

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“USO DE HERRAMIENTAS PARA INCREMENTAR LA
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE
HAMBURGUESAS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

DAVID JORGE PÁRRAGA CANTO

LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	Trabajo de Suficiencia Profesional -- David Párraga.docx (D142587828)
Submitted	2022-08-01 21:00:00
Submitted by	LAURA DEL ROSARIO LINARES GARCIA
Submitter email	llinaresg@lamolina.edu.pe
Similarity	3%
Analysis address	llinaresg.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Pérez Fernanda_Revisión Tesis Final.pdf Document Pérez Fernanda_Revisión Tesis Final.pdf (D140246038)	 2
SA	HERNÁNDEZ V._PRODUCTO FINAL_EJERCICIOS DE CP Y GC.pdf Document HERNÁNDEZ V._PRODUCTO FINAL_EJERCICIOS DE CP Y GC.pdf (D69207897)	 1
SA	Cartas de control deber.pdf Document Cartas de control deber.pdf (D69156393)	 1
SA	1548610493_694__Narvaez_Gonzalez_Karla_Proyecto_Gerencia.pptx Document 1548610493_694__Narvaez_Gonzalez_Karla_Proyecto_Gerencia.pptx (D47315793)	 8
SA	T3_Tesis2_BuenoBustamanteJosue.docx Document T3_Tesis2_BuenoBustamanteJosue.docx (D117392972)	 1
SA	Ing. Elisa Estefanía Vega Condo.doc Document Ing. Elisa Estefanía Vega Condo.doc (D109099199)	 1
SA	PRESENTACIÓN FINAL LLERENA FIESTAS.docx Document PRESENTACIÓN FINAL LLERENA FIESTAS.docx (D120133959)	 1
SA	Tesis Titulación-Antonella Polonio Solano.docx Document Tesis Titulación-Antonella Polonio Solano.docx (D131235023)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
"USO DE HERRAMIENTAS PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE HAMBURGUESAS"
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DAVID JORGE PÁRRAGA CANTO
LIMA – PERÚ
2021
La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“USO DE HERRAMIENTAS PARA INCREMENTAR LA
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE
HAMBURGUESAS”**

Presentado por:

DAVID JORGE PÁRRAGA CANTO

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

M.Sc. Walter F. Salas Valerio

PRESIDENTE

Mg.Sc. Carlos C. Elías Peñafiel

MIEMBRO

Dra. Bettit K. Salvá Ruiz

MIEMBRO

Laura Linares García, PhD.

ASESORA

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

*A mi madre por su trabajo, fe
y sacrificio en todos estos años.*

*A Cecilia y Edith por su
motivación diaria en todo
este proceso.*

A mi sobrino y papá.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.	ASPECTOS GENERALES DE LA MEJORA CONTINUA POR PROCESO	2
2.2.	GESTIÓN POR PROCESOS	2
2.2.1.	PROCESOS.....	2
2.2.2.	PENSAMIENTO ESBELTO	3
2.3.	MEJORA CONTINUA	3
2.4.	HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	3
2.4.1.	DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO	3
2.4.2.	DIAGRAMA PARETO	4
2.5.	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS.....	4
2.5.1.	GRÁFICAS DE CONTROL	5
2.5.2.	DISEÑO DE GRÁFICAS DE CONTROL	6
2.5.3.	GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLE	6
2.5.4.	TIPOS DE CAUSAS POR VARIABILIDAD	6
2.5.5.	PROCESO BAJO CONTROL	7
2.5.6.	PATRONES DE CAUSAS ESPECIALES.....	8
2.6.	CAPACIDAD DE PROCESO	9
2.7.	HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING.....	12
2.7.1.	MAPA DE FLUJO DE VALOR (VSM).....	12
2.7.2.	SMED.....	13
III.	METODOLOGÍA	15
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	15
3.2.	MATERIALES.....	15
3.3.	EQUIPOS	15
3.3.1.	ÚTILES DE OFICINA.....	15
3.4.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	15
3.5.	SELECCIONAR EL PROBLEMA Y DEFINIR EL OBJETIVO	19
3.5.1.	ESTABLECER EL CONTROL ESTADÍSTICO EN EL PROCESO DE	

