

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Simulación del proceso productivo de sacos de polipropileno en la empresa
PROCEDURE SAC para incrementar la productividad**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Rosa Daniela Lopez Sayaverde

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2022

Simulación del proceso productivo de sacos de polipropileno en la empresa PROCODE SAC para incrementar la productividad

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
V. DISCUSIÓN	18
VI. CONCLUSIONES	18
VII. RECOMENDACIONES	19
VIII. REFERENCIAS.....	20
IX. ANEXOS.....	22

Resumen

La presente investigación ha sido desarrollada en una empresa productora de sacos de polipropileno; en donde sus principales problemas surgen del mantenimiento correctivo que se les da a las maquinarias, una de ellas es la extrusora con 95 h de parada, lo cual generó una pérdida de 10 t de sacos y con la generación de 6% de mermas en todo el proceso. El objetivo del estudio ha sido realizar la simulación del proceso actual con el ProModel y con la mejora planteada; la propuesta se basó de tres tipos de mantenimiento; como resultado se tuvo que el mejor mantenimiento es el TPM, puesto que, con la ayuda de las 5S se encarga de eliminar los tiempos muertos, las fallas presentes en las maquinarias. Los resultados mostraron que la mejora es de 67% con un total de 1760 sacos por día, la productividad de materiales es de 27,2 unid/kg y la productividad laboral aumento a 88 sacos/op-h y en cuanto a los desperdicios se redujo a 0. El costo de la implementación del plan TPM fue de S/ 8,857.25.

Palabras clave: Proceso productivo, ProModel, Mantenimiento, Productividad

Abstract

This research has been developed in a company that produces polypropylene bags; where its main problems arise from the corrective maintenance that is given to the machinery, one of them is the extruder with 95 h of stoppage, which generated a loss of 10 t of bags and with the generation of 6% losses in all the process. The objective of the study has been to carry out the simulation of the current process with the ProModel and with the proposed improvement; the proposal was based on three types of maintenance; As a result, the best maintenance was the TPM, since, with the help of the 5S, it is responsible for eliminating downtime, the faults present in the machinery. The results showed that the improvement is 67% with a total of 1760 bags per day, the productivity of materials is 27.2 units/kg and labor productivity increased to 88 bags/op-h and in terms of waste, reduced to 0. The cost of implementing the TPM plan was S/ 8,857.25.

Keywords: Production process, ProModel, Maintenance, Productivity

I. INTRODUCCIÓN

El uso de plástico se introdujo aproximadamente en la década de los 50 y posteriormente se popularizó para los años 70, estos plásticos se clasificaban según su espesor, tamaño y utilidad; al pasar el tiempo, se fue introduciendo a las industrias manufactureras, alimentos y entre otros. En la actualidad, el uso del plástico se ha diversificado; sin embargo, mundialmente, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) informó que cada año son vertidas al océano 13 millones de toneladas de plástico, por lo que el uso de plástico se está saliendo de control, afectando directamente al ecosistema y salud de las personas. [1]

En Perú, la industria de plásticos ha aumentado estos últimos años, de tal forma que se llegan a exportar; por otro lado, el Ministerio del ambiente promulgo una ley que se encarga del uso limitado de plásticos en las industrias, familias, supermercados; para ellos efectuó acciones sobre la educación, sensibilización, del consumo y producción del plástico; esta prohibición tiene como objetivo reducir el nivel de contaminación hacia el medio ambiente y la biodiversidad. [2]

En Lambayeque, la producción de sacos de polipropileno se ha incrementado conjuntamente con el adelanto de la agricultura, pesquería, entre otros; de tal forma que la empresa PROCODE S.A.C fabrica sacos laminados, tejidos, carpa tejida y arpillera, los cuales están fabricados a base de polipropileno y de acuerdo con los requerimientos del cliente, los sacos son entregados en fardos de 500 y 1000 sacos cada uno, según lo que especifique el comprador.

Según la información recopilada por Villareal [3], en la empresa se realizó un análisis del proceso y se encontró que las mermas generadas de los sacos están por encima del límite establecido, con un 6%, también se detectó fallas en las maquinarias, que originaron paradas con un tiempo de 95,58 h y una productividad inactiva de 10,24 t; asimismo, el cuello de botella pertenece al área de extrusión con 72,33 minutos, seguidamente de los telares con 59,07 minutos, originando una producción de 1179 sacos por día, equivalente a 18,22 unid/kg, de manera que la eficiencia de la planta es de 84%. Frente a lo detallado, surge la interrogante ¿De qué manera se puede incrementar la productividad de los sacos de polipropileno en la empresa PROCODE SAC?, la hipótesis que se plantea es: mediante la implementación de un plan de mantenimiento se mejora el proceso productivo aumentando la productividad de la empresa PROCODE SAC.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general, simular la mejora del proceso productivo de sacos de polipropileno para incrementar la productividad en la empresa PROCODE SAC a través del software ProModel y como objetivos específicos, diagnosticar el proceso productivo actual de la empresa PROCODE SAC, simular la mejora del proceso

productivo a través de un plan de mantenimiento para incrementar la productividad y por último, realizar análisis económico financiero de la propuesta.

La importancia de esta investigación desde el punto de vista académico es que permite aplicar los conocimientos adquiridos a través de una situación real, permitiendo simular las mejoras posibles y de esa forma obtener los mejores resultados.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se define algunos términos utilizados en la investigación.

Polietileno. Conforman a uno de los plásticos estándar más pedidos; su consumo continúa acrecentando a pesar de todas las discusiones sobre el medio ambiente, además, se emplea en diferentes formas y se puede utilizar para la fabricación de películas, bolsas, botellas, envases, recipientes, tubería, una gran cantidad de enseres de uso doméstico; debido a que, es fácil de moldear y relativamente económico. [4]

Simulación. Permite presentar el funcionamiento de un sistema real mediante un sistema bajo varios escenarios, con el objetivo de analizar su comportamiento, el modelo radica, esencialmente, en entender y optimizar las situaciones de las operaciones principales del sistema.

