

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



**Propuesta de mejora en los procesos de la empresa Hilados Richard's para
reducir la capacidad ociosa**

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

AUTOR

Elicia Aide Khorytskaia Castillo Diaz

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

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

Chiclayo, 2022

Entrega final

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	1%
7	link.springer.com Fuente de Internet	1%
8	revista.crcsc.org.br Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	3
Abstract	4
Introducción.....	5
Bases teóricas	6
Materiales y métodos	9
Resultados y discusión	10
Conclusiones	15
Referencias.....	16
Anexos	17

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad proponer mediante la simulación de procesos, una mejora para el proceso productivo de lana acrílica de la empresa Hilados Richard's, para lo cual se tiene como objetivos diagnosticar a la empresa y con ello, poder diseñar un modelo de simulación de la situación actual para evidenciar el problema y finalmente, evaluar escenarios alternativos de solución a la problemática. En primer lugar se identificó la etapa cuello de botella y mediante la recolección de datos, se establecieron indicadores de eficiencia económica, producción, capacidad ociosa y capacidad utilizada. Esto permitió realizar una simulación de la situación actual utilizando el Software Promodel. Seguido a ello se realizó una evaluación de distintos equipos para obtener el ideal que pueda permitir una mayor producción. Finalmente, se evaluaron indicadores después de la propuesta de mejora, obteniendo el incremento la capacidad utilizada de la planta en 79,67%, alcanzando un nivel de producción de 1912,18 *kg/día* gracias a la reducción del tiempo de ciclo de 1,406 min/kg a 0,706 min/kg.

Palabras clave: Idle capacity, simulation, processes, cycle time, capacity used.

Abstract

The purpose of this research work is to propose, through the simulation of processes, an improvement for the production process of acrylic wool from the company Hilados Richard's, for which the objective is to diagnose the company and with it, be able to design a simulation model of the current situation to show the problem and finally, evaluate alternative scenarios for solving the problem. First, the bottleneck stage was identified and through data collection, indicators of economic efficiency, production, idle capacity and utilised capacity were established. This allowed a simulation of the current situation using the Promodel Software. This was followed by an evaluation of different equipment to obtain the ideal that could allow for greater production. Finally, indicators were evaluated after the improvement proposal, obtaining the increased capacity of the plant by 79.67%, reaching a production level of 1912.18 kg/day thanks to the reduction of the cycle time from 1,406 min/kg to 0.706 min/kg.

Keywords:

Introducción

En la actualidad, las empresas a nuestro alrededor se ven obligadas a mejorar cada día, tanto en sus procesos operativo como estratégicos, puesto que los consumidores exigen cada día productos de mejor calidad a un precio más económico. En tal sentido, producir sin retrasos, aprovechando al máximo los recursos con los que se cuenta, es crítico para ser una empresa líder en el mercado.

En el sector textil, estos factores no son indiferentes. Según un informe de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) [1], en el Perú, el sector representa el 6,4% del PBI manufacturero; además, las empresas textiles representan el 30,6% de todas las empresas manufactureras generando aproximadamente 1,5 millones de empleos. Es por lo que, las empresas del sector mejorarán continuamente incursionando cada vez más en el mercado, puesto que éste se encuentra en constante crecimiento.

Dicho esto, se tuvo como base para la presente investigación a la empresa Hilados Richard's S.A.C. que, desde el año 2007, se dedica a la producción y comercialización de lana acrílica a distintas ciudades del país. Esta empresa tiene un modelo de producción a pedido del cliente, siendo las principales ciudades ubicadas en la sierra-centro; sin embargo, en varias ocasiones, la empresa no logra atender la demanda por la baja producción existente (1301,13 kg/día), ocasionada por un exceso de capacidad ociosa (1102,18 kg/día). [2]

Por lo expuesto, se presentan los objetivos de la presente, teniendo como objetivo principal, proponer una mejora en los procesos de la empresa Hilados Richard's para reducir la capacidad ociosa. Así mismo, como objetivos específicos se tiene diagnosticar a la empresa Hilados Richard's, diseñar un modelo de simulación de la situación actual para evidenciar el problema y por último, evaluar escenarios alternativos de solución a la problemática y simular.

