



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la  
productividad de la línea de crudo en la Empresa  
Beltrán E.I.R.L.- Chimbote 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

Lachira Castro, Paola Alejandra (orcid.org/0000-0003-0697-0940)

Mayo Luna, Silver Brayhan (orcid.org/0000-0002-1938-4070)

**ASESORA:**

Dra. Perez Campomanes, María Delfina (orcid.org/0000-0003-4087-3933)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHIMBOTE – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

**A Nuestro señor celestial**, por conducirnos durante todo nuestro recorrido superior universitario, por permitirnos dedicar este trabajo a las personas que queremos, por siempre iluminarnos para alcanzar nuestros objetivos aun en los momentos más difíciles.

**A nuestros padres**, que son nuestro soporte y ejemplo de sacrificio y ahínco, que cada día nos han brindado el valor de la superación y el deseo de querernos ver profesionales.

**A nuestros hermanos**, que con su valiosa compañía y apoyo nos permitió sacar nuestro mayor esfuerzo y motivación para no defraudarlos.

**A nuestros amigos**, que colaboramos mutuamente y Nos daban aliento en los que fue nuestro trayecto universitario, donde se formó un bonito vinculo de amistad que se sigue fortaleciendo

## **Agradecimiento**

**A Dios,** Por siempre iluminar nuestro trayecto, mantenernos sanos y fuertes y darnos las energías para poder cumplir con nuestras metas trazadas

**A nuestros Padres,** por siempre estar pendiente de nuestro desarrollo, por darnos la confianza y apoyo necesario para lograr este gran objetivo de nuestra vida

**A la Universidad César Vallejo,** Por abrirme Las puertas a un mundo de oportunidades, por Brindarme gran parte de los conocimientos con los que contamos ahora y el esfuerzo constante en sacar la mejor versión de cada estudiante.

**A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial,** por compartir su tiempo, paciencia y conocimiento, por impulsarnos siempre a ser profesionales con valores.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Métodos de análisis de datos .....	21
3.7 Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN .....	48
IV. CONCLUSIONES.....	54
IV. RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS .....	57
ANEXOS .....	64

## Índice de tabla

<b>Tabla 1</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
<b>Tabla 2</b> Métodos de análisis de datos .....	21
<b>Tabla 3</b> Datos para el cálculo del Takt Time .....	23
<b>Tabla 4</b> Matriz de impacto de las causas raíz del problema central de la línea de crudo .....	26
<b>Tabla 5</b> Productividad de la mano de obra antes de la aplicación del Lean Manufacturing .....	27
<b>Tabla 6</b> Productividad de la MP antes de la aplicación del Lean Manufacturing.....	28
<b>Tabla 7</b> Objetos observados con las tarjetas rojas.....	30
<b>Tabla 8</b> Checklist para la calificación de los criterios de la metodología 5S's.....	33
<b>Tabla 9</b> Disponibilidad de la máquina selladora.....	35
<b>Tabla 10</b> Registro del programa de capacitación .....	36
<b>Tabla 11</b> Registro de ejecución de cumplimiento de limpieza y lubricación.....	37
<b>Tabla 12</b> Disponibilidad de la máquina selladora .....	38
<b>Tabla 13</b> Cálculo del OEE durante de los meses de aplicación.....	39
<b>Tabla 14</b> Datos para el cálculo del Takt Time .....	41
<b>Tabla 15</b> Productividad de mano de obra después de la aplicación de Lean Manufacturing.....	43
<b>Tabla 16</b> Productividad de materia prima después de la aplicación de Lean Manufacturing.....	44
<b>Tabla 17</b> Tabla comparativa de la productividad de la mano de obra.....	45
<b>Tabla 18</b> Tabla comparativa de la productividad de la mano de obra.....	45
<b>Tabla 19</b> Tabla comparativa de la productividad de la mano de obra.....	46

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Mapa de flujo de valor.....	24
<b>Figura 2</b> Mapa de flujo de valor.....	42
<b>Figura 3</b> Análisis estadísticamente de la productividad de MO de la línea de crudo.....	47
<b>Figura 4</b> Análisis estadísticamente de la productividad de la MO de la línea de crudo.....	47

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo aplicar el Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L, 2022. Se usó un diseño preexperimental con una prueba inicial y una prueba final a la aplicación. La población estuvo conformada por siete procesos productivos que elaboran en la línea de crudo, y como muestra es solo un proceso productivo de conserva de anchoveta en salsa de tomate. Como instrumentos se utilizó formatos de registros de disponibilidad, de mantenimiento autónomo, diagrama de Ishikawa, formato de matriz de impacto, formato de VSM, Checklist. Dentro de los resultados, se pudo lograr aumentar la productividad de la mano de obra y materia prima siendo antes de aplicar las herramientas Lean, una productividad de MO de 0.94 cajas/min y de MP de 82.86 cajas/tm, y posterior a la aplicación del Lean, se pudo obtener una productividad de 1.03 cajas/min y 92.11 cajas/tm respectivamente, logrando un aumento del 9% en la productividad de mano de obra y un 11% en la productividad de materia prima. Como conclusión se tuvo que, la aplicación del Lean Manufacturing influye de manera positiva en el aumento de la productividad.

Palabras clave: Lean Manufacturing, productividad, disponibilidad.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work was to apply Lean Manufacturing to increase the productivity of the crude line in the company Beltrán E.I.R.L, 2022. A pre-experimental design was used with an initial test and a final application test. The population was made up of seven production processes that are produced in the crude line, and as a sample it is only one production process, which is canned anchovy in tomato sauce. As instruments, formats of records of availability, autonomous maintenance, Ishikawa diagram, impact matrix format, VSM format, Checklist were used. Among the results, it was possible to increase the productivity of labor and raw material, being before applying the Lean tools, a productivity of OM of 0.94 boxes/min and MP of 82.86 boxes/tm, and after the application. From Lean, it was possible to obtain a productivity of 1.03 boxes/min and 92.11 boxes/tm respectively, achieving a 9% increase in labor productivity and 11% in raw material productivity. As a conclusion, it was concluded that the application of Lean Manufacturing positively influences the increase in productivity.

Keywords: Lean Manufacturing, productivity, availability

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las compañías u organizaciones se quedan estancadas y no crecen periódicamente, puesto que no buscan optimizar el nivel de gestión de sus procesos y las relaciones con sus trabajadores, lo que ocasiona que no fluya todo su potencial. Los problemas más comunes en las empresas manufactureras son los desperdicios de tiempo y no tener un control de sus procesos, lo que provoca la baja productividad. Es por ese motivo que la metodología del *Lean Manufacturing* ha surgido como un recurso de solución para los distintos modelos de dirección y administración de empresas, teniendo en cuenta que, está situada a disminuir al mínimo todos aquellos desperdicios posibles hasta eliminar todo aquello que no aporta valor, como: tiempos muertos, cuellos de botellas y paradas inesperadas, todo ello con el propósito de incrementar la productividad.

Por otro lado, el alcanzar una mejora en cuanto a los niveles de productividad es muy fundamental para cualquier tipo de compañía que quiera subsistir en el entorno actual, ello implica que las empresas examinen y definan estrategias a fin de conseguir mejores resultados tanto cualitativos como cuantitativos. Una de las metodologías que han ayudado a las empresas a optimizar sus procesos, tiene relación con el *Lean Manufacturing*, la cual tuvo sus inicios en la industria de automóviles. Es aquí donde se menciona el tema de la compañía Toyota, donde efectuaron procedimientos basados en sistemas de producción *Just in Time*, *Jidoka* y *Kanban*; en vista de que, combinaban calidad, eficiencia, eficacia y efectividad.

En el Perú, la metodología del *Lean Manufacturing* debería convertirse en un método muy importante para la producción, ya que ayuda a reducir desperdicios y las pérdidas de materia prima, retrabajos y reducción de costos. Como prueba de la aplicación del *Lean* se puede mencionar el caso del grupo Gloria, quienes con el transcurrir de los años han optimizado sus sistemas de gestión de calidad. Entre ellos sobresalen el Programa de TPM (Mantenimiento productivo total) y las 5S's. De este modo, a partir de la correcta aplicación de las 5S han podido obtener sus ambientes de distribución más ordenados y en mejor estado, en efecto, logrando un mejor rendimiento por parte de todos los colaboradores de la compañía.

La ciudad de Chimbote particularmente es reconocida por tener una gran cantidad de empresas dedicadas a producir conservas del recurso hidrobiológico con el propósito de satisfacer a los consumidores. Hoy en día, las conserveras que siguen

en funcionamiento lo han hecho a partir de la implantación de mejores formas de trabajo, reduciendo pérdidas y aumentando sus ventajas competitivas, por lo que resulta de suma significancia que se instauren nuevas metodologías que permitan estandarizar procedimientos, mejorar las operaciones y conseguir mayores retribuciones económicas. Sin embargo, las empresas siguen presentando problemas a lo largo de su cadena de producción, como lo son por desperdicios, retrabajo y cuellos de botellas, tal y como se evidencia la situación de la empresa Beltrán E.I.R.L.

La conservera se encuentra situada en la Av. Enrique Meiggs N°1798, Chimbote. La organización tiene como razón elaborar productos para el consumo humano, pero resalta principalmente por las conservas de pescado. Asimismo, se encuentra constituida por la línea de producción en crudo y cocido, en el cual se producen diversos tipos de conservas de pescado.

Para este estudio, fue escogida la línea productiva de crudo a causa de que los productos de este tienen mucha demanda por los clientes, lo que permite tener más capacidad de producción, por lo tanto, es más factible poder detectar los diversos defectos que ocurrieron en el procedimiento de manufactura de conservas de dicha línea productiva.

El problema que se identificó dentro de la línea de crudo iniciaba primero con la recepción de materia prima, y es que en diversas circunstancias se aceptaba la materia prima pero no se cumplía con los estándares de calidad establecidos, lo que provocaba que se produzca desperdicios de conservas de pescado, dado que, los productos no cumplían con los parámetros organolépticos implantados, por lo que debían ser separados del producto conforme. Además, se apreciaba un inadecuado transporte de los dinos, por lo que se generaba un alto grado de desorden y congestión del personal. Además, el personal obrero (estibador) trabajaba de manera precipitada lo que provocaba que constantemente la materia prima se desperdicie en el suelo.

Posteriormente, se llevaba a cabo el proceso de operación de corte y eviscerado, en donde se evidenciaron problemas debido a los malos cortes realizados en el pescado, esto motivado por la falta de disciplina del personal al ejecutar las tareas, además, no tomaban el interés suficiente para realizar bien sus actividades, puesto que, solo se preocupaban por avanzar en cortar y eviscerar el pescado, ya que, su

pago era según la cantidad de producto destajado. Sumado a ello, se pone de manifiesto que constantemente los colaboradores efectuaban una inadecuada manipulación del recurso hidrobiológico, en vista de que, se carecía de supervisión y control por parte de los supervisores de las áreas de calidad y producción.

En seguida, se ejecutaba el envasado, donde se apreciaba que, carencia de peso en los recipientes de conservas, esto causado por trozos incompletos, según los parámetros estipulados por el área de calidad. Además, se percibían inconvenientes relacionados con el tiempo de procesamiento, esto se da por ausencia de organización e higiene que se encontraba interiormente en la línea. Un claro ejemplo de ello se evidenciaba en la zona de corte y eviscerado, puesto que en varias oportunidades se observaban restos de desechos en los pisos, lo que impedía el tránsito fluido del personal e incluso atentaba contra su integridad.

Del mismo modo, en la adición de líquido de cobertura y sellado, consecutivamente se apreciaba que los pisos se encontraban completamente sucios, como consecuencia de la caída de aceite y salsa de tomate, provocando así más riesgo de caída para el personal, cabe destacar que, en la planta sí disponía de materiales de limpieza, sin embargo, estos no se encontraban correctamente colocados en lugares claves que permitiesen a los trabajadores actuar rápidamente. En relación con la máquina selladora, se generaron retrasos en vista de que en muchas ocasiones las latas se quedaban atascadas, esto provocado ya que la persona encargada de supervisar el proceso no lo hacía de manera correcta, es decir, debido a sus ganas por culminar con mayor rapidez el proceso dejaba que las latas se acumulasen, lo que provocaba un atoramiento, en efecto, retrasaba el proceso de producción.

A su vez, cada semana se observaba en el informe de averías y mantenimientos, que de cinco a siete veces se reportaban averías en la máquina selladora a causa de la deficiente lubricación, al igual que el poco mantenimiento aplicado en los mandriles y las rolas. De igual manera, se observaban inconvenientes de aseo y ordenamiento durante el procedimiento de esterilización, Aquello generado ya que los trabajadores no organizaban de manera apropiada los estantes que llevaban el recurso marino. Finalmente, en el almacén se apreciaban inconvenientes en relación con las cajas mal apiladas, lo que en efecto provocaba mucho desorden en las diversas áreas de trabajo.

Por lo descrito previamente, se planteó como **formulación del problema**: ¿Cuál es la influencia de la aplicación del Lean Manufacturing en la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022?

El reciente trabajo de investigación presentó una justificación social, ya que logró que la empresa obtenga una mayor rentabilidad, puesto que aumentó la productividad, como consecuencia, se obtuvo un impulso en los altos directivos a fin de seguir invirtiendo por el progreso de la compañía, originando así estabilidad y más oportunidades de trabajo para las personas. Se justificó a nivel medio ambiental, puesto que se logró una disminución en los despilfarros originados durante el desarrollo de elaboración del producto, en resumen, se redujo considerablemente todo tipo de merma que pudiese afectar de forma negativa al entorno.

Se justificó económicamente, de manera que la implantación del *Lean* colaboró en la reducción de los tiempos de procesamiento que eran producidos debido al pobre sistema de trabajo con el que contaban, permitiendo así un máximo aprovechamiento de los recursos, lo que con ello provocó que se disminuyeran los sobrecostos que afectaban de manera negativa el beneficio de la organización. Finalmente, el nivel metodológico se justificó dado que este estudio ayudó de base a futuros investigadores en las cuales están interesados en profundizar un poco más sobre las variables y herramientas aplicadas en nuestra investigación.

Como **objetivo general** para esta investigación se consideró: Evaluar la influencia del Lean Manufacturing en la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022. Entre tanto, como **objetivos específicos** se consideraron: Efectuar el diagnóstico del estado actual de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022. Determinar la productividad antes de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022. Aplicar las herramientas del Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022. Determinar la productividad después de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022. Evaluar las productividades antes y después de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022.

Como **hipótesis general** se planteó: La aplicación del *Lean Manufacturing* incrementará la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L. – Chimbote 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Se presentaron como **investigaciones previas** a Klimecka (2017) en su artículo denominado *Mapa de flujo de valor como herramienta de producción ajustada para mejorar la organización del proceso de producción*, en el que sustentó como propósito primordial perfeccionar el sistema productivo, comenzando desde la implantación de la metodología Lean. Para este estudio emplearon una metodología pre experimental, debido a que, en primer lugar, se ejecutó una estimación del estado inicial de la empresa, para posteriormente aplicar las herramientas en el proceso de fabricación de envases, y por último evaluar su estado final después de la aplicación. La población estuvo determinada por todas las áreas comprendidas en la elaboración de envases y cabe mencionar que, la muestra estuvo definida por el área de fabricación de envases. Los instrumentos aplicados para el estudio fueron el DAP, diagrama de Ishikawa y el VSM.

Como resultado alcanzado, al implementar el estado actual de VSM, se logró definir 5 áreas que necesitaban mejora y luego desarrolló herramientas Lean, lo que ayudó en un 5% la reducción de los tiempos de ciclos, un 8% en retrasos, un 3% en almacenamientos excesivos y por último un 25% en las demoras. Finalmente, el autor pudo concluir que mediante la ejecución de las herramientas Lean logró un aumento en un 45.00% las actividades que adicionaban valor al proceso productivo.

Shivanand, Kumar y Kumar (2019) en su artículo titulado *Implementación del mapa de flujo de valor para reducir el tiempo de entrega en la fabricación de mazos de cables*, sostuvieron como objetivo principal realizar como diagnóstico un mapa de valor actual, y posteriormente uno futuro para de esa manera aminorar los tiempos de espera que provocaba retrasos en el flujo de la manufactura de arneses de cables. Los autores para su estudio consideraron una metodología pre experimental, escogiendo como población aquellas áreas vinculadas en el procedimiento de elaboración de mazos de cables y la muestra solo estuvo constituida por el área de mazos, Los instrumentos aplicados, fueron: el diagrama de análisis de proceso ficha de registro de tiempos, diagrama causa-efecto y mapa de flujo de valor. Como resultado obtuvieron que al ejecutar las herramientas Lean,

como el VSM se consiguió aumentar un 3% el rendimiento de la producción, así mismo, redujeron el tiempo de entrega de 11,7 días a 8,3 días. Los autores determinaron que, la productividad aumentó en un 5,3%, entre tanto, la eficiencia se elevó en un 7,2%, del mismo modo disminuyeron un 12% los tiempos muertos. Vargas y Camero (2021), en su tesis denominada Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera, en el que sustento como objetivo principal es incrementar la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos, para este estudio los investigadores consideraron una metodología pre experimental, ya que lo primero que realizaron fue el diagnóstico situacional y un diagnóstico de la productividad inicial que sirvió para ser contrastada con la productividad después de la aplicación de las herramientas. La población estuvo representada por los involucrados en el proceso de elaboración de adhesivo, los instrumentos empleados fueron VSM, diagrama de operaciones. Como resultado se obtuvo que aplicando la metodología Kaizen y las 5S se logró aumentar de un valor promedio de 4.37 kg/h-h a un valor promedio de 5.58 Kg/h-h, por la parte de 5S valor inicial promedio era 2.8. Al culminar la aplicación de las 5S, se obtuvo el valor promedio de 4.03, disminuyendo también el tiempo de fabricación de 20:15 a 17.09 horas.

Adesta, Prabowo y Agusman (2018) en su artículo denominado *Evaluación de los 8 pilares de la implementación del TPM y su efecto en el desempeño de la manufactura*, el cual tuvo como propósito principal, evaluar la manera en la que se implantan los 8 pilares del TPM y ellos impactan en los sistemas de producción. Para este estudio emplearon una metodología transversal – descriptiva, ya que, buscaron recopilar información y así proponer mejoras. La población estuvo representada por 50 empresas de fabricación en Indonesia, entre tanto, la muestra estuvo conformada por 22 empresas de fabricación en Indonesia. Los instrumentos empleados fueron: tablas comparativas, tablas de confiabilidad, matriz de correlación y tabla de ponderación de los 8 pilares del TPM. Para el resultado se desarrollaron una recopilación de registros, la cual le permitieron poder identificar que un 44% de las empresas fueron elegidas para procesar. Más adelante evaluaron los pilares del TPM, siendo estos el mantenimiento autónomo, mejora continua, mantenimiento preventivo, etc. Los autores concluyeron que, el desarrollo

de los 8 pilares del TPM en las empresas ayudó a solucionar diversas fallas que estas presentaban a lo largo de sus procesos de transformación, llegando al punto de mejorar un 25% la eficiencia de la empresa.

Neves et al. (2018) en su artículo titulado *Implementación de Herramientas Lean en el proceso de fabricación de productos de recortes*, sostuvieron como objetivo principal reconocer las principales deficiencias y hallar las oportunidades de mejoras a través de la puesta en acción de las metodologías, tales como: ciclo PDCA, 5's y 5W2H. Para este estudio, emplearon una metodología pre experimental, ya que analizaron la situación inicial y final en la fabricación de productos de recortes. La población se vio representada por todo el proceso productivo para la fabricación de productos de recortes, mientras tanto, la muestra se vio representada por la operación de corte. Entre los instrumentos empleados, se apreciaron: diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, *Checklist* de las 5S, tabla de implementación Deming y formato de las 5W2H. Obteniendo como resultado poder determinar las principales causas que generaban las deficiencias, ello con la ayuda del diagrama de Ishikawa, además, mediante el diagrama de Pareto consiguieron priorizar dichas causas para darles solución. Consecutivamente, emplearon las 5W2H, con lo que lograron generar oportunidades de mejoras. Es por ese motivo que aplicaron el ciclo Deming, es decir, una mejora continua y la herramienta 5S. Los autores concluyeron que, a partir de la aplicación de la mejora continua y las 5s pudieron disminuir las horas trabajadas por operario, lo que vendría generando una ganancia del 10% del tiempo disponible por semana e incluso gracias a la herramienta 5S pudieron lograr mantener limpio y ordenada el área de trabajo.

Zadry y Darwin (2020) en su artículo titulado *El éxito de la implementación 5S y PDCA en el aumento de la productividad de una Pyme*, sostuvieron como objetivo principal aplicar las 5S y los métodos PDCA con la finalidad de disminuir los productos defectuosos. Para este estudio, los autores aplicaron una metodología pre experimental, como población incluyeron todas las áreas destinadas a la fabricación de zapatos, mientras tanto, la muestra estuvo conformada por el área de producción. Los instrumentos que aplicaron fueron: el diagrama de Ishikawa, *Checklist* de las 5S y tablas de implementación del PDCA. Obtuvieron como resultado que, en primer lugar, determinaron los problemas relacionados con

defectos en productos de calzado con un promedio de 12% por mes. Después aplicaron un diagrama de Ishikawa para identificar las causas que generaban los problemas. Consecutivamente, procedieron a implementar las 5s y PDCA durante el lapso de un mes. Finalmente, los autores pudieron concluir que, con la implementación de ambas herramientas lograron disminuir los productos defectuosos del 12% al 0% mensualmente, además, fue muy beneficioso para la empresa, dado que, se logró aumentar los ingresos para la empresa.

Beltrán y Soto (2017) en su tesis titulada *Aplicación de herramientas Lean en las operaciones de recepción y despacho de la empresa HLF Romero*, sostuvieron como objetivo principal optimizar operaciones de recepción y despacho en HLF Romero a través de la aplicación de la manufactura esbelta. Para este estudio, emplearon una metodología pre experimental, considerando como población aquellas operaciones involucradas en la fabricación de piezas de fierros, entre tanto, la muestra estuvo conformada por las operaciones de recepción y despacho en la fabricación de piezas de fierros. Los instrumentos empleados fueron: flujogramas, diagrama de recorrido, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagrama hombre máquina, fichas de implementación de las 5s, mapa de flujo de valor y diagrama de flujo. Obtuvieron como resultado que, en primer lugar, desarrollaron la etapa de diagnóstico, en la que plasmaron las causas de los problemas en un diagrama y las priorizaron a partir del diagrama de Pareto. En la segunda etapa, implantaron herramientas como 5S y planes de mantenimiento, por lo que consiguieron aminorar desperdicios y simplificar movimientos del flujo de material. Finalmente, en la tercera etapa denominada evaluación, compararon los resultados hallados en las etapas anteriormente efectuadas e inclusive elaboraron una ficha en la que plasmaron pautas para seguir optimizando las operaciones críticas. Entonces los autores pudieron concluir que, a partir de la puesta en marcha de las Herramientas *Lean* se consiguió aminorar los tiempos de espera en un 20.00% para el área de recepción, mientras tanto, redujeron en un 23,6% los tiempos de espera en la zona de despacho.

Kaneku et al (2019) en su artículo titulado *Aplicando principios de Lean Manufacturing para reducir desperdicios y mejorar procesos en una empresa de equipamientos de cocina*, sostuvieron implementar la manufactura esbelta con el propósito de aminorar los desperdicios y optimizar procesos. Para este estudio,

emplearon una metodología pre experimental, considerando la población de estudio todas las áreas relacionadas en la manufactura de equipamientos de cocina, entre tanto, como objeto de estudio se estableció el departamento de producción. Los instrumentos ejecutados que se consideraron en la investigación, fueron: diagrama de proceso, fichas para determinar el mapa VSM y el *Takt Time*. Obtuvieron como resultado que, en primer lugar, clasificaron los materiales que se requerían para la elaboración del producto final, consecutivamente, estandarizaron los procesos al punto de aminorar los desperdicios, luego, implementaron acciones basadas en planes de mantenimiento, implementaron actividades basadas en planes de mantenimiento, que permitió mejorar la eficiencia general de los equipos de corte y doblado. Los autores concluyeron que, lograron reducir en un 6.00% la tasa de desperdicios generados durante la producción de equipamientos de cocina, además, redujeron costos en un 13.00%.

Larco (2018) en su tesis titulada *Propuesta de aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de harina de pescado de la pesquera Hayduk S.A*, mencionó que el propósito general fue de desarrollar la aplicación de herramientas Lean para incrementar las utilidades en la empresa, especialmente en la producción de harina de pescado. Utilizando un método pre experimental, la población se formó a partir de la línea de producción de harina de pescado, mientras que la muestra tuvo el mismo origen que la población. Los instrumentos empleados consistieron en: diagrama de proceso, Ishikawa, Pareto, matriz de prioridades, formato de limpieza de equipos, formato de cálculo de disponibilidad y lista de verificación de mantenimiento programado. La consecuencia que luego de analizar la realidad inicial de la empresa, se concluyó que existían muchos reprocesos logrando un 12%, mientras que en el valor de la disponibilidad este brindó un 18%. Con relación al TC este alcanzó un valor de 45min/saco y el *Takt time* era de 4 días hábiles. Por consiguiente, la autora aplicó herramientas como el VSM y TPM, a fin de efectuar mejoras en los procesos de la compañía. Es así que, consiguió aminorar a un 7% los reprocesos, entre tanto, la disponibilidad incrementó a 44%. La autora concluyó, que la organización podría haber generado mayores márgenes de utilidad, hasta una utilidad neta de S/. 289,15 a lo largo del ciclo de investigación.