Productividad. Se encarga de relacionar la cantidad producida entre los recursos utilizados ya sean mano de obra, maquinarias, equipos, etc.

Fernández [5] en su investigación *“Plan de mejora del proceso de producción de sacos de polipropileno, aplicando herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad en la empresa PROCOMSAC”* se identificó que los sacos tejidos son los más vendidos dentro de la empresa, para detectar la cantidad de scrap que generan, se hizo un balance de materia, como resultado se obtuvo de 18.26% de scrap, para esto se propuso controles, uno de ellos fue calcular el OEE diario, asimismo se realizó capacitaciones, se implementó un programa de 5s que permite tener un ambiente adecuado, ordenado y finalmente se propuso el Kanban con el fin de controlar la producción y de esa forma evitar errores. Como resultado se tuvo un VAN de 3,112.17 soles, con un TIR de 34.8% y con la propuesta ejecutada se tuvo que, por cada sol invertido, la compañía obtiene un beneficio de s/ 0.21, lo cual es rentable.

Heredia [6] en su investigación *“Reducción de mermas en la producción de sacos de polipropileno para la mejora de la productividad en la empresa el ÁGUILA SRL”* se diagnosticó la presencia de 2.68% de mermas en la empresa; la capacidad real de la extrusora fue de 440 kg/hora y la utilizada era de 350 kg/hora; por lo que la utilización correspondió al

79,54%. En el área de extrusión se calculó 94 kg de merma durante el turno, en los telares 33 kg, en el laminado 15 kg, en la impresión 10 kg y en el corte y costura 16 kg. Con la propuesta de un estudio de tiempos, 5S's, plan de capacitación, mantenimiento preventivo, se tuvo como resultado una eficiencia de 83,7% y el porcentaje de mermas disminuyó a 1,56%.

Suarez [7] en su investigación "*Mejoramiento del proceso de producción de sacos laminados y convencional del área de telares de una empresa en la ciudad de Guayaquil*", su objetivo fue mejorar los estándares de productividad y esquemas de flujo del proceso; en el 2018 logró producir 105 566, 400 sacos, con un total de horas no programadas de 126 854, como resultado de las fallas de la maquinaria se tuvo un total de 612,307 sacos desperdiciados y un costo por mermas encontradas de \$ 73 476,84 a lo que corresponde el 34% del impacto económico. A través de la propuesta de mejora, se creyó importante adquirir nuevos instrumentos que permitieran verificar el control de calidad de la empresa; asimismo mediante la capacitación los trabajadores realizaran mejor sus labores; como resultado se redujo las mermas generadas y se incrementó la productividad de la empresa, para ello se invirtió \$ 111 953,95 obteniendo un TIR de 31%, VAN de \$ 82 827,12 lo cual fue rentable para la empresa.

Charles [8] en su investigación "*Diagnóstico del mantenimiento en maquinarias y equipos de la línea de fabricación de sacos de polipropileno de la empresa sacos DURÁN REYSAC S.A.*" la problemática fue que las maquinarias mucho se averiaban ocasionando paradas en la producción y altos costos de mantenimientos correctivos; el total de horas por mantenimiento fue de 12.815,73 con un porcentaje de 2,12% en las horas de producción; el área con mayores incidencias fue el de telares con un 36.63%. Para la propuesta se detalló un plan de mantenimiento preventivo, en donde se describió el proceso, la implementación de programas de capacitación, compra de nuevos repuestos, herramientas y finalmente un control sobre el registro de las actividades inspeccionadas de las maquinarias; como resultados se obtuvo que el costo de la propuesta fue de \$12,066.15 con un VAN de \$ 6.206,97 y una TIR del 34%, lo cual son rentables para la empresa.

Gonzales [9] en su investigación "*Mejora del proceso productivo de sacos impresos para reducir los retrasos de entrega en la empresa procesadora comercializadora MONTENEGRO SAC*" mediante un análisis, se identificó al área con mayor incremento de fallas que ocasiona paradas en la producción, la cual era el área de impresión, esto se debía a que las técnicas de trabajo no estaban estandarizadas y ocasionaban tiempo perdido en la producción. En cuanto al cumplimiento sobre entrega a tiempo, tuvo un porcentaje de 70%, más, sin embargo, los pedidos no atendidos tenían el 43,38% significando que se produjeran S/. 4 816 189,80 de pérdida económicas para la empresa. Como propuesta se utilizó un balance de líneas y la metodología

SMED. Como resultado en la producción, se logró un incremento al 100%, además se acortó en 84% los tiempos muertos en y los pedidos con retraso se redujo en un 46%. En cuanto al beneficio-costos fue de S/. 1,32 lo cual es rentable para la empresa.

Navarro [10] en su investigación "*Diseño de un sistema automatizado en el área de corte de la línea de producción de sacos de polipropileno para mejorar la productividad de la empresa PERUSAC E.I.R.L*" la problemática fue que la maquinaria del área de corte, estaba adaptada manualmente y se requería la mano de obra constante, por ello se daba la saturación del operario, lo cual ocasionó pérdidas y existencia de sacos defectuosos con un costo de reproceso de S/ 50 278,00; asimismo, la capacidad ineficiente de la maquina generó una pérdida de S/ 51 161,00 y con respecto al impacto económico anual fue de S/ 107 363,10. Como propuesta se utilizó el SolidWorks para diseñar un sistema automatizado, también, mediante la programación PLC. Como resultado, la saturación del trabajador se redujo a 70% con una productividad laboral de 562 sacos por hora y un tiempo estándar de 6,38 segundos por cada saco. Finalmente, el diseño de la propuesta tuvo un costo de S/ 31 567,00 con una TIR de 238%, un VAN de S/ 271 111,27 lo cual es rentable para la empresa.

