

Propuesta de metodología SMED y herramientas de calidad para reducir tiempos de alistamiento entre referencias en la industria de alimentos, en sector de embutidos cárnicos.

Elaborado por:

Diana Marcela Romero de la Hoz

Cristian Felipe Vargas Sánchez

Universidad Ean

Especialización en Gerencia de Procesos y Calidad

Escuela de formación en investigación

Seminario de Investigación de Posgrado

Bogotá D.C

2024

Tabla de contenido

1	Resumen	5
2	Problema de investigación	6
3	Objetivos.....	7
3.1	Objetivo general.....	7
3.2	Objetivos específicos	7
4	Marco Teórico.....	8
4.1	Sector embutidos cárnicos en la industria de alimentos.....	8
4.2	Alimentos cárnicos embutidos	8
4.3	Desafíos actuales en el sector de embutidos cárnicos en Colombia	10
4.4	Metodología SMED (Single Minute Exchange of Die)	10
4.5	Diagrama de Hilos	12
4.6	5 por qué	14
4.7	Metodología 5S.....	15
4.8	Diagrama hombre-máquina	17
4.9	Mejora continua	18
4.10	Procesos.....	18
5	Metodología.....	19
5.1	Enfoque, alcance y diseño de la investigación	19
5.2	Selección de métodos o instrumentos para recolección de información.....	19
5.3	Técnicas de análisis de datos	20
6	Análisis y discusión de los resultados	21
6.1	Caso de estudio 1 SMED en la industria de alimentos.....	22
6.2	Intercambio de troqueles en un solo minuto. Implementación de un estudio de caso .	24
6.3	Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de un proceso de embutidos cárnicos en Ecuador.....	26
6.4	Artículo sobre aplicación Sistema SMED	32
7	Conclusiones	34

8 Referencias.....35

Lista de figuras

Figura 1 Formato Análisis de actividades.....	11
Figura 2 Diagrama de recorridos.....	14
Figura 3 5S	16
Figura 4 Técnica de análisis.....	21
Figura 5 Actividades del proceso en línea de producción 1	23
Figura 6 Lista de actividades.....	24
Figura 7 Propuesta planteada actividades externas	25
Figura 8 Actividades externas inicial	26
Figura 9 Etapas de producción en Embutidos Miraflores	27
Figura 10 Pasos para realizar el estudio de tiempos y movimientos en Miraflores	28
Figura 11 Actividades y Subactividades de proceso de embutidos en Miraflores	30
Figura 12 Diagrama actual	31
Figura 13 Diagrama propuesto.....	31
Figura 14 Etapas conceptuales y técnicas prácticas del SMED.....	31

1 Resumen

Este documento es consolidado con el objetivo de analizar la metodología SMED y los beneficios que pueda llevar a la industria de procesamiento de embutidos cárnicos.

Adicionalmente, identificar herramientas de calidad complementarias a la metodología SMED, de modo que se puedan abordar específicamente para esta industria con la finalidad de disminuir los tiempos de ajuste o alistamiento de las máquinas entre cambios de referencia, fomentando el mejoramiento continuo y mejor aprovechamiento de recursos para la industria de alimentos cárnicos.

Palabras Clave: Smed, proceso, tiempo, alistamiento, mejoramiento.

2 Problema de investigación

En la actualidad, la industria de embutidos cárnicos ha aumentado la variedad de sus productos para lograr la satisfacción y el cumplimiento de calidad dirigido a todos los consumidores, quienes exigen un alto nivel de innovación y desarrollo de nuevos alimentos que se adapten a las necesidades y preferencias del mercado (Braglia, M et. 2023). Adicional a esto, actualmente las industrias que elaboran estos productos en Colombia se enfrentan a un incremento en el precio de los embutidos cárnicos por el impuesto saludable que empezó a regir desde noviembre del 2023 que pueden empezar a representar una disminución en sus ventas.

Por lo cual, esta industria tiene un gran reto orientado a adaptar sus procesos para continuar cumpliendo con las necesidades de los clientes actuales ofreciéndoles la variedad de productos de acuerdo a los parámetros de calidad sin que el incremento por los nuevos impuestos pueda afectar la demanda de sus productos. Por lo tanto, es necesario realizar ajustes entre los procesos de cambios de variedades de los pedidos, es decir, los tiempos de alistamiento de las máquinas, que puede implicar en tiempos muertos para las mismas considerando que se deben cambiar algunos de los insumos e incluso los accesorios requeridos para correr cada pedid y adicional a esto, ejecutar protocolos de limpieza y desinfección para garantizar la inocuidad de los productos. A pesar de que estos son procesos necesarios, el tiempo empleado en cada uno puede llegar a generar desperdicios, sobre costos y a impactar la productividad y eficiencia del proceso de producción.

De acuerdo a lo anterior es importante aplicar alternativas de mejoramiento enfocadas en la reducción de tiempos de los ajustes o alistamientos requeridos entre cambios de variedades de las máquinas que mejoren la eficiencia del proceso, aumenten la capacidad de producción sin afectar la diversidad de los productos con mejor aprovechamiento de los recursos que termine impactando positivamente el precio de los productos finales, amortiguando así los incrementos que está sufriendo el sector y beneficiando así tanto a los empresarios como a los consumidores de estos productos en Colombia.

¿Qué impacto tendría la metodología SMED para reducir los tiempos de ajuste o alistamiento de las máquinas de producción de alimentos cárnicos entre cambios de referencia?

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar metodología SMED e identificar herramientas de calidad complementarias que permitan disminuir tiempos muertos o de alistamiento de máquinas de producción de embutidos cárnicos entre cambios de referencias.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las actividades relacionadas con el proceso de alistamiento de las máquinas de producción de alimentos cárnicos y las tareas con mayor duración que puedan representar una oportunidad de mejora en la eficiencia de los procesos.
- Analizar la metodología SMED para disminuir tiempos de alistamiento de las máquinas entre referencias y proponer herramientas de calidad complementarias que puedan mitigar tiempos muertos generados entre actividades necesarias para la producción de embutidos cárnicos.
- Proponer la aplicación de la metodología SMED en empresas del sector a partir del análisis y las características de la misma, aplicado a la industria de alimentos cárnicos, en el sector de embutidos.

4 Marco Teórico

A continuación, se abordan algunos elementos teóricos importantes para soportar el presente trabajo.

4.1 Sector embutidos cárnicos en la industria de alimentos

La industria de alimentos comprende varias actividades orientadas en el manejo, transformación, preparación, conservación y empaquetado de productos alimenticios. (Smith, D, 1998)

Para transformar las distintas materias primas y los insumos requeridos por cualquier tipo de alimento en un producto final, es necesario realizar una serie de procedimientos en su mayoría a través de máquinas con características específicas para el tratamiento de cada producto. A continuación, se aborda el proceso de fabricación de alimentos cárnicos, generalmente se consideran 2 etapas principales, las cuales son: Fermentación, que hace referencia a adicionar componentes adicionales previamente a que el producto sea preparado o procesado en las distintas máquinas. Por otro lado, está la cocción o transformación de los insumos, que refiere al momento en el que los insumos son sometidos a distintos procedimientos en periodos de tiempo establecidos por cada empresa acorde al alimento o producto final que se quiere obtener. (Malagie, M, 1998).

Adicionalmente, algunas de las máquinas empleadas para fabricar y transformar alimentos cárnicos son: Ablandadoras de carne, amasadoras de carne, clipadoras de embutidos, cortadoras, embutidoras, calderas de cocción, salmueras. (Atlantic, R, s.f)

4.2 Alimentos cárnicos embutidos

Los embutidos se procesan y generan a partir de mezclas de carne picada, componentes especiales, tales como: Especies, grasas, condimentos, algunos aditivos naturales o artificiales.