Bases teóricas

Antecedentes

Rojas, K. y Salas A. [3] en su investigación “MODELO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y REDUCIR LA CAPACIDAD OCIOSA EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA” evidencian variación en las tasas de inactividad de la empresa entre 35 y 46%, provocadas por capacidad ociosa excesiva demostrada en paradas no planificadas por averías y tiempos de reparación. Por lo tanto, proponen la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y la herramienta 5S. Como resultados se obtuvo la disminución de la capacidad ociosa de 33,86% a 27,63%; el aumento de la disponibilidad de las máquinas de 84,03% a 90,85% y la tasa OEE de 71,05% a 75,81%. Este estudio beneficia al presente trabajo investigativo, puesto que remarca que la capacidad ociosa dentro de una empresa es perjudicial productiva como económicamente.

Sakti S. et al [4] en su estudio “A Computerized measurement system of machine performance for a textile industry” – “Un Sistema de medición computarizado del rendimiento de maquinaria para una industria textil” explican que para alcanzar un lugar competitivo en la industria textil es necesario que las empresas la eficacia en el nivel más alto posible. Para ello, proponen la realización e implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) con el objetivo de mejorar el rendimiento tanto de calidad como cantidad. Sin embargo, notaron que la medición para la obtención del OEE tiene muchas dificultades si se realiza manualmente; es por ello que proponen el desarrollo de un sistema computarizado para medir el OEE y ayudar a conocer el rendimiento de cada máquina a tiempo real, reduciendo pérdidas relacionadas con la eficacia del equipo.

S. Nallusamy y G. Majumdar [5] en su investigación “Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry” – “Mejora de la eficacia general del equipo mediante el Mantenimiento Productivo Total en la industria manufacturera” se ha observado que debido a problemas con la maquinaria, generando retrasos en los procesos, las empresas no pueden satisfacer la demanda. Es por ello que el objetivo de la investigación es diagnosticar a través de un diagrama de Pareto, la causa raíz de los problemas y sugerir una solución óptima. Para lo cual se propuso TPM para mejorar la utilización de la maquinaria y mano de obra, reduciendo las pérdidas, aumentando la vida útil y la utilización de los equipos y organizar a los colaboradores. Como resultados se obtuvo una

reducción del tiempo de inactividad de las maquinarias y del tiempo de ciclo; así mismo, se incrementó la efectividad general del equipo en un 15%.

Ahmad N., Hossen J. y Mithun Ali S. [6] en su estudio “Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case” – “Mejora de la eficiencia general del equipo del marco de anillo a través del mantenimiento productivo total: una caja textil” tuvieron como objetivo demostrar el beneficio de la aplicación del TPM en la industria. El estudio se basa en KAIZEN para mejorar la eficiencia general del equipo del anillo de una planta hiladora. Se diagnosticaron las seis mayores pérdidas por parada, avería o fallo del equipo, por ajuste, parada menor, velocidad reducida por defectos y rendimiento reducido. Como resultado se obtuvo que, gracias a la implementación de KAIZEN, el OEE del equipo incrementó de 75,09 a 86,02% y se mejoró la productividad en 23,93%, reduciendo los productos defectuosos en 49,50%.

Ahmad N., Hossen J. y Mithun Ali S. [7] en su investigación titulada “An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh” – “Una aplicación del análisis de Pareto y el diagrama de causa y efecto (CED) para examinar pérdidas por paro: un caso textil de Bangladesh” explican que en el proceso de fabricación de hilos se utilizan múltiples equipos, por lo que las empresas deben estar al pendiente y mejorar la utilización de los mismos continuamente. Para lo cual deben identificar las paradas de dicha maquinaria y proponer acciones de mejora. Al hacer uso del diagrama de Pareto, se obtuvo como resultado que las pérdidas por inactividad, por paradas menores y averías son responsables del 89,3% del total de pérdidas por paradas. Para lo cual se propone la implementación del TPM y del control estadístico del proceso para evaluar la calidad del mismo a cada instante.

