. 650.00	S/. 5.00	S/. 130.00
Costo de las capacitaciones	Horas	24	S/. 800.00	S/. 19,200.00		
	Total			S/. 19,958.00		S/. 130.00
INVERSIÓN TOTAL				S/. 32,643.50		S/. 2,237.60

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 51 se puede apreciar que para el desarrollo de todas estas propuestas será necesario una inversión total de S/ 32,643.50 y una depreciación anual de S/ 2,237.60.

b) Ahorro implementando la propuesta

1. Con la propuesta de mejora del VSM, Balance de Línea y MRP se espera reducir el lead time de la línea de producción de cuero liso de 9 a 8 días y con ello se reducirá la pérdida de S/ 54,130.00 a S/ 32,704.00, así como se muestra en la siguiente figura.

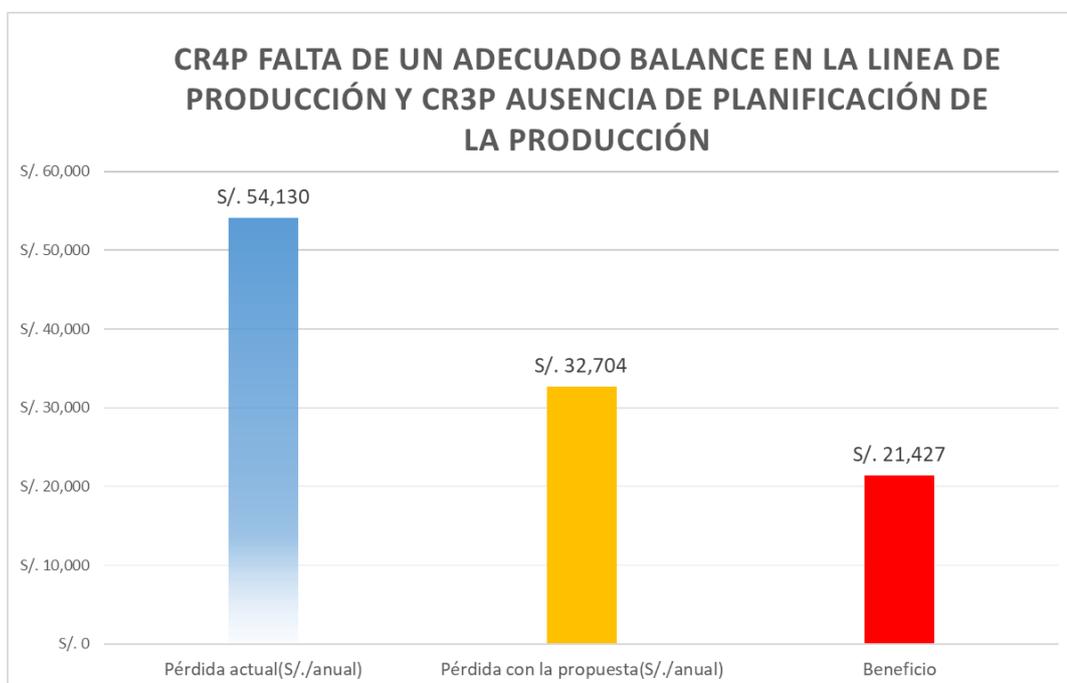


Figura 18. Pérdidas antes y después de la mejora de la CR4P y CR3P. Fuente: Elaboración propia

2. Con la propuesta del programa de capacitación para el área de producción se espera reducir la pérdida por falta de capacitación de S/.41,061.00 a S/.18,249.00, así como se muestra en la siguiente figura.

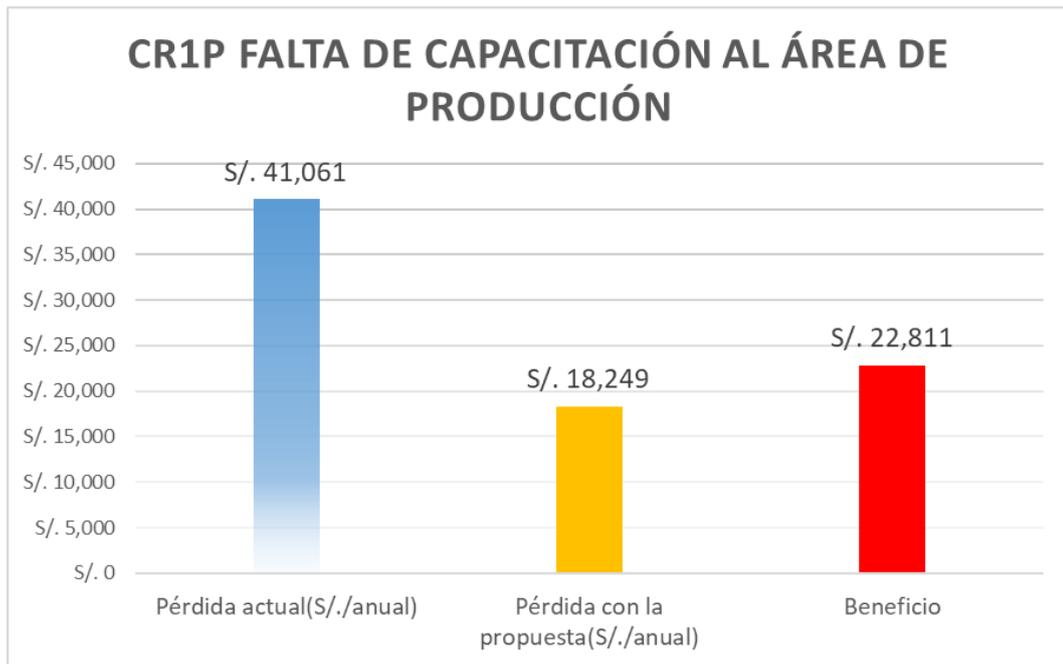


Figura 19. Pérdidas antes y después de la mejora de la CR1P. Fuente: Elaboración propia

3. Con la propuesta del RCM se espera incrementar la disponibilidad de los equipos de 86.6% a 88% y la confiabilidad de los equipos se incrementará de 92.8% a 93.1%, reduciendo la pérdida de S/.78,770.00 a S/.73,500.00, así como se muestra en la siguiente figura.

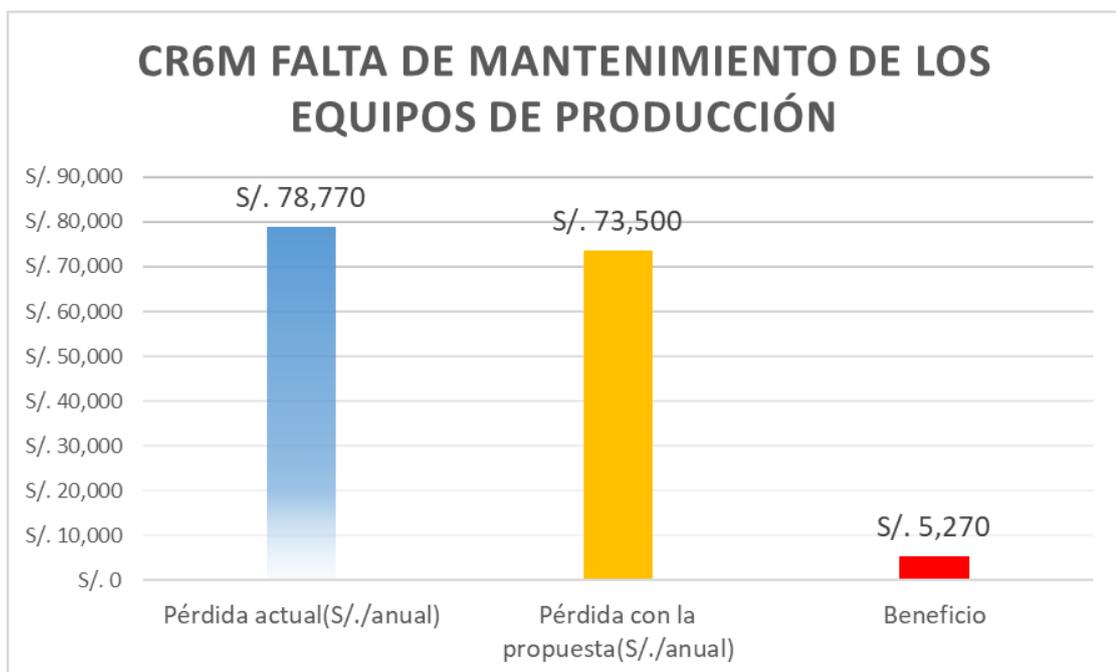


Figura 20. Pérdidas antes y después de la mejora de la CR6M. Fuente: Elaboración propia

4. Con la propuesta del programa de capacitación para el área de mantenimiento se espera reducir la pérdida por falta de capacitación de S/.15,177.00 a S/.7,987.00, así como se muestra en la siguiente figura.