Para la fabricación de embutidos se tiene en cuenta una serie de fases de manera que se logre obtener un producto de calidad. (Caraballo, 1989)

- Preparación de insumos: Cada tipo de carne tiene un proceso determinado, en primer lugar, es importante identificar el tipo de carne o carnes que se van a utilizar para la preparación del embutido. Por otro lado, los insumos deben tener un

tratamiento específico de refrigeración de acuerdo a las necesidades del producto y para mantener en condiciones higiénicas favorables cada insumo para poder fabricar un embutido de calidad, puesto que, al tratarse de alimentos, hay riesgo de que se produzcan microorganismos en la carne, afectando la higiene de la misma. Adicionalmente, las máquinas deben tener un control higiénico para la producción de cada referencia o producto y no afectar la calidad de los insumos impactando directamente el producto final. (Caraballo, 1989)

- **Picado:** Una vez se tiene listos todos los insumos para la preparación de los embutidos, se realiza el corte de las carnes, generalmente a través de máquinas compuestas por una cantidad de cuchillas, discos perforados, todos ellos con una cantidad de cuchillas considerables de acuerdo a la necesidad de corte del producto. Como factor fundamental, se recomienda mantener los insumos en temperaturas inferiores a 7 grados.
- **Mezcla de insumos:** Posterior al corte de las carnes, se deben mezclar todas las materias primas (Condimentos, aditivos y componentes específicos). Este proceso se realiza a través de máquinas de mezcla o amasadoras compuestas por paletas giratorias con el fin de homogenizar la mezcla de manera que se eviten defectos en la fabricación del producto e incluso prevenir el daño del producto, lo cual conlleva a una afectación de calidad directamente. (Caraballo, 1989)
- **Embutido:** Al tener la masa uniforme y mezclada, se debe realizar el proceso de embutido a través de embutidoras lisas, que tienen características específicas para evitar la filtración de aire, puesto que esto puede generar inconsistencias en el producto llegando a dañarlo o a generar reprocesos en la línea de producción.
- **Cocción:** Este proceso es realizado a través de cámaras de acero acondicionadas de acuerdo a las necesidades del producto, generalmente a temperaturas entre los 75 y 100 grados centígrados y por tiempos prolongados dependiendo del embutido que se quiere producir. (Caraballo, 1989)
- **Maduración y conservación:** Una vez el embutido finaliza el proceso de cocción, se debe pasar a una fase de secado o maduración. Esta fase, es la más compleja del

proceso, teniendo en cuenta que el producto tiene una susceptibilidad muy alta a adquirir bacterias que puedan dañarlo. Para obtener una maduración exitosa, las compañías exponen los productos embutidos a temperaturas específicas, generalmente entre 5 y 27 grados centígrados y se debe controlar la humedad, luz y distribución del lugar donde se realiza el proceso para no afectar el producto final. Para conservar el producto final, se utilizan empaques al vacío, los cuales lo mantengan compacto, libre de adquirir microorganismos que lo afecten y se debe mantener un control de humedad y temperatura de la misma manera para poder llevar al cliente final un alimento en condiciones higiénicas aptas para el consumo. (Caraballo, 1989)

4.3 Desafíos actuales en el sector de embutidos cárnicos en Colombia

Actualmente la industria de embutidos cárnicos en Colombia enfrenta un incremento en el costo de sus productos que empezó a regir desde el mes de noviembre de 2024 debido al impuesto saludable que se estableció para los alimentos ultraprocesados y las bebidas azucaradas de acuerdo a lo aprobado en la reforma tributaria. Desde el mes de Julio de 2023 se identifica un incremento de precios de esta categoría, teniendo en Agosto de 2023 un incremento del 3.7% respecto al mes pasado. Esta categoría hace parte del top 3 de tráfico de compras en Hard Discount, por tanto, este es un impuesto no solo afecta al consumidor local que debe enfrentar estos incrementos en los productos que consume, sino al empresario que fabrica y comercializa estos productos que se enfrenta al reto de disminuir sus costos de fabricación para mitigar el impacto en el costo final del producto y reducir el riesgo de una disminución en la demanda de los mismos (ANDI, 2023).

4.4 Metodología SMED (Single Minute Exchange of Die)

La metodología Smed está directamente relacionada con los principios de Just In Time y de esta manera mantener flujo en cada uno de los procesos.

El Smed tiene como objetivo reducir los tiempos de preparación, tomando este como el tiempo que toma en producirse una última pieza en óptimas condiciones, hasta producir la primera pieza buena de un nuevo lote. (Pensa, 2023)

Para ello, se deben tener en cuenta las 3 etapas de la metodología:

- Etapa 1. Clasificar tareas internas, externas y no necesarias. Para ello, se deben obtener los tiempos de cada una de las actividades del proceso y tener en cuenta los siguientes conceptos.
 - ✓ Actividad Interna: Tareas del alistamiento que se realizan con las maquina totalmente detenida.
 - ✓ Actividad Externa: Tareas de alistamiento que se realizan con las maquina en funcionamiento.
 - ✓ Actividad Innecesaria: Tareas que no tienen relevancia para el proceso de ajustes o alistamiento de la maquina para cambio de referencia.
- Etapa 2. Convertir tareas internas en actividades externas. Posterior a la clasificación de actividades, es fundamental centrar la atención en las actividades internas. Para ello, se debe evaluar que actividades pueden realizarse mientras las maquina están en funcionamiento. Se toma como referencia el siguiente formato para la distinción de actividades, parte de la maquinaria o área de trabajo donde se realiza, responsable de realizar la tarea y tipo de actividad, es decir si corresponde al alistamiento o preparación, mantenimiento general, reparación, entre otras, cada una de estas con su respectiva duración como se puede ver en la figura 1 que se muestra a continuación:

Figura 1

Formato Análisis de actividades

NOMBRE DE LA EMPRESA		ANÁLISIS DE ACTIVIDADES			CODIGO		AO-01		
					VERSIÓN		1		
CLIENTE					FECHA				
REFERENCIA No.		Duración			Categoría		Unidades:		
Responsable	Actividad	Desde (Min)	Hasta(Min)	Duración Minutos	Interna	Externa	Evitable	Parte	Tipo
Quién?	Descripción actividad 1	3:00	4:25	1:25	X		Si/No	Lugar donde se realiza	Preparación
Quién?	Descripción actividad 2	0:00	1:20	1:20	X		Si/No		
Quién?	Descripción actividad 3	0:00	2:54	2:54	X		Si/No		
Quién?	Descripción actividad 4	9:00	11:00	2:00	X		Si/No		
TOTAL ACTIVIDADES (Min)				7:39					
Observaciones: Novedades particulares en las actividades del proceso									

Fuente: Elaboración propia

- Etapa 3. Perfeccionar tareas internas y externas. En esta fase se deben evaluar y

analizar las actividades, en busca de simplificarlas y ganar tiempos en la preparación. Es importante priorizar las actividades con mayor tiempo de ejecución actual para lograr el éxito de la reducción de tiempos. (Pensa, G, s.f) Para ello, es fundamental utilizar algunas herramientas de análisis de datos, tales como diagramas de Pareto y graficas que permitan abordar de manera adecuada los datos recolectados.

La aplicación de esta metodología permite obtener grandes beneficios tales como aumentar la capacidad productiva, reducción de stock y mejorar el servicio al cliente dado que cada uno de los factores mencionados tiene un impacto directo con los tiempos de producción para cada una de las ordenes requeridas por los clientes. (SMED (Single-Minute Exchange Of Die) | Lean Production, s. f.)

A partir de las características que se mencionan de la metodología SMED. Se deben tener en cuenta algunas metodologías y herramientas adicionales que abarcan la calidad y el mejoramiento de los procesos con la finalidad de complementar la posibilidad de aplicar SMED.

4.5 Diagrama de Hilos

Referente a la herramienta, esta tiene características importantes y grandes beneficios para identificar donde se centran la mayor cantidad de movimientos en la realización de actividades dentro de algún proceso. Su construcción se hace plasmando un plano actual de la planta delimitado hacia el área en que se lleva a cabo el proceso los recorridos que el operario u operarios realizan para llevar a cabo una actividad. (Jervis, 2021)

Para llevar a cabo estas mediciones se debe tomar como guía los sucesos más relevantes del proceso y así determinar posibles mejoras para hacer más eficiente las actividades. Para la realización de un diagrama de hilos es fundamental tener en cuenta las siguientes características:

- Identificar ejecutante, área y tiempo: En primer lugar, para construir el diagrama es clave plantear el área o sección en la que se llevara a cabo el estudio, los autores, que corresponden a los operadores y/o componentes y finalmente el periodo o lapso de tiempo en que se llevara a cabo el análisis.