Aguirre [11] en su artículo "*Propuesta de mejora de estandarización de procesos basado en la metodología del PEVA para mejorar el margen bruto de la empresa envases en Metal S.A.C.*" se identificó cuatro problemas principales, la disposición inadecuada, un elevado porcentaje de tiempo improductivo por parte de los trabajadores, la escasez de análisis para verificar la cabida de la planta y la inexistencia de programas de producción. La propuesta se basó en utilizar el programa CORALEP para la distribución de la planta; la simulación se realizó en el ProModel 2016 tanto con el entorno actual y con la propuesta planteada. Los resultados de la simulación mostraron una disminución del 35% en cuanto a la distancia recorrida, un 36% en la reducción del tiempo de transporte y un 9% en el aumento de la capacidad de la planta de producción. Se concluyó que, con la propuesta planteada fue factible optimizar el rendimiento de la mano de obra de los trabajadores y por ende se logró satisfacer las diferentes demandas del cliente.

Torres [12] en su investigación "*Plan de gestión de mantenimiento utilizando el TPM para mejorar la productividad en una fábrica de sacos de polipropileno*" se propuso emplear la metodología de las 5s, debido a que en la empresa existía un alto grado de desorden, suciedad y falta de organización; asimismo, se planteó proponer los tres pilares del TPM para las maquinarias. Como resultados se logró reducir las fallas de las maquinarias en un 50%, con una ganancia de S/ 14 796,18 soles y un costo beneficio de S/ 2,87. En conclusión, se demostró un incremento en la producción de la máquina extrusora, lo cual fue demostrado en su viabilidad.

Malqui [13] en su investigación “*Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la merma de Scrap en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno*” en el análisis se encontró que existía un gran problema para reducir el porcentaje de merma de scrap; revisando su historial se halló que, en el año 2016 hubo un 5.5% de merma y a principios del 2017, se detectó un 5%; mejorando solamente un 0.5%. Con la propuesta planteada de utilizar una metodología Six Sigma, se concluye que el 85% de la merma, se originó en la maquina extrusora y en los telares. Por consiguiente, al aplicar las mejoras de la metodología, dió como efecto la rebaja del porcentaje de merma con un 3.8% para el segundo semestre de 2017 y en el año 2018 se logró reducir a un 3.7%. Económicamente se ahorró 117 mil dólares anuales, lo cual es rentable para la empresa.

Contreras [14] en su investigación “*Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de inventarios en una empresa dedicada a la comercialización de sacos de polipropileno*” propuso efectuar un análisis ABC para verificar los productos existentes en el almacén, luego de ello, se eligió los tres productos más demandados en la empresa como son los sacos cebolleros, paperos y arroceros. Se determinó el stock de seguridad para que la empresa pueda vender y evitar los pedidos no atendidos; también se aplicó los sistemas de control de inventarios Q y P. Como resultado en la empresa, se generó una utilidad de \$11,554 dólares americanos, la cual permitió ser rentable ya que las cifras lo afirmaban, con un TIR de 24.6% y una inversión de \$23,289 dólares americanos.

III. METODOLOGÍA

La metodología usada se basó en la investigación de informes y artículos científicos tanto nacionales como internacionales; asimismo, mediante el Software ProModel se aplicó los conocimientos adquiridos en clase, para los objetivos trazados se siguió los siguientes pasos.

Paso 1. Para el diagnóstico del proceso productivo actual en la empresa, se basó en la compilación de información a través de un análisis documentario; luego, a través de un diagrama de Ishikawa se detalló los problemas frecuentes en la empresa los cuales están originando la baja productividad; posteriormente, se realizó un diagrama de operaciones, en donde se establecían los tiempos calculados en la empresa y finalmente se colocaron los indicadores de producción.

Paso 2. Para la simulación de una mejora del proceso productivo; primero se simuló la situación actual de la empresa, luego, de acuerdo con los resultados se propuso un programa de mantenimiento con tres mejoras: mantenimiento preventivo RCM, mantenimiento TPM y el

mantenimiento predictivo; las cuales fueron simuladas en el software ProModel, en donde se obtuvo una cantidad creciente de la nueva productividad.

Paso 3. Para el análisis económico financiero de la propuesta, se realizó una previa investigación económica de la implementación del mantenimiento preventivo hacia una maquina extrusora.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para identificar los principales problemas que ocurren dentro de la empresa y que están ocasionando una baja productividad, se realizó un diagrama de Ishikawa (Ver anexo 1); seguidamente, se procedió a hacer un diagrama de pareto en donde se clasifique los mayores problemas dentro de la empresa (Ver anexo 2). En el diagrama se puede ver que el alto mantenimiento correctivo hacia las maquinarias es lo que genera la baja productividad.

4.1. Diagnosticar el proceso productivo actual de la empresa

4.1.1. Descripción del sistema productivo

La empresa PROCODE SAC, cuenta con un sistema de producción personalizado, ya que se fabrica por pedido; es decir el cliente solicita cierta cantidad de sacos con un logo personalizado, para ello la empresa se encarga de adaptarlo; asimismo, produce sacos laminados, tejidos, carpa tejida y arpillera, de las cuales, los que mayores ingresos generan son los sacos en presentaciones de color blanco, negro. Todo el proceso de producción está directamente relacionado con el cambio de forma, apariencia y dimensiones del producto y cabe mencionar que, al momento de distribuir los sacos, se envían en fardos ya sea de 500 o 1000 sacos.

Tabla 1. Especificaciones del saco de polipropileno

Color	Tipo de lamina	Ancho (in)	Largo (in)	Espesor (mm)	Peso (g)	Basta (mm)	Borde de costura (in)
Blanco	Blanco	22,5	36	3	70	25	1,5
Negro	Transparente	27	43	3	100	25	1,5
Cristalino	Transparente	13	22	3	160	25	1,5

Fuente: PROCODE S.A.C.