FORMADO DE HAMBURGUESAS	19
3.6. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS	26
3.7. CONTRAMEDIDAS Y RESULTADOS	26
3.7.1. TÉCNICA VSM.....	26
3.7.2. SMED.....	26
3.7.3. LOS 5 ¿POR QUÉ?.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. SELECCIONAR EL PROBLEMA Y DEFINIR EL OBJETIVO	29
4.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	29
4.1.2. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO	29
4.1.3. COMPRENSIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	36
4.1.4. DEFINIR EL OBJETIVO	36
4.1.5. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	36
4.2. ANÁLISIS DE CAUSAS.....	38
4.3. CONTRAMEDIDAS Y RESULTADOS	33
4.3.1. TÉCNICA VSM (MAPA DE FLUJO DE VALOR)	33
4.3.2. SMED.....	39
4.3.3. LOS 5 ¿POR QUÉ?.....	47
4.4. ESTANDARIZAR Y MEJORAR.....	44
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	48
VIII. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Valores del índice de capacidad de proceso	121
Tabla 2:	Metodología de solución de Problemas desarrollado en la empresa Don Jorgito S.A.	195
Tabla 3:	Plan de muestreo de la variable peso formado.....	227
Tabla 4:	Calificación del coeficiente de variabilidad.....	228
Tabla 5:	Especificaciones para las variables	20
Tabla 6:	Cuadro de doble entrada para identificar familia de productos.	22
Tabla 7:	Estadísticos descriptivos	29
Tabla 8:	Estimación de mediciones fuera del límite de especificación	27
Tabla 9:	Cálculo del takt time	35
Tabla 10:	Cálculo del TC	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Diagrama de Ishikawa.....	5
Figura 2:	Esquema de un mapa de flujo de valor	12
Figura 3:	Hoja de estudio de tiempo.....	24
Figura 4:	Indicador de cumplimiento de programa	29
Figura 5:	Histograma de la variable peso de hamburguesa formada.....	27
Figura 6:	Gráfica de probabilidad normal para peso de las hamburguesas formadas	28
Figura 7:	Promedio y desviación estándar para el peso de hamburguesas formadas	29
Figura 8:	Capacidad de procesos para el peso de hamburguesas formadas.....	29
Figura 9:	Comparativo de la capacidad del 2019 con la proyección de la demanda del 2020.....	30
Figura 10:	Diagrama de actividades para el cumplimiento del objetivo.	31
Figura 11:	Diagrama Ishikawa baja capacidad de producción	32
Figura 12:	Matriz de procesos vs productos de la línea de hamburguesas	34
Figura 13:	Cálculo de métricas de los procesos para la elaboración de hamburguesa	35
Figura 14:	Comparativo del tiempo de ciclo vs takt time.....	37
Figura 15:	VSM de la línea de hamburguesas de la Empresa Don Jorgito S.A.	38
Figura 16:	Pareto de Paradas promedio por día de producción	39
Figura 17:	Hoja de estudio de tiempo de Enjuague	40
Figura 18:	Hoja de Estudio montaje y desmontaje de plancha.....	41
Figura 19:	Hoja de estudio de tiempo de regulación de máquina.....	41
Figura 20:	Análisis de problema según herramienta los 5 ¿Por qué?.....	43
Figura 21:	Distribución de horas de paro y horas efectivas de trabajo en la línea de hamburguesas.	43
Figura 22:	Capacidad actual y anterior en la línea de hamburguesas.....	44
Figura 23:	Tabla de Indicadores línea de hamburguesas	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	TABLA DE CONSTANTES PARA EL CÁLCULO DE LÍMITES DE CONTROL.....	51
ANEXO 2.	SIMBOLOGÍA PARA CREAR UN VSM.....	52
ANEXO 3.	TOMA DEL PESO DE FORMADO	53

RESUMEN

Debido al incremento en la proyección de la demanda de hamburguesas en la empresa Don Jorgito S.A., surge la necesidad de incrementar la capacidad de producción de la línea de hamburguesas, objetivo del presente trabajo, el cual se ejecutó mediante la metodología de solución de problemas desarrollado en 4 etapas: 1) Seleccionar el problema y definir el objetivo, 2) analizar la causas, 3) contramedidas y resultados y 4) estandarizar y mejorar. A su vez, dentro de cada etapa se hizo uso de herramientas de calidad: diagrama de Ishikawa, los 5 ¿Por qué?, Control Estadístico de Proceso (CEP) y herramientas de *Lean Manufacturing*: mapa de flujo de valor (VSM), SMED; las cuales lograron mejorar la disponibilidad (incremento en las horas efectivas de trabajo) de la línea reduciendo los despilfarros que tenían un impacto significativo sobre los tiempos de paradas programadas y no programadas, esto permitió incrementar el volumen de producción a la línea de hamburguesas de 18 a 24 TM/día y se identificó una oportunidad de mejora para incrementar el rendimiento en la producción de hamburguesas.

Palabras clave: Mejora continua, herramientas de calidad, herramientas de Lean Manufacturing, producción, capacidad, hamburguesa.

ABSTRACT

Due to the increase in the projected demand for hamburgers in the company Don Jorgito S.A., the need arises to increase the production capacity of the hamburger line, the objective of this work, which was executed through the problem-solving methodology developed in 4 stages: 1) Select the problem and define the objective, 2) analyse the causes, 3) countermeasures and results and 4) standardize and improve. At the same time, within each stage, use was made of quality tools: Ishikawa diagram, the 5 Why's, Statistical Process Control (SPC) and lean manufacturing tools: value stream mapping (VSM), single minute exchange of die (SMED); which were able to improve the availability (increase in effective working hours) of the line by reducing waste that had a significant impact on scheduled and unscheduled downtime, thus increasing the production volume of the hamburger line from 18 to 24 MT/day and identifying an opportunity for improvement to increase hamburger production yield.