- **Elaboración del plano:** Cuando se han identificado los factores y componentes para el estudio, se realiza el plano del área a intervenir, en el cual se identifiquen las secciones de trabajo y objetos del lugar para tener mayor exactitud en el estudio.
- **Hacer las observaciones:** Para tener mayor precisión en el análisis, es importante identificar las actividades y secciones que hacen parte del estudio previamente a realizar las mediciones y el trazo de los recorridos. Adicionalmente, se debe realizar un esquema, en el que se pueda identificar el tiempo empleado para ejecutar cada tarea, junto con su momento inicial y final de manera que se facilite la recolección de datos al observador y su análisis sea adecuado.
- **Ubicar puntos de parada:** Se deben situar puntos o alfileres en los diferentes puntos de parada por los cuales se realizan los recorridos, esto con el fin de identificar los cambios de trayecto y de movimientos. (Jervis, 2021)
- **Delinear trayectos:** Se deben hacer las demarcaciones de los recorridos y unión de los hilos con los alfileres o ilustración elegida en los puntos de parada para identificar cada movimiento y de esta manera ver la concentración o frecuencia de recorridos durante la recolección de información. (Jervis, 2021)

Para complementar la herramienta, es importante tener en cuenta que los diagramas de hilos permiten adquirir muy buenos beneficios tales como:

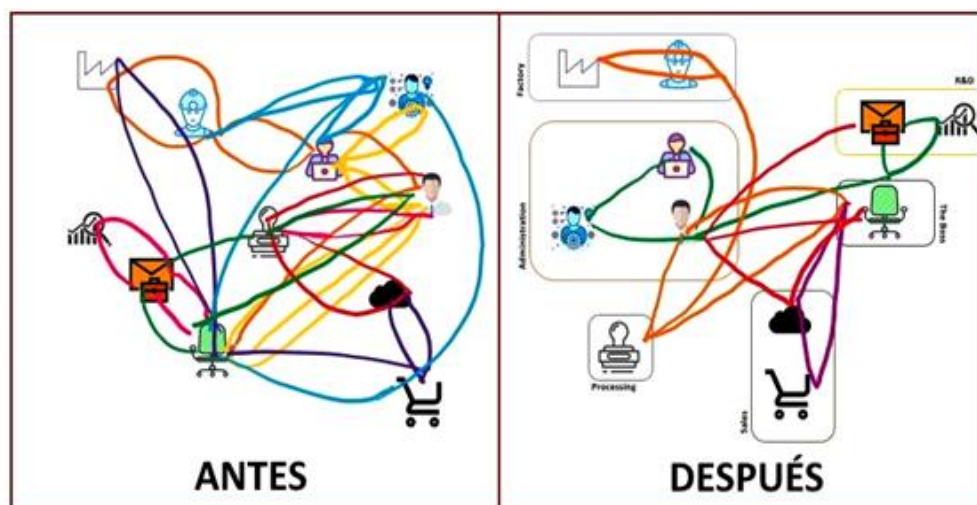
- Visualizar los recorridos totales y/o intermedios que se deben realizar para mover un insumo de un lugar a otro e incluso los movimientos que los operadores deben realizar para ejecutar una actividad específica en el área de trabajo o sección de la máquina.
- Es posible plantear recorridos estandarizados, es decir que se estructure una ruta y cantidad de movimientos entre secciones única, para realizar una actividad en específico, lo cual contribuye con elegir la ruta adecuada y la misma para cada vez que se requiera hacer la tarea, generando un plus para los procesos.

- Los recorridos extensos y repetitivos representan mayor cantidad de tiempo, por lo cual es fundamental ver la viabilidad de disminuir los recorridos e incluso las distancias para lograr una optimización y mejora del proceso a realizar. (Structuralia, s. f.)

A través del diagrama de hilos se busca realizar mejoras y optimizar los recorridos de acuerdo con las actividades que se deben realizar en el proceso seleccionado, con la finalidad de generar mejoramiento continuo en las actividades como se evidencia en la Figura 2.

Figura 2

Diagrama de recorridos



Nota. Ejemplo de recorridos planteado para analizar recorridos durante la producción. Tomado de:(Jervis, T, 2021)

4.6 5 por qué

Esta herramienta es muy importante, puesto que permite identificar información relevante e identificar las causas que generan problemas particulares, una de las características principales es el planteamiento de diferentes preguntas distribuidas en por lo menos 5 niveles con la finalidad de hallar la causa más probable para poder plantear estrategias que ataquen directamente las causas mas relevantes que dan lugar al problema. Adicionalmente, es de gran importancia enfocar las preguntas en el problema que se esta manejando para tomar únicamente los factores relevantes del mismo. (iSixSigma-Editorial, 2023)

A la hora de plantear los 5 por qué, surgen preguntas que están orientadas al encargado de realizar alguna tarea en específico y los factores involucrados para la ejecución de la misma, de esta manera se generan los análisis que permiten entender y comprender adecuadamente todas las causas principales que generan mayor impacto al problema planteado y posteriormente poder tratarlo coherentemente y con gran nivel de detalle. (Darota, 2015)

De acuerdo con las características que tiene esta herramienta, se plantea una tabla con el fin de plasmar en su interior los factores de mayor relevancia en cada uno de los por qué, junto con el motivo de cada acción con la finalidad de hacer una correcta identificación de causas.

Tabla 1

5 por qué

Causa	
¿Por qué?	Motivo

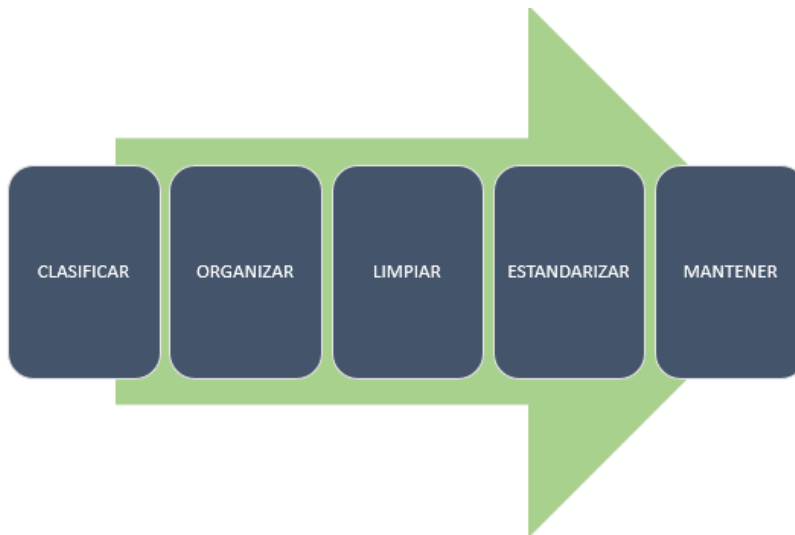
Fuente: Elaboración propia

4.7 Metodología 5S.

Herramienta de la calidad que consiste en 5 principios esenciales (Clasificar, Organizar, Limpiar, Estandarizar, Mejorar) con el fin de tener lugares y áreas de trabajo mayormente organizadas y poder mejorar las condiciones de trabajo. Los resultados de la aplicación de esta herramienta se ven reflejados concretamente en la satisfacción del personal y la producción de la máquina e incluso de la empresa. Uno de los primeros pasos para mejorar los procesos dentro de las empresas es aplicar las 5S y el impacto que tiene es una mejora continua a mediano y largo plazo. Sin embargo, a pesar de que es una herramienta clave en el mejoramiento de los procesos, requiere mucha disciplina por parte de todos los integrantes de la organización para alcanzar el éxito. Para llevar a cabo la aplicación de esta herramienta se deben tener en cuenta los siguientes factores en cada uno de sus principios. (Jara, 2017)

Figura 3

5S



Fuente: Elaboración propia

Para abordar cada una de los factores que se evidencian en la figura 3, se contextualiza según Briozzo en que consiste cada uno de los factores:

- **Clasificar (Sort):** En la primera etapa se debe establecer un paso a paso para diferenciar e identificar todos aquellos elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y establecer procedimientos seguros para la eliminación de todo lo que no es necesario para llevar a cabo el trabajo.
- **Organizar (Set in order):** Se debe especificar un lugar para cada cosa y determinar la cantidad que debe ir en cada uno. Adicionalmente, se deben crear ayudas visuales tales como carteles para demarcar cada área y de esta manera transmitir la filosofía del orden.
- **Limpiar (Shine):** Establecer pautar de limpieza y orden en el área de trabajo y mantener herramientas de trabajo en óptimas condiciones para los distintos usos.