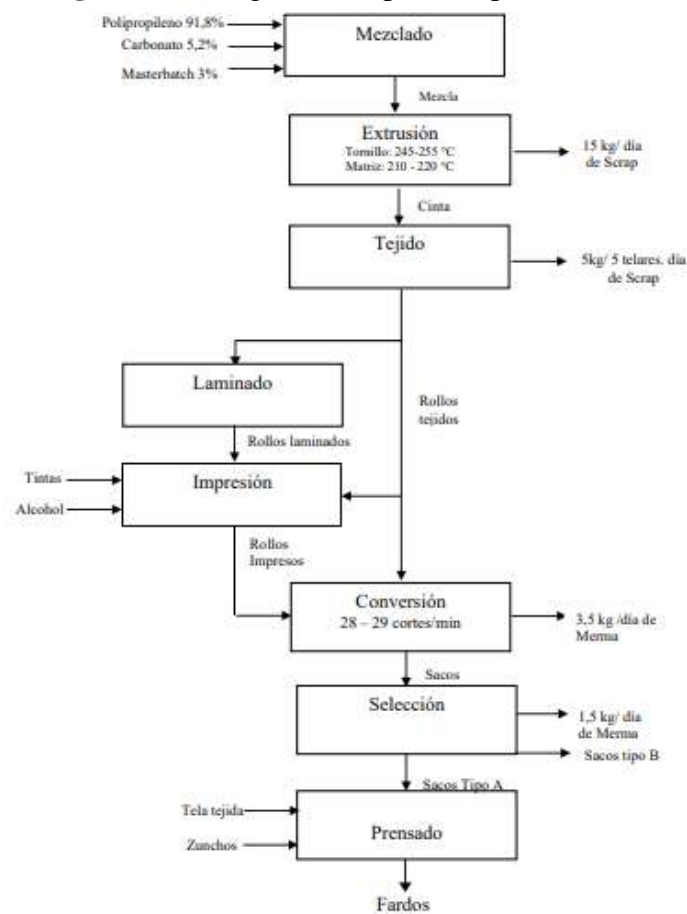
4.1.2. Mano de obra

En el proceso de obtención de sacos, se encargan 24 operarios que laboran con diferentes tareas; la jornada laboral es de 11 horas, menos una hora de descanso para ingerir cualquier alimento.

4.1.3. Proceso de producción

El proceso empieza con la recepción de los insumos procedentes del exterior, una vez descargado los insumos dentro de la fábrica, son llevados al área de mezclado, en donde se adiciona el 91.8% de polipropileno, el 5.3% de carbonato y el 3% de Masterbatch, que será adicionado a la máquina de extruido, con el objetivo de obtener una cinta que posteriormente será embobinada para introducir en los telares, una vez tejido las cintas, se forman los rollos y pasan a la etapa de laminado, en donde se le incrusta film a la tela del rollo, luego pasa la impresión, en donde se imprime el diseño del saco según las especificaciones del comprador, seguidamente es llevado a la conversión, en donde se corta y cose el saco, de ahí se realiza la selección, se verifica que los sacos no tengan desperfectos y logren cumplir con las condiciones de calidad establecidas; por consiguiente, se hace un bastado donde se cose la basta con una medida de 25 mm; una vez terminado la fabricación del saco, son llevados a la prensa, que compacta 500 a 1000 sacos según la orden y finalmente es trasladado hacia un almacén de producto terminado, listo para ser comercializado.

Diagrama 1: Diagrama del proceso productivo de sacos



Fuente: PROCODE S.A.C.

- **Productividad de materiales**

Se tuvo la producción de 1179 sacos promedio por turno entre el peso de 64,7kg de cinta obteniendo como resultado en la siguiente fórmula.

$$P. materiales = \frac{1179 \text{ sacos}}{64,7 \text{ kg}} = 18,22 \text{ unid/kg}$$

- **Productividad de mano de obra**

En la extrusión se determinó mediante la producción por turno y la cantidad de operarios como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Productividad \text{ laboral} = \frac{1179 \text{ sacos}}{2 \text{ op} \times 10 \text{ h}} = 58,95 \frac{\text{sacos}}{\text{op} - \text{h}}$$

- **Eficiencia económica**

Se obtiene mediante la cantidad de los productos terminados por el precio de venta entre los materiales utilizados por el costo, la cantidad de polipropilenos utilizada es del 92.8% con un costo de 1.89 soles, 5.2% de carbonato con 0.97 soles y 3% de Masterbatch 3.92.

$$E. Económica = \frac{1179 * 0,55}{540} = 1.2$$

La empresa obtiene S/0,20 céntimos por la venta de cada saco.

- **Cuello botella**

En el cuadro de figura 1 se puede observar que el cuello de botella se localiza en el área de extrusión, con un total de 72,33 minutos.

Figura 1: Estudio de tiempos del sistema actual

Actividad	Tiempo (min)
Recepción de la mp	2,23
Mezclado	3,20
Extrusión	72,33
Tejido	59,07
Corte de tela	1,40
Revisión del peso de la tela en el rollo	6,13
Conversión y revisión del saco	15,20
Pesado y verificación del peso	3,27
Selección y conteo de sacos	28,50
Enfardado	4,15
TOTAL	234,09

Fuente: PROCODE S.A.C

4.2. Simulación de la mejora del proceso productivo

4.2.1. Simulación del proceso productivo actual de la empresa

En el anexo 2 se puede apreciar el diseño del modelo de simulación en el ProModel sobre la situación actual, posteriormente, se muestra los resultados obtenidos.

