

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE
VALOR POR MEDIO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA
EMPRESA RJ SAS

VALENTINA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

ANDRES FELIPE CASTILLO URREGO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

DIVISIÓN DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C

2019

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE
VALOR POR MEDIO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA
EMPRESA RJ SAS

VALENTINA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

ANDRES FELIPE CASTILLO URREGO

Proyecto de Investigación para optar al título de Ingenieros Industriales

Ingeniero Oscar M. Gelves

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

DIVISIÓN DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C

2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
LINEA DE INVESTIGACIÓN	9
DISEÑO DE MUESTRA Y POBLACIÓN DE ESTUDIO	9
HIPÓTESIS	10
PROCEDIMIENTOS	10
PRESUPUESTO	12
INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
JUSTIFICACIÓN	17
OBJETIVOS.....	18
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
ALCANCE	19
MARCO REFERENCIAL.....	20
MARCO CONCEPTUAL.....	20
MARCO TEÓRICO	21
RESULTADOS ALCANZADOS.....	26
DESCRIPCIÓN DE PROCESOS.....	26
CUESTIONARIO DE MUDAS.....	31

VSM	34
IDENTIFICACIÓN DE DEMORAS	38
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS.....	40
ASIGNACIÓN TÉCNICA LEAN POR DEMORA	40
SMED	41
POKA YOKE	48
TPM.....	53
INDICADOR OEE (Overall Equipment Effectiveness)	55
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	58
EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	67
CONCLUSIONES	72
REFERENCIAS	74
ANEXOS.....	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto	12
Tabla 2. Procesos R.J.....	26
Tabla 3. Respuestas Cuestionario mudas	31
Tabla 4. Demoras	38
Tabla 5. Técnicas Lean	40
Tabla 6. Cuadro resumen.....	41
Tabla 7. Actividades Internas y Externas	43
Tabla 8. Reducción actividades	46
Tabla 9. Numeración de 22 líneas de productos	48
Tabla 10. Tabla de condimentos por producto	49
Tabla 11. Agrupación por productos con condimentación similar	51
Tabla 12. Disponibilidad	55
Tabla 13. Eficiencia.....	56
Tabla 14. Calidad	56
Tabla 15. OEE	57
Tabla 16. Solución de anomalías para proceso de cocción.....	59
Tabla 17. Puntos de difícil acceso del proceso de cocción.....	62
Tabla 18. Fuentes de suciedad del proceso de cocción	63
Tabla 19. Horario instructivo para el proceso de cocción	64
Tabla 20. Auditoria del proceso de cocción	66
Tabla 21. Listado de requerimientos para el proyecto	67
Tabla 22. Flujo de caja proyectado	69
Tabla 23. Indicadores financieros.....	71

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Etiquetas instructivas proceso de adición de componentes	52
Ilustración 2. Horno R400.....	53
Ilustración 3. Dimensiones del horno	53
Ilustración 4. Horno	54

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto ha sido la aplicación de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing a la cadena de valor de RJ S.A.S una empresa del sector cárnico, con el fin de diseñar una serie de propuestas enfocadas a la eliminación de mudas. Esta serie de propuestas se plantearon para aumentar la productividad de la empresa para que de esta manera pueda aspirar a una mejor posición en el mercado actual.

Para el desarrollo de este objetivo se planteó una metodología que consiste en 4 fases. La primera, se enfocó a la conformación de un grupo de ayuda, el cual suministró la información bajo la cual se trabajó. La fase dos identificó que actividades provocaban una disminución de la productividad, estas se analizaron para llegar a la causa-raíz de cada una de ellas. La tercera fase relaciona las actividades, anteriormente analizadas, junto con la técnica o herramienta lean que mejor pudiera solucionar los desperdicios causados por estas. Por último, la cuarta fase tomo en consideración el factor financiero, relacionando los costos del proyecto y su rentabilidad.

El contenido de los resultados obtenidos, se ha dividió en tres grandes grupos: A. Aplicación de metodología Lean para la identificación de desperdicios: En primer lugar, se han analizaron los diferentes actores que intervienen en el proceso productivo a través de las herramientas las Lean Manufacturing VSM, estandarización de procesos y cuestionario de mudas. B. Aplicación de técnicas lean para la solución de desperdicios: Una vez identificadas las mudas causantes de la baja productividad, se asignaron a los procesos: Embutido, Homogenización y Cocción, las técnicas SMED. POKA YOKE y TPM, respectivamente. C. Análisis de la rentabilidad del proyecto: Por último, se presentó un flujo de caja donde se consideraron los ingresos y los costos una vez implementadas las diferentes propuestas de mejoras, esto con el objetivo de analizar la rentabilidad del proyecto.

ABSTRACT

The main objective of this project has been the application of the tools of the Lean Manufacturing philosophy to the value chain of RJ S.A.S, a company in the meat sector, in order to design a series of proposals focused on the elimination of molts. These series of proposals were made to increase the productivity of the company so that in this way it can aspire to a better position in the current market.

For the development of this objective, a methodology consisting of 4 phases was proposed. The first one focused on the formation of a support group, which provided the information under which it worked. Phase two identified which activities caused a decrease in productivity, these were analyzed to get to the root cause of each of them. The third phase lists the activities, previously analyzed, together with the lean technique or tool that could best solve the waste caused by them. Finally, the fourth phase took into consideration the financial factor, relating the costs of the project and its profitability.

The content of the results obtained has been divided into three large groups: A. Application of the Lean methodology for the identification of waste: First, the different actors that intervene in the production process have been analyzed through the Lean tools Manufacturing VSM, process standardization and dump questionnaire. B. Application of lean techniques for the solution of waste: Once the seedlings causing the low productivity were identified, the techniques that were assigned to the processes: Stuffing, Homogenization and Cooking, were SMED, POKA YOKE and TPM, respectively. C. Analysis of the profitability of the project: Finally, a cash flow was presented where the income and costs were considered once the different improvement proposals had been implemented, this with the aim of analyzing the profitability of the project.

LINEA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación que se desarrollará será un caso de estudio. En primera instancia se hará un acercamiento al problema que se pretende estudiar, comprender y evaluar los procesos de producción de las empresas PYME (Pequeña y Mediana empresa) del sector cárnico en Bogotá.

DISEÑO DE MUESTRA Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

El muestreo será de carácter determinístico puesto que la selección de la muestra se basa en aspectos subjetivos y se desconoce una probabilidad. Debido a que no existen relaciones importantes en la muestra poblacional, se escogerá la empresa “R.J S.A.S” por conveniencia.

La empresa RJ cuenta con 23 (Veintitrés) empleados. Por cada máquina que interviene dentro del proceso de producción se encuentra un operario manejando, en ciertos procesos específicos trabajan hasta 2 (Dos) operarios en una misma máquina.

Se entrevistará a cada empleado que opera en el sistema productivo con el fin de conocer los desperdicios, reprocesos o fallas dentro del sistema, así mismo se busca conocer los métodos de mejora que han utilizado y la efectividad que se ha obtenido.

HIPÓTESIS

Por ser un caso de estudio no se planteará hipótesis.

PROCEDIMIENTOS

Fase 1 (Integración del grupo de ayuda):

Se busca formar un grupo colaborativo con el fin de facilitar la obtención de información y acceso a la planta de producción, además se planea que este grupo este constantemente informado de que se está haciendo con los datos suministrados. Estará conformado por la gerente general de la empresa, el jefe de operarios y la ingeniera encargada de la parte administrativa.

Fase 2 (Elaboración del VSM):

Primero se deberá analizar qué actividades generan valor a los procesos de la cadena de valor de la empresa, para esto se deberán programar visitas y entrevistas con el grupo de ayuda, para realizar la correspondiente recolección de información mediante el o los cuestionarios diseñados.

Una vez obtenida la información se interpretará y analizará, para poder elaborar el VSM (mapa de flujo de valor), estableciendo, flujos de producción e información, indicadores, tiempos, mano de obra, etc.

El mapa será primer eslabón para comenzar a identificar las oportunidades de mejora.

Fase 3 (Aplicación de estrategias Lean Manufacturing):

Estas técnicas responden a una falla encontrada después de realizar un análisis exhaustivo en la cadena de producción. Cada una de ellas deberá ser simplificada y ordenada coherentemente para tener claridad en el proceso de selección de las mismas.

Dado que la empresa es una PYME tendrán prioridad las técnicas que tengan más probabilidad de ser solucionadas en un menor tiempo, por ejemplo:

- La técnica de estandarización, que consiste en la elaboración de gráficas que muestren un método más efectivo para realizar los procesos.
- Las técnicas de calidad y mantenimiento que permitan la eliminación de defectos.
- Los sistemas de participación del personal puesto que se debe crear una cultura organizacional capaz de mantener en el tiempo los cambios que se realicen dentro de la empresa RJ.

Fase 4 (Generación de la propuesta de mejora evaluando el impacto económico y financiero):

Una vez terminadas las fases anteriores se busca desarrollar en esta etapa varias opciones para la mitigación o eliminación de desperdicios de la cadena de valor con el objetivo de generar un impacto positivo en el área financiera de la empresa.

Posteriormente se realizará una retroalimentación, presentada en un flujo de caja, esto con el objetivo de que cada uno de los 23 empleados tengan conocimiento del estado en que se encuentra la empresa y los resultados que se obtendrían con la implantación de la propuesta de mejora.

PRESUPUESTO

El presupuesto que se plantea para el desarrollo del proyecto, toma en consideración los factores más básicos, puesto que no se trata de una implementación sino de una proposición.

Tabla 1. Presupuesto

PRESUPUESTO PROYECTADO		
Requerimiento	Descripción	Costo COP (mes)
Salario Ingeniero Industrial Junior (x2)	Datos tomados de Indeec, información actualizada desde el 4 de octubre del 2019, https://co.indeed.com/salaries/Ingeniero/a-industrial-Salaries	\$ 3.400.000
Transporte	Se planea ir a la empresa 3 veces como se muestra en el cronograma, se añadieron otras 3 visitas por imprevistos	\$ 43.000
Papelería	Por las tres visitas estipuladas en el cronograma se planea entregar un informe físico a la empresa, para que estén informados de lo que se está haciendo con la información suministrada.	\$ 18.000
		\$ 3.461.000

Fuente: propia

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo las empresas industriales han buscado potenciar su competitividad aplicando avances tecnológicos a sus productos al igual que a sus procesos de fabricación para lograr cumplir con los requisitos del cliente.

Para que una empresa logre tener una buena productividad debe hacer una correcta integración de los bienes producidos con los recursos empleados.

Este proyecto busca realizar el estudio de distintos escenarios donde las empresas sufran desperdicios considerables en su cadena de valor, dado a que su consecuencia se ve reflejada en la economía de la misma. El Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) se define como un conjunto de herramientas que permiten crear estos escenarios y saber que tan productiva o no está siendo la compañía.

Los defectos que se logran encontrar al aplicar esta técnica tales como sobreproducción, tiempos de espera, movimientos, transporte, inventarios y procesos, se conocen como las 7 mudas, un término usado para definir la eliminación de la improductividad en distintas áreas de preocupación. Estas herramientas fueron apareciendo gracias a Taichi Ohno y Eij Toyoda quienes fueron los fundadores del sistema de producción de Toyota. La metodología Kaizen surge luego de una visita que los fundadores realizaron a Ford Motor en Estados Unidos que tenía como objetivo controlar el flujo de trabajo en un sistema de manufactura por medio del movimiento de materiales y la fabricación por demanda.

Las actividades que generen costo y no valor a las empresas serán eliminadas, se pretende registrar los recursos mínimos necesarios de equipos, materiales, piezas, espacio y esfuerzo, para mejorar la cadena de valor del sector.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas de Colombia en su gran mayoría son PYMES, es decir pequeñas y medianas empresas, generando un 80% de los empleos en el país aproximadamente. Existe una clasificación entre las PYMES (micro empresas, pequeñas empresas, medianas empresas y grandes empresas) regulada por la Ley 590 de 2000, donde se tipifican de acuerdo a la cantidad de empleados y el valor de sus activos totales. Usualmente este tipo de empresas cuentan con procesos productivos que generan desperdicios, es decir, exceso de toda aquella actividad que no genera valor en un proceso, pero sí costo y trabajo, reflejados en el área financiera de estas. (Socconini Luis, 2019)

El término desperdicios o mudas de la producción son definidos como los procesos o actividades que usan más recursos de lo necesario. (Escalda Villalobos, Jara Valés, & Letzkus Palavecino, 2016) Una gran parte de las empresas que actualmente se encuentran compitiendo en el mercado están conscientes de este tipo inconvenientes en el área de producción, lógicamente muchas sino es que todas tienen un control, prevención o una mitigación para no sufrir un gran impacto que afecte de manera catastrófica a la cadena de abastecimiento. Existen diferentes métodos de control para este tipo de problemas como la manufactura esbelta o Lean Manufacturing, que tiene como objetivo el proveer técnicas y guías que permiten eliminar y controlar las mudas reduciendo el tiempo entre pedido del cliente y despacho del producto, mejorando la calidad y reduciendo costos. (LEAN MANAGEMENT – lean solutions. 2015).