Keywords: continuous improvement, quality tools, lean manufacturing tools, production, capacity, hamburger

I. INTRODUCCIÓN

La crisis económica causada por el Covid-19 generó un impacto negativo a la economía global, afectando el bienestar y estabilidad de las empresas. A su vez, el confinamiento conllevó a que la población adopte nuevos comportamientos de vida y compra. Si bien es cierto, que muchas empresas del rubro de alimentos han tenido un alza considerable en sus ventas y por ende se mantienen estables, algunas de éstas no han sido favorecidas, ya que cuentan con varias unidades de negocio con diferente porcentaje de participación en la generación de utilidad para la empresa. Por tanto, si una de las unidades de negocio no satisface la necesidad inmediata del consumidor, esto repercutirá en la estabilidad o aporte para el sostenimiento de la misma.

La empresa Don Jorgito S.A. cuenta con diferentes unidades de negocio, de las cuales solo la unidad de negocio de procesados (línea de hamburguesas) vio una oportunidad de crecimiento debido al comportamiento del mercado, esto se evidenció cuando el área de ventas mostró un incremento en la proyección de la demanda. Sin embargo, la capacidad de la línea no satisfacía o cubría el volumen de ventas proyectado, por lo que surge la necesidad de incrementar la capacidad de la línea de hamburguesas en función a los recursos con los que la empresa contaba, mejorando los tiempos efectivos de proceso y los rendimientos de proceso.

Con la finalidad de satisfacer la oportunidad de crecimiento identificada, el objetivo del presente trabajo fue incrementar la capacidad de producción de la línea de hamburguesas con el logro de los siguientes objetivos específicos: (1) Analizar el tiempo de ciclo en todas las etapas de proceso para identificar la operación que define la capacidad de la línea, (2) Reducir los tiempos de paros Programados y no Programados, e (3) Identificar la oportunidad de mejorar el rendimiento de producción de hamburguesas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LA MEJORA CONTINUA POR PROCESO

La mejora continua es una estrategia utilizada para evaluar y elevar el desempeño de los procesos y consecuentemente la satisfacción de los usuarios. Mejorar de manera continua permite reducir la variabilidad de los procesos, ya que estos son los principales generadores de desperdicio. Implementar la mejora continua en las compañías afianza y fortalece el aprendizaje de la organización, la participación activa de todo el personal promueve la cultura de calidad (Bonilla y Díaz, 2020).

2.2. GESTIÓN POR PROCESOS

En el ámbito de la gestión por procesos se suele utilizar técnicas y herramientas para mejorarlos o innovarlos. Cabe recordar, que los procesos generan valor y desperdicios/o despilfarros; sin embargo, una administración eficiente permitirá controlar y eliminar todo tipo de despilfarro de recursos, materiales, máquinas, mano de obra, etc. (Bonilla y Díaz, 2020).

Los procesos de la empresa pueden subdividirse en subprocesos: por ejemplo, el proceso de producción puede estar conformado por los procesos de preparación de fabricación, control de calidad, logística. Asimismo, el proceso de fabricación puede incluir procesos operativos de formulación, mezclado y empaçado (Carvajal y Valls, 2017).

2.2.1. PROCESOS

Proceso es una secuencia de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios (salidas) que podrán satisfacer los requerimientos o necesidades de los clientes internos, externos, etc. (Carvajal y Valls, 2017).

2.2.2. PENSAMIENTO ESBELTO

El pensamiento esbelto está dirigido a la eliminación del despilfarro de los procesos para lograr una mayor eficiencia, entendiéndose por despilfarro como el excedente de recurso, por encima del valor estándar establecido para alcanzar un objetivo deseado. Entre las principales técnicas japonesas aplicadas por la década de 1970 en las diferentes compañías japonesas para eliminar el despilfarro de sus procesos tenemos las siguientes (Bonilla y Díaz, 2020):

- Kanban: sistema de arrastre de la producción
- TPM: mantenimiento productivo total
- Kaizen: mejora continua
- SMED: reducción de los tiempos de preparación de máquinas
- *Poka yoke*: dispositivos para prevenir errores
- Círculos de calidad

2.3. MEJORA CONTINUA

El proceso de la mejora continua se caracteriza por aplicar una metodología sistemática, basada en el uso de herramientas estadísticas y gráficas, como diagramas de flujo, histograma, gráficas de control, diagrama causa efecto, diagrama de Pareto, entre otras, lo cual proporciona objetividad en el análisis y la toma de decisión sobre un problema en particular (Cuatrecasas, 1999).

