

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORA DE OPERACIONES PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BALERINAS DE UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autores:

Fatima Esperanza Terry Meza
Jhon Kenedy Vasquez Carrion

Asesor:

Ing. Mg. Lucía Rosario Padilla Castro

Trujillo - Perú

2022



DEDICATORIA

Dedicado a mi familia por su amor incondicional, por enseñarme la perseverancia y a grandes personitas que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas. Por darme la motivación y la oportunidad de lograr mis metas, Fátima.

Dedicado a mi familia por el apoyo constante, a mis docentes y amigos por ayudarme a lograr mis objetivos, Jhon.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias **en primer lugar a Dios** y a cada una de las personas que estuvieron desde las fases iniciales en la presente investigación, A la empresa en estudio por permitirnos el acceso a realizar la investigación y a nuestra asesora Ing. Lucía Rosario Padilla Castro que estuvo pendiente de apoyarnos para lograr terminar nuestra investigación y con ello hacer posible nuestro crecimiento profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Realidad problemática	11
1.2 Formulación de problema	15
1.3 Variables y su operalización.....	15
1.4 Objetivos.....	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
1.5 Hipótesis	16
1.6 Antecedentes	16
1.7 Bases teóricas.....	19
1.8 Justificación	30
CAPÍTULO II. MÈTODO	31
2.1 Enfoque del estudio:	31
2.2 Tipo de estudio.....	31
2.2.1 Según conocimiento perseguido:	31
2.2.2 Según la planificación en las mediciones o recolección de datos:...	31
2.2.3 Según el número de mediciones en un determinado tiempo:	31

2.2.4	Según la intervención del investigador:	31
2.3	Diseño de investigación:	32
2.4	Población:	32
2.5	Muestra:	32
2.6	Técnicas e instrumentos de investigación	32
2.7	Procedimiento	33
2.8	Análisis de datos	37
2.9	Consideraciones éticas	37
CAPÍTULO III. RESULTADOS		39
3.1	Análisis situacional	39
3.1.1	Descripción de la empresa	39
3.1.2	Pérdidas correspondientes a las causas críticas	42
3.1.3	Rentabilidad actual.....	44
3.1.4	Matriz de propuesta e indicadores	44
3.2	Efecto del balance de línea en la rentabilidad.....	44
3.2.1	Resultados balances de línea actual y propuesto	44
3.2.1.1	Balance de línea actual	44
3.2.1.2	Balance de línea propuesto.....	45
3.2.2	Comparación de indicadores del balance de línea	47
3.3	Efecto de la planificación de la producción en la rentabilidad	49
3.3.1	Pronóstico de su demanda.....	49
3.3.2	PAP	50
3.3.2.1	Datos del PAP	50
3.3.2.2	PAP propuesto estrategia “Persecución de la demanda manteniendo personal fijo y horas extras”	50

3.3.2.3	Comparación del efecto del PAP en los costos	51
3.3.3	PMP.....	52
3.3.4	MRP	54
3.3.4.1	MRP del cuero.....	54
3.3.4.2	Comparación costos de inventario	54
3.4	Análisis efecto de las mejoras en la rentabilidad	55
3.4.1	Análisis descriptivo.....	55
3.4.2	Análisis inferencial	56
3.4.2.1	Comparación PAP.....	56
3.4.2.2	Comparación costos de inventario	58
3.5	Evaluación de factibilidad.....	60
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		61
4.1	Discusión.....	61
4.2	Conclusiones	66
REFERENCIAS.....		68
ANEXOS		70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	15
Tabla 2	32
Tabla 3	39
Tabla 4	42
Tabla 5	43
Tabla 6	433
Tabla 7	44
Tabla 8	43
Tabla 9	44
Tabla 10	43
Tabla 11	44
Tabla 12	49
Tabla 13	507
Tabla 14	49
Tabla 15	49
Tabla 16	50
Tabla 17	51
Tabla 18	54
Tabla 19	56
Tabla 20	573
Tabla 21	58
Tabla 22	54
Tabla 23	55
Tabla 24	56
Tabla 25	57
Tabla 26	58
Tabla 27	58
Tabla 28	59
Tabla 29	60
Tabla 30	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	13
Figura 2	144
Figura 3	244
Figura 4	266
Figura 5	39
Figura 6	40
Figura 7	40
Figura 8	45
Figura 9	48
Figura 10	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad incrementar la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado en Trujillo a través de mejoras en sus operaciones. El estudio fue aplicado a las operaciones de su producto de mayor participación “Balerinas”, usando para ello un diseño de investigación descriptivo. El estudio determinó que las principales causas que afectaron su rentabilidad fue el desbalance de línea de producción, la falta de planificación de la producción y rotura de stock de producto. La propuesta de mejora del balance de línea de producción disminuiría sus sobrecostos por tiempos muertos en 43% mejorando la eficiencia de su línea en 16%. El Plan Agregado de Producción propuesto lograría un ahorro anual de sobrecostos de horas extras, faltantes e inventarios del 94% y la implementación del MRP permitió establecer la demanda de los materiales y con ello la cantidad económica a pedir obteniendo un ahorro de costo de mantener y pedir inventarios del 73%. Resultados que permitirían un incremento de la rentabilidad en 11.5%. Se probó la significancia del ahorro de costos logrados mediante la prueba estadística de Wilcoxon al no presentar la diferencia de los datos un comportamiento normal.

Palabras clave: planeamiento de producción, balance de línea, plan agregado, plan maestro, MRP.

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of increasing the profitability of the Balerinas production line of a footwear company in Trujillo through improvements in its operations. The study was applied to the operations of his greatest participation "Balerinas", using a descriptive research design. The study determined that the main causes that affected its profitability were the imbalance of the production line, the lack of production planning and product stock breakage. The proposal to improve the production line balance would reduce its cost overruns due to downtime by 43%, improving the efficiency of its line by 16%. The proposed Aggregate Production Plan would achieve an annual saving of 94% of overtime, shortage and inventory overruns and the implementation of the MRP allowed to establish the demand for the materials and with it the economic quantity to order, obtaining a saving in the cost of maintaining and ask for inventories of 73%. Results that would allow an increase in profitability of 11.5%. The significance of the cost savings achieved by the Wilcoxon statistical test was tested as the difference of the data did not present normal behavior.

Keywords: production planning, line balance, aggregate plan, master plan, MRP.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La industria del calzado es una de las más competitivas internacionalmente; Indudablemente, el efecto de la pandemia por la COVID-19, ocasionó interrupciones de producción generando una caída del 15,8% de una manera generalizada y muy parecido en todas las zonas productoras internacionales (Footwear, 2021); en el Perú esta situación también ocasionó graves consecuencias para el sector calzado ocasionando una caída en su producción del 29.2% y la consecuente caída de las exportaciones de calzado en un 32% con lo cual solo se logró exportar US\$ 7,6 millones, por otro lado, el sector calzado peruano está dividido en cinco subsectores los cuales tuvieron una variación considerable del año 2019 respecto al 2020 en la exportación de cada uno de estos subsectores debido a la pandemia: capellada (parte superior) de caucho o plástico con -22.19%, capellada de cuero -34.84% , capellada de materia textil -48.60% , demás calzados -52.99% y partes de calzado -31.45% (Ugaz, 2020).

Por otro lado, si se analiza la conformación empresarial del sector calzado a nivel internacional se evidencia una fuerte presencia de Pymes en este sector (González & Becerra, 2021). En el caso peruano el Ministerio de la Producción, señala que la cadena de fabricación de calzado en el Perú está conformada por más de 5.600 empresas, y de ellas aproximadamente el 93% son microempresas, localizadas principalmente en Lima y Trujillo.

Respecto a la competitividad de las Pymes (González & Becerra, 2021) señalan que la productividad de las Pymes de América Latina (AL) frente a sus pares en la Unión Europea, EEUU y los países desarrollados de Asia es bastante menor incluso ha disminuido en el

año 2020 en 15.6 puntos; y a nivel interno la productividad decrece con el tamaño de la empresa, siendo 46%, 23% y 6% para la mediana, pequeña y micro empresa, en esa productividad esta la deficiente e informal gestión de las .Pymes en su gestión de operaciones que les conlleva a bajos niveles de producción, altos niveles de diferentes desperdicios y pérdidas de oportunidades por inadecuada planificación y gestión financiera y comercial. En el Perú las Pymes representan el 99.6% de las empresas, aportan el 27.9% del PBI, conforman el 59% de la masa laboral, siendo el 96% microempresas la mayoría en nivel de subsistencia, con más del 80% en informalidad laboral; la misma que aumentó considerablemente en el año 2020 producto de la crisis económica post COVID 19 (Gestión, 2021).

Regresando a la industria del calzado peruano en el año 2020 por causas y efectos del coronavirus las fábricas redujeron el 70% de la fuerza laboral de sus producciones por la caída de ventas y cuarentenas, prolongándose su reactivación en el 2021 producto de la incertidumbre política, presencia aun de la pandemia y su consecuente panorama económico negativo; generando que muchas de ellas están en riesgo de cerrar definitivamente. Para los analistas, la recuperación del sector se podría materializar en el segundo trimestre de 2021, para eso, se aconsejó fomentar organizaciones más competitivas a través de su productividad, asociatividad y la formalidad que posibilite al sector entrar a financiamiento para superar la crisis. (serma.net, 2020).

Dado lo expuesto y la inestabilidad económica del país y el panorama externo, mejorar la competitividad de la industria del calzado será trascendental en los próximos años y un pilar clave para darle un nuevo impulso, será la formalización, mejora de sus operaciones y gestión empresarial para lograr incrementar su rentabilidad y con ello asegurar la sostenibilidad de la masa laboral que acoge.

El estudio se realiza en una de las Pymes de calzado de Trujillo, en donde cuenta con 12 colaboradores y tiene una producción de 300 pares de calzado de balerinas en promedio al mes. El problema que presenta la empresa de Calzados, es la baja rentabilidad, debido a diferentes causas que a continuación se describen: Existencia de producción reprocesada y defectuosa, debido a que la empresa no capacita a su personal; presencia de cargas laborales no están equilibradas por ende existe un desbalance en la línea de producción generando tiempos muertos y su respectivo sobre costo, además que la empresa no cumple con su demanda al 100%; debido a una falta de Planificación de la Producción por incertidumbre, en la demanda futura no se hace un pronóstico científico de la misma, que conlleva a sobreproducción o faltantes, tiempos muertos por desbalance de línea, rotura de stock de materiales; una falta de medición y control de las mermas, sobretiempos por desorden en las áreas o por inadecuada distribución de la planta.

De las causas descritas anteriormente las que generan mayor impacto en la rentabilidad representando el 80% son C7: Desbalance de línea de producción con 21% , C8: La falta de planificación de la producción con un 21%, y C4: Rotura de stock de producto con 19%. (figura 1 y 2)

Figura 1

Diagrama de causas y efecto de la baja rentabilidad empresa de calzado, 2019

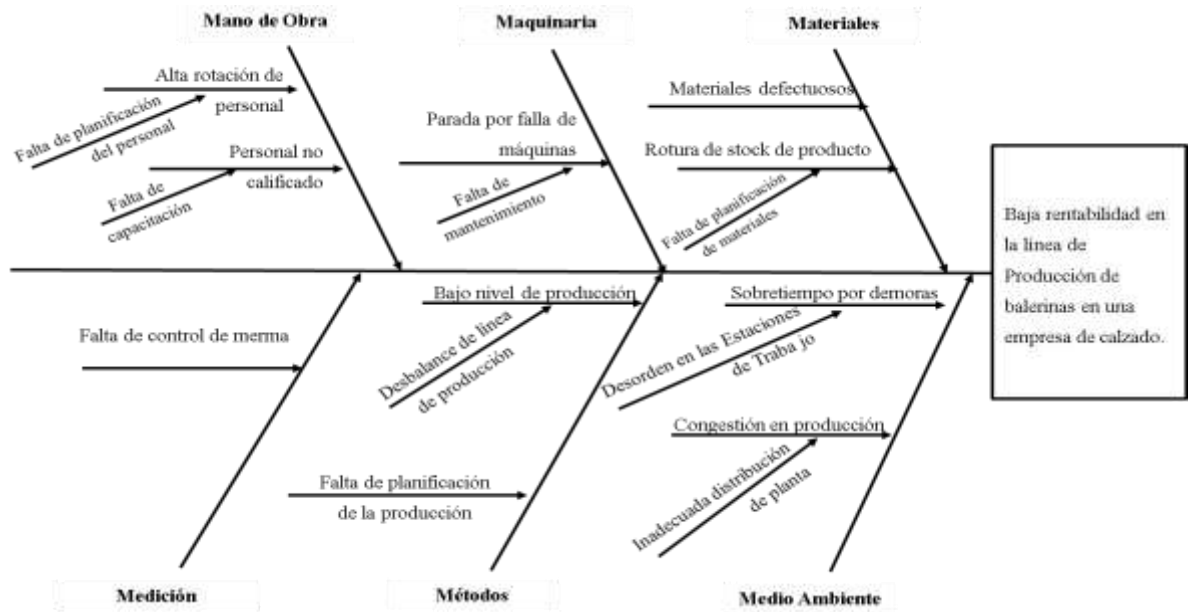
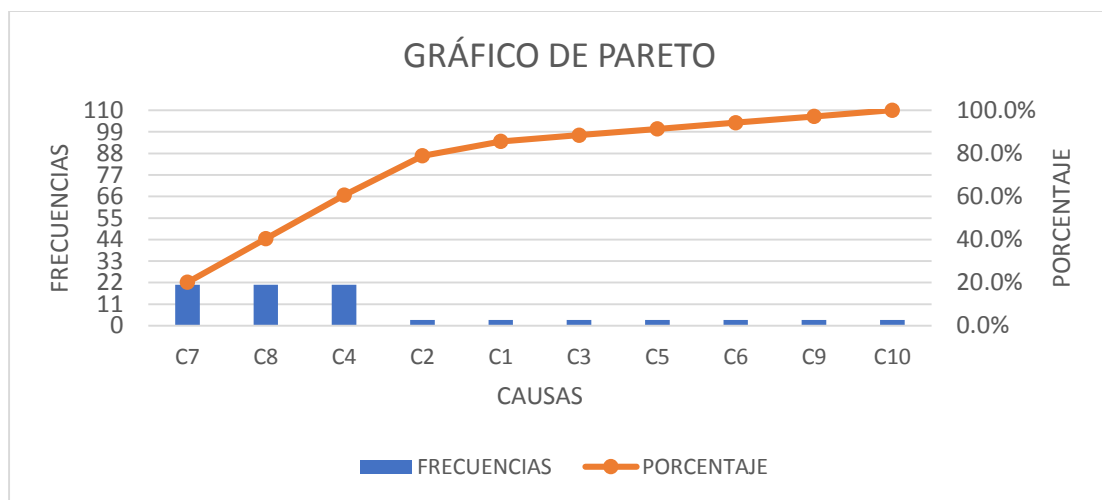


Figura 2

Causas críticas que afectan la rentabilidad empresa de calzado, 2019



Nota: Detalle priorización en anexo 2

De continuar esta situación sin resolver, la empresa seguirá incurriendo en pérdidas económicas por una falta de planificación y control de sus operaciones; por lo cual se pretende ayudar a esta empresa a mejorar sus operaciones mediante un balance de su línea de producción y el planeamiento de su producción, y para ello se considera los datos del año 2019 con el objeto de probar a sus gestores empresariales que una adecuada gestión les hubiese generado mayores oportunidades de ventas y de reducción de costos; se considera el periodo en estudio el 2019 dado lo atípico en la producción del año 2020 y 2021.

1.2 Formulación de problema

¿Qué efecto produce la mejora de operaciones en la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado de Trujillo en el año 2019?

1.3 Variables y su operacionalización

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mejora de Operaciones	Procesos relacionados a la transformación de recursos en bienes o servicios generando valor agregado en los procesos para obtener una ventaja competitiva (Martín y Días, 2016)	Propuesta de mejora de las operaciones a través de: planificación de la producción, balanceo de la línea de producción y mantenimiento de maquinarias.	Balance de la línea de producción.	Eficiencia de la línea. Costo tiempos muertos por estación de trabajo	Razón
			Plan de Producción	Costo total del Plan agregado Costo del inventario	Razón
Rentabilidad	Capacidad que tiene un negocio para aprovechar sus recursos y poder generar utilidades las cuales permiten mantenerse y crecer en el tiempo (Gitman y Zutter, 2012).	Propuesta de reducción y análisis de costos con la finalidad de incrementar la rentabilidad de la empresa.	Margen de utilidad operativa	$\frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas}}$	Razón

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Mejorar las operaciones para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado de Trujillo en el año 2019.

1.4.2 Objetivos específicos

- Incrementar la rentabilidad de la línea de producción Balerinas mediante un balance de líneas de su proceso productivo.
- Incrementar la rentabilidad de la línea de producción Balerinas mediante la planificación de su producción.
- Analizar la variación de la rentabilidad comparando el método actual y el propuesto.
- Realizar la evaluación económica de la propuesta.

1.5 Hipótesis

La mejora de operaciones incrementa la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado de Trujillo en el año 2019.

1.6 Antecedentes

Angulo y Martínez (2018) en su investigación denominada “Propuesta Plan de balanceo de línea en calzado HEVEA SAS” de la Universidad Francisco José de Caldas de Bogotá. Quiénes utilizaron un balanceo de líneas de producción para el equilibrar las cargas de trabajo y la heurística usada fue el tiempo más largo para la asignación de tareas a cada estación. Los resultados obtenidos permitieron un incremento de su

eficiencia en 10.8%, el tiempo de producción se redujo en 10% y la capacidad de producción en aumentó en 12%.

Masapanta (2014) en su investigación denominada “Análisis de despilfarros mediante la técnica Value Stream Mapping (VSM) en la fábrica de calzado LENICAL” de la Universidad de Cuenca. Empleándolo para identificar las fuentes de despilfarros dentro de las cuales encontró se puede observar que el trizado, lacras y costura torcida representan más del 59.55% del total de reprocesos, es decir la falla es del material, importante al momento del desarrollo del VSM. y evaluar posibles mejoras con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. Entre los resultados obtenidos de la propuesta el lead time se reduciría en 399% y el tiempo de procesamiento reduciría en 7.83%.

Por su parte Moposita (2017) logró nivelar las estaciones de trabajo de una línea de producción de calzado de una empresa ecuatoriana, incrementando la eficiencia de la línea de producción a 95.45% y disminuyendo su tiempo ocioso a 2.81 minutos, reduciendo la cantidad de operarios y estaciones de trabajo en 40%

Domínguez (2019) en su investigación denominada “Mejora de la productividad de una MYPE fabricante de calzado infantil a través de herramientas del Lean Manufacturing” de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. En la investigación utilizó herramientas de mejora continua como VSM, Balance de línea y otras herramientas de análisis. Entre los resultados obtenidos el tiempo de producción se redujo en 18.37%, la productividad (par/HH) mejoró en 30.46% y la producción mejoró en 14.25%.

Rojas (2014) por su parte señala que en la empresa de calzado que realiza su investigación que en el proceso de abastecimiento de materiales, se ha venido realizando

de una manera empírica, ya que la empresa inicia su proceso de compras cuando ven la necesidad y obligación de hacer un pedido para satisfacer la producción, es así que cuando notan que un insumo esta por acabarse o las cantidades no les satisface hasta cierta semana, se realizan los pedidos, una vez realizado el mismo la empresa no guarda la información de cuánto y cuándo lo pidió, generando muchas veces inconvenientes con las órdenes de producción las cuales debían ser satisfechas, esto generaba un problema y retrasos con las entrega de productos finales a sus clientes. Es por ello la necesidad de implementar un sistema de planificación de requerimientos de materiales (MRP) para ayudar a reducir los costos de inventarios, de insumo y materiales de la empresa productora de calzados de damas lo cual le permite tener un control de materiales, para cumplir con las ordenes de producción. Los resultados obtenidos, demuestran que la empresa con el empleo de un sistema MRP reduce el costo de inventario, en un 9,62%.

Castillo y Arana (2017) en su investigación denominada “Propuesta de un sistema MRP para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzados de la empresa Estefany Rouss, Trujillo” de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Su objetivo fue determinar la influencia de un sistema MRP en la Productividad de la línea de fabricación de calzados para ello elaboró el programa maestro de producción mensual, semanal y el plan de requerimiento de materiales (MRP). El resultado de esta propuesta fue el incremento de 28.17% en la productividad de los materiales que paso de 2.78 a 3.87 docenas de calzado por cada S/. 1,000 invertidos.

Aguilar y Flores (2019) en su investigación denominada “Aplicación de un MRP para disminuir los costos de inventario en la producción de calzado en Consorcio & Representaciones CAM’S E.I.R.L., 2019” de la Universidad César Vallejo, Trujillo. Quienes siguieron el procedimiento para estructurar el MRP, dando inicio con el análisis

actual del abastecimiento y determinación de los costos de inventario, el paso siguiente fue elaborar el pronóstico para cada modelo y así estructurar el plan maestro de producción, seguido del BOM y plan de requerimiento de materiales. El resultado de la aplicación fue la reducción del costo de inventario en S/. 26,737 que representa un ahorro del 11% con respecto al mismo periodo antes de la aplicación.