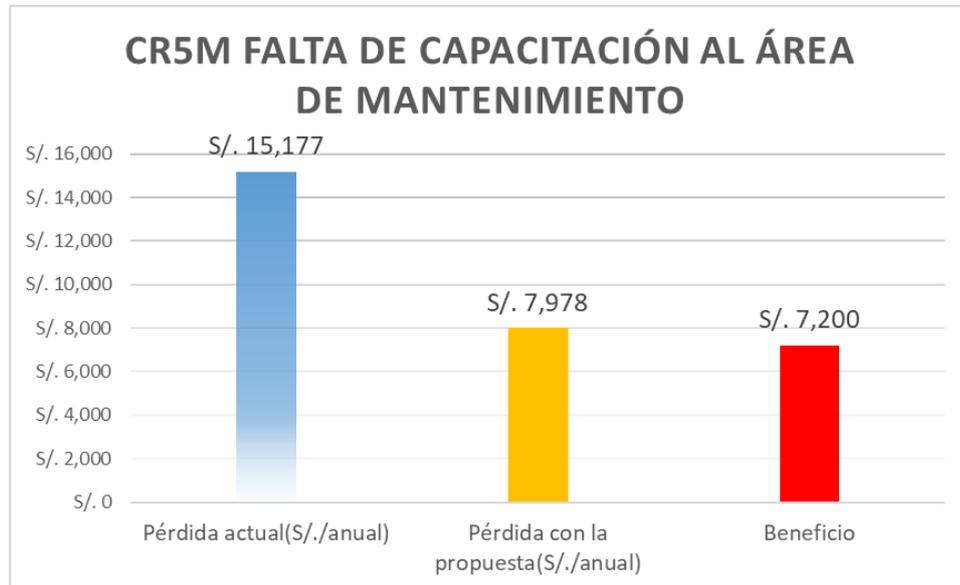


Figura 21. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr6P

Fuente: Elaboración propia

Con las propuestas de mejora se espera reducir los costos operativos en un 30% es decir de S/.189,138.00 a S/.132,431.00, así como se muestra en la siguiente figura.

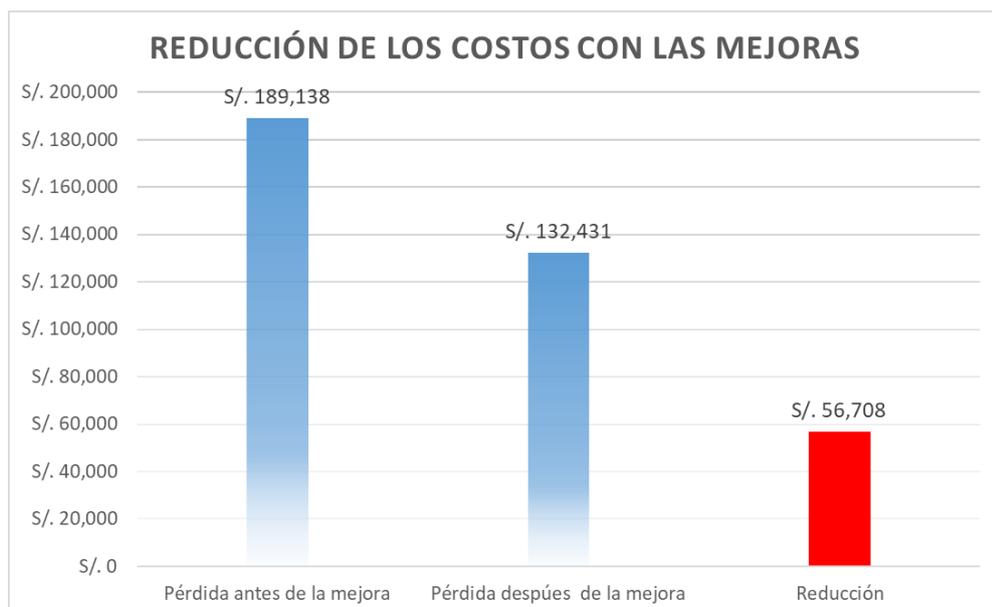


Figura 22. Reducción de los costos operativos

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 52 se detalla los ingresos obtenidos con las propuestas de mejora para cada causa raíz.

Tabla 52.

Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

CR	Ingresos	Beneficio	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
CR4P	Falta de un adecuado balance en la línea de producción	S/. 21,427	S/. 2,692	S/. 3,323	S/. 2,438	S/. 634	S/. 1,435	S/. 3,711	S/. 1,278	S/. 299	S/. 996	S/. 1,551	S/. 2,438	S/. 634	S/. 21,427
CR3P	Ausencia de planificación de la producción														
CR1P	Falta de capacitación al área de producción	S/. 22,811	S/. 2,866	S/. 3,538	S/. 2,595	S/. 675	S/. 1,527	S/. 3,951	S/. 1,360	S/. 319	S/. 1,060	S/. 1,651	S/. 2,595	S/. 675	S/. 22,811
CR6M	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	S/. 5,270	S/. 662	S/. 817	S/. 600	S/. 156	S/. 353	S/. 913	S/. 314	S/. 74	S/. 245	S/. 381	S/. 600	S/. 156	S/. 5,270
CR5M	Falta de capacitación al área de mantenimiento	S/. 7,200	S/. 905	S/. 1,116	S/. 819	S/. 213	S/. 482	S/. 1,247	S/. 429	S/. 101	S/. 335	S/. 521	S/. 819	S/. 213	S/. 7,200
INGRESO TOTAL			S/. 7,125	S/. 8,794	S/. 6,451	S/. 1,677	S/. 3,797	S/. 9,821	S/. 3,381	S/. 792	S/. 2,635	S/. 4,105	S/. 6,451	S/. 1,677	S/. 56,708

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó una evaluación económica con un periodo de tiempo de 2 años, considerando que para el segundo año habrá un incremento de las ventas de 4%.

c) Estado de resultados

Inversión total: S/. 32,644.