- **Estandarizar (Standardise):** Se debe estructurar un proceso coherente y comprensible para todos garantizando un sistema de buena comunicación para la mejora continua.
- **Mejorar (Sustain):** Establecer procedimientos que contribuyan con la participación de todo el personal con la práctica de las 5S para motivar a la realización de otros procedimientos de mejora. (Briozzo, 2016)

4.8 Diagrama hombre-máquina

La herramienta tiene un beneficio de gran ayuda para identificar relaciones exactas entre el tiempo de ciclo de trabajo de los operarios y el ciclo productivo de la máquina. Este diagrama permite realizar diagnósticos y análisis para proponer acciones de mejora en los procesos de una empresa productiva, también proporciona con claridad las áreas en que hay tiempos muertos de máquina y hombre, permitiendo así tomar como referencia dichas situaciones para generar acciones de mejora. Es recomendable emplear esta herramienta en casos en los que el ciclo de trabajo del operario sea inferior al de la máquina para poder generar planes de acción orientados al mejoramiento continuo y del proceso en que se quiera utilizar. (Rodríguez, 2019)

Sukania, considera que es importante tener en cuenta que esta herramienta permite mostrar una representación detallada de la relación entre el tiempo de ciclo que lleva un proceso entre los operadores y la operación de la máquina. Cabe resaltar, que la realización de este diagrama tiene como finalidad cumplir con lo siguiente:

- Identificar tiempos de inactividad para plantear estrategias de mejora y aprovechamiento de este.
- Visualizar relación entre operador y funcionamiento de la máquina para determinar y plantear actividades que el operador puede realizar mientras la máquina se encuentra en ciclo.
- Generar mejoramiento constantemente a los procesos y ejecución de tareas dentro de estos.

- Identificar tareas y/o movimientos con extensa duración para plantear acciones que disminuyan tiempos y trayectos por parte de los operarios. (Sukania, s.f)

De acuerdo con las características del diagrama hombre-máquina, se pueden realizar análisis en la producción de productos específicos en alguna máquina determinada y se complementa muy bien con la metodología SMED, teniendo en cuenta que uno de los objetivos es atacar los tiempos elevados en procesos de alistamiento e incluso la herramienta permite mitigar tiempos muertos.

4.9 Mejora continua

Corresponde al proceso donde se identifica el rumbo y meta a donde se quiere llegar. Adicionalmente, tiene 4 características fundamentales, las cuales son:

- Identificar soluciones viables y evidentes
- Requiere eliminar todo aquello que no agrega valor
- Siempre se debe verificar la metodología o sistema, aunque se tenga confianza en el mismo
- Se debe tener una línea base para comparar y gestionar soluciones. (Tolosa, s.f)

4.10 Procesos

Son la agrupación de actividades relacionadas entre sí, partiendo de entradas de materiales y/o información que originan salidas de materiales u otra información, pero esta vez con valor agregado. Es la manera en que se realizan las cosas en una empresa, por ejemplo, el proceso de fabricación y entrega de un bien, para ello se deben realizar determinadas actividades empleando herramientas específicas para cada una de ellas de manera que la ejecución de las tareas sea eficiente y eficaz. (Maldonado, 2011)

5 Metodología

A continuación, se estructura la metodología que respalda el enfoque, alcance y diseño de la investigación con cada uno de los factores necesarios para desarrollar los objetivos definidos para este documento.

5.1 Enfoque, alcance y diseño de la investigación

Para ejecutar los objetivos definidos se plantea una investigación de tipo descriptivo no experimental, teniendo en cuenta que el objetivo general es abordar una problemática a partir la recolección de información de fuentes secundarias. Adicionalmente, el proyecto busca especificar características y beneficios de la metodología SMED y herramientas de calidad complementarias a partir del análisis de cada una para identificar cuales se ajustan a la industria de alimentos cárnicos para determinar el impacto a esta industria y de esta manera motivar a compañías del sector a proponer este tipo de estrategias para mejorar los tiempos empleados en el proceso de alistamiento entre cambios de referencia.

Por otro lado, la investigación tiene un alcance cualitativo, porque los datos a recolectar no tienen una medición numérica y se profundizará en las características de la información para contextualizar de mejor manera la problemática planteada para la industria de alimentos cárnicos.

El diseño de la investigación es exploratorio, puesto que el objetivo principal es recopilar información acerca de la metodología SMED y herramientas complementarias para la misma aplicado a la industria de alimentos cárnicos, identificando aspectos relevantes para la disminución de tiempos de alistamiento entre cambios de referencia y de esta manera orientar a las empresas del sector a profundizar el tema para aplicar estrategias futuras a partir de la información analizada en este documento.

5.2 Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Dado que se trata de un estudio descriptivo los instrumentos para la recolección de datos que van a emplearse son: la revisión y análisis de documentos que sean de referencia a la industria de alimentos cárnicos y estudios relacionados con la aplicación de SMED y otras herramientas relacionadas a la metodología Lean Six sigma que se haya aplicado en el sector de interés o relacionado.

5.3 Técnicas de análisis de datos

La metodología para el análisis de datos que se propone seguir para el análisis de los datos es:

1. Identificar y revisar documentos referentes a la aplicación de la Metodología SMED y otras herramientas Lean Six Sigma que puedan reducir tiempos de cambio de variedades en el sector cárnico.
2. Validar veracidad de la información consultada, asegurando que provenga de una base de datos confiable y segura, en caso de no contar con fuente veraz, descartar el documento.
3. Identificar y filtrar en cada una de las fuentes los segmentos de interés: paginas y párrafos con información relevante a la investigación.
4. Identificar información apropiada para la investigación, segmentarla por documentos en donde:
 - Evalúen aplicación de metodología SMED en el sector alimentos.
 - Evalúen aplicación de metodología SMED u otras metodologías que disminuyan tiempos de cambio de variedades en otro sector diferente al de alimentos
 - Evalúen otras metodologías de Lean Six sigma para reducir tiempos de cambios de variedades en el sector alimentos.
 - No evalúen aplicación de ninguna de las metodologías, pero sean de referencia técnica sobre los procesos de elaboración de derivados cárnicos.
 - No evalúen aplicación de ninguna de las metodologías, pero sean de referencia técnica sobre conceptos teóricos de SMED u otras herramientas cuya implementación reduzca tiempos de cambios de variedades.