Finalmente, Abanto y Del Castillo (2019), en su investigación denominada “Propuesta de mejora de las operaciones en una empresa de calzado de PVC, usando MRP y herramientas de manufactura esbelta” mediante el mapa de flujo de valor, se determinaron diversas fuentes de desperdicios en la empresa de calzado siendo la falta de planificación de la producción y sus consecuentes problemas de stock sus principales desperdicios y oportunidades de mejora. La propuesta de planeamiento de la producción implicaría un ahorro de S/95,778.4 y de éste el ahorro generado solo en su PAP sería de 16018 soles anuales empleando una estrategia de ajuste a la demanda., representando un ahorro respecto al método actual de 27.9%.

1.7 Bases teóricas

Para la presente investigación se necesita fundamentación científica, tecnológica y humanista para tener la suficiente base teórica de esta manera mejorar la rentabilidad, en primer lugar, debemos tener en cuenta que las **operaciones** son todos los procesos que una empresa aplica para la transformación de recursos en bienes o servicios en la cual la meta general es generar valor agregado en los productos con el uso de tecnología moderna de esta manera obtener una ventaja competitiva (Martín y Días, 2016). Existen diversos tipos de operaciones, Buzón (2019) considera entre ellas las operaciones logísticas y producción. Las **operaciones logísticas**, son todas las actividades que se

encargan de hacer posible que un producto que nace en el interior de una empresa llegue a manos del consumidor en el tiempo y forma contratados, para cumplir con esta misión, relaciona tareas como el aprovisionamiento de materias primas, la fabricación y la distribución al punto de venta a través de la planificación y gestión de la distribución de recursos materiales, técnicos e incluso humanos. Las **operaciones de producción** son los diferentes procesos, técnicas y estrategias, aplicados de manera sistemática, a través de los cuales una empresa puede obtener unos determinados bienes y servicios e incrementar su valor para satisfacer la demanda de sus clientes.

Asimismo, se debe tener en cuenta que la **mejora continua** es una visión total y diferente de la organización y un modo de vida organizacional que debe aprenderse, reaprenderse y refinarse con el tiempo en un medio propicio. Este proceso consiste en desarrollar ciclos de mejora en todos los niveles, donde se ejecutan las funciones y los procesos de la organización, pues el proceso no termina cuando se obtiene el resultado deseado, sino que más bien, se inicia un nuevo desafío para la organización (Zapata, 2016). De acuerdo con Suárez (2007) los ciclos de mejora son una serie de actividades para el mejoramiento continuo que son aplicadas tanto a nivel organizacional, a nivel de proceso, como a nivel individual, básicamente consta de cuatro etapas:

- **Planear**, etapa en que se determinan los objetivos y las metas, así como los medios necesarios para lograrlo, esto se realiza a través de un estudio de la situación actual, durante la cual se reúnen los datos que van a usarse en el plan de mejoramiento, es decir, qué hacer y cómo hacerlo.
- **Hacer**, etapa donde se realiza o ejecuta el programa de trabajo o el plan de mejora, planteados en los objetivos y metas. Es importante que los encargados de realizar la tarea deben estar en constante entrenamiento y capacitación.

- **Verificar**, consiste en revisar los avances conforme al plan establecido, para observar si ha producido las mejoras que se esperan, es decir, comparar los objetivos y metas planteadas contra lo que sucede en datos reales en esta nueva situación.
- **Actuar**, Sí el plan se realizó conforme a los establecido, entonces se procede a estandarizar las acciones de mejora y si no es así, se tienen que tomar acciones para corregirlas, hasta lograr el objetivo deseado.

En la investigación se aplicaron diversas técnicas para analizar y mejorar las operaciones entre ellas:

Para determinar el tiempo de procesamiento se utilizó el **Tiempo Estándar**, el cual es el tiempo solicitado por un trabajador calificado y preparado, que labora a una rapidez o ritmo habitual para llevar a cabo un producto o conceder un servicio en una estación de trabajo según condiciones determinadas por una regla de ejecución preestablecida. Su importancia radica en que es uno de los instrumentos más importantes para incrementar la productividad de las empresas independientemente del rubro al que tengan (Escalante y González, 2021)

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo Normal Total}}{1 - \text{Factor de holgura}}$$

Otro de los aspectos que influye en la rentabilidad de las operaciones es un desbalance de la línea de producción, según Heizer y Render (2014) el **balance de líneas** consiste en asignar tareas a las estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no tengas más de lo que puede hacer el cuello de botella. Los pasos a seguir para equilibrar una línea según Chase, et al. (2009) son los siguientes:

- a) Elaborar un diagrama de precedencia

- b) Determinar el tiempo de ciclo (C)

$$C = \frac{\text{Tiempo disponible por día}}{\text{Producto requerido por día (en unidades)}}$$

- c) Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t)

$$N_t = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo de ciclo (C)}}$$

- d) Elegir la primera regla para asignar las tareas y una segunda para romper empates
- e) Asignar tareas a la primera estación de trabajo de una en una hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al cuello de botella de la estación de trabajo o hasta que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o secuencia.
- f) Evaluar la eficiencia del balance de líneas obtenido

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Estaciones de trabajo (N}_a\text{) x cuello de botella (C)}}$$

- g) Si la eficiencia no es satisfactoria, vuelva a equilibrar utilizando otra regla de decisión.

Asimismo, Heizer y Render (2014) consideran las siguientes distribuciones heurísticas que puede usarse para asignar tareas a las estaciones de trabajo en un balance de líneas: tiempo más largo para una tarea, más tareas subsecuentes.

A continuación, se describen los métodos de balanceo de línea que pertenecen a los métodos heurísticos (Niebel y Freivalds, 2009); en esta investigación se considera el de Kibridge y Wester: Nos indica los siguientes pasos a seguir.

- a) Definir el tiempo de ciclo: Tiene que estar relacionado con satisfacer las demandas del cliente y se debe determinar en base a la siguiente fórmula

$$TC = \frac{\textit{Tiempo disponible para la producción diaria}}{\textit{Requerimiento diario}}$$

- b) Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo (ET)

$$ET = \frac{\textit{Sumatoria de los tiempos de los elementos}}{\textit{Tiempo de ciclo}}$$

- c) Elaboración del diagrama de precedencias.
- d) Elaboración de las tablas de balanceo: Dónde se debe especificar la Estación de trabajo, elementos o tabla, tiempos, total de tiempo, TC y eficiencia.
- e) Crear otra tabla: Dónde se visualiza y optimiza estaciones con la intención de que tengan el máximo de eficiencia.

Para poder aplicar las mejoras se requirió desarrollar **pronósticos de demanda** los cuales permiten establecer una estimación sobre lo que puede suceder en un futuro. En los negocios, dominar esta actividad reviste especial importancia por su relevancia en la planeación y en el establecimiento de metas para las variables de interés. Las organizaciones utilizan los pronósticos de manera explícita o implícita, ya que por lo general la actividad de planeación les exige hacer estimaciones de las variables relevantes en un ambiente cada vez más incierto, en donde sin duda la experiencia del tomador de decisiones juega un papel importante que puede y, sobre todo, debe complementarse con bases cuantitativas sólidas proporcionadas por los modelos matemáticos para pronostica (Gutiérrez, 2013)

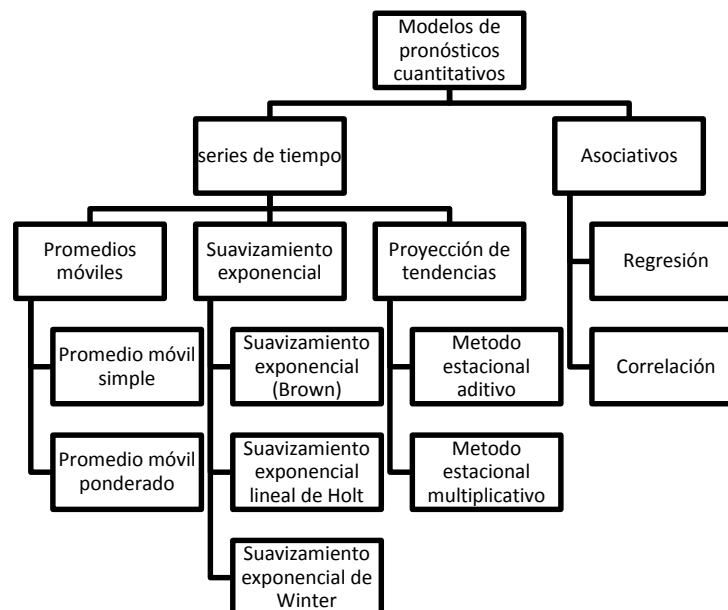
Como antes se mencionó, para hacer la estimación futura de una variable, existen diferentes métodos o técnicas, las cuales se dividen en dos tipos básicos: métodos cualitativos y métodos cuantitativos. Existen diversos métodos cuantitativos de pronóstico que se pueden clasificar en dos grandes grupos, de acuerdo con el tipo de

información con la que se cuenta: métodos para pronosticar series de tiempo y modelos causales (Gutiérrez, 2013).

- a) **Series de tiempo estacionarias:** promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial simple y suavización exponencial simple de respuesta adaptativa
- b) **Series de tiempo con tendencia:** promedio móvil lineal, suavización exponencial lineal de un parámetro (método de Brown), suavización exponencial lineal de dos parámetros (método de Holt) cuando presentan tendencias lineales crecientes o decrecientes
- c) **Series de tiempo estacionales:** suavización exponencial lineal de tres parámetros (método de Winters), este se emplea cuando hay un componente estacional claramente definido

Figura 3

Modelos de pronósticos cuantitativos



Fuente: Heizer y Render (2014) Administración de operaciones

Para elegir el método más apropiado se debe guiar en lo siguiente:

- Datos estacionales, si se presenta variación de la demanda con un patrón recurrente y regular en el tiempo.
- Datos de tendencia si se presenta variación de la demanda consistente en el tiempo
- datos sin tendencia ni estacionalidad.

Se puede resumir en la siguiente tabla:

Esta investigación emplea los pronósticos de serie de tiempo estacionales, dado que el calzado presenta estacionalidad en su demanda; empleando el **modelo estacional multiplicativo**; en el cual según Heyzer y Render (2014, p. 124) se “los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio para producir un pronóstico estacional”

Sus fórmulas son:

$$\text{Índice estacional} = \frac{\text{Demanda promedio mensual de los años históricos}}{\text{Demanda promedio mensual}}$$

Así también emplea el **Modelo suavización exponencial simple**:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde

F_t = Nuevo pronóstico

F_{t-1} = Pronóstico del periodo anterior

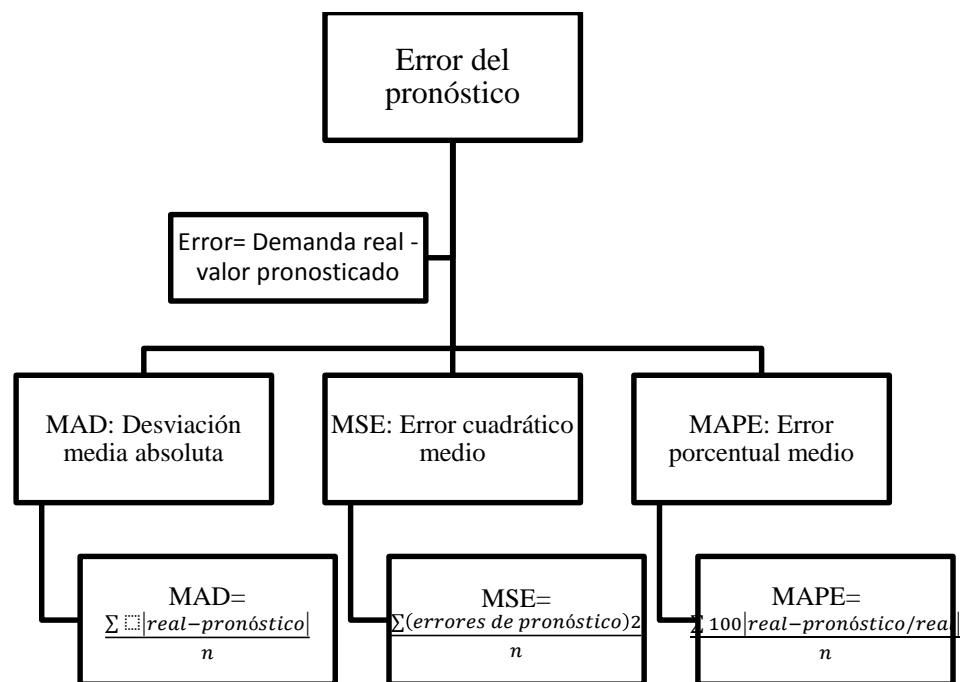
α = constante de suavización

A_{t-1} = demanda real del periodo anterior

Por otro lado, para elegir el mejor pronóstico se recurre a discernirlos con las **Mediciones del Error en un pronóstico:**

Todo pronóstico lleva implícito un margen de error y dependiendo qué tan grande o pequeño sea este, así será el grado de precisión o exactitud de la estimación; mientras más pequeño el error, más preciso será el pronóstico y viceversa, existen varios métodos para medir su error Heyzer y Render (2009) indican que los más usados son:

Figura 4
Error de pronósticos



Fuente: Heizer y Render (2014) *Administración de operaciones*

Otra técnica de mejora empleada fue el **planeamiento de la producción** el cual secuencialmente PAP, PMP, boom, MRP, lo cual tiene una secuencia lógica:

- El **Plan Agregado de Producción (PAP)** es una herramienta para adoptar decisiones tácticas respecto a los niveles adecuados de fabricación, inventarios y recursos que deben utilizarse en fabricación, habitualmente con objeto de minimizar los costes de fabricación necesarios para atender la demanda prevista a medio plazo. Para poder incrementar la productividad en una organización, se requiere tener en cuenta los objetivos de la empresa en dónde se dé importancia a la planificación y capacidad del sistema productivo, planificación de ventas, planificación de productos finales (Plan maestro de producción) y la planificación global de componentes y materiales (MRP). Diseño del Plan Agregado, en esta etapa se debe tener en cuenta las tres estrategias de planeación de la producción: Estrategias de ajuste, fuerza de trabajo estable, horas de trabajo variables y estrategia de nivel. (Chase, et al.,2009)

$$\text{Costo total de la planeación agregada} = Cc + Cd + Cie + Cs + Cte$$

Cc: Costo de contratación, Cd: Costo de despido, Cie: Costo inventario excesivo, Cs: Costo de subcontratación y Cte: Costo de tiempo extra

- **Plan Maestro de Producción (PMP)**, el cual se usa para fijar el plan de producción en cualquier empresa, decidiendo qué, cuánto y en qué fecha se va a producir. En base a la demanda y la capacidad de la organización Posterior a ello se requiere determinar la lista de materiales que conforman el producto terminado (BOM). (Arbós, 2012).
- **El BOM**, por las siglas en inglés de Bill of Materiales, es una lista estructurada de materiales donde se indican los componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto. Los dibujos individuales, además de describir las dimensiones físicas, detallan cualquier proceso especial y la materia prima

necesaria para producir cada parte. Por ejemplo, si se requiere identificar los materiales para un nuevo producto se estructura en un dibujo y se van estableciendo en una lista estructurada de materiales para el artículo A consiste en los artículos B y C. Los artículos ubicados arriba de cualquier nivel se denominan padres: los artículos ubicados abajo de cualquier nivel se llaman componentes o hijos. Por convención, en una BOM el nivel superior es el nivel 0. (Heizer & Render, 2009).

- **Plan de Requerimiento de Materiales (MRP)**, según Chase, et al. (2009) el es una técnica de demanda dependiente que usa una lista estructurada de materiales, inventario, facturación esperada y un programa de producción maestro para determinar los requerimientos de materiales.

De acuerdo con Heizer y Render (2009), la metodología del MRP, necesita conocer el lote de compra en esta investigación se usa el lote de compra económico EOQ, con un stock de seguridad.

Fórmula del EOQ

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{HP}}$$

Dónde: D=Demanda del ítem, de forma semestral.

S= Costo de Pedido.

H= Costo de mantenimiento del inventario.

P= precio del artículo

Sus costos asociados de un inventario son:

Costo total del inventario

$$CT = \frac{Q}{2}xH + \frac{D}{Q}xS$$

Dónde

CT= Costo total anual del inventario, Q= Tamaño del lote, H= Costo de mantener inventarios, (anual), D= Demanda anual, S= Costo de pedido de un lote

Todas las herramientas y técnicas anteriormente mencionadas se realizan con la finalidad de que la empresa pueda aprovechar sus recursos y poder generar utilidades las cuales le permitirán mantenerse y crecer en el tiempo. Existen muchas medidas de **rentabilidad**, para fines de la investigación se usará principalmente las siguientes (Gitman y Zutter, 2012).

Una herramienta muy utilizada para evaluar la rentabilidad respecto a las ventas es el **estado de pérdidas y ganancias** de tamaño común. Cada rubro de este estado se expresa como un porcentaje de las ventas. Los estados de pérdidas y ganancias de tamaño común son de gran utilidad para comparar el desempeño a lo largo de los años. Tres **índices de rentabilidad** citados con frecuencia y que se pueden leer directamente en el estado de pérdidas y ganancias de tamaño común son: (Gitman y Zutter, 2012).

- **El margen de utilidad bruta:** mide el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que la empresa pagó sus bienes.

$$\begin{aligned} \text{Margen de Utilidad bruta} &= \frac{\text{Ventas} - \text{Costo de los bienes vendidos}}{\text{Ventas}} \\ &= \frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{ventas}} \end{aligned}$$

- **El margen de utilidad operativa:** mide el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que se dedujeron todos los costos y gastos, excluyendo los intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes. Representa las “utilidades puras” ganadas por cada dólar de venta.

$$\text{Margen de Utilidad operativa} = \frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas}}$$

- **El margen de utilidad neta:** mide el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que se dedujeron todos los costos y gastos, incluyendo intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes.

Margen de Utilidad Neta

$$= \frac{\text{Ganancias disponibles para los accionistas comunes}}{\text{Ventas}}$$

1.8 Justificación

Con la propuesta de mejora se pretende dar solución a la problemática que tiene actualmente la empresa de calzado respecto a la rentabilidad debido a los sobrecostos por falta de planificación y control de su producción. Esto conlleva a su vez a una justificación económica porque al solucionar lo anterior, permitirá a la empresa reducir sus costos y por ende aumentar su rentabilidad; por otro lado, existe también una justificación teórica pues se pretende aplicar la teoría de la planificación y control de la producción en un contexto específico como es la producción de una PYME de calzado; finalmente también hay una justificación social dado que en el Perú las PYMES conforman el 59% de la masa laboral, siendo el 96% microempresas la mayoría en nivel de subsistencia, con más del 80% en informalidad laboral (serma.net, 2020); la misma que aumentó considerablemente en el año 2020 producto de la crisis económica post COVID 19, al ayudar a gestionar de manera adecuada los procesos y operaciones en una PYME ayudamos a salvaguardar los trabajos de estas personas asegurando la sostenibilidad de la masa laboral que acoge.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1 Enfoque del estudio:

Cuantitativo, el cual según Hernández et al. (2014) es secuencial y probatorio, pues recolecta datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico; en esta investigación las variables Mejora de operaciones y rentabilidad serán tabulados con datos cuantitativos.

2.2 Tipo de estudio

- 2.2.1 Según conocimiento perseguido:** aplicada, respecto al cual autor Hernández et al. (2014) señala que son investigaciones que utilizan conocimientos o teorías que tengan aplicación inminente a la realidad; en esta investigación se aplica teorías relacionadas a la administración de operaciones, para dar una solución a la problemática descrita en la empresa de calzado en estudio respecto a su rentabilidad.
- 2.2.2 Según la planificación en las mediciones o recolección de datos:** Prospectivo, que según Hernández et al. (2014) son investigaciones donde se realizan mediciones y se obtienen datos primarios con fines de la investigación; esta investigación parte de la data histórica de la empresa en estudio, para hacer una propuesta de mejora.
- 2.2.3 Según el número de mediciones en un determinado tiempo:** Transversal, Hernández et al. (2014) señala que son investigaciones que recopilan datos en momento único; en esta investigación se realizó una sola medición o toma de datos.
- 2.2.4 Según la intervención del investigador:** Observacional, como señala Hernández et al. (2014) son investigaciones donde solo se describe o mide el fenómeno en estudio; en la presente investigación solo se realizó se observó y describió la situación actual para hacer una propuesta de mejora.

2.3 Diseño de investigación:

Descriptivo, la cual según Hernández et al. (2014) son estudios puramente descriptivos que tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población; en la investigación se observó y describió los datos de la situación actual de la gestión de operaciones de la empresa en estudio para dar una propuesta que mejore su rentabilidad.

