

Implementation of an improvement plan to reduce the operating costs of a manufacturing company

Arturo Chávez¹, Esmeralda Ticllasuca¹, Jamir Rodríguez¹, Jean Ferré¹, Kattia Plasencia¹, Kendy Guillen¹ y Teodoro Geldres-Marchena², Master's degree in Industrial Engineering.

¹ Industrial engineering students from Universidad Privada del Norte, Perú, N00065792@upn.pe, N00150593@upn.pe, N00191998@upn.pe, N00081025@upn.pe, N00125108@upn.pe, N00089503@upn.pe.

² Engineering professor at the Universidad Privada del Norte, Perú, teodoro.geldres@upn.pe

Abstract- The present work was elaborated with the purpose of implementing an improvement plan to reduce the operating costs of a manufacturing company, which is dedicated to the manufacture of masks, aprons, banners and religious mantles; It should be noted that during the period of time in which the investigation is carried out, the company only manufactures masks and aprons, due to the pandemic caused by COVID-19. Through an observation guide and historical data, it is possible to obtain a comprehensive diagnosis composed of: SWOT analysis, EFE matrix, EFI matrix, PESTEL and DOP analysis; thus allowing to find different problems such as a high percentage of waste, poor quality control, poor quality raw material, a constant rotation of suppliers and overstock. Improvement plan 1 made up of TPM, efficient selection of suppliers, MRP and TQM is chosen. The improvement plan was simulated using the ProModel and Ms. Excel software using the supply planning simulator (Odo). After applying the improvement plan for each indicator, a total benefit of S/.2324.49 is reached, that is, the operating costs of the manufacturing company decrease by 25.32%. Also, a NPV of 351.1 soles, an NPV of Income of 19,741.00 soles, an NPV of Expenditures of 19,390.00 soles, an internal rate of return of 3%, a TMAR of 1.53%, which ratifies the viability of the project by the prompt return on investment, with a B/C of 1.02

Keywords-- Simulation, Production, Quality, Maintenance, Costs

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.328>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Implementación de un plan de mejoras para disminuir los costos operativos de una empresa manufacturera

Arturo Chávez¹, Esmeralda Ticllasuca², Jamir Rodríguez³, Jean Ferré⁴, Kattia Plasencia⁵, Kendy Guillen⁶ y Teodoro Geldres-Marchena⁷, Maestro en Ingeniería Industrial.

¹ Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, Perú, N00065792@upn.pe, N00150593@upn.pe, N00191998@upn.pe, N00081025@upn.pe, N00125108@upn.pe, N00089503@upn.pe.

² Docente de ingeniería de la Universidad Privada del Norte, Perú, teodoro.geldres@upn.pe

Resumen- El presente trabajo fue elaborado con la finalidad de implementar un plan de mejora para disminuir los costos operativos de una empresa manufacturera, la cual se dedica a la fabricación de mascarillas, mandiles, banderolas y mantos religiosos; cabe destacar que durante el periodo de tiempo en el cual se realiza la investigación, la empresa sólo fabrica mascarillas y mandiles, debido a la pandemia producto del COVID-19. Mediante una guía de observación y data histórica se logra obtener un diagnóstico integral compuesto por: análisis FODA, matriz EFE, matriz EFI, análisis PESTEL y DOP; permitiendo así hallar distintos problemas como un alto porcentaje de merma, mal control de calidad, materia prima de mala calidad, una constante rotación de proveedores y sobre stock. Se elige el plan de mejora 1 conformado por TPM, Selección eficiente de proveedores, MRP y TQM. Se simuló el plan de mejora usando el software ProModel y Ms. Excel empleando el simulador de planificación de abastecimiento (Odoos). Luego de aplicar el plan de mejora por cada indicador, se alcanza un beneficio total en S/2324.49, es decir, que los costos operativos de la empresa manufacturera disminuyen 25.32%. Así También, un VAN de 351.00 soles, un VAN de Ingresos de 19 741.00 soles, un VAN de Egresos de 19 390.00 soles, una tasa interna de retorno de 3%, una TMAR de 1.53%, lo cual ratifica la viabilidad del proyecto por el retorno de inversión pronta, con un B/C de 1.02

Palabras claves-- Simulación, Producción, Calidad, Mantenimiento, Costos

I. INTRODUCCIÓN

Los emprendedores y líderes de empresas están expuestos a desafíos, debido a la intensa competencia en la que deben surgir y prevalecer, pues el mercado está cambiando constantemente y los consumidores cada día son más exigentes, por lo que las empresas ya no pueden sobrevivir con su modelo tradicional y sistemas ineficientes. Todas las empresas deben organizarse y combinar sus recursos con el propósito de cumplir con sus objetivos. De esa manera, podrán ofrecer un producto de calidad, teniendo en cuenta a la innovación como un factor importante [17]. Además, serán capaces de sobrevivir a la competencia, ya que el mundo cada día es más exigente por lo que las organizaciones deben tener una mayor productividad y competitividad para poder incursionar en los mercados y lograr posicionamiento [18].

Aplicando esfuerzos en los procesos productivos, para lograr bienes y servicios que generen valor para los clientes e

inversionistas, a través de estrategias relacionadas con la calidad, atributos de diferenciación, costos bajos y margen. Varios investigadores afirman que, para reducir los costos de una empresa, brindar productos y servicios de calidad y mejorar la productividad es necesaria la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.

En el Perú, se han realizado pocas investigaciones sobre el nivel de cumplimientos de la calidad en las empresas del sector manufacturero. Los últimos años el crecimiento de la economía ha estado ligado a la mejora de la productividad mediante la reducción de costos, por lo tanto, es importante saber si las empresas han evolucionado positivamente en cuanto al alcance de gestión de la calidad. El estudio de los nueve factores del Total Quality Management (TQM), evidenciaron que las empresas peruanas mejoraron significativamente. En el año 2014 se publicó otro estudio referido al impacto de tener un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) basado en la certificación ISO 9001 (Internacional Organization for Standardization) en las empresas peruanas con base en los nueve factores de éxito del TQM, demostrando que con la certificación ISO 9001 tienen un mejor desempeño y por ende un incremento de la productividad en los nueve factores, comparadas con aquellas que no están certificadas [3].

