

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO
DE PRODUCCIÓN DE HAMBURGUESAS DE UNA EMPRESA DE
CONGELADOS**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR

Bach. GASPAR MARIÑAS, JORGE RICARDO

Bach. MUÑOZ ZEGARRA, JOSÉ EDUARDO

ASESOR: Dr. VELASQUEZ ACOSTA, JOSE ANTONIO

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, quien con sus enseñanzas hicieron de mí, una persona de bien, buscando siempre el desarrollo profesional, dentro del marco de los valores inculcados.

Jorge Ricardo Gaspar Mariñas

A mis padres, abuelos y hermana que fueron el impulso para cumplir mis objetivos y metas.

José Eduardo Muñoz Zegarra

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la empresa Esmeralda Corp. S.A.C. por habernos permitido, brindar información física y virtual que fueron útiles en el desarrollo de la tesis.

Jorge Ricardo Gaspar Mariñas

Agradezco a mis padres por su esfuerzo y sacrificio para poder lograr mis metas. A mis abuelos que sin su ayuda hoy no estaría aquí. Y a mi hermana que fomentó en mí el deseo de superación.

José Eduardo Muñoz Zegarra

INDICE GENERAL

RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción y formulación del problema general y específico.....	3
1.1.1 Descripción de la problemática	3
1.1.2 Formulación del problema general y específico.....	7
1.2 Objetivo General y Especifico	7
1.2.1 General	7
1.2.2 Específico	7
1.3 Delimitación de la Investigación.....	8
1.3.1 Espacial:	8
1.3.2 Temporal.....	8
1.4. Justificación e Importancia	8
1.4.1 Justificación	8
1.4.2 Importancia del Estudio.....	9
Capítulo 2: MARCO TEORICO.....	12
2.1 Marco histórico	12
2.1.1 Productividad.....	12
2.1.2 Lean Manufacturing	12
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	13
2.2.1 Investigaciones Nacionales	13
2.2.2 Investigaciones Internacionales.....	15

2.3	Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	17
2.3.1	Productividad	17
2.3.2	Lean Manufacturing	21
2.3.3	SMED	26
2.3.4	TPM	29
2.3.5	VSM	31
2.3.6	Diagrama de flujo de proceso	32
2.4	Definición de términos básicos	33
CAPITULO 3: SISTEMA DE HIPÓTESIS		35
3.1	Hipótesis	35
3.1.1	General	35
3.1.2	Específico	35
3.2	Variables	35
3.2.1	Conceptualización de variables	35
3.2.2	Operacionalización de variables (Véase Anexo 1).....	36
CAPITULO 4: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO		37
4.1	Tipo y método de investigación	37
4.2	Diseño de investigación	37
4.3	Población y muestra	38
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
4.5	Procedimientos para la recolección de datos	39
4.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
CAPITULO 5: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		41
5.1	Diagnostico y situación actual	41

5.1.1 Tiempos de preparación de maquina (cambio de formato)	41
5.1.2 Paradas por fallas en equipo	42
5.1.3 Tiempo de limpieza	43
5.1.4 Productividad antes de la mejora.....	48
5.2 Presentación de resultados	49
5.2.1 Implementación de la herramienta SMED	49
5.2.2 Implementación de la herramienta mantenimiento autónomo	55
5.2.3 Implementación de la herramienta estandarización del trabajo.....	61
5.3 Análisis de resultados.....	65
5.3.1 De la implementación de la herramienta SMED se obtuvo:	65
5.3.2 De la implementación del mantenimiento autónomo se obtuvo:	66
5.3.3 De la implementación de la estandarización del trabajo se obtuvo:.....	67
5.3.4 Productividad luego de la mejora	68
5.4 Análisis Inferencial	70
5.4.1 Análisis de la primera hipótesis especifica.....	70
5.4.2 Análisis de la segunda hipótesis especifica	72
5.4.3 Análisis de la tercera hipótesis especifica	75
Conclusiones	79
Recomendaciones	80
Referencias.....	81
ANEXOS	83
Anexo 1 Matriz de consistencia	83
Anexo 2 Instrumento - Encuesta fallas en equipos	84
Anexo 3 Instrumento- formato toma de tiempos	85

Anexo 4 Toma de tiempos preparación maquina antes de la mejora.....	86
Anexo 5 Toma de tiempos preparación maquina después de la mejora	89
Anexo 6 Ficha de evaluación toma de tiempos - experto 1	92
Anexo 7 Ficha de evaluación encuesta falla de equipos - experto 1.....	93
Anexo 8 Ficha de evaluación encuesta falla de equipos - experto 2.....	94
Anexo 9 Validación del formato toma de tiempos - experto 2	95
Anexo 10 Ficha de evaluación toma de tiempos - experto 3	96
Anexo 11 Ficha de evaluación encuesta falla de equipos - experto 3.....	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama 5 porqués – Análisis de la problemática	3
Figura 2 Diagrama de Ishikawa	4
Figura 3 Tiempo promedio en minutos de preparación maquina	4
Figura 4 Diagrama de Pareto	5
Figura 5 Ciclo de la productividad	18
Figura 6 Pensamiento tradicional vs Pensamiento Lean.....	22
Figura 7 Fases del SMED	28
Figura 8 Componentes del OEE	30
Figura 9 Simbología VSM.....	32
Figura 10 Símbolos de un Diagrama de Proceso	33
Figura 11 Tiempo de preparación maquina (cambio formato)	41
Figura 12 Flowsheet del proceso de producción	44
Figura 13 DOP limpieza de túnel espiral antes (1ra parte).....	46
Figura 14 DOP limpieza de túnel espiral antes (2da parte)	47
Figura 15 Tiempo de preparación maquina fase 1 (Cambio formato).....	51
Figura 16 Tiempo de preparación de maquina fase 2 (Cambio de formato)	52
Figura 17 Almacén de moldes y planchas	53
Figura 18 Tiempo de preparación de maquina fase 3 (Cambio de formato)	53
Figura 19 Maquina formadora	55
Figura 20 Limpieza maquina formadora	56
Figura 21 Capacitación a personal de la empresa.....	57
Figura 22 Zona de formado - puntos de agua	57
Figura 23 Ficha técnicas de presentaciones de hamburguesa.....	60
Figura 24 Tiempo de limpieza mejorado	62
Figura 25 DOP limpieza de túnel espiral mejorado (1ra parte)	63
Figura 26 DOP limpieza de túnel espiral mejorado (2da parte)	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de frecuencia para elaboración de Pareto	5
Tabla 2	Técnicas del Lean Manufacturing	25
Tabla 3	Procedimiento de Tipos de Cambio	27
Tabla 4	Conceptualización de variable dependiente.....	35
Tabla 5	Conceptualización de variable independiente	36
Tabla 6	Operacionalización de la variable dependiente	36
Tabla 7	Operacionalización de la variable independiente	36
Tabla 8	Tiempo estándar por actividad antes de la mejora.....	42
Tabla 9	Cuadro resumen encuesta fallas en equipos	43
Tabla 10	Tiempos promedio de limpieza por maquina	45
Tabla 11	Proceso de lavado general	45
Tabla 12	Volumen de producción de hamburguesas por mes	48
Tabla 13	Productividad antes de la mejora	48
Tabla 14	Identificación de las actividades en la preparación de maquina (cambio formato)	50
Tabla 15	Análisis del cambio de formato - preparación de la maquina formadora.....	54
Tabla 16	Fallas más recurrentes en maquina formadora	55
Tabla 17	Mejoras implementadas de servicios	58
Tabla 18	Check-List maquina formadora	59
Tabla 19	Recursos usados para la limpieza	62
Tabla 20	Tiempo estándar por actividad después de la mejora	62
Tabla 21	Resumen de la implementación del SMED	65
Tabla 22	Tiempo del proceso de preparación antes y después de la mejora	65
Tabla 23	% de Disponibilidad de la maquina formadora antes	66
Tabla 24	% de Disponibilidad de la maquina formadora después.....	66
Tabla 25	% de Rendimiento de la maquina formadora.....	66
Tabla 26	% de Calidad de la maquina formadora.....	67
Tabla 27	OEE de la maquina formadora	67
Tabla 28	Resumen de la implementación de la estandarización	67
Tabla 29	Tiempo del proceso de limpieza antes y después de la mejora	68
Tabla 30	Volumen de producción de hamburguesas después de la mejora.....	69

Tabla 31 Productividad después de la mejora	69
Tabla 32 Resumen de productividad antes y después de la mejora	69
Tabla 33 Tiempo de preparación de maquina antes y después.....	70
Tabla 34 Prueba de normalidad de tiempo preparación de maquina	70
Tabla 35 Comparación de medias del tiempo preparación de maquina	71
Tabla 36 Prueba de muestras relacionadas para tiempo preparación de máquina – T- student.....	72
Tabla 37 Falla en formadora antes y después (puntuación).....	73
Tabla 38 Prueba de normalidad de paradas por fallas en formadora	73
Tabla 39 Comparación de medias de paradas por falla en formadora.....	74
Tabla 40 Prueba de muestras relacionadas para paradas por falla en formadora - Wilcoxon.....	74
Tabla 41 Tiempo de limpieza antes y después	75
Tabla 42 Prueba de normalidad de tiempo de limpieza	75
Tabla 43 Comparación de medias del tiempo de limpieza	76
Tabla 44 Prueba de muestras relacionadas para tiempo de limpieza - Wilcoxon.....	77
Tabla 45 Cuadro de resumen de resultados	78

RESUMEN

En la presente tesis, se propuso la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing, que permitió incrementar la productividad de la línea de hamburguesas de una empresa de congelados.

Mediante herramientas de análisis de problemas, se demostró que las 3 causas principales son las que se presentan a continuación, y por tal motivo se aplicó cada metodología correspondiente.

Se enfocó en todo momento la aplicación de metodología SMED lo cual, según los resultados obtenidos, se disminuyó los tiempos de preparación de máquina. También, con la aplicación del mantenimiento autónomo ayudo a eliminar y/o disminuir las paradas por falla de máquina. Así mismo, se aplicó la estandarización del trabajo en la línea de congelados teniendo así, la disminución de los tiempos de limpieza en los equipos.

Para llegar a estos resultados se hizo uso de instrumentos validados por expertos con el propósito de recoger la información in situ, de todos los procesos de la línea de producción.

Con la aplicación del Lean Manufacturing se obtuvo una reducción de tiempos de preparación de máquina, disminución en los tiempos de limpieza de túneles y un aumento de efectividad de equipos en 41%, 39% y 4% respectivamente.

Se propuso, poder llevar a implementarse el Lean Manufacturing a todas las unidades de negocio, y que haya sido un punto de partida para la mejora de toda la organización, contando con el compromiso de todos los colaboradores.

Con el trabajo además de llegar a una mejora en la línea de hamburguesa, quedara registrado en la data, para futuras investigaciones por parte de colaboradores que propongan aplicar las demás herramientas Lean que permitan ofrecer a la empresa mayores beneficios tanto operativos y económicos.

Palabras claves

Fallas, sistema, lean manufacturing, mantenimiento autónomo, smed, estandarización, productividad, metodología.

ABSTRACT

In this thesis, the application of Lean Manufacturing tools was proposed, which allowed to increase the productivity of the hamburger line of a frozen company.

Using problem analysis tools, it was shown that the 3 main causes are those presented below, and for this reason each corresponding methodology was applied.

The application of the SMED methodology was focused at all times, which, according to the results obtained, decreased machine preparation times. Also, with the application of autonomous maintenance, it helped to eliminate and / or reduce stops due to machine failure. Likewise, the standardization of work in the frozen food line was applied, thus reducing the cleaning times of the equipment.

To reach these results, instruments validated by experts were used in order to collect information in situ, from all the processes of the production line.

With the application of lean manufacturing, a reduction in machine preparation times, a decrease in tunnel cleaning times and an increase in equipment effectiveness by 41%, 39% and 4% respectively, was obtained.

It was proposed to be able to implement Lean manufacturing to all business units, and that it has been a starting point for the improvement of the entire organization, with the commitment of all collaborators.

With the work, in addition to reaching an improvement in the hamburger line, it will be registered in the data, for future research by collaborators who propose to apply the other Lean tools that allow the company to offer greater operational and economic benefits.

Keywords

Failures, system, lean manufacturing, autonomous maintenance, SME, standardization, productivity, methodolog

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchas empresas, están apostando por la optimización de sus procesos a lo largo de todo su proceso de producción. Tanto de productos y servicios. Con esto, una de las alternativas a nivel mundial, es generar valor a la cadena de producción, con herramientas que permitan ser más eficientes y lograr un producto de calidad y a un costo menor.

Existen diversas herramientas y metodologías que permiten hacer de la empresa una ventaja competitiva dentro de sus procesos desde características como eficiencia, efectividad, disponibilidad, calidad, entre otros. Son justamente estas herramientas tan importantes que nos permiten identificar los problemas, desde su análisis hasta un diagrama causa-efecto, que hoy en día se ha vuelto poco formal dentro de las organizaciones, priorizando la ejecución antes de la planificación.

También debemos de tener en cuenta que no solo el incremento de productividad y la reducción de costos son los principales objetivos de la empresa, lo es también, producir con responsabilidad social, medio ambiente, seguridad del colaborador, por un comercio seguro, cumpliendo las normas legales.

Es aquí donde proponemos que con la implementación de la metodología Lean Manufacturing, se espera que las demás áreas de la organización puedan aplicar a sus procesos para así poder optimizarlos y así poder desarrollar nuevas ventajas competitivas para desarrollarse en el mercado actual.

Esta Metodología, tiene dentro de sus herramientas de mejora: SMED, mantenimiento autónomo y estandarización. Cabe resaltar que existes diversas herramientas como son: POKA YOKE, VSM, JHIDOKA, que podrían ser aplicadas.

En el capítulo 1 se planteó el problema general y los problemas específicos junto con los objetivos que se quiere alcanzar y la delimitación de esta investigación. Además, se explica y se justifica la metodología empleada, las cuales son las herramientas del Lean Manufacturing

Luego en el capítulo 2 se desarrolló el marco teórico, donde se revisa los antecedentes de la investigación, bases teóricas vinculadas a las variables y las respectivas definiciones de los términos utilizados en esta investigación.

En el capítulo 3 se mencionó las hipótesis y la definición conceptual de la variable dependiente e independiente.

En el capítulo 4 se explicó el tipo, método y diseño de esta investigación. También se definen la muestra y la población que serán analizadas, asimismo las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos.

En el capítulo 5 se presentó y analizó los resultados de la investigación, dando énfasis en el diagnóstico y situación actual, resultados de la mejora y por último el análisis después de implementación de las herramientas Lean.

Por último, se presentan las conclusiones, las recomendaciones y las fuentes bibliográficas consultadas.

CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específico

1.1.1 Descripción de la problemática

A la fecha, en Esmeralda Corp. S.A.C., dedicada a la producción y comercialización de productos alimentarios, cuenta con diversas unidades de negocio, tales como: Operaciones Logísticas, Ventas, Almacén, Contabilidad, Procesos Industriales, etc.

En esta oportunidad, se enfocará dentro de la unidad de Negocio, de Procesos Industriales; la cual, a su vez, tiene 5 líneas de producción como: Hidrobiológicos, conservas, agroindustrias, lácteos, y hamburguesas; siendo esta última, objeto de análisis para el trabajo a desarrollar.

A su vez, dentro de la línea de hamburguesas, se ha podido identificar problemas de baja productividad, con relación a las concurrentes fallas de máquina, la que ocasionan paradas y, por ende, baja en el volumen de producción. También, se ha identificado, tiempos mayores entre cambios de presentación (hamburguesas), de la mano con los tiempos elevados de limpieza por la no estandarización de trabajo en el personal operativo.

Hemos visto a bien realizar un análisis que nos permita identificar la causa raíz (ver figura 1), y así con la aplicación del Lean Manufacturing poder incrementar la productividad.

PROBLEMA A ESTUDIAR	1	2	3	4	5	RESULTADO ANALISIS
	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	PORQUE	
BAJA PRODUCTIVIDAD	PARADAS POR FALLA DE EQUIPOS	DESCONOCIMIENTO POR PARTE DE OPERADORES	FALTA DE CAPACITACIÓN DE OPERADORES	EQUIPOS NUEVOS	TECNOLOGIA SOFISTICADA	
		PLAN DE MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	FALTA DE COORDINACIÓN (MANTTO Y PRODUCCIÓN)	DEMORA EN ATENCIONES ANTE ANORMALIDADES	MANTENIMIENTO AUTONOMO
	TIEMPOS DE PREPARACION	INSUMOS FUERA DE PARAMETROS	MATERIA PRIMA CONGELADA	CADENA DE FRIO ALTERADA		
		MAYOR TIEMPO DE CAMBIO DE PIEZAS	VARIEDAD DE MOLDES Y FORMATOS	PRESENTACIONES VARIADAS DE PRODUCTOS		SMED
	TIEMPOS DE LIMPIEZA	EQUIPOS DE DIFICIL ACCESIBILIDAD	ILUMINACION INEFICIENTE	AUSENCIA DE SISTEMA DE LIMPIEZA EN EL EQUIPO	OPERACIONES MANUALES INEFICIENTES	ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO
		NUMEROSOS EQUIPOS POR LAVAR	FALTA DE EQUIPOS PARA LIMPIEZA	COSTOS ELEVADOS DE EQUIPOS	FALTA DE INVERSIÓN	

Figura 1 Diagrama 5 porqués – Análisis de la problemática
Fuente: Elaboración Propia

Mediante la observación y el análisis de los datos obtenidos se pudieron detectar las principales causas que originan la baja productividad en el proceso de producción de hamburguesas. Estas causas se plasmaron en el gráfico de causa y efecto – Ishikawa (véase figura 2), en la que se describen como: altos tiempos de preparación de máquina, paradas por falla de máquinas, falta de materiales (canastillas), tiempos excesivos de limpieza, reprocesos, etc.

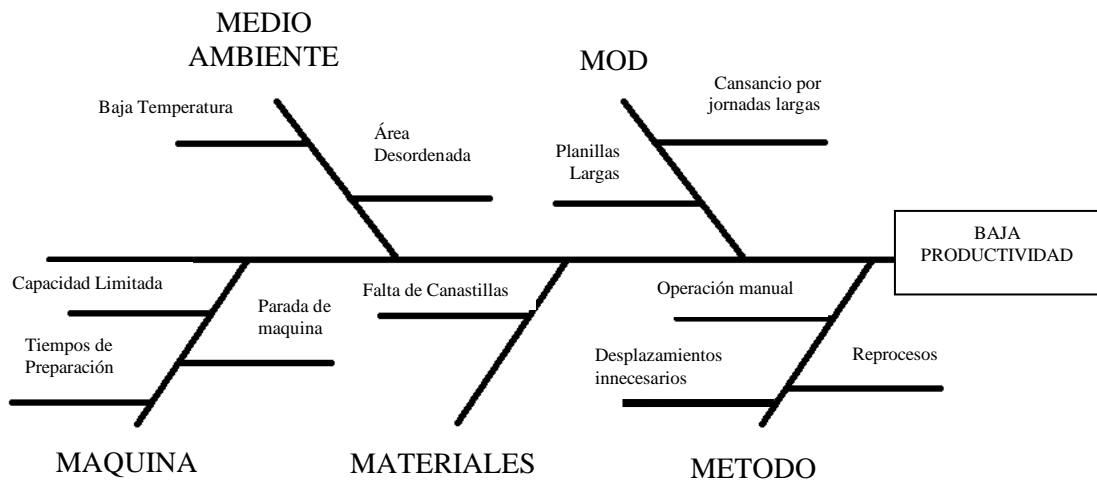


Figura 2 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la figura 3, los tiempos de preparación son muy altos y mientras realizan esta actividad hay demasiados tiempos muertos para el personal, lo que genera pérdidas para la empresa.

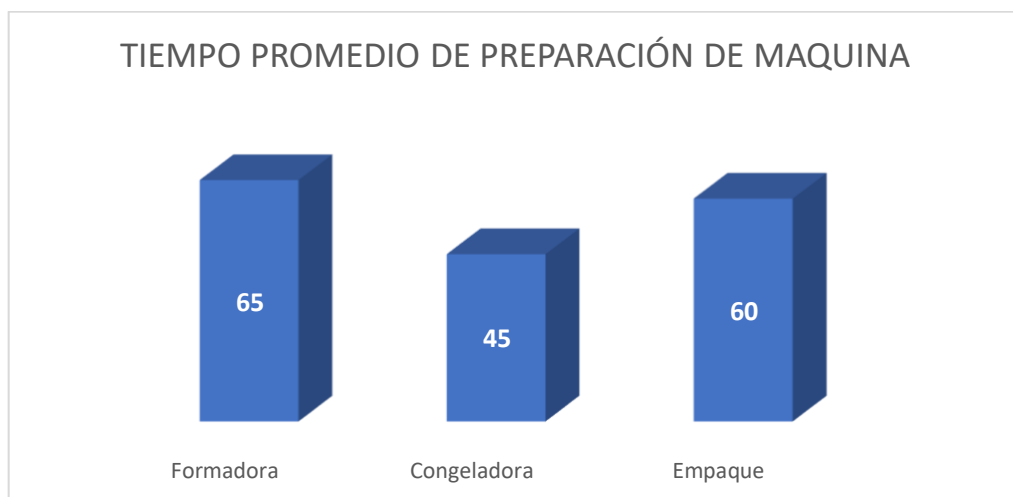


Figura 3 Tiempo promedio en minutos de preparación máquina

Fuente: Elaboración Propia

En base al Ishikawa y los 5 porqués, se elaboró un diagrama de Pareto para identificar cuáles son los principales problemas que generan una baja productividad.