Costo de oportunidad anual: 14% anual

Tasa mensual: 1.10%

Tabla 53

Estado de resultados anual

AÑOS	0	1	2
Ingresos		S/. 56,708	S/. 58,976
Costos operativos		S/. 19,848	S/. 20,642
Depreciación		S/. 2,238	S/. 2,238
Utilidad bruta		S/. 34,622	S/. 36,097
Gav		S/. 1,731	S/. 1,805
Utilidad antes de impuestos		S/. 32,891	S/. 34,292
Impuestos		S/. 9,538	S/. 9,945
Utilidad después de impuestos		S/. 23,353	S/. 24,347

Fuente: Elaboración propia

d) Flujo de caja

Tabla 54

Flujo de caja anual

AÑOS	0	1	2
Utilidad después de impuestos		S/. 23,353	S/. 24,347
Depreciación		S/. 2,238	S/. 2,238
Flujo neto de efectivo (FNE)	-S/. 32,644	S/. 25,590	S/. 26,585

Fuente: Elaboración propia

e) Cálculo del TIR/VAN

Tabla 55

Indicadores económicos

AÑOS	0	1	2
Flujo neto Efectivo	-S/. 32,644	S/. 25,590	S/. 26,585
Ingresos totales		S/. 56,708	S/. 58,976
Egresos totales		S/. 31,117	S/. 32,391
VAN ingresos	S/. 95,123	SOLES	
VAN egresos	S/. 52,220	SOLES	
PRI	18.26	Meses	
VAN	S/. 10,260		
TIR	37.6%	>	COK 14% anual
B/C	1.8		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 55ecu, se hizo una evaluación económica de 2 años de horizonte de tiempo. Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/. 10,260.00.
- Un TIR de 37.6% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 14% anual.
- Un B/C de 1.8, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.80.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 18.2 meses.

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es RENTABLE.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la presente investigación se ha recolectado información para solucionar los problemas en el área de producción y mantenimiento de una empresa Curtiembre. Es por ello que se procedió a comparar los resultados obtenidos con el desempeño de las otras investigaciones que hayan aplicado mejoras similares.

En la presente tesis se desarrolló como propuestas de mejora: VSM, balance de Línea, MRP, programa de capacitación para el área de producción, Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y un programa de Capacitación para el área de mantenimiento beneficios anuales por un monto de S/.56,708.00 y esto a su vez permitió incrementar reducir los costos operativos en un 30%. Los resultados obtenidos fueron los esperados, ya que así lo corroboran los resultados obtenidos por Zegarra (2017) en su tesis la cual se desarrolló en una curtiembre utilizó como herramientas de mejora: MRP II, procedimientos para la evaluación de proveedores y la capacitación, que ayudará a mejorar la gestión de Producción y con ello logró reducir los altos costos operativos en un total de S/25,911.52. Martínez y Contreras (2018), en su tesis titulada utilizando herramientas similares como: MRP, Kanban, 5S, capacitación ,plan de mantenimiento preventivo, 5S y el método ABC, logro generar un ahorro anual de S/46,720. Guzmán (2019). en su tesis utilizó como herramientas de mejora el VSM, Balance de Línea y el MRP, logando reducir el lead time, incrementar la eficiencia de la línea de producción de 28% a 52% logrando obtener un ahorro mensual total de S/. 246,861.15. Aquino y Villena (2017), en sus tesis aplicando herramientas de mejora como: Lean Manufacturing, plan de mantenimiento preventivo y un plan de manejo ambiental logró

obtener un ahorro anual de S/. 22,430.60 en el área de producción y S/. 51,954.42 soles anuales con el plan de mantenimiento preventivo.

En nuestra investigación con el RCM se logró determinar la criticidad de los equipos de producción de la curtiembre al igual que Espín (2018), quien aplicando el RCM(mantenimiento centrado en la confiabilidad) en los equipos del área húmeda y de acabados del cuero logró detectar un total de 48 subsistemas con alto riesgo y 4 con reducción deseable, y al reagruparlos se obtienen 5 máquinas con un nivel de criticidad elevado, por lo cual se desarrolló los planes de mantenimiento preventivo de los mismos.

Como se puede apreciar las mejoras que se realizan en las áreas de producción y mantenimiento traen consigo ahorros sustanciales para la empresa que lo ponen en práctica y muchos beneficios como lo corroboró Rocío (2016), quien menciona en su tesis que con las mejoras de: diagramas de proceso, análisis de operaciones, mantenimiento preventivo, 5'S y capacidad de producción, se logra mejorar los procesos en la línea de producción del cuero.

Una limitación importante en esta investigación fue la falta de información, esto se debe a la inadecuada organización documental que presenta la empresa.

La implicancia que tuvo el desarrollo de este proyecto es lograr reducir los costos operativos de la empresa Curtiembre para que sirva como guía para otros investigadores.

4.2 Conclusiones.

- Se determinó que la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento redujo los costos operativos en 30% ya que se redujo las pérdidas de la empresa Curtiembre de S/. 189,138 a S/. 132,430.
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la línea de producción de cuero liso negro en la curtiembre determinado que las causas raíces de los bajos costos operativos son : la falta de un adecuado balance en la línea de producción, la ausencia de planificación de la producción, la falta de capacitación al área de producción, la falta de mantenimiento de los equipos de producción y la falta de capacitación al área de mantenimiento. Cabe mencionar que inicialmente se tuvo una pérdida anual de S/. 189,138..
- Se desarrolla la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento la cual consistió en la aplicación de: VSM, balance de Línea, MRP, programa de capacitación para el área de producción, Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y un programa de Capacitación para el área de mantenimiento. Cabe mencionar que estas mejoras permitieron tener un ahorro anual de S/. 56,708..
- Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora en el área de producción y mantenimiento de la empresa Curtiembre con un horizonte de tiempo de 1 año, obteniendo como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/10,260, TIR de 37.6%, B/C de 1.8 y un PRI de 18.2 meses.

REFERENCIAS

- Anaya, J. (2017). Organización de la producción industrial: un enfoque de gestión operativa en fábrica, ESIC Editorial, 2017. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=5885869>
- ANDINA (2009). EL 96.7% de productores de calzado en Perú son microempresas. ANDINA. Pp. 01-01. Recuperado de: <http://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=381243>
- Aquino, L. y Villena, L. (2017). Propuesta de mejora en los procesos de producción y medio ambiente para reducir los costos operativos de la empresa Curtiduría Orión S.A.C. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11602/Aquino%20Reyes%20Luis%20Armando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BCRPD (2018). PBI (millones S./2017). Perú. Recuperado de: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PH04023AA/html>
- Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M. y Tolentino, R.(2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html>
- Cuatrecasas, L. (2011). Planificación de la producción: gestión de materiales. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3229550>.

Espín, H.(2018). El RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) de los equipos del área húmeda y de acabados del cuero de la empresa Tenería Díaz Cía. Ltda. Recuperado de:
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28584>

Fournier, J. (2011). Using Value Stream Mapping Tools to Feed Simulation Model Construction. Recuperado de:
<http://search.proquest.com/docview/1190397579/fulltextPDF/1D39A92459124AFDPQ/18?accountid=43860>

Guzmán, J.(2019). Propuesta de implementación de VSM y MRP, para reducir los altos costos operativos de la línea de producción de cuero graso en la empresa curtiembre ecológica del norte E.I.R.L. Recuperado de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22525/Guzman%20Salas%20Jhons%20Omar-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IRIM. (2019). El objetivo de rcm y las fases del proceso. Recuperado de:
<http://www.renovetec.com/irim/2-uncategorised/123-el-objetivo-de-rcm-y-las-fases-del-proceso>

Martínez, J. y Contreras, J. (2018).Propuesta de mejora en la gestión de Producción y Mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la curtiembre Latina EIRL. Recuperado.de:<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14854/Mart%c3%a1n-%20Ulloa%20Juliana%20Elizabeth%20%20Contreras%20Caurino%20Johan%20Iv%20%20Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, J. (2019). Estos son los beneficios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM.

Recuperado de: <https://www.revistaimg.com/estos-son-los-beneficios-del-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad-rcm/>.

Núñez, A., Guitart, L. y Baraza, X. (2014). Dirección de operaciones: decisiones tácticas y estratégicas. Recuperado de:

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortes/detail.action?docID=4735084>.