La provincia de Trujillo concentra el 88.2% de las empresas manufactureras de la Región La Libertad, lo cual indica que este rubro es el más grande en cuanto a la creciente demanda que se tiene que cubrir y por ende supone una mayor exigencia para las empresas, de tal forma que su objetivo principal es obtener un mayor margen de utilidad, por medio de la reducción de costos, descuidando muchas veces la calidad del producto, generando problemas como falta de estandarización, retraso en la entrega de productos, altas cantidades de mermas y por consecuencia la insatisfacción del cliente [19]. No existe una incorrecta gestión de la calidad cuando se tiene problemas como: falta de control de calidad en los materiales en la empresa, falta de capacitación al personal, falta de estandarización de métodos de trabajo, falta control e inspección y de un manual de calidad [20]. Sin embargo, para mejorar la gestión de calidad dichas empresas, utilizaron diversas herramientas para mejorar la gestión de calidad y reducir los costos operativos.

La empresa manufacturera en la cual se centra la investigación, en los últimos meses ha presentados ciertas fallas en el proceso productivo, teniendo un alto porcentaje de merma, ocasionado por la falta de control de calidad y la selección ineficiente de proveedores. Por otro lado, no tienen un planeamiento de los requerimientos de materiales, lo que genera sobre stock. Por lo que, este trabajo tendrá como objetivo implementar mejoras al proceso mediante la Gestión de la Calidad para la reducción de costos operativos de la empresa.

II. METODOLOGÍA

El diseño del estudio es pre-experimental, ya que los costos operativos van a variar dependiendo de la ejecución del plan de mejora. La investigación es de tipo aplicada, en el cual se lleva a cabo lo aprendido durante la formación académica y la investigación de fuentes científicas, con la finalidad de aportar a otras personas, organizaciones y a la sociedad [21].

A. Diagnóstico Inicial

La empresa en estudio pertenece al rubro de manufactura y la industria de confecciones desde hace más de 20 años en la ciudad de Trujillo. Esta empresa se dedica a la confección de mantos para esculturas de yeso, banderolas, mascarillas y mandiles; para los cuales se utiliza un programa digital en donde se crea diseños comerciales y personalizados para el posterior bordado, así también realiza bordados a mano. Durante el último año la línea de mascarillas es la que ha tenido un mayor crecimiento debido a la alta demanda, producto de la pandemia que viene azotando al mundo.

Las cuatro líneas de producción presentan similar proceso productivo, dentro de las cuales se evidencia problemas como un alto porcentaje de merma, un mal control de calidad, materia prima de mala calidad, constante rotación de proveedores, entre otros. Así mismo, no tienen un planeamiento de los requerimientos de materiales, lo que les genera sobre stock. Estos datos fueron determinados a través de un diagnóstico integral como el Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), Matriz de Evaluación de Factores Internos y Externos (EFE-EFI) y Matriz de factores externos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y jurídicos (PESTEL). Generado un costo operativo de S/. 9 180.88 soles, según ello se enfocó el plan de mejoras.

B. Selección de la alternativa de solución

Para facilitar la implementación de las herramientas en la empresa se optó por agrupar las alternativas en 3 diferentes paquetes, teniendo en consideración las necesidades reales de la empresa y el impacto en costos de las alternativas. Luego de la propuesta de las alternativas de solución e identificación de restricciones; se evaluó el beneficio costo de las

alternativas de solución y sus restricciones, donde se consideró el puntaje de 1 cuando la alternativa tiene una restricción y de 0 cuando no tiene restricción.

TABLA I
TABLA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

PAQUETES DE HERRAMIENTAS				
	Paquete 1	Paquete 2	Paquete 3	
Restricciones	✓	✓	✓	✓
Realistas	✓	✓	✓	✓
	TPM	KANBAM	Programar capacitaciones trimestrales	✓
	Selección eficiente de proveedores	Implementación de una estación de control de calidad	VSM	✓
	MRP	5S	Heijunka	✓
	TQM	Comprar una nueva máquina bordadora Industrial Barudan BEKY S1508CII.	Realizar un mantenimiento correctivo.	✓
Tiempo	5 meses	7 meses	4 meses	
Espacio	NO	SI	NO	
Ambiental	SI	SI	SI	
Costos	6425	12000	6300	
Legal	SI	NO	NO	
Tecnología Básica	SI	NO	SI	
Total Restricciones	1	2	2	
	NO Aplicadas			

C. Diseño de la alternativa de solución

La alternativa seleccionada para los cuatro problemas analizados fueron las herramientas del paquete 1 que incluye; el Mantenimiento Productivo Total (TPM), para las paradas de la maquinaria, que constituyó la herramienta de hoja de decisión RCM (Reliability Centred Maintenance), análisis modal de efectos y fallos (AMEF) y la hoja de decisión RCM II. Para el MRP (Material Requirement Planning) que analiza los productos terminados que no se venden, se consideró normas y parámetros como capacitaciones técnicas, designación de responsables y una estructura del plan de requerimientos de materia (MRP). Con respecto al Total Quality Management (TQM) que analiza los productos defectuosos, se empleó una ficha de plan de mejora, ficha de monitoreo, fichas técnicas y fichas de evaluación. Finalmente, para la selección eficiente de proveedores que analiza las materias primas de mala calidad, se ha considerado criterios de evaluación, lista de materiales y los proveedores a analizar.

Las actividades fueron descritas en un diagrama de flujo y en un cronograma por cada alternativa de solución.

D. Identificación y selección de estándares de ingeniería

Se realizó la búsqueda e identificación de estándares nacionales e internacionales como normas, reglamentos y decretos, que estuvieran relacionados con las herramientas de ingeniería que estaban incluidas en el plan de mejora. Se elaboró una base de datos con once estándares nacionales e internacionales, en la que se especificó: nombre de estándar, procedencia, fuente y descripción del estándar. Para la selección de los estándares se delimitó criterios de priorización en una

escala de 1 a 3, siendo 1 la calificación baja, 2 media y 3 alta. El criterio de asignación de puntajes que se estableció estuvo relacionado tanto al nivel de importancia del estándar, como en su impacto en el sistema de gestión de la producción y del mantenimiento de la empresa. Se asignó puntuación 3 a aquellos estándares internacionales y nacionales de accesible implementación para la empresa; mientras que la puntuación 2 y 1 a aquellos estándares que mostraban un costo de implementación elevado y que funcionaban de manera complementaria a otros estándares. Se seleccionó siete estándares, de los cuales dos fueron nacionales y cinco internacionales.