La Manufactura Esbelta es un enfoque que permite mejorar la forma cómo la empresa organiza y gestiona la relación con sus clientes; la cadena de suministro; el desarrollo y la fabricación de sus productos, buscando generar mayores salidas con menores recursos. (Felizzola Jiménez & Amaya, 2014)

El motivo por el cual utilizar la manufactura esbelta, además las técnicas que ayudan a la gestión y eliminación de desperdicios, es también una alternativa para mejorar, de manera ética con el personal y la producción, es decir limitarse a no despedir a nadie y centrarse en mejorar como se reducirán costos como uno de los resultados finales (Pérez-Vergara, Marmolejo, Mejía, Caro, & Rojas, 2016), más cuando se cuenta con un sector donde se planea evaluar la PYMES para la elaboración del proyecto.

El sector “cárnicos” cuenta con un amplio portafolio de productos, la mayoría de ellos siguen un proceso básico conformado por los siguientes pasos: una vez ingresan los insumos a la empresa se revisa si cumplen las condiciones de entrega, son picados, pre salados y almacenados por peso, son cortados en las cantidades necesarias dependiendo del producto y continúan al molino, luego la masa pasa por la mezcladora, la cortadora, la embutidora y una vez allí pasa a la zona de cocción, aquí se dividen los productos, unos pasan a ser amarrados, otros pasan a ser pre asados, enfriados y empacados.

En este proceso algunos de los pasos se hacen de forma manual como por ejemplo la revisión de los insumos, cuando son cortados y llevados al molino, cuando la masa pasa al proceso de cocción, el amarrado y el pre asado del producto.

Mediante el análisis simple de la cadena de valor, se han identificado ciertas complicaciones como lo son:

- El cómo lidiar con los diferentes tipos de materia prima que suministran los proveedores, ya que cada proveedor abastece a las empresas con su propio tipo de cárnico.
- La incertidumbre que existe a la hora de cocción debido a los hornos antiguos.
- El desaprovechamiento de espacio para el almacenamiento de insumos.
- El recibimiento de materia prima y despacho de producto terminado dado que no se cuenta con espacios completos para estos dos procesos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué técnicas de Lean Manufacturing aplican para mejorar los métodos de trabajo de las complicaciones previamente mencionadas dentro del proceso de la cadena de valor del sector en Bogotá?

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se enfoca en diseñar una mejora de los procesos de la cadena de valor en el sector Cárnico en Bogotá, debido a dificultades encontradas mediante un análisis simple dentro del mismo. Las condiciones de entrega de los cárnicos no están debidamente especificadas dado que el abastecimiento de los productos puede variar en su contenido, el desaprovechamiento de la infraestructura con que cuenta en la mayoría de empresas, el alto porcentaje de incertidumbre que existe en procesos puntuales como la cocción y pre asado dentro del proceso productivo son algunos de los contratiempos encontrados durante el análisis previo.

Las técnicas y herramientas de mejora continua y controles visuales tales como diagrama Value Stream Mapping (Mapa de flujo de Valor) y Poka Yoke (A prueba de fallos), en su gran serán de gran utilidad para lograr el cumplimiento de los objetivos en pro de realizar una propuesta que logre reducir costos de operación, optimizar el proceso productivo de los cárnicos y así mismo su calidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de mejoramiento de los desperdicios de la cadena de valor de la empresa RJ SAS por medio de herramientas Lean Manufacturing.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los procesos que no generan valor agregado dentro de la cadena de valor de la empresa RJ SAS
- Diseñar las estrategias Lean Manufacturing que generen el mayor impacto con el fin de eliminar los desperdicios de la cadena de valor de la empresa RJ SAS
- Determinar el impacto económico y financiero proyectado al aplicar las herramientas Lean Manufacturing.

ALCANCE

Esta investigación se pretende identificar los procesos que no generan valor y que requieren de trabajo y recursos tecnológicos para el desarrollo de una propuesta de mejoramiento.

Para el desarrollo de esta propuesta de mejoramiento, se contará con el apoyo tanto de operarios internos como personal administrativo de la empresa, a los cuales no solo estará dirigida, sino que también se espera que se utilice como base para la implementación de un programa de mejora continua.

Esta propuesta pretende desarrollar tres (3) modelos basados en la filosofía lean manufacturing que den soporte a la mejora de procesos a partir del conocimiento en las diferentes actividades de la cadena de valor de la empresa. El primer modelo SMED, proveerá herramientas que darán ventajas para el cambio y alistamiento de producto. El segundo modelo, POKA YOKE identificará, eliminará, y prevendrá los reprocesos analizados. Por último, el tercer modelo, TPM, justificara un mantenimiento autónomo (basado en el indicador de eficiencia de equipos actual de la empresa) mediante una serie de pasos específicos de deberán realizar los mismos operarios.

MARCO REFERENCIAL

MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presentan las definiciones a los conceptos más representativos del proyecto.

- Desperdicio / muda: Es todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio para los clientes. Desperdicio, pérdida o despilfarro, en este contexto, es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de las empresas. (Giannasi, 2013)
- Cadena de Valor: Es una herramienta de análisis que permite ver hacia adentro de la empresa, en búsqueda de una fuente de ventaja en cada una de las actividades que se realizan. Con esta herramienta, se disgrega a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación existente y potencial. Una empresa obtiene la ventaja competitiva, desempeñando esas actividades más baratas o mejor que sus competidores. (Porter, 2004)
- Inventario de MT (materia prima) y PT (producto terminado): Los inventarios de materias primas sirven como entradas a una determinada etapa del proceso de producción y los inventarios de productos terminados sirven para satisfacer las necesidades o demanda de los clientes. (Salas, 2009)
- Sistema productivo: Un sistema de producción recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información, y los transforma dentro de un subsistema de conversión en los productos y/o servicios deseados. (Tejeda, 2011)
- Proceso: Conjunto de los recursos y de las actividades, interrelacionadas, repetitivas y sistemáticas, mediante los cuales unas entradas se convierten en unas salidas o resultados. (Álvarez & Manuel, 2012)

- Mejora continua: Según la NTP-ISO 9000:2001, Mejora continua es una "actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos" siendo los requisitos la "necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria". (García, Quispe, & Ráez, 2003)
- OEE: La "eficiencia global de los equipos" (OEE) es un indicador, que se calcula diariamente para cada equipo y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido (si todo hubiera ido perfectamente) y las unidades que realmente se han producido. (Manuel Rajadell & Jos Luis Sanchez, 2010)

MARCO TEÓRICO

Las herramientas Lean Manufacturing tales como, Value Stream Mapping (Mapa de flujo de valor) y diagramas de Ishikawa (Diagrama de espina de pescado) son esenciales para la identificación y transformación de desperdicios, poniendo en evidencia el cómo se pueden mejorar los procesos eliminando las mudas volviendo estas tareas más efectivas y limpias. Ya que el objetivo de estas herramientas es la eliminación de desperdicios se considera esencial identificar cuáles son las oportunidades de mejora en el proceso que se está evaluando, una vez identificadas cada una de las oportunidades asociadas con la intención de las herramientas, se puede plantear los objetivos tanto específicos como le general. (Escalda Villalobos et al., 2016)

Los resultados que se pueden esperar desde un análisis VSM y un diagrama Ishikawa, es la necesidad de estandarizar las zonas de producción, automatizar tareas, y reorganizar la distribución de la planta, reducción de tiempos y complicaciones logísticas. (Escalda Villalobos et al., 2016)

La filosofía Lean Seis Sigma combina las metodologías Lean Manufacturing y Seis Sigma, estableciendo como mejorar los procesos que tienen sobrecostos por una mala calidad, mudas y control de requerimientos de quejas por los clientes. (Mantilla Celis & Sánchez García, 2012)

Especificado este contexto, el propósito de una investigación basada en Lean Sigma, se puede orientar al mejoramiento de la ejecución logística de una empresa, teniendo en cuenta el aumento del nivel del servicio y la disminución de costos. La base para este tipo de investigación está estrictamente regida por el modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) ya que, si se soporta con diferentes herramientas durante las diferentes fases, llega a ser la mejor opción para la eliminación de desperdicios y aumento de la cadena de valor de la empresa. (Mantilla Celis & Sánchez García, 2012)

El Lean Six Sigma es una técnica que genera una implementación exitosa en la cual se busca reducir la variación de salida de los procesos en largos periodos de tiempo. Existen posibilidades de ampliar el área de mejora de calidad dentro de las industrias que se ocupan de los alimentos, también se recolectan los principales desafíos a los que se debe enfrentar la empresa durante la implementación de esta técnica de Lean, sus limitaciones las cuales incluyen competencia, calidad, costos y requisitos.

Los diagramas de procesos y el Layout (Diseño) son esenciales para así posteriormente utilizar Six Sigma mejorando las problemáticas encontradas a lo largo del proceso. La implementación del Six Sigma logra un incremento en la productividad mayor al 20%. Para demostrarlo, se calcula la productividad de la empresa, también se utilizan las fórmulas de productividad y eficiencia antes y después de usar la técnica y es allí cuando se denota el aumento de la productividad. (Projoth, Renish, Arun Kumar, & Jeyaraman, 2019)

Rother y Shook (1998), Nash y Poling (2011), Grewal (2008) y Seyedhosseini et al. (2013) argumentan que el VSM es una parte inseparable de las transformaciones lean debido a su contribución en la visualización y comprensión de las áreas problemáticas de los flujos de valor de la producción de una organización (Andreadis, Garza-Reyes, & Kumar, 2017). Del mismo modo, Myerson (2012) considera VSM como la herramienta definitiva para identificar los desechos, por lo que es un elemento esencial de la filosofía lean.

Por otro lado, Bhamu y Singh Sangwan (2014), Braglia, Frosolini y Zammori (2009), Brännmark et al. (2012) y Keyte y Locher (2016) sostienen que VSM es el primer paso hacia una transformación eficiente, ya que proporciona dirección y enfoque para lograrlo.

Como herramienta de identificación de oportunidades de mejora, el VSM sin lugar a dudas es indispensable, pero el objetivo de la filosofía Lean consiste en la corrección de estos desperdicios, que puede que identifiquen este tipo de herramientas de primer orden, por medio de herramientas diseñadas para la eliminación de un específico tipo de desperdicio.