Cotera (2018) en su tesis titulada *Optimización del proceso productivo aplicando herramientas de Lean Manufacturing en una empresa de confección textil*, sostuvo como propósito fundamental generar resultados positivos en una empresa textil partiendo de la implementación de la manufactura esbelta. Para dicho estudio se consideró un método preexperimental, y como población estuvo simbolizada por todos los colaboradores que intervienen en el área de operaciones, así mismo se señala que la muestra fue la misma que la población. Como instrumento, el autor empleó formatos de disponibilidad, *Check list* de las 5S, VSM, gráficos de barras y encuestas. Logrando como resultado que, al analizar todo el proceso de producción, se determinó el TC de 52 minutos/prenda, además en cuanto al % de orden y limpieza se generó un valor del 12% y 16% respectivamente. No obstante, el valor de disponibilidad de la maquinaria fue del 18%. A partir de esta realidad, es que se implantaron las herramientas como las 5S, TPM y SMED. Es así que, consiguió reducir significativamente el TC a 45 min/prenda, esto dio como resultado un aumento del 18 % en la tasa de pedidos y un aumento del 27 % en la limpieza. La tasa de reprocesamiento también disminuyó al 12%. Los autores han llegado a la conclusión de que han logrado reducir el tiempo y el costo de la producción textil. además de ello logró estimar la nueva rentabilidad luego de implementar las mejoras logrando aumentar un valor de 72,612.56 soles en comparación al año anterior.

Huamanchumo y Jiménez (2019) en su tesis titulada *Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la mejora del procesos productivo de la línea de cocido OLDIM S.A.*, como objetivo general los autores determinaron el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de la línea de cocido, consideraron una metodología pre experimental, Por otro lado, la población estuvo determinada las diferentes líneas de producción con sus diferentes procesos productivos y la muestra estuvo conformada por las líneas de cocción. Para el progreso de su investigación los autores utilizaron instrumentos como: cuestionarios, ficha de registro de productividad, diagrama de operaciones, VSM, 5S y formatos de mantenimientos. Obtuvieron como resultado que, determinaron los TC, observando un aumento de estos, en las áreas de corte, envasado y sellado, alcanzando un valor de 19.24 seg/kg. Además, determinaron la productividad inicial promedio en relación a sus parámetros como eficiencia y eficacia, alcanzando un

valor de 80,41% y 33,33%, respectivamente. Consecutivamente, aplicaron herramientas de esta metodología, tales como: TPM, 5S y VSM con el fin de mejorar la línea de producción. Los autores concluyen que, redujeron el tiempo de ciclo a 17.78 sg/kg, a su vez, aumentaron la eficacia a un 83,50% y la eficiencia a un 55,56%.

En relación con **las teorías relacionadas al tema**, se sostiene que la manufactura esbelta, es una estrategia basada en la optimización de procesos, donde el primordial objetivo es reducir todo tipo de despilfarro, apuntando siempre a conseguir resultados significativos a través del uso adecuado de elementos productivos existentes en un proceso de manufactura (Hernández y Vizán, 2017, p.10). Entre tanto, Madariaga (2017, p.13) manifiesta que *Lean Manufacturing* es una metodología de mejora continua que permite optimizar un proceso mediante la reducción de aquellos despilfarros que se provocan a lo largo de la cadena productiva.

Antosz, Pasko y Gola (2020, p.4) lo definen como una filosofía de producción que busca eliminar todo tipo de muda, mura y muri; teniendo en cuenta los procedimientos de trabajo, así como la disciplina que manifiestan los colaboradores al momento de efectuar una determinada tarea. No obstante, para Cavazos, Máñez y Valles (2018) considera al *Lean* como un mecanismo de producción, por tal motivo es que embarca muchas herramientas de mejoras, con la finalidad de erradicar aquellas operaciones que no agregan valor en el proceso de producción (p.3).

Por otro lado, los despilfarros hacen referencia a las actividades que necesitan emplear más recursos de lo necesario e inclusive añaden coste al producto final (Quesada y Arrieta, 2019, p.5). De esta manera, los despilfarros que se pueden originar en un proceso de producción son los siguientes: a) sobreproducción; se pone de manifiesto cuando se hacen más pedidos de lo requerido, b) Inventario; se causa cuando existen demasiados materiales almacenados, c) sobreproceso; se evidencia cuando se efectúan procesos que no son esenciales, d) retrabajo, se manifiesta cuando se tiene que rectificar un determinado elemento que no ha salido conforme lo estipulado, e) transporte, se evidencia cuando se ejecutan traslados de un punto a otro, ya sea de documentos o materiales, f) movimiento; se aprecia cuando los colaboradores se mueven de un lugar a otro sin ejercer alguna actividad

productiva, g) esperas, se origina cuando el personal está esperando a que alguna actividad finalice para que empiece a desarrollar sus funciones, h) talento no utilizado; se pone de manifiesto cuando no se involucra adecuadamente al personal más calificado de la organización (Da Silva, Bertollo, Da Silva, 2017, p.5).

Actualmente, se tienen diversas estrategias y/o mecanismos *Lean*, las cuales tienen su propia manera de implantar, sin embargo, el punto en común es que buscan optimizar las operaciones involucradas en un proceso de producción. Además, la realidad de cada empresa es distinta por lo que se tiene que evaluar adecuadamente que herramientas son factibles para dar solución a sus problemas centrales (Cornellus, Dos Santos y Dos Santos, 2019, p.3). Por lo mencionado anteriormente, el presente estudio está basado en tres etapas, puesto que primero se realizará un diagnóstico bajo la aplicación del VSM, luego se aplicará las herramientas *Lean*, tales como las 5S y TPM, para finalmente realizar un seguimiento con un nuevo VSM, y para comprobar ello también se calculará la productividad inicial y final.

Para la etapa de planeación, se debe lograr que la alta dirección, esté convencida totalmente de implantar las acciones de mejora a fin de conseguir mejores resultados, por ello, previamente se capacita en relación con la búsqueda de resultados esperados (Lara et al, 2022, p.2). Dentro de la presente fase, como punto de partida, se debe determinar el diagnóstico inicial en la que se encuentra la empresa, por lo tanto, se examina detalladamente la información o data que se encuentra disponible (Gherghea, Bungau y Negrau, 2019, p.4). Es así que, a fin de tener un alcance global en la manera que se llevan a cabo los procesos se tiene al mapa del flujo de valor (VSM), el cual es una herramienta de representación gráfica, en la que se evidencian los factores que tienen lugar en la transformación de recursos (Moreno, Grimaldo y Salamanca, 2018, p.3). De la misma forma, la aplicación del VSM, es útil para ver el número total de actividades y el tiempo de ciclo de cada proceso (Paredes, 2017, p.5).

La segunda etapa, denominada aplicación, puesto que ya se utiliza las herramientas, como lo son el TPM y las 5S inicia con la capacitación de todas las partes involucradas (desde el nivel más inferior de la organización hasta el nivel más superior), con la finalidad de que tengan conocimiento en relación con las acciones de mejoras que se pretenden implantar, inclusive, se les brindan pautas

de los principios Lean y de esta manera evitar cualquier tipo de oposición al cambio (Avelar, Oliveria y Soares, 2020, p.4). Dentro de la cual, se emplea las 5S, el cual se emplea en primer lugar, debido a su sencillez y flexibilidad para aplicar (Pereira y Tortorella, 2018, p.5).

Según, Pérez y Quintero (2017, p.3) exponen que el propósito de la aplicación de las 5S es poder minimizar los *Lead Times*, bien sea aplicada para prestar un servicio o para proceso manufacturero, lo cual busca eliminar tiempos no operativos, mejorar el ambiente laboral y poder brindar espacios de trabajos más confiables. Además, Yik y Chin (2019) expresan que dicha herramienta se inicia por la necesidad por parte de las compañías al querer mejorar sus espacios de trabajo y eliminar los tiempos muertos. Es así como esta herramienta *Lean* está conformada por 5 principios japoneses vitales y secuenciales, tales como: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke (p.5).

Seiri (clasificar); su propósito fundamental es identificar y apartar aquellos elementos que son innecesarios y que solo conducen al desorden de las estaciones de trabajo (Veres et al, 2018, p.5). Seiton (orden); ayuda a establecer una mejor organización de los elementos esenciales destinados para llevar a cabo cada tarea (Shaman, 2019, p.4). Seiso (limpieza); implicar acciones de limpieza en los espacios destinados para llevar a cabo una tarea en particular (Manzano y Gisbert, 2016. p.3). Seiketsu (estandarización); involucra acciones para evitar la recurrencia del desorden y así establecerse la continuidad de las buenas prácticas implementadas previamente (Burawat, 2019, p.4). Por último, Shitsuke (disciplina); con la finalidad de conseguir que las acciones implantadas perduren con el pasar del tiempo (Shahriar et al, 2022, p. 4).

Por otro lado, hay herramientas operacionales, que pasa con el tema del TPM, el cual se encuentra conformados por procedimientos que ayudan a mejorar la operatividad de los equipos y máquinas y reducir el % de fallas que se manifiesten (Kiran, 2019, p.4). Es así que, se destaca a la disponibilidad; la cual favorece en el adecuado funcionamiento de las máquinas en un lapso de tiempo predeterminado; por ello, se debe recalcar que el tiempo medio entre fallas (MTFB), que representa el periodo de tiempo en el que acontece una determinada falla o avería en alguna maquinaria. Entre tanto el tiempo medio para reparar (MTTR), indica el periodo en el cual se tarda en reparar la máquina que sufrió una falla (Canahua, 2021, p.3).

De la misma manera, el TPM abarca ocho pilares, de los cuales para esta investigación se seleccionó el mantenimiento autónomo, puesto que es el pilar en el que trata de involucrar y motivar a que colaboradores se vuelvan protagonistas para ofrecer los mantenimientos pertinentes y elementales que requiera algún equipo o máquina, así como también involucra las vigilancia, lubricación y limpieza (Tian y Jeng, 2020, p.4). Inclusive, se basa en dividir responsabilidades a los operarios para que mantengan los equipos y maquinarias en correcto funcionamiento (Abed y Mutlag, 2020, p.4).

Como siguiente etapa se tiene el indicador OEE, el cual es empleado mayormente para representar el % de eficiencia de las máquinas en una empresa y para determinar la capacidad de producción de un equipo (Díaz et al., 2020, p.5). Su importancia radica en que ayuda a medir los parámetros esenciales en procesos de producción como son la calidad, la disponibilidad y el rendimiento, inclusive, permite recabar data importante con la finalidad de brindar acciones que permitan hacer los procesos más eficientes, principalmente en donde se involucren máquinas y/o equipos (Consuegra et al, 2017, p.3). Finalmente, se tiene el seguimiento, que se basa en examinar los resultados conseguidos previamente, así como proponer medidas preventivas y correctivas a fin de que las mejoras perduren con el transcurrir del tiempo (Guiherme et al, 2020, p.4).

En cuanto a la segunda variable, la productividad se define como la correlación dentro de la totalidad de salidas y los factores productivos empleados, en otras palabras, manifiesta cada elemento que interviene en la cadena de producción (Dave y Sohani, 2019, p.3). Además, para Morelos y Nuñez (2017, p.3) la productividad es un indicador que compara las salidas con las entradas que se originan en un proceso de transformación. También para Gutiérrez (2014, p.21) la productividad es la relación de la cifra de productos producidos entre la cifra de factores productivos utilizados, como resultado se obtiene las unidades producidas, entre tanto, los factores pueden determinarse a partir del volumen de personal y materia prima utilizada.

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2018, p.13) establecen la clasificación de la productividad tiene dos componentes básicos: la materia prima y la mano de obra. La primera, basada en emplear el potencial humano para alcanzar las metas programadas, es así como, esta dimensión se medirá a partir de la relacion de las

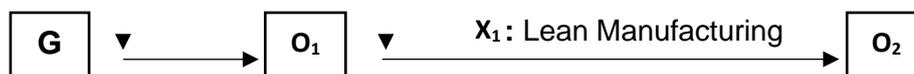
cajas producidas con las H-H utilizadas en el proceso. La productividad de las materias primas, por otro lado, incluye los factores de producción utilizados para lograr los objetivos establecidos por la empresa. Por lo tanto, esta dimensión se mide desde la caja fabricada en relación con los elementos utilizados en el proceso de fabricación.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Ñaupas, Mejía y Novoa (2014, p.93) mencionan que la investigación aplicada estuvo relacionada con la búsqueda de acciones o alternativas de mejoras frente a una determinada problemática evidenciada. Por tal motivo, el estudio realizado fue de tipo aplicativo, dado que, a partir de la aplicación del *Lean Manufacturing* se proporcionaron resoluciones a los inconvenientes existentes en la planta conservera, de tal forma que la empresa BELTRÁN E.I.R.L logró un aumento en la productividad de la línea de crudo.

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.141) manifestó que el estudio tiene un diseño de investigación preexperimental que permite aproximarse a un determinado fenómeno, considerando el tratamiento o estímulo que se desarrolló a fin de administrarlo adecuadamente. Por tal motivo existió una manipulación mínima de la variable independiente. Razón por la cual se empleó con la línea de conserva en crudo la cual fue nuestro grupo de estudio es por tal motivo que se aplicó como estímulo el *Lean Manufacturing* lo cual determinó la validez en la productividad que terminó siendo nuestra variable dependiente, precisando de esta manera un pre-test y un post-test después de haberse empleado el estímulo.



G: Línea de crudo de la conservera

$O_1$ : Productividad inicial (pre-test)

$X_1$ : Lean Manufacturing

$O_2$ : Productividad final (post-test)

#### 3.2 Variables y operacionalización

Como variable cuantitativa tenemos el *Lean Manufacturing* que se detalla que es un método de proceso de mejora continua, el cual se logra optimizar las operaciones de todo el proceso productivo enfocándose en eliminar todo aquello que no le genere valor, tales como los tiempos muertos con el propósito de disminuir desperdicios (Madariaga, 2017, p.13). Entre tanto, operacionalmente fue definida

como: la aplicación de la manufactura esbelta se utiliza la herramienta del VSM como diagnóstico inicial de la empresa, posteriormente se aplica las herramientas del 5S y TPM y finalmente se realizó un seguimiento con un nuevo VSM con la finalidad de poder tener una visión global de los cambios efectuados.

Por otro lado, como variable dependiente tenemos la productividad como variable cuantitativa, se define según Dave y Sohani (2019, p.3) como las salidas totales entre los factores productivos involucrados. En nuestro estudio se definió operacionalmente, según la productividad mano de obra, representada por el número de cajas conservas elaboradas entre horas hombres utilizadas. Y la productividad de la materia prima se presentó en el número de cajas conservas producidas en relación con la cantidad de materia prima utilizada.

Ciertamente en el primer anexo, se colocó la matriz de operacionalización de variables para su posterior visualización en el presente estudio.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

La población se encuentra simbolizada por un conjunto de componentes que tienen en común algunos factores que pueden ser de contenido, tiempo y lugar (Valderrama (2013, p. 182). Es por tal motivo que nuestra población son siete procesos productivos que elaboran en la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L, de igual forma se tuvo como criterio de inclusión solo un proceso productivo, el cual fue entero de anchoveta en salsa de tomate, de igual forma se tuvo como criterio de inclusión solo la productividad del proceso productivo de elaboración de entero de anchoveta en salsa de tomate, puesto que es el que más demanda tiene por parte de los consumidores, por tal motivo se produce en mayor cantidad, entonces es en dicho proceso donde se produce mayor cantidad de cajas. Y como criterio de exclusión se determinó seis procesos fabricados en la línea de crudo como: entero de jurel en salsa de tomate, caballa, machete, sardina, entero de anchoveta en agua y sal, entero de jurel en agua y sal, ya que en dichos procesos hay menos cantidad de cajas producidas, por lo tanto, la producción es menos representativa.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.173), nos dicen que la muestra es un subconjunto de la población y representativo de la misma. Por tal razón en

nuestro estudio se tomó en cuenta como muestra el proceso productivo de entero de anchoveta en salsa de tomate de la línea de crudo, es por ello que se tomaron como datos para productividad inicial (enero, febrero y marzo) y como productividad final (julio, agosto y septiembre)

El muestreo no probabilístico es la forma a partir del cual el indagador selecciona aquellos componentes que son idóneos para ser estudiados (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.176). Por consecuencia el muestreo para nuestra investigación fue no probabilístico por conveniencia. Por último, la unidad de análisis es la entidad, objeto, fenómeno o elemento principal que se está analizando (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.175). Por ello, la unidad de análisis se vio determinada por el proceso de elaboración de conserva de pescado en salsa de tomate en la empresa Bertrand E.I.R.L.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.198), definen como técnicas, a los medios o maneras de recaudar data. Por consiguiente, se utilizaron técnicas como la observación y análisis documental, en la técnica de observación se pudo lograr reconocer las dificultades que se producían durante el procesamiento de conservas. Así mismo la técnica de análisis documental representa a un conjunto de operaciones que nos ayuda a recolectar datos, lo cual nos permitió unificar datos históricos sobre la producción y el proceso productivo de la empresa que fueron objeto de estudio para nuestra investigación.

Los instrumentos son los medios materiales que se emplearon para recolectar y guardar datos (Hernández, Fernández y Baptista. 2014, p.199). Por tal motivo, los instrumentos que se aplicaron en nuestro estudio fueron el formato de DOP, VSM, diagrama de Ishikawa, *Check list* de cumplimiento de las 5S, formatos mantenimientos y fallas, (OEE), formato de registro de productividad de mano de obra y formato de registro de materia prima.

Es así como, en la tabla a continuación, se indicaron aquellas técnicas e instrumentos de recolección de datos que fueron empleados para agrupar referencias necesarias y ofrecer solución a los problemas evidenciados en el estudio.

**Tabla 1.***Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Variable</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Fuente / Información</b>
<b>Independiente:</b>  <b>Lean Manufacturing</b>	Observación	Diagrama de operaciones (anexo 4)	Línea de crudo de la empresa BELTRÁN E.I.R.L.
		Formato de mapa de flujo de valor (figura 1)	
		Diagrama de Ishikawa (anexo 6)	
		Formato de Checklist del cumplimiento de las 5s (anexo 15)	
	Análisis documental	Registro de fallas y mantenimientos (anexo 17)	
		Formato para determinar OEE (tabla13)	
<b>Dependiente:</b>  <b>Productividad</b>	Análisis documental	Formato de registro de productividad de mano de obra (anexo 8, tabla 12)	Área de producción de la empresa BELTRÁN E.I.R.L.
		Formato de registro de productividad de materia prima (anexo 8, tabla 13)	

En cuanto a la validez, para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.200), vendría a ser el intervalo en el que un determinado instrumento mide la variable en estudio. Por tal motivo, para nuestra recolección de datos y los instrumentos sean validados, se validó por medio de la herramienta de juicio de experto, es así que tres ingenieros especialistas verificaron y validaron la información. Posteriormente, se efectuó una escala de validez con la finalidad de establecer su nivel de aplicabilidad (Ver anexo 2).

### 3.5 Procedimientos

En primer lugar, para conocer la situación del estado actual de la empresa, se realizó un cálculo del *Takt time*, con el propósito de definir el tiempo de producción para la elaboración de conservas con el fin de cumplir con la demanda de los consumidores.

Luego, se desarrolló un DOP y un balance de materia, con el propósito de detallar el proceso de elaboración de conservas y obtener los tiempos que conllevaban la ejecución de cada operación. Una vez efectuados estos instrumentos, como primera herramienta Lean aplicada fue un VSM inicial que nos ayudó a determinar los tiempos de ciclos y aquellas actividades que originaban problemas dentro de la línea de crudo. Consecutivamente, se desarrolló un diagrama de Ishikawa el objetivo de identificar las causas que generan los problemas en cada operación seleccionada. Sumado a ello, se efectuó una matriz de impacto de las causas raíz con el propósito de determinar las causas que generan mayor impacto dentro de la línea de crudo.

En relación con el segundo objetivo, se determinó la productividad inicial a través de dos componentes esenciales, siendo estos: productividad de mano de obra y materia prima. Para el tercer objetivo, se realizó la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing, el cual inició con las 5S, que dividió en tres partes, siendo la primera la aplicación de un *Checklist*, a fin de determinar el estado inicial de la línea, la segunda se dio a través de la aplicación de la herramienta y la tercera mediante la aplicación del mismo *Checklist*, donde se realizó una comparativa de la primera semana y la última semana, con el propósito de determinar el nivel de cumplimiento de la herramienta. Luego, se aplicó el TPM, para ello se tuvo como pilar fundamental al mantenimiento autónomo, pero antes de eso, primero se determinó la disponibilidad de la máquina selladora, puesto que fue el equipo que fue encontrada con más averías, para ello se utilizó el historial de fallas y mantenimientos, incluso se determinó el OEE. Finalmente, se volvió a aplicar la herramienta del VSM con la finalidad de determinar el nuevo tiempo de ciclo en la elaboración de conservas de la línea de crudo. Para el cuarto objetivo, se determinaron los nuevos indicadores de productividad luego de aplicar las herramientas del Lean Manufacturing, y finalmente se realizó una comparación de

las productividades (inicial y final) luego se evaluaron con la finalidad de determinar los porcentajes de incremento de la productividad de mano de obra y materia prima.

### 3.6 Métodos de análisis de datos

**Tabla 2.**

*Métodos de análisis de datos*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Resultado</b>
<b>Efectuar el diagnóstico del estado actual de la línea de crudo en la empresa BELTRÁN E.I.R.L. – Chimbote 2022</b>	Observación	Diagrama de operaciones (anexo 4)	Se detalló el proceso de elaboración de conservas
	Análisis de datos	Cálculo del Takt Time (tabla 3)	Se determinaron las actividades que no agregan valor y el tiempo de ciclo total en la línea de crudo
		Balance de materia (anexo 5)	
		Formato de mapa de flujo de valor (figura 1)	
Observación	Diagrama de Ishikawa (anexo 6)	Se determinó el nivel de impacto de las causas raíces de los problemas	
Análisis de datos	Matriz de impacto de las causas raíz (tabla 4)		
<b>Determinar la productividad antes de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa BELTRÁN E.I.R.L. – Chimbote 2022</b>	Análisis de datos	Formato de medición de los índices de la productividad inicial (tabla 5 y tabla 6)	Se determinó la productividad antes de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo
<b>Aplicar las herramientas del Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa BELTRÁN E.I.R.L. – Chimbote 2022</b>	Análisis de datos	Cumplimiento de las 5s (anexo 15)	Se logró una reducción de los despilfarros de tiempo y procesamiento. Además, se logró eliminar actividades que no agregan valor en la línea de crudo
		Formato de disponibilidad (tabla 9)	
		Formato de mantenimiento autónomo (anexo 18)	
		Formato para determinar OEE (tabla 13)	
		Formato de mapa de flujo de valor (figura 2)	
<b>Determinar la productividad después de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa BELTRÁN E.I.R.L. – Chimbote 2022</b>	Análisis de datos	Formato de medición de los índices de productividad final (tabla 14 y 15)	Se determinó el estado de la línea de crudo después de aplicar las herramientas del Lean Manufacturing
<b>Evaluar las productividades antes y</b>	Estadística descriptiva	Tabla comparativa de las productividades (tabla 16 y 17)	Se determinó el % de incremento de los índices de productividad

<b>después de aplicar el Lean Manufacturing en la línea de crudo en la empresa BELTRÁN E.I.R.L. – Chimbote 2022</b>	Estadística inferencial	Prueba T de Student (figura 3 y 4)	Permitió determinar el nivel de significancia de la diferencia entre la productividad inicial y final
---	-------------------------	------------------------------------	---

### 3.7 Aspectos éticos

La investigación se desarrolló de acuerdo con el código de ética de Universidad César Vallejo, con el fin de exigir respeto a los artículos acordados en la Resolución de Consejo Universitario N°0275-2020/UCV. Primero de acuerdo con el artículo 4°, investigación con seres humanos, se menciona que, para la recolección de información para el estudio, nos comprometimos a no brindar información de las personas que de manera indirecta o directa estuvieron implicadas en el estudio. Según el artículo 7° que comprende sobre la publicación y difusión de la investigación, nosotros como autores aceptamos la publicación de nuestra investigación una vez finalice el estudio. Así mismo de acuerdo con el artículo 8° el cual menciona acerca sobre la responsabilidad del investigador, como autores nos comprometimos a mantener una conducta responsable desde el inicio del estudio hasta su finalización. Además, conforme al artículo 9°, sobre la política anti-plagio, el estudio será evaluado bajo el programa turnitin el cual se determinó un porcentaje de 19% de coincidencia con otras fuentes de consulta. Finalmente se hace mención el artículo 10°, que declara sobre los derechos de autor, para este estudio la Universidad César Vallejo promueve el respeto hacia nuestros derechos como autores.