Ortega, J. (2013). ¿Interpretamos bien los resultados del VAN y la TIR? (Parte II). Estrategia Financiera. Pág. 54-55. Recuperado

de: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=87566813&lang=es&site=ehost-live>

Paciarotti (2011). Value stream mapping implementation in the third sector. Recuperado de:

<http://search.proquest.com/docview/900913627/1D39A92459124AFDPQ/22?accountid=43860>

Restrepo, L. (2017). Importancia de la formación y la capacitación de los empleados. Recuperado de: <https://mdc.org.co/importancia-de-la-formacion-y-la-capacitacion-de-los-empleados/>

Rivera, J., Ortega, E. y Pereyra, J. (2014). Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes.

Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856006>

Rocío, D.(2016). Propuesta de mejora de procesos en la línea de producción del cuero de la empresa representaciones y curtiembre San José E.I.R.L para incrementar los niveles de productividad. Recuperado

de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10906/Cabrera%20Zafra%2c%20Diana%20Milagros%20del%20Rocio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Rodríguez, W. (2011). Guía de investigación científica. Obtenido de:
http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/23/rodriguez_arainaga_walabonso_guia%20_investigacion_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salazar, B. (2019). Balanceo de línea. Recuperado de:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>
- Velasco, J y Campings, J. (2013). Gestión de la producción en la empresa: planificación, programación y control. Recuperado de:
<http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11059709>.
- Zegarra, E. (2017). Propuesta de mejora en los procesos de pelambre y curtido para reducir los costos operacionales de la curtiembre Chimu Murgia Hnos S.A.C. Recuperado de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12347/Zegarra%20Haro%2c%20Edgar%20Andr%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta para las áreas de producción y mantenimiento

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN				
ÁREA DE APLICACIÓN: Producción y Mantenimiento				
PROBLEMA: Altos costos operativos en la línea de producción del cuero graso negro en una curtiembre.				
NOMBRE: _____				
Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema.				
Valorización	Puntaje	Leyenda		
Alto	3	La causa raíz tiene un impacto alto en los costos operacionales		
Regular	2	La causa raíz tiene un impacto medio en los costos operacionales		
Bajo	1	La causa raíz tiene un impacto medio en los costos operacionales		
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTAN A LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA CURTIEMBRE.				
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
CR1P	Falta de capacitación en el área de producción		X	
CR2P	Falta de control de calidad de los insumos			X
CR3P	Ausencia de planificación de la producción	X		
CR4P	Falta de un adecuado balance en la línea de producción	X		
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTAN A LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE MATENIMIENTO DE LA CURTIEMBRE.				
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
CR5M	Falta de capacitación en el área de mantenimiento		X	
CR6M	Falta de mantenimiento de los equipos de producción	X		
CR7M	Falta de calibración de los equipos		X	
CR8M	Falta de orden y limpieza de las herrameintas y equipos		X	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: DAP actual

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS ACTUAL									
EMPRESA:		CURTIEMBRE ECOLÓGICA DEL NORTE E.I.R.L			ACTIVIDAD		ACTUAL		
ÁREA:		PRODUCCIÓN			Operación		143		
LÍNEA DE PRODUCCIÓN:		CUERO LISO NEGRO			Transporte		33		
MÉTODO:		ACTUAL			Inspección		4		
					Demora		33		
					Almacenaje		1		
					TIEMPO TOTAL (min)		12372		
N°	DESCRIPCIÓN	○	➔	□	▽	D	Tiempo (min)	Unidad	Distancia (metros)
1	Ingreso de pieles al área de Ribera.						10	55	15
2	Descarga de Pieles en parihuelas.						120	55	
3	Traslado de pieles hacia la parihuela.						40	55	3
4	Almacenamiento de pieles en Ribera.						480	55	
5	Operarios esperan la orden de trabajos y pedidos.						10		30
6	Operario 1 se dirige al área de Ribera en montacarga.						5		
7	Parada por acumulación de desperdicion y espacio reducido.						10		
34	Botalero detiene el funcionamiento del botal.						1	55	
35	Ing. Verte soda, bactericida y humectante en el botal pelambreiro.						15	55	
36	Parada de botal por falta de mantenimiento.						50		
37	Los botaleros empiezan a funcionar (gitar)						120	55	
38	Botalero detiene el funcionamiento del botal.						10	55	
39	Botalero cambia de tapa.						5	55	
80	Botalero saca la reja.						1	55	
81	Descarga de Pieles en parihuelas.						40	55	
82	Los operarios 4 y 5 trasladan las pieles a la descarnadora.						20	55	5
83	Demora por acumulación de desperdicios.						15		
84	Demora al encender la máquina por falta de mantenimiento.						50		
85	Operario 6 enciende la máquina.						2	55	
86	Los operarios 6,7,8 y 9 descarnan						60	55	
87	Parada de máquina por falta de mantenimiento						25		
88	Encienden la máquina						2		
89	Los operarios 6,7,8 y 9 descarnan						60	55	
90	Apilan las pieles para siguiente operación						15	55	
91	Demora al encender la máquina por falta de mantenimiento.						25		
92	Paradas por mantenimiento (se descalibra la máquina).						50		
93	Los operarios 4,5,6,7,8y 9 dividen las pieles.						180	55	
94	Los operarios 6y7 transportan las pieles hacia la balanza.						15	55	2.5
109	Se saca la tapa.						1	55	
110	Se vierte el supralan 809 y el rospón AB.						12	55	
111	Se coloca la tapa.						1	55	
112	El botal empieza a funcionar (gitar)						60	55	
113	El botal se detiene.						1	55	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Programa de Capacitación del área de producción

Programa de capacitación de Producción

I. DATOS DE LA EMPRESA

1.1. Razón social

Curtiembre de Trujillo

1.2. Actividad económica

Producción y venta de cuero

II

. ALCANCE

El presente programa de capacitación esta dirigido para el personal del área de producción.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Preparar al personal para la ejecución de las labores de producción.

3.2. Objetivos Específicos

Ampliar los conocimientos de producción del área.
Incrementar la eficiencia en el desarrollo de las labores diarias
Incrementar la producción

IV. ESTRATEGIAS

Clases teóricas - prácticas

Talleres grupales

V. TEMAS DE LA CAPACITACIÓN

T1: Planificación y gestión de la producción (MRP)

T2: Optimizacion de procesos industriales

VI. RECURSOS

6.1. Humanos

Lo conforman el personal del área de producción.

6.2. Materiales

Laptop
Proyector
Impresiones

VII. FECHA DE EJECUCIÓN

El programa se ejecutará en el transcurso del año y la evaluación será permanente

VIII. META

Capacitar al 100 % de personal de producción.

IX. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	MESES												N° de horas	Costo
	S e p	O c t	N o v	D i c	E n e	F e b	M a r	A b r	M a y	J u n	J u l	A g o		
T1: Planificación y gestión de la producción.		X											6	S/4,800.00
T2: Optimización de procesos industriales				X									6	S/4,800.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Funcionamiento Botal N° 1

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N°1			
FECHA:	13/06/2018			
CÓDIGO:	SBM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo.	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.		X
2	tapa de madera.	La tapa se encuentra sellado correctamente.	X	
3	pivotes.	permiten el correcto movimiento del cilindro.		X
4	discos de madera.	giran correctamente con el eje principal.		X
5	centros de madera.	sostienen la estructura de apoyo del botal.	X	
6	centros de fierro fundido (ejes).	giran correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento.	Están ajustados y lubricados correctamente.		X
8	corchetes de seguridad.	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.	X	
9	volandas de ½ pulgadas.	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.	X	
10	poleas de aluminio de diámetro diferente.	Permiten sostener el cilindro correctamente.	X	
11	Seguro de puerta.	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.	X	
12	Piñón dentado de fierro fundido.	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			7	5
RESULTADO PORCENTUAL			58%	42%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Funcionamiento Botal N° 2