Tabla 1 Tabla de frecuencia para elaboración de Pareto

ID_prob	Problemas Observados	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado (%)
P1	Alto número de fallas en maquinaria	451	40	451	40
P2	Altos tiempos de preparación (cambio de línea/molde)	286	25	737	66
P3	Altos tiempos de limpieza	191	17	928	82
P4	Falta de masa y/o materiales	117	10	1045	93
P5	Falta de Dynos y/o canastillas	46	4	1091	97
P6	Desorganización dentro del área	34	3	1125	100
		1125	100		

Fuente: Elaboración Propia

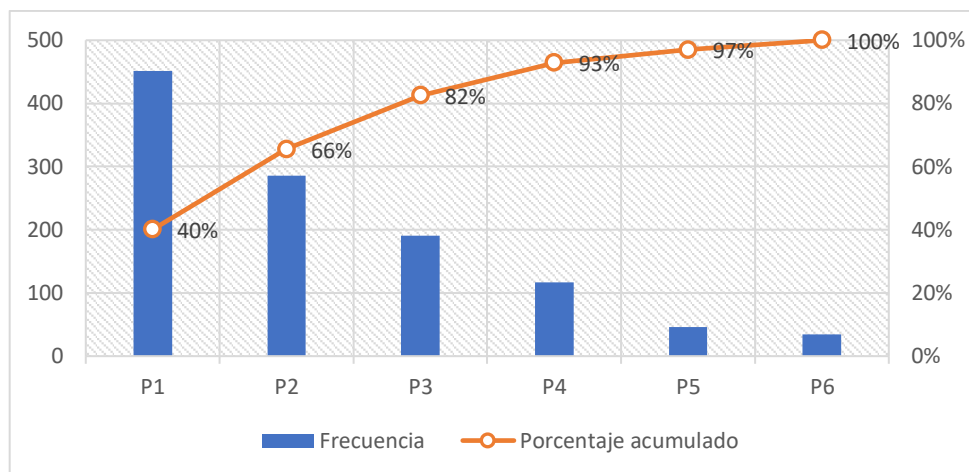


Figura 4 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 1, se muestran los problemas que ocurren dentro de la empresa en base a la cantidad de veces que se detiene la producción. Como se observa en la figura 4, estos valores fueron ordenados de mayor a menor, con lo que se obtuvo los principales problemas elegidos a tratar en la presente tesis.

En relación a los problemas encontrados post evaluación y análisis de los mismos; se encontraron las siguientes características que se presentan a continuación:

Con respecto al tiempo de preparación de máquina, se evidenciaba que era mayor, debido a que los operadores de la formadora, no se ceñían a un procedimiento ni a parámetros de tiempo en los cambios de línea considerando que a la semana podían ocurrir hasta 6 veces esta operación. Sus tiempos operacionales de cambio de formato eran totalmente variables y espaciados.

Con relación a las paradas de máquinas, se evidenciaba que puntualmente, ocurrían en el mismo equipo, por lo que esto repercutía en la producción, al verse afectada toda la línea. Algunas de las causas de estas paradas se debían a: averías, falta de capacitación, lubricación, ajustes; que en ese momento no se implementaban en la línea.

Por último, con respecto a la estandarización del trabajo, se evidenció que el equipo de congelación: túnel continuo en espiral, no llevaba un control en el procedimiento de limpieza. Más aún, cuando éste no se tenía en el momento. Las horas que se demandaba en la limpieza del equipo podían llegar hasta 4.5 hrs, teniendo como resultado pérdidas en la producción, por lo que impactaba directamente en los volúmenes, siendo directamente impactado en el cumplimiento del programa de producción.

También se han observado otras falencias en la línea, que se identificaran y se plasmaran para que sirva de punto de partida para futuras investigaciones dentro de la empresa, y que día a día se vayan mejorando para el beneficio operacional y económico de la misma.

Observando la problemática y tomando como referencia investigaciones similares, definimos que la herramienta que más se ajusta para resolver esta problemática es la aplicación del Lean Manufacturing (Mantenimiento autónomo, SMED y estandarización del trabajo).

Cabe mencionar que las paradas y los tiempos de limpieza en que se incurrían, han impactado en los estados financieros. Por lo mismo se sugirió a la Gerencia, poder seguir invirtiendo en la implementación de herramientas Lean, que permitan optimizar sus procesos y que pueda llegar a fortalecer sus

sistemas de producción creando así una ventaja competitiva en el mercado actual.

1.1.2 Formulación del problema general y específico

En base a todo esto, podemos definir el problema general con la siguiente pregunta:

¿En qué medida, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados?

Problema Especifico

- a. ¿En qué medida, con la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?
- b. ¿En qué medida, con la aplicación del mantenimiento autónomo se reducirán las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?
- c. ¿En qué medida, con la estandarización del trabajo, se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?

1.2 Objetivo General y Especifico

1.2.1 General

Aplicar la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados

1.2.2 Especifico

- a. Aplicar la herramienta SMED para reducir los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelado
- b. Aplicar el mantenimiento autónomo para reducir las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados
- c. Aplicar la estandarización del trabajo para reducir los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

1.3 Delimitación de la Investigación

El presente estudio, se centra al sector alimentos, puntualmente a la línea de producción de hamburguesas, y a sus procesos correspondientes: FORMADO, HORNEADO, CONGELACIÓN y EMPAQUE (Véase Anexo 12)

1.3.1 Espacial:

Con relación al objeto de estudio, se rigen a todo el equipo de producción de la unidad de hamburguesas, departamento de Lima.

1.3.2 Temporal

Para el estudio se tomaron los datos financieros y reportes de producción del 1er semestre 2020.

1.4. Justificación e Importancia

1.4.1 Justificación

Decidimos elegir este tema, ya que, a diario el incremento de tiempos de limpieza preparación y paradas, reflejan limitaciones en la producción, y menores ingresos.

Por otro lado, se analizará la alternativa de proponer la aplicación de Lean Manufacturing, así como también en análisis y evaluación de solución, como la estandarización, técnicas como el SMED y mantenimiento autónomo que permitan la optimización de los procesos a lo largo de todo el proceso de producción de la hamburguesa.

a) Justificación Práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010, pág. 106)

La presente investigación tiene una justificación práctica, porque permitirá encontrar una alternativa de solución al problema de alto número de fallas en los equipos y tiempos de preparación de maquinaria, incrementando la productividad.

b) Justificación Teórica

“En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito de estudio es generar reflexión debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (Bernal, 2010, pág. 106)

La presente investigación se justifica teóricamente, ya que contribuye a incrementar el conocimiento del uso de las herramientas de Lean Manufacturing y así poder aumentar la productividad.

c) Justificación Metodológica

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (Bernal, 2010, pág. 107)

La investigación se justifica metodológicamente; porque permite aplicar herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa.

1.4.2 Importancia del Estudio

Con el presente trabajo queremos aportar al mundo con nuestros conocimientos.

Asimismo, los aportes que queremos exponer son los siguientes:

- Reducción de costos: Toda organización busca reducir los costos para poder obtener mayores ingresos. Con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing, se asegurará la disminución de los costos observados en el diagnóstico inicial.
- Incremento de la productividad: En la actualidad, toda organización busca el incremento sostenido de la productividad. Hacer más con menos. El uso de la menor cantidad de recursos con el fin de producir más sin afectar la calidad del producto terminado.
- Satisfacción del cliente: En el siglo XXI, el cliente es más exigente, más aun con sus requisitos, los cuales se deben satisfacer y ser plasmados en el producto

que se le entrega. Con el Lean aseguramos la entrega del producto a tiempo y en el lugar indicado.

- Optimización de los procesos: Como, por ejemplo, la eliminación de tiempos innecesarios, eliminación de reprocesos, disminución de traslados.

La importancia de este trabajo se basará en el análisis del proceso de producción de la línea de hamburguesas perteneciente a la Unidad de Negocio Procesos Industriales, con un enfoque en: reducción de tiempos de preparación, paradas por falla de equipos y tiempos de limpieza.

Considerando que con la aplicación del SMED se buscara la reducción en los tiempos de preparación. Esto será importante porque nos permitirá optimizar la línea, incrementando así el volumen de producción y asegurando el cumplimiento del programa de producción señalado por el cliente.

Así mismo, con la identificación y el registro de las paradas por falla de equipos, se podrá analizar los tiempos, para así poder reducir y eliminar tiempos muertos que perjudiquen en la línea, presentando ineficiencias en el proceso. Es allí donde se implementa la herramienta Mantenimiento Autónomo y su importancia, que permitirá detectar a tiempo las anomalías de una máquina en específico.

La estandarización será importante porque permitirá al operador establecer un procedimiento con actividades secuenciales que defina tiempos, distancias y herramientas para disminuir la limpieza de equipos de altas dimensiones, que permitan dejar de ser un cuello de botella por los altos índices de tiempo de limpieza que generan.

Con esto, se espera obtener un margen mayor, puesto que el sistema actual es en su mayoría de actividades manuales. También, llevara a un aumento en la productividad, esto es, hacer más con menos. Aseguraremos la entrega inmediata de producto, producto en base a las especificaciones técnicas y principalmente un producto de buena calidad.

Debido al buen estudio y aplicación correcta de la metodología los resultados se verán reflejados en el menor tiempo posible, y servirá como punto de partida para las demás líneas de producción de la empres

Capítulo 2: MARCO TEORICO

2.1 Marco histórico

2.1.1 Productividad

“...la productividad es la regla de conducta fundamental para conseguir la mayor satisfacción con el menor gasto o fatiga” (Quesnay, 1766, pág. 11)

A partir de allí, y durante los años, este término ha ido sido objeto de estudio en todos los procesos de la cadena productiva de una organización.

Debido a que engloba la relación producción y recursos. Es poder saber cuánto es capaz de producir con los recursos utilizados. Vale decir, MOD, Insumos, MP, Servicios, etc.

“Productividad es el cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción”. (Organización para la Cooperación Económica Europea, 1950).

Existen diferentes formas de calcular la productividad, para obtener la medición en base a la cantidad producida contra los recursos totales, contra, recursos específicos.

Hoy en día, con el control y monitoreo de la productividad, podemos saber que tan competitiva es una empresa y más aún, como se incrementa o disminuye la misma. El objetivo de toda empresa es incrementar la productividad. Hacer más, con menos.

2.1.2 Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing inicia como forma de cultura a raíz que en la industria japonesa empezaron a insertar mejoras en los diferentes procesos de las fábricas. Posteriormente, al poder conseguir resultados óptimos, todavía tenían algunas deficiencias en poder alcanzar la rentabilidad objetiva.

Como bien sabemos, la mejora de procesos surgió con el gran Frederick Taylor, con su inserción de la organización del trabajo, así como Henry Ford con las primeras producciones en volumen de autos.

Por otro lado, Lean Manufacturing nació en Japón, de la mano de Sakichi Toyoda (Grupo Toyota), quienes insertaron el pensamiento Lean, Junto a Kiichiro Toyoda y su metodología Just Time y Eiji Toyoda Toyota Production System (TPS).

Debido a crisis en esos años (1973), de las grandes petroleras, Grupo Toyota apostó por su sistema Just in Time. Con esto las empresas del medio siguieron el modelo de Toyota forjando así una ventaja competitiva.

Fue así, que hasta inicios de los años 90', este modelo llegó a Occidente, generando un impacto positivo en eficiencia, flexibilidad y calidad, esto es Lean Manufacturing.

En la actualidad el Lean Manufacturing System de Toyota se aplica en su totalidad a todo tipo de empresas, apoyados con el compromiso y la interrelación en todos los niveles de la organización, con el fin de lograr a Mejora Continua en la organización.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones Nacionales

Palomino, C. (2018) "Propuesta de Mejora de la Productividad en el área de producción en una fábrica de Snacks". Tesis para obtener el título de Ingeniería Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – Perú.

En su investigación, el autor presenta propuestas de mejora para poder optimizar los procesos, incrementar la capacidad de planta; enfocándose puntualmente en los procesos que le generan retrasos; haciendo uso de herramientas de Lean Manufacturing.

Tras el desarrollo de su teoría y evaluación de dichas propuestas, llegó a un diagnóstico que permitió la facilidad para evaluar claramente la organización. Así mismo, logró aumentar en 44.86% la capacidad de envasado para cumplir los despachos en el tiempo determinado.

Orozco, E. (2015) “Plan de Mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. UNIVERSIDAD Señor de Sipán. Pimentel – Chiclayo – Perú.

En esta investigación se buscar implementar un plan de mejora con el fin de aumentar la productividad. Durante una minuciosa observación, y con el uso de herramientas adecuadas, así como la recopilación de datos, obtuvieron los siguientes resultados: deficiencias en producción y limpieza; desorden en áreas de trabajo, información incompleta-

Aplicando Lean Manufacturing, se logró optimizar tiempos y operaciones. Así mismo, la productividad de la Mano de obra aumento en un 6 % y el global aumento en un 15%.

Melgar, M. & Tipacti, M. (2019) realizan una investigación sobre la aplicación de las herramientas SMED (Single Minute Exchange of Die) y 5's, usadas como técnicas de producción esbelta para eliminar los desperdicios con el fin de mejorar la productividad.

La investigación se enfocó en tres factores que influyen directamente en la productividad. Tiempo estándar de producción, costos de producción y espacio ocupado por objetos innecesario en la planta.

Se demuestra a través de la implementación de las herramientas, el aumento de la productividad en un 27%.

Ferreira, J. & Natividad, L. (2019) en su tesis de pregrado tuvo como objetivo mediante una prueba piloto demostrar la mejora de la productividad

mediante el uso de las herramientas lean manufacturing (5's, Poka Yoke y SMED).

El tipo de investigación fue explicativa de tipo cuasiexperimental. Se hizo el análisis de la producción de la zona de sellado de bolsas asa en el periodo comprendido de octubre 2018 a setiembre 2019, se analizaron los reportes de proceso, así como la toma de tiempos en tareas que no agregaban valor dentro del proceso, se pudo identificar la pérdida de tiempo en la búsqueda de herramientas y la ubicación de las bobinas de materia prima para el proceso de sellado, la pérdida de tiempo en el cambio de bobina y la pérdida de tiempo en los cambios de herramienta.

Los resultados, arrojaron una minimización en los tiempos muertos (búsqueda de material en proceso y herramientas mediante la implementación de las 5'S), la minimización de tiempos muertos en los cambios de bobina del proceso mediante el Poka Yoke y la minimización de tiempos en cambio de herramienta mediante el SMED.

2.2.2 Investigaciones Internacionales

Ruiz, J. (2016) "Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria". Proyecto Fin de Master para obtener Master en Ingeniería Aeronáutica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Después de analizar la situación actual de la empresa, el autor propone enfocarse en el proceso de manipulación del esparrago verde. Ante esto, se logra identificar posibles cuellos de botella, así como oportunidades de mejora a lo largo de todo el proceso de producción.

Utiliza indicadores con el objetivo de hacer comparativos entre escenarios anterior a la implementación y posterior, y así poder implementar las herramientas del Lean, siendo estas la que puedan incurrir en menor costes para la empresa, así como nivel de complejidad según el Core del negocio.

Con esto, se obtuvieron los siguientes logros: Se implementaron las metodologías del Lean teniendo acogida positiva en el personal, concientizándoles que “siempre hay un método mejor” a fin de optimizar sus procesos. Se consiguió que el personal se torne más analítico en sus actividades, aumentando así la eficiencia en el sistema.

Así mismo se logró implantar una cultura de importancia y valor en los colaboradores puesto que ellos están en mayor contacto con el medio de trabajo y son los primeros en identificar si su línea esta con problemas. Y por tal motivo poder imaginar y proponer soluciones para mejora.

Velandia, L. (2018) “Estado del Arte sobre la Implementación del Modelo de Gestión Lean Manufacturing en la Industria de Alimentos”. Monografía para optar el título de Especialista en Gerencia de la Calidad. Fundación Universidad de América Facultad de Educación Permanente y Avanzada Especialización Gerencia de la Calidad. Bogotá, Colombia.

En su estudio, el autor decide enfocarse como análisis en la industria alimentaria evidenciando características puntuales como el mercado, la perecibilidad, entre otras, que permitan a la empresa poder desarrollar una ventaja competitiva entre las demás empresas del sector.

Como primer paso, se hizo la recopilación de la documentación necesaria, como estudios anteriores, comportamiento del mercado, que permitan obtener una información de forma más detallada. Posteriormente, se entrelaza y relaciona esta documentación con las herramientas del Lean a fin de establecer el nivel de desarrollo que genera el Lean en estas empresas con sus respectivas herramientas.

Se obtuvieron como resultados los siguientes: Las herramientas más usadas en la industria de alimentos son: 5S, SMED y el Value Stream Mapping.

A su vez, se ha demostrado que el Lean Manufacturing tiene mayor adaptabilidad en las empresas del sector haciendo disminuir los costos de

producción, así como también aumentar la satisfacción de los clientes y reducir los desperdicios.

Cevallos, F. (2012) “Estudio para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa Plastimec CIA LTDA. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial y de Procesos. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Tecnológica EQUINOCCIAL. Quito, Ecuador.

El autor, en su trabajo, establece un estudio para buscar la mejora de procesos de la empresa en análisis. Mediante la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas. Con el objetivo de eliminar los desperdicios y fallas encontradas en el proceso productivo. Inicialmente, opto por analizar la situación actual de la empresa, así como el producto elegido, siendo este último el que tiene mayor demanda en el mercado. Con esto se le facilitaron el histórico de ventas, reportes, volúmenes de producción e ingresos.

Después, analizando la mejor herramienta del Lean Manufacturing, se enfocó en los desperdicios encontrados en el proceso productivo.

Los logros obtenidos se evidenciaron en la disminución de tiempos de conseguir materiales para las actividades, reducción de transporte, aumento en el volumen de la producción. Así mismo, se involucró al personal operativo teniendo grandes resultados: concientización de éste, en las actividades, promover iniciativas de mejora en el personal, aportaban ideas, se marcó la proactividad, se desarrolló la capacidad para resolver problemas.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Productividad

- Definiciones de productividad

“La productividad puede definirse como el arte de ser capaz de crear, generar o mejorar bienes y servicios. En términos económicos simples, es una medida promedio de la eficiencia de la producción”. (Nemur, 2016, pág. 3)

Según Nemur, la productividad, radica más desde el enfoque de creación y la mejora de productos. A su vez, nos da un panorama que tiene relación

directamente con la forma de hacer más optimizando recursos para la producción.

“Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron” (García, 2011, pág. 17)

Para García, quien se enfoca más en el uso de recursos, proyecta un panorama en donde la relación productos y recursos son los más importantes dentro de toda la línea de producción.

- Ciclo de la Productividad

El concepto del ciclo de productividad nos muestra que el mejoramiento de la misma debe estar precedido por la medición, la evaluación y la planeación. Las cuatro etapas son importantes, no solo una de ellas (ver figura 5).

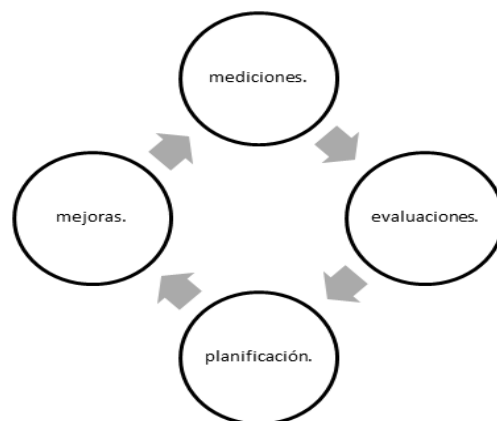


Figura 5 Ciclo de la productividad

Fuente: Elaboración propia

-Medición. Identificar la unidad de medida (clientes, producto, departamentos, plantas).

-Evaluación. Calcular productividad, dentro de un periodo determinado.

-Planificación. De Largo o corto plazo, según criterios.

-Mejoras: Son basadas en tecnología, materiales, mano de obra, procesos y productos.