Finalmente, se realizó la comparación de los estándares con las herramientas del plan de mejora y se describió el nivel de impacto sobre el desarrollo de dichas herramientas, determinando si conllevarían un cambio del diseño a nivel estructural, en cuanto a detalle o que den especificaciones complementarias.

Por otro lado, no se consideró el indicador que evalúa el porcentaje de materia prima defectuosa, puesto que se logrará reducir mediante fichas de control de calidad; por tal motivo, el uso de la simulación para este problema no será necesario, ya que al contabilizar y controlar la materia prima desde el principio se reducirá el porcentaje de materia prima defectuosa en el proceso productivo de la empresa manufacturera. En la Referencia [13] se determinó que mediante el empleo de criterios para la selección eficiente de proveedores se logró obtener una puntuación de calidad de 65%, demostrando así un aumento del 40%.

E. Formulación y cálculo de indicadores

Las fórmulas usadas para los indicadores se basaron en relación con las tres problemáticas identificadas: paradas de máquina, productos no vendidos y unidades defectuosas. Por lo que, el primer indicador delimitado fue el porcentaje de horas perdidas por averías originadas por falta de mantenimientos y mala manipulación de la maquinaria, entre las horas disponibles, como se muestra en (1).

$$\frac{\text{Horas perdidas por averías}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 \quad (1)$$

Las horas perdidas al mes es de 82.52 horas y el tiempo disponible al mes es de 1040 horas. Aplicando la fórmula ya mencionada, se obtuvo un 7.93%, lo que significa que del tiempo disponible ese porcentaje no fue empleado en la producción, generando un costo de S/7,330.38 mensuales.

El segundo indicador fue el porcentaje de unidades no

vendidas, en el cual se consideró la producción de mascarillas no vendidas entre las mascarillas producidas y la producción de mandiles no vendidos entre mandiles producidos, como se muestra en (2) y (3).

$$\frac{\text{Mascarillas no vendidas}}{\text{Mascarillas producidas}} \times 100 \quad (2)$$

$$\frac{\text{Mandiles no vendidos}}{\text{Mandiles producidos}} \times 100 \quad (3)$$

La empresa presentó un déficit en su producción del 41.40% de su capacidad en mascarillas, lo que generó un costo de S/ 328.50 y un déficit de 65.28% en mandiles, lo que generó un costo de S/.752.00

El tercer indicador se elaboró en relación con el porcentaje de unidades defectuosas, debido a la falta de un mantenimiento en la empresa, en el cual se consideró mascarillas defectuosas entre mascarillas producidas, asimismo mandiles defectuosos entre mandiles producidos indicados en (4) y (5).

$$\frac{\text{Mascarillas defectuosas}}{\text{Mascarillas producidas}} \times 100 \quad (4)$$

$$\frac{\text{Mandiles defectuosos}}{\text{Mandiles producidos}} \times 100 \quad (5)$$

La empresa presentó un déficit de unidades defectuosas de su producción de 2.82% de su capacidad en mascarillas, lo que generó costo de S/210.00 y un déficit de 3.38% en mandiles lo que generó un costo de S/.560.00.

F. Diseño del modelo de simulación

Para evidenciar las mejoras que se obtendrá con el desarrollo del plan de mejora, se pudo realizar un listado de simuladores conformado por los softwares: Sage ERP Textil, ProModel, Doeet, Odoo, FlexSim y Erpag. Se analizó y evaluó el listado de simuladores con criterios como: bajo costo, conocimiento del simulador, calidad, facilidad de manejo y aplicación al proyecto, siendo seleccionados ProModel y Odoo

Para diseñar el modelo de simulación en ProModel y Odoo, se elaboró un diagrama de flujo para un mejor entendimiento del proceso de construcción del modelo de simulación y de su funcionamiento como se muestra en la Fig. 1.