2.4 Población:

Compuesta por las operaciones de producción de todos los productos (balerinas, botines y sandalias) que produce a empresa de calzado en estudio durante el año 2019; se eligió este año dado que el comportamiento de su producción y ventas en ellos años 2020 y 2021 son atípicos por la pandemia COVID19.

2.5 Muestra:

Compuesta por las operaciones de producción del producto Balerina dado que es el producto de mayor participación y continuidad en el año 2020.

2.6 Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 2

Operacionalización de variables

PROPÓSITO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	TIPO
Realizar un diagnóstico de la rentabilidad de las operaciones actuales	Entrevista	Guía de entrevista Ficha de registro de causa y efectos Ficha de registro de Pareto	Creado Adaptado de teoría
	Observación directa	Ficha de registro de toma de tiempos	Adaptado de teoría
	Revisión documentaria	Ficha de registros de costos, estados financieros, inventarios, compras producción y ventas	Creado

PROPÓSITO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	TIPO
Incrementar la rentabilidad de la línea de producción Balerinas mediante un balance de líneas de su proceso productivo.	Análisis de información	Ficha de registro balance de línea	Adaptado de teoría
Incrementar la rentabilidad de la línea de producción Balerinas mediante la planificación de su producción.	Análisis de información	Ficha registro PAP Ficha registro PM Ficha de registro MRP	Adaptado de teoría

2.7 Procedimiento

La presente investigación buscó probar al sector empresarial de las "Pymes de calzado que una adecuada planificación de sus operaciones conlleva a reducir costos, incremento de su capacidad y por lo tanto incremento de su rentabilidad; por lo cual, se hizo un estudio prospectivo en base a la información del año 2019; no se uso la data del año 2020 ni 2021 porque estos años presentan datos atípicos debido a la pandemia COVID 19, en la cual se presentaron cuarentenas que afectaron la producción de las empresas de bienes no esenciales como la de calzado. Ante lo expuesto el procedimiento seguido en esta investigación es:

- Para realizar el diagnóstico situacional de las operaciones de la empresa en estudio se recurrieron al cruce varias fuentes: entrevista estructurada dirigida al personal de la empresa para obtener datos de costos, tiempos, procesos; corroborando dicha información con la técnica de revisión documentaria de los estados financieros, costos, datos de almacenamiento, producción y ventas; procediendo luego a proporcionar al personal responsable una ficha de registro de causas que afectan la rentabilidad de la empresa, con cuya información se procedió a tabular y ver la

priorización de las causas críticas en un diagrama de Pareto; las mismas que sirvieron para la propuesta de mejora.

Por otro lado, se recurrió también a la observación directa del proceso de producción de la familia de productos elegida (Balerinas) respecto a sus tiempos de producción (estudios de tiempo) y secuencia de operaciones (DOP) .

- Para realizar la propuesta de mejora del balance de líneas de producción y con ello evaluar el ahorro generado que ayude al incremento de la rentabilidad, se procedió primero a registrar el balance actual (2019) de la línea de producción empleando los datos obtenidos en el diagnóstico: tiempo estándar, costos, secuencia de operaciones (DOP) obteniendo sus tiempos muertos por estación de trabajo empleado para la línea de producción de balerinas. Para la propuesta del balance de línea se siguió el procedimiento del método descrito por Kibridge y Wester mencionado en el marco teórico; obteniendo de éste sus indicadores de eficiencia de línea y tiempos muertos; comparado dichos balances por su costo de tiempo muerto generado; el ahorro encontrado suma para el análisis de la rentabilidad.
- Para la propuesta de la Planeación de la Producción se procedió de la siguiente manera:
 - Se determinó los costos del Plan de Producción actual (2019) en base a dos criterios: Costos de su Plan Agregado de Producción (PAP), costos sin MRP a través del análisis de sus compras donde se pudo tabular los pedidos mensuales de cada insumo diferenciándolos entre pedidos normales y de urgencia, obteniendo un costo de pedir y mantener anual por cada insumo empleado en la producción del año 2019.

- Se realizó el pronóstico de ventas para el año 2019 en base a la información de las ventas de los años 2018, 2017 y 2016 con los métodos de pronóstico: Estacional Multiplicativo descrito por Heyzer y Render (2014) y el método de Suavización exponencial simple descrito por Chase et al. (2009) ambos en descritos en el marco teórico, cabe acotar que se eligió estos métodos dado que el comportamiento de la demanda presenta cierta estacionalidad y tendencia ; para elegir el método de pronóstico a seguir se usó los indicadores de error MAD, MSE y MAPE.
 - Se realizó el Plan Agregado de Producción (PAP) para un periodo de 12 meses (2019) empleando los datos del pronóstico seleccionado; empleando para ello dos estrategias de comparación:
 - Mantener personal fijo, persiguiendo la demanda con horas extras sin permitir faltantes
 - Mantener fijo el personal permitiendo faltantes e inventarios
- Se recurrió a estrategias manteniendo personal constante, pues la empresa en la línea de Balerinas tiene un prestigio ganado en su calidad de producto con métodos de procesamiento estandarizado y recurrir a fuerza laboral flexible perjudica su calidad dado que la producción tiene un alto grado de especialización manual. Obteniendo de dichas estrategias su costo mensual y anula de producción seleccionando el PAP con menor costo lo cual suma para la rentabilidad
- Se realizó luego el Plan Maestro de Producción para la línea de Balerinas sin desagregar por modelo de balerina pues existe poca variación en los modelos en cuanto a producción, el estudio se hizo en un periodo anual para poder

emplear dicha información en el MRP y con ello el costo anual del inventario que sirva para comparar el ahorro en meses.

- Finalmente se realizó el análisis para desarrollar el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) para ello se siguió el procedimiento descrito en el marco teórico de la siguiente manera:

- Diagrama del Boom de materiales para una balerina
- Determinación del costo de inventario insumos actual, mediante el análisis de los pedidos mensuales efectuados en el año 2019 separándolos en regulares y urgentes obteniendo de ello las cantidades totales de pedidos y de los urgentes, se calculó los costos de hacer un pedido regular y los urgentes; respecto al costo de mantener inventario solo se usó el costo de oportunidad del dinero inmovilizado a través de la tasa de interés efectiva de crédito a la cual accede al empresa en estudio; esto porque no tienen registros de obsolescencia, hurtos y otros.
- Se determinó el lote económico de compra de cada insumo como ingrediente para el MRP
- Finalmente se realizó el MRP de los productos el lote económico previsto en el inventario anteriormente obtenido de compra y el stock de seguridad.

- Para probar la hipótesis respecto a la mejora de operaciones propuesta en la rentabilidad se procedió con dos análisis:
 - Un análisis descriptivo global respecto a la rentabilidad actual y de las mejoras propuestas en base a la fórmula de la utilidad operativa

- Un análisis inferencial de los ahorros logrados por material en los costos de inventario de pedir y mantener con el modelo actual y propuesto; así como los costos del PAP mensuales del método actual y propuesto: Para ello se procedió a probar el comportamiento normal de la diferencia de sus datos con la prueba estadística de Shapiro Wilk por ser los datos menores a 30; encontrando que no tenían un comportamiento normal por lo cual se probó las hipótesis estadísticas planteadas con la prueba de comparación de muestras pareadas no paramétrica de Wilcoxon.

2.8 Análisis de datos

Dado que es una investigación descriptiva la información obtenida se tabuló en tablas de doble entrada analizando en ellas su media (promedio) el porcentaje de participación y los respectivos indicadores de cada variable y sus dimensiones; empleando en algunos casos figuras tipo gráficas de barras.

Debido a que la propuesta de mejora permite obtener información de costos y ahorros lo cual repercute directamente en la rentabilidad, se procedió a realizar un análisis inferencial con la prueba de T-student y Wilcoxon dependiendo de la normalidad de la diferencia de los datos del método actual y propuesto con la prueba estadística de Shapiro Wilk por ser sus datos menores a 30.

2.9 Consideraciones éticas

En la investigación nos comprometemos a respetar la autoría de la información, tanto de los aspectos teóricos y de las investigaciones empíricas (como los antecedentes), a su vez a respetar y no falsear la información obtenida en la empresa y de los resultados

obtenidos , también a respetar la información confidencial de la empresa y en la cual incluye la no publicación del nombre de la empresa en estudio dado que esto es solicitado por el representante de la misma el cual se puede ver en el Anexo 03.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

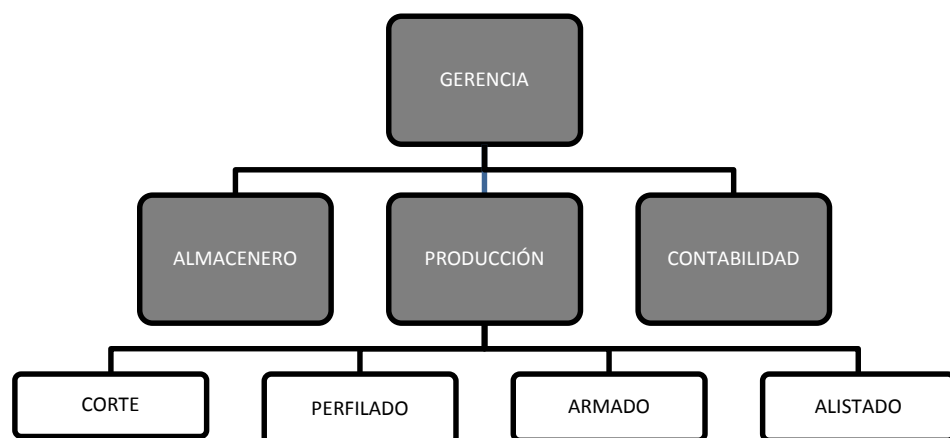
3.1 Análisis situacional

3.1.1 Descripción de la empresa

La empresa perteneciente al rubro de calzado está considerada como Micro pequeña empresa en el régimen tributario Mype, fue creada entre familiares en el año 2006, ubicada en el Porvenir, enfocando su producción inicialmente en calzado para caballero posteriormente debido a la demanda se especializaron en la producción de balerinas; siendo este su producto de mayor demanda (49.8%) y de continuidad durante todo el año; las otras dos familias de productos botines y sandalias solo se producen por temporada. La producción contempla un horario de 8 horas semanales. Para su línea de Balerinas mantiene una línea separada de producción en excepción de la estación de trabajo de Corte, el cual si se comparte con los otros productos.

Figura 5

Organigrama empresa de balerinas en la empresa de calzado, 2019



- Selección de familias de productos

Tabla 3

Participación de productos en las ventas, 2019

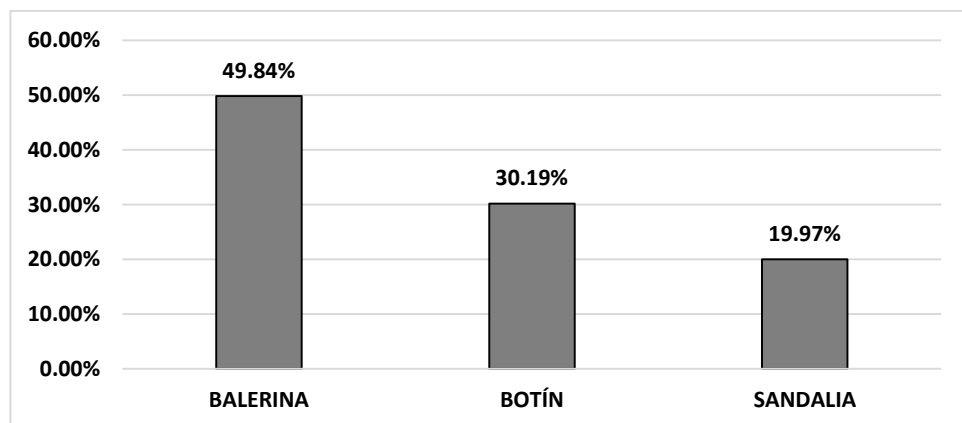
PRODUCTO	PRODUCCIÓN (par/año)	TS (min/par)	TIEMPO TOTAL	PARTICIPACIÓN
BALERINA	13920	36.9	513,648	49.83%
BOTÍN	6500	51	331,500	32.16%
SANDALIA	6400	29	185,600	18.01%
TOTAL			1,030,748	100%

Nota: La participación de la producción se hizo en base a la combinación de las variables producción y tiempo estándar dado la significativa diferencia en los tiempos de producción.

La tabla 2 muestra que las balerinas es el producto de mayor participación en la producción con un 49.83% por ello se eligió ésta para el análisis de esta investigación.

Figura 6

Diagrama de Pareto de priorización de causas que afectan la rentabilidad, 2019



- Proceso producción producto “Balerinas”

Figura 7

Diagrama de operaciones "Balerinas", empresa de calzado

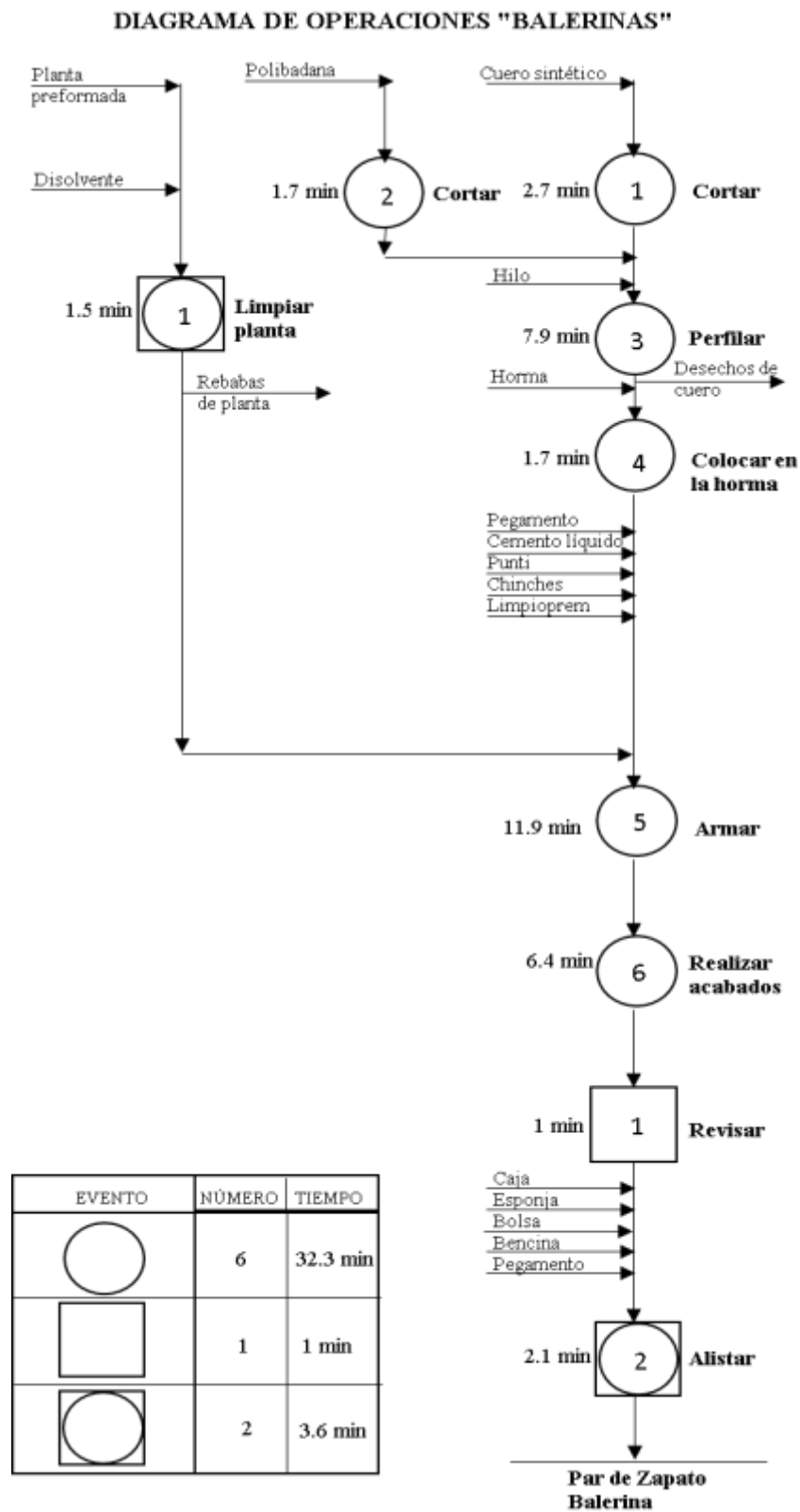


Tabla 4
Estudio de tiempos en el calzado Balerina, 2019

Nº	ACTIVIDADES	WHESTINGHOUSE				FC	SUPLEMENTOS		TIEMPO OBSERVADO PROMEDIO (seg/und)	T. NORMAL (seg/und)	T. ESTANDAR (seg/und)	T. ESTANDAR (min/und)
		HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA		SPL	SPL TOTAL				
A	Cortar cuero	0.03	-0.08	0.02	0	0.97	13%	113%	148.0	143.6	162.2	2.70
B	Cortar Polibadana	0.13	0.08	0.02	0.03	1.26	13%	113%	72.5	91.4	103.2	1.72
C	Perfilar	0.08	0.08	0.04	0.03	1.23	14%	114%	336.1	413.4	471.3	7.85
D	Colocar en horma	0.06	0.02	0.02	0	1.1	14%	114%	79.2	87.1	99.3	1.66
E	Limpiar planta	0.13	0.08	0.04	0.01	1.26	13%	113%	62.5	78.8	89.0	1.48
F	Armar	0.06	0	0.02	0	1.08	16%	116%	567.8	613.2	711.3	11.86
G	Realizar acabados	0.06	0.1	-0.03	0.01	1.14	13%	113%	303.3	345.8	390.7	6.51
H	Revisar	0.03	-0.17	0.02	0.01	0.89	13%	113%	62.0	55.2	62.4	1.04
I	Alistar	0.08	0.1	-0.03	0.03	1.18	15%	115%	93.7	110.6	127.2	2.12
TOTAL										2216.59		36.9

3.1.2 Pérdidas correspondientes a las causas críticas

- Pérdidas por tiempos muertos por desbalance de línea

Tabla 5
Pérdidas económicas por tiempos muertos en línea de producción, 2019

MÉTODO DE BALANCE	ESTACIÓN DE TRABAJO	PRODUCCIÓN DIARIA REQUERIDA	TIEMPO MUERTO POR DÍA (min/und)	SALARIO (soles/min)	COSTO TIEMPO MUERTO DÍA (soles/día)	COSTO TIEMPO MUERTO ANUAL
Actual	Corte	50	6.7	0.123	41.15	12837.64
	Perfilado	50	0.0	0.123	0.00	0.00
	Armado	50	5.2	0.123	31.60	9859.39
	Alistado	50	1.6	0.095	7.70	2402.36
Total			13.5		80.45	25099.38

Nota: detalle de la fuente de estos datos en Anexo 5

- **Pérdidas por incumplimiento de pedidos**

Tabla 6

Pérdidas económicas por ventas perdidas (faltantes), 2019

MES	DEMANDA	PRODUCCIÓN	ALMACEN	FALTANTES
Enero	1680	1200		480
Febrero	1716	1200		516
Marzo	1800	1440		360
Abril	1248	1440	192	
Mayo	1176	1200	216	
Junio	1236	1080	60	
Julio	1200	960		180
Agosto	1176	960		216
Setiembre	1164	1320	156	
Octubre	1116	1080	120	
Noviembre	1068	1200	252	
Diciembre	1056	840	36	
Total	15636	13920	1032	1752
Promedio	1303	1160	86	146
Desviación std	266.4	186.8		
Costo de faltante por und (utilidad dejada de percibir)				9.38
		Costo total de faltantes		16433.76

Nota: fuente de los registros de producción y pedidos (demanda) empresa de calzado, el costo del faltante en Anexo

- **Pérdidas sobre costos de pedidos extraordinarios**

Tabla 7

Pérdidas económicas por compras urgentes, 2019

TIPO DE PEDIDO	CANTIDAD	COSTO DE PEDIR	COSTO TOTAL
Urgentes	21	58.5	1228.5

Nota: la cantidad de pedidos urgentes está en base a las compras adicionales que se realizaron en cada semana en el año 2019 en la cual hay varios insumos que los requirieron (compra multiproducto). El detalle esta en la tabla de registro de pedidos Anexo 08 – Compras Urgentes..

- Los otros costos o ahorros se obtendrán de las propuestas de mejora.

3.1.3 Rentabilidad

Tabla 8

Rentabilidad método actual, 2019

CONCEPTO	ACTUAL (soles/año)
Ventas	417600.0
Costos	256251.4
Gastos (12% costos)	30750.2
Utilidad	130598.4
RENTABILIDAD	31.3%

Nota: Porcentaje de gastos otorgados por contabilidad, resto detalle de información en anexo 4 de costos.