Con la propuesta de este ciclo de la productividad, Rodríguez; indica que la aplicación de este sistema generara el incremento en la productividad y parte en la rentabilidad de la organización. Como primer paso, realizar la medición de la misma, establecer fecha de inicio y fin para análisis, después, establecer tiempo en cumplimiento de actividades, y como último paso, las mejoras en general.

- Tipos de productividad

La formulación de la productividad puede plantearse de tres maneras:

- a) Productividad total: es el cociente entre la producción total y todos los factores empleados.
- b) Productividad multifactorial: relaciona la producción final con varios factores, normalmente trabajo y capital.
- c) Productividad parcial: es el cociente entre la producción final y un solo factor. (Cruelles, 2013, pág. 25)

Según Cruelles, que plasma tres diferentes tipos de productividad, nos muestra varias productividades a partir de la total. Con esto podemos obtener y analizar según los factores empleados en un proceso, si la productividad aumenta o disminuye.

- Cómo se calcula la productividad

“La productividad es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleadas en conseguirla”. (Cruelles, 2013, pág. 24)

La definición anterior concuerda con lo dicho por varios autores, basada principalmente en la división de cuanto se utilizó para producir una cierta cantidad de producto.

La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la

cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relacione lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlos (entradas o insumos). (Carro & Gonzáles, 2012, pág. 1)

$$productividad=salidas/entradas$$

Para los autores citados en el párrafo anterior, la productividad la enfocan en la evolución y estabilidad del comportamiento de un proceso, donde ingresan insumos, y durante una transformación, se obtiene un producto o servicio final.

- Importancia de la productividad

“La importancia de la productividad para aumentar el bienestar social se reconoce ahora universalmente. No existe ninguna actividad humana que no se beneficie de una mejor productividad”. (Prokopenko, 1989, pág. 6)

Es importante porque una parte mayor del aumento del ingreso nacional bruto, o del PNB, se produce mediante el mejoramiento de la eficacia y la calidad de la mano de obra, y no mediante la utilización de más trabajo y capital. En otras palabras, el ingreso nacional, o el PNB, crece más rápido que los factores del insumo cuando la productividad mejora. (Prokopenko, 1989, pág. 6)

Para Prokopenko, la importancia de la productividad pasa por un tema de cómo y cuan bien se están utilizando los recursos para poder producir mayor cantidad; sin aumentar el uso de dinero y sobrecarga de operaciones.

- Factores de la productividad

- a) Factores internos

Prokopenko (1989), en su libro *La Gestión de la Productividad*, nos expone:

“Como algunos factores internos se modifican más fácil que otros, es útil clasificarlos en dos grupos: duros (no fácilmente cambiables) y blandos (fáciles de cambiar). Los factores duros incluyen los productos, la tecnología, el equipo y las materias primas, mientras que los factores

blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas, procedimientos de organización, los estilos de dirección, y lo métodos de trabajo”. (p.11)

Prokopenko, clasifica como factores internos, todo aquello cambiante en el tiempo mientras que los que se pueden mejorar en el tiempo, son aquellos principalmente formas y métodos de trabajo.

b) Factores externos

Prokopenko (1989), en su libro *La Gestión de la Productividad*, nos señala:

“Entre los factores externos cabe mencionar las políticas estatales y los mecanismos institucionales, la situación política, social y económica; el clima económico; la disponibilidad de recursos financieros, energía, agua medios de transporte, comunicaciones y materias primas”. (p.16)

Por otro lado, con relación a los factores fuera del proceso, se centra en un análisis totalmente externo abarcando hasta un análisis PESTEL del mismo.

2.3.2 Lean Manufacturing

El objetivo del Lean Manufacturing es reducir lo máximo posible los residuos de forma constante para maximizar el flujo del proceso. Tiene su enfoque en la reducción de costes, minimización de mermas y una mejor gestión de recursos.

El objetivo es minimizar los residuos con el fin de optimizar el proceso, esto es, generar más. Lo cual se ve reflejado en la reducción de los costos, y en el uso eficiente de los recursos.

Hernández & Vizán (2013) definen el Lean Manufacturing como:

“Una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios” (p. 10).

“La manufactura esbelta se entiende por hacer más con menos, es decir, utilizar la menor cantidad de recursos ya sea en tiempo, insumos, personal, maquinaria, etc.” (Villaseñor & Galindo, 2007, pág. 19)

“... el objetivo primordial de la Manufactura esbelta es minimizar el desperdicio (Muda). Que es todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar” (Villaseñor & Galindo, 2007, pág. 21)

Tal como se observa en la figura 6, antiguamente, las empresas fijaban su precio venta en base al costo de producción más el margen de utilidad que se deseaba. En la actualidad, la economía es un factor altamente competitivo, desplegando generalmente competencia en precios que pueden en su mayoría ser establecidos por el mismo cliente.

Bajo estas circunstancias, la manufactura esbelta propone un nuevo pensamiento para que se pueda obtener una ganancia. Y la única manera es eliminando los desperdicios.

Es por ello, la importancia que se le da a la eliminación de estos en los procesos ya que es la base para maximizar las ganancias.

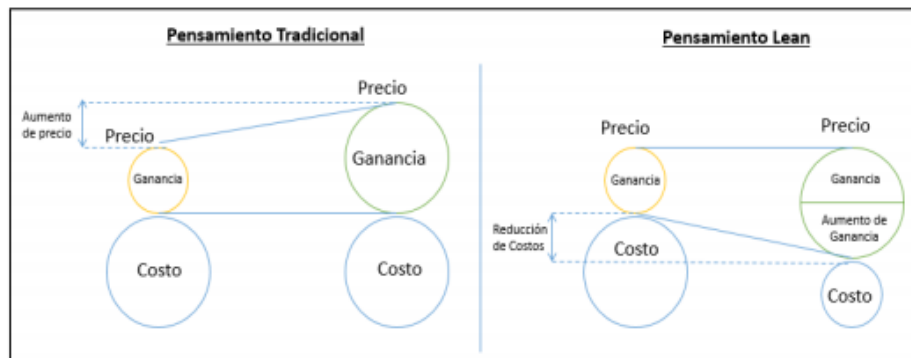


Figura 6 Pensamiento tradicional vs Pensamiento Lean

Fuente: Villaseñor y Galindo, 2007

- Principios del Lean Manufacturing

“El pensamiento Lean proporciona un método para especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la secuencia óptima, realizar estas actividades sin interrupción y hacerlas cada vez más eficaz” (Womack & Jones, 2003, pág. 15)

A continuación, se explicarán los 5 principios Lean para que las organizaciones puedan mejorar su flujo de valor:

a) Especificar el Valor

El valor es un producto específico (un bien o servicio) que satisface las necesidades del cliente a un precio concreto y en un momento determinado, por ello se debe especificar el valor de forma precisa para no entregar productos o servicios que no agreguen valor y que el cliente no está dispuesto a pagar por ello.

b) Identificar el flujo de valor

Consiste en realizar un mapa de flujo de información y materiales en toda organización, y por medio de indicadores identificar oportunidades de mejoras y eliminar los desperdicios que no añaden valor en la empresa.

c) Flujo

En esta etapa, se debe hacer que fluya de manera más rápida las etapas creadoras de valor con el objetivo de crear un flujo continuo sin ninguna interrupción.

d) Pull (Atracción)

Consiste en dejar que sea el cliente quien atraiga el producto de acuerdo con sus necesidades, en lugar de empujar productos no deseados hacia el consumidor generando inventarios y sobreproducción

e) Alcanzar la perfección

Una vez realizado los pasos anteriores, las organizaciones reducen sus esfuerzos, tiempo, espacio, coste y fallos, ofreciendo productos que el consumidor verdaderamente desea.

- Clasificación de los desperdicios

“...los desperdicios pueden clasificarse en 7 tipos y que estos pueden ser aplicados dentro del desarrollo de un producto y en la oficina, no solo en la línea de producción” (Villaseñor & Galindo, 2007, pág. 20)

1. **Sobreproducción**

Producir artículos para los que no existen orden de producción; esto es producir producto antes de que el consumidor lo requiera, lo cual provoca que las partes sean almacenadas y se incremente el inventario, así como el costo de mantenerlo.
2. **Espera**

Los operadores esperan observando las maquinas trabajar o esperan por herramienta, partes, etc. Es aceptable que la maquina espere al operador, pero es inaceptable que el operador espere a la maquina o a la materia prima.
3. **Transporte innecesario**

El movimiento innecesario de algunas partes durante la producción es un desperdicio. Esto puede causar daos al producto o a la parte, lo cual crea un retrabajo.
4. **Sobre procesamiento o procesamiento incorrecto**

No tener claros los requerimientos de los clientes causa que en la producción se hagan procesos innecesarios, los cuales agregan costos en lugar de valor al producto.
5. **Inventarios**

El exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costos por transportación, almacenamiento y retrasos. También el inventario oculta problemas tales como producción desnivelada, entregas retrasadas de los proveedores, defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de set-up. Al mismo tiempo se necesita personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario.
6. **Movimiento innecesario**

Cualquier movimiento innecesario hecho por el personal durante sus actividades, tales como mirar, buscar, acumular partes, herramientas, etc. Caminar también puede ser un desperdicio.
7. **Productos defectuosos o retrabajos**

Producción de partes defectuosas. Reparaciones o retrabajo, scrap, reemplazos en la producción e inspección significan manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

- Herramientas

“...para obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las técnicas más importantes se deben agrupar en 3 grupos” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 34)

En la tabla 2, se puede observar un resumen de los 3 grupos.

Tabla 2 Técnicas del Lean Manufacturing

1er Grupo (características, calidad y posibilidad real, puede implantarse a cualquier casuística)	2do Grupo (mayor compromiso en todos los niveles de la organización)	3er Grupo (cambio de forma de planificación y control de la producción)
<p>Las 5S. Mejora las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo. SMED. Disminución de los tiempos de preparación. Estandarización. Elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.</p>	<p>Jidoka. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores. Técnicas de calidad. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos. Sistemas de participación del personal (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal</p>	<p>Heijunka. Técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza. Kanban. Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.</p>

<p>TPM.</p> <p>Acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las perdidas por tiempos de parada de las máquinas.</p> <p>Control visual.</p> <p>Facilitar a los empleados el conocimiento del estado del sistema y avance de las acciones de mejora.</p>	<p>que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.</p>	
--	---	--

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3 SMED

“SMED se utiliza cuando necesitamos reducir los tiempos de ciclo, aprovechando, al máximo el tiempo disponible para producir y utilizando menos tiempo para cambiar herramientas...” (Socconini, 2019, pág. 186)

Lo dicho por Socconini, nos damos cuenta de que la herramienta SMED es una alternativa a optar a fin de minimizar tiempos de cambio y transformarlo en tiempos de operación a fin de incrementar el volumen de producción.

Según Godinez & Hernandez (2014), define SMED como:

Una técnica desarrollada por Shigeo Shingo para cambiar datos en una maquina estampado, prensa, etc. En menos de diez minutos. En general es la habilidad para hacer cualquier preparación de máquinas o procesos al dividirla en la preparación interna y externa. Las variaciones son:

- Cambio de un solo digito: Ejecutar la actividad de la preparación en menos de 10 minutos
- OTED-cambio de dato de un solo toque: Cambio de dato con un movimiento físico o un procedimiento extremadamente sencillo para la preparación.
- Tiempo de funcionamiento (UpTime)

- Es el porcentaje de tiempo que una máquina estará disponible para producir trabajo productivo
- Su cálculo se basa en determinar la razón del tiempo productivo (tiempo disponible neto menos el tiempo de paros no planeados) sobre el tiempo disponible neto. (p.135)

Para Godínez y Hernandez, esta técnica repercute directamente en la preparación de máquinas usadas en una línea de producción. Clasifica parámetros tanto interiores y exteriores del equipo con el fin de que los cambios de piezas no limiten los tiempos de producir más.

SMED (Single Minute Exchange of Die), es una técnica desarrollada por Shigeo Shingo, destacado ingeniero de Toyota, la cual incurre en la reducción del tiempo de preparación de la máquina a minutos de un solo dígito; es decir, en un periodo menor a 10 minutos. (Rajadell & Sánchez, 2010, pág. 124)

En la tabla 3, se observa los tipos de procedimientos que se pueden presentar. En esta investigación el procedimiento de tiempo de cambio a utilizar es el cambiar utillajes y herramientas.

Shingo divide el SMED en dos tipos de operaciones: las operaciones internas, las cuales radican en el montaje y desmontaje de piezas de una máquina inactiva; y las operaciones externas, las cuales consisten en el transporte de piezas y/o herramientas mientras la máquina esté activa o no. (Villaseñor & Galindo, 2007, pág. 61)

Tabla 3 Procedimiento de Tipos de Cambio

PROCEDIMIENTOS DE TIEMPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CAMBIO
Cambiar utillajes y herramientas	Estos procedimientos son típicos en talleres mecánicos, donde los operarios han de fijar y retirar moldes, sierras, fresas, etc.
Cambiar parámetros estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros estándares usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales	Cada vez que en una línea cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos casos incluye el cambio de utillajes.
Preparación general previa a la fabricación	Este tipo de preparación incluye una gran variedad de actividades para tener a punto el material, los útiles, las herramientas o los accesorios, por ejemplo: arreglar el equipo, ensayar el proceso y ajustar, limpieza general, asignar tareas a trabajadores, revisar planos, etc.

Fuente: Rajadell y Sánchez (2010),

“...para hacer realidad esta técnica las empresas deben realizar el estudio de tiempos y movimientos asociados netamente a las tareas de preparación, los cuales serán caso de estudio para su reducción y mejoramiento a través de 4 fases bien diferenciadas” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 43)

- Fase pre-liminar: Algunas de las tareas que pueden realizarse de forma externa se realizan de forma interna, lo que genera que la máquina se encuentre detenida largos periodos de tiempo. En esta etapa se busca identificar las operaciones internas y externas
- Fase 1: Esta etapa tiene como objeto la separación de operaciones, ya que gran parte de operaciones externas que se realizan como internas. De esta manera, el tiempo de inactividad de la máquina se reduciría en aproximadamente un 30% a 50%. Esta etapa es clave en la técnica SMED.
- Fase 2: Esta etapa se basa en la reevaluación de las operaciones que en un principio se consideraban como internas con el fin de buscar formas de convertirlas en externas. Si bien es cierto, no todas las operaciones internas pueden ser convertidas en externas, estas deben ser también evaluadas a fin de ser mejoradas continuamente.
- Fase 3: Consiste en el análisis detallado de cada operación, con la finalidad de identificar los cambios y mejoras a aplicar en cada una de ellas.

En la figura 7, se observa una representación gráfica de las 4 fases.

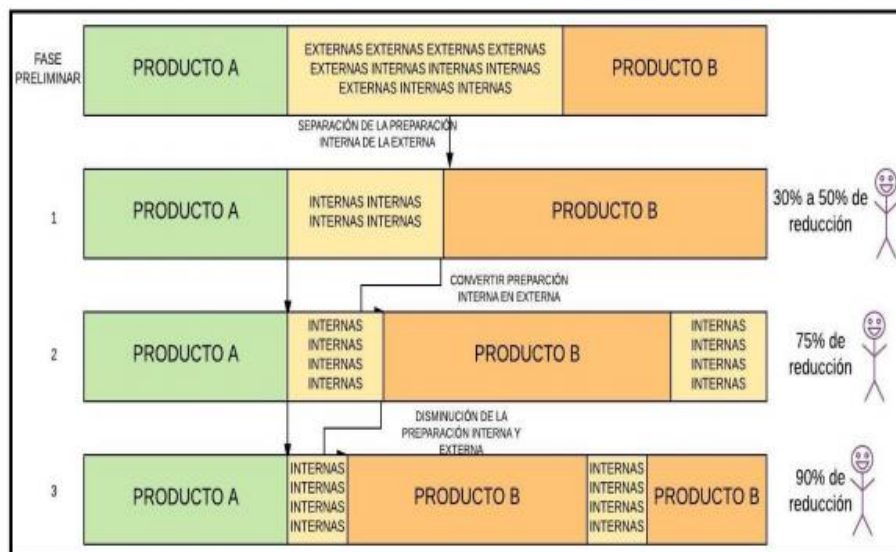


Figura 7 Fases del SMED

Fuente: Villaseñor y Galindo (2007),

2.3.4 TPM

Conforme afirma Hernández y Vizán (2013), el TPM (Total Production Maintenance) es un conjunto de técnicas enfocadas en la eliminación de averías de las máquinas que son parte de la producción, con la finalidad de que se encuentren disponibles cuando son requeridas. Las 3 metas trazadas del TPM son:

- Maximizar la eficacia del equipo
- Desarrollar un sistema de mantenimiento de acuerdo con el ciclo de vida útil de cada equipo, el cual inicie desde el diseño del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos en la planificación, diseño, uso y mantenimiento de los equipos.

La aplicación de esta técnica crea en los operarios un sentido de responsabilidad en cuanto al cuidado, control y mantenimiento de los equipos con el fin de no acortar su ciclo de vida y tenga un buen funcionamiento. La implementación de esta técnica puede desplegarse en 5 fases:

1. Fase preliminar: En esta etapa es necesario evidenciar las máquinas que se utilizan, así como las averías que sufren o pueden sufrir más adelante y, como consecuencia, las tareas preventivas a aplicar.
2. Primera fase: Línea en su estado inicial El objetivo de esta primera fase es el dejar la línea de producción en su estado inicial, sin ningún tipo de mancha (aceite, grasa, etc.) y libre de cualquier partícula.
3. Segunda fase: Eliminar fuentes de suciedad Como parte de la línea de producción, hay equipos que cuentan con zonas que son fuentes de suciedad, ya sea por fuga de gas, aceite o virutas, por ejemplo; sin embargo, pese a la limpieza continua que se le aplique, el equipo seguirá generando ese tipo de suciedad; por lo tanto, pueden ser consideradas como “anormalidades” que son parte del equipo.
4. Tercera fase: Know-how de la inspección de un equipo Para esta fase, es necesaria la participación del personal de producción, el cual será capacitado, poco a poco, con tareas propias del mantenimiento del equipo. Acorde a la adaptación de los operarios, las tareas serán más detalladas y multidisciplinarias.

5. Cuarta fase: Mejora Continua En esta etapa, los operarios realizan las tareas de mantenimiento de forma autónoma; sin embargo, deben ser evaluados por indicadores, como por ejemplo el OEE.

Según Rajadell y Sánchez (2010), el OEE (Overall Equipment Efficiency) es un indicador que es evaluado diariamente, tomando en cuenta la fracción de tiempo que el equipo se encuentra operando (D), de tal manera que se identifique los tiempos de parada y las fallas; el nivel de funcionamiento del equipo (E), el cual refleja las pérdidas por tiempos muertos, paradas y pérdidas de velocidad; la fracción de producción obtenida (C), las cuales cumplen con los estándares del producto ofrecido por la empresa (véase figura 8).



Figura 8 Componentes del OEE

Fuente: Hernández y Vizán (2013)

Mantenimiento autónomo

“La filosofía básica del mantenimiento autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe de su mantenimiento”. (Cuatrecasas & Torrell, 2010, pág. 131)

La mejora de la eficiencia y competitividad que puede lograrse de la mano del Mantenimiento Autónomo se deriva de:

- La combinación del trabajo y mantenimiento en el mismo puesto de trabajo permite ahorrar tiempos (de vacío) y esfuerzos, y da lugar a una actuación más

rápida. - El trabajador conoce mejor que nadie su equipo y sabe lo que necesita y cuando lo necesita, y puede darle un mantenimiento rápido y eficiente.

- El trabajador conoce cuando el equipo está próximo a una avería o a la necesidad de cambio de algún componente (un ruido, una holgura, algún indicador, etc). (Cuatrecasas & Torrell, 2010, pág. 133)

Dado que la implementación del Mantenimiento Autónomo implica que se involucren las personas y la organización en la nueva gestión de los equipos y su mantenimiento, con los cambios y aprendizaje necesarios, será preciso que dicha implantación tenga lugar de forma paulatina, asumiendo distintos niveles cada uno de los cuales suponga una nueva progresión.

2.3.5 VSM

“... esta herramienta permite visualizar todos los procesos involucrados en la elaboración de un producto tanto los que agregan, como los que no agregan valor (Villaseñor & Galindo, 2007, pág. 42)

Además, indican que el mapeo de procesos es una herramienta imprescindible debido a las siguientes ventajas:

- Ayuda a visualizar más de un nivel de procesos de producción, es decir que se aprecia realmente el flujo del proceso.
- Ayuda a apreciar más desperdicios, localizando fuentes de las mismas en los procesos productivos.
- Ayuda a la toma de decisiones gracias a la información más detallada obtenida del estudio del proceso.
- Funciona como unos borrados o ante proyecto para la implementación de la manufactura esbelta.