Bautista J. y Huamán R. [8] en su investigación titulada “PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS EN LA LÍNEA DE QUESOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIA ALIMENTARIA HUACARIZ S.A.C. – CAJAMARCA” explican el procedimiento para diagnosticar y proponer acciones de mejora al proceso productivo dentro de la línea de queso tipo Suizo. En lo cual, se obtuvo que los principales problemas son el ciclo de producción elevado, elevado porcentaje de actividades improductivas a comparación de las productivas, tiempo muerto del operario y exceso de mermas. Para lo cual se propuso la elaboración de un manual de procesos y la compra de una máquina pasteurizadora, puesto que representaba el cuello de botella del proceso y se planificaron capacitaciones para el personal. Como resultados se obtuvo la disminución de la velocidad de producción en 20min/kg, aumento de 14,42% las actividades improductivas, el

tiempo estándar disminuyó a 143 min/lote, el tiempo ocioso por lote disminuyó 90 min, los procesos de pasteurización disminuyeron 179 min, se redujo 0,828 kg de merma por lote y los productos no conformes disminuyeron a 0 kg/lote.

Santana A., Alfonso P., Zanin A. y Wernke R. [9] en su estudio titulado “Costing models for capacity optimization in Industry 4.0: Trade-off between used capacity and operational efficiency” - “Modelos de costeo para optimización de capacidad en la Industria 4.0: Compensación entre la capacidad utilizada y la eficiencia operativa” explican que el estudio de la optimización de la capacidad es un tema de suma importancia tanto en el ámbito práctico como teórico. Es objetivo del presente fue presentar y discutir un modelo matemático para gestionar la capacidad basada en modelos de costeo. Para lo cual se desarrolló un modelo el cual analiza la capacidad ociosa y permite el diseño de estrategias para incrementar el valor de la empresa. Como resultados se obtuvo que la ineficiencia operativa puede ser ocultada por optimización de la capacidad.

Afonso P., Wernke R. y Zanin A. [10] en su estudio “Managing the cost of unused capacity An integrative and comparative analysis of the ABC, TABC and UEP methods” – “Gestión del costo de la capacidad no utilizada: Un análisis integrador y comparativo de los métodos ABC, TABC y UEP” tuvieron como objetivo medir la inactividad productiva de manera comparativa a través de los métodos UEP, ABC y TDABC. Como resultados se obtuvo que los costos unitarios calculados por cada método son distintos; puesto que cada método se ocupa distinto de la ociosidad. En TDABC la capacidad utilizada se asigna a productos producidos en un periodo, a diferencia de ABC y UEP, donde los gastos del periodo se atribuyen al total producido. En segunda instancia, en el método ABC, los costos dependen de las actividades realizadas durante un periodo, en TDABC solo considera el costo del tiempo utilizado efectivamente.

Agostino I. et al [11] en su investigación titulada “Modeling and Simulation of Operations: A Case Study in a Port Terminal of Vale S/A” – “Modelización y simulación de operaciones: un caso de estudio en una terminal portuaria de Vale S / A” explican que los modelos de simulación de operaciones son válidos como herramientas para facilitar la toma de decisiones ante una situación de incertidumbre. Por lo cual, desarrollan un modelo en el proceso de llegada de trenes a un terminal portuario de Ponta da Madeira con el objetivo de resolver problemas y crear subsidios y estrategias en la producción; además de encontrar mejores formas de utilizar los recursos limitados con los que se cuenta. La herramienta utilizada para desarrollar el modelo fue el software Arena; con lo cual se tuvo como resultados que el

desarrollo del modelo de simulación fue exitoso, y permitió la simulación de llegadas y salidas de trenes en diferentes situaciones ayudando y facilitando la toma de decisiones.