3.1.4 Matriz de propuesta e indicadores

Tabla 9

Matriz de indicadores, 2019

CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	VALOR META	HERRAMIENTA
Desbalance de línea	Eficiencia de línea	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Estaciones de trabajo (N.a)} \times \text{cuello de botella (C)}}$	83.10%	Aumentar al 100%	Balance de línea
	Tiempos muertos	$\text{Costo de tiempo muerto} = \text{Tiempo ST Destación} - TC * \text{producción requerida} * \text{salario}$	25,099.38 soles/año	Reducir 100%	
	Pedidos faltantes	$\text{Costo de utilidad dejada de percibir} = (\text{Demanda} - \text{producción}) * \text{utilidad bruta}$	16433.76 soles/año	Reducir 100%	
Falta de planificación de producción	Compras urgentes	$\text{Costo por compras urgentes} = \text{Cantidad de compras urgentes} * \text{costo de compras urgentes}$	1,228.5 soles/año	Reducir 100%	MRP
	Costo de planeación agregada	$\text{Costo total de la planeación agregada} = Cc + Cd + Cie + Cs + Cte$	16,688.1 soles/año	Reducir 20%	PAP

3.2 Efecto del balance de línea en la rentabilidad

3.2.1 Resultados balances de línea actual y propuesto

3.2.1.1 Balance de línea actual

Tabla 10

Balance de línea actual balerinas, empresa de calzado, 2019

TAREA	DESCRIPCIÓN	TS (min/und)	TS POR ESTACIÓN (min/und)	No OPERARIOS ACTUALES	TIEMPO DE CICLO POR ESTACIÓN (min/und)	TIEMPO MUERTO (min/und)
A	Cortar cuero	2.7	4.40	1	4.40	6.71
B	Cortar Polibadana	1.7				
E	Limpiar planta	1.5				
C	Perfilar	7.9	11.11	1	11.11	
D	Colocar en horma	1.7				0.00
F	Armar	11.9	11.91	2	5.96	5.16
G	Realizar acabados	6.4				
H	Revisar	1.0	9.49	1	9.49	
I	Alistar	2.1				1.62
TOTAL		36.9	36.92	5.00	31.0	13.49

Estación más lenta (perfilado): 11.11 min/par en el ciclo

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible al día un operario}}{\text{Tiempo estación más lenta}} = \frac{480 \text{ min/día}}{11.11 \text{ min/par}} =$$

43.19 pares/día

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{\text{Total TS tareas}}{\text{No estaciones de trabajos tiempo más lento}} \times 100 =$$

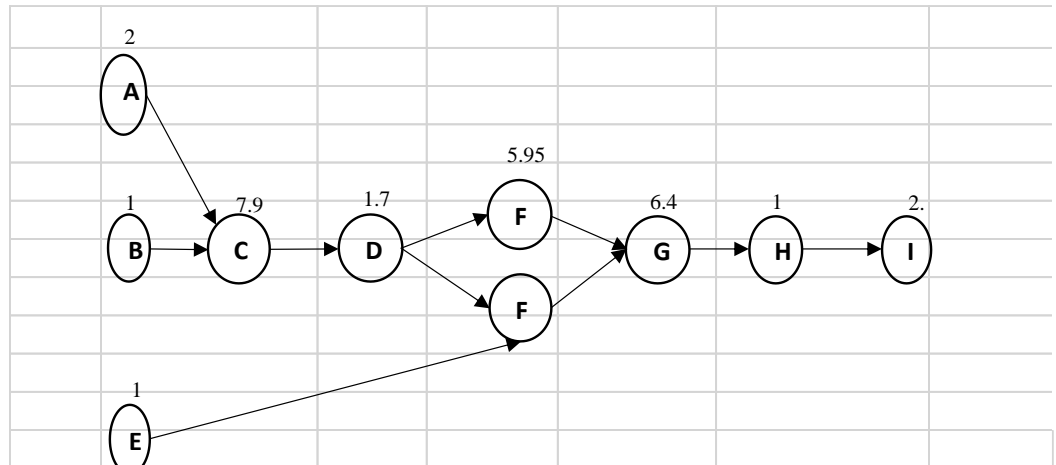
$$\frac{36.9}{4 \times 11.11} \times 100 = 83.1\%$$

3.2.1.2 Balance de línea propuesto

a) Diagrama de precedencias

Figura 8:

Diagrama de precedentes



Nota: la operación F actualmente cuenta con dos operarios

b) Asignación de tareas a estaciones

Tabla 11:

Asignación de tareas a estaciones balerinas, empresa de calzado, 2019

ESTACIÓN DE TRABAJO	CANDIDATAS	ASIGNADA	TIEMPO (min/und)	TIEMPO ASIGNADO	TC (min/und)	TIEMPO MUERTO
1	A,B,E	A	2.7	9.6-2.7=6.9	5.9	3.7
		B	1.7	6.9-1.7= 5.2		
		E	1.5	5.2-1.5= 3.7		
2	C	C	7.9	9.6-7.9=1.7	9.6	0
		D	1.7	1.7-1.7=0		
3	F	F	5.95	9.6-5.95= 3.65	5.95	3.65
4	G	G	6.4	9.6-6.4=3.2	9.5	0.1
		H	1	3.2-1=2.2		
		I	2.1	2.2-2.1=0.1		
Total tiempo muerto						7.45

Tiempo de ciclo requerido en la línea

$$C = \frac{\text{Tiempo disponible al día}}{\text{Demanda requerida al día}} = \frac{480 \text{ min/día}}{50 \text{ und/día}} = 9.6 \text{ min/par}$$

Número de estaciones de trabajo

$$N_t = \frac{\text{Tiempo total de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}} = \frac{36.9 \text{ min/par}}{9.6 \text{ min/par}} = 3.8 = 4 \text{ estaciones de trabajo}$$

3.2.2 Comparación de indicadores del balance de línea

Tabla 12:

Comparación costo tiempo muerto, línea de producción de Balerinas, 2019

MÉTODO DE BALANCE	ESTACIÓN DE TRABAJO	PRODUCCIÓN DIARIA REQUERIDA	TIEMPO MUERTO POR DÍA (min/und)	SALARIO (soles/min)	COSTO TIEMPO MUERTO DÍA (soles/día)	COSTO TIEMPO MUERTO ANUAL
Actual	Corte	50	6.7	0.123	41.15	12837.64
	Perfilado	50	0.0	0.123	0.00	0.00
	Armado	50	5.2	0.123	31.60	9859.39
	Alistado	50	1.6	0.095	7.70	2402.36
	Total			13.5		80.45
Propuesto	Corte	50	3.70	0.123	22.68	7075.14
	Perfilado	50	0.00	0.123	0.00	0.00
	Armado	50	3.65	0.123	22.37	6979.53
	Alistado	50	0.10	0.095	0.47	148.20
	Total			7.45		45.52
AHORRO ANUAL (soles/año)						10896.52

Tabla 13

Comparación indicadores de balance de línea actual y propuesto, Balerinas, 2019.

CONCEPTO	ACTUAL	PROPUESTA	VARIACIÓN PORCENTUAL
No de estaciones de trabajo	4	4	0%
No de trabajadores	5	5	0%
Tiempos muertos ciclo (min/par)	13.49	7.45	-45%
Capacidad de producción (par/día)	43.19	50	16%
Costos anual tiempo muerto	25099.38	14202.87	-43%
Eficiencia de la línea	83.10%	96.09%	16%

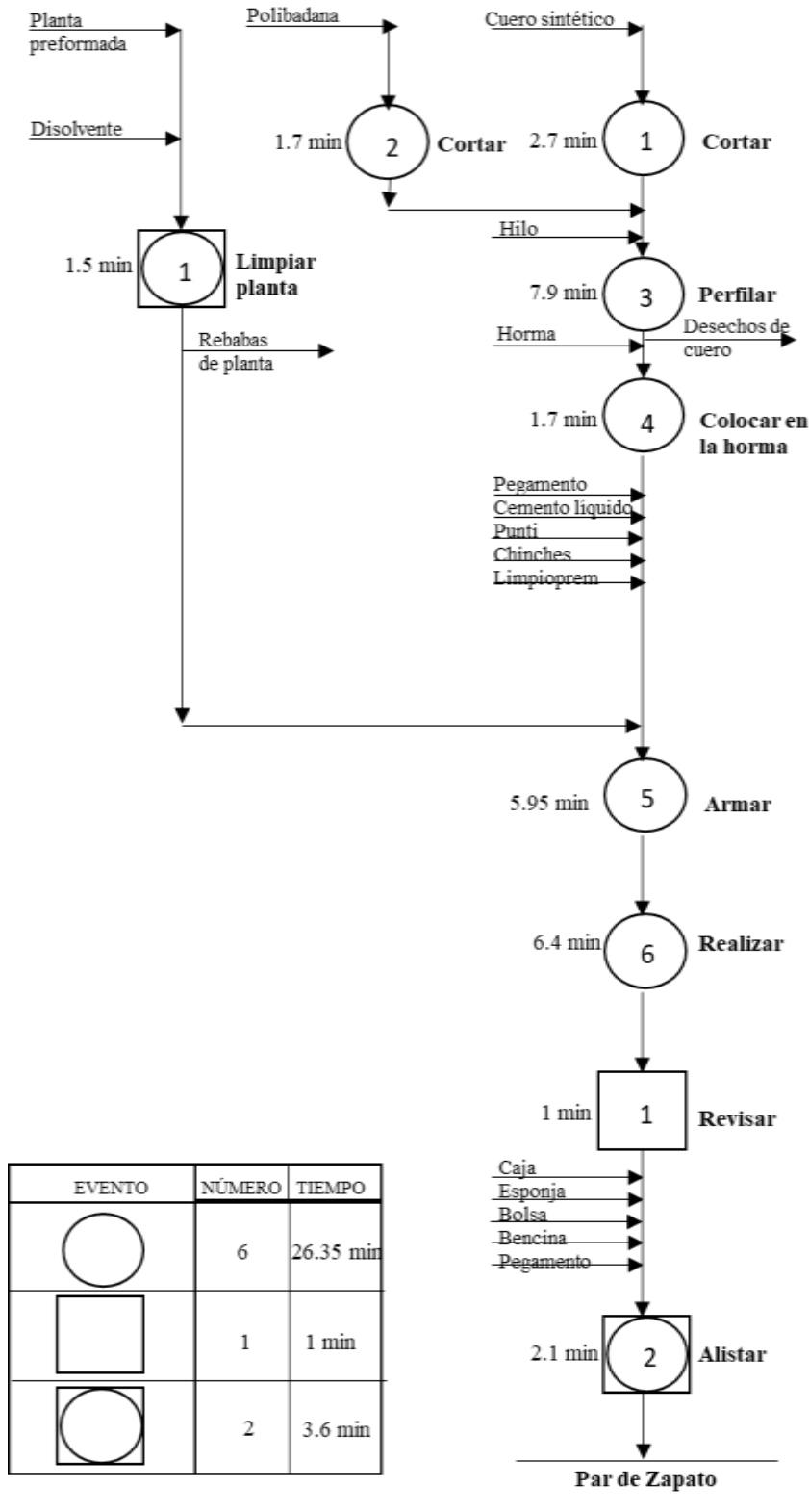
Nota: detalle de costos en anexo 4, solo estación corte comparte funciones con las otras familias de producto por lo que su tiempo disponible es solo el 49.84%

La propuesta del balance de línea generaría un ahorro de 10896.52 soles /anuales representando un 43%.

Figura 9 :

DOP mejorado de la línea de producción de balerinas

DIAGRAMA DE OPERACIONES "BALERINAS"



3.3 Efecto de la planificación de la producción en la rentabilidad

3.3.1 Pronóstico de su demanda

Tabla 14

Métodos de pronóstico empleados, Balerina, 2019

MÉTODO PRONÓSTICO	MAD	MSE	MAPE
Estacional multiplicativo	69.89	6599.60	5.61%
Suavizamiento exponencial simple	120.62	31357.40	10.63%

Nota: detalle de los pronósticos en anexo....

Se puede observar que el método de pronóstico más recomendado para el producto Balerina fue Estacional Multiplicativo pues tiene un mejor comportamiento de error

Tabla 15

Pronóstico de demanda Balerinas, método estacional multiplicativo, 2019

MES	DEMANDA (par)			DEMANDA	DEMANDA	INDICE	PRONÓSTICO	DEMANDA	ERROR DEL	PRODUCCIÓN	ERROR SIN
	2016	2017	2018	PROMEDIO (par)							
Enero	1260	1320	1500	1360	1048	1.298	1731	1680	-51	1200	480
Febrero	1068	1200	1560	1276	1048	1.218	1624	1716	92	1200	516
Marzo	1272	1380	1680	1444	1048	1.378	1838	1800	-38	1440	360
Abril	828	936	1140	968	1048	0.924	1232	1248	16	1440	-192
Mayo	708	840	1080	876	1048	0.836	1115	1176	61	1200	-24
Junio	900	1020	1200	1040	1048	0.992	1324	1236	-88	1080	156
Julio	984	1080	1140	1068	1048	1.019	1359	1200	-159	960	240
Agosto	756	900	1056	904	1048	0.863	1151	1176	25	960	216
Setiembre	864	960	1080	968	1048	0.924	1232	1164	-68	1320	-156
Octubre	888	984	1080	984	1048	0.939	1253	1116	-137	1080	36
Noviembre	672	816	936	808	1048	0.771	1029	1068	39	1200	-132
Diciembre	780	900	960	880	1048	0.840	1120	1056	-64	840	216
Total	10980	12336	14412	12576			16008	15636	839	13920	2724
	Promedio mensual			1048							

Tendencia lineal histórico anual- años 2016,2017 y 2018: $y = 1716x + 9144$

Pronóstico para el 2019: $1716x4 + 9144 = 16008$

Pronóstico promedio mensual= $16008/12=1334$

Índice estacional enero = $\frac{\text{Demanda promedio mensual de los años históricos}}{\text{Demanda promedio mensual}} = \frac{1360}{1048} = 1.298$

Pronóstico enero 2019: índice estacional x pronóstico promedio mensual=

$1.298 \times 1334 = 1731$

3.3.2 PAP

3.3.2.1 Datos del PAP

Tabla 16

Datos de ingreso PAP, familia calzado balerina, 2019

CONCEPTO	MONTO	UNIDAD
Tiempo estándar	36.9	min/und
Producción	0.03	und/min
Costos de producción	14.41	soles/par
Costo de horas normales	4.26	soles/par
Costos horas extras 25%	5.325	soles/par
Costo de faltantes (utilidad dejada de percibir)	9.38	soles/par
Tasa de mantener inventario mensual	1.7%	
Costos de mantener inventario por und: costo de producción x tasa de mantener mensual	0.246411	soles/par
Costo de faltantes (utilidad dejada de percibir)	9.38	soles/par
Tasa de mantener inventario mensual	1.7%	
Costos de mantener inventario por und: costo de producción x tasa de mantener mensual	0.00029241	soles/par

Nota: *detalle de costos de MOD en anexo 4. y costos de inventario en anexo 8*

3.3.2.2 PAP propuesto estrategia “Persecución de la demanda manteniendo personal fijo y horas extras”

Tabla 17

PAP propuesto, estrategia persecución de demanda con horas extras y personal fijo, en la empresa de balerinas, 2019.

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN - MÉTODO DE FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE CON HORAS EXTRA													
CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Pronóstico de demanda	1731	1624	1838	1232	1115	1324	1359	1151	1232	1253	1029	1120	16008
Días disponibles	26	25	26	24	26	24	26	26	25	26	25	25	304
No de trabajadores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas disponibles	1040	1000	1040	960	1040	960	1040	1040	1000	1040	1000	1000	12160
Producción en tiempo normal	1691	1624	1691	1232	1115	1324	1359	1151	1232	1253	1029	1120	15821
Producción en tiempo extra 25%	40		147										
Inventario	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Producción -pedidos	-40	0	-147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costo por horas extra	213	0	783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	996
SOBRECOSTO DE PRODUCCIÓN	213	0	783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	995.8

Nota: el detalle de los costos de mano de obra en anexo 4 y el de inventarios en el anexo 8

Se hace referencia también que se optó por seguir manteniendo fijo al personal como estrategia dado el alto nivel de operaciones manuales que afectan la calidad de un producto y su productividad lo cual se vería afectado con el ingreso de personal nuevo al proceso productivo.

3.3.2.3 Comparación del efecto del PAP en los costos

Tabla 18

Comparación de sobrecostos de estrategias del PAP, familia Balerinas, 2019

PLAN AGREGADO	SOBRECOSTOS ANUALES	AHORRO ANUAL	VARIACIÓN PORCENTUAL
PAP actual permite faltantes e inventarios	16688.1		
PAP propuesto permite faltantes, pero con demanda ajustada al pronóstico	1754.1	-14934.0	-89%

PAP propuesto no permite faltantes persigue la demanda con horas extras	995.8	-15692.3	-94%
---	--------------	-----------------	-------------

Nota: detalle de los PAP anexo 7

Se logró determinar que la estrategia del PAP que mejor resultados tiene en los costos es la de mantener trabajadores fijos, persiguiendo la demanda con horas extras logrando un ahorro en los sobrecostos de 15692.3 soles/año representando una disminución el costo del 94%, respecto al modelo que actualmente tiene la empresa en estudio.

3.3.3 PMP

Tabla 19

PMP, calzado Balerina, 2019

MES	ENERO			FEBRERO				MARZO				ABRIL			MAYO			JUNIO						
PAP (pronóstico)	1731			1624				1838				1232			1115			1324						
No de días al mes	26			25				26				24			26			24						
PARAMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inventario inicial	300	242	184	126	68	37	6	13	57	47	37	27	17	9	1	31	23	44	66	87	108	77	46	15
Pronóstico	433	433	433	433	406	406	406	406	460	460	460	460	308	308	308	308	279	279	279	279	331	331	331	331
PMP	375	375	375	375	375	375	413	450	450	450	450	450	300	300	338	300	300	300	300	300	300	300	300	338
Inventario final	242	184	126	68	37	6	13	57	47	37	27	17	9	1	31	23	44	66	87	108	77	46	15	22
Estimación de necesidad PMP	133	191	249	307	338	369	400	393	403	413	423	433	291	299	307	277	256	235	213	192	223	254	285	316

MES	JUNIO					JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE				
PAP (pronóstico)	1324																																		
No de días al mes	24																																		
PARAMETROS	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48										
Inventario inicial	15	22	20	19	17	15	27	40	52	64	56	48	40	32	19	6	30	17	60	103	145	188	208	228	248										
Pronóstico	331	340	340	340	340	288	288	288	288	308	308	308	308	313	313	313	313	257	257	257	257	280	280	280	280										
PMP	338	338	338	338	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300										
Inventario final	22	20	19	17	15	27	40	52	64	56	48	40	32	19	6	30	17	60	103	145	188	208	228	248	268										
Estimación de necesidad PMP	316	318	320	321	323	273	261	248	236	244	252	260	268	281	295	308	283	240	198	155	112	92	72	52	32										

Nota: Se programó la producción considerando las limitantes de capacidad y la producción semanal dado que la línea de Balerinas es exclusiva a este producto salvo la estación de Corte.

Tabla 20

Tabla de capacidades en la empresa de balerinas, 2019

TABLA DE CAPACIDADES	
Capacidad máxima horas normales en base a la velocidad del ciclo	300
Capacidad máxima con 1 hora extra	338
Capacidad máxima con 2 horas extras	375
Capacidad máxima con 3 horas extras	413
Capacidad máxima con 4 horas extras	450

Se programó la producción en el PMP, usando como criterio el lote en base a la demanda y considerando el limitante de su capacidad, privilegiando el criterio de atención de la demanda al menor costo de horas extras.

Se hizo también una planificación usando el lote económico de producción; pero, establecía lotes altos y generaba dejar de producir algunas semanas lo cual en la práctica no es adecuado por dos aspectos la limitante de la capacidad y dado que la producción de Balerinas está separada en una celda de manufactura, el personal se quedaría sin trabajo en dichas semanas.