#### IV. RESULTADOS

Para la ejecución del primer objetivo se realizó un diagnóstico situacional de la línea de crudo de la empresa, para ello se utilizaron cuatro instrumentos, además de las técnicas de análisis documental y de observación, siendo el primer instrumento el cálculo del *takt time*, el cual es una herramienta de *Lean Manufacturing* y para su realización se elaboró un DOP de la línea de crudo (anexo 4). A través de este indicador se obtuvo una estimación de la producción requerida por el cliente en un tiempo estimado en base a 20 tm de MP, tal y como muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3.**

*Datos para el cálculo del Takt Time*

Datos de producción para 20 tm	Cajas/día	Min/día	%
Producción	1820		
Horas trabajadas		480	
Horas de descanso		45	
Promedio de la disponibilidad de las máquinas			67
Merma	11		

$$Takt\ time = \frac{(480-45)*0.67}{1820*(1+0.006)} = 0.16\ \text{min/caja}$$

Para lograr calcular el *takt time* se utilizó datos de la demanda, las horas de trabajo, las pausas, la disponibilidad de las máquinas en promedio, además de las mermas por día, todo ello con el fin de conocer el tiempo de producción de la caja por minuto, al aplicar ya la fórmula correspondiente como se puede demostrar en la tabla 3, se puede conocer que el cliente esperaba una producción de 0.16 minutos por caja por cada 20 toneladas de anchoveta que ingresaban a planta para ser procesada. Este dato fue de vital importancia para ser comparado con el TC real del proceso, dicho TC se obtuvo a partir del mapa de un VSM (figura 1). Esta herramienta nos permitió realizar un análisis de cantidad de productos (en cajas) y tiempo de ciclo de cada operación que se produce en la línea de crudo.

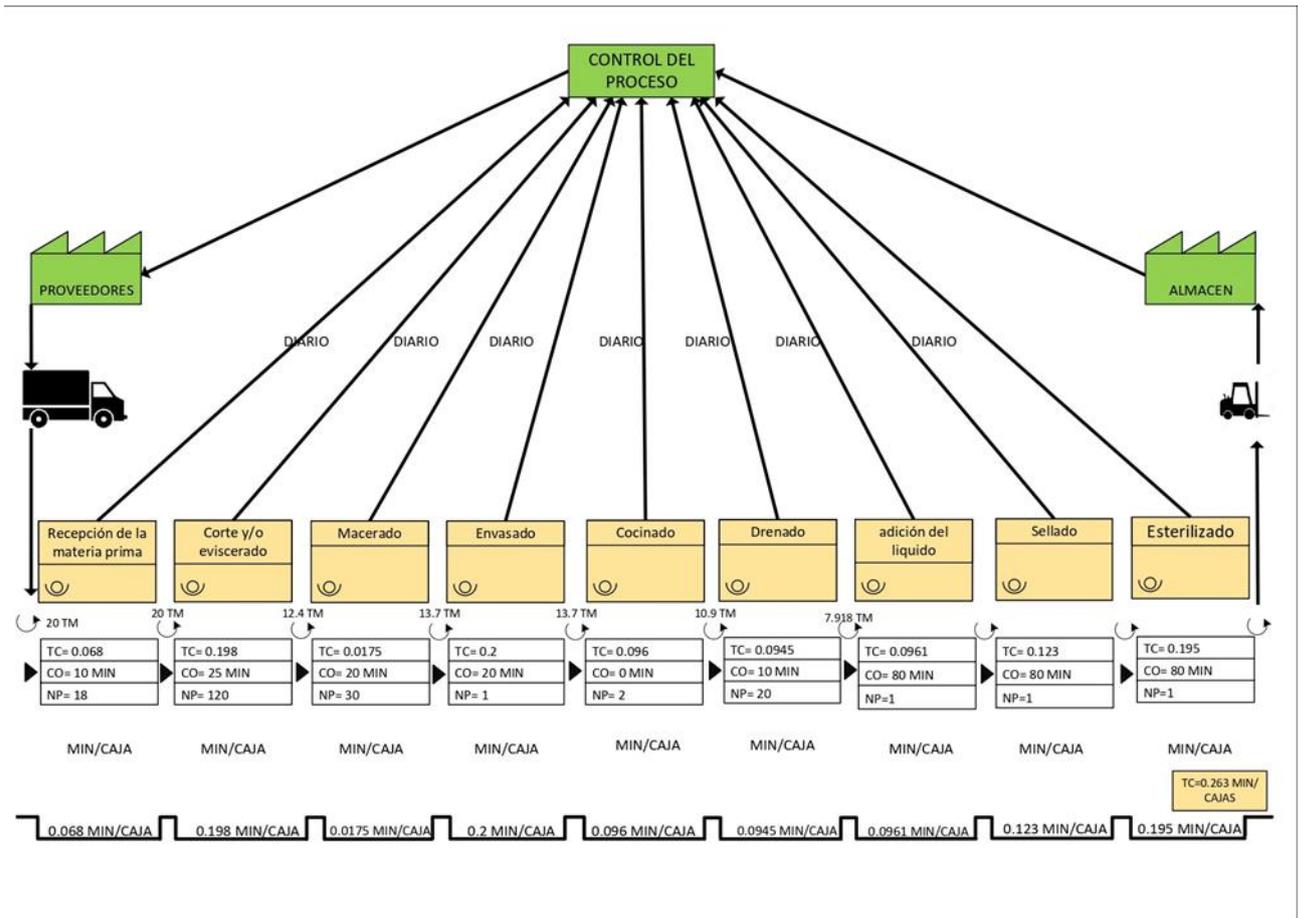


Figura 1. Mapa de flujo de valor

En la figura 1 se visualiza el VSM detallando todo el proceso de la línea de crudo, es a partir de esta herramienta que se logró calcular los TC de cada una de las actividades y el tiempo de ciclo de la línea en general, a su vez, permitió una visualización más amplia de cuáles son las áreas más afectadas con los problemas encontrados en el proceso.

Para ejecutar el VSM se utilizó la herramienta DOP (anexo 4) y un balance de materia (anexo 5) en donde se detallaron cada una de las etapas y el tiempo operativo de cada uno de ellos. En el VSM se expresa que el TC de la línea de crudo en general era de 0.26 min/caja, calculado a partir de un tiempo base de 480 minutos y una producción de 1820 cajas. Las áreas que poseían los TC más altos fueron: el área del corte, envasado y sellado puesto que eran áreas que tenían muchos tiempos muertos, puesto que contaban con excesivos tiempos de

procesamiento, el TC de 0.20 en el área de corte, el envasado con un TC de 0.20 y el área de sellado con un tiempo de 0.12 minutos por caja.

Al realizar la comparación entre *takt time* (tiempo establecido por la demanda) y el tiempo de ciclo (tiempo de procesamiento real de la línea), se visualizó que el tiempo de ciclo era mayor, es decir, no se estaba efectuando con la producción estimada para cumplir con la demanda. La teoría expresa que si el *takt time* es mayor al TC, se manifiesta que había problemas en la línea de crudo, es por tal motivo que surge la exigencia de aplicar las herramientas del *Lean Manufacturing*. Para ahondar en los problemas de la línea se utilizó un diagrama de Ishikawa (anexo 6), en el cual se detalló el problema central del proceso, así como las causas y sub causas que la generaban.

La causa principal del problema en la línea de crudo, fueron los altos tiempos de procesamiento, y como causas se hallaron las fallas del personal, esto se debía a que el personal desconocía cómo ejecutar sus labores, lo cual generaba que haya demasiado tiempo improductivo y tiempos muertos. De la misma manera, otra causa encontrada en el diagrama, eran los mantenimientos no programados, esto se ocasionó porque las máquinas no llevaban una limpieza y lubricación adecuada lo que provocaba paradas en la producción y falla. Igualmente, la empresa no contaba con metodologías que le puedan ayudar con un mejor control de las áreas, lo que se visualizaba un mayor desorden en las líneas de producción.

Es por ello que en el VSM (figura 1) se visualiza principalmente altos TC el área de corte, envasado y sellado, esto se detalla en el diagrama de Ishikawa (anexo 6) donde las causas que generaban dichos problemas fueron: En el área de corte y envasado, como resultado de los errores del personal operario se provocaba desperdicios de materia prima, lo que a su vez causaba que el piso del área de trabajo esté constantemente sucio e interfiera con el proceso de producción, lo que causaba muchos tiempos muertos, puesto que los materiales de limpieza no se encontraban en los lugares asignados lo que retrasaba proceso de limpieza del área. Y finalmente en el área de sellado existía muchas fallas en la máquina selladora, puesto que no se realizaba mantenimiento y no contaba con un programa de limpieza y lubricación.

Posteriormente se realizó una matriz de impacto a través de un cuestionario aplicado (anexo 7) para priorizar las causas que provocaban un impacto negativo en la línea de crudo. Más adelante se detalla la matriz de impacto de las causas que originaba el problema dentro de la línea de crudo.

**Tabla 4.**

*Matriz de impacto de las causas raíz del problema central de la línea de crudo.*

Categorización de herramientas del Lean Manufacturing	Factores que afectan la línea	Nivel de impacto					Valor total	Valor porcentual (%)
		1	2	3	4	5		
Metodología de las 5S	Desorden en las áreas del proceso					5	27	<b>50.90</b>
	Áreas muy sucias					5		
	Falta de control				4			
	Los artículos de limpieza no están ubicados en lugares claves				4			
	Errores de los trabajadores					5		
	Tiempo perdido en búsqueda de artículos de limpieza				4			
Metodología del mantenimiento productivo total	Falta de mantenimiento					5	26	<b>49.10</b>
	Paradas/fallas de las máquinas					5		
	Piezas malogradas				4			
	Maquinaria antigua			3				
	Las maquinarias no están limpias ni lubricadas					5		
Piezas mal ajustadas				4				
<b>TOTAL</b>							<b>53</b>	

En la tabla 4, se puede observar las causas o razones que repercutían negativamente y provocaban un mayor impacto en la línea de crudo, los factores con un nivel de impacto de 5 eran: El desorden en el área de proceso, las áreas se encontraban muy sucias por la poca limpieza y además de ello también está los errores de los trabajadores por la falta de capacitación, los que tenían un nivel de impacto de 4 eran: La falta de control, los artículos de limpieza no estaban ubicados en lugares claves y la búsqueda de los materiales de limpieza, todo ello originaba un desorden en las áreas de proceso, retrasando de esa manera la producción. Todas estas causas constituían un 50.90% de los elementos que perjudicaban negativamente la línea de crudo. Por tal motivo la herramienta del *Lean*

*Manufacturing* es la indicada para la solución de estos problemas fue las 5S's puesto que genera un nivel de solución alta debido a que desarrollaba factores positivos tales como el orden y cultura de dicha metodología.

Otros factores con gran nivel de impacto fueron: Los mantenimientos no programados, las paradas/fallas de las maquinarias y falta de limpieza y lubricación en los componentes que tuvieron como calificación un nivel de impacto de 5, además de ello también están los otros factores con un nivel de impacto de 4 y 3 los cuales fueron: Las piezas en mal estado, maquinaria antigua y componentes mal ajustados. Todas estas causas raíces constituían un 49.10% del problema central de la línea de crudo. Aplicamos un TPM, pero solo nos centramos en un pilar, que fue el mantenimiento autónomo, en el cual mediante una capacitación a los trabajadores nos centramos en que estos estén capacitados y puedan centrarse en operaciones básicas para el mantenimiento de la máquina, como lo son la limpieza y lubricación.

Para el segundo objetivo se terminó la productividad de la línea de crudo antes de aplicar el *Lean Manufacturing*, en el cual se halló los índices de la productividad de MO y MP inicial, para tal efecto se utilizaron datos recolectados de las áreas de producción de la tabla 11 (anexo 8), para el periodo de tres meses, que comprende de enero a marzo del presente año, para poder lograrlo se tomaron los datos de 15 días por cada mes, ya que solo en esos días hubo producción de nuestra muestra. El siguiente cuadro muestra la productividad promedio para cada uno de los índices de productividad de MO de los meses mencionados.

**Tabla 5.**

*Productividad de la mano de obra antes de la aplicación del Lean Manufacturing*

<b>Mes</b>	<b>Días de producción</b>	<b>Productividad promedio (cajas/ope)</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<b>Enero</b>	15	0.93	0.0
<b>Febrero</b>	15	0.94	0.6
<b>Marzo</b>	15	0.95	1.7
<b>Productividad promedio</b>		0.94	

*Fuente:* Anexo 8 – tabla 12

La Tabla 5 muestra el índice promedio del número de días de producción por mes y el cambio porcentual en la productividad inicial de MO de enero a marzo, dando una productividad promedio de tres meses de 0.94 cajas/operador, que, como se muestra en la Tabla 11 (anexo 7), utilizando datos de producción diaria, forma de cajas producidas, número de operarios y horas de trabajo. Como se puede observar en la Tabla 5, marzo presenta la mayor productividad y enero es el mes de menor productividad ya que se alcanzó un promedio de 0,95 cajas/operador, lo que también se puede ver con más detalle en la Tabla 12 (Anexo 7). Así mismo en la variación porcentual se puede evidenciar un aumento del 1,7% desde enero a marzo.

Posteriormente para hallar los datos de la tabla 6, se emplearon los datos de producción y productividad de MP de la tabla 13 (anexo 7), para ello se necesitaron los datos de producción de quince días, del mes de abril hasta junio puesto que solo en esos días se procesa entero de anchoveta en salsa de anchoveta lo cual vendría siendo nuestra unidad de análisis, en la tabla 11 (anexo 7) se evidencia los datos como producción por cajas diarias y cantidad de tm de MP para obtener de esa manera los índices de productividad de MP.

**Tabla 6.**

*Productividad de la MP antes de la aplicación del Lean Manufacturing*

<b>Mes</b>	<b>Días de producción</b>	<b>Productividad promedio (cajas/tm)</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<b>Enero</b>	15	82.21	0.0
<b>Febrero</b>	15	82.91	0.9
<b>Marzo</b>	15	83.45	0.6
<b>Promedio</b>		82.86	

*Fuente:* Anexo 8 – tabla 13

En la tabla 6 se puede observar un promedio de productividad de MP de los meses a analizar, siendo en marzo el mes más eficiente ya que se consiguió un promedio de 83.45 cajas/tm, pero si queremos conocer el promedio general de la productividad de MP se calculó de la sumatoria de los índices de los meses dividido entre tres, obteniendo de esa manera el promedio general que fue de 82.86 cajas/tm. En lo que respecta a la variación porcentual se puede apreciar que hay un aumento de 0.9% desde el mes de febrero a marzo.

Entonces al saber ya la productividad de MO y MP inicial podemos de esta manera aplicar el *Lean Manufacturing* en los meses posteriores para luego evaluar la productividad de los meses siguientes que son julio, agosto y septiembre y de esta manera conocer como el Lean influye de manera positiva en el aumento de la productividad.

Seguidamente se aplicaron las herramientas del *Lean*, para lograrlo se necesitó la ayuda de la matriz de impacto para poder de esa manera priorizar las causas que generan el problema de la baja productividad en la empresa Beltrán E.I.R.L, y a través de esa matriz se puede visualizar que las causas principales son el desorden en el área de proceso, la falta de limpieza de las áreas y los errores del personal obrero es por ello que se tiene que aplicar la herramienta 5S.

Primero realizó un cronograma de actividades (anexo 9) para detallar el proceso y la duración de la aplicación de las 5S. Para está aplicación lo primero que se realizó es un *Checklist* con el objetivo de conocer el estado inicial de la línea de crudo, seguidamente se aplicó 5S's, el cual la primera fase de esta metodología es la "Clasificación-Seiri" donde para ello se realizó la elaboración de las tarjetas rojas (anexo 10) donde se observó aquellos materiales y herramientas que serían agrupadas, eliminadas, reubicadas, reparadas o recicladas, pero para poder tener una mejor toma de decisiones se realizó un flujograma (anexo 11) con los procedimientos a seguir.

La segunda etapa es "Ordenar-Seiton", para lo cual se crea una tabla donde se muestran todas las relaciones encontradas en la etapa anterior entre objetos, materiales, herramientas, equipos, las cuales están respaldadas por tarjetas rojas, todo esto es para llevar un registro de los anteriores productos han sido encontrados y así obtener una comprensión más detallada de las acciones a tomar, la ubicación del hallazgo, el área destinada y la fecha de cumplimiento. Todo esto se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla 7.**  
*Objetos observados con las tarjetas rojas*

<b>N° tarjeta</b>	<b>Producto, equipo o material</b>	<b>¿Dónde se encontró?</b>	<b>Área destinada</b>	<b>Acción ejecutada</b>	<b>Fecha de cumplimiento</b>
<b>01</b>	Insumos de limpieza y desinfección	Envasado	Almacén de productos de limpieza	Reubicar	16/04/2022
<b>02</b>	Materiales de limpieza mal ubicadas y desordenadas	Corte	Envasado	Reubicar	16/04/2022
<b>03</b>	Materiales de limpieza de otras áreas	Envasado	Corte	Reubicar	17/04/2022
<b>04</b>	Herramientas	Sellado	Mantenimiento	Reubicar	17/04/2022
<b>05</b>	Materiales e insumos de limpieza mal ubicadas	Sellado	Envasado	Reubicar	21/04/2022
<b>06</b>	Guantes rotos	Envasado	almacén de productos de limpieza	Eliminar	25/04/2022
<b>07</b>	Jabas deterioradas	Corte	Contenedores de desechos	Eliminar	28/04/2022
<b>08</b>	Materiales de limpieza en mal estado	Corte	Contenedores de desechos	Eliminar	01/05/2022
<b>09</b>	Estocas malogradas	Corte	Mantenimiento	Reparar	01/05/2022
<b>10</b>	Balanza malograda	Envasado	Mantenimiento	Reparar	04/05/2022
<b>11</b>	Carros de transporte en mal estado	Sellado	Mantenimiento	Reparar	08/05/2022
<b>12</b>	Lubricante para máquinas	Sellado	Mantenimiento	Reubicar	12/05/2022
<b>13</b>	Paneras sucias	Envasado	Corte	Lavar	14/05/2022
<b>14</b>	Balanza descalibrada	Envasado	Mantenimiento	Reparar	18/05/2022
<b>15</b>	Repuestos de selladora	Sellado	Mantenimiento	Reubicar	19/05/2022

*Fuente:* Empresa Beltrán E.I.R.L

En la tabla se puede visualizar aquellos artículos que fueron observados con la tarjeta, en este caso en la tabla fueron observados 15 artículos entre ellas se

encuentran balanzas descalibradas, el cual fue encontrada en el área de envasado y fue destinada al área de mantenimiento y la acción que se va ejecutar es reparación y la fecha que va a realizar es el 18/05/2022, así como con este objeto se hizo con muchos más, dándonos cuenta se han encontrado varios materiales fuera del área correspondiente, así mismo cuatro artículos necesitaban mantenimiento para poder pasar a reparación. Otras de las acciones a ejecutar también fue lo que es eliminar, aquí se halló los materiales de jabas deterioradas y materiales de limpieza que se encontraban en mal estado, todo ello se puede evidenciar en el anexo 10, donde se visualiza a más detalle los objetos observados.

En la tercera fase “Limpieza-Seiso” se aplicó un cuestionario (anexo 12) a los controladores de área que se encontraban laborando en la línea de crudo con el fin de conocer detalladamente sobre el manejo de los artículos de limpieza en la empresa. Ahí se puede detallar y conocer en qué estado se encuentra la empresa en lo que respecta sobre el manejo de artículos, en el cuestionario se detalla 6 preguntas y solo con la alternativa de si cumplen o no cumplen. Con el resultado obtenido del cuestionario aplicado se determinó que en la empresa en las diversas áreas de producción si contaban con materiales de limpieza, pero estos se encontraban en diferentes puestos, no tenían un lugar específico, además de ello estos no tenían un código de color que los pueda identificar por área lo que provocaba el atraso de la producción puesto que los operarios de limpieza demoraban en realizar su función.

Para darle solución a esta problemática se desarrolló la implementación de un registro de levantamiento de observaciones (anexo 13) en la cual se hace una evidencia de las observaciones dadas por las tarjetas rojas, donde se puede identificar de acuerdo con el área encontrada y la descripción de la observación encontrada, así mismo se adjuntará fotografías como evidencias. Posteriormente se propone acciones correctivas lo cual va a permitir dar soluciones a las observaciones señaladas. Una de las acciones más señaladas de la tarjeta roja es la mala ubicación y el desorden de los materiales de limpieza, para ello como acción correctiva se propuso las señalizaciones y rotulaciones de los materiales de limpieza por área correspondiente, para de esta manera evitar las confusiones y

mal ubicaciones de dichos materiales. Al realizar esto se pudo evidenciar un área más ordenada y limpia.

La fase cuatro de esta metodología denominada “Estandarización-Seiketsu” para ello se desarrolló una política referente al orden y limpieza (anexo 14) en esta política se detalla que todos los empleados deben comprometerse de mantener su área correspondiente muy ordenada, limpia y segura, para de esta manera confirmar que

La quinta y última fase de este objetivo fue la “Disciplina-Shitsuke” para poder desarrollarlo se desarrolló un *Checklist* con el propósito principal de constatar en qué nivel de cumplimiento de la metodología 5S´s se encuentra, para ello esto fue aplicada en la primera semana del mes de abril, hasta su etapa final que fue en la semana 8 en el mes de mayo, y con ello poder realizar la comprobación el nivel de cumplimiento de los criterios de esta metodología ya fuera un aumento o reducción.

Se realizó la aplicación del *Checklist* el cual se visualiza detalladamente en el anexo 15, para el cual se tuvo en cuenta una escala de puntajes de 0 a 5, en donde, si un elemento tiene la escala 0 esto hace referencia a la no aplicación de las 5S, además cada criterio a evaluar se le estableció un número correspondiente, en el caso de que el criterio se le denotaba con un puntaje de 1, este hacía referencia de que solo se estaba cumpliendo un 20%, de mismo modo aplica a los puntaje 2,3,4 de forma correspondiente a su escala de cumplimiento 40%, 60%, 80% y en referente al último de los puntajes de la escala es el 5 donde corresponde a un 95 % de cumplimiento de las 5S dentro de la organización, con la finalidad de evidenciar el comportamiento progresivo de los criterios de la metodología 5s y ver en qué nivel de cumplimiento se encuentra del área de producción de la línea de crudo.

**Tabla 8.***Resumen Checklist para la calificación de los criterios de la metodología 5S's*

Descripción	Checklist							
	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Clasificación</b>	15	17	17	18	22	26	27	27
<b>Orden</b>	28	33	36	36	36	39	40	41
<b>Limpieza</b>	24	26	28	28	33	33	35	35
<b>Estandarizar</b>	19	18	21	27	28	28	29	29
<b>Disciplina</b>	4	4	7	11	14	14	14	13
<b>Total (%)</b>	56	61	68	75	83	88	91	91

**Fuente:** Anexo 15

En la tabla 8 se puede observar un *Checklist* de las sumas de los puntajes obtenidos durante las etapas del 5S realizado durante ocho semanas entre abril y mayo, obteniendo la primera semana un porcentaje de cumplimiento del 56%, lo que indica que no se estaban cumpliendo adecuadamente todos los criterios, pero con el transcurrir de las semanas se puede ir evidenciado el aumento del porcentaje de variación semanal, hasta finalizar en la semana 8, el cual llega a cumplir con un 91%. En el anexo 15 se detalla a profundidad el *Checklist* realizado.

$$\% \text{ de variación del cumplimiento} = \frac{91\% - 56\%}{56\%} = 61.1\%$$

Para hallar el porcentaje del nivel de cumplimiento de las 5S's ponemos principal énfasis en la primera semana y la última semana, se puede ver que en la tabla 8 en la primera semana el nivel de cumplimiento es de un 56% esto nos indica que la empresa estaba cumpliendo moderadamente todos los criterios correspondientes a la 5S's, no era del todo favorable, pero tampoco era pésimo, ya que para ese entonces aún no se implementaban las diversas herramientas, luego de ello se puede observar que los puntajes van en aumento en cada semana que va transcurriendo, puesto que el personal ya se encuentra más capacitado y ya se había finalizado las cinco etapas de la herramienta 5S's llegando finalmente en la semana 8 con un porcentaje del nivel de cumplimiento de 91% logrando de esa manera mejorar un 61.1%.

Para hallar el porcentaje del nivel de cumplimiento de las 5S's ponemos principal énfasis en la primera semana y la última semana, se puede ver que en la tabla 8 en la primera semana el nivel de cumplimiento es de un 56% esto nos indica que la empresa estaba cumpliendo moderadamente todos los criterios correspondientes a la 5S's, no era del todo favorable, pero tampoco era pésimo, ya que para ese entonces aún no se implementaban las diversas herramientas, luego de ello se puede observar que los puntajes van en aumento en cada semana que va transcurriendo, puesto que el personal ya se encuentra más capacitado y ya se había finalizado las cinco etapas de la herramienta 5S's llegando finalmente en la semana 8 con un porcentaje del nivel de cumplimiento de 91% logrando de esa manera mejorar un 61.1%.

La segunda metodología implementada fue el mantenimiento productivo total, con el indicador de la eficiencia global de los equipos (OEE), su aplicación fue desde abril hasta junio, según lo planificado en el cronograma de actividades (anexo 16) para lograrlo se tuvo que recolectar datos de producción (anexo 17) y el historial de fallas (anexo 18) de la máquina selladora, dicho datos se recolectaron por un periodo de tres meses que fue desde abril hasta junio. Luego de ello se realizó un cálculo del tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio por reparación (MTTR) todo ello con el fin de hallar la disponibilidad de la máquina selladora. Posteriormente se elaboró un mantenimiento autónomo que se empezó a aplicar desde la semana 7 del mes de mayo, esto se pudo lograr a través de un registro de capacitación tabla 15 (anexo 19), un registro de ejecución de cumplimiento de limpieza tabla 16 (anexo 19) y un registro de inspección general del equipo tabla 17 (anexo 19).