Esta técnica permite mostrar los flujos de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente final y busca reducir y eliminar desperdicios durante toda la cadena productiva y logística.

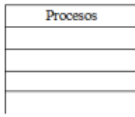





Caja de Información de Proceso de Manufactura		Proceso, operación, maquina o departamento. Acompañado por información importante con respecto al flujo
Cliente o Proveedor		Representa al: Proveedor en la esquina superior izquierda Cliente en la esquina superior derecha
Transporte		Transporte externo
Flecha de Flujo		Transporte o movimiento de material
Tiempo en Inventario		Diferentes tipos de inventario del proceso.
Flujo de Información		Proporciona informacion

Figura 9 Simbología VSM

Fuente: Elaboración Propia

2.3.6 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso o diagrama de analisis nos brinda una representación grafica del orden de operaciones en general que pasan a traves de un proceso.

A su vez, estas pueden ser: Operación ,Transporte, Demoras, Almacenaje; con su respectivos tiempos transcuridos.

El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos. (Niegel, 2009, pág. 26)

Tal como indica Niebel, este diagrama nos permite identificar las operaciones que no agregan valor (distancias recorridas, retrasos) para minimizarlas y/o eliminarlas. En la figura 10, se puede apreciar la simbología del diagrama de proceso.


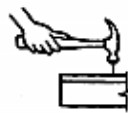


















Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Figura 10 Símbolos de un Diagrama de Proceso

Fuente: Niebel y Freivalds (2009)

2.4 Definición de términos básicos

Mermas:

Residuo o partes de producto que no cumplen con las especificaciones técnicas y que no generan valor en un proceso productivo.

Volumen de Producción:

Cantidad total destinada a producir en un periodo determinado, en base a la capacidad de producción que pudiera tener toda planta u organización. Se expresa generalmente en unidades de cantidad: (lts, piezas, kg, tn, etc.).

Proceso

Conjunto de actividades interrelacionadas que tienen ingresos (insumos) pasando por transformación, donde se obtienen salidas (productos y/o servicios).

Tiempo de Ciclo:

Tiempo generado de una operación.

Indicador:

Dato que permite medir el comportamiento de un proceso.

Sistema:

Conjunto de actividades interrelacionadas que tienen entradas y salidas para tener como resultado un producto.

Paradas:

Tiempos que generan pausa en una producción.

Mantenimiento:

Actividad que se realiza a una maquina y/o pieza para su mejor desempeño

Limpieza:

Actividad que implica el retiro de suciedad y/o elementos de alguna cosa.

Disponibilidad:

Cualidad o condición de disponible de las máquinas

Rendimiento:

Cociente de la Producción Real, entre la Capacidad Productiva, para un periodo de producción determinado.

Flow-pack

Máquina que se encarga del empaque del producto

Formadora

Maquina moldeadora de las hamburguesas

CAPITULO 3: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 General

Mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados

3.1.2 Específico

Mediante la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Mediante la aplicación del mantenimiento autónomo se reducirá las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Con la estandarización del trabajo se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

3.2 Variables

3.2.1 Conceptualización de variables

Tabla 4 Conceptualización de variable dependiente

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DEFINICION	TECNICAS
¿En qué medida, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	productividad	"La productividad puede definirse como el arte de ser capaz de crear, generar o mejorar bienes y servicios. En términos económicos simples, es una medida promedio de la eficiencia de la producción". (Nemur, 2016, P.3)	Tecnicas de Recolección de datos
a. ¿En qué medida, con la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	tiempos de preparación de maquina	Abarca todos el tiempo usado en las actividades previas a la operación. Esto es: alineamiento de molde, cambio de molde, prueba de molde, prueba de servicios (agua, aire, etc).	Observación, Toma de tiempos, Diagramas de Analisis de Proceso.
b. ¿En qué medida, con el mantenimiento autonomo se reducirán las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	paradas por falla de equipos	Consiste en el numero de veces que se registra parada del equipo. Por descalibración, fallas o daños en los mismos.	Tecnica de Procesamiento de Datos
c. ¿En qué medida, con la estandarización del trabajo, se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	tiempos de limpieza	Son todas las actividades de limpieza que o generan valor al proceso en si. Esto es, limpieza de equipos y valiación de los mismos.	Sotware Excel, Programas de simulación, SPSS.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5 Conceptualización de variable independiente

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DEFINICION	TECNICAS
¿En qué medida, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se incrementará la productividad del área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	"El objetivo del Lean Manufacturing es reducir al mínimo los residuos de forma continua para maximizar el flujo. Tiene su enfoque en la reducción de costes, minimización de residuos y una mejor gestión de materiales" (Vinodh y Joy, 2014, p. 45).	Técnicas de Recolección de datos:
a. ¿En qué medida, con la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología SMED	"SMED se utiliza cuando necesitamos reducir los tiempos de ciclo, aprovechando, al máximo el tiempo disponible para producir y utilizando menos tiempo para cambiar herramientas..." Socconini, L. (2018, p. 186)	Reportes de Producción, Observación, Entrevistas a Supervisores.
b. ¿En qué medida, con el mantenimiento autonomo se reducirán las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Mantenimiento Autonomo	"La filosofía básica del mantenimiento autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe de su mantenimiento". (Cuatrecasas.L & Torrel.F, 2010, pág. 131).	Técnicas de Procesamiento de Datos:
c. ¿En qué medida, con la estandarización del trabajo, se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Estandarización del Trabajo	"Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas mas eficaces y fiables de una fabrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas, maquinas, materiales, m.netodos, mediciones, e información con le objcto de hace productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y raptmente.	Se usaron los programas Excel ,Minitab, SPSS, a fin de realizar el analisis estadistico

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Operacionalización de variables (Véase Anexo 1)

Tabla 6 Operacionalización de la variable dependiente

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
¿En qué medida, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	productividad	tiempos de preparación de maquina / paradas por falla de equipos / tiempos de limpieza	-
a. ¿En qué medida, con la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	tiempos de preparación de maquina	Mantto Preventivo	T. preparación inicial vs T. preparación final
b. ¿En qué medida, con el mantenimiento autonomo se reducirán las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	paradas por falla de equipos	Tiempo entre fallas Piezas y/o componentes defectuosos	Nº de paradas de equipo inicial vs Nº de paradas de equipo final
c. ¿En qué medida, con la estandarización del trabajo, se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE DEPENDIENTE	tiempos de limpieza	Limpieza y validación	T. preparación inicial vs T. preparación final

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7 Operacionalización de la variable independiente

PROBLEMA	TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
¿En qué medida, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing	SMED, Mantenimiento autonomo, Estandarización del trabajo	-
a. ¿En qué medida, con la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Metologia SMED	Identificación de Operaciones Internas y Externas	%reducción tiempo= (T. total actual - T.total mejorado) / T. total actual
b. ¿En qué medida, con el mantenimiento autonomo se reducirán las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Mantenimiento autonomo	Mantenimiento Planificado Registro de Fallas	%OEE= Rendimiento x disponibilidad x calidad
c. ¿En qué medida, con la estandarización del trabajo, se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	VARIABLE INDEPENDIENTE	Estandarización del Trabajo	Clasificación de Actividades Instructivos formales	%reducción tiempo= (T. total actual - T.total mejorado) / T. total actual

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 4: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1 Tipo y nivel de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo porque a través de datos numéricos y su respectivo análisis se demostrará o probará la hipótesis de la investigación. A su vez, se manipulará la variable independiente (Lean Manufacturing) a fin de saber en cuanto podría incrementar la productividad.

El nivel de la investigación es explicativo porque tiene como objetivo identificar y analizar cuáles son las causales de la variable independiente y desarrollar los resultados de la variable dependiente

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 95), los estudios explicativos:

“Van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables”.

4.2 Diseño de investigación

“En la investigación experimental las variables pueden manipularse por separado o conjuntamente con otras para conocer sus efectos, en la investigación no experimental no podemos hacerlo”. (Fresno, 2019, pág. 82)

La manipulación de las variables también se puede realizar en el diseño cuasiexperimental.

El diseño de la presente investigación es cuasiexperimental por 2 motivos principalmente:

- Se manipulará la variable dependiente para observar el efecto sobre la variable independiente.
- La muestra fue tomada a conveniencia de los investigadores.

Así mismo se analizarán las causas que producen los efectos señalados a lo largo de la investigación. Se busca obtener un panorama más claro para investigaciones siguientes.

4.3 Población y muestra

Población

La población de estudio estuvo compuesta por todas las líneas de producción de la empresa, las cuales son: hidrobiológicos, cárnicos, lácteos, agroindustrias, conservas y hamburguesas.

Muestra

Para la muestra se utilizó el muestro no probabilístico debido a que la muestra fue obtenida en función a nuestro criterio.

La muestra será la línea de hamburguesas la cual fue elegida por conveniencia debido a la accesibilidad a esta.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se utilizaron en esta investigación fueron:

- Observación directa, es observar cada uno de los recursos involucrados dentro del proceso de producción en el área de congelado, con el fin de obtener información relevante para la investigación (flujogramas, diagramas de procesos y operaciones).
- Documentos y registros, se refiere a toda la información recopilada de la empresa donde se está realizando el trabajo de investigación. Se hará uso de históricos de producción, reporte de unidades reprocesadas.
- Estudio de tiempos, consiste en medir y recolectar información sobre el tiempo y el ritmo de trabajo empleado en una actividad o proceso determinado, realizado bajo ciertas condiciones
- Entrevista con el jefe de área, supervisor y trabajadores para tener un mejor panorama del proceso productivo.
- Encuesta a los trabajadores y supervisores para tener un mejor panorama de las maquinas que presentan más fallas.

Se utilizaron los siguientes instrumentos para el desarrollo del trabajo de investigación:

- Formato de estudio de tiempos para recolectar y registrar los datos (Véase Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5).

- Cronometro para la toma de tiempos del proceso
- Encuesta referente a las maquinas dentro del proceso productivo (Véase Anexo 2).

4.5 Procedimientos para la recolección de datos

Para la recolección de datos del proceso productivo de hamburguesas se realizarán los siguientes procedimientos:

1. Se realizará una visita a la empresa para hacer un análisis observacional de toda la línea de producción; para luego elaborar un diagrama de flujo del proceso.
2. Se recopilará data de los registros de producción de la empresa que se encuentran en formatos Excel; los cuales serán validados por el supervisor de producción de la empresa.
3. Se elaborará una guía para realizar una entrevista al jefe y supervisor de producción de la empresa, para obtener información más detallada acerca del proceso de producción.
4. Se realizará un diagrama de Pareto de los principales problemas observados más recurrentes de la empresa (Altos tiempos de preparación de maquinaria, Falla en los equipos, altos tiempos de limpieza)
5. Para los altos tiempos de preparación de maquinaria aplicamos las herramientas del Lean Manufacturing el SMED en donde lograremos reducir los tiempos de preparación de máquina.
6. Para el alto número de fallas en los equipos, se aplicará la herramienta TPM – mantenimiento autónomo.
7. Con respecto a los altos tiempos de limpieza, se aplicará la herramienta de la estandarización del trabajo con el fin de reducir los tiempos y movimientos innecesarios.
8. Al lograr reducir los tiempos de preparación de máquina, limpieza y reducir las paradas en los equipos, se estará mejorando la productividad.

4.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La información obtenida se procesó utilizando los siguientes programas:

- Excel 2016
- IBM SPSS Statistics Versión 25

Una vez procesada la información se obtendrá gráficos, tablas y diagramas que servirán para el análisis y obtención de resultados.

Así mismo se validaron los instrumentos por parte del juicio de 3 expertos que nos dan la confiabilidad de los mismos. (Véase Anexos 6, Anexo 7, Anexo 8, Anexo 9, Anexo 10, Anexo 11)

Se validará la hipótesis a fin de poder establecer las conclusiones y recomendaciones correspondientes al término de la investigación.

CAPITULO 5: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Diagnostico y situación actual

5.1.1 Tiempos de preparación de maquina (cambio de formato)

Los cambios de formato se dan de manera diaria según la programación de producción de la semana. Como mínimo se da un cambio de formato por día, pero en ocasiones se dan hasta 3 cambios debido a la gran cantidad de presentaciones que cuenta la empresa.

Ante la variedad de presentaciones de las hamburguesas que se manejan en la empresa, se optó por hacer el estudio para las hamburguesas que tienen una mayor demanda las cuales son:

- La super SF (Carne)
- Casera con Pollo (Apanado)
- Super Rica (Galleta)

Además, que la preparación de máquina para estas presentaciones son las que toma mayor tiempo.

En la figura 11 se aprecia una muestra de 5 observaciones con los tiempos que toma el cambio de formato en la hamburguesa Super SF (en minutos), estos datos son obtenidos del anexo 4: Toma de tiempos de preparación de maquina antes de la mejora.

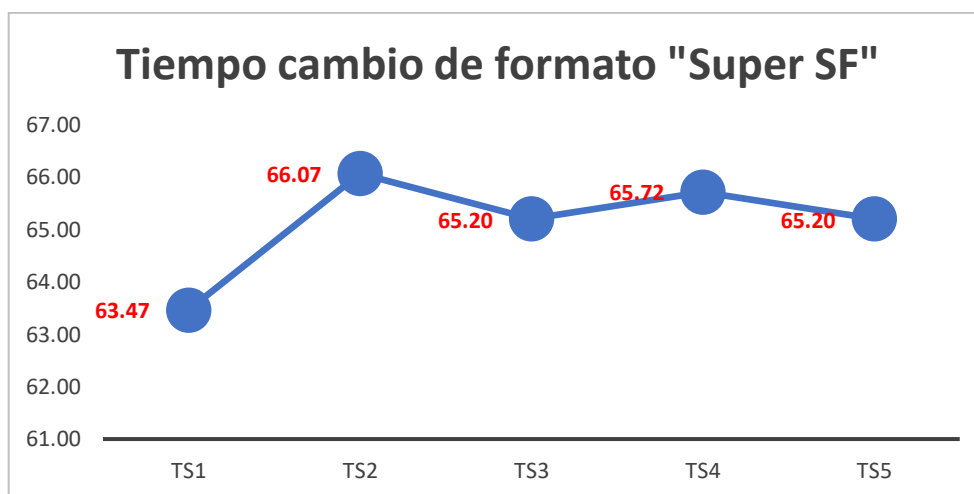


Figura 11 Tiempo de preparación maquina (cambio formato)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se observa el promedio del tiempo estándar que toma realizar cada una de las actividades para la preparación de maquina (cambio de formato).

Tabla 8 Tiempo estándar por actividad antes de la mejora

Actividades	Tiempo
Traslado de Formadora	0:00:53
Retiro de Molde x número de Unidades	0:01:43
Retiro de Plancha Matriz	0:02:11
Lavado de Formadora	0:38:00
Traslado y Almacenaje de Plancha y Molde	0:02:36
Traslado de Plancha y Molde a línea formado	0:03:00
Montaje de Plancha	0:06:05
Montaje de molde	0:04:07
Colocación de Servicios (agua y aire)	0:01:32
Programación de equipo	0:00:59
Ajuste y Prueba de equipo	0:04:03
TIEMPO ESTANDAR	1:05:08 // 65.13 min

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Paradas por fallas en equipo

Tal como se mencionó en el capítulo 1, uno de los principales problemas en la empresa es la cantidad de veces que falla las maquinas. Esto genera tiempos muertos ya que si una maquina falla todo el proceso tiene que parar. Por tal motivo, se aplicó una encuesta con el fin de determinar la maquina más crítica dentro del proceso.

Se realizó una encuesta a 10 trabajadores (véase anexo 2), los cuales fueron seleccionados por su conocimiento con respecto al proceso productivo y los equipos involucrados en dicho proceso. A continuación, en la tabla 9, se presenta el cuadro resumen conteniendo los resultados de las encuestas aplicadas a las personas antes mencionadas, en este cuadro resumen se puede observar que las maquinas que tienen una mayor puntuación con relación a las paradas/fallas son:

- Flow pack
- Formadora
- Túneles

Tabla 9 Cuadro resumen encuesta fallas en equipos

ITEM	MAQUINA	CAUSAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Suma	Total
1	FORMADORA	La formadora presenta fallas	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	36	95
		Los moldes suelen cambiarse por deteriorados	3	2	3	3	3	3	2	3	4	2	28	
		Los servicios de agua, aire y/o energía suelen cortarse	4	2	4	2	4	2	4	3	3	3	31	
2	HORNO	El horno opera con normalidad	3	4	3	1	3	3	2	2	2	3	26	70
		El vapor es constante	2	4	2	2	4	3	3	3	2	1	26	
		Se registran caídas de Vapor	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	18	
3	FAJAS	Las fajas operan con normalidad	1	2	1	2	3	3	3	4	3	2	24	39
		Los rodillos suelen trabarse	2	2	2	2	2	0	0	0	2	3	15	
4	TUNELES	El tunel de congelamiento presenta fallas	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	17	92
		Los sensores registran valores correctos	2	4	2	0	2	4	3	3	3	2	25	
		Los evaporadores operan de forma correcta	2	2	3	1	3	3	3	3	3	2	25	
		El frio es constante	2	4	1	2	3	3	3	3	2	2	25	
5	FAJA DE ALIMENTACIÓN	La faja presenta fallas	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	15	41
		Los elementos de sujeción estan correctos	2	2	2	2	2	3	4	3	3	3	26	
6	FLOW PACK	El empaque opera con normalidad	2	2	2	2	3	4	2	2	2	3	24	108
		El apilador presenta fallas	4	2	4	2	2	4	4	4	3	2	31	
		Detector de Metales calibrado	3	3	3	3	3	4	2	2	2	2	27	
		El sellado es el correcto	4	2	4	4	3	2	2	2	2	1	26	
7	ENCINTADORA AUTOMATICA	La encintadora suele parar	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	18	47
		Buen sellado en la caja	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	29	

Fuente: Elaboración propia

No se escogió la maquina flowpack a pesar de ser la más crítica dentro del proceso ya que la maquina estaba en proceso de mejora a cargo del proveedor ULMA. Es por este motivo, que se decidió trabajar con la maquina formadora.

5.1.3 Tiempo de limpieza

Uno de los puntos críticos que se identificó en la línea de proceso de hamburguesas, fue la ausencia de un procedimiento y/o estandarización del proceso de limpieza de los equipos de congelación (túneles continuos y Estáticos).

Principalmente el túnel continuo espiral de dimensiones 4.5 metros de forma cubica con una faja interna de 220 metros distribuidas en 24 niveles (forma de espiral).

Los principales inconvenientes al momento de realizar cambios de línea: Casera c/ Pollo, Super SF, Super Rica; era de realizar un lavado de manera efectiva al equipo conllevando horas de trabajo que repercuten en la limitación del volumen de producción.

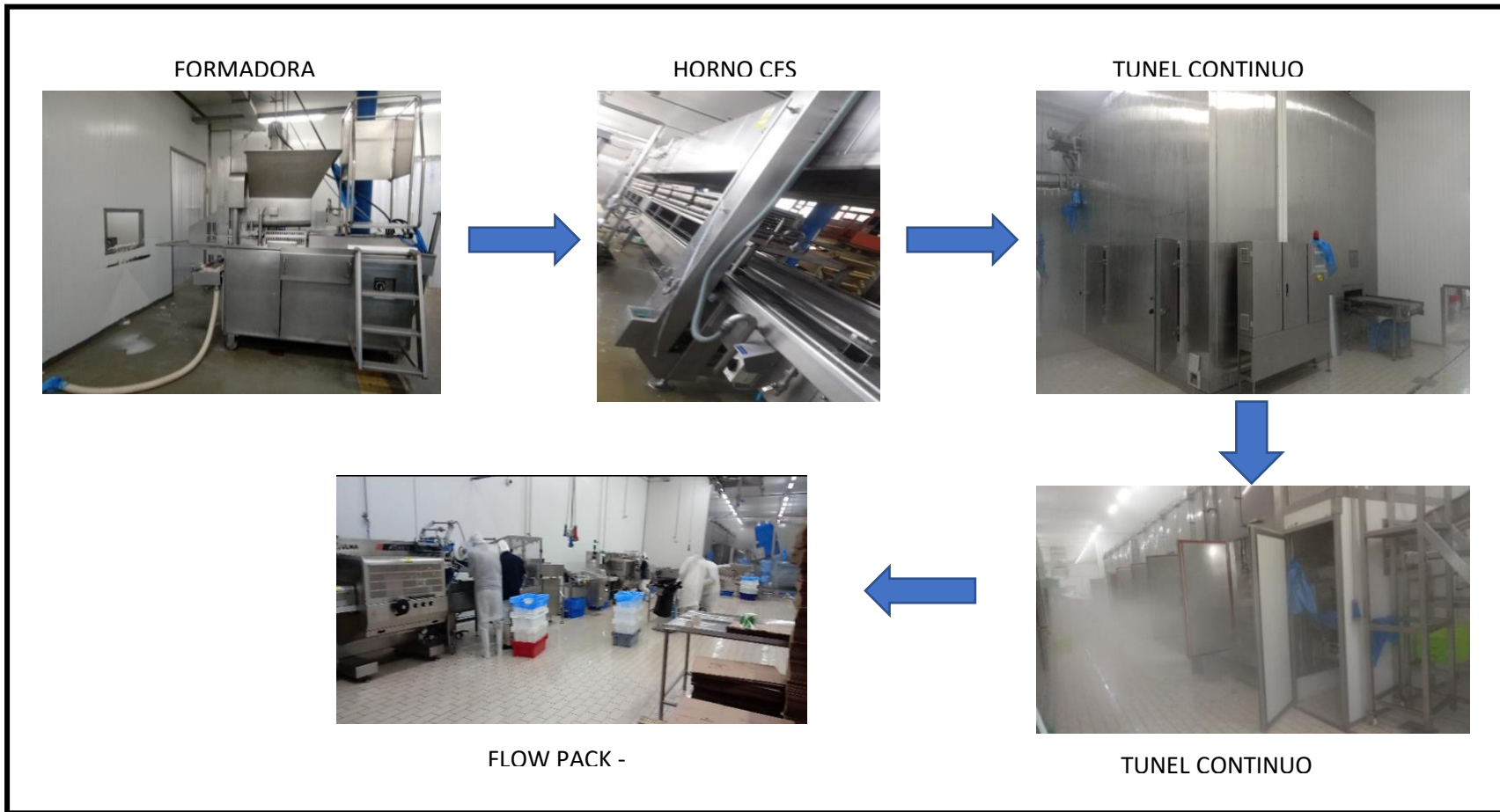


Figura 12 Flowsheet del proceso de producción

Fuente: Empresa Esmeralda Corp, 2020

Dentro de la línea, se han establecido tiempos promedio de lavado de las diferentes maquinas (véase figura 12). A continuación, en la tabla 10: Tiempos promedio de limpieza por maquina se aprecia que el mayor tiempo de limpieza es generado por la maquina túnel espiral.