Materiales y métodos

La empresa Hilados Richard's cuenta con una máquina reunidora, la cual trabaja solo por un lado, produciendo a la mitad de su capacidad; esto debido a que no se cuenta con los repuestos necesarios para su instalación, ya que el costo es muy elevado; además de la falta de operarios que puedan manejar dicha máquina.

En primera instancia, se realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso, con el objetivo de identificar la maquinaria que genera el cuello de botella. Con los datos obtenidos se establecieron los indicadores de eficiencia económica, producción, capacidad ociosa y capacidad utilizada. Así mismo, se realizó una simulación, utilizando el software Promodel, para observar a detalle el comportamiento de la situación productiva actual.

Seguido a ello, se identificaron las características más relevantes de la maquinaria requerida para un óptimo desarrollo del proceso y se ponderaron a través de una matriz de factores. Se realizó una comparación con características de 3 posibles proveedores y así seleccionar la más adecuada para el proceso.

Finalmente, se analizaron los indicadores antes y después de la propuesta para comprobar que efectivamente hubo una mejoría en eficiencia económica, producción, capacidad ociosa y capacidad utilizada. Y se simuló el proceso con la mejora implementada.

Eficiencia económica

$$Eficiencia\ económica = \frac{Ingresos}{Costos\ de\ producción^1}$$

Producción

$$Producción = \frac{Tiempo\ disponible}{Cuello\ de\ botella}$$

Capacidad ociosa

$$Capacidad\ ociosa = Capacidad\ de\ diseño - capacidad\ efectiva\ o\ real$$

Capacidad utilizada

$$Capacidad\ utilizada = \frac{Capacidad\ efectiva\ o\ real}{Capacidad\ de\ diseño} \times 100$$

¹ Los costos de producción incluyen los costos variables más los sueldos de los operarios del área productiva.

Resultados y discusión

La demanda insatisfecha se detalla en la Tabla 1, donde se tiene un total de utilidades no percibidas de S/ 6 452 273,38.

Tabla 1. Demanda insatisfecha histórica

Año	Producción	Demanda	Demanda insatisfecha	Utilidad no percibida
2017	372123,18	457245,23	85122,05	1039340,23
2018	372123,18	467304,625	95181,4451	1162165,44
2019	372123,18	477585,327	105462,147	1287692,81
2020	372123,18	488092,204	115969,024	1415981,78
2021	372123,18	498830,232	126707,052	1547093,11

Fuente: [2]

El incremento de la demanda de lana acrílica es de 1,2% anual en un reporte presentado por SIICEX (2016), dicho dato fue utilizado para obtener datos de los años entre el 2018 y 2020. [12]

Al realizar el diagnóstico, se obtuvo que la etapa con el cuello de botella es la del reunido con 1,41 min/kg.

Tabla 2. Tiempo promedio de las actividades del cuello de botella

Actividad	Tiempo promedio (min)
Carga de conos a máquina	0,007
Reunido e inspección	1,310
Descarga de bobinas llenas	0,047
Carga de bobinas vacías	0,006
Transporte a máquina retorcedora	0,036
Tiempo total	1,406

Fuente: [2]

Por lo tanto la producción sería igual a:

$$Producción = \frac{11,25 \text{ horas}}{\text{turno}} \times 2 \text{ turnos} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}} = 957,4 \text{ kg/día}$$

$$\frac{1,41 \text{ min}}{\text{kg}}$$

Se tiene un operario que solo trabaja un turno de 8 horas/día, por lo cual su producción sería igual a 341,39 kg/día.

$$Producción \text{ Total} = 957,4 \frac{\text{kg}}{\text{día}} + 341,39 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 1301,13 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Cada kg de producto terminado tiene un precio de venta de 22,5 soles y el sueldo de cada operario que trabaja 12 horas/día es de S/ 1000 y del operario que trabaja 8 horas/día es de S/ 900. [2] La empresa en total cuenta con 22 operarios que trabajan 12 horas más uno que trabaja 8. Por lo tanto, el costo por operario es el siguiente sería de S/ 22900 por mes o S/ 880,80 por día.