Las técnicas SMED (single minute exchange of die) o cambio rápido de herramienta, según Rajadell y Sanchez, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). La competitividad del mercado actual obliga a disponer de sistemas flexibles que permitan una adaptación a los cambios constantes, y por lo tanto cada vez tienen más importancia las pequeñas series, que además contribuyen a reducir los niveles de stocks tanto en producto acabado, como en material en curso. La minimización de las existencias, la producción orientada a los pedidos de encargo, y una rápida adaptabilidad a las variaciones de la demanda, son las ventajas más importantes de un tiempo de preparación inferior a 10 minutos. Para conseguir esto es necesario aplicar sistemas de cambio de serie rápidos y el SMED se constituye en una herramienta muy útil. (Manuel Rajadell & Jos Luis Sanchez, 2010)

Otro punto modelo o herramienta, es el sistema de autoinspección, o a prueba de “tontos” conocido como poka yoke, en fonética japonesa. Se trata de mecanismos o dispositivos que una vez instalados, evitan los defectos al cien por cien, aunque se cometan errores. En otras palabras, se trata de que “los errores no deben producir defectos, y mucho menos aún progresar”. Los poka yokes tienen tres funciones básicas contra los defectos: paro, control y aviso. Sus características son: simplicidad (pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos) y eficacia (actúan por sí mismos en cada acción repetitiva del proceso, independientemente de la actuación del operario). La instalación de células de lectura evita errores en la selección de productos. Esta solución también puede

aplicarse a productos que deben ir acompañados de un elemento adicional o complementario. (Manuel Rajadell & Jos Luis Sanchez, 2010)

El término Poka Yoke fue inventado por el ingeniero de procesos japonés Shigeo Shingo en los años sesenta. El término "Poka Yoke" viene de las palabras japonesas "Poka" (el error inadvertido) y "Yoke" (prevenga). La idea esencial de Poka-Yoke es diseñar su proceso para que los errores sean imposibles o por lo menos que sean fácilmente descubiertos y corregidos. (Robinson, 1997)

El Poka Yoke es una herramienta para la mejora de los procesos de fabricación basados en detección de errores. Inicialmente, se consideró un dispositivo físico utilizado para prevenir los errores que puedan ocurrir. Hoy en día, adquiere un significado mucho más amplio, puede ser definido como una herramienta para eliminar errores, una técnica de control de calidad o una filosofía de calidad. El principio básico común es la prevención de los errores. (Martins, 2010)

La productividad de una planta industrial está directamente ligada al correcto funcionamiento de las máquinas. Obviamente, si una línea se detiene por un fallo de una de sus máquinas, la productividad disminuirá. Un análisis detallado de la instalación permite la medida de la importancia relativa de cada uno de los factores que pueden provocar averías, y la puesta en marcha de un plan de eliminación de los mismos, para mantener equipos e instalaciones a un nivel óptimo. A partir de este instante se establece cuál es el mantenimiento productivo que usualmente se puede debe aplicar, formando a los operarios de la línea para garantizar la continuidad del sistema. (Manuel Rajadell & Jos Luis Sanchez, 2010)

El objetivo del TPM (mantenimiento productivo total) es asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en perfectas condiciones y que continuamente produzca componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado. La idea fundamental es que la mejora y buena con- La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. El lean manufacturing exige que cada máquina esté lista para empezar a trabajar en cualquier momento en respuesta a los requerimientos de los clientes. Conforme se

aproxima al ideal de la producción sin stocks, se intenta asegurar que el equipo sea altamente fiable desde el arranque hasta la parada y con un funcionamiento perfecto y sin averías. (Manuel Rajadell & Jos Luis Sanchez, 2010)

El éxito de una empresa o dependencia gubernamental está fuertemente vinculado por la calidad de sus productos o servicios y los costos incurridos para su logro. En las últimas tres décadas, las empresas y áreas administrativas de los diferentes gobiernos de los países altamente industrializados han adoptado diversos métodos o sistemas de calidad, con el propósito de satisfacer los requisitos del cliente o ciudadanos a un costo mínimo, sin afectar la calidad de sus productos o servicios. (Montero, 2013)

RESULTADOS ALCANZADOS

La investigación llevada a cabo busca determinar los principales desperdicios de la empresa RJ con ayuda de tres herramientas Lean Manufacturing: VSM, estandarización de procesos y cuestionario de 7 mudas.

Se describieron los procesos más significativos de la empresa para entender de manera más clara el proceso de producción.

DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

Para un análisis asertivo de cada proceso dentro de la empresa RJ se diseña el procedimiento actual de la línea de producción que lleva la compañía:

Tabla 2. Procesos R.J

		PROCESOS CADENA DE PRODUCCIÓN	Código	DD-RJ
			Versión	01
			Página	1 de 4
No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE DEMORA	RESPONSABLE	DOCUMENTO GUÍA – REGISTRO
1	Pesado y Molido de la carne	Se toma la materia prima cárnica del inventario para comenzar el proceso de molido,	Auxiliar logístico	Hoja de control de peso de la materia cárnica

		posteriormente se verifica que el disco del molino este en buenas condiciones, en ocasiones se generan demoras y se debe cambiar el disco para evitar posibles incidentes. Con ayuda de canastillas plásticas se lleva la materia cárnica hasta la tolva del molino, aquí se enciende la máquina y se muele, luego, en varias canastillas plásticas se vierte la masa obtenida y estas son llevadas a la báscula para ser pesadas		
2	Adición de componentes	Se añaden condimentos, sustancias de relleno y sustancias ligantes, tales como, preservantes, antioxidantes y fijadores de color, también, especias, tales como romero, tomillo, clavo de olor y pimienta	Auxiliar logístico	-
3	Homogenización	Se verifica que la máquina mezcladora se encuentre limpia, se añade la masa anteriormente condimentada y se	Auxiliar logístico	Hoja de control de peso de la materia cárnica

		enciende la máquina hasta que la masa tenga una textura uniforme. Una vez terminado el proceso, la masa es puesta en canastillas plásticas y pesada nuevamente para llevar el control del peso		
4	Cuteo	Una vez la masa se encuentre con una textura uniforme se procede a cortar en medidas específicas con ayuda de un bisturí industrial, y separar por paquetes en las mismas canastillas plásticas, colocando laminas sobre las torres de masa que se vayan cortando para que estas no se queden pegadas unas con otras al momento de embutirlas	Auxiliar logístico	Hoja de control de cantidades de la masa generada
5	Embutido	Las masas son posicionadas en línea recta frente a la máquina embutidora, se activa el proceso y una vez en la zona de descarga se verifica el peso, diámetro y apariencia de cada pieza embutida	Auxiliar logístico	-

6	Reposo	Algunas de las piezas que fueron embutidas necesitan guardar reposo por cierto tiempo en un cuarto frío, otras, pasan directamente al proceso de cocción	Auxiliar logístico	Hoja de control de cantidad de piezas que entran a cuarto frío
7	Cocción	Se realizan varias tandas de cocción, la primera con los productos que vienen directamente de ser embutidos y las siguientes con los productos que guardan reposo en el cuarto frío. Se vierten las masas dentro de una olla hermética y se realiza el proceso de cocción, una vez cocinado el producto se lleva al área de productos semielaborados	Auxiliar logístico	Hoja de control de ingreso a cocción y temperatura usada
8	Choque térmico	Los productos que pasaron directamente del proceso de embutido al de cocción, se almacenan en ollas herméticas con hielos, y posteriormente son llevados al refrigerador, este proceso tiene como	Auxiliar logístico	Hoja de control de cantidad de piezas ingresadas

		finalidad conservar el alimento		
9	Etiquetado y rotulado	Las piezas son fechadas manualmente por un operario, lo cual genera una demora en el proceso, mientras que un segundo operario las acomoda nuevamente en las canastillas plásticas y finalmente, el producto terminado es enviado al área de despachos	Auxiliar logístico	Hoja de inventario de productos

CUESTIONARIO DE MUDAS

Se realiza un cuestionario para identificar las fallas que observan los operarios durante el proceso de producción de embutidos. (Véase Anexo A).

A continuación, se dio respuesta a las preguntas para identificar los desperdicios o mudas. Debido a la crisis por la que está atravesando el país, el cuestionario no se pudo aplicar a todos los operarios de planta como se tenía planeado, pero si se pudo resolver con la ayuda de la Ingeniera a cargo, que ostenta el puesto “Aseguramiento de Calidad / SGSST” gracias a su colaboración se dio respuesta al cuestionario en su totalidad.

Tabla 3. Respuestas Cuestionario mudas

CUESTIONARIO DE LAS 7 MUDAS				
Muda	Preguntas	Si	No	Respuesta Escrita / Comentarios
Esperas	¿En el año 2019 se han presentado retrasos en la entrega de la materia prima por parte del proveedor?		X	
	¿La calidad de la materia prima entregada por parte del proveedor cumple el 100% de los requisitos?			Algunos proveedores incumplen, podríamos decir que cumplen al 90%
	¿Se ha frenado la línea de producción por temas de programación de materia prima?		X	
Transporte	¿Cuánto tiempo le toma transportar la materia prima hasta el lugar de trabajo? (Entre			10-15 min

	3 y 9 minutos, entre 10 y 15 minutos o más de 15 minutos)			
	¿Cada cuánto se presentan demoras de despachos? (Minutos, días)			Aunque no es frecuente que se tengan demoras, cuando se han presentado, son más de 2 días
	¿Cuántas quejas de clientes por demoras promedio?			Ninguna
Movimientos	¿Se tienen estandarizados los procesos (Desde el proveedor hasta el consumidor final)?	X		
	¿Existe un flujo de comunicación efectivo (desde el proveedor hasta el consumidor final)?	X		En algunos casos el contacto directo va hasta el distribuidor, sin embargo, si el cliente requiere comunicación con la empresa, utiliza la información del Rotulado del producto.
	¿Es claro el flujo de procesos dentro del almacén?	X		
	¿Existe una baja rotación de inventarios?		X	Algunos productos, presentan baja rotación

Defectos	¿Qué proceso cree usted que genera más fallas dentro de la operación?			Servicio Post venta
	¿La empresa RJ cuenta con mecanismos para evitar la ocurrencia de errores?	X		
	¿Se documentan las causas de los errores que se presentan?	X		
Procesos	¿Usted está capacitado para el mantenimiento total de las máquinas?		X	El mantenimiento es realizado por empresa contratada
	¿La empresa ofrece un programa de participación y sugerencias para los empleados?		X	No se cuenta con un programa formal, pero el tamaño de la empresa y la familiaridad permite que los trabajadores participen y sugieran sus ideas.
	¿La empresa cuenta con fichas técnicas de cada máquina que interviene en el proceso?	X		
Organización	¿Su entorno de trabajo se encuentra organizado (Limpio y ordenado)?	X		
	¿Se tienen listas de chequeo de la organización de su puesto de trabajo por parte de la empresa?	X		

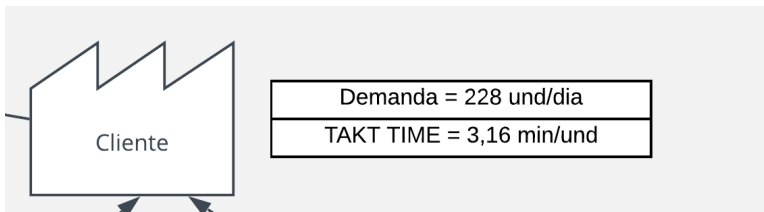
Fuente: propia

VSM

Para la elaboración del Value Stream Mapping, o VSM, se solicitó al “Grupo de Ayuda” la mayor cantidad de información relacionada a la elaboración de productos, como: mapas de procesos, diagramas de flujo, catálogo de producto, cronogramas de abastecimiento, demanda de ejercicios anteriores y demanda proyectada, análisis de métodos y tiempos, etc. Hay que aclarar que debido a cuarentena obligatoria impuesta por el gobierno nacional mucha de esta información fue de imposible acceso ya que la empresa por parte del área administrativa estaba cerrada, solo funcionaba la planta productiva. Esto implicó que existiera un desajuste a la hora de elaborar el VSM.

La información con la que se desarrolló el mapa fue bastante escasa ya que el contacto de la empresa fue difícil, por lo que la información fue extraída bajo supuestos y ejercicios anteriores.

Paso 1



Como primero paso se definió la demanda, esto gracias a la información de tres ejercicios anteriores se pudo sacar el promedio de la demanda mensual, el cual arrojó un valor aproximado de 6834 und/mes. Por lo tanto:

$$D = \frac{6834 \text{ und/mes}}{30 \text{ dias}} \approx 228 \text{ und/día}$$

Posteriormente se calculó el tiempo disponible por periodo sobre la demanda del cliente por periodo, esto sabiendo que:

$$Dias\ de\ trabajo/mes = 30$$

$$(T)\ Turnos/dia = 2$$

$$(HT)\ Horas/turno = 8$$

$$(d)\ Descansos = 2$$

$$(td)\ Tiempo\ de\ descanso\ (hrs) = 2$$

Una vez interpretada esta información se procedió a calcular el tiempo disponible, con la siguiente ecuación:

$$TD = (HT * T) - (d * td) = 12\ hrs$$

Por último, se calculó el Takt Time del proceso, con la siguiente ecuación:

$$TT = \frac{D}{TD} = 0,0526\ hrs$$

$$TT = 0,0526 * 60 = 3,16\ min$$

Paso 2

Como segundo paso se procedió a identificar y añadir, por medio de la información suministrada de la empresa, los indicadores en las respectivas casillas, como:

- Tiempo de ciclo (TC): El cuál es el tiempo que pasa entre la salida de un

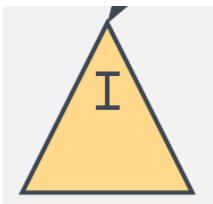
producto y el siguiente.

- Tiempo de Cambio de Partida (TCP): Que es el tiempo que se tarda en cambiar de un tipo de producto a otro.
- Operarios (O): Que son el número de personas necesarias para operar el proceso.
- Tiempo de Funcionamiento (TF): Porcentaje de funcionamiento de la máquina que se necesite para la tarea.