2.4. HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

2.4.1. DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO

El diagrama causa-efecto es una descripción de las causas de un problema (conocido también como diagrama de Ishikawa), que se conjugan en la forma de una espina de pescado, y que les sirve a los equipos de mejora para analizar y discutir los problemas. Las principales causas de problemas en las organizaciones se agrupan generalmente en seis aspectos: medio ambiente, medios de control, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos de trabajo (Bonilla y Díaz, 2020). Es utilizado para analizar la relación causa-

efecto, comunicarla y facilitar la solución de problemas, desde el síntoma, la causa y la solución. En la Figura 1 se muestra el diagrama de Ishikawa.

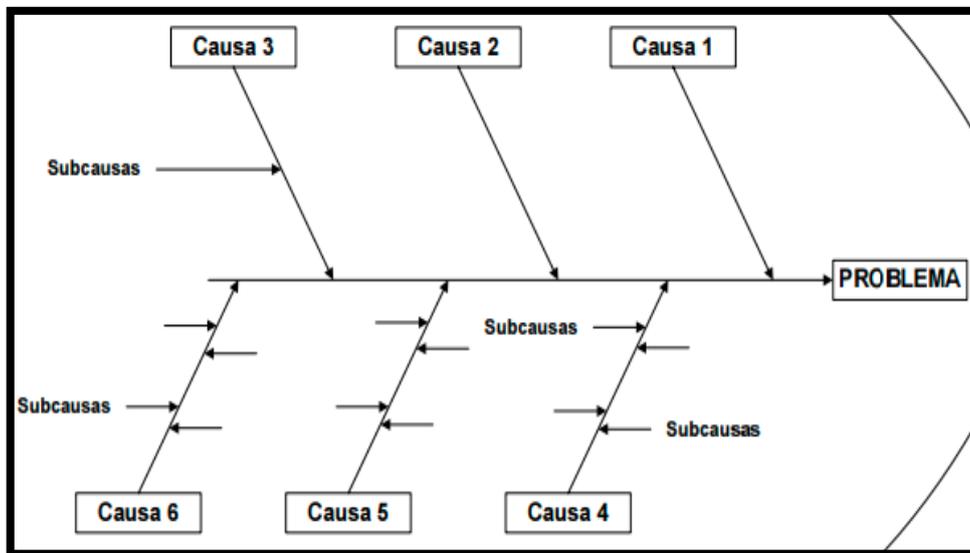


Figura 1: Diagrama de Ishikawa

FUENTE: Asaka y Oseki (1992)

2.4.2. DIAGRAMA DE PARETO

Es un diagrama que se utiliza para determinar el impacto, la influencia o el efecto que tienen determinados elementos sobre un aspecto (Asaka y Oseki, 1992).

2.5. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

Es el uso de estadísticas para analizar un proceso o rendimiento y de esa forma se puede tomar acción y mantener un control estadístico para mejorar la consistencia del proceso (Hitoshi, 1992).

El control estadístico de procesos constituye una metodología de diagnóstico de la estabilidad de un indicador de calidad de un proceso y de su capacidad para cumplir con sus especificaciones o límites de tolerancia. Adicionalmente, y no menos importante, apoya las decisiones de gestión al permitir entender en profundidad el concepto de variación y sus tipos (Ferreiro, 2002).

Evans y Lindsay (2000) mencionan que, si la variación del proceso sólo se debe a causas comunes, se dice que el proceso está bajo control estadístico. Una definición práctica del control estadístico es que a través del tiempo tanto los promedios del proceso como las varianzas son constantes.

Objetivos del control estadístico de proceso (Hitoshi, 1992):

- Identificar y eliminar las causas especiales de variación.
- Medir el tamaño de la causa común de variación, y determinar si es bastante pequeño como para rendir resultados aceptables.
- Incrementar la comunicación entre operadores y directivos.
- Disminuir la reincidencia de problemas.
- Determinar si algo es “manufacturable” en un proceso.

Hitoshi (1992) detalla los beneficios del control estadístico del proceso:

- Descubrimientos de problemas
- Identificación del origen de las causas.
- Apoyo de decisión.
- Documentación de problemas y soluciones.
- Reducción de los costos de calidad.

Moore (2004) menciona que, el objetivo de un gráfico de control no es garantizar una buena calidad inspeccionando muchos artículos producidos. Los gráficos de control se concentran en el propio proceso productivo más que en los artículos producidos. Controlando el proceso de fabricación a intervalos de tiempo regulares podemos detectar las alteraciones y rectificar antes de que sean importantes. El proceso que está bajo control es estable a lo largo del tiempo. De todas formas, la estabilidad, por sí misma, no nos garantiza una buena calidad.