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N°2			
FECHA:	13/04/2018			
CÓDIGO:	SBM02			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.		X
2	tapa de madera	La tapa se encuentra sellado correctamente.	X	
3	pivotes	permiten el correcto movimiento del cilindro.		X
4	discos de madera	giran correctamente con el eje principal.		X
5	centros de madera	sostienen la estructura de apoyo del botal.		X
6	centros de fierro fundido (ejes)	giran correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento	Están ajustados y lubricados correctamente.		X
8	corchetes de seguridad	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.		X
9	volandas de ½ pulgadas	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.	X	
10	poleas de aluminio de diámetro diferente	Permiten sostener el cilindro correctamente.		X
11	seguro de puerta	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.	X	
12	piñón dentado de fierro fundido	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			4	8
RESULTADO PORCENTUAL			33%	67%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Funcionamiento Botal N° 3

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N°3			
FECHA:	13/04/2018			
CÓDIGO:	SBM03			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.		X
2	tapa de madera	La tapa se encuentra sellado correctamente.	X	
3	pivotes	permiten el correcto movimiento del cilindro.		X
4	discos de madera	girán correctamente con el eje principal.	X	
5	centros de madera	sostienen la estructura de apoyo del botal.	X	
6	centros de fierro fundido (ejes)	girán correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento	Están ajustados y lubricados correctamente.	X	
8	corchetes de seguridad	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.	X	
9	volandas de ½ pulgadas	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.	X	
10	poleas de aluminio de diámetro diferente	Permiten sostener el cilindro correctamente.	X	
11	seguro de puerta	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.	X	
12	piñón dentado de fierro fundido	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			9	3
RESULTADO PORCENTUAL			75%	25%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Funcionamiento Botal N° 4

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N°4			
FECHA:	13/04/2018			
CÓDIGO:	SBM04			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.		X
2	tapa de madera	La tapa se encuentra sellado correctamente.	X	
3	pivotes	permiten el correcto movimiento del cilindro.		X
4	discos de madera	giran correctamente con el eje principal.		X
5	centros de madera	sostienen la estructura de apoyo del botal.	X	
6	centros de fierro fundido (ejes)	giran correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento	Están ajustados y lubricados correctamente.	X	
8	corchetes de seguridad	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.	X	
9	volandas de ½ pulgadas	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.	X	
10	poleas de aluminio de diámetro diferente	Permiten sostener el cilindro correctamente.	X	
11	seguro de puerta	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.	X	
12	piñón dentado de fierro fundido	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			8	4
RESULTADO PORCENTUAL			67%	33%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Funcionamiento Botal N° 5

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N°5			
FECHA:	13/04/2018			
CÓDIGO:	SBM05			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.	X	
2	tapa de madera	La tapa se encuentra sellado correctamente.		X
3	pivotes	permiten el correcto movimiento del cilindro.		X
4	discos de madera	giran correctamente con el eje principal.	X	
5	centros de madera	sostienen la estructura de apoyo del botal.	X	
6	centros de fierro fundido (ejes)	giran correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento	Están ajustados y lubricados correctamente.		X
8	corchetes de seguridad	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.	X	
9	volandas de ½ pulgadas	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.	X	
10	poleas de aluminio de diámetro diferente	Permiten sostener el cilindro correctamente.	X	
11	seguro de puerta	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.	X	
12	piñón dentado de fierro fundido	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			8	4
RESULTADO PORCENTUAL			67%	33%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Funcionamiento Botal N° 6

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N°6			
FECHA:	13/04/2018			
CÓDIGO:	SBM06			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.		X
2	tapa de madera	La tapa se encuentra sellado correctamente.	X	
3	pivotes	permiten el correcto movimiento del cilindro.	X	
4	discos de madera	giran correctamente con el eje principal.	X	
5	centros de madera	sostienen la estructura de apoyo del botal.	X	
6	centros de fierro fundido (ejes)	giran correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento	Están ajustados y lubricados correctamente.		X
8	corchetes de seguridad	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.	X	
9	volandas de ½ pulgadas	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.		X
10	poleas de aluminio de diámetro diferente	Permiten sostener el cilindro correctamente.	X	
11	seguro de puerta	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.		X
12	piñón dentado de fierro fundido	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			7	5
RESULTADO PORCENTUAL			58%	42%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Funcionamiento Botal N^a 7

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	BOTAL N ^o 7			
FECHA:	13/04/2018			
CÓDIGO:	SBM07			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Madera tornillo.	La cobertura del cilindro presenta orificios y rajaduras.		X
2	tapa de madera	La tapa se encuentra sellado correctamente.	X	
3	pivotes	permiten el correcto movimiento del cilindro.		X
4	discos de madera	giran correctamente con el eje principal.		X
5	centros de madera	sostienen la estructura de apoyo del botal.	X	
6	centros de fierro fundido (ejes)	giran correctamente junto con el cilindro.	X	
7	chumaceras con rodamiento	Están ajustados y lubricados correctamente.	X	
8	corchetes de seguridad	Están sellados y listos para su activación en alguna emergencia.	X	
9	volandas de ½ pulgadas	Estan bien ajustados a los pernos de agarre del cilindro.	X	
10	poleas de aluminio de diámetro diferente	Permiten sostener el cilindro correctamente.	X	
11	seguro de puerta	Permite retirar el contenido en caso de alguna falla.	X	
12	piñón dentado de fierro fundido	Esta lubricado correctamente.		X
TOTAL			8	4
RESULTADO PORCENTUAL			67%	33%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Funcionamiento de la Descarnadora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	DESCARNADORA			
FECHA:	12/04/2018			
CÓDIGO:	SDM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Freno magnético con zapata.	El freno está bien lubricado y calibrado.		X
2	Chapas de apoyo de los niveladores.	El proceso de descarnado sucede correctamente y es posible controlar el espesor de descarnado.		X
3	Barras de seguridad y de emergencia.	El sistema de seguridad traba la máquina cuando no está en funcionamiento.		
4	Barras de movimiento.	La barra de descarnado se mueve correctamente sin fricciones.		X
5	Pedales de accionamiento	Los pedales se activan sin mayor esfuerzo del operador.		X
6	Afilador de rollos de navaja.	Están afilados correctamente.		X
7	Tornillos de fijación.	Están ajustados de acuerdo a las especificaciones del manual.	X	
8	Manómetro.	Marca la presión correcta de trabajo.		X
9	Válvula aisladora.	Se encuentra sellado y listo para activarse por seguridad.	X	
10	Chapa de guarnición.	Protege la parte interna de las correas y fajas de la máquina.	X	
TOTAL			4	6
RESULTADO PORCENTUAL			40%	60%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Funcionamiento de la Rebajadora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	REBAJADORA			
FECHA:	12/04/2018			
CÓDIGO:	SRM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Deflector de virutas.	El freno está bien lubricado y calibrado.	X	
2	Perno exagonal principal.	El proceso de descarnado sucede correctamente y es posible controlar el espesor de descarnado.	X	
3	Palanca de interruptor.	El sistema de seguridad traba la máquina cuando no está en funcionamiento.		X
4	Tapa de portacarbon.	La barra de descarnado se mueve correctamente sin fricciones.	X	
5	Perno de seguridad para profundidad.	Los pedales se activan sin mayor esfuerzo del operador.		X
6	Perilla de ajuste de profundidad.	Están afilados correctamente.	X	
7	Sistema eléctrico del cilindro.	Cables correctamente conservados y protegidos.		X
8	Cobertor de seguridad.	Protege las fajas de transmisión.		X
9	Estructura metálica.	Presenta rajaduras y abolladuras.		X
TOTAL			4	5
RESULTADO PORCENTUAL			44%	56%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Funcionamiento de la Divididora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	DIVIDIDORA			
FECHA:	12/04/2018			
CÓDIGO:	SDM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Cuchillas de corte	Estan afiladas y calibradas correctamente.	X	
2	Seguro de movimiento	Esta activo y detiene el funcionamiento cuando no se usa.		X
3	Protector de correas de transmisiòn	Protege las correas de transmisiòn correctamente.	X	
4	Perno exagonal de ajuste	Esta calibrado segùn el manual de usuario.		X
5	Sistema de arranque.	Funciona correctamente con la activaciòn del interruptor.	X	
6	panel de comandos	Estàn señalados y visibles.	X	
7	pedal de accionamiento	Està lubricado y balanceado.		X
8	valvulas de presiòn	Estàn selladas y listo para su activaciòn.	X	
9	circuito eléctrico	Estàn protegidos correctamente.	X	
TOTAL			6	3
RESULTADO PORCENTUAL			67%	33%