- Contrastar información de los estudios consultados con aplicación de metodología SMED y otras herramientas que se encuentren relacionadas a la reducción de tiempos de cambio de variedades en sector alimentos con los procesos específicos de la industria de derivados cárnicos, para posteriormente consolidar hallazgos y recomendaciones resultantes de la investigación realizada. (Hernández et. 2010)

Figura 4

Técnica de análisis

DOCUMENTO	TÉCNICA DE ANÁLISIS
1. A case study of VSM and SMED in the food processing industry. (Maalouf, M. M., & Zaduminska, M, 2019)	Análisis descriptivo aplicando metodología de segmentación por temas de interés propuesta en el numeral 5.3
2. Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in Small to Medium-sized Enterprises: A Portuguese Case Study. International Journal of (. Moreira, A. C., & Garcez, P. M. T, 2013))	
3. Estudio de tiempos y movimientos para la mejora del proceso de producción de los embutidos tipo II en la fábrica de embutidos Miraflores. Universidad Técnica de Ambato. (Villagómez, 2022)	
4. SMED for quick changeover in manufacturing industry – a case study (Singh et al., 2018)	

Fuente: Elaboración propia

6 Análisis y discusión de los resultados

Se toma como referencia los artículos, teniendo en cuenta el contexto de aplicación de la metodología SMED para cada caso y la posibilidad de adaptar los detalles mencionados al interior de los documentos hacia la industria de alimentos cárnicos en la línea de embutidos,

considerando la cantidad de procesos que tienen en máquinas específicas para transformar los insumos en el producto final.

A continuación, se describen las características de aplicación de la metodología de cada artículo:

6.1 Caso de estudio 1 SMED en la industria de alimentos

La aplicación de metodologías Lean ha tenido una gran atribución para la industria de alimentos en procesos tales como el set up time o tiempos de alistamiento de maquinaria entre cambios de referencia. La aplicación de SMED dentro de una industria de alimentos ha permitido disminuir los tiempos de preparación en 34% y aumentar la capacidad de producción un 11%.

Para el caso la empresa, se dedica a procesar pescado y produce únicamente para un cliente y el mercado está estructurado estacionalmente, es decir, exige una gran cantidad de variedad en los productos en distintos periodos de tiempo.

La compañía cuenta con 3 líneas de producción: Producción de ensalada de arenque en frascos y envases de plástico, producción de arenque marinado y producción de arenque en vasos plásticos. El problema de la compañía se centra en no tener la capacidad de producción de los productos solicitados en periodos de tiempo específicos, debido a los elevados picos de ventas que tiene la compañía en el transcurso de año y como consecuencia de ello presentan dificultades para cumplir con las entregas al cliente, lo cual genera incertidumbre y el riesgo de perder el único y potencial cliente que tiene. (Malek, 2019)

La empresa, traza un plan de acción y para ello el primer paso es identificar las actividades de equipamiento de la máquina, para determinar el cuello de botella y con base en la definición de las mismas poder ejecutar la aplicación SMED y de esta manera aprovechar mejor los recursos y lograr disminuir los tiempos de alistamiento para solventar el problema identificado y aumentar la capacidad de producción de la máquina de manera que el cumplimiento al cliente no se vea afectado y a su vez mitigue el riesgo de pérdida del cliente. Es importante tener en cuenta que la situación de la línea de producción 1 es crítica porque a pesar de que no se conocen los tiempos, la empresa afirma que son las que mayor tiempo toman para el procesamiento de los productos y la capacidad productiva es muy baja.

Figura 5

Actividades del proceso en línea de producción 1



Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar, que, dentro de cada una de las actividades del proceso, hay factores que afectan los tiempos de producción de la máquina para cumplir a cabalidad con el procesamiento de los insumos y estos corresponden a:

- Fallas técnicas producidas esporádicamente en el turno
- Reequipamiento de insumos durante el proceso de producción
- Configuración y ajustes de fallas durante el proceso

La empresa define que, aunque el tiempo productivo de la máquina se ve afectado por factores externos a los alistamientos, tales como los mencionados previamente, hay un punto importante y es la gran cantidad de tiempo que toma un operario para realizar todos los ajustes a la máquina al momento de requerir un cambio de referencia e incluso hacer un reabastecimiento de insumos para completar los pedidos específicos.

De acuerdo a la información analizada se define que la empresa requiere un trabajador adicional para la máquina de manera que se minimicen los tiempos entre actividades necesarias a la hora de hacer el alistamiento de las máquinas. Sin embargo, la directiva inicialmente rechaza la estrategia de contratar un operario adicional por los costos que implica. Se logró demostrar que aplicando la estrategia, el tiempo total de alistamiento redujo de 16 minutos lo cual corresponde al 34% del tiempo de alistamiento, dando la posibilidad de aumentar el tiempo productivo de la máquina, mejor aprovechamiento de los recursos y adicionalmente, se logra demostrar que el operario adicional realiza alguna actividad el 66% del

tiempo total, por ende la estrategia planteada resulta muy importante y genera muchos beneficios para el proceso de procesamiento de esta compañía. (Malek, 2019)

6.2 Intercambio de troqueles en un solo minuto. Implementación de un estudio de caso

Una compañía aplica la metodología SMED para lograr realizar cambios en un troquel (Molde) dentro de un periodo de tiempo inferior a 10 minutos, para ello tienen en cuenta una serie de pasos conceptualizados bajo la metodología y de esta manera poder generar un plan de acciones y acciones de mejora con la finalidad de lograr el objetivo. (Moreira, 2011)

- Identificar las actividades del proceso y clasificar como internas o externas
- Separar actividades internas de externas
- Convertir operaciones internas a externas
- Mejorar los aspectos y parámetros de configuración de las máquinas

A continuación, se listan las actividades totales del proceso y posteriormente se separan actividades internas y externas con la finalidad de reducir el tiempo total de alistamiento y poder lograr un mejor aprovechamiento de recursos (Personal, Tiempo) y consigo ayudar con la reducción de costos para la compañía.

Adicionalmente, se evidencia el tiempo empleado para cada actividad junto con los tiempos promedio para identificar actividades críticas y con mayor cantidad de tiempo empleado.

Figura 6

Lista de actividades

Tareas	De gama baja		gama media		Gama alta	
	Mínimo	Promedio	Mínimo	Promedio	Mínimo	Promedio
Detenga la máquina y abra el troquel	00:01:02	00:03:56	00:04:47	00:06:56	00:07:50	00:08:49
Engrase la guía e introduzca agente desmoldante o protector plantilla	00:02:03	00:01:34	00:02:43	00:03:34	00:04:33	00:06:31
Retire las mangueras de agua y aceite.	00:04:10	00:04:12	00:04:21	00:06:12	00:07:22	00:09:23
Introducir anillos y engrasar las mangueras.	00:01:30	00:01:14	00:01:02	00:02:14	00:03:17	00:04:24
Retire las barras de sujeción del molde.	00:02:09	00:01:59	00:01:58	00:02:59	00:03:58	00:04:45
Retire la extracción del tallo.	00:02:03	00:02:04	00:02:11	00:03:04	00:04:10	00:04:35
Retire el molde de la máquina	00:02:08	00:08:08	00:04:17	00:09:08	00:06:11	00:10:46
Leer el programa de inyección/robot	00:01:08	00:02:28	00:02:33	00:01:28	00:02:11	00:02:34
Colocar nuevo molde en la máquina.	00:03:09	00:03:07	00:03:12	00:04:07	00:05:12	00:06:42
Introducir la extracción del tallo.	00:02:03	00:03:45	00:03:46	00:04:45	00:05:53	00:06:51
Encienda el calentador de molde	00:00:45	00:00:59	00:01:03	00:00:59	00:02:59	00:04:39
Pon las barras de agarre	00:04:23	00:05:16	00:05:27	00:06:16	00:07:24	00:07:19
Quitar las barras de seguridad	00:00:53	00:01:12	00:01:14	00:01:12	00:03:02	00:04:18
Abre el molde y aprieta el tallo. extracción	00:07:23	00:07:12	00:07:15	00:09:12	00:08:05	00:09:01
Reiniciar y abrir la máquina.	00:01:10	00:01:45	00:01:46	00:01:45	00:02:57	00:03:53
Colocar mangueras de agua y aceite.	00:04:12	00:05:29	00:05:27	00:05:29	00:06:21	00:07:21
Limpiar el molde y unir la línea.	00:01:02	00:01:35	00:01:38	00:01:35	00:03:31	00:04:19
Husillo de purga	00:05:14	00:05:23	00:05:21	00:07:23	00:07:21	00:04:19
Sintoniza la máquina	00:03:02	00:06:15	00:04:12	00:07:15	00:06:28	00:08:28
inyectar una buena parte	00:03:34	00:02:59	00:02:57	00:03:59	00:04:51	00:05:49
TIEMPO TOTAL	0:53:03	1:12:32	1:07:10	1:29:32	1:43:36	2:04:46

Fuente: (Moreira 2011)

Con base en los tiempos y las necesidades de cada actividad la compañía contempla las siguientes actividades como externas para dar mayor aprovechamiento del tiempo y disminuir el tiempo total de alistamiento.