Con respecto al costo de producción, se tiene que el valor por producir un kilogramo es de S/ 10,29 y se producen $1301,13 \frac{kg}{día}$; entonces el costo de producción es de S/ 13388,63 por día. Siendo el costo total la sumatoria, resultando S/ 14269,43 por día.

Entonces:

$$Eficiencia\ económica = \frac{22,5 \times 1301,13}{13388,63} = 2,19\ soles/kg$$

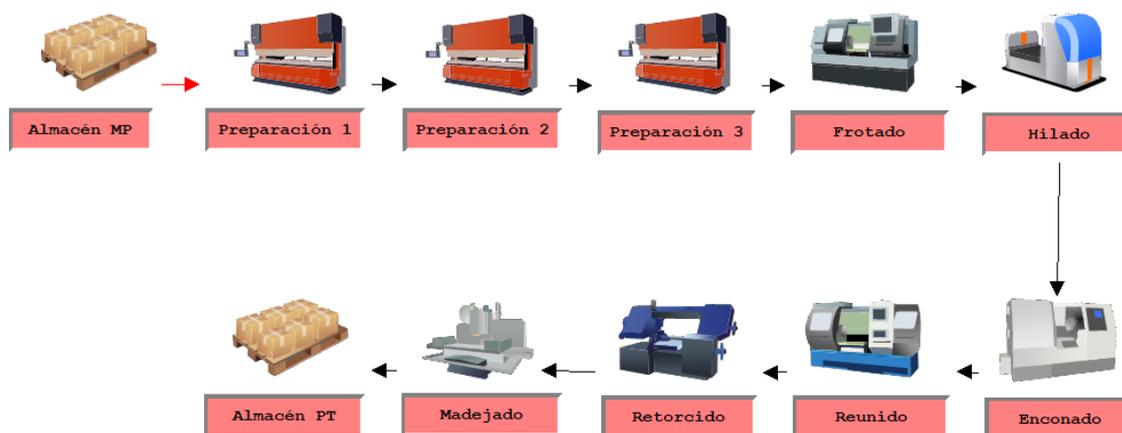
Con respecto a la capacidad ociosa, se tiene:

$$Capacidad\ ociosa = 2400 \frac{kg}{día} - 1301,13 \frac{kg}{día} = 1102,18 \frac{kg}{día}$$

Y la utilizada vendría a ser:

$$Capacidad\ utilizada = \frac{1301,13 \frac{kg}{día}}{2400 \frac{kg}{día}} = 54,21\%$$

Se simuló la situación actual, utilizando el software Promodel, en donde se digitaron datos aproximados a los reales del proceso.



Fuente: Promodel 2016

La máquina reunidora con la que cuenta la empresa tiene una capacidad de diseño máxima de 0,75 kg/min; además es manual, requiriendo a 2 operarios para su puesta en marcha. Así mismo, tiene un costo de S/ 20000,00 y una vida útil de 25 años.

Se propone la compra e implementación de una reunidora, que tenga una mayor productividad y a su vez genere mayores utilidades para la empresa. Para lo cual es necesario conocer las características más importantes siendo:

Tabla 3. Características principales de la máquina reunidora

Características	Detalle
Capacidad de diseño	La capacidad de diseño es importante para poder abastecer toda la demanda que debe atender la empresa.
Requerimiento de MO	El requerimiento de MO es importante, puesto que puede generar más o menos costo, por la cantidad de OP.
Costo	El costo de la maquinaria es importante para poder minimizar el costo y recuperarlo lo antes posible.
Vida útil	La vida útil es relevante para no gastar en futuras reparaciones o cambio de maquinaria con prontitud.

Elaboración propia

Al elaborar la matriz de ponderación, se obtuvo que en primer lugar está la capacidad de diseño con 36,37%, seguido del costo con 27,27%, finalmente el requerimiento de MO y la vida útil con 18,18% cada una.