**Tabla 9.***Disponibilidad de la máquina selladora*

<b>Máquina Selladora</b>	<b>Abril</b>				<b>Mayo</b>				<b>Junio</b>				
	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	
<b>Tiempo de funcionamiento (min)</b>	885	900	915	1040	1060	1170	1245	1380	1445	1250	1420	1272	
<b>Tiempo de inactividad (min)</b>	285	280	305	360	340	350	355	370	330	250	265	191	
<b>Número de paradas (fallas)</b>	10	12	11	7	9	15	8	8	7	9	7	7	
<b>MTBF (min/falla)</b>	60.0	51.7	55.5	97.1	80.0	54.7	111.3	126.3	159.3	111.1	165.0	154.4	
<b>MTTR (min/falla)</b>	28.5	23.3	27.7	51.4	37.8	23.3	44.4	46.3	47.1	27.8	37.9	27.3	
<b>Disponibilidad %</b>	67.80	68.89	66.67	65.38	67.92	70.09	71.49	73.19	77.16	80.00	81.34	84.98	
<b>Disponibilidad promedio (%)</b>		67				71				81			

En la tabla 9 se puede observar la disponibilidad de cada semana durante un periodo tres meses, para elaborar esta tabla se necesitó un reporte de fallas (anexo 18) y un reporte de datos de producción del área de sellado (anexo 17). Si hacemos una comparación de la primera semana con la semana final se puede visualizar que hay un aumento significativo de la disponibilidad, esto es debido a que desde la semana 7 se empezó aplicar el mantenimiento autónomo, por lo tanto, hay una mejora en el tiempo de funcionamiento de la máquina selladora, disminución de paradas y tiempo de inactividad de la máquina. En la semana 1 hay

una disponibilidad de 67.80% de la máquina selladora y en la semana final hay una disponibilidad del 83.49%, con esto se puede comprobar que existió un incremento de la disponibilidad con respecto a la primera semana de abril.

$$\% \text{ de variación de la disponibilidad} = \frac{81\% - 67\%}{67\%} = 20.9\%$$

El porcentaje de variación nos indica que la máquina selladora presenta un incremento de la disponibilidad del 20.9% con respecto del primer mes de abril al mes de junio, lo cual nos dice que con nuestro mantenimiento autónomo realizado si puedo significar un aumento de la disponibilidad. De la misma manera se puede visualizar el cálculo de tiempo medio entre fallas (MTBR) y el tiempo medio de reparaciones (MTTR), donde por medio de los datos de producción (anexo) se puede hallar dicho datos, y se puede ver que en la primera semana hay un MTBF de 60 minutos, es decir que cada 60 minutos existe una falla en la máquina selladora, pero conforme van transcurriendo las semanas y en especial en la semana 7, hay un aumento del tiempo que pasa para que máquina selladora falle, lo cual indica un efecto positivo del mantenimiento autónomo. En lo que respecta al tiempo medio de reparaciones (MTTR) se puede visualizar una disminución desde la semana 1 a la semana 12, lo cual es efectivo puesto que se necesita menos tiempo para reparar la máquina selladora.

Para lograr la aplicación del mantenimiento autónomo se realizó un formato de capacitaciones tabla 15 (anexo 19), formato de cumplimiento de limpieza y lubricación tabla 16 (anexo 19), y finalmente un formato de inspección tabla 17 (anexo 19). Lo cual para evidenciar el registro se tuvo que presentar como justificación un formato de asistencia de la figura 1 (anexo 19).

**Tabla 10.**  
*Registro del programa de capacitación*

	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12
<b>Capacitación del personal operativo (CPO) (%)</b>	70.00	75.00	75,00	80.00	85.00	90.00

Fuente: Anexo 19 – tabla 15

En la tabla 10 se puede apreciar que desde la semana siete hasta la semana nueve existe un aumento progresivo de los personales operativos que han logrado ser capacitados, indicando de esa manera una mejoría para la realización del mantenimiento autónomo. El programa de capacitación se realizó a todos los trabajadores que laboran en el área de sellado, la capacitación se realizó a partir de la semana siete del mes de mayo. Para hallar la capacitación del personal operativo se realizó una división del número de trabajadores capacitados sobre el número total de trabajadores, todo eso aplicado a partir de la semana siete hasta la semana doce. Posteriormente se aplicó un registro de ejecución de cumplimiento de limpieza y lubricación a los trabajadores.

**Tabla 11.**

*Registro de ejecución de cumplimiento de limpieza y lubricación*

	<b>Sem 7</b>	<b>Sem 8</b>	<b>Sem 9</b>	<b>Sem 10</b>	<b>Sem 11</b>	<b>Sem 12</b>
<b>Ejecución del cumplimiento de limpieza y lubricación (ECLL) (%)</b>	50,0	60,0	70,0	70,0	75,0	85,0

Fuente: Anexo 19 – tabla 16

En la tabla 11 se elaboró un registro de ejecución de limpieza y lubricación (anexo 19) aplicado al área de sellado, donde se puede visualizar que desde la semana siete el porcentaje de cumplimiento va en aumento, finalizando de esa manera en el mes de junio con un porcentaje del 85% lo cual indica que hay un aumento del porcentaje considerable en la cual lo trabajadores cumplieron con su deber de cumplimiento de limpieza y lubricación, disminuyendo de esa manera las paradas de la máquina selladora.

Finalmente se elaboró un registro de inspección de la máquina selladora en la cual se registra el número total de inspecciones y el número total de inspecciones conformes tabla 17 (anexo 19) lo cual para hallar la inspección realizada por operario se efectúa una división entre dichos datos.

**Tabla 12.**

*Registro de inspección general del equipo*

	<b>Sem 7</b>	<b>Sem 8</b>	<b>Sem 9</b>	<b>Sem 10</b>	<b>Sem 11</b>	<b>Sem 12</b>
<b>Inspección realizada por operario (%)</b>	50	60	50	60	70	80

**Fuente:** Anexo 19 – tabla 17

En la tabla 12 se puede demostrar el porcentaje semanal desde la semana 7 del mes de mayo hasta la última semana del mes de junio, ese porcentaje demuestra que en la última semana existe un 80% de inspecciones realizadas por operario.

Posteriormente se elaboró un cálculo de la eficiencia general de los equipos (OEE) para conocer la eficacia de la máquina selladora desde la primera semana de abril hasta la última semana de junio, de la misma manera se necesitaron los datos de producción del área de sellado de los meses a evaluar que se encuentra en el anexo 17.

**Tabla 13.**

*Cálculo del OEE durante los meses de aplicación.*

<b>BELTRAN E.I.R.L</b>		<b>Formato para determinar el OEE</b>										<b>Código:</b>	
		<b>Abril</b>			<b>Mayo</b>				<b>Junio</b>				
	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S 4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	
<b>Días trabajados</b>	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	
<b>Tiempo Operativo (min.)</b>	600	620	610	680	720	820	890	1010	1115	1000	1155	1081	
<b>Tiempo de preparación de máquina (min.)</b>	<b>Calibración de máquina al inicio del proceso</b>	160	220	225	205	135	200	135	135	95	130	130	125
	<b>Aplicación de Mantenimiento Autónomo</b>	0	0	0	0	0	0	108	108	81	108	108	108
<b>Tiempo Disponible Total (min.)</b>	885	900	915	1040	1060	1170	1245	1380	1445	1250	1420	1272	
<b>Tiempo de Ciclo Ideal (min/caja)</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	
<b>Cantidad de Cajas Producidas</b>	5553	7380	7177	7190	6376	7142	7906	7239	5792	7613	7281	7698	
<b>Cantidad Piezas Scrap</b>	19	32	29	28	20	30	30	30	26	30	29	30	
<b>% Disponibilidad</b>	67.80	68.89	66.67	65.38	67.92	70.09	71.49	73.19	77.16	80.00	81.34	84.98	
<b>% Desempeño</b>	78.95	73.81	73.05	76.84	84.21	80.39	86.83	88.21	92.15	88.50	89.88	84.64	
<b>% Calidad</b>	99.66	99.57	99.60	99.61	99.69	99.58	99.62	99.59	99.55	99.61	99.60	99.61	
<b>%OEE</b>	53.34	50.63	48.51	50.04	57.02	56.11	61.84	64.29	70.79	70.52	72.82	75.88	

Formato para determinar el OEE													Código:
		Julio					Agosto				Septiembre		
		Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24
<b>Días trabajados</b>		5	4	4	5	5	5	5	5	6	5	5	6
<b>Tiempo Operativo (min.)</b>		1050	1100	1120	1180	1200	1230	1250	1280	1290	1300	1350	1400
<b>Tiempo de preparación de máquina (min.)</b>	<b>Calibración de máquina al inicio del proceso</b>	120	100	150	180	100	150	110	80	60	50	60	50
	<b>Aplicación de Mantenimiento Autónomo</b>	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
<b>Tiempo Disponible Total (min.)</b>		1280	1300	1290	1320	1310	1350	1380	1400	1430	1425	1420	1420
<b>Tiempo de Ciclo Ideal (min/caja)</b>		0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Cantidad de Cajas Producidas</b>		7800	7900	7177	7190	6376	7142	7906	7239	5792	7613	7281	7698
<b>Cantidad Piezas Scrap</b>		15	32	29	28	20	30	30	30	26	30	29	30
<b>% Disponibilidad</b>		82,03	84,62	86,82	89,39	91,60	91,11	90,58	91,43	90,21	91,23	95,07	98,59
<b>% Desempeño</b>		89,74	91,67	88,19	86,76	92,31	89,13	91,91	94,12	95,56	96,30	95,74	96,55
<b>% Calidad</b>		99,81	99,60	99,60	99,61	99,69	99,58	99,62	99,59	99,55	99,61	99,60	99,61
<b>%OEE</b>		73,48	77,25	76,26	77,26	84,29	80,87	82,94	85,70	85,82	87,50	90,66	94,82

En la tabla 13 se elaboró un cálculo de la eficiencia global de los equipos, para conocer de esa manera más a detalle sobre la máquina selladora. En la primera semana la máquina selladora solo fue eficiente un 53.34% que según la tabla de valores del OEE (anexo 20) esta con un calificativo de inaceptable, por tal motivo se evidencia por ello la baja productividad de la empresa, pero ocurre de forma contraria a partir de la semana siete, que es justo donde se dio inició el mantenimiento autónomo, el porcentaje del OEE fue incrementando progresivamente, llegando de esa manera a la última semana del mes de septiembre donde la máquina selladora obtuvo un OEE del 94.82% logrando ser eficiente, y según la tabla de valores (anexo 20) obtiene un calificativo de excelente, lo cual indica que el mantenimiento autónomo aplicado dio resultados positivos.

Finalmente, realizamos un nuevo *Takt time*, que fue aplicado después de haber implementado el *Lean Manufacturing*, con los nuevos tiempos obtenidos.

A continuación, se presenta la siguiente tabla para el cálculo del *Takt time*.

**Tabla 14.**

*Datos para el cálculo del Takt Time*

Datos de producción para 20 tm	Cajas/día	Min/día	%
<b>Producción</b>	1827		
<b>Horas trabajadas</b>		420	
<b>Horas de descanso</b>		45	
<b>Promedio de la disponibilidad de las máquinas</b>			81
<b>Merma</b>	8		

$$Takt\ time = \frac{(420-45)*0.81}{1827*(1+0.004)} = 0.17\ \text{min/caja}$$

Al realizar un nuevo *Takt time* podemos comprobar que existe un nuevo tiempo, el cual fue de 0.17 min/caja, lo que significa que aumenta un 0.01 con respecto a anterior, esto depende de los datos obtenidos después de aplicar las herramientas del Lean Manufacturing, los nuevos tiempos fueron la demanda, las horas trabajadas por los obreros, de igual manera con la nueva disponibilidad de la maquinaria que fue del 81% y la merma del día que fue de 8 cajas. Con esto podemos decir que, si se llega a mejorar las productividades, pero no al máximo ya que aun no se llega a cumplir con la demanda del cliente, pero se obtuvo un aumento en el tiempo del *Takt time*, es decir hay mayor tiempo para poder cumplir

con la demanda, esto significa que las herramientas Lean si influye en el aumento de las productividades, pero no se logra a cumplir con el *Takt time* establecido.

Finalmente, la última herramienta aplicada fue realizar un nuevo VSM para de esa manera confirmar de manera más general las mejoras obtenidas luego de la aplicación de la herramienta 5S's y el TPM enfocado en el pilar de mantenimiento autónomo. A continuación, se detalla en la siguiente figura el VSM final, que nos servirá para darle seguimiento a las mejoras obtenidas.

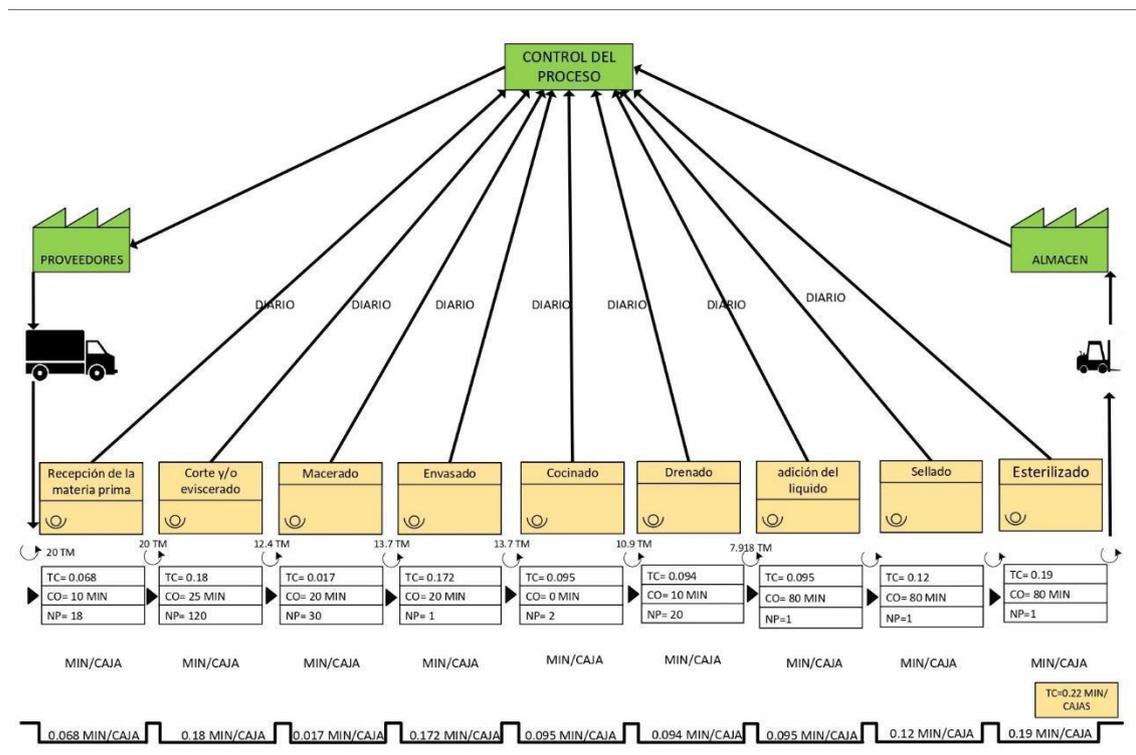


Figura 2. Mapa de flujo de valor

En la figura 2, se detalla el nuevo VSM, donde se logró calcular los nuevos TC de cada una de las actividades y el TC en general de la línea de crudo, a su vez, permitió una visualización más amplia de cuáles son las áreas que han logrado ser mejoradas luego de la aplicación de las herramientas Lean las cuales fueron las 5S y el TPM, como pilar principal el mantenimiento autónomo.

Para ejecutar el VSM se utilizó un nuevo diagrama de operaciones (anexo 21) en donde se detallaron los tiempos nuevos de cada operación y se puede observar una reducción de los tiempos en las áreas donde se realizaron las mejoras, las cuales fueron: área de corte, envasado y sellado. En el nuevo VSM se detalla los nuevos TC de las áreas que antes tenían un TC mayor, se observa que, en el área

de corte, actualmente tiene un TC de 0.18 min/caja, y antes era de 0.20, en el área de envasado ahora tiene un TC de 0.17 min/cajas y antes era de 0.20 min/cajas y finalmente en el área de sellado donde se aplicó el mantenimiento autónomo en la máquina de sellado se obtuvo un TC de 0.12 min/cajas. Esto indica que actualmente en la línea de producción tiene un TC general de 0.22 min/cajas y anteriormente era de 0.26, el nuevo tiempo de ciclo general fue hallado a partir de la nueva data de producción de (1827 cajas) con un nuevo tiempo de producción de 420 minutos al día.

Para hallar el cuarto objetivo, el cual fue determinar las nuevas productividades después de aplicar las herramientas del Lean tales como son las 5S's y el TPM (pilar de mantenimiento preventivo). Para hallar los índices de productividad se utilizaron los datos de producción recolectados en la tabla 19 (anexo 22), la recolección de datos fue durante de julio a septiembre.

**Tabla 15.**

*Productividad de mano de obra después de la aplicación de Lean Manufacturing*

<b>Mes</b>	<b>Días de producción</b>	<b>Productividad promedio (cajas/ope)</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<b>Julio</b>	15	1.02	0,0
<b>Agosto</b>	15	1.03	0,9
<b>Septiembre</b>	15	1.04	0,9
<b>Productividad promedio</b>		<b>1.03</b>	

*Fuente:* Anexo 22 – tabla 20

En la tabla 15 se puede observar los meses de productividad a evaluar, siendo estos desde julio hasta septiembre, durante 15 días, donde el índice de productividad mayor fue en el mes de septiembre con un promedio de 1.04 cajas/operario indicando de esa manera que un operario puede lograr a elaborar un 1.04 cajas. En la variación porcentual se puede visualizar un aumento progresivo de 0.9% y como productividad promedio de los tres meses fue de 1.03 cajas/ope.

Para calcular los índices de productividad de la MO después de aplicar el Lean, se emplearon los datos del reporte de producción tabla 19 (anexo 22) de dichos meses, principalmente los datos de horas trabajadas por operarios, el número de operarios y las unidades producidas diarias.

Para calcular los índices de productividad de la MP recolectaron datos de producción tabla 21 (anexo 22) de los meses a evaluar, los cuales fueron desde el mes de julio hasta septiembre durante quince días.

**Tabla 16.**

*Productividad de materia prima después de la aplicación de Lean Manufacturing*

<b>Mes</b>	<b>Días de producción</b>	<b>Productividad promedio (cajas/tn)</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
<b>Julio</b>	15	91.99	0.0
<b>Agosto</b>	15	92.13	0.2
<b>Septiembre</b>	15	92.19	0.1
<b>Productividad promedio</b>		92,11	

*Fuente:* Anexo 22 – tabla 21

En la tabla 16 se puede visualizar los meses evaluados, durante los quince días de cada mes donde se procesaba entero de anchoveta en salsa de tomate, se puede apreciar que los índices de productividad promedio fueron en aumento progresivamente, logrando tener el mes de septiembre un mejor índice de la productividad con un promedio de 92.19 cajas/tm, y obteniendo una productividad general de 92.11 cajas/tm. En la variación porcentual se obtiene un aumento de 0.1% del mes de septiembre con respecto al mes anterior.

Finalmente, como último objetivo se realizó una comparativa del índice promedio de las productividades iniciales y las productividades finales, las cuales MO y MP donde ya se realizó la aplicación de las herramientas del Lean, siendo las productividades iniciales un pre test de enero-marzo y como post test julio-septiembre.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra una comparativa de la productividad de la MO y su porcentaje de elevación de la productividad.

**Tabla 17.**

*Tabla comparativa de la productividad de la mano de obra*

<b>Productividad de Mano de obra (cajas/ope)</b>						
<b>Pre test</b>			<b>Post test</b>			<b>% de incremento de productividad</b>
<b>Meses</b>			<b>Meses</b>			
<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	
<b>0,93</b>	0,94	0,95	1,02	1,03	1,04	
<b>Productividad promedio</b>			<b>Productividad promedio</b>			
<b>0,94</b>			<b>1,03</b>			<b>9%</b>

En la tabla 17 se muestra un pre test de los meses de enero, febrero y marzo y un post test de los meses julio, agosto y septiembre, indicando su productividad promedio general de cada uno, como se puede mostrar, la productividad promedio pre test fue de 0.94 cajas/operario donde se evidencia un aumento progresivo de las productividades de los meses siguientes, siendo una productividad promedio del post test de 1.03 cajas/ope, y con un incremento del 9% de la productividad de la MO. Esto demuestra claramente que la aplicación del Lean fue positiva al incrementar un 9% la productividad de la MO.

Posteriormente de la misma manera se presenta una tabla comparativa de las productividades iniciales y finales de la materia prima.

**Tabla 18.**

*Tabla comparativa de la productividad de materia prima*

<b>Productividad de Materia Prima</b>						
<b>Pre test</b>			<b>Post test</b>			<b>% de incremento de productividad</b>
<b>Meses</b>			<b>Meses</b>			
<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	
<b>82,21</b>	82,91	83,45	91,99	92,13	92,19	
<b>Productividad promedio</b>			<b>Productividad promedio</b>			
<b>82,86</b>			<b>92,11</b>			<b>11%</b>

En la tabla 18 se puede apreciar un pre test de las productividades iniciales desde enero hasta marzo y un post test de las productividades finales de MP, como se puede visualizar en la tabla, la productividad promedio de MP inicial fue de 82.86

cajas/tm y luego de aplicar el Lean Manufacturing se obtuvo como productividad final de MP un 92.11 cajas/tm, lo que significa que por cada tonelada de materia prima se producía 92.11 cajas de conserva de anchoveta en salsa de tomate. El uso de las herramientas hizo que la productividad de MP aumente un 11%.

Se realizó la contrastación de la hipótesis mediante el análisis estadístico inferencial, con la finalidad de aprobar la hipótesis. Se verificó la conducta de los datos para definir si son paramétricos o no paramétricos. Es así que en función de  $n=3$  se determina que la prueba de normalidad utilizada en esta investigación la de Shapiro-Wilk.

**Tabla 19.**

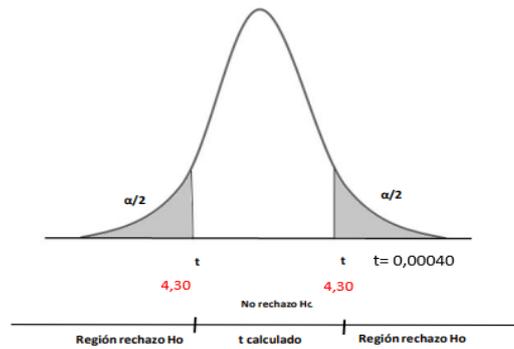
*Tabla prueba de normalidad de las productividades*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_MO_Post	,175	3	.	1,000	3	1,000
Productividad_MP_Post	,269	3	.	,949	3	,567

a. Corrección de significación de Lilliefors

Respecto a la tabla 19 se determinó que el grado de significancia de la productividad MO final fue de 1 lo que al ser mayor a 0.05 hace que sea paramétrico, obteniendo también un nivel de significancia de la productividad de MP fue de 0.949 que al ser mayor que 0.05 hace que sea paramétrica, para reforzar esta hipótesis se realizó la prueba de T-Student con el propósito de confirmar los resultados obtenidos de las productividades iniciales y finales.

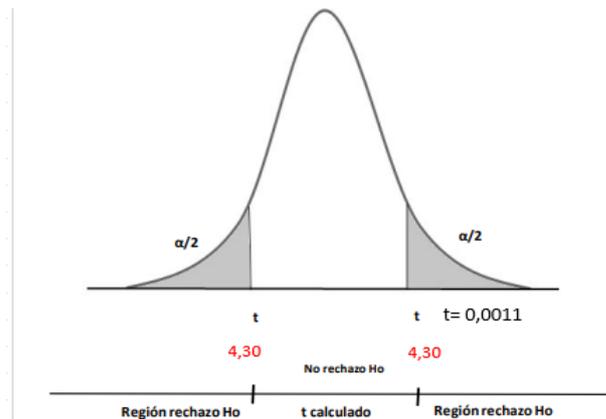
La Tabla 22 (anexo 23) muestra que el valor t en ambos extremos de la cola es 0.0004, que es menor del 5%, lo cual es un error. En consecuencia, el valor t en la Figura 3 cae en la zona de rechazo, y esto puede ser llegó a la conclusión de que la implementación de la manufactura esbelta en realidad ha mejorado la producción de petróleo crudo de la empresa Productividad de los trabajadores de la línea de producción.



**Figura 3.** Análisis estadístico de la productividad de MO de la línea de crudo

*Fuente.* SPSS 22

La Tabla 22 (anexo 23) describe que el valor de t en ambos extremos de la cola es 0.0011, que es menos del 5%, lo cual es un error y, por lo tanto, gráficamente en la Figura 4, se puede ver que el valor de t está cayendo en la zona de rechazo, y la conclusión es que la aplicación del Lean efectivamente, ha aumentado la productividad de las materias primas en Beltrán E.I.R.L. en la línea de producción de crudo.



**Figura 4.** Análisis estadístico de la productividad de la MO de la línea de crudo

*Fuente.* SPSS 22.

Por tal motivo, al realizar la prueba de T-Student se concluyó que la aplicación del Lean Manufacturing influye de manera positiva en el aumento de las productividades, tanto de la de mano de obra y materia prima, puesto que al realizar las comparaciones hubo un aumento significativo de las productividades.