Figura 7

Propuesta planteada actividades externas

Operaciones de configuración externa	Tiempo
Coloque el molde cerca de la máquina.	00:03:00
Precalentar el molde	00:01:00
Prepare los ojos para el molde entrante y el molde saliente.	00:01:00
Prepare el surtidor del inyector mixto y los anillos en el carro de herramientas.	00:00:40
Comprueba el ajuste del archivo.	00:01:00
preparar mangueras	00:02:00
Tiempo previsto retirado de la configuración interna	00:08:40

Fuente: (Moreira, 2011)

Respecto a la clasificación inicial se puede llegar a reducir en 6:40 Minutos el tiempo total de alistamiento, porque la empresa únicamente tiene 4 actividades externas del total de tareas a realizar durante el proceso como se observa en la figura 7.

Figura 8

Actividades externas inicial

Operaciones de configuración externa	Tempo
Colocar puente en la máquina.	00:00:45
Coloque el carro de herramientas cerca de la máquina.	00:00:35
Apague la caja de calentamiento del molde saliente.	00:00:10
Coloque las arandelas en el molde entrante.	00:00:45
Tiempo previsto retirado de la configuración interna	00:02:00

Fuente: (Moreira, 2011)

Con base en el cambio de actividades que plantea la compañía se logra:

- Facilitar los procesos entre los miembros del equipo
- Planificar los montajes y aprovechar mejor el tiempo
- Minimizar configuraciones y ajustes de máquina mientras esta totalmente detenida
- Definir estándares para realizar los ajustes y las configuraciones de los procesos.

La empresa logró un impacto muy significativo con los cambios implementados y en el transcurso de 344 días, se tuvo una ganancia de tiempo de aproximadamente 1049 horas.

6.3 Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de un proceso de embutidos cárnicos en Ecuador.

En este estudio se analiza el proceso de una empresa ecuatoriana que fabrica embutidos cárnicos llamada "Embutidos Miraflores" es una empresa que presenta una problemática por desabasto de subproductos en la cadena de producción y la variación en los tiempos de producción, creando una gran dificultad para cumplir los pedidos sin generar inventario.

Por lo cual se requiere mejoramiento de la producción actual de sus productos para no perder su lugar en el mercado y posicionarse aún más alto en él. Esta decisión se ha tomado debido a la aparición de inconvenientes en las diferentes tareas, la necesidad de realizar un

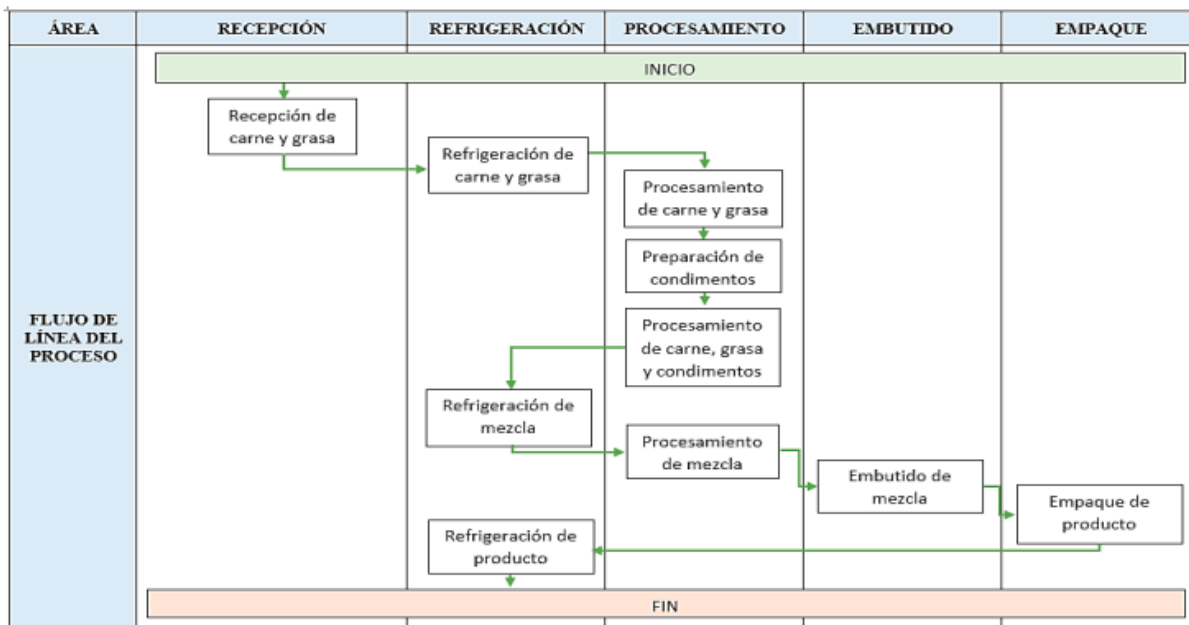
balance de línea de trabajo y la importancia de la fijación de tiempos estándar en cada etapa del proceso productivo

El proceso de producción de los embutidos presenta etapas similares a las consultadas en el marco teórico, siendo:

1. Molido o Picado,
2. Amasado.
3. Reposo o refrigeración
4. Embutido:
5. Sanitización de Tripas:
6. Cocción.

Figura 9

Etapas de producción en Embutidos Miraflores



Fuente: Villagómez (2022)

Para la fabricación de embutidos se usa:

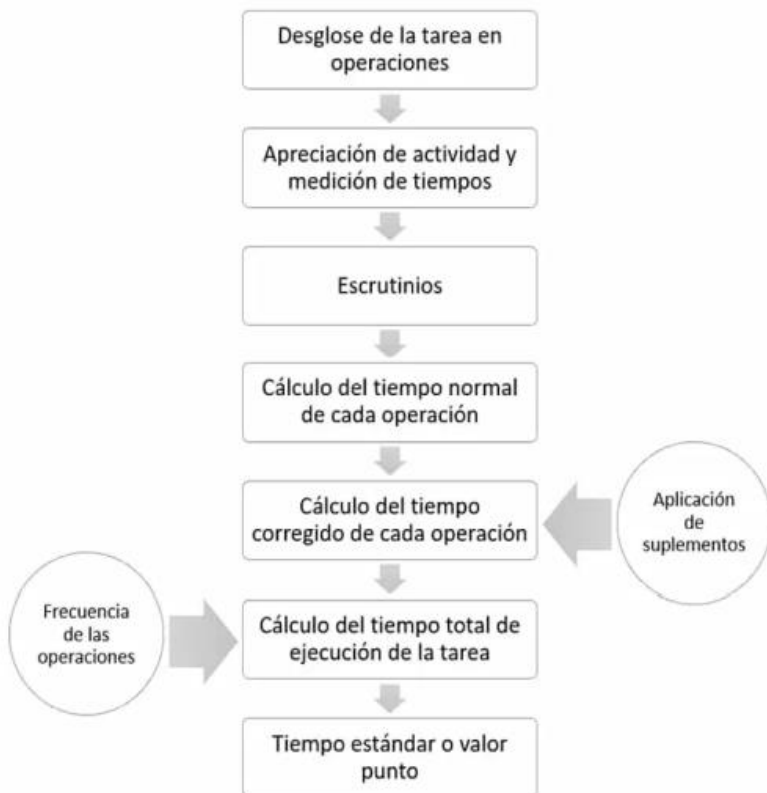
- Cuarto frío (Cámara de refrigeración y reposo)

- Molino con diferentes calibres de discos
- Amasadora o mezcladora
- Embutidora 28
- Licuadora
- Tinajas
- Recipientes
- Coches de transporte
- Estanterías metálicas
- Balanza
- Cuerdas para atar (botones)

Cada uno de estos materiales se usa según el tipo de embutido a fabricar. En la observación del proceso los autores mencionan que la desorganización de los procesos hace que se aumenten los tiempos de producción, fallas en los productos terminados, reprocesamientos en procesos específicos y desecho de producto. Por tanto, proponen realizar un estudio de tiempos y movimientos de cada una de las etapas, de acuerdo a los siguientes pasos:

Figura 10

Pasos para realizar el estudio de tiempos y movimientos en Miraflores



Fuente: (Villagómez, 2022)

Adicional a esto, se propone la siguiente metodología para finalmente poder plantear la propuesta de estudios de tiempos y movimientos:

1. Realizar el levantamiento de información.
2. Detallar organigrama o estructura de la empresa.
3. Realizar un instructivo de puestos de trabajo
4. Establecer actividades por procesos
5. Implementar fichas de tomas de tiempos
6. Tomar tiempos de las actividades por procesos
7. Recopilar resultados
8. Realizar análisis de datos
9. Realizar informe de tiempos y movimientos actuales
10. Presentar propuesta de estudio de tiempos y movimientos. (Villagómez, 2022).