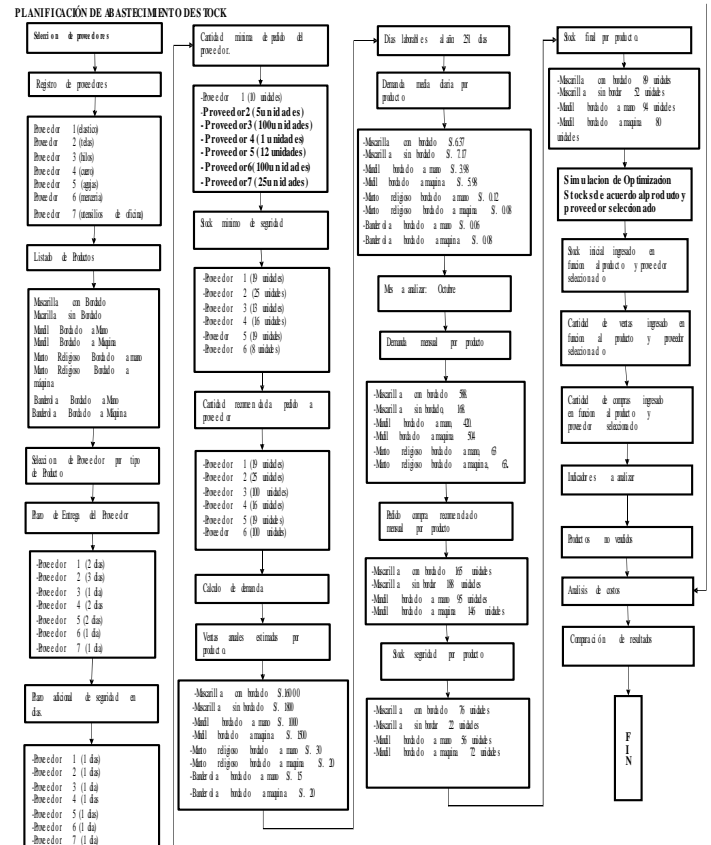
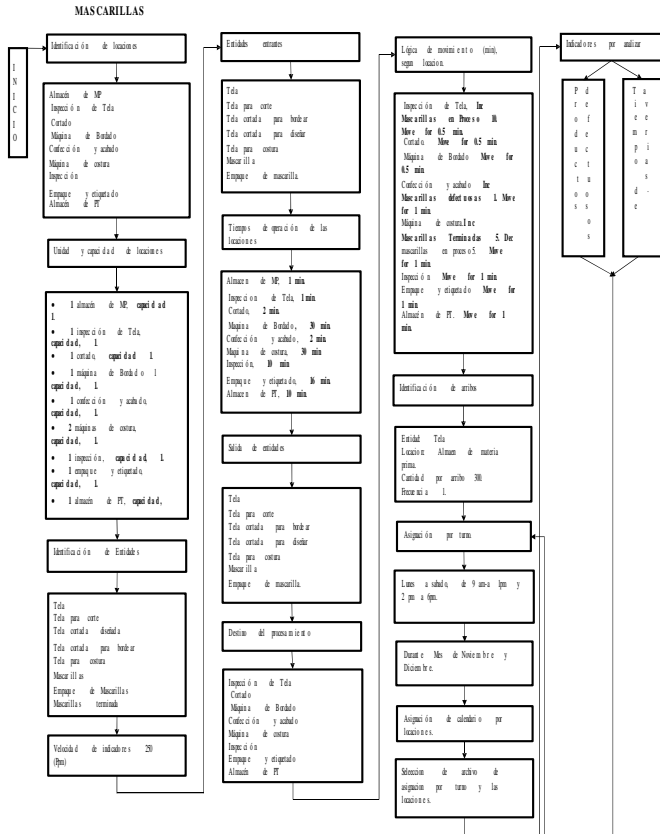


Fig. 1. Flujograma de la simulación

Nota. El flujograma muestra el proceso de la aplicación de las herramientas propuestas.

III. RESULTADOS

A. Simulación del plan de mejora

Seleccionada la alternativa de solución, se realizó el diseño del plan de mejoras; donde se relacionaron el Total Quality Management (TQM), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Plan de requerimientos de materia (MRP) y Selección de proveedores. Además, se consideró los estándares de ingeniería tanto a nivel de proceso como del producto, identificando así normas nacionales e internacionales que se usaron como métrica de comparación para que la investigación se encuentre bajo estándares apropiados de la ingeniería.

Por medio del software de simulación ProModel 2019 se ejecutó la simulación para determinar el % de horas perdidas por avería y % de productos defectuosos, siendo estos, dos indicadores de nuestra investigación. Para la aplicación de la simulación del sistema de ProModel para la línea de mascarillas, se insertó las locaciones para cada etapa del

proceso productivo, siendo un total de 9 locaciones tales como almacén de MP (materia prima), inspección de tela, cortado, máquina de bordado 2, confecciones y acabado, maquinaria de costura, inspección, empaque y etiquetado y, almacén de PT (producto terminado). Asimismo, se consideró en la simulación en la parte de entidades 8 tipos de materiales como tela, mandiles defectuosos, tela cortada diseñada, tela cortada para bordar, tela para costura, mandiles, empaque para mandiles y mandiles terminados. También se tuvo en cuenta la tela y el almacén de MP como arribos. Luego, en la parte de procesamiento se realizó de la siguiente manera, primer paso; se seleccionó la tela donde se tuvo un tiempo de 1 minuto, segundo paso; se inspeccionó la tela con un tiempo de 1 minuto, tercer paso; la tela pasó por la máquina de cortado con una operación de 1 minuto, donde se obtuvo un 50% de tela cortada para bordar y un 50% de tela cortada diseñada, cuarto paso; el 50% de tela para bordar pasó a la máquina de bordar 2 donde se obtuvo una tela cortada diseñada con una operación de 23 minutos, quinto paso; la tela cortada diseñada pasa por el proceso de confección y acabado con una operación de 1 minuto, donde se obtuvo la tela para costura, sexto paso; la tela para costura pasa por la máquina de costura 3, se obtuvo como resultado un 80% de mandiles en buen estado y un 20% defectuoso con una operación de 20 minutos, séptimo paso; los mandiles pasan por inspección con un tiempo de 10 minutos, octavo paso; los mandiles inspeccionados pasan por el proceso de empaque y etiquetado con una operación de 8 minutos, como último paso los mandiles empaquetados y etiquetados son llevados al almacén de productos terminados con un tiempo de 8 minutos. En cuanto al proceso se consideraron 3 variables tales como; mandiles en procesos, terminados y defectuosos. Además, se asignó los turnos de trabajo en el calendario, donde se consideró una jornada de 8 horas diarias partir de las 9 am a 5 pm, donde se agregó 1 hora de alimentación y 6 días laborables por semana. En cuanto a las variables globales, se considera como ID a productos en proceso, terminados y defectuosos, donde se halló el % de unidades defectuosas en la producción de la empresa. Para los indicadores de los tiempos por averías se consideró la máquina de coser 3 y la máquina de bordar 2. Al correr la simulación se obtuvo un 2.19% de horas por parada de máquina y un 15.83% de mascarillas defectuosas.