Tabla 10 Tiempos promedio de limpieza por maquina

N	Maquina	Tiempo actual (H)	Volumen de Producción suspendido (TN/h)
1	Formadora	1	1
2	Horno	1.5	1.5
3	Túnel espiral	3.60	3.60
4	Túnel ross	1.5	1.5
5	Flow pack	2	2

Fuente: Elaboración propia

Actualmente se tiene 2 equipos de congelación siendo uno de ellos: túnel continuo Espiral el que demora más tiempo en la limpieza, al momento de realizar los cambios de formato: Carne a Pollo (cobertura) y viceversa.

Se adjunta las actividades relacionadas a la limpieza del túnel continuo espiral:

Tabla 11 Proceso de lavado general

ACTIVIDADES	Operación	Tiempo (min)						TOTAL		
Inyección de Aire Caliente	O-1	60								
Lavado de Fajas	O-2, O-3	32								
Lavado Interno	O-4, O-5, O-6, INS-1		41							
Adición de Detergente	O-7, O-8			62						
Enjuague	O-9, INS-2				32					
Desinfección	O-10, O-11					17				
Secado de Piso	O-12, O-13, O-14, INS-3						16			
Lanzamiento de túnel	O-15, INS-4							16		
		Tiempo total						3.6	hrs	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 11, estos tiempos de hasta 3.60 horas, está perjudicando a la línea principalmente en la limitación del volumen de

producción, puesto que a un avance promedio de 1000 kg/h; estaríamos dejando de procesar 3600 kg de producto.

No se contaba con un procedimiento solo se contaba con las actividades que figuran en la tabla 11 el inconveniente estaba en que dichas actividades eran muy genéricas. Por tal motivo para llevar un mejor control, se elaboró un diagrama de operaciones del proceso (ver figura 13 y 14).

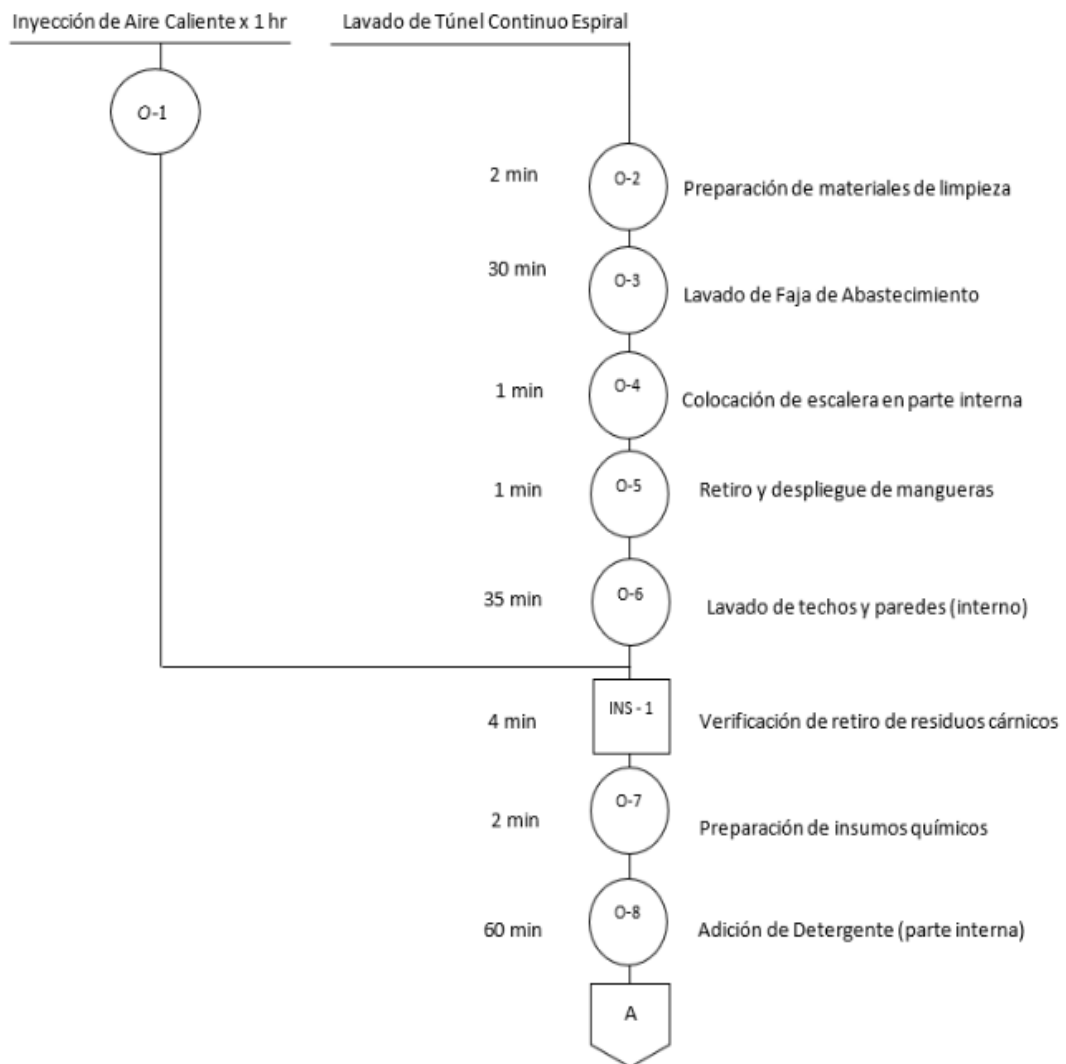
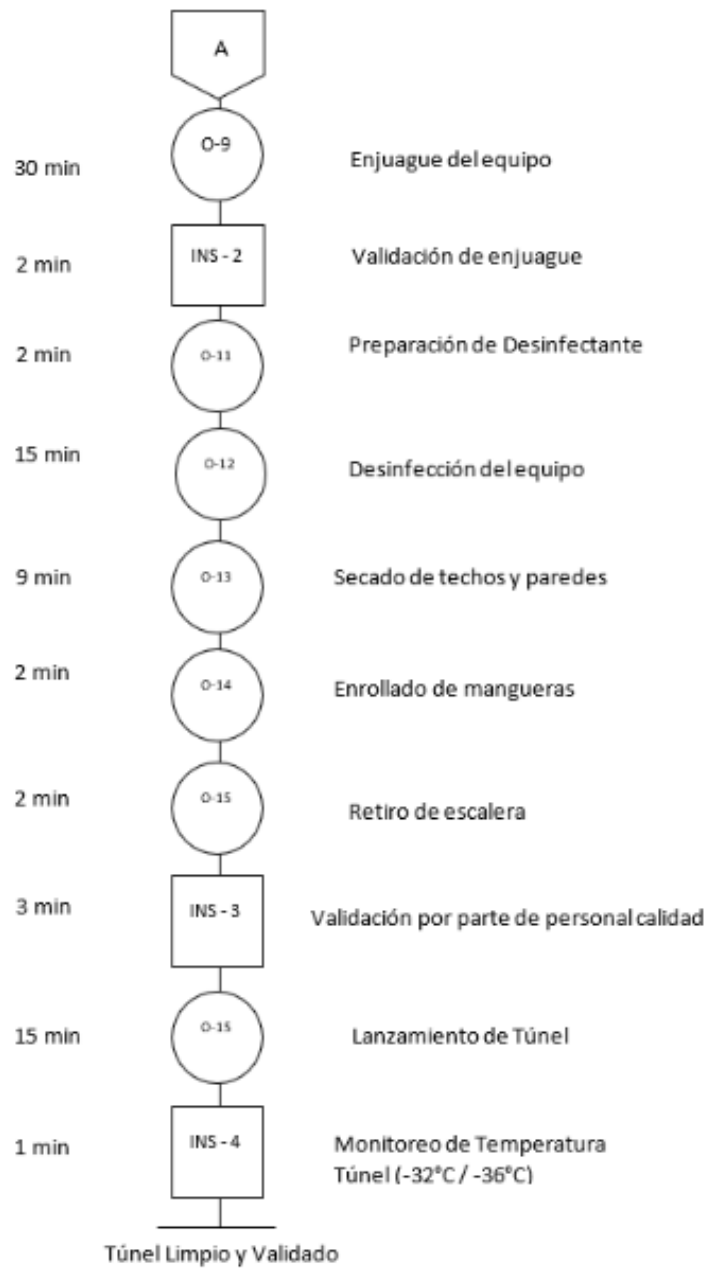


Figura 13 DOP limpieza de túnel espiral antes (1ra parte)

Fuente: Elaboración propia



Símbolo	Descripción	Cantidad
●	Operación	15
■	Inspección	4

Figura 14 DOP limpieza de túnel espiral antes (2da parte)

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Productividad antes de la mejora

La productividad es la relación de los Kg producidos entre las horas hombre trabajadas, esta ratio nos ayuda a medir nuestro desempeño en Kg en función a las horas trabajadas.

Se realizó el análisis de la productividad antes de la mejora para los meses de julio y agosto.

Tal como se puede apreciar en la tabla 12: Volumen de producción de hamburguesas por mes, en el mes de julio se trabajó 28 días y se obtuvo una producción real de 615,197 Kg. Y en el mes de agosto se trabajó 24 días, obteniendo una producción real de 520,505 Kg.

Tabla 12 Volumen de producción de hamburguesas por mes

MES	PERIODO	REAL (KG)
Julio	1	88844
	2	142671
	3	145237
	4	147949
	5	90496
TOTAL		615197
Agosto	1	22465
	2	150086
	3	123957
	4	121700
	5	102297
TOTAL		520505

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que un día cuenta con 3 turnos de 7 horas laborables, la productividad obtenida para estos meses se puede apreciar en la tabla 13: Productividad antes de la mejora.

Tabla 13 Productividad antes de la mejora

Mes	Kg/H
julio	1046.25
agosto	1032.75

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la productividad se encuentra en un valor aceptable, sin embargo, para alcanzar esta producción algunos trabajadores tienen que realizar horas extras.

5.2 Presentación de resultados

5.2.1 Implementación de la herramienta SMED

La herramienta SMED tiene como objetivo principal es reducir el tiempo de cambio o el tiempo de preparación de la maquina permitiendo aumentar la disponibilidad y obtener menos interrupciones en el flujo de valor.

- Fase: preliminar

En esta fase no se distingue las actividades internas ni externas. Algunas de las tareas que pueden realizarse de forma externa se realizan de forma interna, lo que genera que la máquina se encuentre detenida.

- Fase 1: Identificar las operaciones de preparación internas y externa

Las actividades determinadas en la tabla 14 se clasificaron en dos grupos: internas (las cuales se ejecutan cuando la máquina está parada) y externas (las cuales se ejecutan cuando la maquina está en marcha) identificadas en la tabla 15, resultando que las actividades son el 91% internas y el 9% externas teniendo una duración total de 65 minutos (ver figura 15).

Tabla 14 Identificación de las actividades en la preparación de maquina (cambio formato)

N°	Actividades del cambio de formato	Tipo de operación	Tiempo (min)	Actividad
1	Traslado de Formadora	●	0:00:53	Interna
2	Retiro de Molde x Número de Unidades	●	0:01:43	Interna
3	Retiro de Plancha Matriz	●	0:02:11	Interna
4	Lavado de Formadora	●	0:38:00	Interna
5	Traslado y Almacenaje de Plancha y Molde	➡	0:02:36	Interna
6	Traslado de Plancha y Molde a línea formado	➡	0:03:00	Interna
7	Montaje de Plancha	●	0:06:05	Interna
8	Montaje de molde	●	0:04:07	Interna
9	Colocación de Servicios (agua y aire)	●	0:01:32	Interna
10	Programación de equipo	●	0:00:59	Interna
11	Ajuste y Prueba de equipo	●	0:04:03	Externa
TOTAL			1:05:08 // 65 min	

Fuente: Elaboración propia

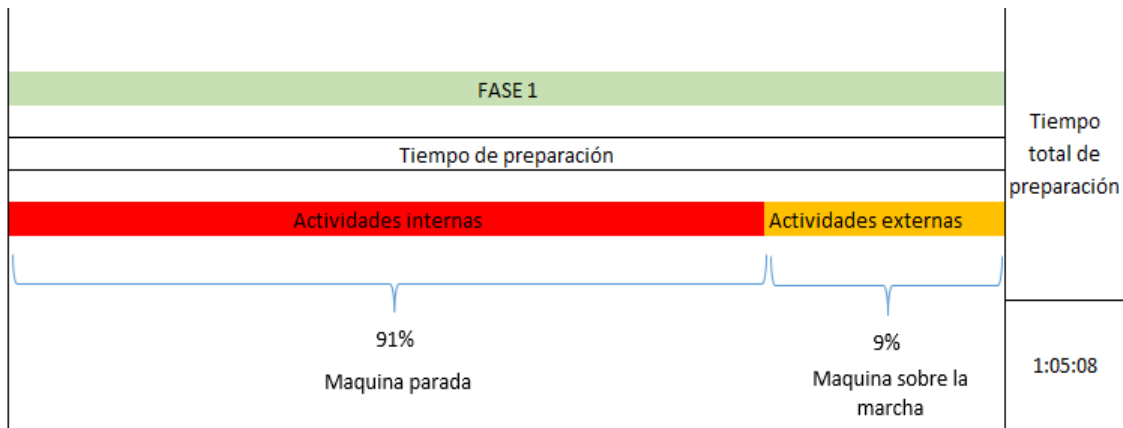


Figura 15 Tiempo de preparación maquina fase 1 (Cambio formato)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, se observa la separación de las actividades internas y externas del cambio de formato a la hamburguesa Super SF obteniendo lo siguiente: Las Actividades Internas tienen 8 operaciones y 2 transporte teniendo un tiempo de 61 minutos y las Actividades Externas cuentan con 1 Operación tomando un tiempo de 4 minutos

- Fase 2: Convertir las actividades internas en externas

Para reducir el tiempo en que la maquina esta parada, las actividades internas se tienen que convertir en actividades externas, por ello las actividades internas que se convirtieron en externa son:

Actividad 9: Colocación de servicios (Agua-Aire)

Actividad 10: Programación de equipo

De la propuesta de mejora según la figura 16, al convertir dichas actividades en externas el tiempo de actividades internas se redujo a 58 minutos.

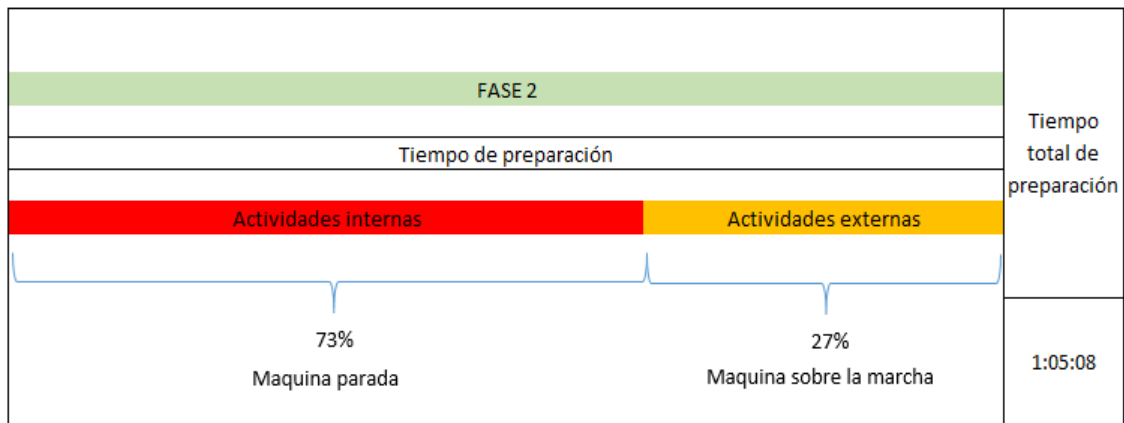


Figura 16 Tiempo de preparación de maquina fase 2 (Cambio de formato)

Fuente: Elaboración propia

- Fase 3: Perfeccionamiento de las actividades internas y externas

Se propuso que en el proceso de preparación de máquina para cada cambio de formato se trabaje con el apoyo de un trabajador más. De esta forma se podrá realizar actividades en paralelo.

Actividad 2: Retiro de molde por número de unidad

Con la ayuda de un trabajador más, la actividad 2 se realiza en paralelo junto con la actividad 3: Retiro de plancha matriz y se considera el tiempo mayor en la preparación de la máquina. El tiempo que tomaba el retiro de plancha y molde era de casi 4 minutos y con la propuesta se redujo a 2 minutos.

Actividad 4: Lavado de formadora

De igual forma, con el apoyo de un trabajador más el tiempo de lavado se reduce prácticamente más del 50%. El tiempo que tomaba el lavado de formadora era de 38 minutos y con la propuesta se redujo a 17 minutos.

Actividad 5: Traslado y almacenaje de plancha y molde

Actividad 6: Traslado de plancha y molde a línea formadora

La propuesta para reducir el tiempo de traslado fue implementar un pequeño almacén dentro de la planta (ver figura 17). Con esta mejora, ahora los trabajadores no tienen que salir de la planta. El tiempo que tomaba el traslado era de 6 minutos y con la propuesta se redujo a 3 minutos.



Figura 17 Almacén de moldes y planchas

Fuente: Esmeralda Corp

Actividad 7: Montaje de plancha

Actividad 8: Montaje de molde

Con el apoyo del otro trabajador, el tiempo que toma realizar cada actividad se reduce en casi un 50%. De esta forma se reduce el tiempo a 3 minutos.

Con todas estas mejoras en el proceso de cambio de formato para las hamburguesas super SF los tiempos de preparación de la maquina mejoraran en un 53% en base a los nuevos tiempos según la tabla 15. El nuevo tiempo de preparación de la maquina es de 31 minutos (ver figura 18).