De acuerdo al estudio realizado se obtienen las siguientes actividades y subactividades:

Figura 11

Actividades y Subactividades de proceso de embutidos en Miraflores

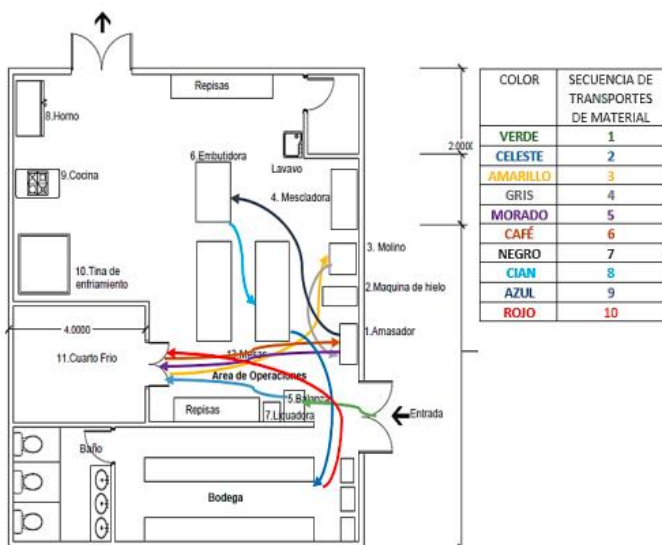
Actividad general	Subactividad
Recepción de carnes	1 Sacar la balanza y las gavetas de la bodega a la zona de recepción de materia prima
	2 Colocar la carne en la gaveta y pesar en la balanza
	3 Llevar las gavetas de carne al cuarto frío para almacenar
	4 Ubicar las gavetas de carne en el cuarto frío
Recepción de grasas	5 Llevar la balanza a la bodega
	6 Sacar gavetas de la bodega y llevarlas a la zona de recepción de materia prima
	7 Sacar la grasa del camión y colocarla en gavetas, no se pesa por ser empaques ya pesados
Refrigeración de carne y grasa	8 Llevar las gavetas de grasa hasta el cuarto frío y ubicarlas
	9 Refrigerar
Moler la carne y grasa	10 Sacar las gavetas de carne y grasa del cuarto frío y llevar al molino
	11 Colocar la grasa y carne en el molino y moler
Amasado	12 Llevar la carne y grasa molida al amasador y colocarlas en él
	13 Amasar
Preparación de la mezcla de condimentos	14 Preparar y llevar los condimentos de la bodega a la licuadora y colocarlos en ella
	15 Realizar la mezcla en la licuadora
Mezcla y amasado	16 Llevar la mezcla de la licuadora al amasador y colocarla en él.
	17 Mezclar en el amasador junto a la carne y la grasa
	18 Llevar las gavetas de la bodega hasta el amasador
Refrigeración	19 Colocar la mezcla en gavetas y llevarlas al cuarto frío y ubicarlas
	20 Refrigeración
Amasado final	21 Llevar la mezcla del cuarto frío al amasador y colocarla en él
	22 Amasado
	23 Llevar la mezcla hasta la embutidora y colocarla en ella
Embutido	24 Preparar la tina con la sustancia de hidratación de tripas y sumergirlas en ella
	25 Preparar la embutidora, ajuste de parámetros
	26 Embutir
	27 Llevar gavetas para colocar el producto terminado
Empaque	28 Colocar el producto en las gavetas y llevar a la zona de empaque
	29 Preparar fundas, selladora y balanza
	30 Enfundar y pesar, empaques de 5 libras
	31 Sellar y colocar en gavetas
	32 Llevar las gavetas con el producto final al cuarto frío y ubicarlas para almacenamiento

Fuente: (Villagómez,2022)

Se plantea un diagrama de espagueti actual y propuesto de acuerdo a los tiempos que se proponen:

Figura 12

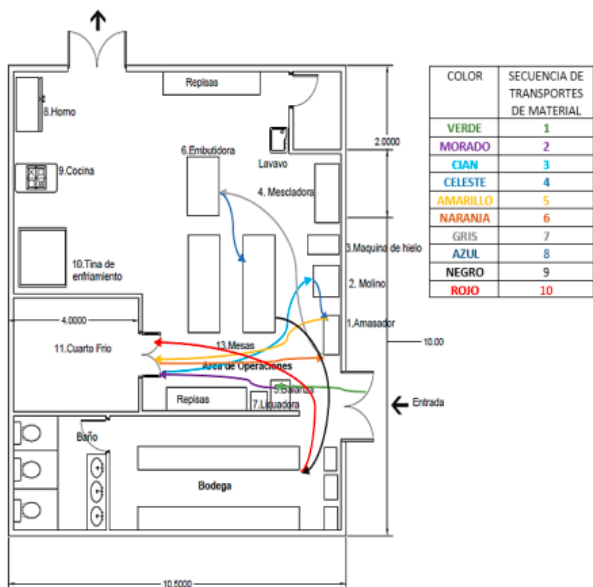
Diagrama actual



Fuente: (Villagómez, 2022)

Figura 13

Diagrama propuesto



Fuente: (Villagómez, 2022)

Se diagnosticó la situación actual de la empresa determinando que el proceso productivo podía ser mejorado al actuar sobre las deficiencias en el transporte de gavetas de materia prima realizado por los operarios, es decir, una mejora específicamente en los tiempos de mano de obra.

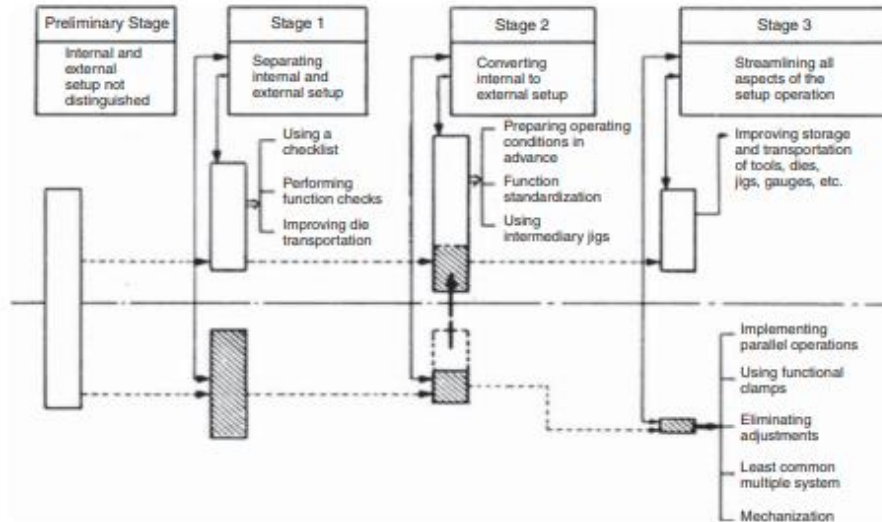
Adicional se propuso la implementación de un coche para transporte de gavetas, cuyo material de fabricación será de acero inoxidable de grado alimenticio curado previamente. La toma de tiempos actual era de 80.83 minutos en mano de obra, con los cambios propuestos por los autores se prevé tener una mejora, reduciendo este tiempo a un total de 73.25 minutos, que representa un 9.38% de reducción de tiempo de producción en mano de obra para la fabricación del botón paísa. Esta mejora de tiempo en la mano de obra involucra una reducción de costo de la misma, que es de \$ 0.90 para cada lote de 35 kg.