Figura 2: Variables del proceso de la situación actual

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedi...	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Var1 SALIDA SACOS	1,179.00	0.51	0.00	1,179.00	1,179.00	399.49
Var2 ENTRADA MP	19.00	31.43	0.00	19.00	19.00	10.82
Var3 DESPERDICIOS EXTRUIDO	3.00	199.73	0.00	3.00	3.00	0.39
Var4 DESPERDICIOS TEJIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var5 DESPERDICIOS CONVERSIÓN	12.00	48.18	0.00	12.00	12.00	4.58
Var6 DESPERDICIOS SELECCIÓN	21.00	28.11	0.00	21.00	21.00	7.32

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se puede apreciar que la producción diaria de sacos de polipropileno es de 1179, lo cual coincide con la cantidad producida en la empresa, asimismo, se muestra la cantidad de desperdicios generados dentro del proceso, como es la merma y el scrap. En cuanto al cuello de botella, el resultado arrojó la estación de extrusión como se observa en el anexo 5.

4.2.2. Simular una mejora del proceso productivo

Mejora 1: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la extrusora para incrementar la productividad

En la empresa se ha identificado que la extrusora tuvo un total de 24 fallas con 95,58 horas de paro, lo que equivalió a 10,24 toneladas sin producir; asimismo, debido a que la extrusora es la parte fundamental de la empresa, al averiarse, origina la producción de mermas y scrap tanto para la misma maquina como para los demás procesos; para ello, como primera mejora se propone implementar un plan de mantenimiento preventivo a la maquina extrusora, con el fin de reducir el tiempo por fallas. (Ver anexo 2). De manera que el tiempo de operación en la maquina extrusora se redujo a 35 min y el porcentaje de mermas se colocó con un 2%.

Figura 3: Variables del proceso productivo con la propuesta

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Var1 SALIDA SACOS	1,257.00	0.47	0.00	1,257.00	1,257.00	473.61
Var2 ENTRADA MP	21.00	26.44	0.00	21.00	21.00	14.80
Var3 DESPERDICIOS EXTRUIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var4 DESPERDICIOS TEJIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var5 DESPERDICIOS CONVERSIÓN	6.00	90.13	0.00	6.00	6.00	2.48
Var6 DESPERDICIOS SELECCIÓN	23.00	25.29	0.00	23.00	23.00	9.36

Fuente: Elaboración propia

- **Productividad de materiales**

Se tuvo la producción de 1257 sacos promedio por turno entre el peso de 64,7kg de cinta obteniendo como resultado en la siguiente formula.

$$P. materiales = \frac{1257 \text{ sacos}}{64,7 \text{ kg}} = 20.1 \text{ unid/kg}$$

- **Productividad de mano de obra**

En la extrusión se determinó mediante la producción por turno y la cantidad de operarios como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Productividad laboral = \frac{1257 \text{ sacos}}{2 \text{ op} \times 10 \text{ h}} = 62,85 \frac{\text{sacos}}{\text{op} - \text{h}}$$

Mejora 2. Plan de mantenimiento utilizando el TPM para incrementar la productividad

En la empresa debido al escaso mantenimiento preventivo, ocasiona que las maquinarias se averíen y paren la producción; asimismo, se produzca desperdicios en el proceso; con el TPM aplicado permitirá eliminar las pérdidas en la producción, también que las maquinarias logren alcanzar su capacidad máxima de productos, en los cuales se vería reflejado en la calidad del producto final, como es sin pérdidas de rendimiento, cero tiempos muertos, averías y defectos. Para ello se implementará la metodología de las 5S que permitirá tener un área de trabajo más despejada, cumpliendo con los protocolos de seguridad y mejorando la producción; también, se brindará capacitaciones a los trabajadores de la empresa con el fin de que puedan desempeñar su función eficientemente. (Ver anexo 3)

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Pr...	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Var1 SALIDA SACOS	1,760.00	0.34	0.00	1,760.00	1,760.00	701.01
Var2 ENTRADA MP	23.00	23.71	0.00	23.00	23.00	16.07
Var3 DESPERDICIOS EXTRUIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var4 DESPERDICIOS TEJIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var5 DESPERDICIOS CONVERSIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var6 DESPERDICIOS SELECCIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- **Productividad de materiales**

Se tuvo la producción de 1760 sacos promedio por turno entre el peso de 64,7kg de cinta obteniendo como resultado en la siguiente fórmula.

$$P. materiales = \frac{1760 \text{ sacos}}{64,7 \text{ kg}} = 27.2 \text{ unid/kg}$$

- **Productividad de mano de obra**

En la extrusión se determinó mediante la producción por turno y la cantidad de operarios como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Productividad\ laboral = \frac{1760 \text{ sacos}}{2 \text{ op} \times 10 \text{ h}} = 88 \frac{\text{sacos}}{\text{op} - \text{h}}$$

- **Eficiencia económica**

$$E. Económica = \frac{1760 * 0,55}{610} = 1.59$$

La empresa obtiene S/0,59 céntimos por la venta de cada saco.

Mejora 3. Plan de mantenimiento predictivo para la extrusora

Para la mejora 3 se propone realizar un mantenimiento predictivo a la extrusora, con el fin de prever la existencia de fallas. (ver anexo 4)

Variable Resumen						
Nombre	Total Cambios	Tiempo Por cambio Promedio (Min)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Actual	Valor Promedio
Var1 SALIDA SACOS	1,265.00	0.47	0.00	1,265.00	1,265.00	455.92
Var2 ENTRADA MP	24.00	24.05	0.00	24.00	24.00	12.41
Var3 DESPERDICIOS EXTRUIDO	1.00	502.82	0.00	1.00	1.00	0.16
Var4 DESPERDICIOS TEJIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Var5 DESPERDICIOS CONVERSIÓN	2.00	232.35	0.00	2.00	2.00	1.00
Var6 DESPERDICIOS SELECCIÓN	15.00	39.45	0.00	15.00	15.00	5.61

- **Productividad de materiales**

Se tuvo la producción de 1265 sacos promedio por turno entre el peso de 64,7kg de cinta obteniendo como resultado en la siguiente fórmula.

$$P. materiales = \frac{1265 \text{ sacos}}{64,7 \text{ kg}} = 19,55 \text{ unid/kg}$$

- **Productividad de mano de obra**

En la extrusión se determinó mediante la producción por turno y la cantidad de operarios como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Productividad \text{ laboral} = \frac{1265 \text{ sacos}}{2 \text{ op} \times 10 \text{ h}} = 63,25 \frac{\text{sacos}}{\text{op} - \text{h}}$$

De las tres propuestas que se aplicaron, la que mejor se adaptaría a la empresa, es la mejora 2 sobre la implementación de un mantenimiento TPM.