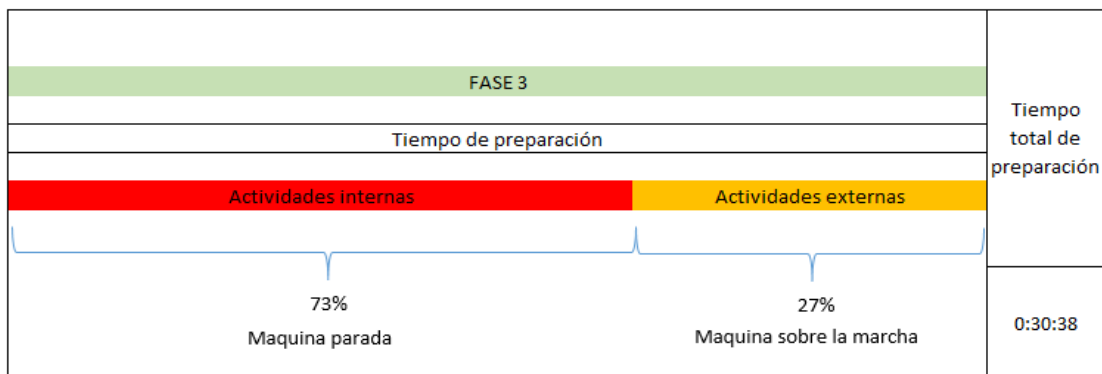


Figura 18 Tiempo de preparación de maquina fase 3 (Cambio de formato)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Análisis del cambio de formato - preparación de la maquina formadora

N°	Actividades del cambio de formato	Tipo de operación	Tiempo (min)	Actividad
1	Traslado de Formadora	●	0:00:29	Interna
2	Retiro de Molde x Número de Unidades	●	0:01:46	Interna
3	Retiro de Plancha Matriz	●	0:02:14	Interna
4	Lavado de Formadora	●	0:17:11	Interna
5	Traslado y Almacenaje de Plancha y Molde	➡	0:01:38	Interna
6	Traslado de Plancha y Molde a línea formado	➡	0:01:26	Interna
7	Montaje de Plancha	●	0:02:13	Interna
8	Montaje de molde	●	0:01:08	Interna
9	Colocación de Servicios (agua y aire)	●	0:00:58	Interna
10	Programación de equipo	●	0:00:57	Interna
11	Ajuste y Prueba de equipo	●	0:02:23	Externa
TOTAL			0:30:38 // 31 min	

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Implementación de la herramienta mantenimiento autónomo

Actualmente en la línea de hamburguesas, se tiene una Formadora marca GEA, de Aprox. 1750 kg/h (ver figura 19). Equipo por el cual, mediante acción de aire comprimido, agua y energía, se logra formar hamburguesas mediante planchas y moldes colocados en su parte interna. Con este equipo se logra formar las diversas presentaciones de hamburguesas. Nos centraremos en: La Super SF (carne), La Casera c/ pollo (pollo + branding) y l Super Rica SF (PLL + GALLETA).



Figura 19 Maquina formadora

Fuente: Esmeralda corp

En la tabla 16, se presentan algunas fallas presentadas con mayor frecuencia, que serán evaluadas posteriormente mediante la herramienta Mantenimiento autónomo.

Tabla 16 Fallas más recurrentes en maquina formadora

Incidencia	Rendimiento	Calidad	Disponibilidad
Elevador de coches / problema de elevación	X		
Presión de aire variable – Golpes x minuto	X		
Expulsor se sale de guía (pistón) Hamburguesas deformes		X	
Sistema de Lubricación - Fuga de aceite	X	X	

Tensión de Faja de equipo / Rotura de malla / Contaminación		X	X
Ajuste y tolerancia / Ajuste de planchas y moldes – Producto defectuoso		X	
Durabilidad y resistencia de componentes / Plancha base - cambio de material	X		
Descentramiento de expulsores – salida de hamburguesas de forma aleatoria / paradas proceso precocción		X	

Fuente: Elaboración propia

La implementación del mantenimiento autónomo que se desarrolla en el presente trabajo tiene como objetivo de capacitar a los maquinistas con el fin de reducir las paradas/fallas en el equipo.

Para esto se siguieron los siguientes puntos:

- Limpieza
- Verificaciones/Inspecciones
- Recomendación (MP descongele y manómetro)

1) Limpieza

Se evidenciaba malas prácticas para la limpieza del equipo: Se retiraba la manguera de agua osmotizada para hacer actividades de limpieza del equipo generando fallas y desajustes en la válvula de ingreso de la misma. Así mismo las abrazaderas y conectores estaban presentado rotura en los accesorios (ver figura 20).



Figura 20 Limpieza maquina formadora

Fuente: Esmeralda Corp

Se capacito al personal a fin de cubrir las partes críticas del equipo (motor, fuente de energía, etc.) pudiendo evitar cortos en el equipo, ocasionando paradas de proceso (ver figura 21).



Figura 21 Capacitación a personal de la empresa

Fuente: Esmeralda corp

Tal como se observa en la figura 22, se implementó un punto más de agua osmotizada para realizar los trabajos de limpieza.

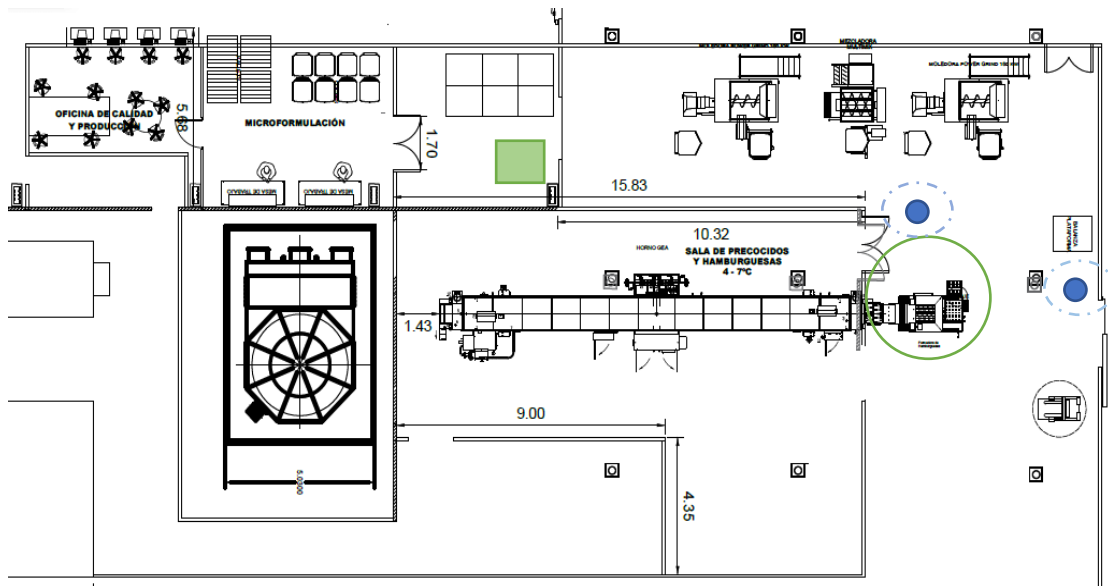


Figura 22 Zona de formado - puntos de agua

Fuente: Esmeralda corp



Maquina Formadora GEA

Puntos adicionales de Agua Osmotizada

Tabla 17 Mejoras implementadas de servicios

Servicio	Situación Anterior	Situación Actual	Mejora
Agua Osmotizada	1	2	Rapidez en el lavado / cambios de formato Retiro y alteración de accesorios de puntos de agua Punto adicional para lavado de otros equipos
Punto de energía	440 V / caídas de voltaje	trifásica 440 v c/ menekes	Alimentación de energía constante Mayor tiempo de operación Mayor eficiencia del equipo

De casera c/ pollo a super rica -> Solo se enjuaga
De la super SF(Carne) a casera o super rica -> Se lava con detergente

Fuente: Elaboración propia

2) Inspecciones / verificaciones

En este punto se elaboró un check-list que será llenado por los maquinistas al inicio y final de cada turno, para poder monitorear los arranques de línea, a fin de evitar paradas en el proceso.

Se identificó los siguientes parámetros tal como se puede observar en la tabla 18: Check-list maquina formadora.

Tabla 18 Check-List maquina formadora

CHECK-LIST DE HAMBURGUESA - FORMADORA					
Nombre del operador				Fecha	
Supervisor de planta				Turno	
Técnico de mantenimiento				Hora verificación	
Línea	Zona	Parámetros evaluados	Conforme	No conforme	Observaciones
hamburguesa	FORMADORA	Limpieza			
		Verificación visual de tolva (objetos extraños)			
		Verificación de ajuste correcto de pernos de tapa de seguridad			
		Verificación de la plancha de base			
		Verificación de la plancha de corte			
		Verificar el estado del expulsor			
		Verificar el alineamiento de la placa de moldeo			
		Verificación de ajuste correcto de mariposas de ajuste de plancha			
		Verificación de ajuste correcto de perno de pistón de presión			
		Verificación del correcto funcionamiento de la parada de emergencia			
		Verificación de sonidos extraños			
		Verificar hermeticidad del equipo fugas de aceite			
		Verificación de <u>Oring</u> de soporte de plancha			
		Verificación de eslabones de cinta de formadora			
		Verificación de uniones de cinta formadora			
Verificación de pernos y tornillos del equipo					

Fuente: Elaboración propia

3) Monitoreo de presión

Se evidenciaba caídas de presión que afectaba el rendimiento de la máquina, la presión de trabajo del equipo debe ser de 8 bar.

Esto generaba que los golpes por minuto se reduzcan en un 10% afectando el avance de la producción. La solución a este problema tomaba entre 20-30 min

Para esto, se implementó manómetros en la formadora a fin de que el maquinista esté alerta ante caídas de presión. Con este dispositivo también asegurará un óptimo formado, puesto que la cantidad de golpes por minuto de la formadora será la adecuada evitando así procesar producto fuera de especificación.

A su vez, con este dispositivo el maquinista podrá saber si la masa que ingresa a la formadora tiene las especificaciones adecuadas a fin de no impactar en la operación de la misma, y forzar la máquina y prevenir rotura de expulsores, rotura de plancha y molde).

4) Calidad

A su vez, desde el punto de vista de calidad, cada maquinista será responsable de su proceso, ocupándose tanto de la operatividad de la máquina, así como del producto que se procesa antes de pasar a su oreo y congelamiento.

Para esto, se les habilitó un pie de rey y balanza, que servirá para identificar alguna desviación en las especificaciones técnicas del producto (espesor, diámetro, consistencia y peso). Fueron capacitados por el área de calidad, a fin de que sepa identificar producto no conforme y sea reprocesado (ver figura 23).

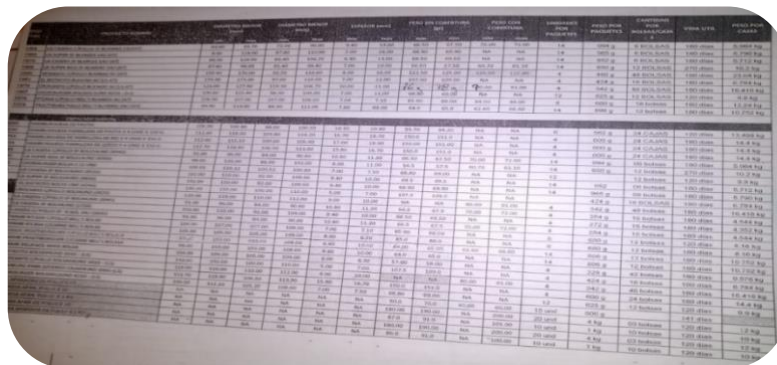


Figura 23 Ficha técnicas de presentaciones de hamburguesa

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Implementación de la herramienta estandarización del trabajo

Tras el levantamiento de data en la línea, se ha buscado a través de inserción de recursos, materiales y métodos; buscar la minimización de los tiempos de limpieza, para esto se ha logrado insertar al proceso de congelación lo siguiente:

- Puntos de Agua: Se agregó 2 puntos adicionales de agua salobre que permitirán disminuir los tiempos de limpieza al equipo de congelación espiral. Las características son las siguientes:

Tubo de ½ + Porta manguera + Manguera de ½ x 15 metros + Sifón + Aspersores conectados en la parte inferior y superior de la faja de alimentación.

- Equipos para limpieza: Se hizo la compra de accesorios para una hidrolavadora Karcher con escobillón industrial que hacía efectiva la limpieza llegando así a los lugares de difícil accesibilidad
- En cuanto a operación. La inyección de aire caliente se empezó a ejecutar con los ventiladores del equipo encendidos a fin de que el aire caliente recircule por toda la parte interna del equipo.
- En referencia a validación, de la limpieza; se desplegó trabajo en equipo a fin de que personal de calidad (2 TACS) pudieran validar de manera conjunta la limpieza del equipo, (límite Max de iluminómetro: 6 RLU)
- Así también se insertó una escalera que permita la accesibilidad dentro del equipo, puesto que consta de 24 niveles con una longitud de faja de 240 metros de acero inox.
- El tiempo de recorrido de la faja para su lavado disminuyó de 30 min a 25 min.
- La MOD no tuvo variación, puesto que la operación demuestra eficiencia.
- Por último, al realizar el enjuague y antes de pasar al secado de techos y pisos, se encendieron nuevamente los ventiladores para que el aire haga secar de manera rápida toda la parte interna del túnel espiral.

A continuación, en la tabla 19 se muestra los recuerdos usados para la limpieza y en la tabla 20 los tiempos estándar por actividad después de la mejora, así

como el diagrama de operación de proceso para la limpieza del túnel generando así la estandarización del trabajo (ver figura 25 y 26).

Tabla 19 Recursos usados para la limpieza

Recursos Usados:		
MO	6	pers.
Detergente	20 ml x 40 L	
Puntos de Agua	3	unid
Tiempo	1.8333	hrs

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Tiempo estándar por actividad después de la mejora

Actividad	Tiempo
Inyección de aire caliente	0:30:00
Preparación de materiales de limpieza	0:01:00
Lavado de faja de abastecimiento	0:25:00
Colocación de escalera parte interna	0:01:00
Retiro y despliegue de mangueras	0:03:00
Lavado de techos y paredes parte interna	0:15:00
Verificación de retiro de residuos cárnicos	0:02:00
Preparación de insumos químicos	0:02:00
Adición de detergente	0:20:00
Enjuague y desinfección total del equipo	0:10:00
Secado de techos y paredes	0:02:00
Enrollado de mangueras	0:03:00
Retiro de escalera	0:02:00
Validación por parte de personal de calidad	0:02:00
Lanzamiento de túnel	0:15:00
TOTAL	1:43:00

Fuente: Elaboración propia

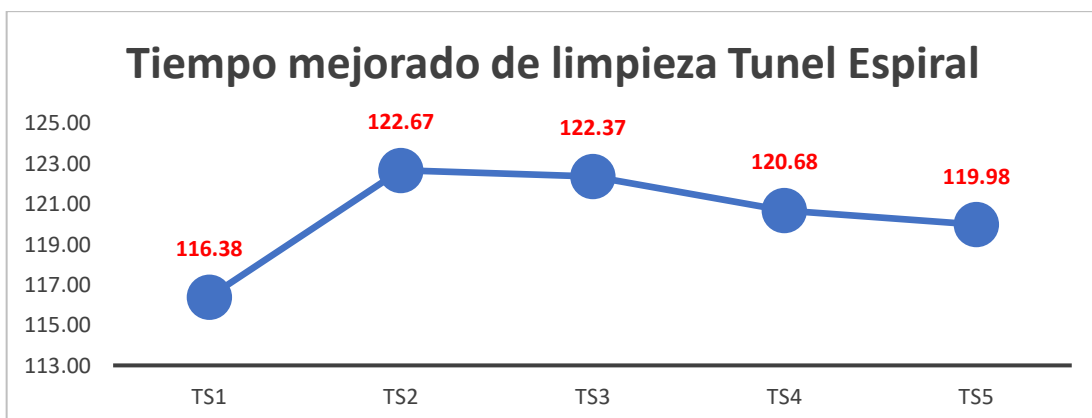


Figura 24 Tiempo de limpieza mejorado

Fuente: Elaboración propia

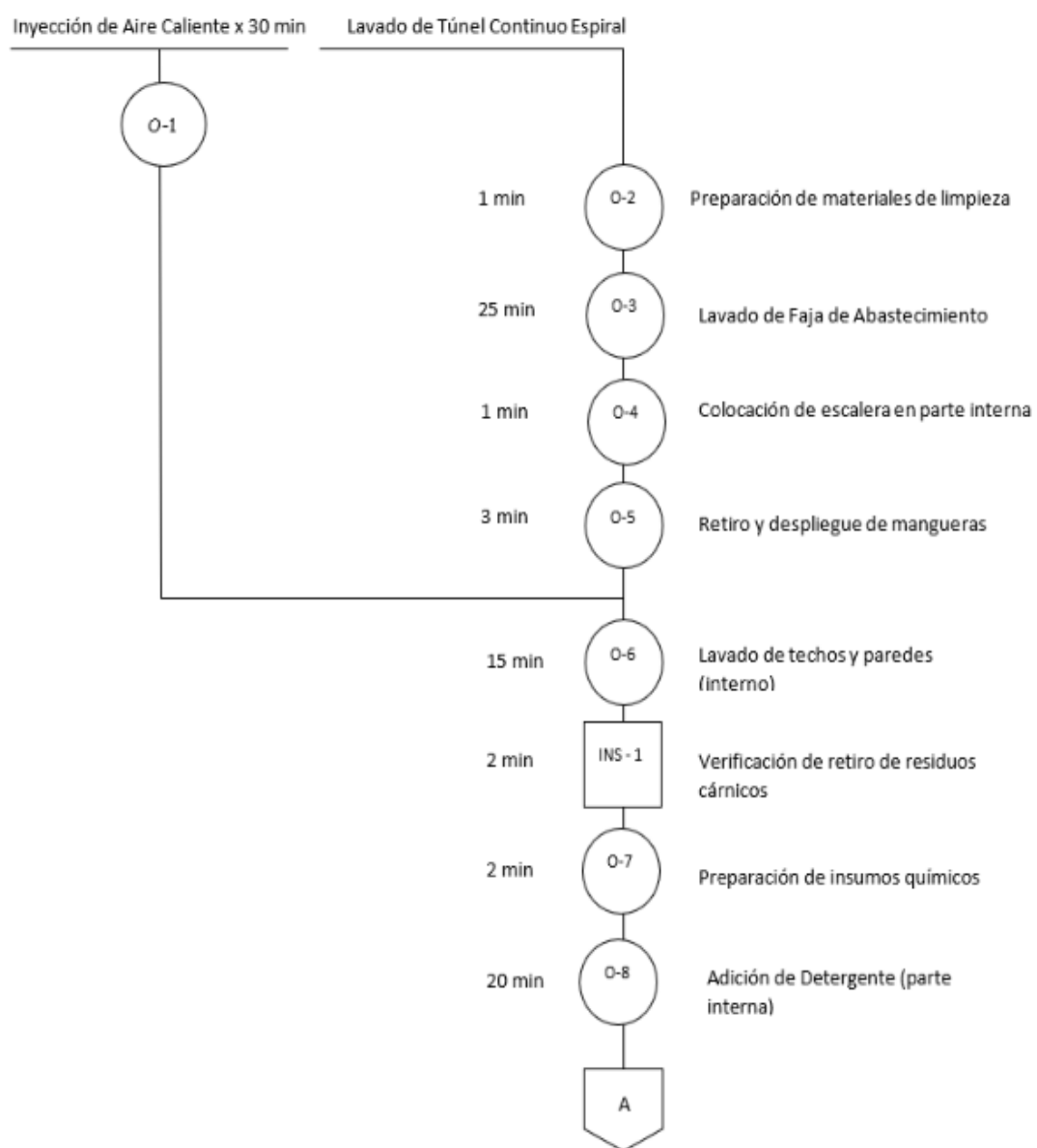
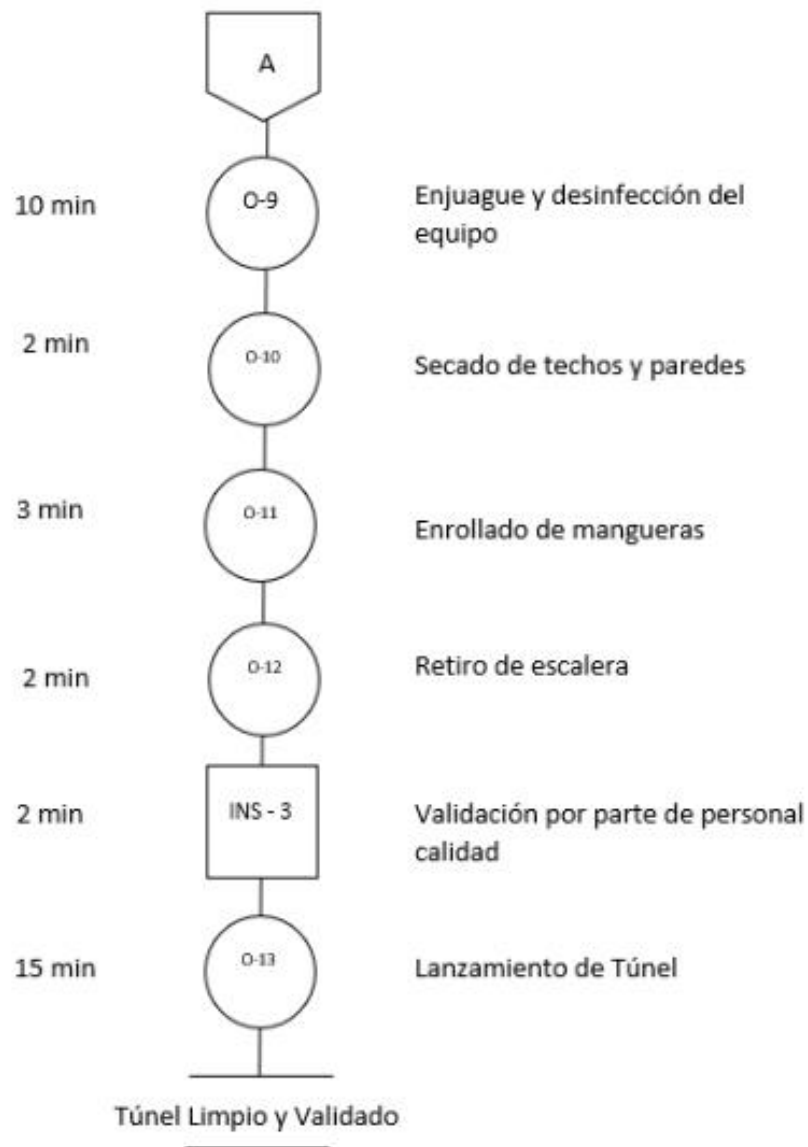


Figura 25 DOP limpieza de túnel espiral mejorado (1ra parte)

Fuente: Elaboración propia



Símbolo	Descripción	Cantidad
●	OPERACIÓN	13
■	INSPECCIÓN	3

Figura 26 DOP limpieza de túnel espiral mejorado (2da parte)

Fuente: Elaboración propia

5.3 Análisis de resultados

En este capítulo se mostrarán los resultados estadísticos de las muestras antes y después de las mejoras correspondiente a cada variable, estas variables son:

- ✓ Tiempos de preparación de maquina (cambio de formato)
- ✓ Paradas por falla en los equipos
- ✓ Tiempos de limpieza

5.3.1 De la implementación de la herramienta SMED se obtuvo:

Tabla 21 Resumen de la implementación del SMED

SMED	Antes (min)	Mejorado (min)	Mejora (min)	%
Preparación de maquina formadora	65,13	30,63	34,50	53

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se observa que luego de la implementación de la herramienta SMED hubo una reducción en los tiempos de preparación de maquina en la formadora de 34,50 minutos. Este tiempo representa una reducción del 53%.