TC = 3,19m
TCP = 0m
O = 1
TF = 100%

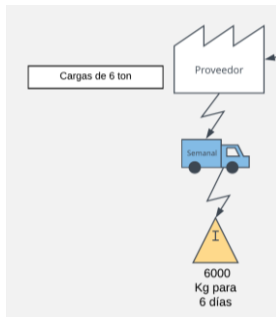
Paso 3

Para el tercer paso se identificaron y añadieron los inventarios, esto se hizo ya que el inventario señala donde se detiene el flujo. Se simbolizo con un triángulo como se aprecia en la siguiente imagen:



Paso 4

En el paso cuarto se colocaron los despachos a los clientes, esto se representó con iconos de camión, igualmente se dibujaron los proveedores y las entregas de materia prima que estos despachan a la empresa. Se representó la dirección de los envíos con las flechas.



Paso 5

El flujo de información se incluyó en el quinto paso, este se representa por una línea delgada en forma de zigzag, estas flechas se dibujaron de derecha a izquierda.



Paso 6

Por último, se calculó el “Lead Time”, para esto se dibujó una línea de tiempo debajo de las casillas de procesos y los triángulos de inventario, separando el tiempo correspondiente a actividades de valor añadido del tiempo de actividades de NO valor añadido.

El resultado final del diagrama VSM nos indica los tiempos y demoras de cada uno de los procesos de la empresa RJ SAS. (Véase Anexo B)

IDENTIFICACIÓN DE DEMORAS

Se identificaron las demoras específicas en cada proceso con su respectivo tiempo. El objetivo de esta identificación es no sólo dejar evidencia por qué el tiempo atribuido a cada proceso en la diagramación del VSM, sino proveer un contexto más detallado sobre la situación actual de la empresa.

Tabla 4. Demoras

PROCESO	DESCRIPCIÓN DE DEMORA	TIEMPO PROCESO
PESADO Y MOLIDO	Durante el pesado y el molido se utiliza una báscula y moledora en su respectivo orden, se detectó que la materia prima se puede pesar sin importar para que producto sea, pero se debe clasificar para que en la fase de molido no se mezcle materia prima de un producto con otro. Como segunda demora, para la parte de molido se debe triturar y ablandar la materia prima por producto, es decir hay que limpiar la maquina cada vez que se cambie de materia prima.	1,75 días
ADICIÓN DE COMPONENTES	Durante la adición de componentes se debe estar cambiando el tipo de especias y lavando las ollas, esto genera un gran retraso debido a que son 22 productos diferentes a los que se les debe hacer este proceso	4,39 días
HOMOGENIZACIÓN	Al igual que el proceso anterior la homogenización se debe hacer por cada producto por lo que la mezcladora se debe limpiar cuando cada una de las materias primas terminen de estar homogeneizadas	3,29 días
CUTEO	Para el proceso de cuto si se puede procesar toda la materia prima a la vez sin necesidad de separarla por producto, pero durante este procedimiento la hoja del bisturí se desgasta con facilidad por lo que	2,19 días

	el constante cambio de esta hoja hace que exista una demora significativa.	
EMBUTIDO	Para el proceso de embutido existen grandes máquinas de embutido, específicamente 2, pero debido a la limpieza que se tiene que hacer en el cambio de materia prima por producto se genera la mayor demora de la cadena de producción, esto debido al masivo tamaño de la máquina.	6,58 días
REPOSO	Debido al tamaño reducido el cuarto frío no reposa toda la materia prima procesada, por lo que se debe dejar en espera material hasta que el anterior termine su reposo, para este proceso no es necesaria la separación de materia prima por producto.	2,63 días
COCCIÓN	Al igual que el proceso anterior el tamaño y la antigüedad de los hornos de cocción no permite que toda la materia prima sea cocinada al tiempo, pero a su vez en este proceso es necesaria la separación de materia por producto, por lo que genera una demora importante en la cadena de producción.	4,39 días
CHOQUE TÉRMICO	Al igual que en el proceso de reposo los congeladores y refrigeradores no son lo suficientemente grandes para abordar toda la cantidad de producto, por lo que se debe dejar material en esperar para el choque térmico.	3,51 días
ETIQUETADO Y ROTULADO	Este proceso genera una demora significativa ya que la etiquetadora no es una herramienta automática, por lo que un operario debe estar manipulando permanentemente para que desempeñe su labor, para cada producto se debe generar un serial diferente por lo que hace que la tarea sea excesivamente demandante y demorada.	3,16 días

Fuente: propia

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

El estudio que se realiza dentro de la empresa RJ SAS abarca todos los procesos dentro de la cadena de abastecimiento. Para un mejor entendimiento de los mismos, se exponen los procesos de elaboración de embutidos de forma general. (Véase Anexo C)

ASIGNACIÓN TÉCNICA LEAN POR DEMORA

Se analizaron y se tomaron en cuenta las tres (3) demoras más significativas dentro de la cadena de valor de la empresa, esto debido a la contingencia sanitaria actual que no permitió hacer las correspondientes visitas a la empresa.

Tabla 5. Técnicas Lean

NO.	DESPERDICIO	UNIDAD DE MEDIDA DE DESPERDICIO	TIEMPO QUE GENERA LA DEMORA	HERRAMIENTA DE LEAN DESTINADA A LA MEJORA DEL PROCESO
1	EMBUTIDO	Horas (Hrs)	6,58 días	SMED
2	ADICIÓN DE COMPONENTES	Horas (Hrs)	4,39 días	POKA-YOKE
3	COCCIÓN	Horas (Hrs)	4,39 días	TPM

Fuente: propia

SMED

Para el proceso de embutido, el SMED es una óptima solución, ya que tiene como objetivo, el reducir el tiempo de cambio entre productos, siendo este proceso el que más cuenta con cambios por producto tiene durante toda la línea de producción.

Primer paso

Se elaboró un cuadro resumen, donde se identifican, superficialmente, las actividades necesarias para desarrollar el proceso, los materiales, herramientas, etc.

Tabla 6. Cuadro resumen

	PROCESO DE EMBUTIDO	CÓDIGO	20200703
		VERSIÓN	1
		FECHA	3/07/2020
		Pág 1 de 1	
PROPOSITO Embutir la “masa con adiciones” en tripas artificiales dependiendo del producto que se quiera producir.			
ALCANCE Operarios			
MATERIALES • Clips de amarre • Tripas artificiales (diferentes tamaños) • Agua • Hilo de amarre			

HERRAMIENTAS

- Carros transportadores
- Carros transportadores para marmitas

EQUIPO

- Embutidora
- Elevador de carros
- Carros de carga
- Clipadoras

MÉTODO

1. Verificar que el puesto de trabajo esté limpio
2. Colocar las tripas artificiales en el recipiente de agua
3. Comprobar el programa de la embutidora
4. Ubicar la tripa artificial en el dispositivo de embutido
5. Colocar el carro transportador de marmitas en la parte de descarga de la embutidora
6. Tomar carro transportador con la pasta
7. Colocar el carro transportador en el elevador de carros y activarlo
8. Activar el proceso de embutido
9. Verificar: peso, diámetro y apariencia de dentro de las 3 primeras piezas embutidas
10. Detener el proceso de embutido
11. Calibrar la embutidora de ser necesario
12. Activar la embutidora de nuevo y proceder a colocar la pasta en las tripas sintética
13. Bajar el elevador, quitar el carro transportador vacío y colocarlo a un costado
14. Verificar que las piezas embutidas estén siendo colocadas en el carro transportador de marmitas
15. Cambiar el carro lleno de producto embutido, con uno que este vacío
16. Llevar el carro a la sección de marmitas
17. Repetir el proceso hasta que la pasta con adicciones se termine.

ACLARACIONES ADICIONALES

Los tiempos se consideraron dentro del diagrama de operaciones

Elaborado por

Andrés Felipe Castillo Urrego
Valentina Rodríguez Rodríguez

Fuente: propia

Basado en el cuadro resumen (Véase Tabla 7) y junto con información adicional proporcionada por la empresa se desarrolló un diagrama de operaciones que permite identificar las demoras y como estas afectan el tiempo de producción, se debe aclarar que el diagrama de operaciones se realizó en base a un lote de producto. (Véase Anexo D)

Paso 2

Teniendo en cuenta las actividades identificadas en el cuadro “Proceso de Embutido” se identificaron las actividades, señalando en una columna separada las internas que se pueden transformar en externas.

Tabla 7. Actividades Internas y Externas

	Actividades Internas	Actividades Externas o que se pueden volver Externas	T (Min)	Descripción de Transformación
PREPARACIÓN	Programar Embutidora		4	
	Verificar limpieza puesto de trabajo	Verificar limpieza puesto de trabajo	2	Cuando se enciende el tablero programador de la máquina, se puede decir que la maquina esta semi-encendida, por lo que el tiempo de espera y programación se puede utilizar haciendo otras tareas, como verificar que el puesto de trabajo esté limpio, esto mientras se espera que el tablero programador de respuesta.
	Colocar Tripas		5	
	Ubicar Tripa		5	

	Colocar carro transportador de marmitas	Colocar carro transportador de marmitas	1	Al igual que la tarea de verificar la limpieza, el colocar el carro se puede hacer mientras se espera a que dé respuesta el tablero programador.
EMBUTIDO	Llevar carro con pasta	Llevar carro con pasta	3	Si se enciende la embutidora antes de llevar el carro con la pasta, el tiempo que tarda en calentarse, se puede utilizar para transportar le carro con la pasta
	Activar elevador con carro	Activar elevador con carro	2	Al igual que la tarea de transporte del carro, mientras se espera que la embutidora se caliente, se puede activar el elevador mientras la embutidora se está encendiendo.
	Activar embutidora		6	
		Verificar producto	2	
		Detener Embutidora	1	
	Calibrar		5	
	Activar embutidora		3	
	Bajar elevador		2	
FINALIZACIÓN	Verificar piezas	Verificar piezas	2	Mientras se está haciendo el descenso del elevador se pueden verificar las piezas, para ver la calidad de estas.
	Cambiar carro		1	
	Llevar carro		3	
	Almacenar en marmitas		4	
	Almacenaje final		2	

Fuente: propia

Según en el cuadro de identificación de actividades (véase Tabla 9), se pueden generar tres (3) propuestas basadas en la técnica “SMED”, como aclaración las tres propuestas tienen el mismo objetivo, volver el tiempo improductivo o tiempo muerto, en tiempo productivo o tiempo activo.

En la primera etapa (PREPARACIÓN) las actividades internas, “Verificar limpieza de puesto de trabajo” y “Colocar carro transportador de marmitas” se pueden transformar en externas, esto cambiando el orden de las actividades actuales, es decir, la tarea “Programar Embutidora” se realizará primero, esto con el fin que en su tiempo de espera o demora (que se da porque el tablero programador tarda un tiempo en arrojar una respuesta), se pueda utilizar para realizar las actividades anteriormente mencionadas y como se muestra en el cuadro.

En la segunda etapa (EMBUTIDO) al igual que en la primera se deberá modificar el orden de las actividades, empezando ahora con “Activar Embutidora” esto para que las actividades, “Llevar carro con pasta” y “Activar elevador con carro”, se puedan realizar durante el tiempo muerto o demora, que se produce por activar la embutidora.

Por último, en la tercera etapa no se cambiará el orden de las operaciones, ya que solo la actividad interna “Verificar piezas” se puede volver externa, para esta última se espera que mientras el elevador se activa y se espera a que haga su descenso, se puede hacer la verificación de las piezas embutidas. Al igual que en las anteriores etapas se busca aprovechar el tiempo muerto de algunas “esperas” para hacer otras actividades.

Tercer paso

Una vez identificadas las tareas que se pueden transformar, se generaron propuestas enfocadas a la reducción tanto de actividades internas como externas.