Tabla 2: Cuadro Comparativo

Ítem	Actual	Propuesta	% Variación	Beneficio
Producción	1179 sacos/día	1760 sacos/día	67%	Como se observa hay una mejor producción con la propuesta ya que produciría 581 sacos más al día.
Desperdicios	36 kg/día	0 kg/día	0%	Con la nueva propuesta los desperdicios se eliminarían, ya que la empresa llevaría un mejor manejo en la producción.
Productividad de materiales	18,22 unid/kg	27,2 unid/kg	63%	En la propuesta de mejora, la productividad de materiales aumentaría 8,98 unidades.
Productividad laboral	58,95 sacos/ op - h	88 sacos/ op - h	67%	La productividad laboral aumentaría un 67%
Eficiencia económica	1.2	1.59	75%	La eficiencia se incrementó en un 0.39

Fuente: Elaboración propia

4.3. Realizar análisis económico financiero de la propuesta.

Con respecto a los costos por implementar el mantenimiento TPM se tiene un total de S/ 8,857.25 lo cual esta conformado por el personal encargado de realizar el mantenimiento, las capacitaciones sobre la importancia del manejo de las 5s y los materiales utilizados para realizar dicha capacitación.

Tabla 3: Costo de la implementación de la mejora

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Señalización	1	S/ 500.00	S/ 500.00
Capacitador externo TPM	1	S/ 1,350.00	S/ 1,350.00
Folletos e impresiones	30	S/ 0.50	S/ 15.00
Seguridad y entorno	1	S/ 1,100.00	S/ 1,100.00
5S	1	S/ 3,541.15	S/ 3,541.15
TMP	1	S/ 2,351.10	S/ 2,351.10
TOTAL			S/ 8,857.25

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Según Fernández [5] la baja productividad se debió a la generación de scrap con un 18.26% en comparación con la empresa no es diferente, ya que también se generan desperdicios que afectan a la productividad, con un total de 36 sacos defectuosos de 1179. Para la propuesta según Torres [12] propuso implementar un TPM acompañado con las 5s lo cual como resultado obtuvo una disminución de fallas en las maquinarias en un 50% con una ganancia de S/ 14 796,18 soles, en la propuesta se obtuvo un beneficio costo de 1.59 que representa que la ganancia es de 0.59 céntimos por cada sol invertido; en cuanto a los desperdicios, al aplicar la mejora, se elimina los tiempos muertos y los desperdicios. Se puede debatir la importancia que tuvo el software ProModel en los procesos, ya que mediante su simulación de la obtención de sacos, se logró tener una mejora del 67%. En conclusión, se demostró un incremento en la producción.

VI. CONCLUSIONES

Con la información brindada por la empresa, se logró diagnosticar el proceso actual, para ello se realizó un diagrama de Ishikawa con un pareto; como resultado se tuvo que el mayor problema que genera la baja productividad es el alto mantenimiento correctivo aplicado a las máquinas, por lo que la máquina con mayores fallas fue la extrusora con un total de 24 averías y 95 horas de paradas que ocasionaron que no se produzca 10 toneladas; también se calculó los indicadores de productividad, la producción fue de 1179 sacos por turno, de materiales 18,22 unid/kg, asimismo, la productividad laboral es de 58,95 sacos/ op - h y el cuello botella se encontró en la máquina de extrusión con un total de 72,33 min; asimismo, la generación de mermas fue de 39 kg.

Para la aplicación de la propuesta de mantenimiento, se tuvo tres métodos (mantenimiento preventivo RCM, mantenimiento TPM y el mantenimiento predictivo),

como resultado se obtuvo que el mejor mantenimiento es el TPM; puesto que, ayuda a eliminar la generación de mermas, además permite llevar un control seguido de las maquinarias en general, reduce los tiempos muertos y a través de las 5s se tiene un ambiente mucho más limpio, organizado y clasificado; como resultado se tuvo una producción de 1760 sacos por día, la productividad de materiales es de 27,2 unid/kg y la productividad laboral aumento a 88 sacos/op-h y en cuanto a los desperdicios se redujo a 0.

En el análisis económico de la propuesta se tuvo en cuenta al personal contratado para realizar el mantenimiento, las capacitaciones y los materiales empleados, con un costo de S/ 8,857.25.

VII. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un estudio de tiempos a los demás procesos, y ver si están cumpliendo con los estándares establecidos, asimismo, realizar capacitaciones sobre la importancia de adicionar la cantidad los insumos para un determinado producto, puesto que ello determina la calidad del producto final; asimismo se debería implementar un programa de seguridad y salud en el trabajo, para que los trabajadores realicen sus labores eficientemente.