## V. DISCUSIÓN

Para el primer resultado, el cual fue diagnóstico la línea de crudo de la empresa. Primeramente, al calcular el *Takt time*, se obtuvo un resultado de 0.16 min/caja. Comenzando con este cálculo, surge la obligación de calcular el TC de la línea, para conocer si satisface la solicitud del cliente. Por lo tanto, se utilizó la herramienta del VSM que permitió en gran ayuda el cálculo de los TC. El tiempo de ciclo de la línea tuvo un resultado de 0.263 min/caja, de la misma forma también se realizó un cálculo de cada una de las áreas que intervienen en la realización del producto, en las que se halló que las áreas que más generan dificultades en el área de corte, envasado y sellado, que disponían TC de 0.19, 0.20 y 0.12 minutos por caja respectivamente. Los principales problemas presentados en estas áreas son los excesivos tiempos muertos, y las paradas continuas de máquinas. por lo que lo antes mencionado se justifica en el artículo de Klimecka (2017), en la cual utilizaron el Mapa de flujo de valor para poder evaluar el estado inicial del tiempo de procesamiento de la línea de producción, hallando una *Tak time* del estado actual con un tiempo de 38.5 min/lte, donde determinaron las 5 actividades que necesitaban mejoras siendo estas las de almacén, suministro, ensamblaje, pretratamiento y refinado, obteniendo un incremento de las herramientas lean de hasta un 45% las actividades que integraban valor al proceso productivo, por lo que se tiene similitud con la investigación realizada. Por otro lado, también se coincide con la investigación de Huamanchumo y Jiménez (2019) en su estudio mencionó que a través del VSM, Diagrama de operaciones y el tiempo de ciclo, se pudo lograr determinar cuál es la velocidad o ritmo de fabricación, las cual resultó ser de 17.78 sg/kg, viéndose comprometido por satisfacer la demanda de los productos, logró establecer 3 áreas con oportunidad de mejora. Dichas mejoras se atribuyeron a las áreas de fileteado, envasado y cocido, encontrando problemas en esta área como los altos tiempos de procesamiento, reprocesos, fallas en la máquina de sellado, merma de conservas de pescado y reprocesos por falta de mantenimiento. lo cual coincide con nuestra presente investigación. En consecuencia, que los resultados tienen mucha semejanza con los de los autores mencionados, se puede determinar que el uso del VSM fue debido a la necesidad de determinar cuáles eran las áreas que originan problemas en la línea de producción.

Para la realización del segundo resultado se emplearon datos de producción de los meses de enero, febrero y marzo del producto a investigar. Los valores de productividad de MO y MP antes de llevar a cabo la aplicación del Lean, fueron en promedio respectivamente 94% cajas/operario y 82.86% cajas/tonelada. En relación con la mano de obra, se obtuvo un valor regular, pero este puede lograr una mejoría si se aumentaba el promedio de cajas de conservas producida por día, por otro lado, en relación con la MP se obtuvo una productividad baja debido a los altos tiempos de producción. Se midieron estos indicadores con la finalidad de conocer el estado inicial de la productividad para luego ser comparada cuando se apliquen las mejoras a la línea de producción (herramientas Lean Manufacturing). En vista de determinar la productividad inicial de la línea de crudo de la empresa Beltrán E.I.R.L, Por su parte los resultados se asemejan en la investigación de Vargas y Camero (2021) donde señalan que el valor inicial de la productividad de la línea de producción de adhesivos acuosos era inferior a 5 kg/h-h (lo que se espera), con un valor promedio de 4.37 kg/h-h para lo conseguir este indicador se realizó una recopilación de datos de los primeros siete meses (enero-julio) de los últimos 2 años. El valor del indicador se hallaba en ese rango porque había demasiado tiempo de procesamiento, exceso de tiempo de búsqueda de materiales y la falta de limpieza del área de producción, lo cual se asemeja a nuestra investigación recalcando que hallar la productividad inicial es un factor importante ya que nos permitirá conocer posteriormente si ha realizado mejoras en el sistema. Por otro lado, Shivanand, Kumar y Kumar (2019) que en su estudio implementó el Value stream mapping en la fabricación de mazos de cable donde logró determinar que el valor inicial de la productividad era de 16.78 piezas/ope, para poder alcanzar el cálculo de este indicador se tuvo que realizar la recolección de datos de meses anteriores que permitieran tener una data más real de lo que viene sucediendo dentro de la línea de producción, dicha cantidad de productividad nos indica que hay demasiado tiempos de procesamiento. Al contrastar ambos estudios, se relacionan completamente con nuestro tema de investigación al indicar que la productividad es un indicador que permite conocer cómo se está aprovechando los recursos de la empresa, por lo que es un factor muy importante conocer esta información y que nos permitirá conocer cuáles son las áreas que necesitan mejoras y tomar una mejor decisión sin improvisaciones.

Para la ejecución del tercer resultado, se aplicó la metodología Lean Manufacturing, especialmente las herramientas 5S y TPM, enfocado especialmente en el pilar del mantenimiento autónomo. Con respecto a la metodología de la 5S, como primera etapa, se utilizaron las tarjetas rojas para identificar y clasificar aquellos objetos que deberían ser agrupados, eliminados, reubicados, reparados o reciclados, posteriormente se realizó una tabla para ordenar dichos objetos identificados en la fase anterior y programar las fechas de las actividades a ejecutar, luego con la ayuda del instrumento del Checklist se pudo medir el porcentaje del nivel de cumplimiento de dicha herramienta, obteniendo un nivel de cumplimiento inicial de 56% en la primera semana del mes de abril, donde aún no se implementaba las 5S, esto se evidencia con la semana final del mes de mayo donde se logró obtener un porcentaje del nivel de cumplimiento del 91%, puesto que ahí ya se había implementado las acciones requeridas, identificadas anteriormente con las tarjetas rojas y ordenadas por fecha de realización, de esa manera consiguiendo una variación del nivel de cumplimiento del 61.1%, evidenciando de esta manera una mejora en el área de trabajo, puesto que se ordenaron los implementos de limpieza que obstruían el libre acceso a los trabajadores y ralentizaban el proceso de trabajo, Con los resultados obtenidos se afirma lo mencionado por el autor Cotera (2018) donde el investigador aplica herramientas Lean, como la herramienta 5S, TPM y SMED y obtiene que en cuanto al porcentaje de orden y limpieza logró elevarlo de 12% a 18% y de 16% a 27% respectivamente, con lo mencionado anteriormente vale decir que nuestro estudio guarda afinidad con los resultados obtenidos por el autor, puesto que se logró un mejor orden y limpiezas en las áreas.

El TPM fue la segunda herramienta aplicada, enfocándonos en el pilar de mantenimiento autónomo, puesto que para Tian y Jeng (2020) es el pilar en el que trata de involucrar e incentivar a los trabajadores sean los protagonistas para brindar los mantenimientos pertinentes y sencillos que necesite alguna máquina, así como también involucra las inspecciones, limpieza y lubricación. Por tal motivo se calculó la disponibilidad de la máquina selladora en los meses de abril, mayo y junio definiendo de esa manera una disponibilidad inicial del 67.8%, pero después de aplicar el mantenimiento autónomo se obtuvo una disponibilidad final del 84.9%, obteniendo una variación de la disponibilidad del 20.9%, esto se pudo lograr a través del historial de fallas y mantenimiento. La aplicación del mantenimiento

autónomo, se pudo llevar a cabo a través de la realización de capacitaciones a los trabajadores del área de sellado, que fueron un total de 20 trabajadores, el cual se les brindó capacitación sobre temas de limpieza y lubricación, luego para confirmar si esto se estaba cumpliendo, se realizó un cálculo de la capacitación del personal operativo (CPO) con el fin de medir el nivel de cumplimiento de dichas capacitaciones, obteniendo como resultado de 90% en la semana final, de la misma manera se calculó el nivel del cumplimiento de limpieza y lubricación (ECLL), para de esa manera conocer la realización de lubricación y limpieza en la máquina selladora, obteniendo un 85.4% de cumplimiento con dicho mantenimiento, también se calculó un registro de inspección del equipo, dando como resultado un 80% de inspecciones realizadas por operario. Luego de ello también se realizó un cálculo del OEE (Eficiencia global de los equipos) esto con el fin de medir la eficacia de la máquina selladora y conocer el estado del proceso de la línea de crudo, donde se obtuvo un OEE inicial de 53.34%, lo cual bajo la tabla de valores está en un nivel inaceptable, luego de la aplicación del mantenimiento autónomo se puede evidenciar que en la última semana el OEE es de obteniendo como OEE final de 94.82%, lo cual es excelente, y nos confirma de esa manera que la aplicación del mantenimiento autónomo si de gran ayuda para mejorar la disponibilidad y eficiencia de la máquina selladora, permitiendo de esa manera un mayor tiempo de funcionamiento. Finalmente, para poder tener una mayor visión de los resultados y un mejor seguimiento se efectuó un VSM final, obteniendo de esa manera un nuevo tiempo de ciclo de 0.22 min/cajas, mejorando el tiempo producido por cajas, de igual manera fue con el área de corte, envasado y sellado, donde los nuevos tiempos fueron de 0.18 min/cajas, 0.17 min/cajas y 0.12 min/cajas respectivamente. Con los resultados logrados, los autores Huamanchumo y Jiménez (2019) afirman en su investigación donde aplicaron herramientas Lean, como VSM, 5S y TPM obtuvieron como resultado que pudieron reducir el tiempo de ciclo de 17.78 sg/kg, puesto que anteriormente era de 19.24 seg/kg, de la misma manera mejoraron los tiempos de ciclos de las áreas donde había más tiempos de espera.

Para llevar a cabo el cuarto y quinto resultado se tomó en cuenta los datos de producción de los meses posteriores, luego de la aplicación de las herramientas Lean, donde se calculó la productividad de mano de obra y materia prima de los meses de julio, agosto y septiembre, el cual nos dio como resultado que la nueva

productividad de la mano de obra fue de 1.02, 1.03 y 1.04 cajas por toneladas respectivamente, existiendo de esa manera una variación porcentual de 0.9% por cada mes. De la misma manera con la nueva productividad de materia prima que fue de 91.99, 92.13 y 92,19 cajas por toneladas respectivamente, obteniendo así una variación porcentual de 0.2%. Finalmente para la realización del último resultado, donde realizamos una comparación de las productividades iniciales y finales, se tomó datos los 3 primeros meses del año con un 0.94 cajas/operario y un post análisis de los meses de julio, agosto y septiembre, donde se obtuvo 1.03 cajas/operario donde se obtuvo un incremento del 9 % de productividad de mano de obra, mientras que por la productividad de materia prima inicial es de 82.86 cajas/tm y luego de aplicar el Lean Manufacturing se obtuvo 92.11 cajas/tm con un incremento del 11%.logrando observar en los dos indicadores crecimiento positivo en relación a que se logró minimizar ciertos tiempos elevados durante la producción que eran producidos por la falta de orden y limpieza. La investigación de Vargas y Camero (2021) donde señalan que después de la aplicación de *Lean Manufacturing* hay un incremento en la productividad de mano de obra, y si se sigue teniendo constancia en esta metodología se puede aumentar la productividad hasta en un 3% más, los indagadores para poder realizar los cálculos, primero calculó la productividad inicial de 4.37 kg/h-h (enero-julio) y luego de la aplicación de esta herramienta se alcanzó una productividad de 5 kg/h-h, esto fue gracias a que se mejoró los tiempos improductivos, se disminuyó los cuellos de botella, para así lograr una mejor calidad del producto final, lo que conllevaría a una mejor satisfacción de los consumidores. Por su parte Shivanand y Kumar (2019) en su investigación mencionan que hallar la productividad inicial y final fue un factor importante para lograr incrementar en un 3% la productividad y en un 12% la eficiencia, todo esto de a causa de la disminución de los cuellos de botella, la mejora de los tiempos, la disminución de los desperdicios del *Lean Manufacturing*, como consecuencia se tuvo una reducción de tiempo de producción de 11.7 días a 8.3 días, gracias a la disminución del porcentaje de reprocesos y carga de trabajo. Al contrastar los resultados de las diferentes investigaciones con los resultados alcanzados en la presente investigación, se puede sostener que, para todos los casos de aplicación de las herramientas, la metodología *Lean Manufacturing* logró cambios positivos dentro de la línea de producción. Es esencial que las

organizaciones entiendan cómo administrar las diferentes herramientas de esta metodología con el propósito de generar una mayor rentabilidad económica mediante el mejoramiento de los porcentajes de productividad.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó un diagnóstico del estado actual de la línea de crudo de la empresa Beltrán E.I.R.L, para ello, lo primero que se halló fue un *Takt time* inicial, el cual como resultado se obtuvo un tiempo de 0.16 min/caja, luego se aplicó un VSM donde se obtuvo un tiempo de ciclo de 0.26, lo cual significaba que no se estaba cumpliendo con la producción demandada, con la aplicación del VSM pudimos conocer el TC de cada operación que involucra la línea de crudo, sabiéndose de esa manera que la operación de corte, envasado y sellado tienen los más altos tiempos. Entonces se concluyó que luego de aplicar una matriz de impacto se logró hallar las causas principales que afectaban con el retraso de producción y el excesivo tiempo de procesamiento, estos fueron los altos tiempo de procesamiento en la línea, las periódicas paradas de las máquinas selladoras y el constante desorden en el proceso de producción dentro de la línea.
2. Se determinó la productividad inicial, antes de aplicar el Lean Manufacturing, la productividad hallada en la línea de crudo fue calculada durante los meses de enero, febrero y marzo, donde se obtuvo una productividad de mano de obra de 0.93, 0.94 y 0.95 respectivamente, obteniendo un promedio 0.94 cajas/operador, lo que se estimaba que un operador producía 0.94 cajas. Con respecto a la productividad de materia prima se obtuvo como resultado de 82.21, 82.91 y 83.45 respectivamente, siendo en promedio 82.86 cajas/tm, esto se indicaba que por una tonelada ingresada de materia prima se producía un promedio de 82.86 cajas.
3. Se aplicó las herramientas Lean Manufacturing tales como el 5S y TPM (Mantenimiento autónomo). Donde respecto a la 5S, se obtiene un nivel de cumplimiento inicial de 56% donde aún no se implementaba las 5S, y ya en la semana final se logró obtener un porcentaje del nivel de cumplimiento del 91%, consiguiendo una variación del nivel de cumplimiento del 61.1%, evidenciando de esta manera una mejora, demostrado en dicho porcentaje. El TPM fue la segunda herramienta aplicada, para ello se aplicó un cálculo de la disponibilidad de la máquina selladora definiendo una disponibilidad final del 84.98%. Luego de ello también se realizó un cálculo del OEE (Eficiencia global de los equipos), donde se obtuvo 53.34%, lo cual bajo la

tabla de valores está en un nivel inaceptable, luego de la aplicación del mantenimiento autónomo se puede evidenciar un OEE final de 94.82%, lo cual es excelente, y nos confirma de esa manera que la aplicación del mantenimiento autónomo si fue de gran ayuda para mejorar la disponibilidad y eficiencia de la máquina selladora. Finalmente, para poder tener una mayor visión de los resultados y un mejor seguimiento se efectuó un VSM final, obteniendo un nuevo tiempo de ciclo de 0.22 min/cajas.

4. Se determinó una nueva productividad final, posterior de la aplicación de las herramientas Lean, en los meses de agosto, septiembre y octubre (datos semanalmente), obteniendo como resultado una productividad final de la mano de obra de 1.02, 1.03 y 1.04 siendo en promedio 1.03 cajas/operador, y la productividad de materia prima fue de 91.99 %, 92.13 % y 92.19 % siendo en promedio 92.11 % cajas/tm.
5. Finalmente se determinó la variación porcentual de los indicadores evaluados, es decir se evaluó las diferencias encontradas en el pre test y post test, siendo de esta manera, la productividad de la MO llegando a tener un aumento del 9% respecto a productividad inicial, y por último con respecto a la productividad de la MP se obtuvo un aumento del 11% respecto a la productividad anterior.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En función al tema que se investigó en la empresa Beltrán E.I.R.L. en el 2022 se determinó lo siguiente:

1. Primeramente, se le recomienda a la empresa Beltrán a utilizar la metodología Lean Manufacturing como una filosofía organizacional para poder proseguir progresos en el área de producción de la línea de crudo con el propósito de cumplir las necesidades de los clientes, y seguir manteniendo y mejorando las herramientas como el 5S y el Mantenimiento productivo Total.
2. Documentar y tener registro de los puntos con mayor problema en la línea de crudo, para que constantemente se realice un control intensivo durante el proceso de producción de conservas, del mismo modo también tener medidas de prevención que garanticen la calidad del producto.
3. Verificar que el registro de mantenimiento autónomo, sea llenado y ejecutado de forma diaria, así como las capacitaciones a los operadores de máquina selladora de manera que permita seguir infundiendo esta herramienta dentro de la organización.
4. se recomienda supervisar a los colaboradores que están involucrados en el proceso de producción, con el propósito de disminuir los tiempos excesivos, evitar desperdicios en exceso, tanto para la mano de obra, como la materia prima utilizados en el proceso, ya que esto puede maximizar la cantidad de cajas producidas y disminuir los costos.
5. Involucrar a toda la organización a trabajar con la implementación de esta metodología, desde los jornaleros hasta la línea de mando, con la finalidad de que todo el personal se pueda integrar y puedan apoyarse y mejorar los resultados de la aplicación.

## REFERENCIAS

ABED, Kadhum y MUTLAG, Sattar. Using AHP methods in maintenance to improve reliability and equipment performance. IOP Publishing. [En línea]. March 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en doi: <https://doi.org/10.3390/app10217922>

ISSN: 1757-899X

ADESTA, Erick, PRABOWO, Humberto y AGUSMAN, Denilson. Evaluation 8 pillar of total productive maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. IOP Publishing. [En línea]. January 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://www.researchgate.net/public>

ISSN: 1757-899X

ANTOSZ, Katarzyna, PASJO, Lukasz y GOLLA, Arkadiusz. The use of artificial intelligence methods to assess the effectiveness of lean maintenance concept implementation in manufacturing enterprises. Applied Sciences. [En línea]. November 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en doi: <https://doi.org/10.3390/app10217922>

ISSN: 1757-899X

AVELAR, Isadora, OLIVEIRA, Fernando y SOARES, Marcia. Change management practices to support the implementation of lean production systems: a survey of the scientific literatura. Gestao Producao. [En línea]. February 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0104-530X4019-20>

ISSN: 1806-9649

BELTRÁN, Carlos y SOTO, Anderson. Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa Hlf Romero S.A.S. Tesis (Título en ingeniería industrial). Bogotá: Universidad de la Salle, 2017.

BURAWAT, Piyachat. Productivity improvement of corrugated carton industry by implementation of continuous improvement, 5s, work study, and muda elimination. International Journal of Engineering and Advanced technology. [En línea]. May 2019. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi:10.35940/ijeat.e1026.0585c19>

ISSN: 2249-8958

CANAHUA, Nohemy. Implementación de la metodología TPM – Lean manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Revista Industrial Data*. [En línea]. Julio 2021. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>

ISSN: 1810-9993

CAVAZOS, Judith, MÁYNEZ, Aurora y VALLES, Leticia. Kaizen events: an assessment of their impact on the socio-technical system of a Mexican Company. *Revista Redalyc*. [En línea]. June 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47753681007>

ISSN: 2011-2769

CONSUEGRA [et al]. Diseño del método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento. *Revista Ingeniera*. [En línea]. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu>

ISSN: 1815-5944

CORNELLUS, Diego, DOS SANTOS, Bruna y DOS SANTOS, César. Implementation of a standard work routine using lean manufacturing tools: A case study. *Gestao Producao*. [En línea]. December 2021. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0104-530x4823-20>

ISSN: 1806-9649

COTERA, Dyan. Optimización del proceso productivo aplicando herramientas de lean manufacturing en una empresa de confección textil de Lima. Tesis (Título en Ingeniería Industrial y Gestión Empresarial). Lima: Universidad Norbert Wiener, 2017.

DA SILVA, Hyggor, BERTOLLO, Alex y DA SILVA, Levi. The use of costing methods in lean manufacturing industries: a literature review. *Gestao Producao*. [En línea]. January 2017. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2183-16>

ISSN: 0104-530X

DAVE, Yash y SOHANI, Nagendra. Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries. *International Journal of Lean Six*

Sigma. [En línea]. January 2019. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <https://es.improving productivity lean preactices.com/document/345>  
ISSN: 2040-4166

DIAZ [et al]. Efectividad general de equipos ajustados por costos. Inerciencia. [En línea]. Marzo 2020. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/6482-53412183-16>  
ISSN: 6482-5341

GHERGHEA, Indrid, BUNGAU, Carlos y NEGRAU, Dennis. Lead time reduction and increasing productivity by implementing lean manufacturing methods in cnc processing center. IOP Publishing. [En línea]. September 2019. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <https://www.doi:10.1088/1757-899X/568/1/0120>  
ISSN: 1757-899X

GUILHERME [et al]. Techniques and tools of lean production: multiple case studies in brazilian agribusiness units. Gestao Producao. [En línea]. April 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0104-530x3252-20>  
ISSN: 1808-9649

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productividad. 4.<sup>a</sup> ed. México: McGraw Hill, 2014. 363 pp.  
ISBN: 9786071503152

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean manufacturing: conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI, 2017.178 pp.  
ISBN: 9788415061403

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5.ª ed. México: McGraw Hill, 2014. 634 pp.  
ISBN: 976071502919

HUAMANCHUMO, Alisson y JIMÉNEZ, Brayan. Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo de la línea de cocido en OLDIM S.A. – Chimbote 2019. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Perú: Universidad César Vallejo, 2019.  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44298>

KANEKU [et al]. Applying lean manufacturing principles to reduce waste and improve process in a manufacturer: A research study in Peru. IOP Publishing. [En línea]. May 2019. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1757-899X/689/1/012020>

ISSN: 1757-899X

KIRAN, Gerard. Understanding the need of implementation of lean techniques in manufacturing industries: A review. International Journal of Trend in Scientific Research and Development. [En línea]. April 2019. [Fecha de consulta: 27 de abril del 2022]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/332424038>

ISSN: 2456-6470

KLIMECKA, Dorota. Value stream mapping as lean production tool to improve the production process organization – case study in packaging manufacturing. Production Engeneerin Archives. [En línea]. December 2017. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.30657/pea.2017.17.09>

ISSN: 2353-7779

KRAJEWSKI, Lee, RITZMAN, Larry y MALHOTRA, Manoj. Administración de operaciones: Procesos y cadena de valor. México: Pearson Educación, 2018. 728 pp.

ISBN: 9789702612179

LARA [et al]. Relationship between just in time, lean manufacturing, and performance practices: a meta-analysis. Gestao producao. [En línea]. January 2017. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <http://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e9021>

ISSN: 1808-9649

LARCO, Claudia. Propuesta de aplicación de herramientas de lean manufacturing para incrementar la rentabilidad de la línea de producción de harina de pescado de la pesquera Hayduk S.A. Tesis (Titulo en ingeniería industrial). Trujillo: Universidad Privada del norte, 2018. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13383>

MADARIAGA, Francisco. Lean manufacturing: Exposición adaptada la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, 2017. 330 pp.

ISBN: 9788468628158

MANZANO, María y GISBERT, Víctor. Lean Manufacturing: Implantación 5S. 3C tecnología. [En línea]. Marzo 2016. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>

ISSN: 2254-4143

MORELOS, José y NUÑEZ, Miguel. Productividad de las empresas de la zona extractiva minera-energética y su incidencia en el desempeño financiero en Colombia. Estudios Gerenciales. [En línea]. Noviembre 2017. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.002>

ISSN: 0123-5923

MORENO, Denis, GRIMALDO, Gloria y SALAMANCA, María. El mapa de la cadena de valor como herramienta de diagnóstico de sistemas productivos. Caso: Línea de producción láctea. Revista espacios. [En línea]. Octubre 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.002>

ISSN: 0798-1015

NEVES [et al]. Implementing lean tolos in the manufacturing process of trimmings products. ScienceDirect. [En línea]. June 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197891831237X>

ISSN: 2351-9789

ÑAUPAS, Humberto; MEJÍA, Elías; NOVOA, Eliana y VILLAGOMEZ, Alberto. Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis. 4.ª ed. Ediciones de la U: Bogotá, 2014 [fecha de consulta: 19 de abril del 2022]. Disponible en <https://www.storytel.com/mx/es/books/700170-Metodologia-de-la-ins>

ISBN: 9789587621884

PAREDES, Andrés. Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. Revista Ingeniería y Tecnología. [En línea]. Junio 2017. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>

ISSN: 1900-3803

PEREIRA, Laís y TORTORELLA, Guilherme. Identification of the relationship between critical success factors, barriers and practices for lean implementation in a

small Company. Brazillian Journal of Operations & Production Management. [En línea]. May 2018. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <https://bjopm.emnuvens.com.br/bjopm/article/view/409>

ISSN: 1364-6234

PEREZ, Valeria y QUINTERO, Lewis. Metodología dinámica para la implementación de 5S en el área de producción de las organizaciones. Revista Redalyc. [En línea]. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939009>

ISSN: 2390-0024

QUESADA, Maria y ARRIETA, Juan. Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in medellin. Gestao Producao. [En línea]. October 2019. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0104-530X-2505-19>

ISSN: 1806-9649

SHAMAN, Pankaj. Implementation of 5S in Scientific Equipment Company. International Journal of Recent Technology and Engineering. [En línea]. September 2019. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.35940/ijrte.C3894.098319>

ISSN: 2277-3878

SHAHRIAR [et al]. Implementation of 5s in a plastic bag manufacturing industry: A case study. Revista Elsevier. [En línea]. February 2022. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>

ISSN: 2666-7908

SHIVANAND, Braulio, KUMAR, Carlos y KUMAR, Deepak. Implementation of value stream mapping to reduce lead time in manufacturing of wireharness. International Journal of Engineering and Technology. [En línea]. July 2019. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en [doi: https://doi.org/10.21817/ijet/2019/v11i3/191103048](https://doi.org/10.21817/ijet/2019/v11i3/191103048)

ISSN: 0975-4024

TIAN, Zhang y JENG, Chin. Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or médium sized Enterprise. Journal of industrial Engineering and Management. [En línea]. December 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3926/jiem.3286>

ISSN: 2013-0953

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2.ª ed. Lima: editorial San Marcos, 2013. 469 pp.