6.4 Artículo sobre aplicación Sistema SMED

Este artículo se basa en descubrir la importancia del SMED en los entornos de fabricación en general. El artículo ofrece instrucciones y directrices para preparar el procedimiento de preparación estandarizado sin ignorar las limitaciones reales del entorno de producción y utiliza un estudio de caso en una unidad de fabricación a pequeña escala del norte de la India para generar un enfoque integrado de reducción de tiempos de la preparación, utilizando herramientas de ingeniería industrial basadas en SMED para lograr preparaciones más rápidas. Por último, el artículo lleva a cabo un análisis empírico de los beneficios financieros y no financieros derivados de la reducción de los tiempos de preparación. Concluyendo que un enfoque SMED puede ayudar a eliminar actividades no deseadas, externalizar las actividades internas, si es posible, y reducirlas mediante su simplificación o estandarización (Singh et al., 2018).

Figura 13

Etapas conceptuales y técnicas prácticas del SMED.



Fuente: (Singh et al., 2018).

Con base en los casos analizados, es posible generar la propuesta de implementar la metodología SMED en la industria de alimentos cárnicos, en el sector de embutidos, de acuerdo a la cantidad de operaciones que se realizan entre cambio de pedidos. Adicionalmente, es uno de los sectores con mayor demanda y por ende se debe focalizar el cumplimiento al cliente, optimización de costos y estrategias de mejoramiento continuo para las diferentes compañías que requieran mejorar el proceso de alistamiento de las máquinas y alternativas para mejorar la productividad y producción de sus respectivos productos.

7 Conclusiones

Se logro identificar herramientas y factores significativos para aplicar la metodologia SMED y asociarlo con la industria de alimentos carnicos en el sector de embutidos para en posibles propuestas de implementación de la tecnica lograr mitigar tiempos muertos y mejor aprovechamiento de las máquinas de producción en las compañías de este sector.

Se describieron las actividades principales dentro del proceso de producción de alimentos carnicos en el sector de embutidos y se identificaron las tareas y operaciones criticas dentro del proceso y con mayor impacto en los tiempos de alistamiento entre cambios de referencia, para que a traves de la metodologia SMED se identifiquen oportunidades de mejora continua y mayor eficiencia en el proceso

Durante el análisis de la metodología SMED, las estrategias y herramientas adicionales que se identificaron se pudo observar que evidentemente hay algunas actividades dentro de la industria de alimentos cárnicos específicamente en los alistamientos de las máquinas a la hora de cambiar de referencia que se realizan de manera interna (con las máquinas detenidas), por lo que la metodología tiene una gran adaptabilidad en el sector y la propuesta de implementación de la misma puede llegar a beneficiar a las industrias con la reducción de tiempos de alistamiento entre pedidos, lo cual puede generar una disminución de costos aportando con el mejoramiento continuo de la industria que mitigue el impacto del impuesto saludable impuesto a este tipo de derivados cárnicos desde el presente año.

8 Referencias

ANDI. (2023). Boletín 35 2023. Del 18 al 22 de septiembre. Andi.com.co. Recuperado 3 de marzo de 2024 de: https://www.andi.com.co/Uploads/BOLET%C3%8DN%2035%20-%202023_638375440104369087.pdf

Atlantic, R. (s. f.). *Equipos y maquinaria para la industria cárnica | Reysan*.
<https://www.reysan.com/industria-carnica.aspx>

Briozzo, G. (2016). *Las "5 S" Herramienta de mejora de la calidad*. Hospital Materno Infantil Ramón Sarda. Recuperado 1 de marzo de 2024, de <https://www.sarda.org.ar/images/2016/03%20%20Las%205%20S%20-%20Herramienta%20de%20mejora%20de%20la%20calidad.%20G.%20Briozzo.pdf>

Caraballo, S. (1989). Principios básicos de elaboración de embutidos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado 16 de marzo de 2024, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_04.pdf

Darota, S. (2015). Management and Production Engineering Review. En *Management and Production Engineering* (1.a ed., p. 15). Polska academia Nauk.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a edición.). McGraw Hill/Interamericana.

iSixSigma-Editorial. (2023, 17 mayo). *Determine the root cause: 5 whys*. isixsigma.com. <https://www.isixsigma.com/cause-effect/determine-root-cause-5-whys/>

Jervis, T. M. (2021, 5 enero). *Diagrama de hilos*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/diagrama-de-hilos/>

Maalouf, M. M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of VSM and SMED in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2)<https://doi.org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.24425/mper.2019.129569>

Moreira, A. C., & Garcez, P. M. T. (2013). Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in Small to Medium-sized Enterprises: A Portuguese Case Study. *International Journal of Management*, 30(1), 66-87.
<https://login.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/login?url=https://www-proquest-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/scholarly-journals/implementation-single-minute-exchange-die-smed/docview/1315137201/se-2>

Malagie, M. (1992). Industria Alimentaria. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo* (p. 67).

Maldonado, J. (2011). Conceptos básicos de la gestión de procesos. En *Gestión de procesos* (p. 2). Eumed. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/1084.pdf>

Pensa, G. (2023). *SMED: una metodología para acortar los set-ups*. Atlas Consultora. <https://www.atlasconsultora.com/smed>

Pertuz, A. (2015). *Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla* [Tesis de pregrado]. Unad.

Rodriguez, O. (2019, 2 marzo). *Diagramas hombre - máquina - soloindustriales*. Soloindustriales. <https://soloindustriales.com/diagramas-hombre-maquina/>

Singh, J., Singh, H., & Singh, I. (2018). SMED for quick changeover in manufacturing industry – a case study. *Benchmarking*, 25(7), 2065-2088. <https://doi.org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.1108/BIJ-05-2017-0122>

SMED (Single-Minute Exchange of Die) | Lean Production. (s. f.). <https://www.leanproduction.com/smed>

Smith, D., & Jensen, J. (1994). Industria Alimentaria. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo* (p. 67).

Structuralia. (s. f.). *El diagrama de hilos y ejemplo de su aplicación profesional*.
<https://blog.structuralia.com/diagrama-de-hilos-ejemplo>

Sukania, W. (s. f.). *Time Study Analysis of Food Services Using Man Machine Chart* [Tarumanagara University]. <http://repository.untar.ac.id/131/1/1624-3583-1-PB.pdf>

Técnica SMED: ¿cómo ayuda a incrementar la productividad? | Conexión ESAN. (s. f.).
[https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/tecnica-smed-como-ayuda-a-incrementar-la-productividad#:~:text=SMED%20\(acr%C3%B3nimo%20de%20Single%20Minute,en%20menos%20de%2010%20minutos.](https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/tecnica-smed-como-ayuda-a-incrementar-la-productividad#:~:text=SMED%20(acr%C3%B3nimo%20de%20Single%20Minute,en%20menos%20de%2010%20minutos.)

Tolosa, L. (2017). Conceptos generales [E Libro EAN]. En *Técnicas de mejora continua en el transporte* (1.a ed., pp. 11-12). Marge Books. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/43771>

Universidad tecnológica ECOTEC. (2017, 27 febrero). El método de las 5S: Su aplicación. *Universidad Tecnológica ECOTEC*. Recuperado 2 de marzo de 2024, de <https://biblat.unam.mx/hevila/ResonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>

Villagómez, G. (2022). Estudio de tiempos y movimientos para la mejora del proceso de producción de los embutidos tipo II en la fábrica de embutidos Miraflore. Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 3 de marzo 2024 de:
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35015>