Tabla 22 Tiempo del proceso de preparación antes y después de la mejora

Antes	N° cambio formato	Tiempo del proceso antes (min)	Después	N° cambio formato	Tiempo del proceso mejorado (min)	Reduce (%)
Agosto	16	1042,13	Setiembre	23	704,57	32
Julio	22	1432,93	Octubre	25	765,83	47
Promedio antes		1237,53	Promedio después		735,20	40,59

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se ve el número de veces de cambio de formato para las presentaciones Super rica, Super SF y Casera que se tuvieron en cada mes.

Con esta cantidad número de veces de cambio de formato y el tiempo de preparación que se observa en la tabla 21, se calculó el tiempo del proceso promedio antes y después de haber realizado la mejora. Donde se obtuvo un 40,59% de reducción en el tiempo del proceso de preparación de maquina en la formadora aplicando la herramienta SMED.

5.3.2 De la implementación del mantenimiento autónomo se obtuvo:

Tabla 23 % de Disponibilidad de la maquina formadora antes

Mes	T. paradas y/o averías (h)	T. planificado (h)	T. operación (h)	Disponibilidad (%)
Julio	8,89	588	579,11	98,49
Agosto	10,65	504	493,35	97,89
Promedio	9,77	546	536,23	98,188

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 % de Disponibilidad de la maquina formadora después

Mes	T. paradas y/o averías (h)	T. planificado (h)	T. operación (h)	Disponibilidad (%)
Setiembre	7,92	483	475,08	98,36
Octubre	0,32	525	524,68	99,94
Promedio	4,12	504	499,88	99,150

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se observa que el tiempo promedio de maquina parada por falla y/o averías antes de la mejora era de 9,77 horas. En la tabla 24 se puede visualizar que después de la implementación del mantenimiento autónomo el tiempo promedio de paradas en la maquina formadora disminuye a 4,12 horas, aumentando su porcentaje de disponibilidad.

Tabla 25 % de Rendimiento de la maquina formadora

Mes	Producción planificada (Kg)	Producción real (Kg)	R (%)	Mes	Producción planificada (Kg)	Producción real (Kg)	R (%)
Julio (28d)	602.620	615.197	102,09	Setiembre (23d)	520.240	554.671	106,62
Agosto (24d)	555.455	520.505	93,71	Octubre (25d)	586.730	573.650	97,77
Promedio	579.038	567.851	97,90	Promedio	553.485	564.160	102,19

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se puede visualizar que el rendimiento aumentó luego de la implementación (periodo setiembre-octubre) debido a que el tiempo de cambio de formato y el tiempo de paradas en la formadora disminuyó. También se debe tener en cuenta que los días trabajados en el periodo antes de la mejora fue mayor.

Tabla 26 % de Calidad de la maquina formadora

Mes	Producción real (Kg)	Reprocesos (Kg)	Calidad (%)	Mes	Producción real (Kg)	Reprocesos (Kg)	Calidad (%)
Julio	615.197	6.151,97	99,00	Setiembre	554.671	5.546,71	99,00
Agosto	520.505	5.205,05	99,00	Octubre	573.650	5.736,50	99,00
Promedio	567.851	5.678,51	99,00	Promedio	564.160	5.641,60	99,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se observa la cantidad de reprocesos de hamburguesa en Kg. Esta cantidad es la sumatoria de todos los reprocesos que se presentaron en cada mes. Para el cálculo se ha considerado el 1% de la producción real.

Tal como se observa en la tabla 26 los reprocesos son mínimos en comparación a la producción real, por tal motivo el % de calidad en todos los casos sale 99%.

A continuación, en la tabla 27, se presenta un resumen de la eficiencia general de la máquina formadora, la cual resulta de multiplicar los porcentajes de disponibilidad, rendimiento y calidad, y se visualiza que el OEE mejorado aumenta en un 4,74%.

Tabla 27 OEE de la maquina formadora

ANTES					DESPUES				
Mes	D (%)	R (%)	C (%)	OEE (%)	Mes	D (%)	R (%)	C (%)	OEE (%)
Julio	98,68	102,09	99,00	99,729	Setiembre	98,57	106,62	99,00	104,038
Agosto	98,15	93,71	99,00	91,055	Octubre	98,96	97,77	99,00	95,786
Promedio antes				95,39	Promedio después				99,91

Fuente: Elaboración propia

5.3.3 De la implementación de la estandarización del trabajo se obtuvo:

Tabla 28 Resumen de la implementación de la estandarización

ESTANDARIZACIÓN	Antes (min)	Mejorado (min)	Mejora (min)	%
TIEMPOS DE LIMPIEZA	251,42	120,42	131,00	52

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 se observa que luego de la implementación de la herramienta estandarización del trabajo hubo una reducción en los tiempos de limpieza en el túnel espiral de 131 minutos. Este tiempo representa una reducción del 52%.

Tabla 29 Tiempo del proceso de limpieza antes y después de la mejora

Antes	Cantidad de limpieza	Tiempo del proceso antes (min)	después	Cantidad de limpieza	Tiempo del proceso mejorado (min)	Reduce (%)
Agosto	16	4022,72	Setiembre	23	2769,66	31
Julio	22	5531,24	Octubre	25	3010,50	46
Promedio antes		4776,98	Promedio después		2890,08	39

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se observa la cantidad de veces que se realizó la limpieza del túnel espiral por cada mes.

Con esta cantidad número de veces de limpieza en túnel espiral y el tiempo de limpieza se observa en la tabla 28, se calculó el tiempo del proceso promedio antes y después de haber realizado la mejora. Donde se obtuvo un 39% de reducción en el tiempo del proceso de limpieza de túnel espiral aplicando la herramienta estandarización del trabajo.

5.3.4 Productividad luego de la mejora

Tras la implementación de las diversas herramientas de Lean Manufacturing se vieron reducciones de tiempos, todos esto afecto de manera positiva a la productividad de la producción de hamburguesas, debido a que al disminuir tiempos improductivos se dedica mayor tiempo al proceso de producción.

Se realizó el análisis de la productividad después de la mejora para los meses de setiembre y octubre.

Tal como se puede apreciar en la tabla 30: Volumen de producción de hamburguesas después de la mejora, en el mes de setiembre se trabajó 23 días y se obtuvo una producción real de 554,671 Kg. Y en el mes de octubre se trabajó 25 días, obteniendo una producción real de 573,649.68 Kg.

Tabla 30 Volumen de producción de hamburguesas después de la mejora

MES	PERIODO	REAL (TM)
Setiembre	1	118914
	2	122526
	3	133448
	4	167061
	5	12722
TOTAL		554,671
Octubre	1	48626
	2	134264
	3	130767
	4	131813,93
	5	128178,75
TOTAL		573,649.68

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que un día cuenta con 3 turnos de 7 horas laborables, la productividad obtenida para estos meses se puede apreciar en la tabla 31: Productividad después de la mejora.

Tabla 31 Productividad después de la mejora

Mes	Kg/H
Setiembre	1.148,39
Octubre	1.050,64

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 32 se observa la productividad del periodo antes de la mejora y la productividad después de la mejora. Obteniendo como resultado que la productividad se incrementa en un 5,77% o en otras palabras incrementa en 60,01 kg/hora.

Tabla 32 Resumen de productividad antes y después de la mejora

Mes	Productividad (Kg/H)	Productividad antes (Kg/H)	Mes	Productividad (Kg/H)	Productividad mejorada (Kg/H)
julio	1046,25	1039,499008	Setiembre	1.148,39	1099,513802
agosto	1032,75		Octubre	1.050,64	

Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis Inferencial

En el presente capítulo se efectuó la verificación de las hipótesis específicas. Realizando de manera descriptiva e inferencial.

Se usarán los estadísticos descriptivos y análisis inferencial para la validación correspondiente y luego una prueba de hipótesis y poder validar nuestra investigación.

5.4.1 Análisis de la primera hipótesis específica

Hipótesis específica 1: Mediante la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Para poder contrastar la hipótesis específica, es necesario determinar si los datos de los tiempos de preparación de maquina antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Tal como se observa en la tabla 33, el número de observaciones es 5 (muestra < 50), por tal motivo se procederá al análisis de la normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Tabla 33 Tiempo de preparación de maquina antes y después.

Observaciones	Tiempo preparación (cambio formato)	
	Antes (min)	Después (min)
OBS 1	63.47	28.72
OBS 2	66.07	31.43
OBS 3	65.2	32.03
OBS 4	65.72	29.53
OBS 5	65.2	31.38

Fuente: Elaboración propia.

Regla de decisión:

Si $\rho\text{-valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $\rho\text{-valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 34 Prueba de normalidad de tiempo preparación de maquina

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T_preparacion_antes	,327	5	,086	,860	5	,227
T_preparacion_mejorado	,304	5	,146	,880	5	,308

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Los datos analizados en la tabla 34 dio como resultado valores superiores a 0.05 tanto para la muestra inicial como para la muestra final. Esto quiere decir que los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico o provienen de una distribución normal. Por lo tanto, se debe utilizar la prueba de T-student.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La aplicación de la herramienta SMED no reduce el tiempo de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Ha: La aplicación de la herramienta SMED reduce el tiempo de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} > \mu_{Pd}$$

Tabla 35 Comparación de medias del tiempo preparación de maquina

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	T_preparacion_antes	65,1320	5	,99963	,44705
	T_preparacion_mejorado	30,6300	5	1,39598	,62430

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 35, ha quedado demostrado que la media de tiempo preparación antes es de 65,1320 siendo mayor a la media de tiempo preparación mejorado de 30,6300. Por consiguiente, no cumple con $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula que la aplicación de la herramienta SMED no reduce el tiempo de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados y se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la aplicación de la herramienta SMED reduce los tiempos de preparación de máquina.

A modo de confirmar que el análisis es el correcto, se evaluara el p -valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T-student a ambos tiempos de preparación.

Regla de decisión:

Si $\rho\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 36 Prueba de muestras relacionadas para tiempo preparación de máquina – T-student

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1	T_preparacion_antes - T_preparacion_mejorado	34,50200	1,13392	,50710	33,09405 35,90995	68,037	4	,000

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 36, se puede verificar que la significancia de la prueba de T-student aplicada al tiempo de preparación de maquina antes y mejorado es de .000, por consiguiente y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de la herramienta SMED reduce el tiempo de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

5.4.2 Análisis de la segunda hipótesis específica

Hipótesis específica 2: Mediante la aplicación del mantenimiento autónomo se reducirá las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

Para poder contrastar la hipótesis específica, es necesario determinar si los datos de paradas por falla de equipos antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Estos datos se obtuvieron de las encuestas realizadas a los 10 trabajadores.

Tal como se observa en la tabla 37, el número de encuestas es 10 (muestra < 50). Por tal motivo, se procederá al análisis de la normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $\rho\text{-valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $\rho\text{-valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 37 Falla en formadora antes y después (puntuación)

Encuesta	Falla en formadora (puntuación)	
	Antes	Después
1	10	7
2	8	6
3	11	8
4	8	6
5	10	10
6	9	8
7	10	8
8	10	8
9	10	8
10	9	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Prueba de normalidad de paradas por fallas en formadora

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Falla_formadora_antes	,297	10	,013	,868	10	,095
Falla_formadora_mejorado	,302	10	,010	,829	10	,033

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Los datos analizados de la tabla 38 dio como resultado valores superiores a 0.05 para la muestra inicial y valores inferiores a 0.05 para la muestra final. Esto quiere decir que los datos de la serie no tienen un comportamiento paramétrico o no provienen de una distribución normal. Por lo tanto, no se puede utilizar la prueba de T-student. La prueba a utilizar será la de Wilcoxon debido a que las muestras son relacionadas.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La aplicación del mantenimiento autónomo no reduce las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

Ha: La aplicación del mantenimiento autónomo reduce las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu Pa \leq \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa > \mu Pd$$

Tabla 39 Comparación de medias de paradas por falla en formadora

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Falla_formadora_antes	9,5000	10	,97183	,30732
	Falla_formadora_mejorado	7,7000	10	1,15950	,36667

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 39, ha quedado demostrado que la media de falla en formadora antes es de 9,5000 siendo mayor a la media de falla en formadora mejorado de 7,7000. Por consiguiente, no cumple con $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula que la aplicación del mantenimiento autónomo no reduce las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados y se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la aplicación del mantenimiento autónomo reduce las paradas por falla de equipos

A modo de confirmar que el análisis es el correcto, se evaluara el p -valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba Wilcoxon a ambos tiempos de preparación.

Regla de decisión:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 40 Prueba de muestras relacionadas para paradas por falla en formadora - Wilcoxon

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Falla_formadora_antes y Falla_formadora_despues es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,007	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 40, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon aplicada a las fallas en formadora antes y mejorado es de .007, por consiguiente y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta

que la aplicación del mantenimiento autónomo reduce las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

5.4.3 Análisis de la tercera hipótesis específica

Hipótesis específica 3: Mediante la aplicación de la estandarización del trabajo se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

Para poder contrastar la hipótesis específica, es necesario determinar si los datos de tiempo de limpieza antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Tal como se observa en la tabla 41, el número de observaciones es 5 (muestra < 50). Por tal motivo, se procederá al análisis de la normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Tabla 41 Tiempo de limpieza antes y después

Observaciones	Tiempo de limpieza	
	Antes (min)	Después (min)
OBS 1	244.08	116.38
OBS 2	252.9	122.67
OBS 3	254.42	122.37
OBS 4	253.05	120.68
OBS 5	252.63	119.98

Fuente: Elaboración propia

Regla de decisión:

Si ρ -valor ≤ 0.05 , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si ρ -valor > 0.05 , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 42 Prueba de normalidad de tiempo de limpieza

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T_limpieza_antes	,415	5	,005	,703	5	,010
T_limpieza_mejorado	,231	5	,200 [*]	,889	5	,354

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Los datos analizados de la tabla 42 dio como resultado valores inferiores a 0.05 para la muestra inicial y valores superiores a 0.05 para la muestra final. Esto

quiere decir que los datos de la serie no tienen un comportamiento paramétrico o no provienen de una distribución normal. Por lo tanto, no se puede utilizar la prueba de T-student. La prueba a utilizar será la de Wilcoxon debido a que las muestras son relacionadas.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La aplicación de la herramienta estandarización del trabajo no reduce el tiempo de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Ha: La aplicación de la herramienta estandarización del trabajo no reduce el tiempo de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} > \mu_{Pd}$$

Tabla 43 Comparación de medias del tiempo de limpieza

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	T_limpieza_antes	251,4160	5	4,15893	1,85993
	T_limpieza_mejorado	120,4160	5	2,52229	1,12800

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 43, ha quedado demostrado que la media de tiempo de limpieza antes es de 251,4160 siendo mayor a la media de tiempo de limpieza mejorado de 120,4160. Por consiguiente, no cumple con $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula que la aplicación de la herramienta estandarización del trabajo no reduce el tiempo de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados y se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la aplicación de la herramienta estandarización del trabajo reduce los tiempos de limpieza.

A modo de confirmar que el análisis es el correcto, se evaluara el ρ -valor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba T-student a ambos tiempos de preparación.

Regla de decisión:

Si $\rho\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 44 Prueba de muestras relacionadas para tiempo de limpieza - Wilcoxon

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre T_limpieza_antes y T_limpieza_despues es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,043	Rechazar la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 44, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon aplicada al tiempo de limpieza antes y mejorado es de .043, por consiguiente y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de la herramienta estandarización del trabajo reduce el tiempo de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados.

En la tabla 45 se muestra el resumen de los resultados después de la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing.

Tabla 45 Cuadro de resumen de resultados

V.D	V.I	Antes de la mejora	Después de la mejora	Unidades	Variación	Variación (%)	Descripción
Preparación de máquina	SMED	1237.53	735.2	Minutos	502.33	40.59	Disminución de los tiempos de preparación de maquina en un 40.59%
Paradas por falla en equipos	Mantenimiento autónomo	95.39	99.91	-	4.52	4.74	Aumentó del indicador OEE en un 4.74%
Tiempo de limpieza	Estandarización del trabajo	4776.98	2890.08	Minutos	1886.9	39.50	Disminución de los tiempos de limpieza de maquina en un 39.50%
Productividad	Lean Manufacturing	1039.499008	1099.513802	Kg/H	60.014794	5.77	La productividad aumentó en un 5.77%

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

1. Se acepta la hipótesis principal, mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing, incrementó la productividad de producción de hamburguesas en 5,77%. El uso de herramientas como estudio de tiempos, SMED y estandarización del trabajo fueron fundamentales para obtener mejoras que impactan en la productividad.
2. Se demostró la hipótesis específica 1 que tras aplicar la herramienta SMED se llegó a disminuir los tiempos de preparación de maquina en un 53%, pasando de 65,13 min a 30,63 min. Y con esto, hubo una disminución de 502,33 min comparando el periodo 1 con respecto al periodo 2.
3. Se demostró la hipótesis específica 2 que tras aplicar el mantenimiento autónomo ayudó en reducir las paradas en la maquina formadora. La cantidad de horas de maquina parada en el periodo julio-agosto fue de 9,77 horas y en el periodo agosto-setiembre fue de 4,12. Además, el indicador OEE para el periodo 2 aumentó en un 4,74% con respecto al periodo 1.
4. Se demostró la hipótesis específica 3 que tras aplicar la estandarización del trabajo se llegó a disminuir los tiempos de limpieza de los túneles en un 52%, pasando de 241,42 min a 120,42 min. Y con esto, hubo una disminución de 1886,9 min comparando el periodo 1 con respecto al periodo 2 lo que se ve reflejado en el aumento de la productividad.

Recomendaciones

1. Se recomienda programar y difundir los resultados obtenidos en proceso como: volumen de producción, productividad, charlas con los colaboradores sobre metodologías dinámicas que puedan ser productivas para la línea. Así mismo, se recomienda seguir implementando formatos que permitan servir de ayuda para un mejor control en la producción. También concientizar al personal en el uso de los servicios, puesto que el agua es un recurso principal dentro de la organización.
2. Se recomienda fomentar la metodología SMED en los demás sub - procesos (precocción, empaque Flow Pack) a fin de que los tiempos sean reducidos y sean aprovechados en producir más. A su vez, realizar la toma de tiempos con una frecuencia semanal, a fin de monitorear que la metodología SMED se mantenga continuamente.
3. Se recomienda aplicar mantenimiento autónomo a las demás máquinas de la línea, a fin de que permita al operador detectar las fallas y/o anomalías y atenderlas y evitar paradas de proceso. Con esto, aseguraremos mayores ingresos a la unidad.
4. Se recomienda, realizar reuniones de trabajo (dinámicas) como: lluvia de ideas, focus group; a fin de fomentar nuevas metodologías de trabajo, con el objetivo de buscar nuevos procedimientos que permitan ser más productivos a los colaboradores. Cabe indicar que en lo que respecta a la seguridad del personal, se debería fomentar charlas de 5 minutos al inicio de operaciones. También concientizar al personal sobre la limpieza que debe haber en su puesto de trabajo.