3.3.4 MRP

3.3.4.1 MRP del cuero

Tabla 21

MRP material Cuero sintético, Balerina, empresa de calzado

Periodo	Inicial	SEMANA																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Necesidades Brutas		113	113	113	113	113	113	124	135	135	135	135	135	90	90	101	90	90	90	90	90
Entradas Previstas																					
Stock Final	33	105	176	64	135	207	94	155	204	69	118	167	32	126	36	118	28	122	32	126	36
Necesidades Netas		105	33	0	74	2	0	54	5	0	91	42	0	83	0	91	0	87	0	83	0
Pedidos Planeados		184	184	0	184	184	0	184	184	0	184	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0
Lanzamiento de órdenes		184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
90	90	90	101	101	101	101	101	101	90	90	90	90	90	90	90	90	90	101	90	90	90	90	90	90	90	90	90
130	40	134	33	115	198	97	179	89	183	93	187	97	191	101	195	105	199	98	192	102	196	106	200	110	204	114	208
79	0	75	0	94	11	0	30	0	26	0	22	0	18	0	14	0	10	0	17	0	13	0	9	0	5	0	1
184	0	184	0	184	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184	0	184
184		184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184

Nota: las necesidades netas son igual a la suma del stock final y las entradas previstas menos necesidades brutas y el stock de seguridad; detalle del resto del MRP para cada material en anexo 9

3.3.4.2 Comparación costos de inventario

Tabla 22

Comparación de costos de mantener y pedir de inventario materiales de Balerina, 2019

COSTO DE MANTENER Y PEDIR INVENTARIO			
	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
Total	9331.4	2534.3	-6797.1
Promedio	548.9	149.1	-399.8
Variación Porcentual			-73%

Nota: detalle de costos de inventarios en anexo 8

3.4 Análisis efecto de las mejoras en la rentabilidad

3.4.1 Análisis descriptivo

3.4.1.1 Rentabilidad método propuesto

Tabla 23

Rentabilidad método propuesto línea de calzado Balerina, empresa de calzado, 2019

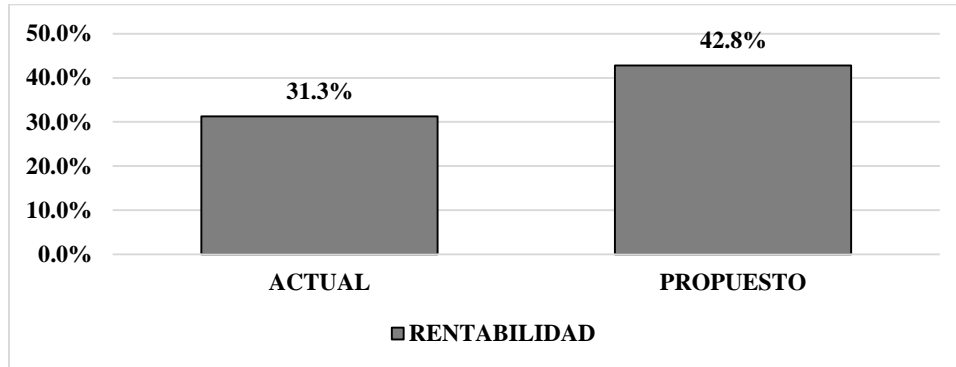
ASPECTO	MONTO (soles/año)
VENTAS EFECTUADAS	417600
Ventas faltantes	16433.76
VENTA TOTAL	434033.76
COSTOS	
COSTO ACTUAL	256267.2
ahorro tiempo muerto balance de línea	10896.52
ahorro por compras urgentes	1228.5
Ahorro PAP	15692.3
Ahorro inventario	6797
COSTO NETO	221652.88
UTILIDAD	212380.88
RENTABILIDAD	49%

Nota: los datos provienen del desarrollo de la investigación

la propuesta de mejora lograría una disminución de los costos por ahorro en tiempo muerto, compras urgentes, PAP e inventarios de 34614.32 soles/año y un incremento de las ventas en 16433.76 soles/año debido a que ya no se produciría faltantes; esto genera finalmente un aumento de la rentabilidad con el método actual (31%) a 49% significando un incremento del 18%.

Figura 10:

Comparación de rentabilidad línea de calzado Balerinas, 2019



Nota: Se aprecia un incremento de la rentabilidad en 11.5%, producto de las mejoras planteadas.

3.4.2 Análisis inferencial

Para este análisis se tomará en cuenta solo los ahorros que muestren variabilidad para inferir su significancia en la rentabilidad general.

3.4.2.1 Comparación costos PAP

Tabla 24

Comparación de costos PAP en la empresa de calzado de balerinas, 2019

PAP	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Costos PAP actual	4502	4840	3377	47	53	15	1688	2026	38	30	62	9
Costos PAP propuesto	213	0	783	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diferencia	-4289	-4840	-2594	-47	-53	-15	-1688	-2026	-38	-30	-62	-9

Nota: detalle de costos PAP en anexo 7

Nota: En los beneficios se consideró los ahorros obtenidos con las propuestas de mejora

a) Análisis de su normalidad

Ho1: La diferencia de los costos del PAP presentan un comportamiento normal

H1: La diferencia de los costos del PAP no presentan un comportamiento normal

Supuestos:

p valor > 0.05 se acepta H_0

p valor \leq 0.05 se acepta H_1

Tabla 25

Prueba de normalidad costos PAP en la empresa de calzado de balerinas, 2019.

PRUEBA DE NORMALIDAD	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	P VALOR (Sig.)
DIFERENCIA	,753	12	0,003

Nota: realizado en SPSS vs 22

El p valor (0.003) es < 0.05 por lo tanto se aprueba H_1 , que señala que la diferencia de los costos del PAP no tienen un comportamiento normal por lo cual debe usarse una prueba no paramétrica como la Wilcoxon para probar la hipótesis.

b) Prueba de hipótesis

H_0 2: Los costos del PAP propuesto no son significativamente menores que el PAP actual

H_2 : Los costos del PAP propuesto son significativamente menores que el PAP actual

Supuestos:

p valor > 0.05 se acepta H_0 2

p valor \leq 0.05 se acepta H_2

Tabla 26

Estadísticos de prueba en la empresa de calzado de balerinas, 2019.

WILCOXON	PAP PROPUESTO – PAP
	ACTUAL
Z	-3,059 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,002

Nota: realizado en SPSS vs 22

El p valor de la prueba de Wilcoxon es menor que 0.05 (0.002) por lo cual se aprueba la hipótesis H2 que señala que los costos del PAP propuesto son significativamente menores que el PAP actual.

3.4.2.2 Comparación costos de inventario

Tabla 27

Comparación de costos de inventario en la empresa de calzado de balerinas, 2019

COSTOS	MATERIALES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Costo de inventario actual	814	814	1928	195	205	225	339	122	144	144	144	219	163	308	163	1693	1709
Costo de inventario propuesto	270	260	288	62	65	77	60	25	104	115	104	47	41	71	66	264	616
Diferencia	544	554	1640	133	140	148	279	97	41	29	41	173	122	237	98	1429	1093

Nota: detalle de costos de inventario anexo 8

a) Análisis de su normalidad

Ho3: La diferencia de los costos de inventario presentan un comportamiento normal

H3: La diferencia de los costos de inventario no presentan un comportamiento normal

Supuestos:

p valor > 0.05 se acepta Ho3

p valor ≤ 0.05 se acepta Ho3

Tabla 28

Prueba de normalidad diferencia de costos de inventario

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,715	17	0,000

Nota: realizado en SPSS vs 22

El p valor es < 0.05 por lo tanto se aprueba H3, que señala que la diferencia de los costos del inventario no tiene un comportamiento normal por lo cual debe usarse una prueba no paramétrica como la Wilcoxon para probar la hipótesis

b) Prueba de hipótesis

Ho4: Los costos del inventario del método de planificación propuesto no son significativamente menores que el actual

H4: Los costos del inventario del método de planificación propuesto son significativamente menores que el actual

Supuestos:

p valor > 0.05 se acepta Ho4

p valor ≤ 0.05 se acepta Ho4

Tabla 29

Estadísticos de prueba en la empresa de calzado de balerinas, 2019.

PRUEBA DE WILCOXON MUESTRAS PAREADAS	INVENTARIO PROPUESTO – INVENTARIO ACTUAL
Z	-3,622 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,000

Nota: realizado en SPSS vs 22

El p valor de la prueba de Wilcoxon es menor que 0.05 por lo cual se aprueba la hipótesis H4 que señala que los costos de los inventarios con el método propuesto son significativamente menores que el actual.

3.5. Evaluación económica

Tabla 30

Evaluación económica en la empresa de calzado de balerinas, 2019

BENEFICIO	
Ahorro tiempo muerto balance de línea	10896.52
Ahorro por compras urgentes	1228.50
Ahorro PAP	15692.30
Ahorro inventario	6797.00
BENEFICIO TOTAL	34614.32
COSTO	
Asesoría a jefe de planta x16h	1600.00
Sueldo del jefe de planta x16h de capacitación	147.09
Asesoría a Almacenero x8h	800
Sueldo de almacenero x8h de capacitación	45.6
Depreciación computadora	18.53
COSTO TOTAL	2611.21
B/C	13.26

Nota: El beneficio es el resultado del ahorro generado por las propuestas planteadas, mientras que en el costo solo se consideró el costo de la asesoría y depreciación de la computadora, esto debido a que las propuestas no implican más inversión.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Generalmente en los países en desarrollo las PYMES representan el 80 % y éstas son muy vulnerables ante cualquier problema debido al empirismo con el cual se gestionan sus actividades. Dentro de este empirismo están implicadas la gestión de sus operaciones como se evidencia en la empresa en estudio, donde existe un sobrecostos anuales de 25099 soles (tabla 4) por tiempos muertos por un desbalance en su línea de producción, 1228.5 soles (tabla 6) por compras urgentes; además de esos sobrecostos 16433.76 soles (tabla 5) por pérdidas de utilidad de las ventas perdidas debido a faltantes de producto terminado, esto debido a una planificación de la producción sin una base científica que conlleva a que no se cumpla los pedidos del cliente y que además podría generar sobrecostos de inventario de materiales. Esta situación se réplica en otras PYMES de calzado como se evidencian en los estudios de Angulo y Martines (2018) quienes encontraron que el principal problema era el desbalance de su línea de producción y los de Rojas (2014) y Castillo y Arana (2017) realizadas también en empresas de calzado encontraron sobrecostos y baja productividad por un inadecuado planeamiento de su producción; estos sobrecostos fueron a su vez plasmados por Masapanta (2014). Por esta razón esta investigación buscó mejorar sus operaciones y con ello influenciar en la disminución de sus costos, pérdida de utilidades con lo cual espera repercutir en la rentabilidad.

El estudio determinó que la propuesta del balance de la línea de producción lograría una disminución del tiempo muerto (45%) con un consecuente ahorro económico anual de 10896.5 (43%), mejorando la eficiencia de línea en 16% (tabla 10). Esta mejora realizada se pudo evidenciar en los estudios de Moposita (2017) quién logró balancear

la línea de producción de una empresa de calzado a un 95.45% de eficiencia y reducir su tiempo ocioso a 2.81 minutos; a su vez Angulo y Martínez (2018) lograron un incremento de la eficiencia de su línea de producción en un 10.8%. Cabe señalar que existen diversas heurísticas para balancear la carga de producción en esta investigación al igual que Angulo y Martínez (2018) se empleó la del tiempo más largo. El balance de línea fue un método apropiado para reducir los sobrecostos de producción pues permite distribuir las cargas de trabajo de manera adecuada disminuyendo tiempo ociosos evitando cuellos de botella al equilibrar la misma (Niebel y Freivalds, 2009).

El planeamiento de la producción propuesto permitió importantes ahorros en la administración de las operaciones a saber:

-El Plan Agregado de producción propuesto logró un ahorro anual en sobrecostos de horas extras, faltantes e inventarios de 15692 soles anuales significando un ahorro en estos costos del 94% (tabla 17); pues la estrategia planteada buscó atender la demanda por lo que ya no habría faltantes y su consecuente costos de utilidad dejada de percibir de 16433.76 soles/año (tabla 5), además de ello la estrategia contempla un menor costo en el uso de horas extras y de inventarios; cabe señalar que se plantearon dos estrategias en ambos casos manteniendo el personal fijo, debido a la sensibilidad de la calidad del producto frente al ingreso de personal nuevo lo cual podría restar a la empresa su prestigio ganado en su línea de producción bandera. Este resultado es comparable con el estudio de Abanto y Castillo (2019), quienes lograron un ahorro de 16018 soles anuales significando un ahorro respecto al método actual del 27.9% empleando la estrategia de ajuste a la demanda. Por otro lado, esta investigación empleo como insumo del PAP el pronóstico de

la demanda para un periodo ya ejecutado con el fin de probar al empresariado de calzado los beneficios de esta técnica de gestión; usando como métodos el suavizado exponencial simple y el estacional multiplicativo, debido a que el comportamiento de la demanda de las balerinas presenta una cierta estacionalidad anual con picos en los meses de enero a marzo y de allí una menor producción con cierta variabilidad; en la investigación de Abanto y Castillo (2019) se empleó en el pronóstico los métodos de estacional multiplicativo y estacional aditivo, presentando el menor error el de estacional aditivo para su línea de Balerinas y para los Crocs el estacional multiplicativo; cabe señalar que para esta empresa la línea de Crocs es de producción constante como en este caso lo es la Balerina en la empresa en estudio; en ambos estudios la selección del mejor método se realizó en base al criterio del error de pronóstico. El procedimiento empleado fue correcto como lo dice Heizer y Render (2014) un planeamiento debe partir de un pronóstico y los resultados positivos sustentan lo que manifiesta respecto a las bondades que una adecuada planificación permite evitar sobrecostos en la producción, saber tu capacidad para cumplir con tu demanda.

- El Plan Maestro de Producción (PMP) propuesto permitió alimentar la información para el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), esta investigación consideró no emplear un lote económico de producir pues daba un valor muy alto ocasionando que se evidencien semanas sin producir y en la práctica esto no es correcto en líneas de producción de celdas de manufactura como lo es la balerina para esta empresa, además de ello el lote consideró la limitante de capacidad; pues como lo señala Heizer y Render

(2014) los modelos dependientes son preferibles a los EOQ, y que éstos deben adecuarse a la capacidad. En otros contextos si es posible emplear otros procedimientos para su desarrollo como lo que realizaron Abanto y Castillo (2019) quiénes emplearon EOP y EOQ.

- El MRP permitió establecer la demanda de los materiales y con ello la cantidad económica a pedir obteniendo un ahorro de costo de mantener y pedir inventarios de 6797.1 soles/año, significando un ahorro en estos costos del 73% (tabla 21); en otros contextos similares también se evidenció un ahorro en el inventario de 9.62% y 11% en costo total como en el estudio de Rojas (2014) y de Aguilar y Flores (2019) respectivamente; cabe señalar que su ahorro encontrado considera el costo total del inventario a diferencia del análisis e esta investigación que solo considera el costo de pedir y mantener dado que hay diferencia en la demanda del método actual y propuesto. Para Chase, Jacobs y Aquilano (2009) un adecuado sistema de pedido de inventarios genera ahorros significativos en sus costos de pedir y almacenar siendo éstos los que definen la gestión del planeamiento del requerimiento de materiales.

Las propuestas de mejora realizadas permitirían un ahorro de 34614.32 soles/año generando un efecto directo en la rentabilidad de la empresa subiéndola a 49% logrando pues un incremento de su rentabilidad en 18% (tabla 22)

Los ahorros que se obtendrían con las propuestas de mejora realizadas en la gestión de sus operaciones de producción serían significativos y su repercusión favorable para la rentabilidad; pues el análisis estadístico efectuado en el ahorro de costos de inventario

y del PAP presentaron un valor p menor a 0.05 con la prueba estadística de Wilcoxon (tablas 25 y 28), dado que no presentaron un comportamiento normal la diferencia de sus datos con la prueba estadística de Shapiro Wilk (tablas 24 y 27); estos resultados fueron similares a los obtenidos en los costos de inventario de Rojas (2014).

El estudio presentó como **limitantes** el hecho de no poder emplear las ventas realizadas en el 2020 debido a que la coyuntura de la pandemia COVID-19 en Perú el sector manufacturero de productos no esenciales en el primer semestre del 2020 estuvo paralizado y en el segundo semestre fue demasiado baja por las restricciones y la recesión económica; por lo que se procedió emplear la data del 2019 para hacer el estudio dado que te tiene una mejor homogeneidad en su comportamiento y porque además el estudio pretende probar al empresariado del sector calzado que una adecuada planificación de su producción generaría importantes efectos en su rentabilidad económica. Otra limitante encontrada es cuanto a las estrategias empleadas en PAP en el cual se optó por usar la estrategia de personal fijo, debido a que la calidad del producto es muy importante para la sostenibilidad de la empresa, y dado que existe un alto porcentaje de operaciones manuales; por lo que al despedir y contratar personal hace que la curva de aprendizaje del trabajador nuevo afecte la calidad y la velocidad de la producción y no se cumpla los estándares previstos.

La **implicancia** del estudio radica en que el rubro de calzado en el Perú es un sector vulnerable que se ve afecto a una alta competitividad local e internacional con productos importados a muy bajo precio; asimismo este sector empresarial y la empresa en estudio pertenecen a las PYMES, que en Perú conforman el 59% de la masa laboral, siendo el 96% microempresas la mayoría en nivel de subsistencia, con más del 80% en informalidad laboral; la misma que aumentó considerablemente en el año 2020 producto

de la crisis económica post COVID 19 (serma.net, 2020). Por lo que demostrar al empresariado de este sector que una adecuada y gestión en los procesos y operaciones repercute favorablemente en su rentabilidad y por lo tanto en su sustentabilidad en el tiempo y no solo eso, dado el alto nivel de masa laboral que emplea lograr ello repercutirá en la sostenibilidad laboral de los trabajadores y sus familias.

4.2 Conclusiones

La propuesta de mejora en la gestión de operaciones hubiese repercutido favorable y significativamente en la rentabilidad de la empresa en el año 2019 mejorándola en un 11.5%; y dado la evidencia en los estudios previos es pues razonable aceptar su viabilidad práctica en periodos posteriores, lo cual repercutirá favorablemente en la sostenibilidad y competitividad de la gestión operativa de la empresa de calzado en estudio.

La propuesta balance de línea hubiese permitido un ahorro en costos del año 2019 de 10 896.5 soles por tiempos muertos siendo el 43%, con un incremento en su eficiencia de línea de producción de un 16%; lo cual influirá positivamente en su rentabilidad.

El Plan de producción propuesto para el año 2019 hubiese permitido atender la demanda, llevar un adecuado control de los recursos asignados al proceso productivo, así como a gestionar más eficientemente el inventario de los materiales, disminuyendo los pedidos urgentes entre otros logrando con ello un ahorro en el costo generado en el

año 2019 de 15 692 soles equivalente a 94 % lo cual influirá positivamente en la rentabilidad.

El costo beneficio obtenido si la empresa decidiera implementar la propuesta sería de 13.16 siendo este indicador mayor que 1 el cual es beneficioso para la empresa.

REFERENCIAS

- Aguilar, A., & Flores, E. (2019). *Aplicación de un MRP para disminuir los costos de inventario en la producción de calzado en Consorcio & Representaciones CAM'S E.I.R.L., 2019*. Trujillo, Perú.
- Angulo, A., & Martínez, D. (2018). *Informe Propuesta Plan de balanceo de línea en calzado HEVEA*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14250/ANGULO%20ORTIZ%20ANDRES%20CAMILO%20MARTINEZ%20MORENO%20DANIEL%20FERNANDO2018-converted.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arbós, L. C. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid : Diaz de Santos. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=NMFH28s2MeQC&printsec=frontcover&dq=plan+a+gregado+de+producci%C3%B3n&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Buzón, J. (2019). *Operaciones y Procesos de Producción* (Primera ed.). Madrid, España: Editorial Elearning, S.L. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=q3XIDwAAQBAJ&lpq=PA1&dq=tipos%20de%20operaciones%20en%20una%20empresa&pg=PA4#v=onepage&q=tipos%20de%20operaciones%20en%20una%20empresa&f=false>
- Castillo, E., & Arana, M. (2017). *Propuesta de un sistema MRP para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzados de la empresa Estefany Rouss, Trujillo*. Trujillo, Perú.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, J. (2009). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro* (Duodécima ed.). (E. Suñiga, Ed., & O. y. Mascaró, Trad.) México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Domínguez, M. (2019). *Mejora de la productividad de una mype fabricante de calzado infantil a*. Lima, Perú. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625793/dominguez_mm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dumser, J. (2017). *El mapa del flujo de valor: Los secretos de la herramienta clave del Lean Manufacturing*. Plurilingua. Obtenido de <https://www.50minutes.com/title/value-stream-mapping/>
- Escalante Lago, A., & González, J. (2021). *INGENIERÍA INDUSTRIAL - Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Alfaomega. Obtenido de <https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/842/free/data/presentacion/cap8.pdf>
- Everett, E., & Ronald, J. (1991). *Administración de la producción y las operaciones, conceptos, modelos y funcionamiento* (Cuarta ed.). (R. J., Trad.) Columbia, Missouri, Estados Unidos: Pearson Educación. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=F11wYyoz8-oC&lpq=PP5&dq=operaciones&pg=PP3#v=onepage&q=operaciones&f=false>
- Footwear, W. (2021). Anuario del sector mundial del calzado: año 2020. *Revista del Calzado*. Gestión. (31 de Agosto de 2021). El potencial de las PYMES. *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/blog/mision-verde/2021/08/el-potencial-de-las-pymes.html/>
- González, R., & Becerra, L. (2021). PYMES en América Latina: clasificación, productividad laboral, retos y perspectivas. *Revista Internacional Multidisciplinaria*. Obtenido de <https://ciidjournal.com/index.php/abstract/article/view/100/106>
- Gutiérrez, A. F. (2013). *Manual de pronósticos para la toma de decisiones*. Mexico: digital.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de operaciones* (Séptima ed.). (P. Guerrero, Ed., & J. Murrieta, Trad.) Naucalpan, México, México: Pearson Educación.
- Hernandes, e. a. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México, México: McGRAW-Hill / interamericana editores, S.A.