A continuación se presenta la evaluación a posibles proveedores de la nueva maquinaria. Para lo cual se utilizó un método evaluativo cuantitativo que consta en calificar cada factor del 1 al 4, siendo 1 deficiente y 4 excelente.

Tabla 4. Calificación de características según proveedor

Factores	Ponderación	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
Capacidad de diseño	36,37%	4	2	1
Requerimiento de MO	27,27%	4	2	2
Costo	18,18%	2	3	3
Vida útil	18,18%	3	2	3
Total		3,45	2,18	1,99

Elaboración propia

Como resultado se obtuvo que el proveedor seleccionado es el 1 con la máquina Reunidora E86 con ROBOlap; la cual es una máquina semiautomatizada que permitirá la reducción del cuello de botella y por ende el aumento de la producción.

Tiene una producción máxima de 90kg/h, por lo que el tiempo de ciclo es de 0,67 min/kg; además posee un sistema automático de cambio de rollos y empalme de napas. Por lo tanto el nuevo tiempo de ciclo sería el siguiente:

Tabla 5. Tiempo promedio de las actividades del cuello de botella después de la mejora

Actividad	Tiempo promedio (min)
Carga de conos a máquina	
Reunido e inspección	0,67
Descarga de bobinas llenas	
Carga de bobinas vacías	
Transporte a máquina retorcedora	0,036
Tiempo total	0,706

Elaboración propia

Realizado esto, se procede a encontrar los nuevos indicadores.

$$Producción = \frac{\frac{11,25 \text{ horas}}{\text{turno}} \times 2 \text{ turnos} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}}{\frac{0,706 \text{ min}}{\text{kg}}} = 1912,18 \text{ kg/día}$$

Con la nueva adquisición, se requerirá de 3 operarios menos, por lo cual el costo por operario es el siguiente:

$$\text{Costo por operario} = 19 \text{ op} \times 1000 \frac{\text{soles}}{\text{op}} = 19000 \frac{\text{soles}}{\text{mes}} \text{ o } 730 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

Con respecto al costo de producción, si se producen $1912,18 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$ y el costo por producir un kg S/ 8,29; entonces el costo de producción es de S/ 15469,53 por día. Siendo el costo total la sumatoria, resultando S/ 16199,53 por día.

Entonces:

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{22,5 \times 1912,18}{16199,53} = 2,65 \text{ soles/kg}$$

Es decir, por cada sol invertido, la empresa gana 1,65 soles.

Con respecto a la capacidad ociosa, se tiene:

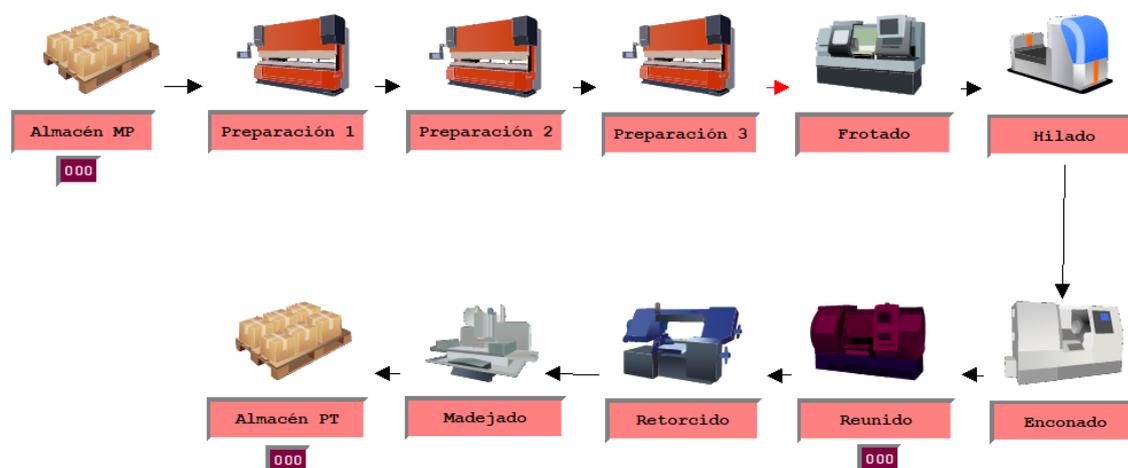
$$\text{Capacidad ociosa} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{día}} - 1912,18 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 487,82 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Y la utilizada vendría a ser:

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{1912,18 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{2400 \frac{\text{kg}}{\text{día}}} = 79,67\%$$

A pesar de la adquisición de la maquinaria, la capacidad ociosa sigue siendo muy elevada y el porcentaje de utilización, muy bajo. Por lo que se recomienda un estudio más a fondo de la problemática.

Para finalizar, se realizó la simulación de la situación propuesta, para observar de manera gráfica el proceso e identificar nuevas opciones de mejora.



Fuente: Promodel 2016

Entonces, gracias a la mejora en el proceso de producción de Hilados Richard's, se logró reducir la capacidad ociosa en un 44% aproximadamente, al implementar una nueva máquina reunidora; aumentando así la eficiencia económica y la capacidad utilizada de la misma. Estos resultados pueden reflejarse con lo obtenido por Bautista J. y Huamán R. [8] donde, gracias a la propuesta de compra de una nueva pasteurizadora, se obtuvo un incremento de la productividad total de S/ 0,423 nuevos soles; así mismo, se aumentó en 14,42% la eficiencia del proceso operativo y se redujo en 110 minutos/lote el tiempo normal.

Para la proyección de la demanda se utilizará el método de proyección lineal, en donde se obtuvo que gracias a la nueva producción, la demanda proyectada si podrá ser abastecida. Generando utilidades de S/ 35 260 921,4 en 5 años.

Tabla 6. Demanda proyectada

Año	Demanda proyectada	Producción propuesta	Utilidades futuras
2022	485110,40	546883,48	6893418,78
2023	490696,80	546883,48	6972801,53
2024	496283,20	546883,48	7052184,27
2025	501869,60	546883,48	7131567,02
2026	507456,00	546883,48	7210949,76

Elaboración propia

El costo de la maquinaria propuesta es de S/ 35 000, lo cual como se observa se recuperará en mucho menos de un año de producción.

Conclusiones

La mejora de procesos reflejada en la compra de una nueva máquina reunidora permitió reducir significativamente la capacidad ociosa de la planta y por consiguiente, aumentar la producción para poder abastecer la demanda. Con la aplicación de esta mejora, se pudo incrementar la capacidad utilizada de la planta en 79,67%, alcanzando un nivel de producción de 1912,18 *kg/día* gracias a la reducción del tiempo de ciclo de 1,406 min/kg a 0,706 min/kg.

Referencias

- [1] Sociedad Nacional de Industrias, «Industria Textil y Confecciones,» SNI, Lima, 2021.
- [2] P. Castillo, «MEJORA DE PROCESOS PARA CUBRIR CON LA DEMANDA INSATISFECHA DE LA EMPRESA HILADOS RICHARD'S S.A.C.,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019.
- [3] K. A. Rojas Cadillo y A. A. Salas Gomez, «Modelo de mantenimiento productivo total para mejorar el sistema de gestión del mantenimiento y reducir la capacidad ociosa en una empresa metalmeccánica,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2021.
- [4] P. A. A. A. y S. B. Sakti S., «A Computerized measurement system of machine performance for a textile industry,» *OPEN ACCESS*, vol. 673, n° 1, pp. 1-9, 2019.
- [5] S. Nallusamy y G. Majumdar, «Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry,» *International Journal of Performability Engineering*, vol. 13, n° 2, pp. 173-188, 2017.
- [6] N. Ahmad, J. Hossen y S. Mithum Ali, «Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case,» *Revista internacional de tecnología de fabricación avanzada*, vol. 94, pp. 239-256, 2018.
- [7] S. Mithum Ali, N. Ahmad y J. Hossen , «An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) to examine stoppage losses: a textile case from Bangladesh,» *The Journal of The Textile Institute*, vol. 108, n° 11, pp. 2013-2020, 2017.
- [8] J. F. Bautista Vasquez y R. M. Huamán Tanta, «PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS EN LA LÍNEA DE QUESOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIA ALIMENTARIA HUACARIZ S.A.C. – CAJAMARCA,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2018.
- [9] A. Santana, P. Alfonso, A. Zanin y R. Wernke, «Costing models for capacity optimizations in Industry 4.0: Trade-off between used capacity and operational efficiency,» *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1183-1190, 2017.
- [10] P. Afonso, R. Wernke y A. Zanin, «MANAGING THE COST OF UNUSED CAPACITY: AN INTEGRATIVE AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ABC, TABC AND UEP METHODS,» *Revista del Instituto Internacional de Costos*, n° Extra 1, pp. 150-163, 2018.
- [11] I. Agostino, S. Sousa, P. Frota , R. Daher y A. M. Souza, «Modeling and Simulation of Operations: A Case Study in a Port Terminal of Vale S/A,» de *New Global Perspectives on Industrial Engineering and Management*, Brazil, Cham Springer, 2018, pp. 91-99.
- [12] PromPerú, Estudio de mercado: Identificación de oportunidades para proveedores peruanos de productos de Alpaca, Lima: SIICEX, 2016.