2.5.1. GRÁFICAS DE CONTROL

El control estadístico de procesos se basa en analizar la información aportada por el proceso para detectar la presencia de causas asignables y habitualmente se realiza mediante una construcción gráfica denominada gráfico de control. Son gráficos sobre los cuales

algunas mediciones estadísticas de una serie de muestras son graficadas en un orden particular, para dirigir el proceso con respecto a aquella medida, con el fin de controlar y reducir la variación. Son usados generalmente para juzgar la estabilidad de un proceso (Falco, 2006).

Evans y Lindsay (2000) mencionan que, las gráficas de control tienen tres aplicaciones básicas:

- Establecer un estado de control estadístico.
- Vigilar un proceso y avisar cuando se salga de control.
- Determinar la capacidad del proceso.

2.5.2. DISEÑO DE GRÁFICAS DE CONTROL

Para James (1997) existe cuatro puntos para diseñar procedimientos que den gráficas de control: la base de muestreo, el tamaño de la muestra, la frecuencia de muestreo y la ubicación de los límites de control.

2.5.3. GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLE

De acuerdo a Montgomery (2010) los diagramas de control para variables se usan ampliamente. Suelen permitir el uso de procesamientos de control más eficientes, y proporcionan más información respecto al rendimiento del proceso que los diagramas de control por atributos.

2.5.4. TIPOS DE CAUSAS POR VARIABILIDAD

Según Cuatrecasas (1999), la variabilidad se debe a causas procedentes de los distintos elementos que intervienen en el proceso y por ello pueden ser de dos tipos:

Causas comunes o aleatorias: La variación es el resultado de la conjunción aleatoria de muchas causas que originará diferentes efectos con una aportación individual normalmente pequeña, de aquí también que sean conocidas como causas “no asignables”. La característica principal que define a este tipo de causas es que actúan constantemente, de una forma estable, provocando una variabilidad homogénea y sobre todo previsible.

Causas especiales: La variación está provocada por pocas causas, con una aportación individual grande, formando grandes discontinuidades. También se denominan “asignables” porque son originadas por motivos concretos. Su comportamiento es irregular e inestable en el tiempo por lo que resultan imprevisibles. Son causas extrañas al proceso que producen grandes variaciones, distorsiones y descentrados en las curvas de características de calidad. Sus efectos perduran hasta que son eliminadas.

2.5.5. PROCESO BAJO CONTROL

Se dice que el proceso está bajo control estadístico cuando no hay causas asignables presentes. Esto es equivalente a decir que el proceso permanezca estable, es decir que los parámetros de la distribución permanezcan invariables y por lo tanto puede realizarse una predicción del intervalo en el que se encontraran los valores de la característica de respuesta (Falco, 2006).

Evans y Lindsay (2000) mencionan que, cuando un proceso se encuentra bajo control estadístico, los puntos en una carta o gráfica de control deben fluctuar aleatoriamente entre los límites de control sin patrón o comportamiento que se puede identificar.

La siguiente lista de comprobación muestra un conjunto de reglas generales para examinar un proceso y determinar si está bajo control (Asaka y Oseki, 1992):

- No hay puntos fuera de los límites de control (si un punto está en el mismo límite de control, considerarlo como que esta fuera del límite).
- No hay una anomalía en la distribución de los puntos. Así se tiene:
 - El número de puntos arriba y abajo del eje central es aproximadamente igual.
 - Los puntos parecen caer al azar arriba y abajo del eje central.
 - La mayor parte de los puntos, pero no todos, se encuentran cerca del eje central, y solo unos pocos cerca de los límites de control.

2.5.6. PATRONES DE CAUSAS ESPECIALES

a. UN PUNTO FUERA DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Evans y Lindsay (2000) indican que, un solo punto fuera de límites de control generalmente se produce por una causa especial. El proceso debe estudiarse para determinar la causa; si hay causas especiales, entonces no son representativas del estado verdadero de control estadístico y los valores calculados de línea central y de los límites de control están distorsionados. Los datos correspondientes a los puntos fuera de los límites deben eliminarse y se deben calcular nuevos valores para la línea central y límite de control.

b. DESPLAZAMIENTO SÚBITO EN EL PROMEDIO DEL PROCESO

Evans y Lindsay (2000) indican que, un número fuera de lo común de puntos consecutivos que caen a un lado de la línea central por lo general es indicación de que el promedio del proceso se ha desplazado súbitamente. Por lo común, es resultado de alguna influencia externa que afectó al proceso, y que debería considerarse como causa especial.