Tabla 8. Reducción actividades

	Actividades internas	Actividades externas	T (min)	T Reducido	Reducción
PREPARACIÓN	Programar Embutidora		4	1	Si la programación por producto se estandariza bajo un comando único (número, letra, símbolo) el paso a paso para la configuración de la maquina se reduciría a un minuto o menos.
		Verificar limpieza puesto de trabajo	2	1/0	El tiempo de esta actividad puede reducirse a la mitad o se puede eliminar la actividad del proceso, si se limpia el puesto de trabajo, finalizada la jornada, por los dos operarios encargados de la máquina durante el turno.
	Colocar Tripas		5	2	El operario 1 (encargado de programar la maquina) puede informarle al operario 2 (encargado de ubicación y verificación de producto semi-terminado) que tipo de producto se va a realizar para reducir el tiempo de búsqueda de tripas.
	Ubicar Tripa		5	3,5	Los dos operarios pueden ubicar las tripas, así el tiempo se reduce a la mitad.
		Colocar carro transportador de marmitas	1		
EMB		Llevar carro con pasta	3		

		Activar elevador con carro	2		
	Activar embutidora		6		
		Verificar producto	2		Los dos operarios verificar el producto, así el tiempo se reduce a la mitad.
		Detener Embutidora	1		
	Calibrar		5		
	Activar embutidora		3		
FINALIZACION	Bajar elevador		2		
		Verificar piezas	2		
	Cambiar carro		1	0	Si se adquiere otro carro transportador de producto, esta tarea se eliminaría de la operación.
	Llevar carro		3		
	Almacenar en mermitas		4		
	Almacenaje final		2		

Fuente: propia

POKA YOKE

Una de las operaciones que conlleva más tiempo a lo largo del proceso es la adición de componentes, esto, dado que la empresa maneja 22 líneas de productos distintos, los cuales manejan diferentes condimentos y especias. Se realizó el diagrama de proceso actual que lleva la empresa para realizar dicha operación. (Véase Anexo E)

Al observar el diagrama, la empresa realiza dos reprocesos. El primero se puede observar en las veces que debe caminar el operador hasta el almacén cuando no se miden correctamente las cantidades de masa que van a ser condimentadas. El segundo, se observa en la cantidad de veces que el operador debe lavar las ollas.

Se ha determinado una propuesta según la herramienta de Lean Manufacturing “POKA YOKE” para evitar los reprocesos mencionados anteriormente.

A continuación, se observa una lista de los 22 productos que maneja la empresa, posteriormente se muestra un cuadro en el cual se detalla el uso de condimentos por cada producto:

Tabla 9. Numeración de 22 líneas de productos

Numeración producto	Nombre del producto
P1	Pavo tradicional en piel de gallina
P2	Salchicha bacana
P3	Salchichón fino tajado granel
P4	Cervecero barra
P5	Hamburguesa cuadrada
P6	Cervecero barra tajado granel
P7	Mortadela jamonada
P8	Cervecero plástico
P9	Galantina en piel de gallina
P10	Queso de cabeza bloque
P11	Jamón cordero bloque
P12	Tocineta recorte
P13	Cabano vacío
P14	Jamonada vacío libra
P15	Chorizo coctel
P16	Salchichón fino barra
P17	Jamón fino vacío
P18	Muchacho relleno
P19	Jamón ahumado redondo
P20	Recortes
P21	Pernil cerdo pulpo en forma de rollo
P22	Pernil con hueso

Fuente: Lista de productos de RJ SAS

Tabla 10. Tabla de condimentos por producto

Espicias molidas	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20	P 21	P 22
Pimienta negra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sal común	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tomillo	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x
Apio	x	x		x		x	x	x	x	x						x		x	x		x	x
Orégano	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
Albahaca	x	x		x		x	x	x	x	x		x									x	x
Laurel	x	x		x		x	x	x	x	x			x		x						x	x
Pimienta blanca	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x
Perejil	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x	x	x
Clavo de olor	x	x		x		x	x	x	x	x							x		x	x	x	x
Nuez moscada	x	x		x	x	x	x	x	x	x											x	x
Ajo concentra do	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Comino	x	x			x			x	x	x												
Canela	x			x													x		x		x	x
Aji											x	x	x	x	x							
Cebolla concentra da	x			x		x	x	x	x		x	x	x	x	x						x	x
Jengibre			x		x	x		x		x						x	x	x	x	x	x	

Fuente: Propia

Se realiza un análisis de los productos que tienen similitud en los condimentos y especias utilizadas para cada producto, de esta manera se determina un POKA YOKE DE AGRUPAMIENTO, en donde se realizarán tandas divididas por líneas de producto similares.

A continuación, se observa un cuadro con los productos que cuentan con condimentación similar y una variación entre 1 - 3 condimentos:

Tabla 11. Agrupación por productos con condimentación similar

Similares	Cantidad de condimentos adicionales
P1	2
P2	0
P3	1
P4	1
P5	0
P6	2
P7	1
P8	3
P9	2
P10	3
P11	1
P12	1
P13	1
P14	0
P15	2
P16	2
P17	1
P18	1
P19	1
P20	2
P21	0
P22	2

Fuente: Propia

Se realizó el diagrama de proceso propuesto con los cambios diferenciados gracias al uso del POKA YOKE DE AGRUPAMIENTO. (Véase Anexo F).

Se realiza una propuesta de etiqueta para los 4 grupos de productos por colores. Dentro de la etiqueta se indican los condimentos que deben ser añadidos a cada grupo de productos y los que se deben añadir aparte para cada producto único. Estas etiquetas funcionan como instructivo para que el operario pueda condimentar cada uno de los productos en un menor tiempo.

Ilustración 1. Etiquetas instructivas proceso de adición de componentes

G1
P1,P2,P9,P10
Comino, Ajo concentrado, Nuez moscada, Clavo de olor, Perejil, Pimienta blanca, Laurel, Albahaca, Orégano, Apio, Tomillo, Sal común, Pimienta negra
Añadir
P1 con Canela y Cebolla concentrada
P9 con Cebolla concentrada
P10 con Jengibre

G2
P3,P5,P16,P17,P18,P19,P20
Jengibre, Ajo concentrado, Perejil, Orégano, Sal común, Pimienta negra
Añadir
P5 con Nuez moscada
P16 con Apio
P17 con Canela, Clavo de olor, Pimienta blanca
P18 con Apio
P19 con Apio, Clavo de olor, Canela

G3
P4,P6,P7,P8,P21,P22
Cebolla concentrada, Ajo concentrado, Nuez moscada, Clavo de olor, Perejil, Pimienta blanca, Laurel, Albahaca, Orégano, Apio, Tomillo, Sal común, Pimienta negra
Añadir
P4 con Canela
P6 con Jengibre
P8 con Comino, Jengibre
P21 con Canela, Jengibre
P22 con Canela

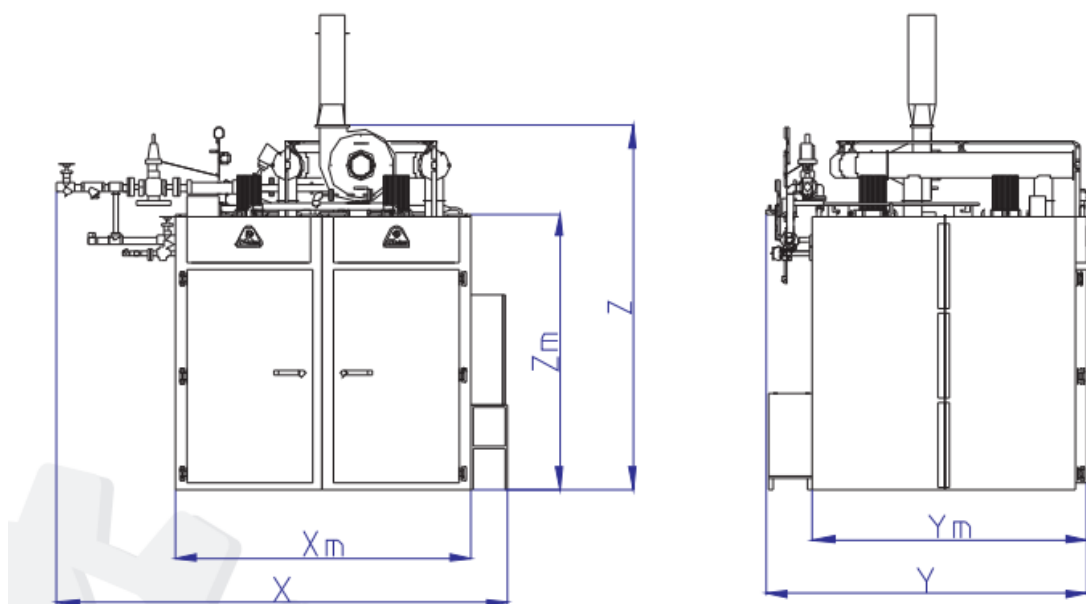
G4
P11,P12,P13,P14,P15
Cebolla concentrada, Ají, Ajo concentrado, Pimienta blanca, Tomillo, Sal común, Pimienta negra
Añadir
P11 con Orégano
P12 con Albahaca
P13 con Orégano, Laurel
P15 con Orégano, Laurel

Fuente: Propia.

TPM

Para la propuesta del TPM, se elige el proceso de cocción, ya que al disponer de unos hornos de cocción algo obsoletos a menudo se generan riesgos y averías que con el tiempo se van acumulando, acortando la vida útil de los bienes.

Ilustración 2. Horno R400



Fuente: CiTalsa – Línea Cárnica

Ilustración 3. Dimensiones del horno

Horno R400 DIMENSION HORNO							
Referencia	# Carros	X (m)	X _m (m)	Y (m)	Y _m (m)	Z (m)	Z _m (m)
R100	1	3,50	1,40	2,07	1,40	3,43	2,60
R200	2	3,50	1,40	3,32	2,65		
R300	3	3,50	1,40	4,57	3,90		
R400	4	4,26	2,70	3,05	2,65		
R400L	4	3,50	2,60	5,82	5,15		
R600	6	4,26	2,70	4,30	3,90		
R600L	6	3,50	2,70	8,32	7,65		

Fuente: CiTalsa – Línea Cárnica

Ilustración 4. Horno



Fuente: CiTalsa – Línea Cárnica

Dado que es una propuesta, el enfoque estará recostado hacia el pilar “Mantenimiento Autónomo” el cual, consta de los siguientes pasos a seguir: Situar nuevamente la línea en su estado inicial, identificar las fuentes de difícil acceso y focos de suciedad, aprender a inspeccionar el equipo con la ayuda de instructivos y generar una mejora continua mediante la auditoria. El segundo pilar se basa en la determinación del OEE de la empresa, puesto que no se busca una implementación formal, se determinó el indicador actual, que señala el estado del rendimiento del proceso y que fundamenta el propósito de una solución basada en el TPM.

INDICADOR OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Para el desarrollo de este indicador se dispone de tres (3) índices: Índice de Disponibilidad, Índice de Eficiencia e Índice de Calidad. La OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

$$OEE = (IDis) * (IEfc) * (ICal)$$

A continuación, se procede al cálculo mensual de estos índices, empezando con disponibilidad.

Tabla 12. Disponibilidad

Índice de Disponibilidad	
Tiempo total disponible (TTD)	$Turnos \times Día (T) = 2$ $Horas \times Turno (HT) = 8h$ $Días \times Mes = 30$ $Descansos \text{ al día } (d) = 2$ $Tiempo \times Descanso (td) = 2h$
	$TD = (HT * T) - (d * td) = 12h$ $TTD = 12h * 30 = 360 h/mes$
Otros tiempo de parada (o): Averías, reuniones, falta de material, etc.	$o = 8 h/mes$
Tiempo Utilizado (Tu)	$Tu = (TTD - o) = 352 h/mes$
Índice de Disponibilidad	$IDis = \frac{Tu}{TTD} * 100 = 97,7\%$

Fuente: propia

El tiempo programado, una vez tenidos en cuenta los descansos y los días que se trabaja al mes, se transforma en un tiempo disponible mensual de 360 horas al mes, y este a su vez se transforma en un tiempo utilizado de 352 horas al mes cuando se considera el tiempo por otras paradas. Analizando la relación entre el tiempo

utilizado y el tiempo disponible total, se concluye un índice de disponibilidad del 97,7%

Tabla 13. Eficiencia

Índice de Eficiencia	
Nº total de piezas producidas (N) al mes (buenas y malas)	$N = 6834 \text{ und/mes}$
Capacidad productiva teórica (Max_t)	$Max_{tdia} = 325 \text{ unds/dia}$ $Max_{tmes} = 500 * 30 = 9750 \text{ unds/mes}$
Índice de Eficiencia	$IEfc = \frac{N}{Max_{tmes}} * 100 = 70,0\%$

Fuente: propia

Según el VSM, el número de piezas que se producen al mes se calculó en base a un promedio de ejercicios anteriores, por lo que este mismo valor se utilizó para calcular el índice de eficiencia, el cual arrojó un valor de 70,0% relacionando el número de piezas producidas con la capacidad productiva de la máquina.

Tabla 14. Calidad

Índice de Calidad	
Nº de piezas defectuosas (D)	$D = 274 \text{ unds}$
Nº de piezas buenas (B)	$B = 6560 \text{ unds}$
Nº de piezas producidas (P)	$P = 6834 \text{ unds}$
Índice de calidad	$ICal = \frac{B}{P} * 100 = 96,0\%$

Fuente: propia

Según la ingeniera encargada de la línea de producción, en promedio, el 4% de las unidades totales que se fabrican son defectuosas o no cumplen los estándares de calidad para ser aprobados para su consumo. La relación entre el número de

piezas buenas y el número de piezas totales producidas, arroja un índice de calidad del 96%.