Para la producción de mandiles, se registró las siguientes locaciones tales como; almacén de MP, inspección de tela, cortado, máquina de bordado 1, confecciones y acabado, maquinaria de costura 1 y 2, inspección, empaque y etiquetado y, almacén de PT. Asimismo, se consideró en la simulación en la parte de entidades 8 tipos de materiales en proceso como tela, mandiles defectuosos, tela cortada diseñada, tela cortada para bordar, tela para costura, mandiles, empaque para mascarillas y mascarillas terminadas. También se tuvo en cuenta la tela y el almacén de MP como arribos. Luego, en la parte de procesamiento se realizó de la siguiente manera,

primer paso; se seleccionó la tela donde se tuvo un tiempo de 1 minuto, segundo paso; se inspeccionó la tela con un tiempo de 1 minuto, tercer paso; la tela pasó por la máquina de cortado con una operación de 1 minuto donde se obtuvo un 50% de tela cortada para bordar y un 50% de tela cortada diseñada, cuarto paso; el 50% de tela para bordar pasa a la máquina de bordado 1 donde se obtuvo una tela cortada diseñada con una operación de 29 minutos, quinto paso; la tela cortada diseñada pasa por el proceso de confección y acabado con una operación de 0.5 minutos obteniendo la tela para costura, sexto paso; la tela para costura pasa por la máquina de costura 1 y 2 donde se obtuvo como resultado un 80% de mandiles en buen estado y un 20% defectuoso con una operación de 36 minutos, séptimo paso; las mascarillas pasan por inspección con un tiempo de 20 minutos, octavo paso; las mascarillas inspeccionadas pasan por el proceso de empaque y etiquetado con una operación de 16 minutos, como último paso las mascarillas empaquetados y etiquetados son llevados al almacén de productos terminados con un tiempo de 10 minutos. En cuanto al siguiente proceso, se consideraron 3 variables tales como mascarillas en procesos, terminados y defectuosos. Luego de ello, se implementó en ProModel el proceso que tiene que seguir, para la producción de los mandiles. Para las asignaciones de turno, se usó el mismo calendario de las mascarillas. Para las variables globales se considera como ID; mandiles en proceso, terminados y defectuosos, con ello, se halló el % de unidades defectuosas en la producción de los mandiles. Para los indicadores de los tiempos por averías se consideraron las máquinas de coser 1, 2 y la máquina de bordar 1, al analizar cada uno de ellos se obtuvo un porcentaje de tiempos por avería de 7.08%, 10.62% y 0.91% respectivamente.

Al correr la simulación de ProModel, se concluyó que, los productos defectuosos para la línea de mandiles redujeron de 13 a 0 productos defectuosos. Además, las máquinas de bordar 1 y 2 redujeron de 36.95 horas al mes a 34.70 horas y las máquinas de coser 1, 2 y 3 redujeron de 45.57 horas al mes a 41.49 horas.

En otras palabras, con respecto al indicador % mascarillas defectuosas se redujo de 2.82% (S/.210.00 soles), a 0.00% (S/.0.00). Además, el indicador de % mandiles defectuosos también redujo de 3.38% (S/.560.00 soles), a 0.00% (S/.0.00). Ambos indicadores generaron un beneficio de S/.770.00 soles. Por otro lado, el indicador % horas perdidas por avería, tuvo una reducción de 7.93% (S/. 7 330.38 soles) a 7.33% (S/. 6 768.39 soles), donde se obtuvo un beneficio de S/. 561.99 soles.

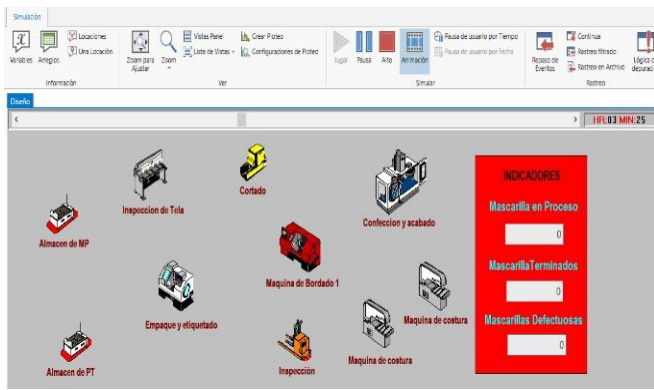


Fig. 2 Simulación en ProModel 2020

Nota. La simulación muestra los resultados de horas perdidas por avería y % de productos defectuosos, luego de implementar las herramientas de ProModel 2020.

En cuanto al indicador de productos no vendidos, se utilizó el diseño de simulación del sistema de Odo, el cual tiene en su página de inicio enlaces para el registro de proveedores, demanda, productos, el mes seleccionado a proyectar la simulación, datos de ventas, compras, y stock inicio. Primero se realizó el registro de los proveedores por cada material que se necesita para fabricar las cuatro líneas; luego se registró la demanda histórica de un año discriminados por cada línea, dando como resultado la demanda media diaria; como tercer paso se enlazó el registró los productos, los proveedores requeridos para la fabricación de cada uno, el plazo de entrega de proveedor (en días), plazo adicional de seguridad (en días) y la cantidad mínima pedido de proveedor, donde se muestra el stock mínimo de seguridad y la cantidad recomendada de pedido por proveedor.

Una vez llenado todos los datos, el programa lanza una serie de posibles escenarios por cada producto y proveedor, mostrando los días laborables, demanda mensual, cantidad mínima de compra, plazo de entrega por proveedor (en días), plazo de seguridad (en días), total plazo en días, el pedido de compra recomendado mensual y el stock final que son los productos no vendidos. Por último, se obtiene un resumen de los datos obtenidos en una tabla de Excel.