Los desplazamientos más comunes en el proceso según el autor son:

- Ocho puntos consecutivos se hallan al mismo lado de la línea central.
- Dos de tres puntos consecutivos caen en la tercera parte externa entre la línea central y uno de los límites de control.
- Cuatro de cinco puntos consecutivos caen dentro de las dos terceras partes externas de la región.

c. TENDENCIA CRECIENTE O DECRECIENTE

Carot (2001) menciona que, una tendencia creciente o decreciente se debe a algo que genera una inestabilidad continua en el tiempo como, por ejemplo, una máquina, herramienta que sufre desgaste, un proceso químico que va experimentando una saturación, el cansancio de operadores, etc.

d. ACUMULACIÓN DE PUNTOS ALREDEDOR DE LA LÍNEA CENTRA

Carot (2001) afirma que, se suele considerar que aparece una señal de este tipo cuando en el tercio del gráfico se acumulan más de los dos tercios de los puntos. Esta señal suele ser debida a que se han mantenido durante un periodo de tiempo excesivo los límites de control y el proceso durante este tiempo ha mejorado, produciéndose una sensible disminución de la dispersión. También puede ser debido a que, por alguna razón, se está produciendo un truncamiento de la distribución de la variable controlada.

e. ACUMULACIÓN DE PUNTOS CERCA DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Evans y Lindsay (2000) manifiestan que, este patrón frecuentemente se conoce como una mezcla. Puede resultar cuando se utiliza en un proceso diferente lotes de materias primas o cuando los componentes se producen en máquinas diferentes.

f. INESTABILIDAD

Evans y Lindsay (2000) afirman que, la inestabilidad está caracterizada por fluctuaciones no naturales erráticas a ambos lados de la gráfica, a través del tiempo. Los puntos a veces aparecen por fuera de los límites de control siguiendo un patrón uniforme e indican que una causa frecuentemente de inestabilidad es un exceso en el ajuste de una máquina, es decir, las mismas razones que hacen que los puntos abracen los límites de control.

g. CICLOS

Evans y Lindsay (2000) definen a los ciclos como patrones breves y repetidos en la gráfica, que alternan picos elevados y valles profundos. Según Carot (2001), la aparición de estos ciclos es señal de falta de control.

2.6. CAPACIDAD DE PROCESO

El estudio de la capacidad de proceso es la comparación entre la variación natural del proceso y las especificaciones del producto o servicio que se produce. Es una evaluación de la precisión y de la exactitud inherente al proceso, es decir la capacidad del desempeño

de calidad del proceso en condiciones de control específicas. Así mismo, la capacidad del proceso sólo tiene sentido si han eliminado todas las causas especiales de variación y el proceso está en control estadístico (D'Allesio, 2002).

El índice de la capacidad potencial del proceso (Cp) compara el ancho de las especificaciones o variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real del proceso, e indica la capacidad potencial. Definiéndose de la siguiente manera (Gutiérrez y de la Vara, 2004):

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Donde:

σ =Desviación estándar del proceso

LSE=Especificaciones superior para las características de calidad.

LIE =Especificación inferior para las características de calidad.

En la Tabla 1, se detalla los valores apropiados para los índices de capacidad de proceso descritos anteriormente.

El análisis de la capacidad de proceso es parte decisiva de un programa de mejoramiento de la calidad. Entre los usos más importantes de los datos de un análisis de aptitud de procesos pueden mencionarse los siguientes, según Montgomery (2010):

- Predecir cuan bien cumple el proceso las tolerancias.
- Ayudar a los diseñadores o realizadores de los productos a seleccionar o modificar un proceso.
- Ayudar a establecer un intervalo entre muestreo o controles de proceso.
- Especificar los requisitos para el funcionamiento de nuevos equipos.
- Elegir entre diferentes proveedores.
- Planear la sucesión de los procesos de producción cuando existe un efecto de los procesos sobre las tolerancias.
- Reducir la variabilidad de un proceso de manufactura.

Tabla 1: Valores del índice de capacidad de proceso

Valor del índice Cp. (corto plazo).	Clase o categoría del proceso	Decisión
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad seis sigma
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado. Requiere de un control estricto. No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario.
$0.67 < Cp < 1$	3	Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria. No adecuado para el trabajo.
$Cp < 0.67$	4	Requiere de modificaciones muy serias.

FUENTE: Gutiérrez y de la Vara (2004)

2.7. HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing o también llamado comúnmente filosofía esbelta o ágil. Es una filosofía de trabajo, bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de un sistema de producción o de servicio, mediante el cumplimiento de su objetivo que es la disminución de despilfarro de todo tipo ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transportes, retrabajos por parte de equipos y personas. No es una filosofía estática ni radical que se aleja de lo ya conocido, sino más bien su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras surgidas en la elaboración del trabajo (Madariaga, 2013).

2.7.1. MAPA DE FLUJO DE VALOR (VSM)

El Mapa de la Cadena de Valor es una herramienta visual que ayuda a documentar, analizar y mejorar el flujo de producción (Madariaga, 2013). El VMS permite diagnosticar la situación actual de la empresa y dibujar el mapa de flujo de valor futuro (Marti y

Torrubiano, 2013). En el VSM se debe identificar el proceso cuello de botella, en donde se desperdician productos, recursos. En la Figura 2 se muestra la estructura de un VSM.

a) TAKT TIME

Es el ritmo de producción (frecuencia en la que un producto acabado abandona la línea) que debe llevar el sistema para poder satisfacer las necesidades del cliente.