Fuente: Elaboraciòn propia

Anexo 14: Funcionamiento de la Escurridora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	ESCURRIDORA			
FECHA:	12/04/2018			
CÓDIGO:	SEM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Carter filtro de aspiración.	Están limpios y en buen estado.	X	
2	Placas cerámicas.	No presentan abolladuras ni rajaduras.	X	
3	Cojinetes.	Están ajustados y amortiguan la vibración.		X
4	Ventiladores del motor.	Reducen la temperatura del motor.	X	
5	Cesto escurridor.	No presenta rajaduras ni abolladuras.		X
6	Prensa de empuje.	Esta calibrada de acuerdo a las instrucciones del manual.	X	
7	Sistema eléctrico.	Están protegidos y sellados correctamente.		X
8	Cilindro de giro.	Está correctamente balanceado.	X	
9	Estructura metálica.	No presenta abolladuras ni rajaduras.		X
TOTAL			5	4
RESULTADO PORCENTUAL			56%	44%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Funcionamiento de la Carpeteadora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	CARPETEADORA			
FECHA:	12/04/2018			
CÓDIGO:	SCM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Ventiladores.	Está limpio y no presenta roturas.		X
2	Planchadora.	La presión está calibrado.	X	
3	Bomba de presión.	Empuja el aire según lo indicado en el panel de control.		X
4	Válvulas de escape.	Están sellados y limpios correctamente.	X	
5	Brazo de movimiento.	Está lubricado y su movimiento es sin fricción.		X
6	Cilindro de empuje.	No presenta protuberancia y su superficie es lisa.	X	
7	Pedal de Accionamiento.	Están lubricados y balanceados correctamente.	X	
8	Pedal de freno.	Están lubricados y balanceados correctamente.		X
9	Circuito eléctrico.	Están protegidos y sellados.	X	
TOTAL			5	4
RESULTADO PORCENTUAL			56%	44%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Funcionamiento del horno al vacío

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	HORNO AL VACÍO			
FECHA:	11/04/2018			
CÓDIGO:	SHVM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Celdas o cámaras de calor.	Están aceitadas y son de fácil movimiento.	X	
2	ventilador de evacuación.	Están limpios y aptos para expulsar partículas.	X	
3	Dispositivo térmico de seguridad.	Está sellado y funciona cuando la tempartura se excede.		X
4	Bandeja de recogida.	No arruga el producto y lo conserva extendido.		X
5	Regulador de temperatura.	Funciona correctamente y está calibrado.	X	
6	Mangueras de vapor.	No presentan orificios ni rajaduras.	X	
7	Interruptor de movimiento.	Es de fácil movimiento y no presenta endurecimiento.	X	
8	Válvulas de presión.	Están selladas y limpias.	X	
9	Sistema eléctrico.	Está protegido y sellado.	X	
TOTAL			7	2
RESULTADO PORCENTUAL			78%	22%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Funcionamiento de la Ablandadora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	ABLANDADORA			
FECHA:	11/04/2018			
CÓDIGO:	SAM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Placas de presión.	Están calibradas y no presenta protuberancias en la superficie.		X
2	Cuerpo dentado.	Están limadas correctamente.	X	
3	Cilindro de transmisión.	No presenta protubernacias ni rajaduras.		X
4	Engranajes de eje principal.	Están aceitados y su movimiento no presenta desbalance.	X	
5	Protector de correas de transmisión.	Protege correctamente el sistema de transmisión.	X	
6	Válvula de escape.	Están limpios y sellados correctamente.	X	
7	Estrucutra del eje mayor.	No presenta protubernacias ni rajaduras.		X
8	Estructura del eje menor.	No presenta protubernacias ni rajaduras.		X
9	Sistema eléctrico.	Están sellados y protegidos correctamente.	X	
TOTAL			5	4
RESULTADO PORCENTUAL			56%	44%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Funcionamiento de la Lijadora

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	LIJADORA			
FECHA:	11/04/2018			
CÓDIGO:	SLM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Rodillo tractor.	Se mueve sin fricciones ni desbalances.	X	
2	Mangueras de aspiración.	Expulsa la viruta sin malograr el material.		X
3	Perilla centradora de la banda.	Es ajustable y no presenta endurecimiento.	X	
4	Banda de lijar.	Está apta y no presente desniveles y la superficie.	X	
5	Palanca tensora de la lija.	Tensa la lija correctamente de acuerdo al ajuste del operario.		X
6	Botón de traba.	Funciona automáticamente cuando la máquina está parada.		X
7	Cilindro de transmisión de desplazamiento.	No presenta protuberancias en su superficie.	X	
8	Protector de correas.	Protege correctamente el sistema de transmisión.	X	
9	Sistema eléctrico.	Está sellado y protegido correctamente.	X	
TOTAL			6	3
RESULTADO PORCENTUAL			67%	33%

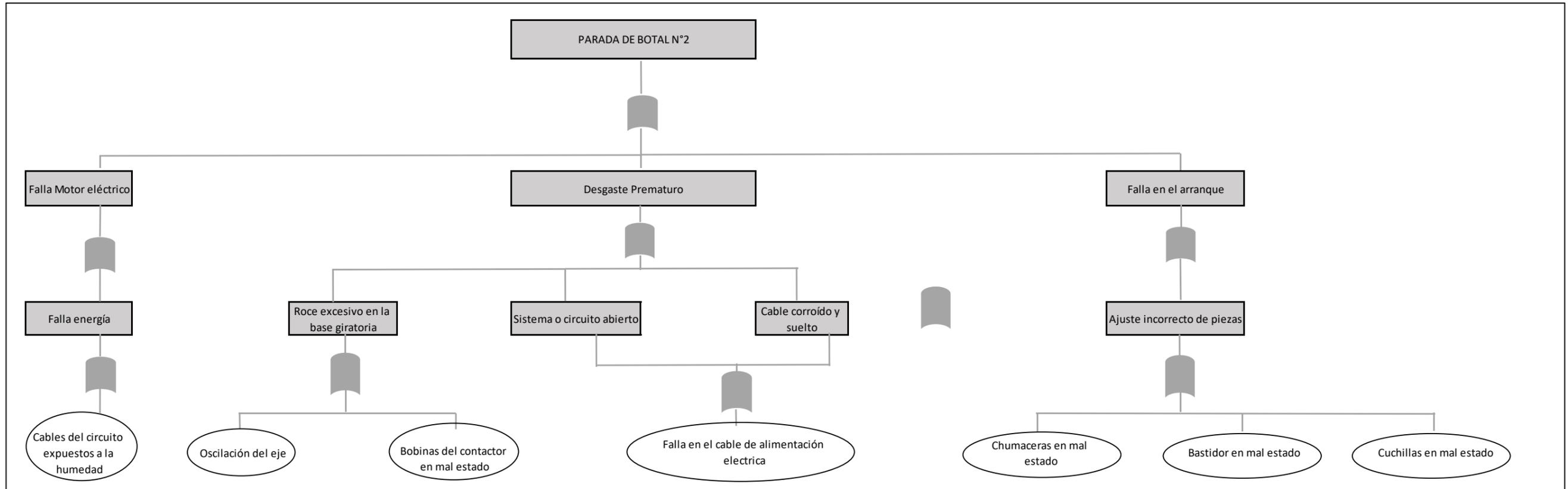
Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Funcionamiento de la Plancha