Con el cálculo de los índices realizado, es posible calcular el indicador OEE:

Tabla 15. OEE

Indicador OEE	
Disponibilidad	$IDis = 97,7\%$
Eficiencia	$IEfc = 70,0\%$
Calidad	$ICal = 96,0\%$
OEE	$OEE = IDis * IEfc * ICal = 65,65\%$

Fuente: propia

El indicador de eficiencia global de los equipos actual de la empresa es de 65,65%, esto, según Bryan Salazar, creador de la revista Ingeniería Industrial Online, un OEE de este porcentaje está calificado como, “Regular”, esto, Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad. (Salazar López, 2019)

Bajo este indicador se puede argumentar el diseño de una propuesta de mejora basada en el TPM, con el objetivo de corregir las fallas que causan un indicador poco favorable.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

ESTADO INICIAL Y LIMPIEZA A FONDO

Para volver el horno a su estado inicial (cuando fue entregado por el proveedor), el primer paso exige una limpieza a fondo, ya que la máquina jamás ha sido renovada o sustituida en toda la vida de la empresa así que durante los años de funcionamiento la máquina ha acumulado suciedad. El objetivo es eliminar suciedad, polvo, residuos y cualquier otro tipo de materia prima, de los productos, que se ha adherido a los diferentes sistemas que se encuentran en el horno. Además de limpiar, se debe inspeccionar el estado de la máquina, ya que al tocar se descubren anomalías como: recalentamientos del área general del horno, partes a las que les falta aceite, ruidos anormales, etc. Se debe contratar a los técnicos especializados que formarán un grupo de trabajo, cada uno de los cuales se encarga de limpiar una zona concreta de la máquina. Es preferible desmontar la máquina, para llevar a cabo una limpieza a fondo.

IDENTIFICACIÓN Y POSIBLE SOLUCIÓN DE LAS ANOMALÍAS

Dada la contingencia actual no se pudo evidenciar ni siquiera de forma superficial el estado de los hornos con los que actualmente cuenta la línea de producción, por lo que, se optó por proponer una solución a las posibles anomalías que se puedan encontrar en cada uno de los sistemas importantes con los que cuentan las máquinas.

A continuación, se muestran los diferentes sistemas y los posibles problemas principales que estos pueden llegar a presentar.

Tabla 16. Solución de anomalías para proceso de cocción

Sistema	Posible Problema	Posible Solución
Sistema de Homogenización	Mal funcionamiento de los ventiladores que mantienen la cámara con uniformidad de temperatura, por falta de lubricación del propio ventilador, causado por desgaste a través de los años.	Lubricación del sistema rotativo del ventilador para evitar el roce del rodamiento con la base.
Sistema de Vapor - Calentamiento Seco	Fugas en la línea de vapor de alta presión encargadas de suministrar el calor para el calentamiento y el secado	Corrección de las fugas dependiendo de la gravedad, es recomendado usar, masilla reparadora de tuberías, vendas reparadoras, parches reparadores, soldadura preventiva y en última instancia reemplazo de la tubería.
Sistema de Vapor - Calentamiento Húmedo	Fugas u oxidación en la línea de vapor de baja presión encargadas de suministrar el vapor de la cocción	Uso de químico removedor de óxido en la tubería con ayuda de un cepillo de cerdas resistentes para frotar las áreas afectadas. Corrección de las fugas dependiendo de la gravedad, es recomendado usar, masilla reparadora de tuberías, vendas reparadoras, parches reparadores, soldadura preventiva y en última instancia reemplazo de la tubería.

Sistema de Ahumado	Suciedad en el ducto de ahumado por residuos de carbón y madera, que con el tiempo de uso han obstruido el sistema	Uso de cepillo con cerdas resistentes para la limpieza del conducto
Sistema Neumático	Fugas en las mangueras y averías en las válvulas, encargadas del acondicionamiento automático de las compuertas, ocasionadas por el exceso en las cargas de presión o temperaturas excesivamente elevadas	Corrección de las fugas dependiendo de la gravedad, es recomendado usar, cinta vulcanizada auto soldable, masilla reparadora de tuberías, vendas reparadoras, parches reparadores y en última instancia reemplazo de la manguera. En caso de una avería de una válvula es recomendable reemplazar la válvula por una nueva.
Sistema de Duchado	Fugas de agua o boquillas sueltas en la tubería encargada del enfriamiento de producto	Corrección de las fugas dependiendo de la gravedad, es recomendado usar, cinta vulcanizada auto soldable, masilla reparadora de tuberías, vendas reparadoras, parches reparadores, soldadura preventiva y en última instancia reemplazo de la tubería. Ajuste de boquillas verificando el estado de las mismas, en caso de encontrar fisuras o daños sobre estas, es recomendable el reemplazo total de la boquilla por una nueva.

Sistema de Lavado	Corrosión en el tanque, tubería y boquillas causadas por la soda cáustica, encargada de la limpieza profunda del equipo	Cambio o reemplazo total del tanque, tuberías en caso de encontrar un grave daño causado por corrosión
Sistema de Control	Mal manejo por parte del operario, suciedad, polvo, cortocircuitos, etc. En el sistema encargado de monitorear y controlar las funciones del horno y sus respectivos sistemas.	Limpieza de la suciedad y el polvo con cepillos y uso de alcohol para limpiar a fondo cualquier tipo de mugre. Arreglo de las conexiones, desoldando los cables pelando y desmagnetizando los hilos de cobre y para luego soldarlos y reconectar los cables. Capacitar al operario para el uso correcto del tablero de control

Fuente: propia

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE DIFÍCIL ACCESO Y FOCOS DE SUCIEDAD

Se observa el proceso de cocción paso a paso, con el fin de identificar los focos de suciedad y los puntos de difícil acceso que impiden la limpieza para el correcto funcionamiento del mismo. En la siguiente tabla se observan los puntos en los cuales es más complejo acceder para realizar las limpiezas e inspecciones.

Tabla 17. Puntos de difícil acceso del proceso de cocción

N°	Posibles puntos de difícil acceso
1	El cableado en el sistema de vapor que suministra el calentamiento genera dificultad para barrer el espacio
2	Al reverso de la caja de mando para la limpieza del polvo generado
3	En medio de las dos cámaras que posee el horno para la limpieza del mismo
4	Dificultad para lubricar los ventiladores que mantienen uniforme la temperatura de los hornos
5	Difícil acceso a las válvulas del sistema neumático

Fuente: propia

Un foco de suciedad es aquel lugar en el que se limpia repetidas veces sin obtener buenos resultados, dado que se sigue generando suciedad. A continuación, se observan los focos de suciedad son del proceso de cocción:

Tabla 18. Fuentes de suciedad del proceso de cocción

N°	Posibles fuentes de suciedad
1	El ducto del sistema de ahumado se limpia repetitivas veces dado que siempre se generan residuos de carbón y madera
2	Polvo generado en el sistema neumático alrededor del cableado
3	Polvo en los motores del horno dado que el horno posee un espacio reducido de separación entre la pared y la máquina en la parte trasera
4	Techo de acero inoxidable, puesto que las instalaciones cuentan con el espacio mínimo que ofrecen las especificaciones del horno, existe un espacio reducido de separación entre el techo y la máquina

Fuente: propia

INSTRUCCIONES DE ACTUACIÓN TPM

Se busca obtener una mejora continua en el proceso de cocción implementando el TPM, por esto, se propone un horario instructivo que ayude a prevenir posibles averías dentro del sistema, mediante inspecciones y limpiezas diarias hechas por cada operario que maneje la máquina.

Tabla 19. Horario instructivo para el proceso de cocción

Planning de limpieza por semana					
Actividad	Días				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Limpieza total de la máquina en los puntos de difícil acceso					
Limpieza total de la máquina en los focos de suciedad					
Limpieza con cepillo de cerdas en el ducto del sistema ahumado					
Lubricación a los ventiladores del sistema de homogenización					
Inspeccionar las líneas de vapor de baja presión en el sistema de calentamiento húmedo					
Inspeccionar las líneas de vapor de alta presión en el sistema de calentamiento seco					

Inspeccionar las líneas de vapor de baja presión en el sistema de calentamiento húmedo					
Inspeccionar las mangueras en el sistema neumático					
Inspeccionar las válvulas en el sistema neumático					

Fuente: propia

AUDITORÍA TPM

Para comprobar que el TPM está actuando de manera efectiva en el proceso de cocción se realiza una auditoría que pruebe el buen funcionamiento del horario instructivo preventivo o si es necesario realizar o repetir el procedimiento.

A continuación, se muestra la ficha con la que se audita el proceso de cocción

Tabla 20. Auditoria del proceso de cocción

Concepto	Si	No	Comentarios
¿Se ha realizado la limpieza?			
¿Conoce el personal los estándares de calidad para el proceso de cocción?			
¿El operario ha inspeccionado todos los puntos de difícil acceso?			
¿El operario ha inspeccionado todos los focos de suciedad?			
¿El instructivo de limpieza se encuentra visible al operario?			
¿Se han resuelto el 75% de las tarjetas de anomalía TPM?			
¿El material de limpieza está disponible?			
¿Está actualizado el plan de acciones?			

Fuente: Propia

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Se busca determinar la viabilidad del proyecto que incluye las mejoras propuestas en el documento. Se expone una relación costo-beneficio por medio del valor VPN (Valor presente neto) y porcentualmente por la TIR (Tasa interna de retorno) los cuales son los indicadores encargados de explicar numéricamente la rentabilidad del proyecto en un tiempo determinado.

Además, se realiza una comparación con el indicador TIO (Tasa interna de oportunidad) la cual indica la tasa mínima de rentabilidad que espera la empresa RJ SAS con la implementación de las mejoras

A continuación, se presenta un listado de los costos necesarios para llevar a cabo la implementación de las mejoras.

Tabla 21. Listado de requerimientos para el proyecto

Listado de Requerimientos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Etiquetas	4	\$500	\$2.000
Carro porta rack	1	\$700.000	\$700.000
SKF LGFP 2/0.4 Lubricante de grado alimenticio x12	12	\$60.833	\$730.000
Reemplazo de Tubería	3	\$1.500.000	\$4.500.000
Removedor De Oxido 1 Galón Wd-40 300045	1	\$145.000	\$145.000
S&R Juego de cepillos metálicos de 3 piezas: 1 Cepillo de Acero Inox, 1 Cepillo de Latón, 1 Cepillo de Acero. Cepillos Profesionales	3	\$20.000	\$60.000
Manguera Hidráulica 3/8	1	\$325.900	\$325.900

Frigidaire 316404901 Válvula Para Horno	1	\$820.000	\$820.000
Boquilla DE HH-SQ SUS303 fulljet 1/2, 1/2HH-29SQ	1	\$460.000	\$460.000
Re-inducción 40h (Supervisor del área deberá destinar parte de su tiempo para indicarle al operario la correcta operación de la maquina) Sueldo del supervisor: 3.000.000	40	\$12.500	\$500.000
Oven Cleaner Amway Home	1500 ml	\$50.222	\$50.222
Spray Oven Care Spray	750 ml	\$46.788	\$46.788
Oven Foam	300 ml	\$14.412	\$14.412
Toalla tipo tela	4	\$12.000	\$48.000
Lista de instrucciones para la limpieza de las máquinas	3	\$200	\$600
		Total	\$8.402.922

Fuente: Propia

Dados los requerimientos, se realiza un flujo de caja proyectado, donde se observan los ingresos y egresos del proyecto a 5 meses realizada la inversión, esto, con el fin de observar el estado de liquidez futura de la empresa, para de esta forma realizar una planeación financiera de los costos en que incurrirá la empresa al implementar las mejoras dentro del proceso productivo de cárnicos.