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo disponible} / \text{demanda del cliente}$$

b) TIEMPO DE CICLO

Tiempo que pasa entre la salida de un producto y el siguiente.

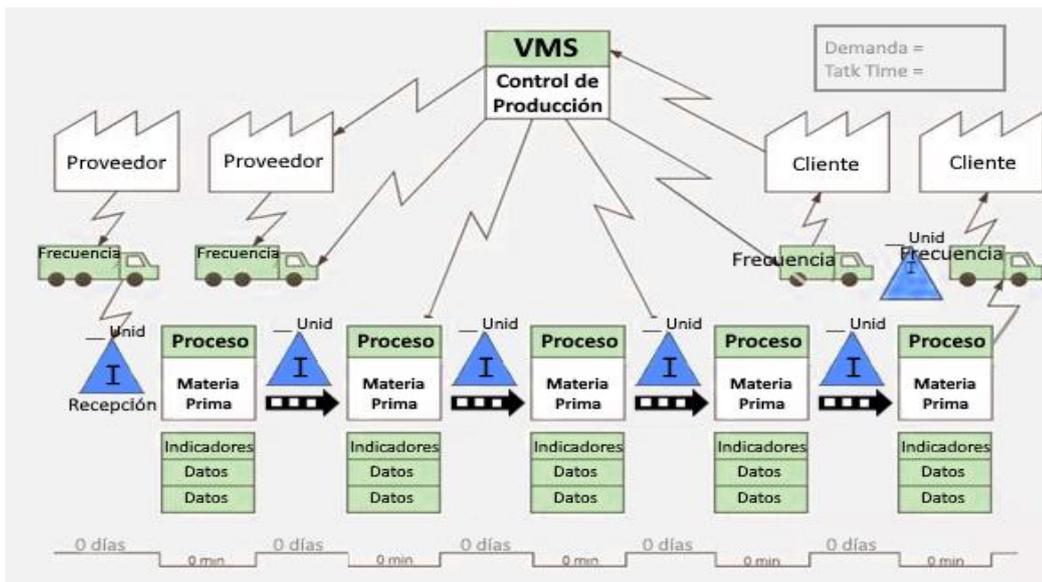


Figura 2: Esquema de un mapa de flujo de valor (VSM)

FUENTE: Marte (2020)

2.7.2. SMED

Es una técnica y/o herramienta de mejora que está enfocada en reducir drásticamente el tiempo que lleva a realizar cambios o ajustes entre cambios de formatos en un proceso (Madariaga, 2013), esto se traduce en un aumento de productividad y eficiencia. Marti y Torrubbiano (2013) distinguen dos tipos de ajustes:

- Ajustes / tiempos internos: Corresponde a operaciones que se realizan a máquina parada, fuera de las horas de producción.
- Ajustes / tiempos externos: Corresponde a operaciones que se realizan(o pueden realizar) con la máquina en marcha, o sea durante el periodo de producción.

De acuerdo a Madariaga (2013), esta metodología cuenta con 6 pasos:

- Descomponer el cambio en operaciones
- Separar las operaciones en externas e internas
- Convertir operaciones internas en externas
- Reducir las operaciones internas
- Reducir las operaciones externas
- Estandarizar el cambio

III. METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se desarrolló en la Empresa Don Jorgito S.A. dedicada al procesamiento de hamburguesas que solicita servicios de maquila a la empresa Chanchito Corp. ubicado en km. 18.5, carretera Panamericana Sur, San Juan de Miraflores 15058.

3.2. MATERIALES

Los materiales utilizados para el siguiente trabajo fueron los siguientes:

3.3. EQUIPOS

- Laptop marca Lenovo, modelo ThinkPad.
- Celular
- Cronómetro
- Calculadora
- Software: Office 2007, Minitab V 19
- Linterna

3.3.1. ÚTILES DE OFICINA

- Cuaderno de apuntes, lapiceros y escritorio

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

El presente trabajo se desarrolló bajo la metodología de solución de problemas según las etapas definidas en la Tabla 2 y se describen a continuación:

Tabla 2: Metodología de solución de Problemas desarrollado en la empresa Don Jorgito S.A.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Etapa 1	Identificación / Elección del problema
Seleccionar el problema y definir el objetivo	Comprensión de la situación actual Definir el objetivo Planificar las actividades
Etapa 2	Recolectar información
Análisis de las causas	Elección de las causas más probables (hipótesis) Análisis de las causas más probables (verificación de las hipótesis)
Etapa 3	Proponer ideas para acciones
Contra medidas y resultados	Seleccionar las propuestas de acciones Implementar acciones Verificar los resultados de las mejoras Comparar los resultados con las metas
Etapa 4	Actualizar definir ítems de control
Estandarizar y mejorar	Educar y capacitar a los responsables

FUENTE: Empresa Don Jorgito S.A.