ISBN: 978612302878

VERES [et al]. Case study concerning 5S method impact in an automotive Company. ScienceDirect. [En línea]. October 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304232>

ISSN: 2351-9789

VARGAS, Edith y CAMERO, José. Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. Ind. data [online]. 2021, vol.24, n.2 [citado 2022-11-13], pp.249-271. Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932021000200249&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000200249&lng=es&nrm=iso)>. Epub 31-Dic-2021. ISSN 1560-9146. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>.

YIK, Leo y CHIN, Francis. Application of 5S and visual management to improve shipment preparation of finished goods. IOP Publishing. [En línea]. March 2019. [Fecha de consulta: 28 de abril del 2022]. Disponible en doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012039>

ISSN: 1757-899X

ZADRY, Hernan y DARWIN, Rachele. The success of 5S and PDCA implementation in increasing the productivity of an SME in West Sumatra. IOP Publishing. [En línea]. January 2020. [Fecha de consulta: 29 de abril del 2022]. Disponible en doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1003/1/012075>

ISSN: 1757-899X

## ANEXOS

### Anexo 1.

**Tabla 1.** Matriz de operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Lean Manufacturing	Es una metodología de mejora continua que permite perfeccionar el proceso productivo centrándose en reconocer y suprimir todo tipo de despilfarro que se encuentran concurrentes en un determinado proceso (Madariaga, 2017, p.13).	La implementación del Lean Manufacturing se basa en 3 etapas: la primera etapa de diagnóstico en donde se utilizará la herramienta del mapa de flujo de valor (VSM) con el fin de tener una visión global de los procesos de la conservera. En la segunda etapa, se aplicarán herramientas de implementación que inicia con la aplicación de las 5s y finaliza con la utilización del mantenimiento productivo total. Por último, en la tercera etapa se realizará un seguimiento, para lo cual se efectuará un nuevo mapa de flujo de valor (VSM) con la finalidad de visualizar los cambios efectuados.	D <sub>1</sub> : VSM	$Takt\ time = \frac{(Tiempo\ útil) * Disp\%}{Demanda - (Demanda * scrap\%)}$	Razón
				Número de actividades que no agregan valor Tiempo de ciclo total	Razón
				Análisis de las causas raíces (Diagrama de Ishikawa)	Nominal
				Matriz de impacto de las causas raíces	Razón
			D <sub>2</sub> : 5S y Mantenimiento productivo total	$\% de\ variación\ del\ cumplimiento\ de\ las\ 5S = \frac{\% 5s\ final - \% 5s\ inicial}{\% 5s\ inicial}$	Razón
				$Disponibilidad\ de\ la\ máquina = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ <b>Dónde:</b> MTBF: tiempo medio entre fallas MTTR: tiempo medio para reparar	Razón
				<b>OEE= D x E x C</b> <b>Dónde:</b> D: disponibilidad E: eficiencia C: calidad	Razón

				$CPO = \frac{NTC}{NTT} \times 100$ <p><b>Dónde:</b> CPO: Capacitación del personal operativo NTC: Número de trabajadores capacitados NTT: Número total de trabajadores</p>	Razón
				$ECLL = \frac{NOCLL}{NOP} \times 100$ <p><b>Dónde:</b> ECLL: Ejecución de cumplimiento de limpieza y lubricación NOCLL: N° de operadores que cumplen con limpieza y lubricación NOP: Número de operadores programados</p>	Razón
				$IRO = \frac{NIC}{NTI} \times 100$ <p><b>Dónde:</b> IRO: Inspección realizada por el operario NIC: Número de inspecciones conformes NTI: Número total de inspecciones</p>	Razón
			$D_3$ : VSM	Número de actividades que no agregan valor Tiempo de ciclo total	Razón
<b>Dependiente:</b> Productividad	Es la conexión entre la totalidad de salidas alcanzadas y los factores productivos empleados, la cual expresa el buen	Se medirá mediante dos componentes: la productividad de mano de obra que estará representado por la cantidad de cajas producidas y las horas hombres empleadas. Entre tanto, la productividad	$D_1$ : Productividad de mano de obra	$p(m.o) = \frac{\text{Cajas producidas}}{\text{Horas Hombres empleados}}$	Razón

	<p>aprovechamiento de cada elemento que interviene en el proceso (Dave y Sohani, 2019, p.3).</p>	<p>de materia prima estará representada por la cantidad de cajas producidas y la materia prima utilizada para obtener dicha producción.</p>	<p><math>D_2</math>: Productividad de materia prima</p>	$p(m.p) = \frac{\text{Cajas producidas}}{\text{TM de materia prima empleada}}$	<p>Razón</p>
--	--	---	---	--	--------------

## Anexo 2. Validación de Instrumentos

Experto 1

### Constancia de validación

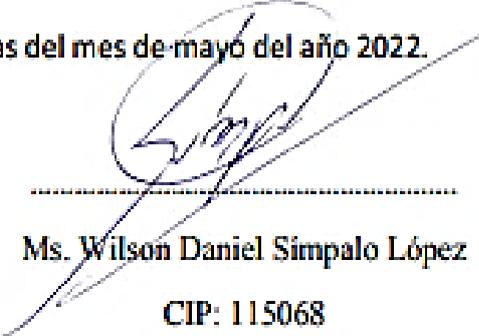
Yo Wilson Daniel Simpalo López con DNI 40186130, ingeniero Agroindustrial de profesión.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de cálculo de Takt Time, Matriz de impacto de causas-raíces, formato de mantenimiento autónomo, a los efectos de su aplicación en el trabajo de investigación titulado: "Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L.- Chimbote 2022"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones teniendo la escala de Deficiente "1", Aceptable "2", Bueno "3", Excelente "4".

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
<b>Congruencia de ítems</b>			X	
<b>Amplitud de contenido</b>			X	
<b>Redacción del ítem</b>			X	
<b>Claridad y precisión</b>			X	
<b>Pertinencia</b>			X	

En Chimbote, a los 20 días del mes de mayo del año 2022.

  
.....  
Ms. Wilson Daniel Simpalo López

CIP: 115068

**Tabla 2.** *Calificación del ingeniero Wilson Daniel Símpalo López*

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>Total</b>					<b>15</b>

**Fuente:** Elaboración propia, tomada de la validación del Ing. Wilson Daniel Símpalo López

**Tabla 3.** *Consolidado 1 de calificación de expertos*

Experto	Calificación de validez	Calificación %
Ing. Wilson Daniel Símpalo López	15	75.00
<b>Calificación</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 4.** *Escala 1 de validez de Instrumento*

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p.154

### Constancia de validación

Yo JOHN KELBY GONZALES CAPCHA con DNI 40176130 ingeniero Agroindustrial de profesión.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de cálculo de Takt Time, Matriz de impacto de causas-raíces, formato de mantenimiento autónomo, a los efectos de su aplicación en el trabajo de investigación titulado: “Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L.- Chimbote 2022”

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones teniendo la escala de Deficiente “1”, Aceptable “2”, Bueno “3”, Excelente “4”.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
<b>Congruencia de ítems</b>				X
<b>Amplitud de contenido</b>				X
<b>Redacción del ítem</b>				X
<b>Claridad y precisión</b>				X
<b>Pertinencia</b>				X

En Chimbote, a los 20 días del mes de mayo del año 2022.



John Kelby Gonzales Capcha  
ING. AGROINDUSTRIAL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 142278

**Tabla 5.** *Calificación del ingeniero Jhon Kelby Gonzáles Capcha*

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
<b>Total</b>					<b>20</b>

**Fuente:** Elaboración propia, tomada de la validación del Ing. Jhon Kelby Gonzáles Capcha

**Tabla 6.** *Consolidado 1 de calificación de expertos*

Experto	Calificación de validez	Calificación %
Ing. Jhon Kelby Gonzáles Capcha	20	100.00
<b>Calificación</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7.** *Escala 1 de validez de Instrumento*

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
<b>1</b>	<b>Validez perfecta</b>

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p.154

### Constancia de validación

Yo VICTOR MARTIN REINOSO DE LA ROSA con DNI 72244593 ingeniero Industrial de profesión.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Formato de cálculo de Takt Time, Matriz de impacto de causas-raíces, formato de mantenimiento autónomo, a los efectos de su aplicación en el trabajo de investigación titulado: “Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L.- Chimbote 2022”

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones teniendo la escala de Deficiente “1”, Aceptable “2”, Bueno “3”, Excelente “4”.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
<b>Congruencia de ítems</b>				X
<b>Amplitud de contenido</b>				X
<b>Redacción del ítem</b>				X
<b>Claridad y precisión</b>				X
<b>Pertinencia</b>				X

En Chimbote, a los 20 días del mes de mayo del año 2022.



**HAYDOK**  
ING. VICTOR MARTIN REINOSO DE LA ROSA  
SUPERVISOR ESO  
DNI 72244593

**Tabla 8.** *Calificación del ingeniero Víctor Martín Reinoso De la Rosa*

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
<b>Total</b>					<b>20</b>

**Fuente:** Elaboración propia, tomada de la validación del Ing. Víctor Reinoso De la Rosa

**Tabla 9.** *Consolidado 1 de calificación de expertos*

Experto	Calificación de validez	Calificación %
Ing. Víctor Reinoso De la Rosa	20	100.00
<b>Calificación</b>	<b>20</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia

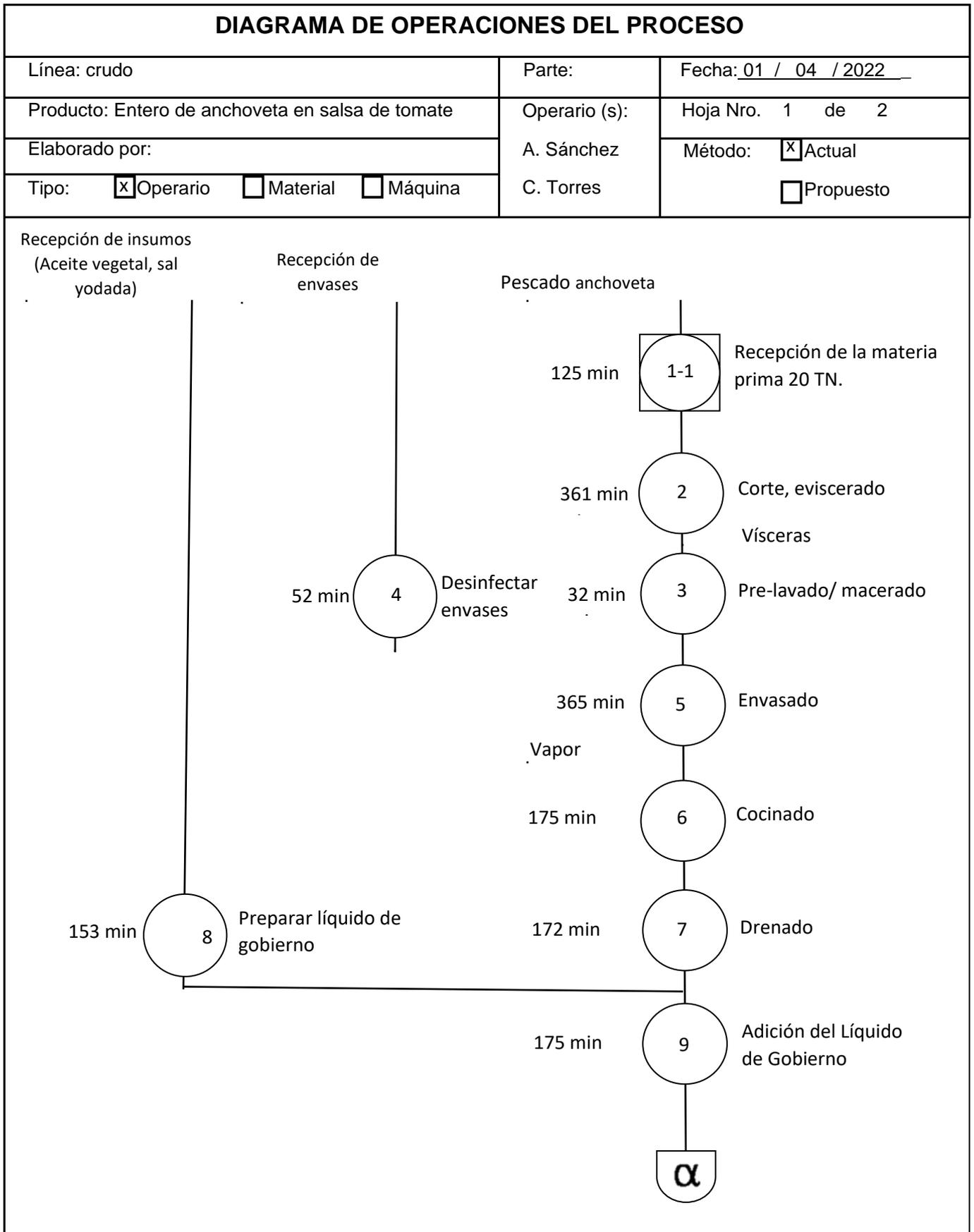
**Tabla 10.** *Escala 1 de validez de Instrumento*

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
<b>1</b>	<b>Validez perfecta</b>

**Fuente:** Oseda y Ramírez, 2011, p.154

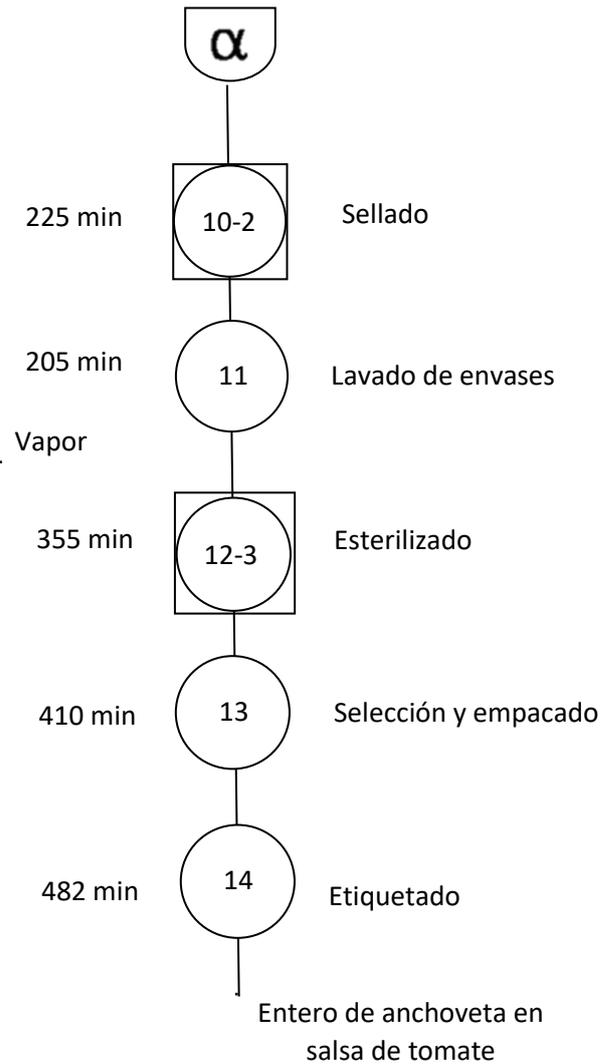


**Anexo 4.** Diagrama de operaciones (DOP)



## DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

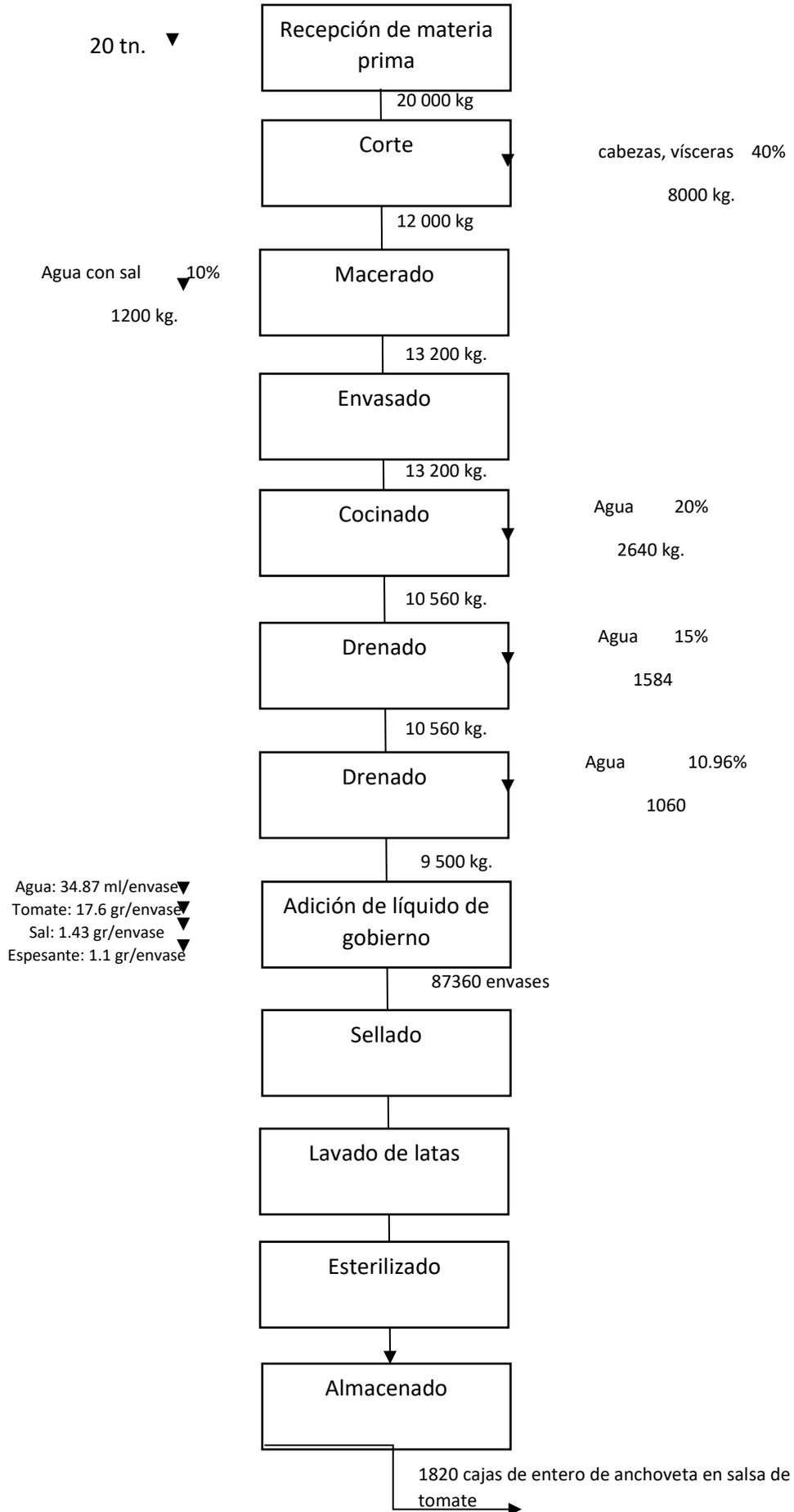
Línea: Crudo	Parte:	Fecha: 01 / 04 / 2022
Producto: Entero de anchoveta en salsa de tomate	Operario (s): A. Sánchez C. Torres	Hoja Nro. 1 de 2
Elaborado por: P. Lachira y B. Mayo		Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina		



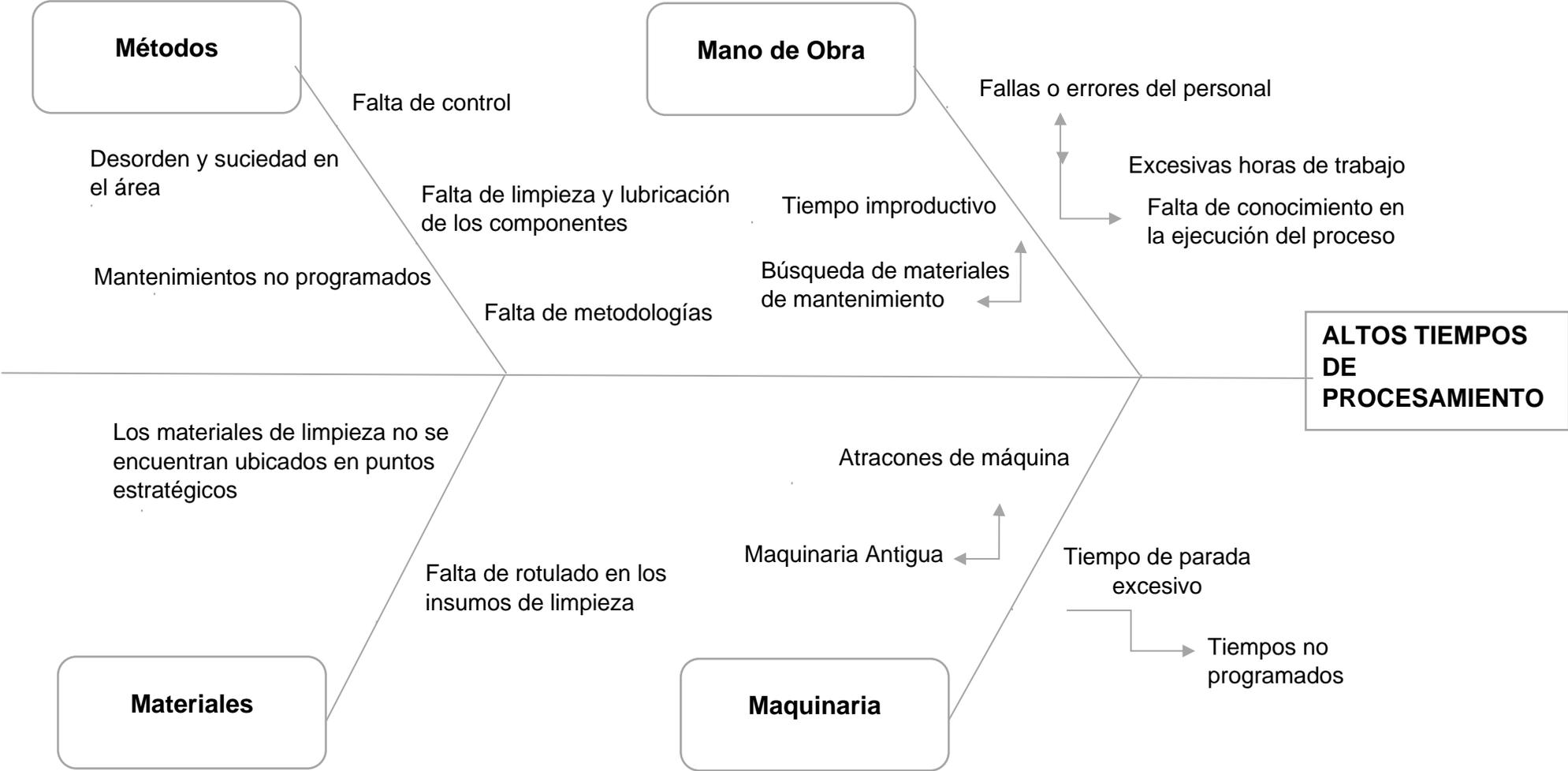
### RESUMEN

Actividad	Cantidad	Tiempo (min.)
○	11	2582
◻	3	705
<b>TOTAL</b>	14	3287

## Anexo 5. Balance de masa



**Anexo 6. Diagrama de Ishikawa**



*Fuente:* Información de la línea de crudo de la empresa Beltrán E.I.R.L

## Anexo 7. Cuestionario para hallar la matriz de impacto

### MATRIZ DE CRITICIDAD

Buenos días, como estudiantes de la carrera de ingeniería Industrial del décimo ciclo de la Universidad César Vallejo, el objetivo del presente formato es obtener datos e información que sean de utilidad para el desarrollo de nuestra investigación.

Entrevistado: Gean Paul Tuesta Sanchez

Cargo: jefe de calidad

Entrevistador: Brayhan Mayo Luna

Coloque una (x) en alguno de los casilleros según su ajuste a la realidad de la empresa, siendo 1 el nivel mas bajo de impacto en la línea de crudo y siendo 5 el nivel más alto.

Categorización de herramientas del Lean Manufacturing	Factores que afectan la línea	Nivel de impacto				
		1	2	3	4	5
Metodología de las 5S	Desorden en las áreas del proceso					5
	Áreas muy sucias					5
	Falta de control				4	
	Los artículos de limpieza no están ubicados en lugares claves				4	
	Errores de los trabajadores					5
	Tiempo perdido en búsqueda de artículos de limpieza				4	
Metodología del mantenimiento productivo total	Falta de mantenimiento					5
	Paradas/fallas de las máquinas					5
	Piezas malogradas				4	
	Maquinaria antigua			3		
	Las maquinarias no están limpias ni lubricadas					5
Piezas mal ajustadas				4		
<b>TOTAL</b>						53

EMPRESA DE CONSERVAS DE PESCADO  
BELTRAN E.I.R.L.