Referencias

- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogota: Pearson.
- Carro, R., & Gonzáles, D. (2012). *Productividad y competitividad*. La Plata: Universidad Nacional del Mar de Plata.
- Cevallos, F. (2012). *Estudio para la aplicación de las herramientas lean manufacturing en la empresa Plastimec Cía. Ltda., en la ciudad de Quito*. Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- Cruelles, J. (2013). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo.
- Cuatrecasas, L., & Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: PROFIT.
- Ferreira, J., & Natividad, L. (2019). *Propuesta de mejora de la productividad del área de flexibles de una empresa manufacturera de productos plásticos descartables mediante la Metodología Lean Manufacturing*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Fresno, C. (2019). *Metodología de la Investigación: así de fácil*. Córdoba: El Cid Editor.
- García, A. (2011). *Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana industria (2a ed.)*. Mexico: Trillas.
- Godínez, A., & Hernández, G. (2014). *El gran libro de Procesos Esbeltos*. Leon: Ignius Media Innovation.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing; conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Melgar, M., & Tipacti, M. (2019). *Mejora de la productividad y reducción de costos en una empresa productora de moldes de panetón de lima metropolitana*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

- Nemur, L. (2016). *Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para Personas Ocupadas*. Caracas: Babelcube Inc.
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico: McGraw-Hill.
- Orozco, E. (2015). *Plan de Mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.
- Palomino, C. (2018). *Propuesta de Mejora de la Productividad en el área de producción en una fábrica de Snacks*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la productividad*. Ginebra: OIT.
- Quesnay, F. (1766). *Analyse de la formule arithmétique du tableau économique de la distribution des dépenses annuelles d'une nation agricole, Journal de l'Agriculture, du Commerce & des Finances*.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Ruiz, J. (2016). *Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. Barcelona: MARGE BOOKS.
- Velandia, L. (2018). *Estado del Arte sobre la Implementación del Modelo de Gestión Lean Manufacturing en la Industria de Alimentos*. Bogota: Fundación Universidad de América.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing Guía básica*. Mexico: Limusa.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking; como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa*. España: Gestión 2000.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HAMBURGUESAS DE UNA EMPRESA DE CONGELADOS

Autores: JORGE RICARDO GASPAR MARIÑAS / JOSÉ EDUARDO MUÑOZ ZEGARRA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
General	General	General				
¿En qué medida, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados?	Determinar en qué medida la aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados	Mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se incrementará la productividad del área de hamburguesa de una empresa de congelados	LEAN MANUFACTURING		PRODUCTIVIDAD	
Específicos	Específicos	Específicas				
¿En qué medida, con la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	Evaluar en qué medida la aplicación de la herramienta SMED reduce los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelado	Mediante la aplicación de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de preparación de maquina en el área de hamburguesas de una empresa de congelados	SMED		TIEMPOS DE PREPARACION	Tiempo inicial vs Tiempo mejorado
¿En qué medida, con la aplicación del mantenimiento autónomo se reducirán las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento autónomo reduce las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados	Mediante la aplicación del mantenimiento autónomo se reducirá las paradas por falla de equipos en el área de hamburguesas de una empresa de congelados	MANTENIMIENTO AUTONOMO		PARADAS POR FALLA	OEE = Disponibilidad x rendimiento x calidad
¿En qué medida, con la estandarización del trabajo, se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados?	Aplicar la estandarización del trabajo para reducir los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados	Con la estandarización del trabajo se reducirá los tiempos de limpieza en el área de hamburguesas de una empresa de congelados	ESTANDARIZACIÓN		TIEMPOS DE LIMPIEZA	Tiempo inicial vs Tiempo mejorado

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Instrumento - Encuesta fallas en equipos

ENCUESTA							
Presentación:							
La finalidad de la presente encuesta es identificar la máquina más crítica del proceso en relación a la cantidad de veces que falla y/o cantidades de productos no conformes u observados que arroja.							
Instrucciones:							
A continuación se designará las valoraciones: 0 (nunca), 1 (Casi Nunca), 2 (A veces), 3 (Frecuente), 4 (Siempre). Confiamos en la veracidad de su respuesta por su calidad de profesionalismo y madurez.							
Linea							
Cargo							
ITEM	MAQUINA	CAUSAS	Nunca (0)	Casi Nunca (1)	A veces (2)	Frecuente (3)	Siempre (4)
1	FORMADORA	La formadora presenta fallas					
		Los moldes suelen cambiarse por deteriorados					
		Los servicios de agua, aire y /o energia suelen cortarse					
2	HORNO	El horno opera con normalidad					
		El vapor es constante					
		Se registran caidas de Vapor					
3	FAJAS	Las fajas operan con normalidad					
		Los rodillos suelen trabarse					
4	TUNELES	El tunel de congelamiento presenta fallas					
		Los sensores registran valores correctos					
		Los evaporadores operan de forma correcta					
5	FAJA DE ALIMENTACIÓN	El frio es constante					
		La faja presenta fallas					
6	FLOW PACK	Los elementos de sujeción estan correctos					
		El empaque opera con normalidad					
7	ENCINTADORA AUTOMATICA	El apilador presenta fallas					
		Detector de Metales calibrado					
		El sellado es el correcto					
7	ENCINTADORA AUTOMATICA	La encintadora suele parar					
		Buen sellado en la caja					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Instrumento- formato toma de tiempos

Linea:		Nombre de la actividad		Elaborado por:										Tiempo Estandar		0:00:00	
Elemento Nº 1	Nombre del elemento	Tiempo Observado	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar	
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
	Actividad Final	Tiempo Normal															
Elemento Nº 2	Nombre del elemento	Tiempo Observado	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar	
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
	Actividad Final	Tiempo Normal															
Elemento Nº 3	Nombre del elemento	Tiempo Observado	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar	
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
	Actividad Final	Tiempo Normal															
Elemento Nº 4	Nombre del elemento	Tiempo Observado	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar	
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
	Actividad Final	Tiempo Normal															

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Toma de tiempos preparación maquina antes de la mejora

Linea:	HAMBURGUESAS - FORMADORA		PREPARACIÓN DE MAQUINA										Elaborado por:		JOSE MUÑOZ / JORGE GASPAR		Tiempo Estandar		1:05:08	
			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar				
Elemento Nº 1	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:03:53	0:00:47	13%	0:00:53				
	Traslado de Formadora		0:00:50	0:00:55	0:00:47	0:00:42	0:00:39													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								
	Verificar que la maquina este libre de producto																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:00:50	0:00:55	0:00:47	0:00:42	0:00:39													
Mover formadora																				
Elemento Nº 2	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:07:37	0:01:31	13%	0:01:43				
	Retiro de Molde x Numero de Unidades		0:01:25	0:01:35	0:01:29	0:01:37	0:01:31													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								
	Elevación de Tapa frontal																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:01:25	0:01:35	0:01:29	0:01:37	0:01:31													
Retirar molde																				
Elemento Nº 3	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:09:39	0:01:56	13%	0:02:11				
	Retiro de Plancha Matriz		0:01:43	0:02:10	0:01:56	0:01:49	0:02:01													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								
	Elevación de Tapa de Formadora																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:01:43	0:02:10	0:01:56	0:01:49	0:02:01													
Retirar plancha																				
Elemento Nº 4	Nombre del elemento	Tiempo Observado											2:48:09	0:33:38	13%	0:38:00				
	Lavado de Formadora		0:32:22	0:34:16	0:33:59	0:34:08	0:33:24													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								
	Retiro de Manguera Agua Osmotizada																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:32:22	0:34:16	0:33:59	0:34:08	0:33:24													
Cortación de manguera																				
Elemento Nº 5	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:11:31	0:02:18	13%	0:02:36				
	Traslado y Almacenaje de Plancha y Molde		0:02:30	0:02:16	0:02:10	0:02:24	0:02:11													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100								
	Traslado de Plancha y Molde a taller																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:02:30	0:02:16	0:02:10	0:02:24	0:02:11													
Almacenaje de Elementos																				

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Elemento Nº 6	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:13:17	0:02:39	13%	0:03:00																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Traslado de Plancha y Molde a línea formado		0:02:48	0:02:39	0:02:35	0:02:31	0:02:44																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Recojo de Elementos de almacen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:02:48	0:02:39	0:02:35	0:02:31	0:02:44																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Colocación de elementos en línea de formado													Elemento Nº 7	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:26:54	0:05:23	13%	0:06:05	Montaje de Plancha		0:05:22	0:05:11	0:05:30	0:05:19	0:05:32					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Montaje de Plancha matriz											Actividad Final	Tiempo Normal	0:05:22	0:05:11	0:05:30	0:05:19	0:05:32					Cierre de Tapa Frontal y Matriz													Elemento Nº 8	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:18:12	0:03:38	13%	0:04:07	Montaje de molde x numero de unidades		0:03:43	0:03:26	0:03:33	0:03:41	0:03:49					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Montaje de molde											Actividad Final	Tiempo Normal	0:03:43	0:03:26	0:03:33	0:03:41	0:03:49					Cierre de Tapa Frontal y Matriz													Elemento Nº 9	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:06:45	0:01:21	13%	0:01:32	Colocación de Servicios (agua y aire)		0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Buscar manguera											Actividad Final	Tiempo Normal	0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22					Insertar manguera y abrir llave													Elemento Nº 10	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:04:19	0:00:52	13%	0:00:59	Programación de equipo		0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Levantar tapa de pantalla tactil											Actividad Final	Tiempo Normal	0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Elegir la presentación												
Elemento Nº 7	Nombre del elemento	Tiempo Observado												0:26:54	0:05:23	13%	0:06:05																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Montaje de Plancha		0:05:22	0:05:11	0:05:30	0:05:19	0:05:32																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Montaje de Plancha matriz																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:05:22	0:05:11	0:05:30	0:05:19	0:05:32																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Cierre de Tapa Frontal y Matriz													Elemento Nº 8	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:18:12	0:03:38	13%	0:04:07	Montaje de molde x numero de unidades		0:03:43	0:03:26	0:03:33	0:03:41	0:03:49					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Montaje de molde											Actividad Final	Tiempo Normal	0:03:43	0:03:26	0:03:33	0:03:41	0:03:49					Cierre de Tapa Frontal y Matriz													Elemento Nº 9	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:06:45	0:01:21	13%	0:01:32	Colocación de Servicios (agua y aire)		0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Buscar manguera											Actividad Final	Tiempo Normal	0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22					Insertar manguera y abrir llave													Elemento Nº 10	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:04:19	0:00:52	13%	0:00:59	Programación de equipo		0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Levantar tapa de pantalla tactil											Actividad Final	Tiempo Normal	0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Elegir la presentación																																																																																						
Elemento Nº 8	Nombre del elemento	Tiempo Observado												0:18:12	0:03:38	13%	0:04:07																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Montaje de molde x numero de unidades		0:03:43	0:03:26	0:03:33	0:03:41	0:03:49																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Montaje de molde																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:03:43	0:03:26	0:03:33	0:03:41	0:03:49																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Cierre de Tapa Frontal y Matriz													Elemento Nº 9	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:06:45	0:01:21	13%	0:01:32	Colocación de Servicios (agua y aire)		0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Buscar manguera											Actividad Final	Tiempo Normal	0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22					Insertar manguera y abrir llave													Elemento Nº 10	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:04:19	0:00:52	13%	0:00:59	Programación de equipo		0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Levantar tapa de pantalla tactil											Actividad Final	Tiempo Normal	0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Elegir la presentación																																																																																																																																																																
Elemento Nº 9	Nombre del elemento	Tiempo Observado												0:06:45	0:01:21	13%	0:01:32																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Colocación de Servicios (agua y aire)		0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Buscar manguera																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:01:16	0:01:20	0:01:15	0:01:32	0:01:22																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Insertar manguera y abrir llave													Elemento Nº 10	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:04:19	0:00:52	13%	0:00:59	Programación de equipo		0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Levantar tapa de pantalla tactil											Actividad Final	Tiempo Normal	0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48					Elegir la presentación																																																																																																																																																																																																																																										
Elemento Nº 10	Nombre del elemento	Tiempo Observado												0:04:19	0:00:52	13%	0:00:59																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Programación de equipo		0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Levantar tapa de pantalla tactil																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:00:49	0:00:50	0:00:59	0:00:53	0:00:48																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Elegir la presentación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar
Elemento N° 11	Nombre del elemento	Tiempo Observado														
	Ajuste y Prueba de equipo		0:03:22	0:03:50	0:03:29	0:03:33	0:03:41									
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0:17:55	0:03:35	13%	0:04:03
	Encender formadora															
	Actividad Final	Tiempo Normal	0:03:22	0:03:50	0:03:29	0:03:33	0:03:41									
Verificar cantidad de golpes																

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Toma de tiempos preparación maquina después de la mejora

Linea:	HAMBURGUESAS - FORMADORA	Nombre de la actividad	PREPARACIÓN DE MAQUINA					Elaborado por:					JOSE MUÑOZ / JORGE GASPAR	Tiempo Estandar		0:30:38	
			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar	
Elemento Nº 1	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:02:10	0:00:26	13%	0:00:29	
	Traslado de Formadora	0:00:20	0:00:26	0:00:32	0:00:24	0:00:28											
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
	Verificar que la maquina este libre de producto																
	Actividad Final	Tiempo Normal															
	Mover formadora	0:00:20	0:00:26	0:00:32	0:00:24	0:00:28											
Elemento Nº 2	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:07:49	0:01:34	13%	0:01:46	
	Retiro de Molde x Numero de Unidades	0:01:30	0:01:42	0:01:25	0:01:33	0:01:39											
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
	Elevación de Tapa frontal																
	Actividad Final	Tiempo Normal															
	Retirar molde	0:01:30	0:01:42	0:01:25	0:01:33	0:01:39											
Elemento Nº 3	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:09:51	0:01:58	13%	0:02:14	
	Retiro de Plancha Matriz	0:01:55	0:01:59	0:02:05	0:01:51	0:02:01											
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
	Elevación de Tapa de Formadora																
	Actividad Final	Tiempo Normal															
	Retirar plancha	0:01:55	0:01:59	0:02:05	0:01:51	0:02:01											
Elemento Nº 4	Nombre del elemento	Tiempo Observado											1:16:04	0:15:13	13%	0:17:11	
	Lavado de Formadora	0:14:08	0:15:34	0:16:12	0:14:41	0:15:29											
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
	Retiro de Manguera Agua Osmotizada																
	Actividad Final	Tiempo Normal															
	Cortación de manguera	0:14:08	0:15:34	0:16:12	0:14:41	0:15:29											
Elemento Nº 5	Nombre del elemento	Tiempo Observado											0:07:15	0:01:27	13%	0:01:38	
	Traslado y Almacenaje de Plancha y Molde (expulsores)	0:01:23	0:01:40	0:01:30	0:01:15	0:01:27											
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
	Traslado de Plancha y Molde a taller																
	Actividad Final	Tiempo Normal															
	Almacenaje de Elementos	0:01:23	0:01:40	0:01:30	0:01:15	0:01:27											

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar
Elemento Nº 6	Nombre del elemento	Tiempo Observado														
	Traslado de Plancha y Molde a línea formado		0:01:12	0:01:19	0:01:09	0:01:17	0:01:23						0:06:20	0:01:16	13%	0:01:26
	Actividad Inicial	Valoración														
	Recojo de Elementos de almacén		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
	Actividad Final	Tiempo Normal														
Colocación de elementos en línea de formado		0:01:12	0:01:19	0:01:09	0:01:17	0:01:23										

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar
Elemento Nº 7	Nombre del elemento	Tiempo Observado														
	Montaje de Plancha		0:01:55	0:01:45	0:02:03	0:01:59	0:02:05						0:09:47	0:01:57	13%	0:02:13
	Actividad Inicial	Valoración														
	Montaje de Plancha matriz		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
	Actividad Final	Tiempo Normal														
Cierre de Tapa Frontal y Matriz		0:01:55	0:01:45	0:02:03	0:01:59	0:02:05										

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar
Elemento Nº 8	Nombre del elemento	Tiempo Observado														
	Montaje de molde		0:00:59	0:01:05	0:00:57	0:00:58	0:01:02						0:05:01	0:01:00	13%	0:01:08
	Actividad Inicial	Valoración														
	Montaje de molde		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
	Actividad Final	Tiempo Normal														
Cierre de Tapa Frontal y Matriz		0:00:59	0:01:05	0:00:57	0:00:58	0:01:02										

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar
Elemento Nº 9	Nombre del elemento	Tiempo Observado														
	Colocación de Servicios (agua y aire) - llaves		0:00:52	0:00:48	0:01:01	0:00:42	0:00:55						0:04:18	0:00:52	13%	0:00:58
	Actividad Inicial	Valoración														
	Buscar manguera		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
	Actividad Final	Tiempo Normal														
Insertar manguera y abrir llave		0:00:52	0:00:48	0:01:01	0:00:42	0:00:55										

			Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar
Elemento Nº 10	Nombre del elemento	Tiempo Observado														
	Programación de equipo		0:00:47	0:00:50	0:00:53	0:00:49	0:00:55						0:04:14	0:00:51	13%	0:00:57
	Actividad Inicial	Valoración														
	Levantar tapa de pantalla táctil		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
	Actividad Final	Tiempo Normal														
Elegir la presentación		0:00:47	0:00:50	0:00:53	0:00:49	0:00:55										

		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10	Suma	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estandar	
Elemento Nº 11	Nombre del elemento															
	Ajuste y Prueba de equipo	Tiempo Observado	0.01:57	0.02:23	0.01:59	0.02:12	0.02:01									
	Actividad Inicial	Valoración	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.10:32	0.02:06	13%	0.02:23
	Encender formadora															
	Actividad Final	Tiempo Normal	0.01:57	0.02:23	0.01:59	0.02:12	0.02:01									
Verificar cantidad de golpes																

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6 Ficha de evaluación toma de tiempos - experto 1

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: FORMATOS DE TOMA DE TIEMPOS

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.					X
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					X
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					X
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					X
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.					X
SUMATORIA PARCIAL					4	25
SUMATORIA TOTAL		29				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: VEINTINUEVE
- Opinión
Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()
- Observaciones:

Juez: Ing. Luis E. Cuadros Negri

Firma: 

Anexo 7 Ficha de evaluación encuesta falla de equipos - experto 1

EVALUACIÓN: ENCUESTA FALLA DE EQUIPOS

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.					X
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				X	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					X
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					X
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.					X
SUMATORIA PARCIAL					8	20
SUMATORIA TOTAL		28				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: VEINTIOCHO
- Opinión
Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()
- Observaciones:

Juez: Ing. Luis E. Cuadros Negri

Firma: 

Anexo 8 Ficha de evaluación encuesta falla de equipos - experto 2

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

- Fallas en Equipos -

EVALUACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				4	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				4	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					5
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.			3		
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				4	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				4	
SUMATORIA PARCIAL				3	16	5
SUMATORIA TOTAL						

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 24 Puntos (80%)
- Opinión
Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()
- Observaciones:




Juez: Mg. Ing. HUGO JULIO MATEO LOPEZ


Anexo 9 Validación del formato toma de tiempos - experto 2

Validación de instrumentos

📎 2



HUGO JULIO MATEO LOPEZ <hugo.mateo@urp.edu.pe>
Mar 15/09/2020 12:27
Para: Usted; Jorge Gaspar

 **Ficha de Evaluación de los Ins...**
116 KB

Estimado José y Jorge:
Adjunto la Ficha de evaluación del instrumento de la Encuesta.
Sobre el Formato del estudio de tiempos, considero que obedece a una metodología técnica establecida para realizar el estudio de tiempos.
Saludos,
Hugo Julio Mateo López

...

Anexo 10 Ficha de evaluación toma de tiempos - experto 3

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				4	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.					5
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					5
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				4	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					5
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				4	
SUMATORIA PARCIAL					12	15
SUMATORIA TOTAL					27	

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: _____ 27 Puntos (90%) _____
- Opinión
Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()
- Observaciones:

Juez: Ing. Raúl Alejandro Hernandez Furugen

Firma:

ESMERALDA CORP, S.A.C.

 RAÚL HERNÁNDEZ FURUGEN
 JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo 11 Ficha de evaluación encuesta falla de equipos - experto 3

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.					x
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				x	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				x	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					x
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
SUMATORIA PARCIAL					12	15
SUMATORIA TOTAL		27				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 27
- Opinión
Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()
- Observaciones:
En la encuesta es posible incrementar el número de causas de fallas para algunas de las máquinas del proceso.

Juez: José Antonio Gómez Changa

Firma: 