Nº	Producto	Proveedor	Stock Inicial	Demanda mensual	Pedido recomendado mensual	Compra	Stock Seguridad	Stock Final	Total Ventas	Total Compras
1	Mascarilla con Bordado	Proveedor 1 (elastico)	Ver Simulación SIM1	1	147	165	19	26	265	290
2	Mascarilla con Bordado	Proveedor 2 (telas)	Ver Simulación SIM2	2	147	170	25	27	265	290
3	Mascarilla con Bordado	Proveedor 3 (hilos)	Ver Simulación SIM3	1	147	159	13	16	265	200
4	Mascarilla con Bordado	Proveedor 5 (agujas)	Ver Simulación SIM4	1	147	165	19	1		
5	Mascarilla sin Bordado	Proveedor 1 (elastico)	Ver Simulación SIM5	2	168	188	22	23	219	240
6	Mascarilla sin Bordado	Proveedor 2 (telas)	Ver Simulación SIM6	3		-3		14	219	230
7	Mascarilla sin Bordado	Proveedor 3 (hilos)	Ver Simulación SIM7	4		-4		15	219	250
8	Mascarilla sin Bordado	Proveedor 7 (utensilios de o)	Ver Simulación SIM8	10		-10		10	25	25
9	Mandil Bordado a Mano	Proveedor 2 (telas)	Ver Simulación SIM9	5	84	95	16	16	159	170
10	Mandil Bordado a Mano	Proveedor 3 (hilos)	Ver Simulación SIM10	14	84	78	8	15	159	160
11	Mandil Bordado a Mano	Proveedor 6 (mercencia)	Ver Simulación SIM11	10	84	82	8	21	159	170
12	Mandil Bordado a Mano	Proveedor 4 (cuero)	Ver Simulación SIM12	2	84	98	16	22	60	80
13	Mandil Bordado a Mano	Proveedor 7 (utensilios de o)	Ver Simulación SIM13	25	84	67	8	25	25	25
14	Mandil Bordado a Maquina	Proveedor 2 (telas)	Ver Simulación SIM14	4	126	146	24	27	207	230
15	Mandil Bordado a Maquina	Proveedor 3 (hilos)	Ver Simulación SIM15	12	126	126	12	15	207	210
16	Mandil Bordado a Maquina	Proveedor 5 (agujas)	Ver Simulación SIM16	8	126	130	12	13	207	212
17	Mandil Bordado a Maquina	Proveedor 4 (cuero)	Ver Simulación SIM17	1	126	149	24	26	60	85

Fig. 3 Simulación de Odo en Excel

Nota. En la simulación se muestra los resultados del indicador de

productos no vendidos, luego de la aplicación de la herramienta Odo en Excel.

Luego de simular el Programa Odo, se obtuvo como resultados una disminución de 595 a 53 productos no vendidos, tanto de mascarillas como de mandiles. Quiere decir que el indicador % mascarillas no vendidas tenía un valor actual de 41.40%, en términos monetarios representa un costo de S/.328.50 soles. Luego de la simulación se obtuvo un 6.81%, representando un costo de S/. 54.00 soles. Lo mismo pasó con el indicador % de mandiles no vendidas, tenía un valor actual de 65.28%, en términos monetarios representa un costo de S/.752.00 soles. Luego de la simulación se obtuvo un 2.95%, representando un costo de S/. 34.00 soles. Generando un beneficio total de S/. 992.50 soles.

Los datos mencionados anteriormente se pueden encontrar en la Tabla II.

TABLA II
INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN	INDICADOR	FÓRMULA	Antes		Después		BENEFICIO
			Monetario	VA	Monetario	VD	
MRP	% mascarilla no vendidas	$\frac{\text{mascarilla no vendidas}}{\text{mascarilla producidas}} \times 100$	328.50	41.40%	S/54.00	6.81%	\$ 9250
	% mandil no vendidos	$\frac{\text{mandil no vendidos}}{\text{mandil producidas}} \times 100$	S/752.00	65.28%	S/34.00	2.95%	
	% mascarilla defectuosas	$\frac{\text{mascarilla defectuosas}}{\text{mascarilla producidas}} \times 100$	S/210.00	2.82%	S/0.00	0.00%	\$ 7000
PROMODEL	% mandil defectuosos	$\frac{\text{mandil defectuosos}}{\text{mandil producidas}} \times 100$	S/560.00	3.38%	S/0.00	0.00%	
	% hrs perdidas por avería	$\frac{\text{hrs perdidas por avería}}{\text{hrs disponibles}} \times 100$	S/7330.38	7.93%	S/6768.39	7.33%	\$561.99

B. Costos de implementación

Los costos de la implementación del plan de mejora en la empresa manufacturera, se colocó como inversión inicial, siendo la suma de S/ 2 655.00 por la implementación del TPM, S/ 1 690.00 por la implementación del MRP, S/ 2 030.00 por la implementación del TQM y S/ 50.00 por la implementación Selección eficiente de proveedores. Los datos mencionados antes se pueden encontrar detalladamente en la Tabla III.

TABLA III
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Tabla 1

INVERSIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DELTPM				
Concepto	Detalle		Monto	
Inversión fija	Detector de voltaje	S/	50.00	
	Pack de destornilladores y llaves Philips	S/	100.00	
	Aceite singer	S/	400.00	
	Lentes Startec	S/	40.00	
	Guantes Portwest	S/	50.00	
	Mameluco	S/	95.00	
	Zapatos vulcanizados Punta de caero	S/	80.00	
	Utiles de oficina	S/	40.00	
	Inversión Diferida	Profesional para la capacitación	S/	1,800.00
		TOTAL	S/	2,655.00

Tabla 2

INVERSIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DELMRP			
Concepto	Detalle		Monto
Inversión fija	Utiles de oficina	S/	40.00
	Profesional para la capacitación	S/	1,650.00
Inversión Diferida	capacitación		
	TOTAL	S/	1,690.00

Tabla 3

INVERSIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DELTQM			
Concepto	Detalle		Monto
Inversión fija	Utiles de oficina	S/	30.00
	Profesional para la capacitación	S/	2,000.00
Inversión Diferida	capacitación		
	TOTAL	S/	2,030.00

Tabla 4

INVERSIÓN DE LA SELECCIÓN EFICIENTE DE PROVEEDORES			
Concepto	Detalle		Monto
Inversión fija	Utiles de oficina	S/	50.00
	TOTAL	S/	50.00

Se proyectó un flujo de caja mensual, como se muestra en la Tabla IV, para el periodo de 4 meses.