  
**Gean Paul Tuesta Sanchez**  
JEFE DE CALIDAD

**Anexo 8.** Datos de producción y tablas de productividades de mano de obra y materia prima.

**Tabla 11.** Datos de mano de obra y materia prima

AÑO	MES	DÍA	MATERIA PRIMA (tn)	PRODUCCIÓN (CAJAS)	HORAS DE PRODUCCIÓN	N° DE TRABAJADORES EN PLANTA						
						PERSONAL DE FILETEO	PERSONAL DE ENVASADO	JORNALEROS (SELLADO)	JORNALEROS (RECEPCIÓN)	PERSONAL DE CALIDAD Y OPERARIOS	N° TOTAL	
<b>2022</b>	<b>E N E R O</b>	4	23	1900	11	135	20	20	20	10	205	
		5	26	2100	10	138	22	20	20	10	210	
		7	20	1670	8	135	19	19	17	10	200	
		12	23	1950	11	132	20	19	19	10	200	
		13	21	1710	10	140	21	20	17	10	208	
		15	24	1910	11	120	15	18	15	10	178	
		18	19	1599	10	138	19	19	18	10	204	
		19	20	1690	12	135	22	16	19	10	202	
		20	25	1980	9	133	20	16	19	10	198	
		22	23.2	1920	9	140	18	16	16	10	200	
		24	21	1750	12	137	19	19	20	10	205	
		26	27	2190	10	136	20	19	18	10	203	
		27	28	2250	11	129	21	20	19	10	199	
		29	22.8	1880	9	115	20	19	18	10	182	
		31	23.5	1940	12	135	21	20	18	10	204	
			1	26	2150	10	128	19	20	18	10	195
			4	24	1940	11	132	21	19	17	10	199
			5	19	1610	8	136	20	18	20	10	204
			9	19	1550	9	127	19	20	19	10	195

	F E B R E R O	10	19	1530	8	140	20	17	19	10	206
		14	18.8	1515	9	128	20	21	21	10	200
		15	19	1537	8	130	22	20	20	10	202
		17	23.2	1920	11	127	20	21	21	10	199
		19	21	1780	10	135	18	20	20	10	203
		21	20	1705	9	134	18	18	20	10	200
		23	23	2097	9	130	21	19	20	10	200
		24	20	1702	10	135	20	18	21	10	204
		25	20	1695	9	128	19	19	20	10	196
		27	19	1603	8	127	19	19	20	10	195
		28	19.6	1610	9	128	19	19	20	10	196
	M A R Z O	1	23	1910	8	128	19	20	20	10	197
		2	20	1680	10	129	20	20	18	10	197
		4	21	1750	9	132	20	18	20	10	200
		5	20	1698	9	135	20	20	19	10	204
		7	20	1697	10	126	18	20	20	10	194
		9	23.4	1990	9	134	21	20	20	10	205
		10	20	1650	10	134	19	18	20	10	201
		14	21	1794	9	139	19	20	19	10	207
		17	20	1670	8	135	20	19	20	10	204
		18	19	1530	9	135	20	19	20	10	204
		22	19	1525	9	130	20	20	18	10	198
		23	19	1547	8	130	19	20	20	10	199
		26	21	1770	10	135	20	16	20	10	201
		29	21	1780	8	135	18	19	20	10	202
		30	23	1929	11	135	20	20	19	10	204

*Fuente:* Área de producción de la empresa Beltrán E.I.R.L

**Tabla 12.** Productividad de la mano de obra antes de la aplicación de Lean Manufacturing

PRODUCTIVIDAD														
MESES														
Enero					Febrero					Marzo				
Fecha	Producción (cajas)	N Operarios	Tiempo (Hr.)	Productividad (cajas/op)	Fecha	Producción (cajas)	N Operarios	Tiempo (Hr.)	Productividad (cajas/op)	Fecha	Producción (cajas)	N Operarios	Tiempo (Hr.)	Productividad (cajas/op)
04/01/2022	1900	205	11	0.84	01/02/2022	2150	195	10	1.10	01/03/2022	1950	197	8	1.24
05/01/2022	2100	210	10	1.00	04/02/2022	1940	199	11	0.89	02/03/2022	1680	197	10	0.85
07/01/2022	1670	200	8	1.04	05/02/2022	1610	204	8	0.99	04/03/2022	1750	200	9	0.97
12/01/2022	1950	200	11	0.89	09/02/2022	1550	195	9	0.88	05/03/2022	1698	204	9	0.92
13/01/2022	1710	208	10	0.82	10/02/2022	1530	206	8	0.93	07/03/2022	1697	194	10	0.87
15/01/2022	1910	178	11	0.98	14/02/2022	1515	200	9	0.84	09/03/2022	1860	205	9	1.01
18/01/2022	1599	204	10	0.78	15/02/2022	1537	202	8	0.95	10/03/2022	1650	201	10	0.82
19/01/2022	1690	202	12	0.70	17/02/2022	1920	199	11	0.88	14/03/2022	1794	207	9	0.96
20/01/2022	1980	198	9	1.11	19/02/2022	1780	203	10	0.88	17/03/2022	1670	204	8	1.02
22/01/2022	1920	200	9	1.07	21/02/2022	1705	200	9	0.95	18/03/2022	1530	204	9	0.83
24/01/2022	1750	205	12	0.71	23/02/2022	1903	200	9	1.06	22/03/2022	1525	198	9	0.86
26/01/2022	2190	203	10	1.08	24/02/2022	1702	204	10	0.83	23/03/2022	1750	199	8	1.10
27/01/2022	2250	199	11	1.03	25/02/2022	1695	196	9	0.96	26/03/2022	1770	201	10	0.88
29/01/2022	1880	182	9	1.15	27/02/2022	1603	195	8	1.03	29/03/2022	1780	202	8	1.10
31/04/2022	1940	204	12	0.79	28/02/2022	1610	196	9	0.91	30/03/2022	1929	204	11	0.86
<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>					<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>					<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>				
0,93					0,94					0.95				

**Tabla 13.** Productividad de materia prima antes de la aplicación de Lean Manufacturing

PRODUCTIVIDAD											
Meses											
Enero				Febrero				Marzo			
Fecha	Producción (cajas)	Tm Pescado	Productividad (cajas/tm)	Fecha	Producción (cajas)	Tm Pescado	Productividad (cajas/tm)	Fecha	Producción (cajas)	Tm Pescado	Productividad (cajas/tm)
04/01/2022	1900	23	82.61	01/02/2022	2150	26	82.69	01/03/2022	1910	23	83.04
05/01/2022	2100	26	80.77	04/02/2022	1940	24	80.83	02/03/2022	1680	20	84.00
07/01/2022	1670	20	83.50	05/02/2022	1610	19	84.74	04/03/2022	1750	21	83.33
12/01/2022	1950	23	84.78	09/02/2022	1550	19	81.58	05/03/2022	1698	20	84.90
13/01/2022	1710	21	81.43	10/02/2022	1530	19	80.53	07/03/2022	1697	20	84.85
15/01/2022	1910	24	79.58	14/02/2022	1515	18.8	80.59	09/03/2022	1990	23.4	85.04
18/01/2022	1599	19	84.16	15/02/2022	1537	19	80.89	10/03/2022	1650	20	82.50
19/01/2022	1690	20	84.50	17/02/2022	1920	23.2	82.76	14/03/2022	1794	21	85.43
20/01/2022	1980	25	79.20	19/02/2022	1780	21	84.76	17/03/2022	1670	20	83.50
22/01/2022	1920	23.2	82.76	21/02/2022	1705	20	85.25	18/03/2022	1530	19	80.53
24/01/2022	1750	21	83.33	23/02/2022	1903	23	82.74	22/03/2022	1525	19	80.26
26/01/2022	2190	27	81.11	24/02/2022	1702	20	85.10	23/03/2022	1547	19	81.42
27/01/2022	2250	28	80.36	25/02/2022	1695	20	84.75	26/03/2022	1770	21	84.29
29/01/2022	1880	22.8	82.46	27/02/2022	1603	19	84.37	29/03/2022	1780	21	84.76
31/04/2022	1940	23.5	82.55	28/02/2022	1610	19.6	82.14	30/03/2022	1929	23	83.87
<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>				<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>				<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>			
82,21				82,91				83,45			

*Fuente:* Área de producción de la empresa Beltrán E.I.R.L



## Anexo 10. Tarjeta Roja

**TARJETA ROJA "5S"**

Fecha: .....  
Área: .....  
Nombre del elemento.....  
Cantidad: .....

---

**RAZÓN DE TARJETA**

Innesario       Otros  
 Defectuoso  
 Contaminante  
Otros: .....

---

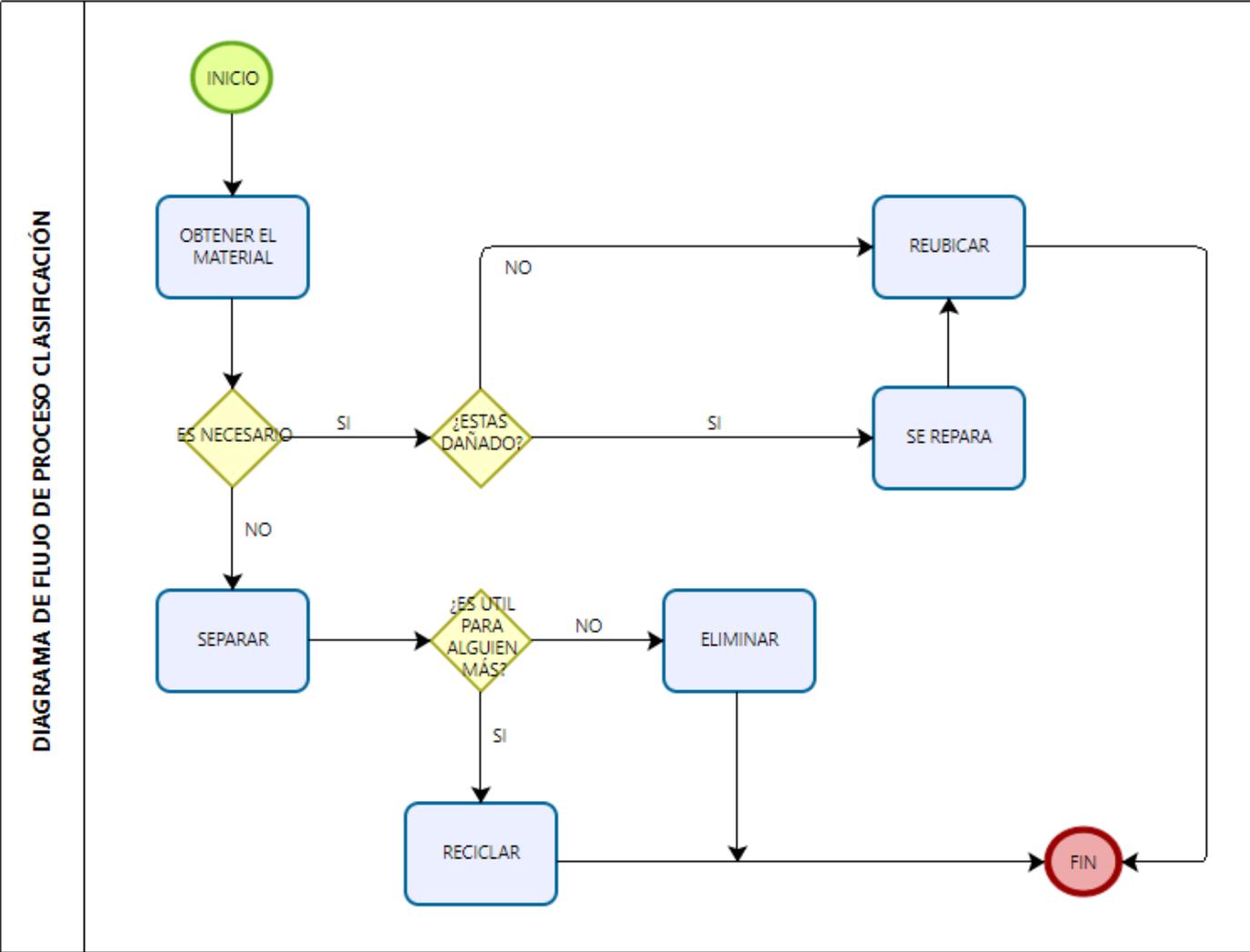
**ACCIÓN REQUERIDA**

Reparar       Reubicar  
 Reciclar       Otros  
 Eliminar

Fecha de acción: .....



Anexo 11. Diagrama de flujo de proceso del uso de la tarjeta roja



## Anexo 12. Cuestionarios aplicados a los controladores de área de estudio.

### CUESTIONARIO

Buen día, somos estudiantes de la Universidad César Vallejo de la carrera de Ingeniería Industrial del 10° ciclo, el objetivo del presente cuestionario es obtener datos e información que nos ayuden para el avance de nuestro proyecto de investigación.

Entrevistado: ..... Roxana Callen Fernández .....  
Cargo: ..... Controladora Calidad .....  
Nombre de la empresa: ..... Beltró E.I.R.L .....  
Entrevistador: ..... Paola Luchina Castro .....

Coloque una (x) en alguno de los casilleros según su ajuste a la realidad de la empresa.

PREGUNTAS	CUMPLIMIENTO	
	SI	NO
¿Cuenta con productos de limpieza para cada área?	X	
¿Los productos de limpieza se encuentran debidamente especificados?		X
¿El área cuenta con su escoba, recogedor, jalador de agua, baldes y escobilla?	X	
Los materiales antes mencionados, ¿Se encuentran dentro del área de producción?		X
¿Se cuenta con un área específica para almacenar estos materiales de limpieza?		X
¿Se cuenta con materiales de limpieza exclusivos para el área de producción?	X	

*Roxana*

### CUESTIONARIO

Buen día, somos estudiantes de la Universidad César Vallejo de la carrera de Ingeniería Industrial del 10° ciclo, el objetivo del presente cuestionario es obtener datos e información que nos ayuden para el avance de nuestro proyecto de investigación.

Entrevistado: ..... Alvaro Verges Sotomayor .....

Cargo: ..... Asistente control de calidad .....

Nombre de la empresa: ..... Belton E.I.R.L .....

Entrevistador: ..... Brayhan Mayo Luna .....

Coloque una (x) en alguno de los casilleros según su ajuste a la realidad de la empresa.

PREGUNTAS	CUMPLIMIENTO	
	SI	NO
¿Cuenta con productos de limpieza para cada área?	X	
¿Los productos de limpieza se encuentran debidamente especificados?		X
¿El área cuenta con su escoba, recogedor, jalador de agua, baldes y escobilla?	X	
Los materiales antes mencionados, ¿Se encuentran dentro del área de producción?	X	
¿Se cuenta con un área específica para almacenar estos materiales de limpieza?		X
¿Se cuenta con materiales de limpieza exclusivos para el área de producción?	X	



**Anexo 13.**

**Tabla 14.** Registro de levantamiento de observaciones

REGISTRO DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES							Fecha:
							Página:
REGISTRO DE OBSERVACIÓN					LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIÓN		
N°	ÁREA	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	RESPONSABLE	EVIDENCIAS	FECHA	ACCIÓN CORRECTIVA PROPUESTA	EVIDENCIAS
1	CORTE	Se encontraron materiales de limpieza mal ubicadas y desordenadas	Lachira Castro Mayo Luna		16/04/2022	Ordenar y reubicar los materiales de limpieza en un lugar específico donde no genere retrasos y no perjudique la accesibilidad de los trabajadores	
2		Jabas deterioradas	Lachira Castro Mayo Luna		28/04/2022	Agrupar las jabs deterioradas encontradas para su respectiva eliminación en los contenedores de desechos	

3		Materiales de limpieza en otras áreas	Lachira Castro Mayo Luna		17/04/2022	Reubicar herramientas de limpieza a un punto específico, rotulado y ordenado que permita mantener esta área limpia y con rápido acceso a los materiales	
4	ENVASADO	Guantes rotos	Lachira Castro Mayo Luna		25/04/2022	Recolectar los guantes rotos identificado con las tarjetas rojas, para evitar la contaminación del producto, posteriormente desecharlos en los contenedores.	

5		Herramientas (llaves, destornillador, alicate).	Lachira Castro Mayo Luna		17/04/2022	Reubicar herramientas de mantenimiento halladas en el área de sellado al área de mantenimiento	
6	SELLADO	Lubricante para maquina	Lachira Castro Mayo Luna		12/05/2022	Reubicar el lubricante utilizado para el mantenimiento de la maquina selladora en el área de mantenimiento	

## Anexo 14. Política de Orden y Limpieza

### POLÍTICA DE ORDEN Y LIMPIEZA

El principal objetivo del presente documento es establecer los estándares de orden y limpieza a partir de la implementación de la metodología 5S's con el fin de mantener las áreas de trabajo limpias, ordenadas y seguras.

- Todos los integrantes de la empresa deben comprometerse a conocer y aplicar todo lo implementado a fin de conservar las mejoras obtenidas y que estas logren establecerse a largo plazo
- El jefe de producción deberá encargarse de la capacitación del personal en temas de limpieza, higiene y orden dentro de las áreas
- El jefe del área de aseguramiento de la calidad de deberá aplicar el Checklist cada cierto periodo de tiempo con el fin de monitorear y controlar la limpieza e higiene de las áreas.
- Los técnicos del área de calidad tendrán que asegurarse de que todos los colaboradores de la empresa cumplan con los objetivos de la metodología, que se basan en evitar los desperdicios de materia prima, la reducción de tiempos de procesamiento y aumento de la rentabilidad.
- Cada trabajador dentro de la organización tendrá como obligación mantener su área de trabajo limpia y ordenada, y así deberá entregarla al culminar sus actividades.

EMPRESA DE CONSERVAS DE PESCADO  
BELTRAN E.I.R.L.

  
ELIZABETH MARTÍNEZ YALIQUE  
ADMINISTRADORA

## Anexo 15. Checklist para la calificación de los criterios de la metodología 5S's

Descripción	Criterio de evaluación y puntuación 5S's	Semanas							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Clasificación (Seiri)</b>	Se cuenta solo con lo necesario para trabajar a simple vista	3	3	3	3	3	4	5	4
	No se ven cosas o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	3	3	3	4	4	5	5	5
	Todos los materiales innecesarios han sido eliminados o retirados	2	2	3	3	4	4	4	5
	Los pasillos están libres de objetos	2	3	2	2	3	4	4	4
	Se puede saber cuáles son los objetos necesarios en el área	3	3	3	3	4	5	5	4
	Es fácil y rápido encontrar lo que se busca	2	3	3	3	4	4	4	5
<b>Orden (Seiton)</b>	Las áreas están debidamente identificadas	3	4	4	4	5	5	5	5
	Los equipos y materiales están en su lugar asignado	3	2	3	3	3	3	4	5
	Los pasillos están debidamente señalados	3	4	5	5	5	5	5	5
	Es posible localizar cualquier objeto rápidamente	2	2	3	3	3	4	3	4
	Los botes de basura están en el lugar estratégicos	5	5	5	5	5	5	5	5
	Existen señalizaciones para todo el material que entra o sale	4	5	5	5	5	5	5	5
	Nada está colocado en la parte superior de las estaciones de trabajo o equipos	4	4	4	4	4	4	5	4
	Nada está apoyado en las paredes o columnas	2	3	3	3	2	4	4	4
<b>Limpieza (Seiso)</b>	Los pasillos están libres de material y de obstrucciones	2	4	4	4	4	4	4	4
	Los pasillos se encuentran limpios y despejados	3	3	3	3	4	4	4	5
	Los pisos se encuentran limpios	3	4	4	4	4	4	4	4
	Las mesas de trabajo se encuentran limpias tanto por la superficie como debajo de ellas	3	3	4	5	5	5	5	5
	Los lavaderos de manos se encuentran limpios y cuentan con jabón líquido	3	3	3	3	4	3	4	4
	Las máquinas se encuentran visiblemente limpias tanto por la superficie como debajo de ellas	3	3	4	4	4	4	5	4
	El área en general luce limpia y segura	3	3	4	3	4	4	4	5
	Un programa de limpieza se conoce, está presente y se lleva a cabo	3	4	4	4	5	5	5	4
<b>Estandarizar (Seiketsu)</b>	Se cuenta con el equipo de limpieza completo y es fácil de obtener	3	3	2	2	3	4	4	4
	Se tienen estándares de colores bien identificados y conocidos	5	5	5	5	5	5	5	5
	Existen letreros para identificar las áreas	5	5	5	5	5	5	5	5
	Se generan notas de mantenimiento regularmente	4	3	4	4	4	4	5	5
	Existen letreros para identificar los materiales de limpieza	0	0	2	5	5	5	5	5
	Las áreas/equipos de alto riesgo se encuentran identificados	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Disciplina (Shitsuke)</b>	Todos en el área conocen las 5's y las practican cotidianamente	0	0	0	3	4	4	4	4
	Se mantienen los procedimientos establecidos	0	0	3	4	4	5	4	4
	El personal que labora utiliza su vestimenta y protección adecuada	4	4	4	4	5	4	5	4
	Se realiza capacitaciones al personal sobre los principios de las 5s	0	0	0	3	5	5	5	5
	<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Total %</b>							
	No hay implementación	0							
	Un 20% de cumplimiento	1							
	Cumple al 40%	2							
	Un 60% de cumplimiento	3							
	80% de cumplimiento	4							
	95% de cumplimiento	5							



**Anexo 17.** Datos de producción del área de sellado.

Mes	Semana	Día	Cajas producidas	Merma (cajas)	Tiempo total de sellado (min)	Paradas			Mantenimiento autónomo (min.)	Tiempo de inactividad (min)	Tiempo total	Tiempo operativo semanal (min.)	Tiempo de inactividad
						Cantidad de paradas	Tiempo perdido por paradas en promedio (min)	Calibración de máquina (min.)					
Abril - sellador a	Semana 1	4	1845	6	300	2	17	45	0	90	885	600	285
		5	1910	7	315	4	15	50	0	100			
		7	1798	6	270	4	17	65	0	95			
	Semana 2	12	1850	9	225	1	18	65	0	85	900	620	280
		13	1830	9	215	5	15	50	0	75			
		15	1900	8	220	3	14	55	0	66			
		16	1800	6	240	3	18	50	0	54			
	Semana 3	18	1802	6	220	4	16	60	0	75	915	610	305
		19	1825	8	240	3	18	50	0	79			
		20	1800	6	245	2	19	50	0	85			
		22	1750	9	210	2	20	65	0	66			
	Semana 4	26	1830	8	270	1	17	60	0	95	1040	680	360
		27	1835	9	280	1	17	50	0	84			
		29	1725	6	250	3	16	50	0	94			
		30	1800	5	240	2	17	45	0	87			
	Mayo - sellador a	Semana 5	2	2390	6	347	4	17	40	0	113	1060	720
4			2188	9	353	2	19	50	0	115			
5			1798	5	360	3	17	45	0	112			

	<b>Semana 6</b>	9	1800	9	292	5	18	40	0	93	1170	820	350
		10	1789	8	287	3	21	55	0	87			
		12	1752	7	298	3	19	45	0	90			
		13	1801	6	293	4	17	60	0	80			
	<b>Semana 7</b>	16	2114	8	320	2	17	40	27	85	1245	890	355
		17	1900	6	310	1	16	35	27	90			
		19	1795	8	310	3	19	30	27	92			
		21	2097	8	305	2	19	30	27	88			
	<b>Semana 8</b>	24	1801	8	360	1	17	35	27	96	1380	1010	370
		25	1804	9	340	3	18	30	27	94			
		27	1799	7	345	3	20	40	27	89			
		28	1835	6	335	1	17	30	27	91			
<b>Junio-sellador a</b>	<b>Semana 9</b>	1	2099	9	465	2	21	35	27	115	1445	1115	330
		2	1795	8	510	3	19	30	27	110			
		4	1898	9	470	2	21	30	27	105			
	<b>Semana 10</b>	6	1790	7	295	3	20	30	27	68	1250	1000	250
		7	1796	6	325	1	19	35	27	64			
		8	2225	8	320	2	17	35	27	58			
	<b>Semana 11</b>	10	1802	9	310	3	17	30	27	60	1420	1155	265
		14	1894	7	355	2	19	30	27	75			
		17	1800	9	360	1	17	30	27	57			
		18	1797	6	346	3	18	35	27	68			
	<b>Semana 12</b>	19	1790	7	359	1	18	35	27	65	1272	1081	191
		27	1801	8	310	2	19	30	27	57			
28		1900	8	297	2	19	30	27	55				
29		1897	9	315	2	17	35	27	53				
		30	2100	5	350	1	17	30	27	45			

Mes	Semana	Día	Cajas producidas	Merma (cajas)	Tiempo total de sellado (min)	Paradas			Mantenimiento autónomo (min.)	Tiempo de inactividad (min)	Tiempo total	Tiempo operativo semanal (min.)	Tiempo de inactividad
						Cantidad de paradas	Tiempo perdido por paradas en promedio (min)	Calibración de máquina (min.)					
Julio-sellador a	Semana 13	1	2100	9	460	2	20	35	27	110	1280	1050	230
		2	1890	8	505	3	18	30	27	109			
		4	1797	9	475	2	20	30	27	104			
	Semana 14	6	1798	7	300	3	20	30	27	68	1300	1100	200
		7	1795	6	330	1	19	35	27	64			
		8	2226	8	310	2	17	35	27	58			
		10	1805	9	325	3	17	30	27	60			
	Semana 15	14	1898	7	350	2	18	30	27	75	1290	1120	170
		17	1806	9	369	1	17	30	27	56			
		18	1795	6	347	3	18	35	27	68			
		19	1799	7	359	1	17	35	27	65			
	Semana 16	27	1802	8	315	2	18	30	27	36	1320	1180	140
		28	1905	8	297	2	19	30	27	54			
		29	1896	9	320	2	17	35	27	53			
		30	2105	5	355	1	17	30	27	45			
	Agosto-sellador a	Semana 17	1	2100	9	560	2	20	35	27	115	1310	1200
2			1780	8	515	3	18	30	27	110			
4			1890	9	470	2	20	30	27	105			
Semana 18		6	1823	7	295	3	20	30	27	68	1350	1230	120
		7	1796	6	325	1	19	35	27	64			
		8	2230	8	320	2	17	35	27	58			
		10	1805	9	315	3	17	30	27	60			