Anexos

Datos tecnológicos		E 86 con ROBOlap		E 86	
Materia prima, longitud de fibra		1 - 1 1/2 (- 1 3/4) Pulgada			
Peso de la napa		(60) 64 - 80 g/m			
Rollo	peso máx.	21 kg 25 kg en combinación con OMEGAlap E 36		25 kg	
	Diámetro máx.	550 mm 580 mm en combinación con OMEGAlap E 36		± 650 mm	
Ancho		± 300 mm			
Porcentaje de borras de peinado		8 hasta 25 %			
Doblaje		8 veces			
Estiraje		0.12 hasta 25.12 veces			
Peso de la cinta en la salida		3 hasta 6 ktex			
Eficiencia		hasta 96 %		hasta 94 %	
Producción máx.		90 kg/h		90 kg/h	
Datos técnicos					
Golpes del peine máx.		550 min ⁻¹			
Frecuencia		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
Potencia instalada					
- total		6.95 kW	7.95 kW	6.65 kW	7.15 kW
- con separador de fibras		-	-	9.65 kW	9.35 kW
Consumo de corriente					
- total		4.7 kW	5.38 kW	4.5 kW	4.84 kW
- con separador de fibras		-	-	4.6 kW	5.00 kW
Datos de la máquina					
Tipo de alimentación		hacia adelante / hacia atrás			
Cantidad de alimentación		4.3 / 4.7 / 4.95 / 5.2 / 5.55 / 5.9 mm			
Peines circulares RI-Q-Comb		1400, 1500, 1700			
Peines fijos RI-Q-Top		26, 30 Dientes/cm			
Sistema del tren de estiraje		3 sobre 3 con preestiraje y estiraje principal con distancias de estiraje variables			
Diámetro de los botes		600 mm, 24 pulgadas / 1 000 mm, 40 pulgadas			
Altura de los botes incl. rodillos		1 200 mm, 48 pulgadas			
Distancia entre máquinas con SERVOTrolley		Botes de 600 mm mín. 3 000 mm (línea cero-línea cero) / botes de 1 000 mm mín. 3 500 mm (línea cero-línea cero)			
Distancia entre máquinas con SERVOlap		Botes de 600 mm mín. 2 800 mm (línea cero-línea cero) / 1 000 mm mín. 3 500 mm (línea cero-línea cero)			
Sistemas de transporte para rollos		- SERVOTrolley E 17 (semiautomático) - SERVOlap (completamente automático)		- SERVOTrolley E 16 (semiautomático) - SERVOlap (completamente automático)	
Separación de borras de peinado		- Aspiración central - Aspiración separada de la napa, autom.		- Aspiración central - Separador de fibras continuamente	
Conexión a SPIDERweb		opcional			