Tabla 22. Flujo de caja proyectado

Flujo de caja proyectado para RJ SAS						
Tiempo en meses	0	1	2	3	4	5
Saldo inicial		- \$4.825.900	- \$112.022	\$3.321.856	\$8.035.734	\$11.469.612
Ingresos						
Aportes de administración	\$8.402.922	\$4.825.900	\$4.825.900	\$4.825.900	\$4.825.900	\$4.825.900
Total ingresos	\$8.402.922	\$4.825.900	\$4.825.900	\$4.825.900	\$4.825.900	\$4.825.900
Egresos						
Costos						
Muebles y enseres	\$2.040.000		\$1.280.000	-	\$1.280.000	-
Gastos						
Pago nómina	\$500.000	-	-	-	-	-
Elementos de aseo	\$1.034.422	\$111.422	\$111.422	\$111.422	\$111.422	\$111.422
Papelería	\$2.600	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600
Total egresos	\$3.577.022	\$112.022	\$1.392.022	\$112.022	\$1.392.022	\$112.022
Total flujo del periodo	\$4.825.900	\$4.713.878	\$3.433.878	\$4.713.878	\$3.433.878	\$4.713.878
Saldo final flujo de caja	- \$4.825.900	- \$112.022	\$3.321.856	\$8.035.734	\$11.469.612	\$16.183.490
Flujo de caja	- \$4.825.900	\$4.713.878	\$3.433.878	\$4.713.878	\$3.433.878	\$4.713.878

Fuente: Propia

Teniendo en cuenta el flujo de caja se procede a calcular los indicadores financieros que determinan la factibilidad del mismo.

Para el cálculo del VPN se utiliza la siguiente fórmula

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+r)^1} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n}$$

Donde

I_0 = La inversión inicial del proyecto

F_t = Flujos de dinero para cada periodo t

r = TIO (Tasa interna de oportunidad)

n = número de periodos de tiempo

Para el cálculo de la TIR se utiliza la siguiente fórmula

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)^1} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n}$$

Donde

I_0 = La inversión inicial del proyecto

F_t = Flujos de dinero para cada periodo t

n = número de periodos de tiempo

Para calcular la TIO se utiliza la siguiente fórmula donde se tiene en cuenta el costo de la inflación

$$TIO = IPC + TI$$

Donde:

IPC: Índice de precios al consumidor

TI = Tasa mínima de ganancia que aspira el inversor

Según Victor Velayoz, creador del Blog Economipedia, el criterio de selección que se maneja para el VPN y la TIR se muestra a continuación.

Si el VPN es mayor a 0 a la tasa de descuento elegida generará beneficios, si el valor es igual a 0 proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente y si el valor es menor a 0 proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado

Si la TIR es mayor a 0 a la tasa de descuento elegida generará beneficios, si el valor es igual a 0 proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente y si el valor es menor a 0 proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado. (Velayos Morales, 2017)

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 23. Indicadores financieros

VPN	\$11.727.449
TIR	61,20%
TIO	20,00%

Fuente: Propia

En la tabla anterior, se calcula el VPN del proyecto, indicando un valor de \$11'727.449, una TIR del 61,20%. Por otro lado, el cálculo de la TIR indica una tasa interna de retorno del 61% teniendo en cuenta la TIO del 20%

Se necesita una inversión inicial de 8'394.480 millones, y se espera generar beneficios entre el segundo y quinto mes.

CONCLUSIONES

- El VSM indica el tiempo y descripción de las demoras generadas en el procesamiento de cárnicos. Una vez aplicada la herramienta, se logra identificar que, de los 9 procesos, 3 de ellos presentaban tiempos altos con variación notoria en comparación con el promedio de los demás, como resultado, se obtiene que las principales demoras se presentan en los procesos de adición de componentes, embutido y cocción, en donde se gastaban 15,9 días para los tres procesos.
- Según en el modelo SMED, se puede afirmar que de las 9 actividades internas 5 se pueden volver externas, es decir, que el 55% de las actividades que se realizan están causando demoras innecesarias o que se pueden corregir. A su vez, de las 18 actividades totales, 5 tienen la posibilidad de ser reducidas o eliminadas por completo, esto quiere decir el 28% de las todas las actividades tienen un tiempo excesivo para su desarrollo. Una vez identificada la cantidad de actividades que no solo se pueden transformar en externas sino también que su tiempo puede reducirse o eliminarse, se concluye que basado en las mejoras propuestas, el tiempo mejorará en un 20%, es decir, el tiempo de proceso pasará de 53 min a 42,5 min aproximadamente, esto con el objetivo de potenciar el tiempo de embutido aumentando la cantidad de lotes que se pueden procesar al día.
- La empresa cuenta con 22 líneas de productos, las cuales manejan componentes similares para cada uno de ellos con una variación entre 2 y 3 condimentos. El proceso de adición de componentes toma un tiempo de 4,39 días dado que se realizan 22 tandas, una por línea de producto. Mediante la aplicación del POKA-YOKE se eliminan 18 tandas, conformando así 4 grupos, los cuales cuentan con 4,7, 6 y 5 líneas de productos similares, respectivamente, reduciendo notoriamente el tiempo del proceso. Se realizan

instructivos para los componentes que varían según cada grupo, reduciendo la probabilidad de cometer un error por parte del operario.

- Los aportes realizados utilizando la herramienta TPM generan un mantenimiento óptimo, mejorando la eficiencia total del sistema. El mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de la demora de 4,39 días con ayuda de las inspecciones, lubricaciones y horarios de limpieza para los hornos, dado que esto mejorará el funcionamiento de la máquina y el rendimiento de los operarios para cocinar las líneas de productos necesarias.
- El flujo de caja proyectado permite desglosar los valores obtenidos para realizar las mejoras planteadas dentro de la tesis. El flujo neto del periodo expone la situación financiera de la empresa esperada gracias a la resta de ingresos y egresos, esto, ayuda a evaluar las fluctuaciones de dinero futuras que tendrá la empresa RJ SAS al implementar las propuestas de mejora.
- Según los indicadores financieros realizados en la evaluación del proyecto, el VPN indica que al realizar una inversión de \$8'394.480, la ganancia de la empresa al implementar las mejoras será de \$3'324.527 pesos, durante los primeros 5 meses, lo cual indica que el dinero invertido en el proyecto renta a una tasa superior a la TIO. Por otra parte, la TIR del proyecto renta en un porcentaje de hasta 61,20% al compararla con la TIO del 20% indica que el proyecto aumentará el valor de la compañía notablemente a futuro dada su viabilidad económica.

REFERENCIAS

- A. Álvarez, J. M. P., & Manuel, J. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos* AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación.
- B. Andreadis, E., Garza-Reyes, J., & Kumar, V. (2017). Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: An investigation of managerial factors. *International Journal of Production Research*, 55(23), 7073-7095. doi:10.1080/00207543.2017.1347302
- C. Escada Villalobos, I., Jara Valés, P., & Letzkus Palavecino, M. (2016). Mejora de procesos productivos mediante lean manufacturing. *Trilogía*, 28(39), 26-55. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=118206172&lang=es&site=ehost-live>
- D. Felizzola Jiménez, H., & Amaya, C. L. (2014). Lean six sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodológico. *INGENIARE - Revista Chilena De Ingeniería*, 22(2), 263-277. Retrieved from <http://crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=95588939&lang=es&site=eds-live>
- E. Robinson H., (1997), Using Poka-Yoke Techniques for early Defect detection, Paper presented at the Sixth International Conference on Software Testing Analysis and Review (Star'97), 1-12
- F. Martins Nogueira J. L., (2010), Mejora de la calidad a través de sistemas Poka-Yoke, *Revista Escenarios*, 3.
- G. García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6(1), 89-94.
- H. Giannasi, E. (2013). Desperdicios en la producción. *Instituto Nacional De Tecnología Industrial*, , 1-59.

I. LEAN MANAGEMENT – lean solutions. (2015,). Retrieved from <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/>

J. Mantilla Celis, O. L., & Sánchez García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando lean six sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23-43. doi:10.1016/S0123-5923(12)70214-0

K. Montero Andrade J. J., (2013), La relación de calidad - servicio en el departamento de control de Maquinaria del gobierno del Estado de Veracruz, (tesis para obtener el título de ingeniero mecánico electricista), Universidad Veracruzana Facultad de ingeniería mecánica eléctrica

L. Manuel Rajadell, & Jos Luis Sanchez. (2010). *Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad* (1st ed.) DIAZ DE SANTOS.

M. Pérez-Vergara, I. G., Marmolejo, N., Mejía, A. M., Caro, M., & Rojas, J. A. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 24-35. Retrieved from <http://crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=113479164&lang=es&site=eds-live>

N. Porter, M. (2004). Cadena de valor. *México: Editorial CECSA*,

O. Projoth, T. N., Renish, R. R., Arun Kumar, K., & Jeyaraman, P. (2019). Application of lean concepts in process industry. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 1383-1386. doi:10.35940/ijitee.J8812.0881019

P. Salas, H. G. (2009). *Inventarios: Manejo y control* Ecoe Ediciones.

Q. Salazar Lopez, B. (2019, -11-04T21:55:19+00:00). Eficiencia global de los equipos (OEE). Retrieved from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oeef/>

R. Socconini Luis. (2019). *Sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios LEAN MANUFACTURAR PASO A PASO* (Primera ed.). Valencia, Barcelona: Marge Books.

S. Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de lean manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia Y Sociedad*

T. Velayos Morales. (2017). Valor actual neto VAN. Retrieved from <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html#:~:text=Fórmula%20del%20valor%20actual%20neto,de%20distintas%20opciones%20de%20inversión.&text=VAN%20%20%3A%20El%2>

ANEXOS

Anexo A. Diseño de cuestionario para las 7 mudas en la empresa RJ

Apreciado/a Colaborador:

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar datos referentes a “Tipos de mudas o desperdicios que afectan la cadena de valor de la empresa”. Su finalidad es exclusivamente académica. El siguiente cuestionario es anónimo y los resultados serán tratados con total confidencialidad y solo a los fines de la presente investigación.

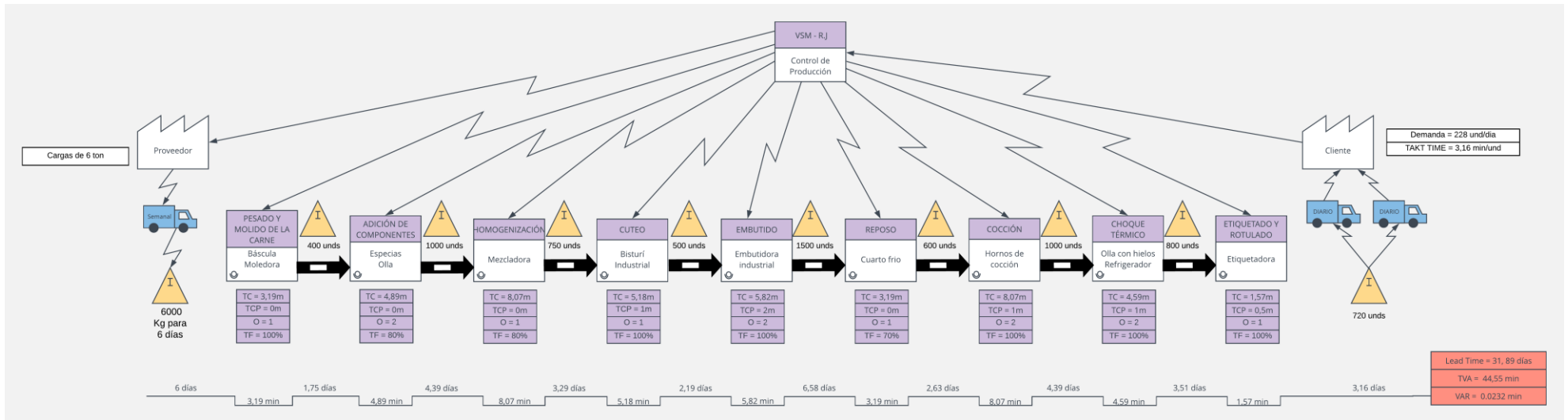
Es de suma importancia que conteste con total sinceridad.

CUESTIONARIO DE LAS 7 MUDAS				
Muda	Preguntas	Si	No	Respuesta escrita/Comentarios
Esperas	¿En el año 2019 se han presentado retrasos en la entrega de la materia prima por parte del proveedor?			
	¿La calidad de la materia prima entregada por parte del proveedor cumple el 100% de los requisitos?			
	¿Se ha frenado la línea de producción por temas de programación de materia prima?			