VIII. REFERENCIAS

- [1 ONU, «El mundo se une contra el plástico,» 2 marzo 2022. [En línea]. Available:
] <https://news.un.org/es/story/2022/03/1504922#:~:text=Un%20cambio%20hacia%20una%20economi%C3%ADa,millones%20de%20d%C3%B3lares%20para%202040>.
- [2 EL PERUANO, «LEY QUE REGULA EL PLÁSTICO DE UN SOLO USO Y LOS RECIPIENTES
] O ENVASES DESCARTABLES,» [En línea]. Available:
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/>.
- [3 E. A. VILLARREAL DOMINGUEZ, «PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
] PRODUCCIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN LA EMPRESA PROCODE SAC,» USAT, Chiclayo, 2021.
- [4 REYMA, «POLIETILENO EN MERCADO MUNDIAL,» 13 agosto 2019. [En línea]. Available:
] <https://reyma.com.mx/polietileno-en-mercado-mundial/>.
- [5 F. P. Rueda Fernandez , «Plan de mejora del proceso de producción de sacos de polipropileno,
] aplicando herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad en la empresa PROCOMSAC,» UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Chiclayo, 2018.
- [6 A. D. R. HEREDIA ESPINOZA, «REDUCCIÓN DE MERMAS EN LA PRODUCCIÓN DE
] SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA EL ÁGUILA S.R.L.,» USAT, Chiclayo, 2017.
- [7 G. F. SUÁREZ CAMATÓN , «MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
] SACOS LAMINADOS Y CONVENCIONAL DEL ÁREA DE TELARES DE UNA EMPRESA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.,» UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, GUAYAQUIL, 2019.
- [8 C. W. MITE JAIME , «DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN MAQUINARIAS Y
] EQUIPOS DE LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO DE LA EMPRESA SACOS DURÁN REYSAC S.A,» UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil, 2018.
- [9 M. I. GONZALES GOMEZ, «MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SACOS IMPRESOS
] PARA REDUCIR LOS RETRASOS DE ENTREGA EN LA EMPRESA PROCESADORA COMERCIALIZADORA MONTENEGRO S. A. C.,» UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo, 2021.
- [1 J. E. NAVARRO YOVERA, «DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN EL ÁREA DE
0] CORTE DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA PERUSAC E.I.R.L,» UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo, 2019.

- [1 M. E. Trujillo Aguirre, «Propuesta de mejora de estandarización de procesos basado en la 1] metodología del PEVA para mejorar el margen bruto de la empresa envases en Metal S.A.C.,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , Lima, 2018.
- [1 J. D. Torres Bravo, «Plan de gestión de mantenimiento utilizando el TPM para mejorar la 2] productividad en una fábrica de sacos de polipropileno,» Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- [1 L. K. Mallqui Crisante, «Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir la merma de Scrap 3] en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno,» Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2018.
- [1 M. Belén Contreras, «Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de inventarios en 4] una empresa dedicada a la comercialización de sacos de polipropileno,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2020.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Diagrama de Ishikawa

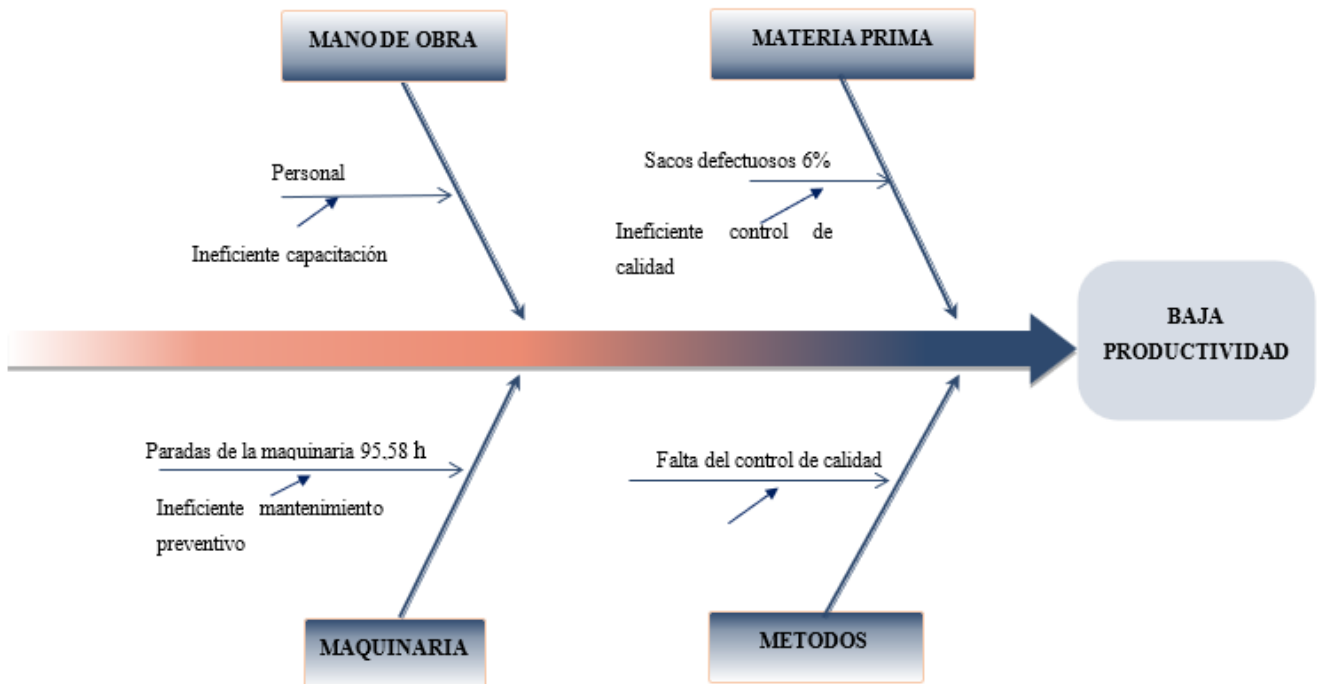


Ilustración 1:Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Diagrama de pareto