HOJAS DE CHEQUEO DE FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS				
MÁQUINA:	PLANCHA			
FECHA:	11/04/2018			
CÓDIGO:	SPM01			
RESPONSABLE :	Bruno Ahumada			
NÚMERO	PIEZA /COMPONENTE	CONCEPTO	SÍ	NO
1	Placa de metal de presión.	Se transmite el calor correctamente por toda la superficie.	X	
2	Válvulas de escape.	Está sellado y limpio.	X	
3	brazo de movimiento vertical.	Está lubricado y su movimiento es sin complicaciones.	X	
4	Pistola de presión.	Regula la presión ejercida por el operador.	X	
5	Celdas de calor.	Reparten la energía calorífica por toda la placa.	X	
6	Vaporizador.	Elimina el exceso de humedad del cuero.		X
7	Cierre de seguridad.	Se activa cuando se deja de trabajar.		X
8	Aislador de seguridad.	Protege al operador del calor de la plancha.	X	
9	Sistema eléctrico.	Está sellado y protegido.	X	
TOTAL			7	2
RESULTADO PORCENTUAL			78%	22%

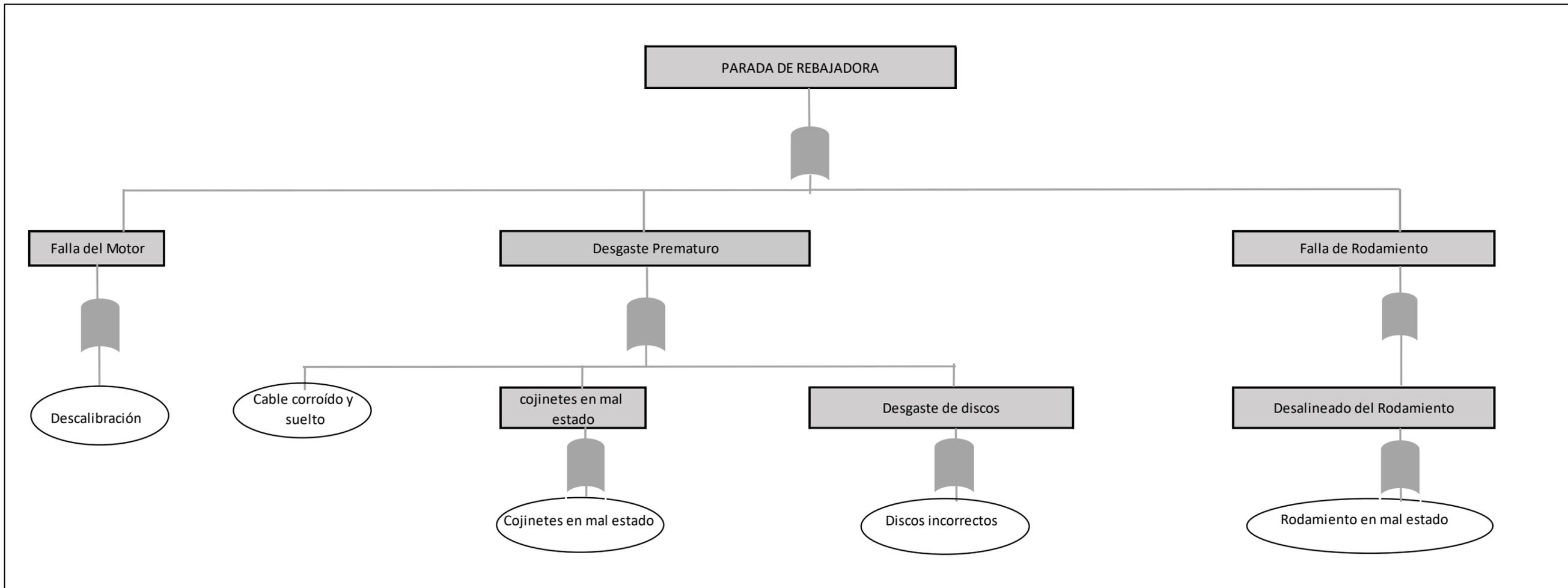
Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Análisis del árbol de falla del botal N° 2



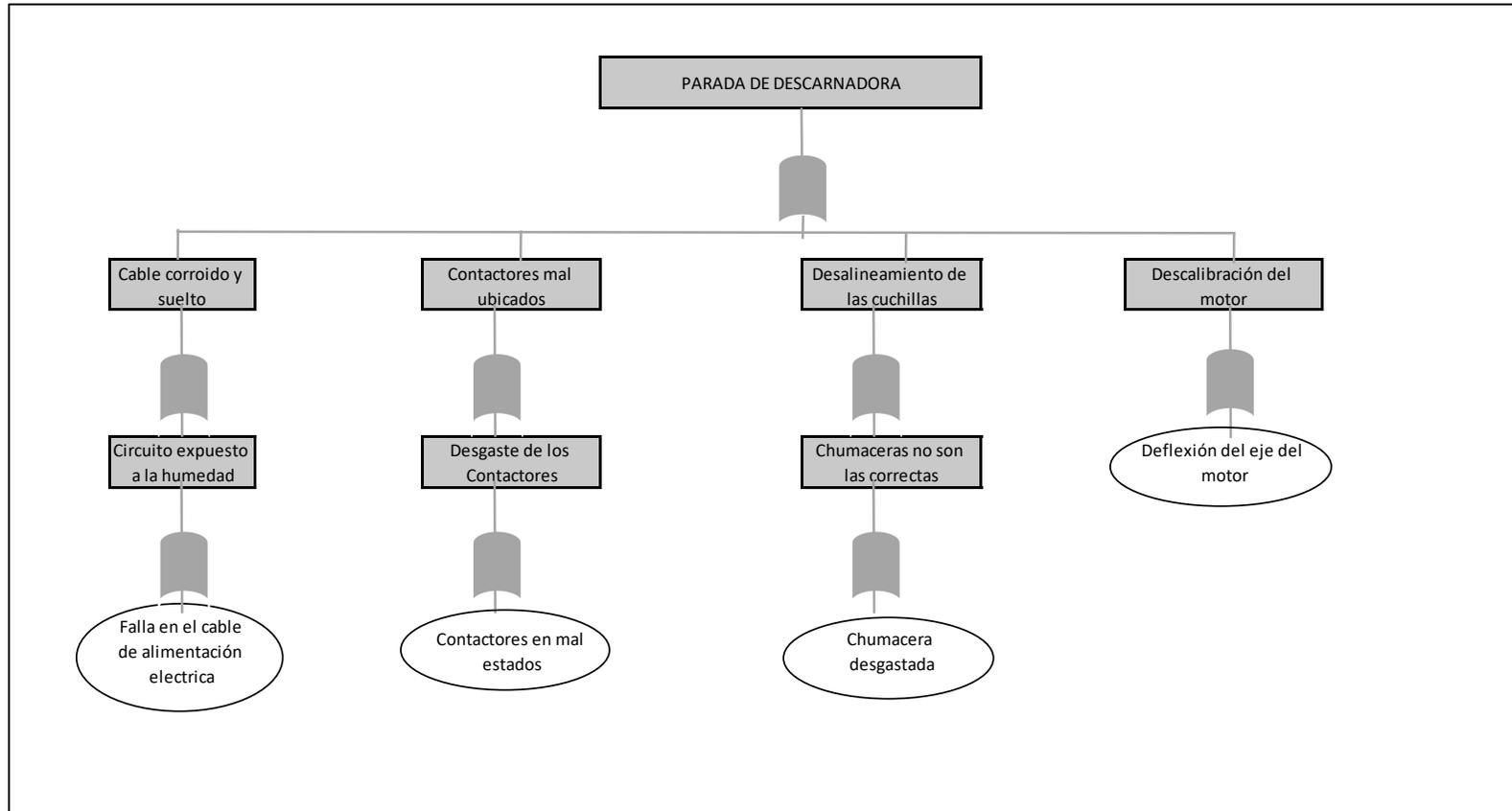
Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Análisis del árbol de falla de la rebajadora



Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Análisis del árbol de falla de la descarnadora



Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: AMEF

Área:		Operario:			Fecha:	31/10/2018			
		Fecha			N° AMEF:	1			
Nombre del equipo	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Causas Potenciales de fallo	Efectos potenciales de fallo	Controles actuales	G	O	D	NPR
Botal N1	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Detonaciones.	Suciedad.	Ruido.	Ninguno	6	10	2	120
		Cable corroído y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	4	160
Botal N2	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Desgaste prematuro.	Falla en el cable de alimentación eléctrica	Falla en el arranque.	Ninguno	8	10	6	480
		Rugosidad fuera de especificaciones.	Ajuste incorrecto de piezas	Ruido.	Ninguno	6	10	6	360
		Falla de motor	Cables del circuito expuestos a la humedad	Gasto extra de la empresa.	Ninguno	9	10	6	540
		El proceso está consumiendo más energía de la habitual.	Roce excesivo en la base giratoria.	Gasto extra de la empresa.	Ninguno	2	10	4	80
Botal N5	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Detonaciones.	Suciedad.	Ruido.	Ninguno	6	10	2	120
		Cable corroído y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	4	160
Botal N6	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Detonaciones.	Suciedad.	Ruido.	Ninguno	4	10	3	120
		Cable corroído y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	4	160
		Golpeteo del motor	Suciedad.	Alta vibración del motor.	Ninguno	4	10	3	120
Botal N7	Se usa para retirar el pelo y para agregar las sustancias que curten la piel.	Cable corroído y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	3	120
Descarnadora	Retira los restos de carne y sebo de la parte inferior de la piel.	Contactores mal ubicados.	Contactores en mal estados	Ruido.	Ninguno	4	10	4	160
		Descalibración del motor	Deflexión del eje del motor	Ruido.	Ninguno	6	10	3	180
		Golpeteo del motor	Suciedad.	Alta vibración del motor.	Ninguno	7	10	5	350
		Cable corroído y suelto.	Falla en el cable de alimentación eléctrica	Falla en el arranque.	Ninguno	8	10	6	480

Divididora	Dividir la piel del cuero por lados.	Residuos de partícula de aceite que engrasa el insumo.	Mala aplicación del aceite al lubricar la maquina dejando partículas por parte del operario.	Mal proceso del insumo	Ninguno	8	10	1	80
		Detonaciones.	Suciedad.	Ruido.	Ninguno	6	10	2	120
		El proceso está consumiendo más energía de la habitual.	Desgaste prematuro.	Gasto extra de la empresa.	Ninguno	4	10	4	160
				Ruido.	Ninguno	4	10	4	160
Golpeteo del motor.	Cable tierra. Cable suelto.	Alta vibración del motor.	Ninguno	3	10	3	90		
			Ninguno						
Rebajadora	Se ajusta el espesor del cuero a lo deseado.	Parada motor.	Descalibración.	Falla en el arranque.	Ninguno	7	10	6	420
		Desgaste prematuro	Cable corroído y suelto, Cojinetes en mal estado y Discos incorrectos.	Falla en el arranque.	Ninguno	7	10	6	420
		Golpeteo del motor.	falla en el engrase de la faja	Ruido.	Ninguno	7	10	4	280
Horno al vacío	Absorber la humedad que están en las pieles.	El proceso está consumiendo más energía de la habitual.	Desgaste prematuro.	Gasto extra de la empresa.	Ninguno	5	10	3	150
				Ruido.	Ninguno	5	10	1	50
				Mal secado de las pieles.	Ninguno	6	10	3	180
		Cable corroido y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	6	10	3	180
Altas temperaturas en la máquina.	Circuito abierto.	Mal proceso del insumo	Ninguno	6	10	3	180		
Ablandadora	Golpear con sus placas dentadas contra el cuero produciendo el ablandado y estirándolo al mismo tiempo.	Detonaciones.	Suciedad.	Ruido.	Ninguno	4	10	2	80
		Residuos de partícula de aceite que engrasa el insumo.	Mala aplicación del aceite al lubricar la maquina dejando partículas por parte del operario.	Mal proceso del insumo	Ninguno	4	10	4	160
		Cable corroido y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	4	160
		Parada motor.	Descalibración.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	4	160
		Rugosidad fuera de especificaciones	Ajuste incorrecto de piezas	Ruido.	Ninguno	4	10	4	160
Lijadora	Las mantas deben lijarse para corregir los defectos eventuales y así mejorar la superficie del cuero, empleando una maquina "lijadora".	Planchas de metal desgastadas.	Desgaste prematuro.	Mala impregnación final a la superficie del cuero.	Ninguno	6	10	2	120
		Detonaciones.	Suciedad.	Ruido.	Ninguno	4	10	2	80
		Golpeteo del motor.	Suciedad.	Alta vibración del motor.	Ninguno	5	10	3	150
		Parada motor.	Descalibración.	Falla en el arranque.	Ninguno	5	10	3	150
		Cable corroido y suelto.	Circuito abierto.	Falla en el arranque.	Ninguno	5	10	3	150
		Parada motor.	Descalibración.	Falla en el arranque.	Ninguno	4	10	4	160
		Golpeteo del motor.	falla en el engrase de la faja	Ruido.	Ninguno	3	10	3	90

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Análisis de criticidad de los equipos

Máquina	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	Costo de Mtto.	Impacto a SAH	Consecuencia	Total	Jerarquización
Botal N1	2	5	3	1	1	17	34	No crítico
Botal N2	4	10	3	1	4	35	140	Crítico
Botal N5	2	5	3	1	1	17	34	No crítico
Botal N6	3	5	3	1	1	17	51	Semi crítico
Botal N7	1	3	3	1	1	11	11	No crítico
Descarnadora	4	10	3	1	4	35	140	Crítico
Divididora	2	4	2	1	4	13	26	No crítico
Rebajadora	4	9	3	1	4	32	128	Crítico
Horno al vacío	2	5	3	1	4	20	40	No crítico
Ablandadora	3	5	3	1	4	20	60	Semi crítico
Lijadora	2	5	3	1	1	17	34	No crítico
Plancha	3	6	3	1	4	23	69	Semi crítico

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Programa de capacitación del área de Mantenimiento

Programa de capacitación de Mantenimiento

I. DATOS DE LA EMPRESA

1.1. Razón social

Curtiembre de Trujillo

1.2. Actividad económica

Producción y venta de cuero

II. ALCANCE

El presente programa de capacitación esta dirigido para el personal de mantenimiento.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Preparar al personal para la ejecución de las labores del mantenimiento de los equipos de producción.

3.2. Objetivos Específicos

Ampliar los conocimientos de mantenimiento del área.

Incrementar la disponibilidad de los equipos

Incrementar la producción

IV. ESTRATEGIAS

Clases teóricas - prácticas

Talleres grupales

V. TEMAS DE LA CAPACITACIÓN

T3: Matenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

T4: Mantenimiento de equipos industriales (curtiembre)

VI. RECURSOS

6.1. Humanos

Lo conforman el personal del área de mantenimiento.

6.2. Materiales

Laptop
Proyector
Impresiones

VII. FECHA DE EJECUCIÓN

El programa se ejecutará en el transcurso del año y la evaluación será permanente

VIII. META

Capacitar al 100 % de personal de mantenimiento

IX. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	MESES												N° de horas	Costo	
	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A			
T3: Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)						X								6	S/4,800.00
T4: Mantenimiento de equipos industriales (curtiembre)									X					6	S/4,800.00

Fuente: Elaboración propia