- Martín, M., & Días, E. (2016). *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios* (Segunda ed.). Madrid, España: ESIC.
- Masapanta, M. (2014). *Análisis de despilfarros mediante la técnica Value Stream Mapping (VSM) en la fábrica de calzado LENICAL*. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20654/1/TESIS.pdf>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- planeación de requerimientos de materiales (MRP)*. (2014). Obtenido de <https://createonepw.blogspot.com/2014/04/planeacion-de-requerimientos-de.html>
- Rojas Vasquez, C. I. (2014). *Diseño de un sistema de planificación de requerimientos de materiales para reducir los costos de inventarios de la empresa inversiones CALZA.SHA.PE.S.A.C.* Trujillo.
- serma.net*. (21 de 09 de 2020). Obtenido de *serma.net*: <https://serma.net/noticias/informes/peru/pandemia-afecta-gravemente-a-zapateros-de-la-libertad-en-peru>
- Suárez, F. (2007). *El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total* (Primera ed.). San Rafael, México, México: Panorama. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=I3FXNs-q_CYC&lpg=PA173&dq=ciclo%20de%20mejora%20continua&pg=PA4#v=onepage&q=ciclo%20de%20mejora%20continua&f=false
- Ugaz, C. (12 de Octubre de 2020). Nuevas oportunidades para el calzado peruano. *La camara de comercio de Lima*, 1. Obtenido de <https://lacamara.pe/nuevas-oportunidades-para-el-calzado-peruano/>
- Zapata, A. (2016). *Ciclo de la calidad PHVA*. (U. N. Colombia, Ed.) Colombia. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=FgT2DwAAQBAJ&lpg=PT124&dq=ciclo%20de%20mejora%20continua&pg=PP1#v=onepage&q=ciclo%20de%20mejora%20continua&f=false>

ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

A. Entrevista estructurada

ENTREVISTA

Estimado colaborador, la presente entrevista busca conocer la problemática de la rentabilidad de la línea de producción “Balerinas”, producto de su gestión de planificación y control de su producción, con el fin de encontrar en conjunto oportunidades de mejora y de investigación para un trabajo de titulación; por lo que, se solicita contestar las preguntas de ser posible con data sustentadora o aproximada, la cual será resguardada en su confidencialidad o con datos cualitativos de no tener los cuantitativos.

Colaborador:.....

Área en la cual trabaja:.....

Ponderación impacto en el problema de baja rentabilidad

- Bajo impacto: 1
 - Regular impacto: 5
 - Alto impacto: 7
1. Seleccione las causas que a su criterio podrían estar impactando en los costos o ventas y por ende en la rentabilidad de la línea de producción Balerinas, una vez seleccionadas las causas otórgueles una ponderación de criticidad.
 2. ¿Existe un conocimiento de los tiempos estándares de cada línea de producción bajo alguna técnica científica?
 3. ¿Cuál es su sistema de pago de la mano de obra directa?
 4. ¿Cuál es su actual sistema para planificar la producción, explique los criterios que usa para realizarlo?
 5. ¿Suele presentarse casos dónde no se pueda atender la demanda de cliente por falta de producto? ¿Existen registros de demanda insatisfecha?
 6. ¿De ser el caso cuales son las causas que más repercuten en ellas?
 7. ¿Cuál es la utilidad dejada de percibir por cada par de balerinas no atendidas al cliente?
 8. ¿Suele evidenciarse que en algunas estaciones de trabajo por momentos exista tiempos muertos dado a que las diferentes capacidades de producción en cada una de ellas?, ¿Son estos tiempos muertos importantes y pueden afectar la velocidad de producción general de la línea?
 9. ¿Describa su proceso de la gestión de materiales que emplea para producir las Balerinas’
 10. ¿Suele producirse roturas de stock de materiales de producción? ¿Cómo repercute esto en la producción? ¿Cómo da solución correctiva ante este tipo de suceso?

11. ¿De darse compras imprevistas, existen registros de ellos y cual sería los sobrecostos involucrados para dicho fin?

Muchas gracias por su participación.

Matriz de evaluación Juicio de Expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS			
Título de la investigación:		Mejora de operaciones para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado, Trujillo	
Apellidos y nombres del experto:		Gustavo Salas Johnson Oñar	
Profesión:		Ingeniero Industrial	
Colegiatura:		248257	
Tipo de instrumento y objetivo que persigue		Guía de entrevista, busca hacer un diagnóstico de las operaciones de producción e inventarios.	
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Mejora de operaciones	
Mediante la matriz de evaluación de expertos, así tiene la facultad de evaluar cada una de los aspectos marcados con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le solicitamos en la columna de los ítems de la guía de entrevista, indicando sus observaciones y/o sugerencias en esta matriz, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.			
Ítem	Pregunta	Aprobación SI / NO	Observaciones
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X	
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro del objetivo propuesto?	X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X	
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y son fáciles de entender?	X	
7	¿El instrumento de medición será accesible a la población objeto de estudio?	X	
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de este manera, obtener los datos requeridos?	X	
Sugerencias:			
 Gustavo Salas Johnson Oñar <small>Ingeniero Industrial</small> <small>Colegiatura N° 248257</small>			

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS			
Título de la investigación:		Mejora de operaciones para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado, Trujillo	
Apellidos y nombres del experto:		Vilquez Mendocino Dignel Junier	
Profesión:		Ingeniero Industrial	
Colegiatura:		219920	
Tipo de instrumento y objetivo que persigue		Guía de entrevista, busca hacer un diagnóstico de las operaciones de producción e inventarios.	
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Mejora de operaciones	
Mediante la matriz de evaluación de expertos, así tiene la facultad de evaluar cada una de los aspectos marcados con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le solicitamos en la columna de los ítems de la guía de entrevista, indicando sus observaciones y/o sugerencias en esta matriz, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.			
Ítem	Pregunta	Aprobación SI / NO	Observaciones
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X	
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro del objetivo propuesto?	X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X	
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y son fáciles de entender?	X	
7	¿El instrumento de medición será accesible a la población objeto de estudio?	X	
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de este manera, obtener los datos requeridos?	X	
Sugerencias:			
 Vilquez Mendocino Dignel Junier <small>Ingeniero Industrial</small> <small>Colegiatura N° 219920</small>			

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS			
Título de la investigación:		Mejora de operaciones para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de Balerinas de una empresa de calzado, Trujillo	
Apellidos y nombres del experto:		Pérez Canales Marco Antonio	
Profesión:		Ingeniero Industrial	
Colegiatura:		211291	
Tipo de instrumento y objetivo que persigue		Guía de entrevista, busca hacer un diagnóstico de las operaciones de producción e inventarios.	
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Mejora de operaciones	
Mediante la matriz de evaluación de expertos, así tiene la facultad de evaluar cada una de los aspectos marcados con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le solicitamos en la columna de los ítems de la guía de entrevista, indicando sus observaciones y/o sugerencias en esta matriz, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.			
Ítem	Pregunta	Aprobación SI / NO	Observaciones
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X	
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro del objetivo propuesto?	X	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X	
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y son fáciles de entender?	X	
7	¿El instrumento de medición será accesible a la población objeto de estudio?	X	
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de este manera, obtener los datos requeridos?	X	
Sugerencias:			
 Marco Antonio Pérez Canales <small>Ingeniero Industrial</small> <small>Colegiatura N° 211291</small>			

ANEXO 2: DIAGNÓSTICO

A. Valorización de causas

Tabla 2 A

causas de baja rentabilidad

C A U S A S	MANO DE OBRA		MAQUINARIA	MATERIALES		MEDICION	METODOS		MEDIO AMBIENTE		T O T A L
	Falta de capacitación de personal	Falta de planificación del personal	Falta de mantenimiento	Rotura de stock de producto	materiales defectuosos	Falta de control de merma	Desbalance de línea de producción	Falta de planificación de la producción	inadecuada distribución de planta	El desorden de las áreas	
PERSONAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
P1	1	1	1	7	1	1	7	7	1	1	
P2	1	1	1	7	1	1	7	7	1	1	
P3	1	1	1	7	1	1	7	7	1	1	
TOTAL	3	3	3	21	3	3	21	21	3	3	84

Nota: 7 = elevado; 5 = regular; 1 = bajo

B. Priorización de causas

Tabla 2 B

causas de baja rentabilidad en la empresa de calzado balerinas, 2019.

CAUSA	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
C7	21	25.0%	25.0%
C8	21	25.0%	50.0%
C4	21	25.0%	75.0%
C2	3	3.6%	78.6%
C1	3	3.6%	82.1%
C3	3	3.6%	85.7%
C5	3	3.6%	89.3%
C6	3	3.6%	92.9%
C9	3	3.6%	96.4%
C10	3	3.6%	100.0%
TOTAL	84		

Nota: las causas de que representan el 75% del impacto son: C4, C7, C8.

ANEXO 3: ESTUDIO DE TIEMPOS

Tabla 3 a

Tolerancias OIT, corte cuero sintético, 2019

TABLA DE TOLERANCIAS DE LA OIT				NOMBRE DE LA OPERACIÓN
TOLERANCIAS por descanso		HOMBRE (%)	MUJER (%)	CORTE CUERO SINTÉTICO
1	Tolerancias Constantes			
	1.A. Tolerancias personales	5	7	5
	1.B. Tolerancias Básico por fatiga	4	4	4
2	Tolerancias Variables			
	2.A. Tolerancia por trabajo a pie	2	4	2
	2.B. Tolerancia por posición no normal			
	2.B.1 Ligeramente molesto	0	1	0
	2.B.2 Molesto (encorvado)	2	3	
	2.B.3 Muy molesto (acostado o estirado)	7	7	
	2.C. Levantamiento de Peso, Uso de Fuerza			
	Peso Levantado (kg)	2,5	0	0
		5	1	
		7,5	2	
		10	2	
		12,5	3	
		15	3	
		17,5	7	
		20	9	
		22,5	11	
		25	13	
	30	17	Máx	
	35,5	22	Máx	
	2.D. Mala Iluminación			
	2.D.1 Ligeramente debajo	0	0	0
	2.D.2 Muy bajo	2	2	
	2.D.3 Sumamente inadecuado	5	5	
	2.E. Condiciones Atmosféricas (calor y humedad)			
	2.E.1 Favorable	0-2	0-2	0
	2.E.2 Regular	2-4	2-4	
	2.E.3 Desfavorable	4-7	4-7	
	2.E.4 Muy desfavorable	7-10	7-10	
	2.F. Mucha atención			
	2.F.1 Moderadamente fino	0	0	0
	2.F.2 Fino o de precisión	2	0	
	2.F.3 Muy fino o muy preciso	5	2	
	2.G. Nivel de Ruido			
	2.G.1 Continuo	0	0	0
	2.G.2 Intermitente ruidoso	2	2	
	2.G.3 Intermitente muy ruidoso	5	5	
	2.G.4 De alta frecuencia-ruidoso	5	5	
	2.H. Esfuerzo Mental			
	2.H.1 Proceso moderadamente complejo	1	1	1
	2.H.2 Complejo o que requiere alta atención	4	4	
	2.H.3 Muy complejo	8	8	
	2.I. Monotonía			
	2.I.1 Poca	0	0	0
	2.I.2 Moderada	1	1	
	2.I.3 Excesiva	4	4	
	2.J. Tediosa			
	2.J.1 Algo tedioso	0	0	0
	2.J.2 Tedioso	2	2	
	2.J.3 Muy tedioso	5	5	
3	Tolerancias de Especiales			
	3.A Por pausas activas	1		1
	*Otro 1:.....		
	*Otro 2:.....		
	*Otro 3:.....		
TOTAL DE TOLERANCIAS (%)				0.13

ANEXO 4: COSTOS DE PRODUCCIÓN

a) Régimen laboral de MOD Pyme

Tabla 4 b

Régimen laboral de calzado Balerina, 2019

REGIMEN LABORAL	VACACIONES	LEY SOCIAL SEGURO			TOTAL PORCENTAJE
		VAC	GRATIF	ESSALUD	
NORMAL	8.33	0.75	16.66	9	34.74
PEQUEÑA	4.165	0.375	8.33	9	21.87
MICRO	4.165	0.375	0	0 (sis)	4.54

Fuente: Ministerio de trabajo y fomento del empleo

La empresa está catalogada como Pequeña empresa en la SUNAT

b) Costo de MOD

Tabla 4 c

Costo de producción MOD calzado Balerina, 2019

CONCEPTO	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	TOTAL
Salario base	1200	1200	1200	930	
Benef sociales Pequeña empresa (27.48%) (*)	329.76	329.76	329.76	255.564	
Total salario	1529.76	1529.76	1529.76	1185.564	
T base mes (min)	12480	12480	12480	12480	
Salario/min (S/ min)	0.123	0.123	0.123	0.095	
Tiempo estándar (min/und)	5.88	9.63	11.91	9.49	36.91
Costo MOD por und (soles/und)	0.72	1.18	1.46	0.90	4.26

c) Costo de materiales

Tabla 4 c 1

Costo de producción materiales calzado Balerina, 2019

MATERIA PRIMA DIRECTA	COSTO POR	
	DOCENA PARES	COSTO POR PAR
Cuero sintético	36.00	3.000
Polibadana	34.56	2.880
Plantas del calzado	28.80	2.400
celastin de 0.05 mm	1.73	0.144
celastin de 0.08 mm	1.94	0.162
plancha de fibra de 2 mm	3.63	0.302
TOTAL MP directa	106.66	8.888

COSTOS MATERIALES INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	COSTO (doc calzado)	COSTO POR PAR
Chinches	0.40	0.033
Hilo	0.34	0.028
Pegamento	7.00	0.583
Cemento	8.75	0.729
Punti	7.00	0.583
Disolvente	1.20	0.100
Bencina	0.10	0.008
Esponja	3.02	0.252
Limpiopren	2.50	0.208
Sticker	0.90	0.075
Caja	9.60	0.800
Bolsa acrílica	0.60	0.050
TOTAL MATERIALES INDIRECTOS FABRICACIÓN	41.41	3.451

Tabla 4 c 2

Resumen costos de materiales de producción calzado Balerina, 2019

RESUMEN MATERIALES	COSTO POR	
	DOCENA PARES	COSTO POR PAR
TOTAL MP directa	106.66	8.888
Total materiales indirectos	41.41	3.451
COSTO TOTAL MATERIALES	148.07	12.339

Tabla 4 c 3

Costos de energía de producción calzado Balerina, 2019

MÁQUINA /EQUIPO	CANTIDAD MAQUINAS EQUIPOS	INTENSIDAD (I) (Amperaje)	TENSIÓN (T) (Voltaje (V))	P=I x T POTENCIA(P): (IxT)/1000 = kw	TIEMPO USO (TS) (min/und)	E= P x tiempo x No máq ENERGÍA (E): Kw-min/und	Precio: Soles/Kw-min	C= E x precio Costo de energía por und (soles/und)
Desbastadoras	1	3.80	220	0.84	2.30	1.923	0.0147	0.0283
Cortadora	1	3.10	220	0.68	2.50	1.705	0.0147	0.0251
Perfiladoras	1	3.50	220	0.77	5.60	4.312	0.0147	0.0634
Costo unitario energía								0.1167

Tabla 4 c 4

Resumen costos variables de producción calzado Balerina, 2019

CONCEPTO	COSTO/UND
Mano de obra directa	4.26
Materiales	12.339
Energía	0.1167
TOTAL COSTO VARIABLE	16.72

Tabla 4 c 5

Costos fijos de depreciaciones calzado Balerina, 2019

DEPRECIACIONES	COSTO DE ADQUISICIÓN TOTAL (S/.)	CANTIDAD	COSTO TOTAL	VIDA UTIL (AÑOS)	DEPRECIACIÓN ANUAL (S/.)	DEPRECIACIÓN POR DIA
Cortadora	2500	1	2500	10	250	0.80
Máquina desbastadora	2950.00	1	2950	10	295	0.95
Máquina perfiladora	2350.00	5	11750	10	1175	3.77
Horno reactivador automatico	1370.00	1	1370	10	137	0.44
Instalaciones taller	125000.00			20	6250	20.03
TOTAL DEPRECIACIÓN DIA						25.98
TOTAL DEPRECIACIÓN DIARIA POR BALERINA (49.8%)						12.94
PRODUCCIÓN DIARIA DEMANDADA						50.00
DEPRECIACIÓN POR UND PRODUCIDA (soles/und)						0.26

Tabla 4 c 6

Costos fijos de MOI calzado Balerina, 2019

MANO DE OBRA INDIRECTA	SALARIO MENSUAL	beneficios sociales (27.48%)	TOT MENSUAL	SALARIO DIA
Jefe de Producción	1500	412.2	1912.2	73.55
Servicio de mantenimiento honorarios) (recibo)	200	0	200	7.69
Almacenero y limpieza	930	255.564	1185.564	45.60
TOTAL			3297.764	126.84
COSTO MOI POR PARTICIPACIÓN BALERINA 49.8%				63.16
PRODUCCIÓN DIARIA DEMANDADA				50.00
COSTO MOI POR UND PRODUCIDA (soles/und)				1.26

Tabla 4 c 7

Otros costos fijos calzado Balerina, 2019

OTROS COSTOS FIJOS	MONTO MENSUAL	MONTO DIARIO	% DE PARTICIPACIÓN	MONTO DIARIO POR BALERINA
Telefonía e internet	300	11.53846154	49.80%	5.75
Energía	60	2.307692308	49.80%	1.15
Agua	80	3.076923077	49.80%	1.53
TOTAL	440	16.92307692	49.80%	8.43
		PRODUCCIÓN DIARIA DEMANDADA		50.00
COSTO OTROS CF POR UND PRODUCIDA (soles/und)				0.17

Tabla 4 c 8

Resumen de costos de producción calzado Balerina, 2019

CONCEPTO	COSTO/UND
Costos variables	
Costos de mano de obra directa	4.26
Costos de materiales	12.339
Costos variables de energía	0.1167
Costos fijos	
Depreciaciones	0.26
Mano de obra indirecta	1.26
Otros costos fijos	0.17
TOTAL COSTOS	18.41
GASTOS (12%)	2.21
PRECIO DE VENTA	30
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	9.38

ANEXO 5: BALANCE DE LÍNEA

A. Balance actual de la línea de producción

Tabla 5 A 1

Balance de líneas en la empresa de balerinas

ESTACIÓN	TAREA	DESCRIPCIÓN	TS (min/und)	TS POR ESTACIÓN UN OPERARIO (min/und)	No OPERARIOS ACTUALES	TIEMPO DE CICLO POR ESTACIÓN (min/und)	TIEMPO MUERTO (min/und)
1	A	Cortar cuero	2.7	4.40	1	4.40	6.71
	B	Cortar Polibadana	1.7				
2	E	Limpiar planta	1.5	11.11	1	11.11	0.00
	C	Perfilar	7.9				
3	D	Colocar en horma	1.7	11.91	2	5.96	5.16
	F	Armar	11.9				
4	G	Realizar acabados	6.4	9.49	1	9.49	1.62
	H	Revisar	1.0				
	I	Alistar	2.1				
TOTAL			36.9	36.92	5.00	31.0	13.49

Cuello de botella estación 2= 11.11 min/und

$$\text{Producción actual obtenida por la línea} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{TS cuello de botella}} = \frac{480 \text{ min/día}}{11.11 \text{ min/und}} =$$

43.19 und/día

Tabla 5 A 2

Eficiencia actual de la línea de producción y sobre costo por tiempos muertos del balance actual, en la empresa de calzado balerina 2019.