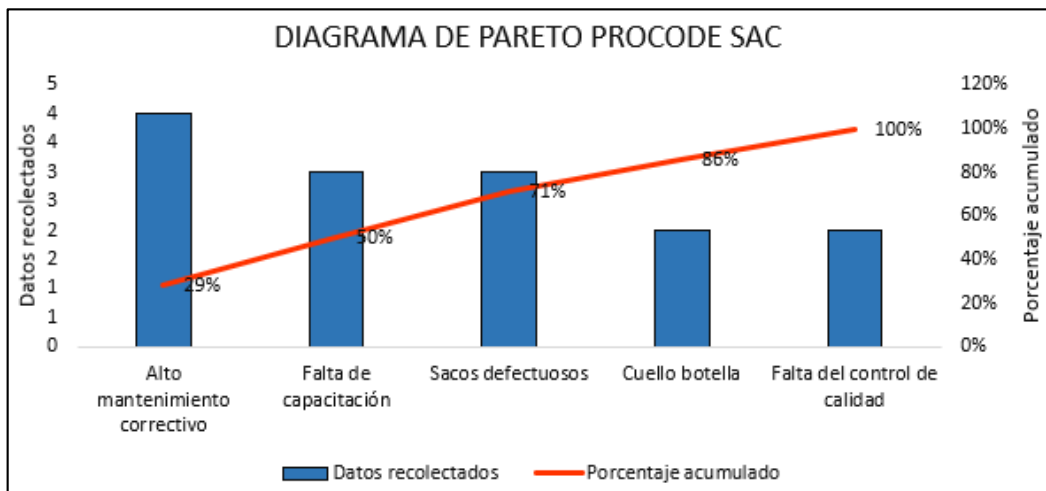


Ilustración 2: Diagrama de pareto

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Simulación del proceso productivo actual con los resultados



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4: Locaciones

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...
	Recepción_MP	1	1	Ninguna
	Mezclado	1	1	Ninguna
	Extrusado	2	1	Ninguna
	Tejido	8	1	Ninguna
	Laminado	1	1	Ninguna
	Impresión	1	1	Ninguna
	Convertido	25	1	Ninguna
	Selección	20	1	Ninguna
	Basteado	5	1	Ninguna
	Prensado	500	1	Ninguna
	Almacenamiento_PT	Infinite	1	Ninguna
	Desechos	1	1	Ninguna

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5: Entidades

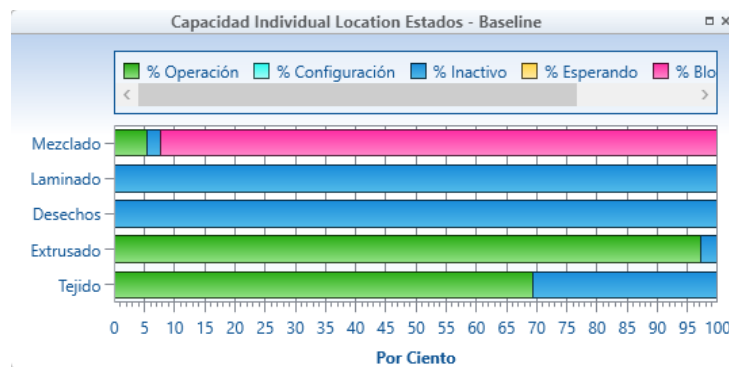
Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist
	MP	150	Series de tiempo
	Rollo	150	Series de tiempo
	Sacos	150	Series de tiempo
	Desperdicios	150	Series de tiempo

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6: Arribos al proceso

Entidad...	Locación...	unt. por Arribo.	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia
MP	Recepción_MP	1	0	INF	25

Fuente: Elaboración Propia

Figura 7: Estación con cuello de botella

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Plan de mantenimiento utilizando el TPM para incrementar la productividad

Figura 11: Metodología 5S

Lista de chequeos de la metodología de las 5's						
Empresa	Fábrica de sacos polipropileno			Puntuación anterior		Fecha
ÁREA:	Producción			Puntuación actual		
5's	Puntaje de revisión	Criterio de evaluación	Puntaje			
			0	1	2	
Clasificación	Materiales	Materiales innecesarios que son almacenados en el taller				
	Equipos	Hay equipos que no son utilizados				
	Herramientas	Todas las herramientas se usan regularmente				
	Criterios de clasificación	Existen criterios para determinar que es necesario				
Puntaje de clasificación						
Orden	Indicadores de obtención	Las áreas de almacenamiento están marcadas				
	Indicadores de cantidades	Existen indicadores de stock mínimo y máximo				
	Herramientas	Las herramientas están identificadas				
Puntaje Orden						
Limpieza	Pisos	Los pisos se encuentran despejados de basuras				
	Máquinas y equipos	Las máquinas están limpias				
	Responsabilidades	Se usan sistemas de rotación para limpieza				
	Limpieza habitual	Se limpia frecuentemente				
Puntaje Limpieza						
Estandarización	Asignación de áreas de 5's	Se asignan turnos para cumplir las 5's				
	Control visual	Es fácil distinguir lo normal de lo anormal				
	Planes de mejora	Crear acciones de mejora ante fuente de variación				
Puntaje de Estandarización						
Disciplina	Condiciones de las 5's	Todo se devuelve a su lugar después de su uso				
	Evaluaciones	Los ambientes son evaluados periódicamente				
	Correcciones	Se toman acciones correctivas ante situaciones anormales				
	Todas las reglas son cumplidas estrictamente	Todo los procedimientos son conocidos y respetados				
	Reglamentos	Todas las reglas son cumplidas estrictamente				
Puntaje Disciplina						
0= Muy mal 1=Promedio 2=Muy bueno.						

Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Proceso con la mejora de TPM

Proceso [1]		
Entidad...	Locación...	Operación...
MP	Recepción_MP	Wait 2.23 min Inc Var2_EN
MP	Mezclado	Wait 3.20 min
MP	Extrusado	Wait 30 min
Rollo	Tejido	Wait 40 min
Rollo	Laminado	
Rollo	Impresion	
Rollo	Convertido	Wait 15.2 min
Sacos	Selección	Wait 22 min
Sacos	Basteado	
Sacos	Prensado	Wait 4.15 min
Sacos	Almacenamiento_PT	Inc Var1_SALIDA_SACOS

Fuente: Elaboración propia