TABLA IV
FLUJO DE CAJA MENSUAL

MES	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
EGRESOS	0	1	2	3	4	5
Inversion	S/. 6,425					
Mantenimiento		S/. 400	S/. 400	S/. 400	S/. 400	S/. 400
Capacitación				S/. 1,800		
Costos operativos adicionales		S/. 200	S/. 200	S/. 200	S/. 200	S/. 200
TOTAL EGRESOS	S/. 6,425	S/. 600	S/. 600	S/. 2,400	S/. 600	S/. 600
INGRESOS		1	2	3	4	5
Beneficios Herramienta 1 TPM		S/. 561.99	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Beneficios Herramienta 2 MRP		S/. 992.5	S/. 992.5	S/. 992.5	S/. 992.5	S/. 992.5
Beneficios Herramienta 3 TQM		S/. 770	S/. 770	S/. 770	S/. 770	S/. 770
TOTAL INGRESOS	S/. 0	S/. 2,324	S/. 1,763	S/. 1,763	S/. 1,763	S/. 1,763
FLUJO MENSUAL DE CAJA	-S/. 6,425	S/. -1,174	S/. -1,163	-S/. 638	S/. -1,163	S/. -1,163

C. Evaluación económica

Luego de realizar la inversión de cada herramienta de mejora, se elaboró la evaluación económica mediante un estado de resultados y flujo de caja proyectado para 4 meses; además de calcular el VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno) y B/C (costo beneficio), lo cual ayudó a determinar si la propuesta es rentable y viable para la empresa. Para la tasa de

descuento se consideró un COK máximo de 20%, porcentaje que evalúa la rentabilidad de un negocio en este rubro [19], dato que se usó para hacer el flujo de caja, reflejándose en un TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento) de 1.53%.

Luego de haber realizado el análisis económico los indicadores financieros muestran resultados favorables sobre la implementación de las herramientas de mejora propuestas en el área de calidad, al lograr un VAN positivo, un TIR superior al TMAR y un B/C de 1.02. En otras palabras, el proyecto es viable.

IV. DISCUSIÓN

Al desarrollar la propuesta de mejora de la gestión de la calidad en la empresa manufacturera, los costos redujeron de S/. 9 180.88 soles a S/. 6 856.39 soles, generando un beneficio de S/. 2 324.49 soles. Esto significa que al implementar el TPM, se redujo el tiempo de las paradas de las máquinas de bordar y de coser. Por ejemplo, las máquinas de bordar 1 y 2 redujeron de 36.95 horas al mes a 34.70 horas y las máquinas de coser 1, 2 y 3 redujeron de 45.57 horas al mes a 41.49 horas. Por otro lado, al implementar el MRP, el número de productos no vendidos era de 595 en las 4 líneas de producción hasta agosto, estas redujeron a 53 productos no vendidos. Así como al implementar el TQM, las unidades defectuosas de todas las líneas de producción redujeron de 13 en el mes de agosto a 0 unidades defectuosas por cada línea de producción. De esta manera, se afirma que la implementación de plan de mejora disminuyó los costos operativos en la empresa manufacturera. En conclusión, la gestión de calidad mejoró los costos de la empresa en un 21.46% [14]. Así como, la implementación de un Plan de mejora en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa Molino Paquito E.I.R.L., para lo cual se empleó herramientas de Gestión de la Producción y Gestión del Mantenimiento: Plan de Mantenimiento Preventivo, Estandarización de procesos, Pronóstico de demanda, MRP, SRM y Optimización de redes de transporte, reduciendo los costos operativos en un 54.65%, generando un beneficio económico de S/163,687.88 [15].

Por otro lado, al usar la herramienta de selección eficiente de proveedores, creó conjeturas en la investigación, dado que quienes ofertaban algunas materias primas como el elástico, se vieron limitados. Por lo que no se consideró al indicador que evaluaba el porcentaje de materia prima defectuosa, puesto que se reducirá al inicio del proceso productivo (recepción de materia prima), mediante fichas de control de calidad; por tal motivo, el uso de la simulación para este problema no fue necesario, ya que al contabilizar y controlar la materia prima desde el principio se reducirá el porcentaje de materia prima defectuosa en el proceso productivo de la empresa manufacturera.

La evaluación económica de la propuesta de mejora de la gestión de la calidad es importante porque los resultados

impactaron en la rentabilidad de la empresa, puesto que, a través del flujo de caja proyectada para cuatro meses, se pudo calcular el valor actual neto de 351.00 soles, un VAN de Ingresos de 19 741.00 soles, un VAN de Egresos de 19 390.00 soles. Considerando una tasa de interés del 20% anual, una tasa interna de retorno de 3%, teniendo un TMAR de 1.53%; con lo expuesto líneas anteriores, inferimos que el proyecto es viable de acuerdo al análisis económico que se realizó a la propuesta de mejora en la gestión de calidad. Frente a lo mencionado, reafirmamos la hipótesis, la propuesta de mejora de la gestión de la calidad incrementa la productividad en una empresa manufacturera de Trujillo. De la misma manera, en la Referencia [16], se determinó un VAN de S/ 73,014.00, un TIR de 84% y un B/C de 3.79, los cuales demuestran una alta rentabilidad del proyecto, siendo esta el 82% en comparación a un 12% del periodo anterior. En tal sentido, concluimos que, al implementar un plan de mejora, se logró reducir los costos operativos de la empresa, haciéndola más rentable, lo cual se demostró al realizar el análisis económico, pues todos estos atributos crean una ventaja competitiva obteniendo una mejor posición ante empresas rivales.

V. IV. CONCLUSIONES

Se determinó que la implementación del plan de mejora en las áreas de producción y mantenimiento redujo los costos operativos de la empresa manufacturera en un 24.17%, generando un beneficio económico de S/4 516.98 soles.

El efecto del estudio realizado en la empresa manufacturera redujo los costos operativos, disminuyendo de S/.9 342.95 soles a S/. 7 084.46 soles luego de aplicar el plan de mejoras, lo cual tiene un impacto significativo en su productividad.

Se diagnosticó integralmente la situación actual del área de producción, priorizándose 4 causas raíz que evidenciaban las deficiencias durante el proceso de la elaboración de las 4 líneas de producción, lo que generó un incremento los costos operativos y por ende la disminución de la productividad de la empresa, siendo la parada de la maquinaria la más costosa en comparación a las demás, con un costo de S/7,330.38.

Se diseñó y desarrolló el plan de mejoras propuestas para el área de producción de la empresa basadas en estándares internacionales, implementando un MRP en Excel, TQM, TPM y selección eficiente de proveedores.

Se simuló la implementación del plan de mejoras de acuerdo con las herramientas seleccionadas, la simulación de Excel para el problema de sobre stock y la aplicación del programa ProModel para productos defectuosos y tiempo de paradas de máquina por averías obteniendo un resultado positivo en la rentabilidad de la empresa a comparación de mes anterior.