CONCEPTO	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	TOTAL
Salario base	1200	1200	1200	930	
Pequeña empresa (27.48%) (*)	329.76	329.76	329.76	255.564	
Total salario	1529.76	1529.76	1529.76	1185.564	
T base mes (min) (49.	6215.04	6215.04	6215.04	6215.04	
Salario/min (soles/ mi	0.246	0.246	0.246	0.191	
Tiempo estándar (mir	4.40	11.11	11.91	9.49	
Costo MOD por und balance de línea	1.08	2.74	2.93	1.81	
actual (min/und)	6.71	0.00	5.16	1.62	
Total tiempo muerto (muerto al día	335.68	0.00	257.80	81.05	
(soles/día)	82.62	0.00	63.46	15.46	161.54

B. Nuevo balance de la línea de producción

Cálculo del número de estaciones de trabajo

a) Tiempo de ciclo

$$c = \frac{480 \text{ min/día}}{50 \text{ pares/día}}$$

$$c = 9.6 \text{ min/par}$$

b) No de estaciones de trabajo

$$N_t = \frac{36.9 \text{ min/par}}{8 \text{ min/par}}$$

$$N_t = 4.61$$

$$N_t = 4$$

Cálculo del número de operarios

a) Takt Time

$$Tack \ time = \frac{480 \text{ min/día}}{50 \text{ pares/día}}$$

$$Tack \ time = 9.6 \text{ min/par}$$

b) No de operarios

$$N^{\circ} \text{ operarios} = \frac{\text{Tiempo total requerido}}{\text{Tack time}}$$

$$N^{\circ} \text{ operarios} = \frac{36.9}{9.6}$$

$$N^{\circ} \text{ operarios} = 3.84$$

$$N^{\circ} \text{ operarios} = 4$$

Tabla 5 B 1

Diagrama de precedencias

TAREA	DESCRIPCIÓN	TS (min/und)	PRECEDENCIA
A	Cortar cuero	2.7	-
B	Cortar Polibadana	1.7	-
C	Perfilar	7.9	1,2
D	Colocar en horma	1.7	3
E	Limpiar planta	1.5	-
F	Armar	11.9	4,5
G	Realizar acabados	6.4	6
H	Revisar	1.0	7
I	Alistar	2.1	8
TOTAL		36.9	

Tabla 5 B 2

Balaneo de la línea de producción

ESTACIÓN DE TRABAJO	CANDIDATAS	ASIGNADA	EMPO (min/un)	TIEMPO ASIGNADO	TC (min/und)
1	A,B,E	A	2.7	9.6-2.7=6.9	5.9
		B	1.7	6.9-1.7= 5.2	
		E	1.5	5.2-1.5= 3.7	
2	C	C	7.9	9.6-7.9=1.7	9.6
	D	D	1.7	1.7-1.7=0	
3	F	F	5.95	9.6-5.95= 3.65	5.95
4	G	G	6.4	9.6-6.4=3.2	9.5
	H	H	1	3.2-1=2.2	
	I	I	2.1	2.2-2.1=0.1	

ESTACIÓN	OPERACIONES	TS (min/und)	No OPERARIOS	No OPERARIOS AJUSTADO	TIEMPO DE CICLO POR ESTACIÓN (min/und)	TIEMPO MUERTO (min/und)
1	A,B,E	5.9	0.61	1	5.900	3.70
2	C,D	9.6	1.00	1	9.600	0.00
3	F	11.9	1.24	2	5.950	3.65
4	G,H,I	9.5	0.99	1	9.500	0.10
TOTAL		36.9		5		7.45
		TS Cuello de botella		9.60		

Tabla 5 B 3

Eficiencia del nuevo balance de la línea de producción Sobrecosto por tiempos muertos del nuevo balance de la línea de producción

CONCEPTO	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	TOTAL
Salario base	1200	1200	1200		930
Pequeña empresa (27.48%) (*)	329.76	329.76	329.76		255.564
Total salario	1529.76	1529.76	1529.76		1185.564
T base mes (min)	6215.04	6215.04	6215.04		6215.04
Salario/min (soles/ mi)	0.246	0.246	0.246		0.191
Tiempo estándar (mir)	5.900	9.60	11.90		9.50
Costo MOD por und nuevo balance de línea (min/und)	1.45	2.36	2.93		1.81
Total tiempo muerto (muerto al día (soles/día)	3.70	0.00	3.65		0.10
	185	0	182.5		5
	45.54	0.00	44.92		0.95
					91.41

C. Balance de línea actual y proyectado

Tabla 5 C 1
Costos asociados al balance de línea actual

CONCEPTO	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	TOTAL
Salario base	1200	1200	1200	930	
Benef sociales Pequeña empresa (27.48%) (*)	329.76	329.76	329.76	255.564	
Total salario	1529.76	1529.76	1529.76	1185.564	
T base mes (min) (49.8%)	6220.032	12480	12480	12480	
Salario/min (soles/ min)	0.246	0.123	0.123	0.095	
Tiempo estándar (min/und)	4.40	11.11	11.91	9.49	
Costo MOD por und (soles/und)	1.08	1.36	1.46	0.90	
Tiempo muerto balance de línea actual (min/und)	6.71	0.00	5.16	1.62	
Total tiempo muerto día (min)	335.68	0.00	257.80	81.05	
Costo del tiempo muerto al día (soles/día)	82.56	0.00	31.60	7.70	121.86

Nota: solo estación Corte comparte funciones con los otras familias de producto por lo que su tiempo disponible es solo el 49.84%

Tabla 5 C 2
Costos asociados al balance de línea propuesto

CONCEPTO	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	TOTAL
Salario base	1200	1200	1200	930	
Benef sociales Pequeña empresa (27.48%) (*)	329.76	329.76	329.76	255.564	
Total salario	1529.76	1529.76	1529.76	1185.564	
T base mes (min)	6220.032	12480	12480	12480	
Salario/min (soles/ min)	0.246	0.123	0.123	0.095	
Tiempo estándar (min/und)	5.900	9.60	11.90	9.50	
Costo MOD por und (soles/und)	1.45	1.18	1.46	0.90	
Tiempo muerto nuevo balance de línea (min/und)	3.70	0.00	3.65	0.10	
Total tiempo muerto día (min)	185	0	182.5	5	
Costo del tiempo muerto al día (soles/día)	45.50	0.00	22.37	0.47	68.34

ANEXO 6: PRONÓSTICOS

A. Método estacional multiplicativo

Tabla 6 A 1

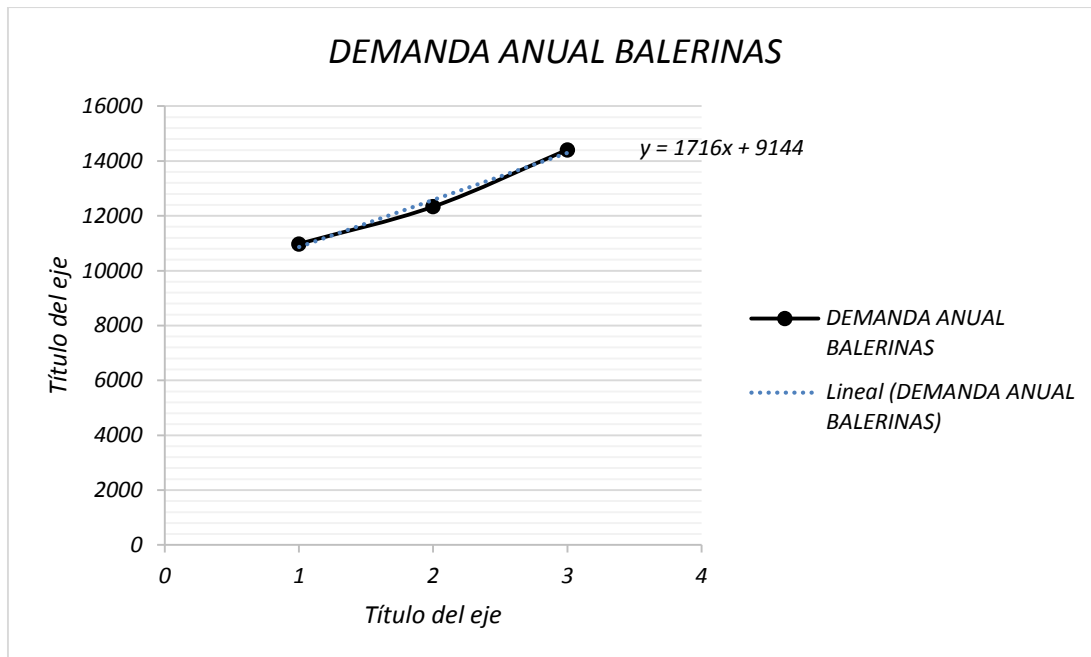
Pronóstico ventas estacional multiplicativo, calzado balerina, 2019

MES	DEMANDA			DEMANDA PROMEDIO	DEMANDA MENSUAL	INDICE ESTACIONAL	PRONÓSTICO (2019)	DEMANDA REAL 2019	ERROR DEL PRONÓSTICO	PRODUCCIÓN 2019	ERROR SIN PRONÓSTICO
	2016	2017	2018								
Enero	1260	1320	1500	1360	1048	1.298	1731	1680	-51	1200	480
Febrero	1068	1200	1560	1276	1048	1.218	1624	1716	92	1200	516
Marzo	1272	1380	1680	1444	1048	1.378	1838	1800	-38	1440	360
Abril	828	936	1140	968	1048	0.924	1232	1248	16	1440	-192
Mayo	708	840	1080	876	1048	0.836	1115	1176	61	1200	-24
Junio	900	1020	1200	1040	1048	0.992	1324	1236	-88	1080	156
Julio	984	1080	1140	1068	1048	1.019	1359	1200	-159	960	240
Agosto	756	900	1056	904	1048	0.863	1151	1176	25	960	216
Setiembre	864	960	1080	968	1048	0.924	1232	1164	-68	1320	-156
Octubre	888	984	1080	984	1048	0.939	1253	1116	-137	1080	36
Noviembre	672	816	936	808	1048	0.771	1029	1068	39	1200	-132
Diciembre	780	900	960	880	1048	0.840	1120	1056	-64	840	216
Total	10980	12336	14412	12576				15636	839	13920	2724
	Promedio mensual			1048							

Nota: el total del error contempla los valores absolutos mensuales, fuente Heyzer y Render (2014)

Figura 8

Función lineal de la tendencia demanda de Balerinas, 2019



Nota: en base a la demanda anual de los años 2016,2017 y 2018

Pronóstico anual 2019 en base a la tendencia demanda histórica: $y = 1716x + 9144$

Pronóstico para el 2019: $1716 \times 4 + 9144 = 16008$

Pronóstico promedio mensual 2019 = $16008 / 12 = 1334$ und/mes

Índice estacional enero:

$$\frac{\text{Demanda promedio del mes } i}{\text{Demanda promedio mensual}} = \frac{1360}{1048} = 1.298$$

Pronóstico mensual de enero = Pronóstico promedio mensual 2019 * índice estacional de enero

Ejm: para el mes de enero

Pronóstico: $1334 \times 1.298 = 1731$ und/mes

B. Método de suavización Exponencial simple

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde

F_t = Nuevo pronóstico

F_{t-1} = Pronóstico del periodo anterior

α = constante de suavización

A_{t-1} = demanda real del periodo anterior

Tabla 6 B 1

Pronóstico ventas suavizado exponencial simple calzado balerina, 2019

MES	DEMANDA 2018	PRONÓSTICO 2019	DEMANDA REAL 2019	ERROR DEL PRONÓSTICO	PRODUCCIÓN 2019	ERROR SIN PRONÓSTICO
-----	--------------	-----------------	-------------------	----------------------	-----------------	----------------------

1	1500	1500	1680	180	1200	480
2	1560	1500	1716	216	1200	516
3	1680	1530	1800	270	1440	360
4	1140	1605	1248	-357	1440	-192
5	1080	1373	1176	-197	1200	-24
6	1200	1226	1236	10	1080	156
7	1140	1213	1200	-13	960	240
8	1056	1177	1176	-1	960	216
9	1080	1116	1164	48	1320	-156
10	1080	1098	1116	18	1080	36
11	936	1089	1068	-21	1200	-132
12	960	1013	1056	43	840	216

C. Selección del mejor pronóstico a través del error del pronóstico

Tabla 6 C 1

Error de pronóstico ventas estacional multiplicativo, calzado balerina, 2019

PERIODO	DEMANDA REAL 2019	PRONÓSTICO 2019	ERROR PRONÓSTICO	MAD	MSE	MAPE
1	1680	1731	-51.15	51.15	2615.81	3.04%
2	1716	1624	91.78	91.78	8423.32	5.35%
3	1800	1838	-38.07	38.07	1449.23	2.11%
4	1248	1232	15.83	15.83	250.65	1.27%
5	1176	1115	60.94	60.94	3713.55	5.18%
6	1236	1324	-87.82	87.82	7711.79	7.10%
7	1200	1359	-159.46	159.46	25426.86	13.29%
8	1176	1151	25.30	25.30	639.97	2.15%
9	1164	1232	-68.17	68.17	4646.87	5.86%
10	1116	1253	-136.53	136.53	18641.63	12.23%
11	1068	1029	39.50	39.50	1559.95	3.70%
12	1056	1120	-64.15	64.15	4115.57	6.08%
Suma de errores			-372.00	838.69	79195.20	67.37%
COEFICIENTE				69.89	6599.60	5.61%

Tabla 6 C 2

Error de pronóstico ventas suavizado exponencial simple, calzado balerina, 2019

PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR PRONÓSTICO	MAD	MSE	MAPE
1	1500	1500	0.00	0.00	0.00	0.00%
2	1560	1500	60.00	60.00	3600.00	3.85%
3	1680	1530	150.00	150.00	22500.00	8.93%
4	1140	1605	-465.00	465.00	216225.00	40.79%
5	1080	1373	-292.50	292.50	85556.25	27.08%
6	1200	1226	-26.25	26.25	689.06	2.19%
7	1140	1213	-73.13	73.13	5347.27	6.41%
8	1056	1177	-120.56	120.56	14535.32	11.42%
9	1080	1116	-36.28	36.28	1316.33	3.36%
10	1080	1098	-18.14	18.14	329.08	1.68%
11	936	1089	-153.07	153.07	23430.52	16.35%
12	960	1013	-52.54	52.54	2759.94	5.47%
Suma de errores			-1027.46	1447.46	376288.77	127.53%
COEFICIENTE				120.62	31357.40	10.63%

ANEXO 7: PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

a) Datos de entrada

Tabla 7 a 1

Datos de entrada , calzado balerina, 2019

CONCEPTO	MONTO	UNIDAD
Tiempo estándar	36.9	min/und
Producción	0.03	und/min
Costos de producción	14.41	soles/par
Costo de horas normales	4.26	soles/par
Costos horas extras 25%	5.325	soles/par
Costo de faltantes (utilidad dejada de percibir)	9.38	soles/par
Tasa de mantener inventario mensual	1.7%	
Costos de mantener inventario por und: costo de producción x tasa de mantener mensual	0.246411	soles/par
Costo de faltantes (utilidad dejada de percibir)	9.38	soles/par
Tasa de mantener inventario mensual	1.7%	

b) PAP actual estrategia: mantener personal fijo, permitir faltantes e inventario

Tabla 7 b 1

Sobrecostos de producción sin planeamiento (método actual), calzado balerina, 2019

CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Demanda (pedidos)	1680	1716	1800	1248	1176	1236	1200	1176	1164	1116	1068	1056	
Producción efectuada	1200	1200	1440	1440	1200	1080	960	960	1320	1080	1200	840	
Inventario generado				192	216	60			156	120	252	36	
Faltantes	480	516	360				180	216					
Producción + inventario mes anterior - pedidos	-480	-516	-360	192	216	60	-180	-216	156	120	252	36	
Operarios	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Costo de mantener inventario	0.0	0.0	0.0	47.3	53.2	14.8	0.0	0.0	38.4	29.6	62.1	8.9	254.29615
Costo de faltantes	4502.4	4840.08	3376.8	0	0	0	1688.4	2026.08	0	0	0	0	16433.76
SOBRECOSTO DE PRODUCCIÓN SIN PLANEAMIENTO	4502.4	4840.1	3376.8	47.3	53.2	14.8	1688.4	2026.1	38.4	29.6	62.1	8.9	16688.1

c) Selección de la estrategia del PAP

Tabla 7 c 1

PAP propuesto estrategia personal fijo, se permite faltantes, 2019.

CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Pronóstico de demanda	1731	1624	1838	1232	1115	1324	1359	1151	1232	1253	1029	1120	16008
Días disponibles	26	25	26	24	26	24	26	26	25	26	25	25	304
No de trabajadores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas disponibles	1040	1000	1040	960	1040	960	1040	1040	1000	1040	1000	1000	12160
Producción en tiempo normal ajustad	1691	1626	1691	1561	1691	1561	1691	1691	1626	1691	1626	1626	19772
Inventario	0	0		0	0								0
Producción faltante	40		147										187
Producción -pedidos	-40	2	-147	329	576	237	332	540	394	439	598	506	
Costo de faltante	375.20	0.00	1378.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1754
SOBRECOSTO DE PRODUCCIÓN	375.20	0.00	1378.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1754

Tabla 7 c 2

PAP propuesto estrategia personal fijo, se persigue la demanda con horas extras, 2019.

CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Pronóstico de demanda	1731	1624	1838	1232	1115	1324	1359	1151	1232	1253	1029	1120	16008
Días disponibles	26	25	26	24	26	24	26	26	25	26	25	25	304
No de trabajadores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas disponibles	1040	1000	1040	960	1040	960	1040	1040	1000	1040	1000	1000	12160
Producción en tiempo normal	1691	1624	1691	1232	1115	1324	1359	1151	1232	1253	1029	1120	15821
Producción en tiempo extra 25%	40		147										
Inventario	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción -pedidos	-40	0	-147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo por horas extra	213.00	0.00	782.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	996
SOBRECOSTO DE PRODUCCIÓN	213.00	0.00	782.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	995.78

ANEXO 8: INVENTARIOS DE MATERIALES

Tabla 8 A

Registros de compras, método actual de la empresa de calzado balerinas, 2019.

MES	SEMANA	Cuero sintético (m)	Poli badana	Plantas calzado (par)	Celastin 0.05 mm (m)	Celastin 0.08 mm (m)	Plancha de fibra de 2 mm	Chinches (1 caja de 100)	Hilo	Pegamento	Cemento	Punti	Disolvente	Bencina	Esponja	Limpio pren	Caja	Bolsa acrílica
ENERO	1	350	350	500	40	40	20	30	6	20	20	20	10	20	10	20	600	600
	2			200	10	10	10										150	150
	3	150	150	500				30		15	15	15	5	15	10	15	600	600
	4	52	52					15					2		10			
	Total	552	552	1200	50	50	30	75	6	35	35	35	17	35	30	35	1350	1350
Demanda	552	552	1200	49	49	29	67	6	27	27	27	17	27	29	27	1340	1340	
Inventari	0	0	0	1	1	1	8	0	8	8	8	0	8	1	8	10	10	
FEBRERO	1	240	240	500	40	40	20	30	6	20	20	20	10	20	10	20	600	600
	2			200	10	10	10										180	180
	3	150	150	500				30		15	15	15	5	15	10	15	600	600
	4	64	64					15					2		10			
	Total	454	454	1200	50	50	30	75	6	35	35	35	17	35	30	35	1380	1380
Demanda	454	454	1200	50	50	29	69	6	28	28	28	18	28	29	28	1380	1380	
Inventari	0	0	0	1	1	2	14	0	15	15	15	-1	15	2	15	10	10	
MARZO	1	260	260	600	40	40	30	30	6	20	20	20	10	20	10	20	600	600
	2	150	150		10	10	10											
	3	150	150	600				30					5		10		600	600
	4			250				15					3		10		300	300
	Total	560	560	1450	50	50	40	75	6	20	20	20	18	20	30	20	1500	1500
Demanda	560	560	1440	52	52	31	72	6	29	29	29	18	29	31	29	1440	1440	
Inventari	0	0	10	-1	-1	11	17	0	6	6	6	-1	6	1	6	70	70	
ABRIL	1	240	240	800	40	40	10	30	5	20	20	20	15	20	10	20	500	600
	2																	
	3	80	80	640				10							10		500	600
	4	22	22															
	Total	342	342	1440	40	40	10	40	5	20	20	20	15	20	20	20	1000	1200
Demanda	342	342	1440	36	36	21	50	4	20	20	20	13	20	21	20	1000	1000	
Inventari	0	0	10	3	3	0	7	1	6	6	6	1	6	0	6	70	270	
MAYO	1	200	200	700	40	40	20	30	5	20	20	20	10	20	10	20	600	600
	2			80														
	3	60	60	450				30							10		300	600
	4	25	25															
	Total	285	285	1230	40	40	20	60	5	20	20	20	10	20	20	20	900	1200
Demanda	285	285	1200	35	35	20	48	4	19	19	19	12	19	20	19	950	950	
Inventari	0	0	40	8	8	0	19	2	7	7	7	-1	7	0	7	20	520	
JUNIO	1	200	200	500	40	40	20	30	5	20	20	20	10	20	10	20	600	600
	2			100														
	3			400											12		300	
	4	90	90	90			5	5					5				80	
	Total	290	290	1090	40	40	25	35	5	20	20	20	15	20	22	20	980	600
Demanda	297	297	1080	36	36	21	50	4	20	20	20	13	20	21	20	990	990	
Inventari	-7	-7	50	12	12	4	4	3	7	7	7	1	7	1	7	10	130	