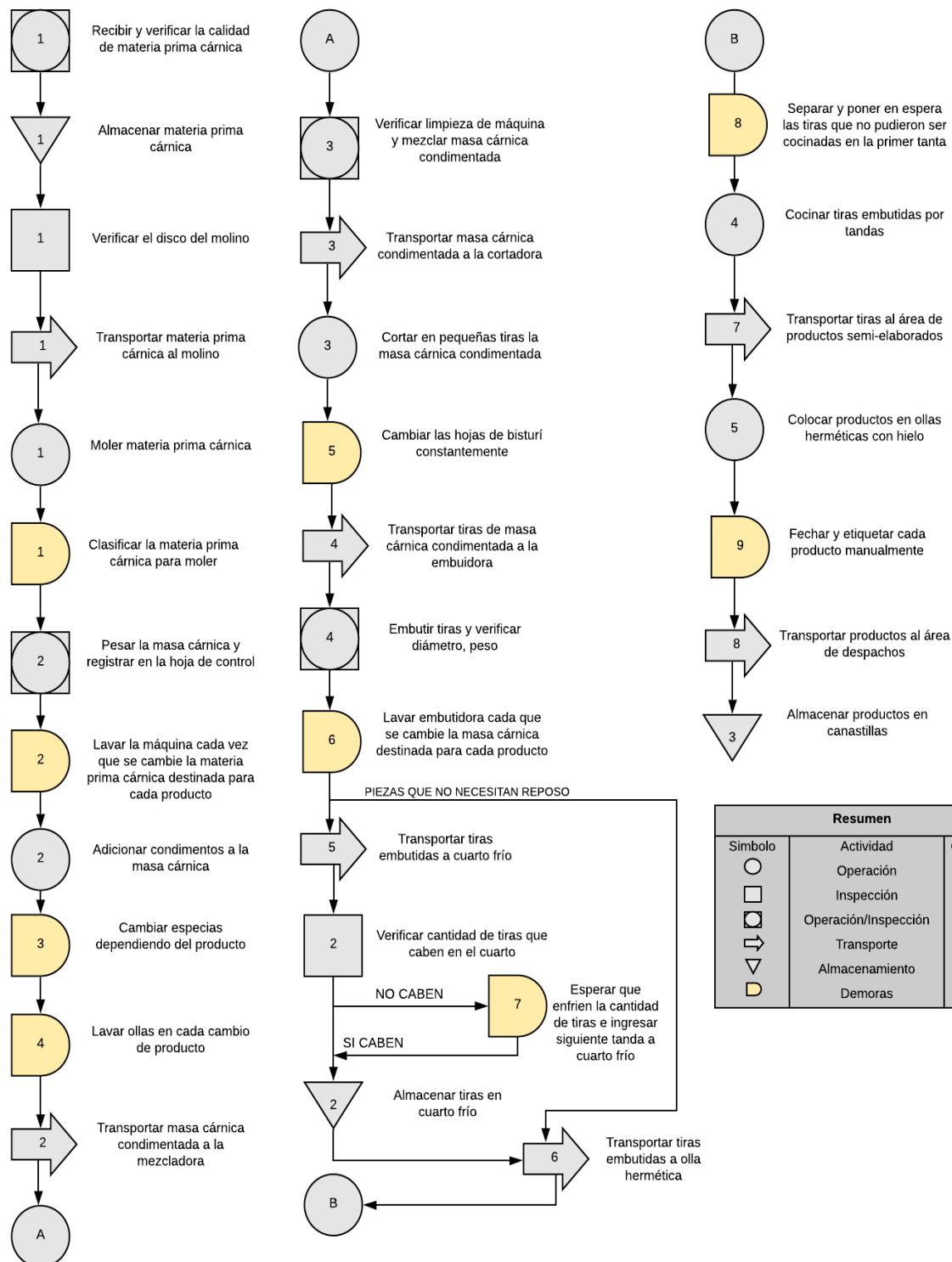
Transporte	¿Cuánto tiempo le toma transportar la materia prima hasta el lugar de trabajo? (Entre 3 y 9 minutos, entre 10 y 15 minutos o más de 15 minutos)			
	¿Cada cuánto se presentan demoras de despachos? (Minutos, días)			
	¿Cuántas quejas de clientes por demoras promedio?			
Movimientos	¿Se tienen estandarizados los procesos (Desde el proveedor hasta el consumidor final)?			
	¿Existe un flujo de comunicación efectivo (desde el proveedor hasta el consumidor final)?			
	¿Es claro el flujo de procesos dentro del almacén?			
	¿Existe una baja rotación de inventarios?			
Defectos	¿Qué proceso cree usted que genera más fallas dentro de la operación?			

	¿La empresa RJ cuenta con mecanismos para evitar la ocurrencia de errores?			
	¿Se documentan las causas de los errores que se presentan?			
Procesos	¿Usted está capacitado para el mantenimiento total de las máquinas?			
	¿La empresa ofrece un programa de participación y sugerencias para los empleados?			
	¿La empresa cuenta con fichas técnicas de cada máquina que interviene en el proceso?			
Organización	¿Su entorno de trabajo se encuentra organizado (Limpio y ordenado)?			
	¿Se tienen listas de chequeo de la organización de su puesto de trabajo por parte de la empresa?			

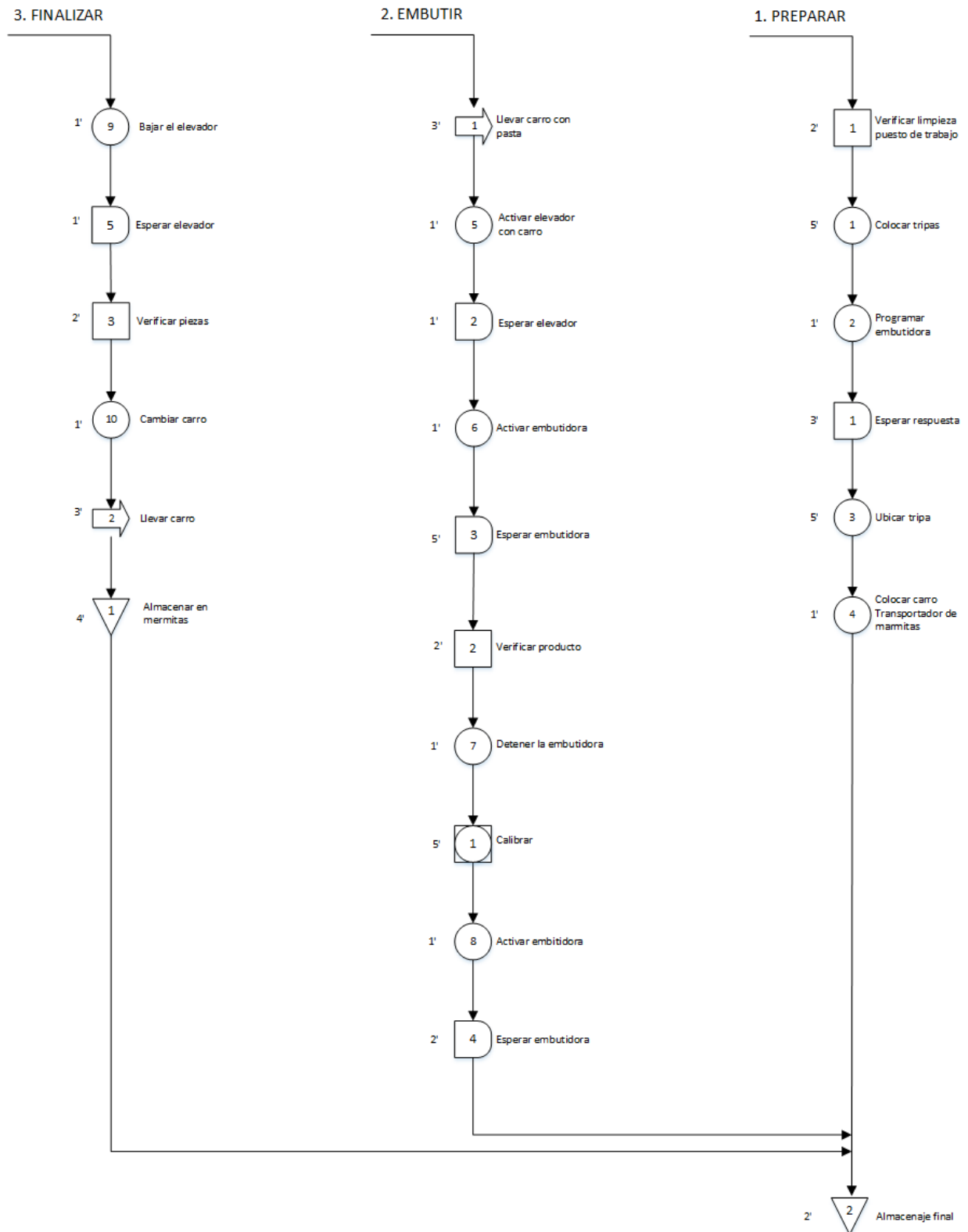
Anexo B. Value Stream Mapping



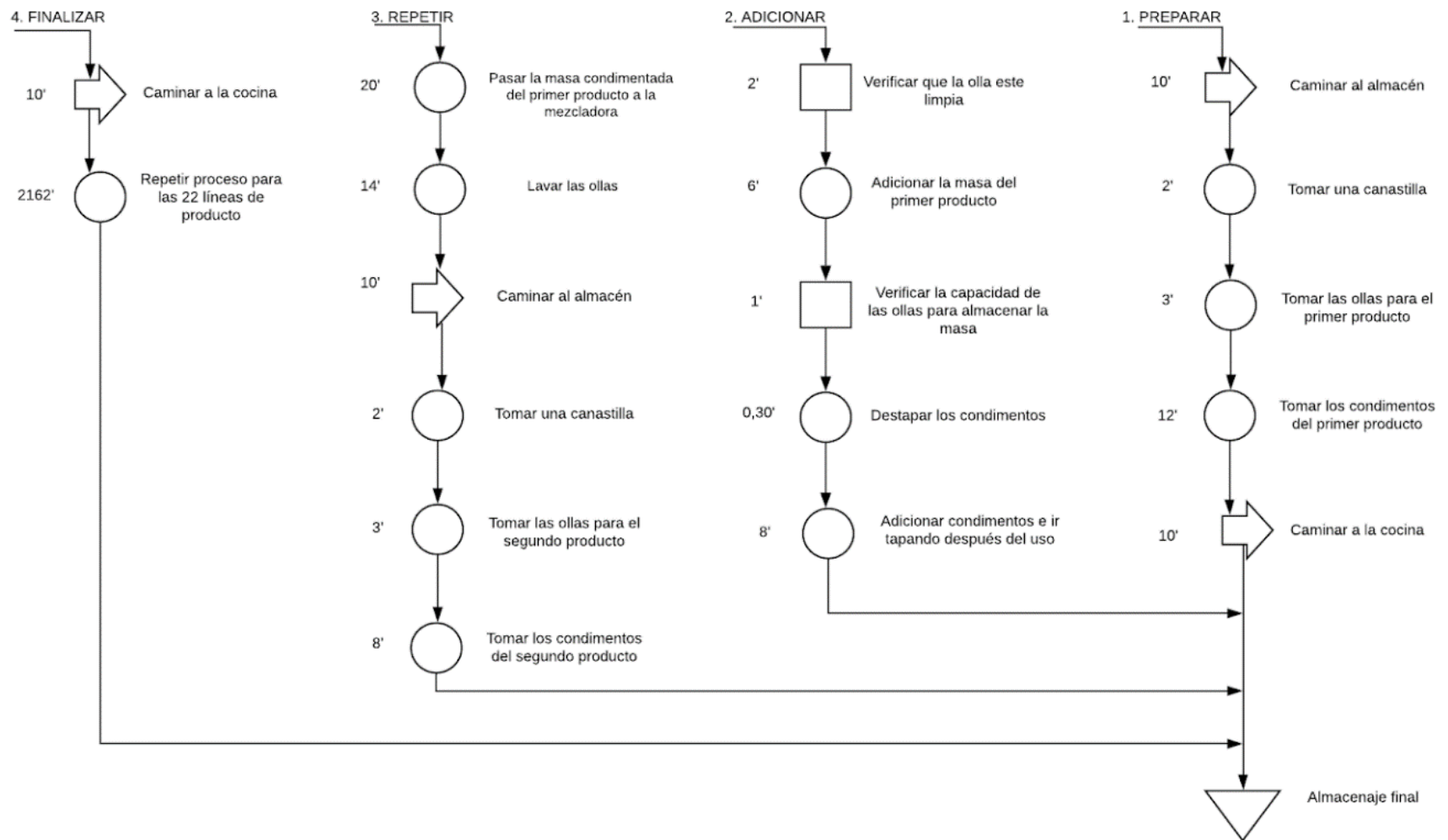
Anexo C. Diagrama de Operaciones proceso de producción RJ SAS.



Anexo D. Diagrama de Operaciones Embutido.



Anexo E. Diagrama de operaciones proceso actual adición de condimentos.



Anexo F. Diagrama de operaciones propuesto para la adición de condimentos.