	<b>Semana 19</b>	14	1896	7	355	2	19	30	27	75	1380	1250	130
		17	1803	9	365	1	16	30	27	57			
		18	1794	6	349	3	17	35	27	68			
		19	1796	7	359	1	18	35	27	65			
	<b>Semana 20</b>	27	1805	8	315	2	18	30	27	36	1400	1280	120
		28	1906	8	299	2	19	30	27	55			
		29	1893	9	315	2	17	35	27	53			
		30	2150	5	350	1	17	30	27	45			
<b>Septiembre</b>	<b>Semana 21</b>	1	2005	9	466	2	20	35	27	115	1430	1290	140
		2	2000	8	515	3	19	30	27	110			
		4	1890	9	475	2	21	30	27	105			
	<b>Semana 22</b>	6	1795	7	295	3	19	30	27	68	1425	1300	125
		7	1798	6	325	1	18	35	27	64			
		8	2230	8	320	2	17	35	27	58			
	<b>Semana 23</b>	10	1810	9	310	3	17	30	27	60	1420	1350	70
		14	1895	7	355	2	19	30	27	75			
		17	1810	9	360	1	17	30	27	57			
		18	1797	6	346	3	17	35	27	68			
	<b>Semana 24</b>	19	1795	7	359	1	16	35	27	65	1420	1400	20
		27	1801	8	310	2	19	30	27	38			
28		1905	8	297	2	19	30	27	55				
29		1893	9	315	2	17	35	27	53				
		30	2105	5	350	1	16	30	27	45			

**BELTRÁN E.I.R.L**

**HISTORIAL DE FALLAS Y MANTENIMIENTOS**

**Código:**

**Versión:**

Mes	Equipo	Tiempo Total de Funcionamiento	N° de Fallas	Fecha	Descripción Falla	Mantenimiento Realizado	Tiempo de inactividad (min)	Tiempo de Operación (hr)
<b>Abril</b>	Selladora	885	10	Semana 1	Desajuste del sistema automático de tapas	Se realizó un ajuste a las tapas	285	600
		900	12	Semana 2	Fallas en los pernos de la estrella	revisión y cambio de los pernos	280	620
		915	11	Semana 3	Fallas en el pistón del cabezal	Cambiar y limpiar el pisto de cabezal	305	610
		1040	7	Semana 4	Falla en los ejes porta mandriles	Revisar y reparar los ejes porta mandiles	360	680
<b>Mayo</b>	Selladora	1060	9	Semana 5	Mal colocado de la plataforma	Revisar y lubricar la plataforma	340	720
		1170	15	Semana 6	Falla en los ejes porta mandriles	Revisar y sustituir	350	820
		1245	8	Semana 7	Calentamiento de los ejes	Revisar y lubricar los ejes	355	890
		1380	8	Semana 8	Perdida de lubricante por los retenes	Revisar y reparar a los retenes	370	1010
<b>Junio</b>	Selladora	1445	7	Semana 9	Perdida de lubricación del equipo	Revisar y limpiar	330	1115
		1250	9	Semana 10	Calentamiento de los ejes	Revisar y lubricar	250	1000
		1420	7	Semana 11	Desajuste del sistema automático de tapas	Se realizo un ajuste a las tapas	265	1155
		1272	7	Semana 12	Fallas en el sistema eléctrico	Revisar limpiar y sustituir los cables que se encuentran en malos estados.	191	1081

**Anexo 18.** Historial de fallas de la maquina selladora.

**Anexo 19.** Aplicación de mantenimiento autónomo

**Tabla 15.** Registro de programa de capacitación

<b>BELTRÁN E.I.R. L</b>				<b>REGISTRO DE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN</b>					<b>Código</b>			
									<b>Versión</b>			
									<b>Página</b>			
<b>INSPECCIONADO POR</b>									<b>Área</b>	Sellado		
<b>EQUIPO</b>				Máquina Selladora					<b>Año:</b>	2022		
<b>RESPONSABLE</b>												
<b>MES</b>	<b>ABRIL</b>				<b>MAYO</b>				<b>JUNIO</b>			
<b>N° SEMANA</b>	<b>Sem 1</b>	<b>Sem 2</b>	<b>Sem 3</b>	<b>Sem 4</b>	<b>Sem 5</b>	<b>Sem 6</b>	<b>Sem 7</b>	<b>Sem 8</b>	<b>Sem 9</b>	<b>Sem 10</b>	<b>Sem 11</b>	<b>Sem 12</b>
N° de trabajadores capacitados	0	0	0	0	0	0	14	15	15	16	17	18
N° total de trabajadores	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Capacitación del personal operativo (CPO)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	75,00	75,00	80,00	85,00	90,00

Prueba del registro de asistencia de mantenimiento autónomo

		FORMATO DE ASISTENCIA DE CAPACITACIÓN			Versión:		
					Fecha: 16-05-2028		
TEMA:	Mantenimiento Autónomo	LUGAR:	Empresa Beltrón E.I.R.L	HORA:	9:00 am	RESPONSABLE:	Paola Lebrón
APELLIDOS Y NOMBRES		CARGO	ÁREA	DNI	FIRMA		
Milla Aróstico Ferrin Cesar		Operario	Sellado	70165547			
Morales Maredo William José		Operario	Sellado	80539380			
Grazia Osorio Rivasold Julio		Operario	Sellado	46453010			
Jose Luis Adamague Amica		Operario	Sellado	03369560			
Nolasco Ormeño Jose Ivan		Operario	Sellado	48240462			
Caballero Robles Marco Antonio		Operario	Sellado	73496635			
MARTINEZ ROBLES THONNY EDUARDO		OPERARIO	Sellado	73770620			
SOTO LOZANO ANTHONY JEFFERSON		OPERARIO	Sellado	70143165			
Rojas Moreno José Pedro		Operario	Sellado	45031949			
Alvarado Luna Jose Sebastian		Operario	Sellado	70102061			
Zamudio Lapasa Hugo Augusto		Operario	Sellado	70100738			
Beltran Sanchez Alma Elizabeth		Controladora de Calidad	Sellado	72773636			

**Tabla 16.** Registro de ejecución de cumplimiento de limpieza y lubricación

<b>BELTRÁN E.I.R.L</b>				<b>REGISTRO DE EJECUCIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>								<b>Código</b>	
												<b>Versión</b>	
												<b>Página</b>	
<b>INSPECCIONADO POR</b>												<b>Área</b>	Sellado
<b>EQUIPO</b>				Máquina de sellado									
<b>RESPONSABLE</b>												<b>Año:</b>	2022
<b>MES</b>		<b>ABRIL</b>				<b>MAYO</b>				<b>JUNIO</b>			
<b>N° SEMANA</b>		<b>Sem 1</b>	<b>Sem 2</b>	<b>Sem 3</b>	<b>Sem 4</b>	<b>Sem 5</b>	<b>Sem 6</b>	<b>Sem 7</b>	<b>Sem 8</b>	<b>Sem 9</b>	<b>Sem 10</b>	<b>Sem 11</b>	<b>Sem 12</b>
N° total de operarios que cumplen con la limpieza y lubricación		0	0	0	0	0	0	10	12	14	14	15	17
N° total de operarios programados		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ejecución del cumplimiento de limpieza y lubricación (ECLL)		0	0	0	0	0	0	50,0	60,0	70,0	70,0	75,0	85,0



**Tabla 17.** Registro de inspección general del equipo.

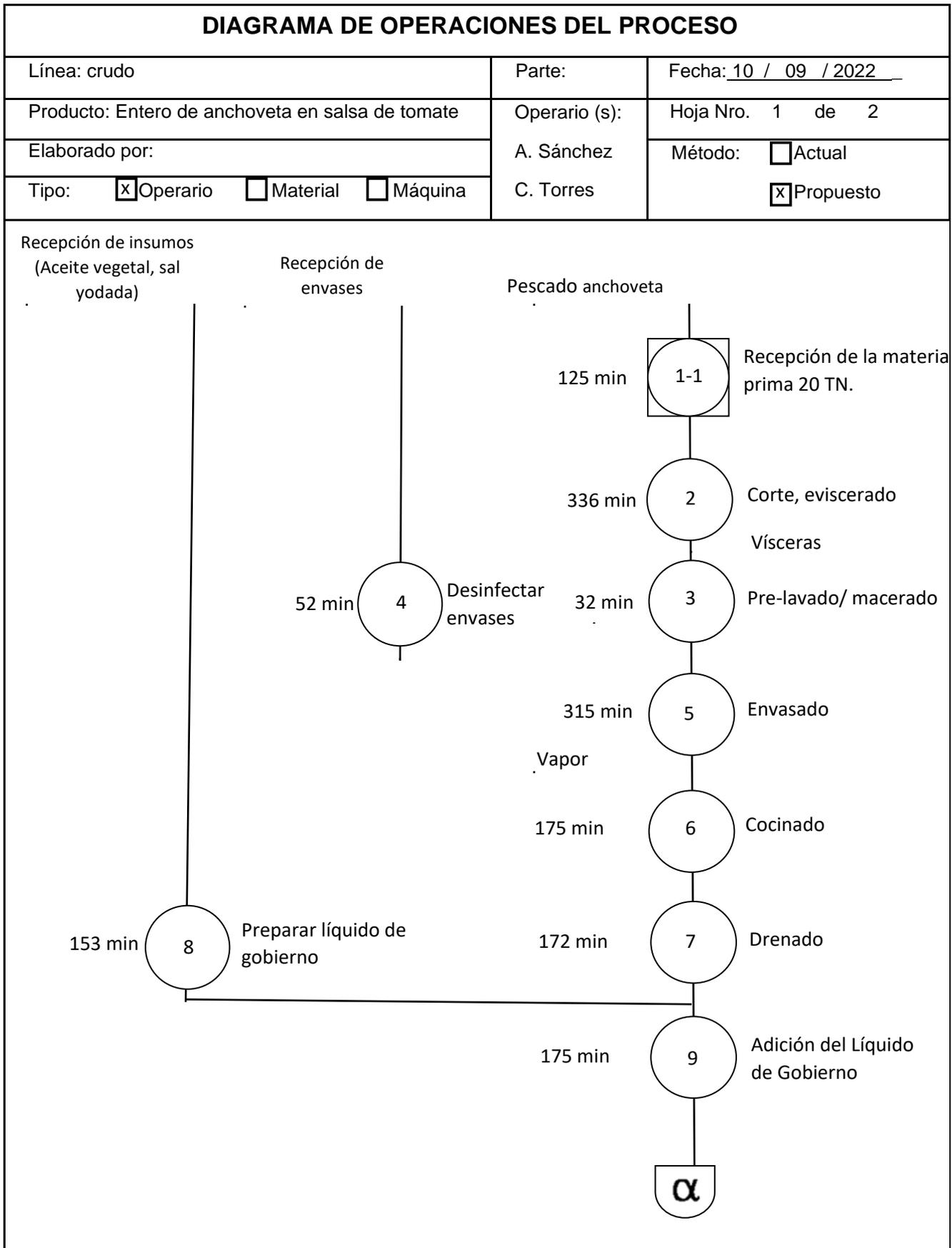
<b>BELTRÁN E.I.R.L</b>				<b>REGISTRO DE INSPECCIÓN GENERAL DEL EQUIPO</b>								<b>Código</b>	
												<b>Versión</b>	
												<b>Página</b>	
<b>INSPECCIONADO POR</b>												<b>Área</b>	Sellado
<b>EQUIPO</b>				Máquina de sellado									
<b>RESPONSABLE</b>												<b>Año:</b>	2022
<b>MES</b>	<b>ABRIL</b>				<b>MAYO</b>				<b>JUNIO</b>				
<b>N° SEMANA</b>	<b>Sem 1</b>	<b>Sem 2</b>	<b>Sem 3</b>	<b>Sem 4</b>	<b>Sem 5</b>	<b>Sem 6</b>	<b>Sem 7</b>	<b>Sem 8</b>	<b>Sem 9</b>	<b>Sem 10</b>	<b>Sem 11</b>	<b>Sem 12</b>	
N° de inspecciones conformes	0	0	0	0	0	0	5	6	5	6	7	8	
N° total de inspecciones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Inspección realizada por el Operario (IRO)	0	0	0	0	0	0	50	60	50	60	70	80	

## Anexo 20.

**Tabla 18.** *Tabla de valores del OEE.*

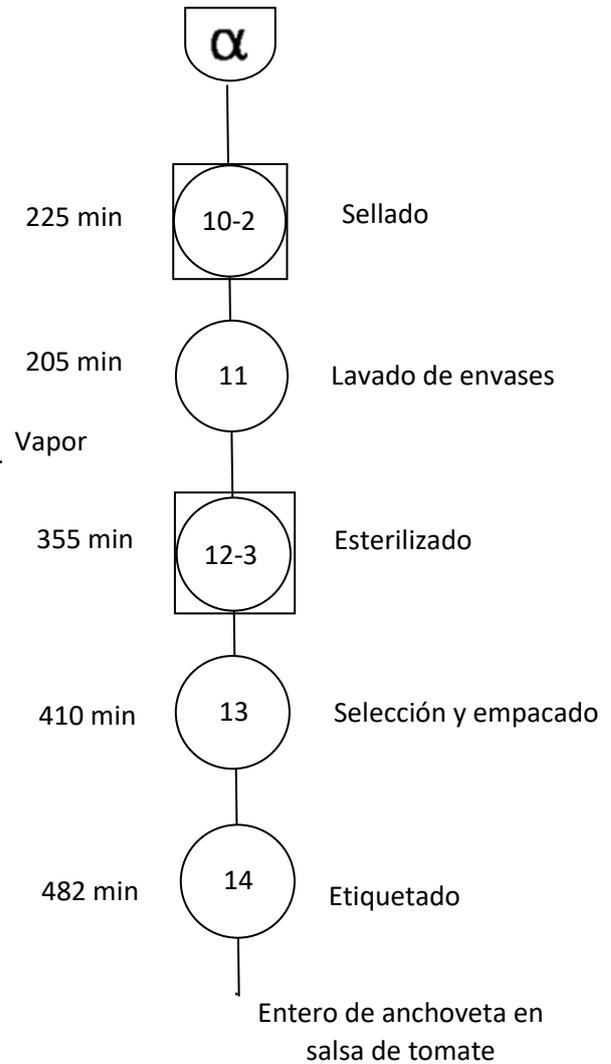
<b>% OEE</b>	<b>Calificativo</b>	<b>Consecuencias</b>
OEE < 65%	<b>Inaceptable</b>	Importantes pérdidas económicas Baja productividad
65% < OEE < 75%	<b>Regular</b>	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
75% < OEE < 85%	<b>Aceptable</b>	Ligeras pérdidas económicas Competitividad ligeramente baja
85% < OEE < 95%	<b>Buena</b>	Buena competitividad. Entrada en valores de clases mundial
OEE > 95%	<b>Excelente</b>	Competitividad excelente.

**Anexo 21.** Diagrama de operaciones (DOP) después de Lean Manufacturing.



## DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Línea: Crudo	Parte:	Fecha: 01 / 04 / 2022
Producto: Entero de anchoveta en salsa de tomate	Operario (s):	Hoja Nro. 1 de 2
Elaborado por: P. Lachira y B. Mayo	A. Sánchez	Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Operario <input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Máquina	C. Torres	<input type="checkbox"/> Propuesto



### RESUMEN

Actividad	Cantidad	Tiempo (min.)
○	11	2521
◻	3	667
<b>TOTAL</b>	14	3188

**Anexo 22.** Datos de producción y tablas de productividades de mano de obra y materia prima después del Lean Manufacturing

**Tabla 19.** Datos de mano de obra y materia prima

AÑO	MES	DÍA	MATERIA PRIMA (tn)	PRODUCCIÓN (CAJAS)	HORAS DE PRODUCCIÓN	N° DE TRABAJADORES EN PLANTA					
						PERSONAL DE FILETEO	PERSONAL DE ENVASADO	JORNALEROS (SELLADO)	JORNALEROS (RECEPCIÓN)	PERSONAL DE CALIDAD Y OPERARIOS	N° TOTAL
<b>2022</b>	<b>J U L I O</b>	1	23	2100	10	135	20	20	20	10	205
		2	26	2384	12	138	22	20	20	10	210
		3	20	1898	9	135	19	19	17	10	200
		5	23	2102	11	132	20	19	19	10	200
		6	21	1905	9	140	21	20	17	10	208
		8	24	2190	12	120	15	18	15	10	178
		10	19	1800	9	138	19	19	18	10	204
		12	20	1802	9	135	22	16	19	10	202
		13	25	2298	11	133	20	16	19	10	198
		14	24	2210	11	140	18	16	16	10	200
		16	21	1912	9	137	19	19	20	10	205
		17	27	2500	12	136	20	19	18	10	203
		19	28	2590	12	129	21	20	19	10	199
		20	22.8	2092	10	115	20	19	18	10	182
		21	23.5	2160	11	135	21	20	18	10	204
		2	26	2390	11	128	19	20	18	10	195
		3	24	2188	11	132	21	19	17	10	199
	4	19	1798	8	136	20	18	20	10	204	

	<b>A G O S T O</b>	6	19	1790	9	127	19	20	19	10	195
		7	19	1785	8	140	20	17	19	10	206
		9	18.8	1752	8	128	20	21	21	10	200
		10	19	1790	8	130	22	20	20	10	202
		12	23.2	2114	11	127	20	21	21	10	199
		13	21	1850	10	135	18	20	20	10	203
		16	20	1795	9	134	18	18	20	10	200
		17	23	2097	11	130	21	19	20	10	200
		18	20	1801	10	135	20	18	21	10	204
		19	20	1804	9	128	19	19	20	10	196
		23	19	1799	8	127	19	19	20	10	195
		24	19.6	1835	9	128	19	19	20	10	196
	<b>S E P T I E M B R E</b>	2	23	2150	10	128	19	20	20	10	197
		3	20	1890	10	129	20	20	18	10	197
		4	21	1898	9	132	20	18	20	10	200
		8	20	1805	10	135	20	20	19	10	204
		10	20	1810	9	126	18	20	20	10	194
		11	23.4	2250	8	134	21	20	20	10	205
		14	20	1820	10	134	19	18	20	10	201
		16	21	1910	9	139	19	20	19	10	207
		17	20	1800	10	135	20	19	20	10	204
		18	19	1797	9	135	20	19	20	10	204
		22	19	1790	9	130	20	20	18	10	198
23	19	1801	8	130	19	20	20	10	199		
27	21	1900	10	135	20	16	20	10	201		
29	21	1897	8	135	18	19	20	10	202		
30	23	2100	9	135	20	20	19	10	204		

**Tabla 20.** Productividad de la mano de obra después de la aplicación de Lean Manufacturing

PRODUCTIVIDAD														
MESES														
JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE				
Fecha	Producción (cajas)	N Operarios	Tiempo (Hr.)	Productividad (cajas/op)	Fecha	Producción (cajas)	N Operarios	Tiempo (Hr.)	Productividad (cajas/op)	Fecha	Producción (cajas)	N Operarios	Tiempo (Hr.)	Productividad (cajas/op)
01/07/2022	2100	205	10	1.02	02/08/2022	2390	195	11	1.11	02/09/2022	2150	197	10	1.09
02/07/2022	2384	210	12	0.95	03/08/2022	2188	199	11	1.00	03/09/2022	1890	197	10	0.96
03/07/2022	1898	200	9	1.05	04/08/2022	1798	204	8	1.10	04/09/2022	1898	200	9	1.05
05/07/2022	2102	200	11	0.96	06/08/2022	1790	195	9	1.02	08/09/2022	1805	204	10	0.88
06/07/2022	1905	208	9	1.02	07/08/2022	1785	206	8	1.08	10/09/2022	1810	194	9	1.04
08/07/2022	2190	178	12	1.03	09/08/2022	1752	200	8	1.10	11/09/2022	2250	205	8	1.37
10/07/2022	1800	204	9	0.98	10/08/2022	1790	202	8	1.11	14/09/2022	1820	201	10	0.91
12/04/2022	1802	202	9	0.99	12/08/2022	2114	199	11	0.97	16/09/2022	1910	207	9	1.03
13/07/2022	2298	198	11	1.06	13/08/2022	1850	203	10	0.91	17/09/2022	1800	204	10	0.88
14/07/2022	2210	200	11	1.00	16/08/2022	1795	200	9	1.00	18/09/2022	1797	204	9	0.98
16/07/2022	1912	205	9	1.04	17/08/2022	2097	200	11	0.95	22/09/2022	1790	198	9	1.00
17/07/2022	2500	203	12	1.03	18/08/2022	1801	204	10	0.88	23/09/2022	1801	199	8	1.13
19/07/2022	2590	199	12	1.08	19/08/2022	1804	196	9	1.02	27/09/2022	1900	201	10	0.95
20/07/2022	2092	182	10	1.15	22/08/2022	1799	195	8	1.15	29/09/2022	1897	202	8	1.17
21/07/2022	2160	204	11	0.96	28/08/2022	1835	196	9	1.04	30/09/2022	2100	204	9	1.14
<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>					<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>					<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>				
1,02					1,03					1,04				

**Tabla 21.** Productividad de materia prima después de la aplicación de Lean Manufacturing

PRODUCTIVIDAD											
Meses											
JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
Fecha	Producción (cajas)	Tm Pescado	Productividad (cajas/tm)	Fecha	Producción (cajas)	Tm Pescado	Productividad (cajas/tm)	Fecha	Producción (cajas)	Tm Pescado	Productividad (cajas/tm)
01/07/2022	2100	23	91.30	02/08/2022	2390	26	91.92	02/09/2022	2150	23	93.48
02/07/2022	2384	26	91.69	03/08/2022	2188	24	91.17	03/09/2022	1890	20	94.50
03/07/2022	1898	20	94.90	04/08/2022	1798	19	94.63	04/09/2022	1898	21	90.38
05/07/2022	2102	23	91.39	06/08/2022	1790	19	94.21	08/09/2022	1805	20	90.25
06/07/2022	1905	21	90.71	07/08/2022	1785	19	93.95	10/09/2022	1810	20	90.50
08/07/2022	2190	24	91.25	09/08/2022	1752	18.8	93.19	11/09/2022	2250	23.4	96.15
10/07/2022	1800	19	94.74	10/08/2022	1790	19	94.21	14/09/2022	1820	20	91.00
12/04/2022	1802	20	90.10	12/08/2022	2114	23.2	91.12	16/09/2022	1910	21	90.95
13/07/2022	2298	25	91.92	13/08/2022	1850	21	88.10	17/09/2022	1800	20	90.00
14/07/2022	2210	24	92.08	16/08/2022	1795	20	89.75	18/09/2022	1797	19	94.58
16/07/2022	1912	21	91.05	17/08/2022	2097	23	91.17	22/09/2022	1790	19	94.21
17/07/2022	2500	27	92.59	18/08/2022	1801	20	90.05	23/09/2022	1801	19	94.79
19/07/2022	2590	28	92.50	19/08/2022	1804	20	90.20	27/09/2022	1900	21	90.48
20/07/2022	2092	22.8	91.75	22/08/2022	1799	19	94.68	29/09/2022	1897	21	90.33
21/07/2022	2160	23.5	91.91	28/08/2022	1835	19.6	93.62	30/09/2022	2100	23	91.30
<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>				<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>				<b>PRODUCTIVIDAD PROMEDIO-</b>			
91,99				92,13				92,19			

*Fuente:* Área de producción de la empresa Beltrán E.I.R.L

### **Anexo 23.** Prueba T Student de la productividad inicial y final.

**Tabla 22.**

*Análisis estadísticamente de la productividad inicial y final de la mano de obra de la línea de crudo.*

<i>Descripción</i>	<i>Productividad Inicial</i>	<i>Productividad final</i>
Media	0,941515206	1,030010606
Varianza	0,000121741	8,43495E-05
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0,970253742	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-49,86412083	
P(T<=t) una cola	0,00020097	
Valor crítico de t (una cola)	2,91998558	
P(T<=t) dos colas	0,00040194	

*Fuente:* Microsoft Excel 2019

**Tabla 23.**

*Análisis estadísticamente de la productividad inicial y final de la materia prima en la línea de cocido*

<i>Descripción</i>	<i>Productividad inicial</i>	<i>Productividad final</i>
Media	82,85707551	92,10639789
Varianza	0,388953708	0,010528174
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0,990687545	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-30,6786403	
P(T<=t) una cola	0,000530403	
Valor crítico de t (una cola)	2,91998558	
P(T<=t) dos colas	0,001060807	
Valor crítico de t (dos colas)	4,30265273	

*Fuente:* Área de producción de la empresa Beltrán E.I.R.L



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PEREZ CAMPOMANES MARIA DELFINA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la línea de crudo en la empresa Beltrán E.I.R.L.- Chimbote 2022", cuyos autores son MAYO LUNA SILVER BRAYHAN, LACHIRA CASTRO PAOLA ALEJANDRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 02 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PEREZ CAMPOMANES MARIA DELFINA <b>DNI:</b> 32954488 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4087-3933	Firmado electrónicamente por: MPEREZCA1 el 13- 12-2022 21:00:18

Código documento Trilce: TRI - 0468659