MES	SEMANA	Cuero sintético (m)	Poli badana	Plantas calzado (par)	Celastin 0.05 mm (m)	Celastin 0.08 mm (m)	Plancha de fibra de 2 mm	Chinches (1 caja de 100)	Hilo	Pegamento	Cemento	Punti	Disolvente	Bencina	Esponja	Limpio pren	Caja	Bolsa acrílica
JULIO	1	200	200	600	40	40	100	30	5	20	20	20	10	20	10	20	400	600
	2												5		10			
	3	150	150	450			80	30							5		450	450
	4						30										100	
	Total	350	350	1050	40	40	210	60	5	20	20	20	15	20	25	20	950	1050
	Demanda	288	288	960	35	35	212	48	4	20	20	20	12	20	21	20	960	960
	Inventario	55	55	140	17	17	2	16	4	7	7	7	4	7	5	7	0	220
AGOSTO	1	150	150	500	30	30	20	30		20	20	20	10	20	10	20	500	600
	2								5									
	3	100	100	460				20							10		470	450
	4																	
	Total	250	250	960	30	30	20	50	5	20	20	20	10	20	20	20	970	1050
	Demanda	285	285	960	35	35	20	48	4	19	19	19	12	19	20	19	950	950
	Inventario	20	20	140	12	12	2	18	5	8	8	8	2	8	5	8	20	320
ETIEMBRE	1	150	150	1000	30	30	20	30	5	20	20	20	10	20	10	20	500	300
	2																	
	3	100	100	350				20					5		10		450	350
	4	10	10															
	Total	260	260	1350	30	30	20	50	5	20	20	20	15	20	20	20	950	650
	Demanda	282	282	1320	34	34	20	47	4	19	19	19	12	19	20	19	940	940
	Inventario	-2	-2	170	8	8	2	21	6	9	9	9	5	9	5	9	30	30
OCTUBRE	1	100	100	800	20	20	20	30	5	20	20	20	10	20	10	20	600	600
	2	50	50												5			
	3	150	150	300				20							10		300	300
	4				10	10												
	Total	300	300	1100	30	30	20	50	5	20	20	20	10	20	25	20	900	900
	Demanda	270	270	1080	33	33	19	45	4	18	18	18	12	18	19	18	900	900
	Inventario	28	28	190	5	5	3	26	7	11	11	11	3	11	11	11	30	30
NOVIEMBRE	1	100	100	500	40	40	20	10	5	20	20	20	10	20	10	20	400	600
	2			80														
	3	110	110	600											5		500	600
	4	20	20					10										
	Total	230	230	1180	40	40	20	20	5	20	20	20	10	20	15	20	900	1200
	Demanda	258	258	1200	31	31	19	43	4	18	18	18	11	18	18	18	860	860
	Inventario	0	0	170	14	14	4	3	8	13	13	13	2	13	8	13	70	370
DICIEMBRE	1	200	200	500	20	20	20	15	5	10	10	10	10	10	10	10	500	600
	2							5										
	3	150	150	300				20							5		300	300
	4			30														
	Total	350	350	830	20	20	20	40	5	10	10	10	10	10	15	10	800	900
	Demanda	252	252	840	31	31	18	42	4	17	17	17	11	17	18	17	840	840
	Inventario	98	98	160	3	3	6	1	9	6	6	6	1	6	5	6	30	430
TOTAL		4223	4223	14080	460	460	465	630	63	260	260	260	162	260	272	260	12580	12980
No de pedidos		32	32	32	15	16	18	28	12	12	12	12	21	14	29	14	29	26
medio del pedido		131.969	131.97	440	30.66667	28.75	25.833333	22.5	5.25	21.6667	21.66667	21.667	7.7143	18.5714	9.37931	18.5714	433.7931	499.231
total de pedidos al año		354																
de pedidos urgentes		21																
Precio por par		3.60	3.30	2.40	0.14	0.16	0.30	0.03	0.03	0.58	0.73	0.58	0.10	0.01	0.25	0.21	0.80	0.05
Consumo MP por		0.3	0.3	2	0.036	0.036	0.021	0.05	0.004	0.02	0.02	0.02	0.013	0.02	0.021	0.02	1	1
Lote mínimo de compra		1.5m2	1 m	6 pares	0.5m2	0.5m2	1 plancha	1 cajax10	1 conox	1 gl	1 gl	1 gl	1 gl	1 gl	1 placha	250 ml	6 und	1 ciento
Unidad de medida		m2	m2	par	m2	m2	plancha	caja	cono	galón	litro	galón	galón	litro	plancha	litro	unid	unid

Nota: En el cuadro se puede apreciar las compras realizadas durante el año las cuales se realizan de manera quincenal, en el cual se identifica compras urgentes realizadas durante el periodo 2019, teniendo en cuenta que, si son varios pedidos en un mismo día, se realiza en el mismo horario es por ello que se considera una sola compra en ese caso, en la investigación se registraron 21 compras urgentes.

Tabla 8 B

Costos actuales de inventario de materiales, balerinas, 2019

CANTIDAD ANUAL COMPRADA	UNIDAD	CONSUMO POR PAR CALZADO	LOTE MINIMO	# DE PEDIDOS	COSTO DEL ARTICULO POR PAR CALZADO	PROMEDIO DEL PEDIDO (Q)	COSTO DE PEDIDO (S) (soles/año)	COSTO DE MANTENER POR UND (H) (soles/año)	COSTO PEDIR Y MANTENER SIN MRP (Soles/año)
4223	m2	0.3	1.5m2	32	3.00	119	338.64	475.09	813.72
4223	m2	0.3	1 m	32	2.88	119	338.64	475.09	813.72
14080	par	1	6 pares	32	4.80	392	343.93	1,584.00	1927.93
460	m2	0.036	0.5m2	15	0.14	31	143.70	51.75	195.45
460	m2	0.036	0.5m2	16	0.16	29	153.28	51.75	205.03
465	plancha	0.021	1 plancha	18	0.30	26	172.44	52.31	224.75
630	caja	0.05	1 cajax1000	28	0.03	23	268.24	70.88	339.12
63	cono	0.004	1 conox10 doc	12	0.03	5	114.96	7.09	122.05
260	galón	0.02	1gl	12	0.58	22	114.96	29.25	144.21
260	litro	0.02	1 gl	12	0.73	22	114.96	29.25	144.21
260	galón	0.02	1 gl	12	0.58	22	114.96	29.25	144.21
162	galón	0.0125	1 gl	21	0.10	8	201.18	18.23	219.41
260	litro	0.02	1 gl	14	0.01	19	134.12	29.25	163.37
272	plancha	0.021	1 placha/25 doc	29	0.25	9	277.82	30.60	308.42
260	litro	0.02	250 ml	14	0.21	19	134.12	29.25	163.37
12580	unid	1	6 und	29	0.800	434	277.82	1,415.25	1693.07
12980	unid	1	1 ciento	26	0.05	499	249.08	1,460.25	1709.33
						TOTAL	3,492.84	5,838.53	9,331.37

Tabla 8 C

Costos de inventarios con propuesta de MRP

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	No DE ÓRDENES DE PROD	No de PEDIDOS (D/Q)	MAT/PAR	DEMANDA ANUAL	CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO	PRECIO UNITARIO	H ANUAL	S ANUAL	COSTO DE PEDIR: (SxD)/Q	COSTO DE MANTENER: HxQ/2	COSTO PEDIR Y MANTENER
Balerina en caja	caja	48			15979							
Cuero sintético	m2	48	26	0.3	4794	184	12.0	22.5%	9.58	249.0	20.7	269.7
Poli badana	m2	48	25	0.3	4794	193	11.0	22.5%	9.58	238.4	21.7	260.1
Plantas calzado	par	48	21	1	15979	753	2.4	22.5%	9.58	203.3	84.7	288.0
Celastin 0.05 mm	m2	12	5	0.036	575	111	4.0	22.5%	9.58	49.8	12.4	62.2
Celastin 0.08 mm	m2	11	6	0.036	575	104	4.5	22.5%	9.58	52.8	11.7	64.6
Plancha de fibra de 2 mm	plancha	7	8	0.021	336	45	14.4	22.5%	9.58	72.1	5.0	77.1
Chinches	caja	12	2	0.05	799	321	0.7	22.5%	9.58	23.8	36.1	60.0
Hilo	cono	2	2	0.004	64	28	7.0	22.5%	9.58	22.0	3.1	25.1
Pega mento	galón	8	10	0.02	320	31	29.2	22.5%	9.58	100.2	3.4	103.6
Cemento	litro	8	12	0.02	320	27	36.5	22.5%	9.58	112.0	3.1	115.1
Punti	galón	8	10	0.02	320	31	29.2	22.5%	9.58	100.2	3.4	103.6
Disol vente	galón	4	4	0.0125	200	46	8.0	22.5%	9.58	41.5	5.2	46.7
Bencina	litro	7	1	0.02	320	261	0.4	22.5%	9.58	11.7	29.3	41.1
Espanja	plancha	5	7	0.021	336	49	12.0	22.5%	9.58	65.9	5.5	71.4
Limpio pren	litro	9	6	0.02	320	51	10.4	22.5%	9.58	59.9	5.8	65.6
Caja	unid	48	12	1	15979	1304	0.8	22.5%	9.58	117.4	146.7	264.1
Bolsa acrílica	unid	48	3	1	15979	5217	0.1	22.5%	9.58	29.3	586.9	616.2
TOTAL COSTO										1549.3	984.9	2534.3

En el análisis del costo no se ha considerado el costo de compra pues las demandas son diferentes en el método actual y propuesto; debido al empirismo con que se maneja la demanda en la actualidad y esta planificación está en base a un pronóstico. Considerando para tal efecto de comparación solo los costos de mantener y de pedir.

ANEXO 9: MRP

Tabla 9 A

Boom de materiales en la empresa de calzado Balerinas, 2019

BALERINA	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR PAR
Cuero sintético	m2	0.3
Poli badana	m2	0.3
Plantas calzado	par	1
Celastin 0.05 mm	m2	0.036
Celastin 0.08 mm	m2	0.036
Plancha de fibra de 2 mm	plancha	0.021
Chinches	caja	0.05
Hilo	cono	0.004
Pega mento	galón	0.02
Cemento	litro	0.02
Punti	galón	0.02

Disol vente	galón	0.0125
Bencina	litro	0.02
Espanja	plancha	0.021
Limpio pren	litro	0.02
Caja	unid	1
Bolsa acrílica	unid	1

Tabla 9 B

MRP, polibadana, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	113	113	113	113	113	113	124	135	135	135	135	135	90	90	101	90	90	90	90	90	
Entradas Previstas																					
Stock Final	27	107	188	75	156	43	124	193	58	116	174	39	97	200	110	201	111	214	124	34	137
Necesidades Netas	111	30	0	62	0	94	25	0	102	44	0	121	18	0	17	0	4	0	0	81	
Pedidos Planeados	193	193	0	193	0	193	193	0	193	193	0	193	193	0	193	0	193	0	0	193	
Lanzamiento de órdenes	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
90	90	90	101	101	101	101	101	90	90	90	90	90	90	90	90	90	101	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
47	150	60	152	51	142	41	132	42	145	55	158	68	171	81	184	94	197	96	199	109	212	122	32	135	45	148	58
0	68	0	66	0	76	0	86	0	73	0	60	0	47	0	34	0	21	0	19	0	6	0	0	83	0	70	0
0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	193	0	0	193	0	193	0
193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193	193

Tabla 9 C

MRP, Plantas de calzado, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	375	375	375	375	375	375	413	450	450	450	450	450	300	300	338	300	300	300	300	300	
Entradas Previstas																					
Stock Final	80	458	83	461	86	464	89	429	732	282	585	135	438	138	591	253	706	406	106	559	259
Necesidades Netas	377	0	374	0	371	0	406	103	0	250	0	397	0	244	0	129	0	0	276	0	
Pedidos Planeados	753	0	753	0	753	0	753	753	0	753	0	753	0	753	0	753	0	0	753	0	
Lanzamiento de órdenes	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
300	300	300	338	338	338	338	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
712	412	112	527	189	604	266	681	381	834	534	234	687	387	87	540	240	693	355	808	508	208	661	361	814	514	214	667
123	0	0	308	0	231	0	154	0	1	0	0	148	0	0	295	0	142	0	27	0	0	174	0	21	0	0	168
753	0	0	753	0	753	0	753	0	753	0	0	753	0	0	753	0	753	0	753	0	0	753	0	753	0	0	753
	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753

Tabla 9 D

MRP, celastin 0.05 mm, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	14	14	14	14	14	14	15	16	16	16	16	16	11	11	12	11	11	11	11	11	
Entradas Previstas																					
Stock Final	32	19	5	103	89	76	62	47	31	15	110	93	77	66	56	43	33	22	11	111	100
Necesidades Netas	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Pedidos Planeados	0	0	111	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0
Lanzamiento de órdenes		111								111										111	

	SEMANA																											
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	11	11	11	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	90	79	68	56	44	31	19	7	107	97	86	75	64	53	43	32	21	10	109	98	87	77	66	55	44	33	23	12
	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									111										111									

Tabla 9 E

MRP, Celastin 0.08 mm, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	14	14	14	14	14	14	15	16	16	16	16	16	11	11	12	11	11	11	11	11	
Entradas Previstas																					
Stock Final	26	13	103	90	76	63	49	34	18	106	90	74	57	47	36	24	13	106	95	84	74
Necesidades Netas	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Pedidos Planeados	0	104	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	
Lanzamiento de órdenes		104							104								104				

	SEMANA																											
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	11	11	11	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	63	52	41	29	17	5	97	84	74	63	52	41	30	20	9	102	91	80	68	57	47	36	25	14	3	97	86	75
	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0
							104									104									104			

Tabla 9 F

MRP, plancha de fibra, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	6	6	7	6	6	6	6	6	
Entradas Previstas																					
Stock Final	17	9	46	38	30	22	14	6	41	32	22	13	3	42	36	29	22	16	10	4	42
Necesidades Netas	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Pedidos Planeados	0	45	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	45
Lanzamiento de órdenes		45							45					45						45	

SEMANA																												
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
6	6	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
36	30	23	16	9	2	40	33	27	20	14	8	46	40	34	27	21	15	8	46	40	34	28	21	15	9	2	41	
0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	45	
														45														

Tabla 9 G
MRP, chinchas, 2019

SEMANA																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
Necesidades Brutas	19	19	19	19	19	19	21	23	23	23	23	23	15	15	17	15	15	15	15	15							
Entradas Previstas																											
Stock Final				8	310	292	273	254	235	217	196	173	151	128	106	83	68	53	37	22	7	313	298	283			
Necesidades Netas	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0				
Pedidos Planeados	321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	0	0				
Lanzamiento de órdenes	321																	321									

SEMANA																												
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
15	15	15	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
268	253	238	221	204	187	170	153	138	123	108	93	78	63	48	33	18	324	307	292	277	262	247	232	217	202	187	172	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
														321														

Tabla 9 H
MRP, hilo, 2019

SEMANA																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
Necesidades Brutas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1							
Entradas Previstas																											
Stock Final				5	4	2	1	27	25	24	22	20	19	17	15	13	12	11	9	8	7	6	5	3			
Necesidades Netas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Pedidos Planeados	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Lanzamiento de órdenes	28																	28									

SEMANA																												
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	0	27	25	24	23	21	20	19	18	16	15	14	13	12	10	9	8	7	5	4	3	2	1	27	26	25	
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0		
														28														

Tabla 9 I
MRP, pegamento, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	6	6	7	6	6	6	6	6	
Entradas Previstas																					
Stock Final	7	30	23	15	8	31	24	15	6	28	19	10	32	26	20	14	8	2	27	21	15
Necesidades Netas		3	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	
Pedidos Planeados		31	0	0	0	31	0	0	0	31	0	0	31	0	0	0	0	31	0	0	
Lanzamiento de órdenes	31			31				31			31						31				

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
6	6	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	3	28	21	14	7	31	25	19	13	7	32	26	20	14	8	2	27	20	14	8	2	27	21	15	9	3	28
0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5
0	0	31	0	0	0	31	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	31	0	0	0	0	31
	31				31					31					31				31							31	

Tabla 9 J
MRP, cemento, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	6	6	7	6	6	6	6	6	
Entradas Previstas																					
Stock Final	4	24	16	9	28	21	13	5	23	14	5	23	14	8	2	22	16	10	4	25	19
Necesidades Netas		6	0	0	1	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0	7	0	0	0	4	0
Pedidos Planeados		27	0	0	27	0	0	0	27	0	0	27	0	0	0	27	0	0	0	27	0
Lanzamiento de órdenes	27			27				27			27				27				27		

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
6	6	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
13	7	28	22	15	8	28	22	16	10	4	25	19	13	7	28	22	16	9	3	24	18	12	6	27	21	15	9
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0
0	0	27	0	0	0	27	0	0	0	0	27	0	0	0	27	0	0	0	0	27	0	0	0	27	0	0	0
	27				27					27					27				27							27	

Tabla 9 K

MRP, punti, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	6	6	7	6	6	6	6	6	
Entradas Previstas																					
Stock Final	7	30	23	15	8	31	24	15	6	28	19	10	32	26	20	14	8	2	27	21	15
Necesidades Netas		3	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0
Pedidos Planeados		31	0	0	0	31	0	0	0	31	0	0	31	0	0	0	0	0	31	0	0
Lanzamiento de órdenes	31				31				31			31					31				

	SEMANA																											
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	6	6	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	9	3	28	21	14	7	31	25	19	13	7	32	26	20	14	8	2	27	20	14	8	2	27	21	15	9	3	28
	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	5
	0	0	31	0	0	0	31	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	31	0	0	0	0	31
	31				31						31				31				31			31					31	

Tabla 9 L

MRP, disolvente, 2019

	SEMANA																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Necesidades Brutas	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	
Entradas Previstas																					
Stock Final	11	6	2	43	38	34	29	24	18	13	7	1	42	38	34	30	26	22	19	15	11
Necesidades Netas		0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanzamiento de órdenes		46										46									

	SEMANA																											
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	7	4	46	42	38	33	29	25	21	17	14	10	6	2	45	41	37	33	29	25	22	18	14	10	7	3	45	41
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0
	46											46															46	

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4	47	40	32	25	17	10	2	46	38	31	23	16	8	52	44	37	29	22	14	7	50	43	35	28	20	13	5
0	6	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
0	51	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0
51								51					51							51							

Tabla 9 P

MRP, caja, 2019

	SEMANA																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
Necesidades Brutas	375	375	375	375	375	375	413	450	450	450	450	450	300	300	338	300	300	300	300	300						
Entradas Previstas																										
Stock Final					80		1009	634	259	1188	813	438	1329	879	429	1283	833	383	83	1087	749	449	149	1153	853	553
Necesidades Netas	377	0	0	198	0	0	57	0	0	103	0	0	0	299	0	0	0	233	0	0	0					
Pedidos Planeados	1304	0	0	1304	0	0	1304	0	0	1304	0	0	1304	0	0	0	1304	0	0	0	1304	0	0	1304	0	0
Lanzamiento de órdenes	1304			1304			1304			1304			1304			1304			1304			1304			1304	

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
300	300	300	338	338	338	338	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
253	1257	957	619	281	1247	909	571	271	1275	975	675	375	1379	1079	779	479	179	1145	845	545	245	1249	949	649	349	1353	1053
0	129	0	0	0	139	0	0	0	111	0	0	0	7	0	0	0	0	241	0	0	0	137	0	0	0	33	0
0	1304	0	0	0	1304	0	0	0	1304	0	0	0	1304	0	0	0	0	1304	0	0	0	1304	0	0	0	1304	0
1304			1304		1304		1304		1304			1304			1304			1304			1304			1304			1304

Tabla 9 Q

MRP, bolsa acrílica, 2019

	SEMANA																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
Necesidades Brutas	375	375	375	375	375	375	413	450	450	450	450	450	300	300	338	300	300	300	300	300						
Entradas Previstas																										
Stock Final					80		4922	4547	4172	3797	3422	3047	2634	2184	1734	1284	834	384	84	5001	4663	4363	4063	3763	3463	3163
Necesidades Netas	377	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pedidos Planeados	5217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanzamiento de órdenes	5217																5217									

SEMANA																											
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
300	300	300	338	338	338	338	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	338	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
2863	2563	2263	1925	1587	1249	911	573	273	5190	4890	4590	4290	3990	3690	3390	3090	2790	2452	2152	1852	1552	1252	952	652	352	5269	4969
0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	5217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5217	0
									5217																	5217	

ANEXO 10: RENTABILIDAD ACTUAL Y CON MEJORAS

Tabla 10 A

Rentabilidad actual

VENTAS	417600
COSTOS	256251.4
GASTOS (12%)	30750.168
UTILIDAD	130598.43
RENTABILIDAD	31.3%

Tabla 10 B

Rentabilidad con las mejoras

VENTAS EFECTUADAS	417600.00
VENTAS FALTANTES	16433.76
VENTA TOTAL	434033.76
COSTOS	
COSTO ACTUAL	256251.40
Ahorro tiempo muerto balance de línea	10896.52
Ahorro por compras urgentes	1228.50
Ahorro PAP	15692.30
Ahorro inventario	6797.00
COSTO NETO	221637.08
GASTOS (12%)	26596.45
UTILIDAD	185800.23
RENTABILIDAD	42.8%

Nota: Como se observa en los análisis realizados la mejora realizada es del 11.5 %