Hubo una variación en los costos operativos luego de aplicar las herramientas seleccionadas anteriormente, la empresa inicialmente tenía un valor monetario de S/.328.50 de pérdida solo en mascarillas no vendidas y S/752.00 de pérdida en mandiles no vendidos. También se encontró un problema en la producción de productos defectuosos como lo eran en mascarillas una suma de S/.210.00 y en mandiles S/.560, luego se detectaron horas perdidas por avería debido a la falta de mantenimiento que existía en la empresa, teniendo una pérdida monetaria de S/. 7330.38 en un solo mes. Luego de aplicar el Simulador en Excel se tuvo una reducción de pérdida monetaria a S/.54.00 en mascarillas no vendidas, y S/34.00 en mandiles no vendidos, también se realizó la aplicación del programa ProModel que fue de gran ayuda para reducir las mascarillas y mandiles defectuosos obteniendo un resultado positivo de cero pérdidas en el siguiente mes, este programa también ayudó a mejorar el número total de horas perdidas por avería, obteniendo un resultado de S/. 6768.39 luego de aplicarlo.

Se evaluó económicamente el proyecto, los indicadores financieros muestran resultados favorables sobre la implementación de las herramientas de mejora propuestas en el área de calidad, al lograr un VAN positivo, un TIR superior al TMAR y un B/C de 1.02.

REFERENCIAS

- [1] Ahuir Pérez, M., & Arias, J. L. (2020). Implementación de un sistema TPM en una empresa del ramo Textil. *Tesis presentada por. In TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)*. <http://www.tdx.cat/handle/10803/671031>
- [2] Estrada, R y Cortijo, S. (2019). Aplicación de un sistema MRP para disminuir los costos de inventarios en el sector textil. Lima. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/3317/barrios_fuentes.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Benzaquen De Las Casas, J. B. (2013). Calidad en las empresas latinoamericanas: El caso peruano. *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 7(1), 41-59. doi:1988- 7116
- [4] Cauvi, P. (2020). Protocolo Sanitario de Operación ante el Covid-19 del sector textil y confecciones. In 2020. https://prcp.com.pe/wp-content/uploads/2020/05/Protocolo-Sanitario-de-Operación-ante-el-Covid-19_sector-textil-y-confecciones-.pdf
- [5] Cuatrecasas LI. (2012). *Gestión de la Calidad Total*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- [6] IEES. (2021). *Industria Textil y Confecciones*. Inga, L. C., & Pariona, L. N. (2020). Modelos de gestión de inventarios en la industria textil para la reducción de costos de almacenamiento. Lima.
- [7] Khalid, S., Zohaib Irshad, M., & Mahmood, B. (octubre de 2011). TQM Implementation in Textile Manufacturing Industry to Success: Review and Case Study. *International Business Research*, 4(4), 242-247. doi:10.5539/ibr.v4n4p242
- [8] La Cámara de Comercio Textil. (2021). *La Cámara | La Revista de la CCL. Tacna Cuenta Con 30 Proyectos de Inversión Por S/ 215 Millones OXI*. <https://lacamara.pe/sostenibilidad-clave-para-la-reinvencion-del-sector-textil-y-confecciones/>
- [9] Lasa, I. S. (2007). *Análisis De La Aplicabilidad De La Técnica Value Stream Mapping En El Rediseño De Sistemas Productivos*.

- [10] Loayza, Luis y Olave, Dario. (2021). Modelo de gestión de procesos para reducir los desperdicios de la cadena de producción de polos en una Pyme de confecciones, mediante la aplicación de Lean Manufacturing. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656216>
- [11] Seminario L. (2017) Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia en una empresa textil. (Tesis de Pregrado) Universidad Cesar Vallejo de Lima-Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23173>
- [12] Ministerio de Economía y finanzas (2021). Pauta Metodológica para la Elaboración De Planes De Negocio De Confecciones Textiles en el Marco De La Ley Procompite. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/procompite/2016/plan_negocio/Pauta_planes_de_negocio_confecciones_textiles.pdf
- [13] Barrenechea (2010). Metodología para la selección y evaluación de proveedores en una empresa. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/425/Daniel_BerenecheGiraldo_2010.pdf
- [14] Zavala, M. (2017). Implementación de la gestión de calidad para mejorar la productividad en la empresa máxima tecnología del Perú S.A.C los olivos 2017. file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Zavala_MMA.pdf
- [15] De la Cruz, C., Jave, M., Portilla, X., Ricardo, N. y Talledo, J. (2021). Plan de mejora para reducir los costos operativos de una empresa agroindustrial molinera. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122018165&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=22be0a4e6df744dd72a1c2289cd53d68&so t=aff&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222021%22%2ct%2bscoexactsrctitle%2c%22Proceedings+Of+The+Lacpei+International+Multi+Conference+For+Engineering+Education+And+Technology%22%2ct&sl=15&s=AF-ID%2860078117%29&relpos=48&citeCnt=0&searchTerm=>
- [16] Valverde, J (2018), Propuesta de mejora en la gestión de calidad para incrementar la rentabilidad en factoría bruce s.a. en la ciudad de Trujillo. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12745/Valverde%20A costa%2c%20Jacqueline%20Elena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [17] Arraut (2010), La gestión de calidad como innovación organizacional para la productividad en la empresa. *Revista Escuela de Administración de Negocios*. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20619966002.pdf>
- [18] Gómez (2011), La productividad del recurso humano, factor estratégico de costos de producción y calidad del producto: Industria de confecciones de Bucaramanga. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000100010.
- [19] Según el Ministerio de la Producción del Perú (2021). Dirección General de la Industria. http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/ger/PRODUCTIVIDAD_C OMPETITIVIDAD/Informes/analisis_lalibertad.pdf
- [20] Valverde, J. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de calidad para incrementar la rentabilidad en factoría bruce s.a. en la ciudad de Trujillo. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12745/Valverde%20A costa%2c%20Jacqueline%20Elena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [21] Campbell, D. y Stanley, J. (1966). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigac3b3n-social.pdf>