3.5. SELECCIONAR EL PROBLEMA Y DEFINIR EL OBJETIVO

Se realizó una reunión con la jefatura de producción de la empresa Don Jorgito S.A. para analizar la situación de la línea de hamburguesas en función a las nuevas necesidades de producción, con ello se identificó las oportunidades de mejora (problema), definen los objetivos y/o metas y se planifican las actividades.

3.5.1. ESTABLECER EL CONTROL ESTADÍSTICO EN EL PROCESO DE FORMADO DE HAMBURGUESAS

La aplicación del control estadístico mediante gráficas de control de Shewhart fue en el proceso de formado, siguiendo la metodología de Evans y Lindsay (2000), cuya secuencia de actividades se explican a continuación.

a. ELECCIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD A MEDIR

La característica de calidad seleccionada se encuentra en una etapa vital del proceso, como el formado. Esta característica es el peso de hamburguesa formada. Esta característica es muy importante, ya que si el peso es mayor al peso especificado la empresa reportaría pérdidas, por otro lado, si el peso es menor al especificado, se afectaría al cliente ocasionando problemas judiciales.

El producto con mayor venta en la empresa es la presentación de hamburguesas en paquetes de 14 unidades (peso neto, 965 gramos); análogamente, el control estadístico se estableció para el peso de una unidad de hamburguesa que debe ser 68.93 gramos

Según NTP ISO 002:2008 (INDECOPI, 2008), establece errores negativos tolerables (T) de pesos para productos preenvasados. Estos errores se clasifican según el peso nominal o peso reportado en la etiqueta. Para la unidad de hamburguesa de 68.93 gramos el error negativo tolerable es de 1.07 gramos. Este valor nos permitió definir los límites de especificación de la variable, que son 67.9 gramos como límite inferior y 70 gramos como límite superior.

b. ANÁLISIS DE LA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD SELECCIONADA

Las gráficas de control utilizadas fueron determinadas considerando el tipo de característica de calidad a controlar según lo recomendado por Carot (2001).

Para la variable peso de hamburguesa formada, se utilizaron gráficas de control por variables de las desviaciones estándar y no del rango, considerando que se contó con un

software estadístico para realizar fácilmente el procesamiento de los datos, y que este es un indicador más sensible de la variabilidad, tal como lo recomienda Evans y Lindsay (2000).

c. MÉTODO DE LA TOMA DE DATOS

Se tomaron 100 observaciones de la variable mencionada, Según Asaka y Oseki (1992), recomienda recolectar un mínimo de 100 observaciones para poder elaborar gráficas de capacidad de proceso. El tamaño de cada observación así con la frecuencia de muestreo se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3: Plan de muestreo de la variable peso formado

Variable	Número de observaciones	Tamaño de observación	Total de mediciones	Frecuencia de muestreo (hora)
Peso de hamburguesa formada	100 observaciones	6 mediciones	600 mediciones	1

d. RECOLECCIÓN DE DATOS

La información de obtuvo mediante mediciones directas realizadas por el equipo durante el proceso de producción de las hamburguesas.

e. ANÁLISIS DESCRIPTIVO E HISTOGRAMA

El análisis descriptivo se realizó en el Software Minitab V.19, para lo cual fue necesario interpretar los datos correspondientes, siendo uno de ellos el coeficiente de variabilidad. En la Tabla 4 se presenta la calificación de un proceso en función al coeficiente de variabilidad.

Se elaboró histogramas con los límites de especificación, los histogramas se elaboraron siguiendo la siguiente secuencia:

- Se ordenaron los datos de menor a mayor
- Se calculó el rango (R): $R = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}$

- Se calculó el número de clase (K) aplicando la regla de Sturges

Tabla 4: Calificación del coeficiente de variabilidad

Coeficiente de variabilidad	Calificación
0	Completamente homogéneo
$0 < CV < 10$	Muy homogéneo
$10 < CV < 15$	Regularmente homogéneo
$15 < CV < 20$	Regularmente variable
$20 < CV < 25$	Variable
$CV > 25$	Muy variable

FUENTE: Carot (2001)

- $K=1+3.33\log(n)$
 - o n : número de datos totales
- Se calculó el tamaño del intervalo de clase (TIC).
 - $TIC= R/K$
- Usando el TIC se estableció los intervalos de clase y se procesaron los datos en el Software para su representación gráfica.

f. PRUEBA DE NORMALIDAD

Se utilizó el test de normalidad de Anderson-Darling que se encuentra en el software estadístico Minitab V.19, para probar la hipótesis de que los datos se ajustan a una distribución normal.

Para concluir se utilizó el siguiente criterio de decisión: (Carot 2001).

- Cuando la prueba de hipótesis resulta significativa ($P\text{-Value} < \alpha (0.05)$), se rechaza la hipótesis planteada, y se concluye que los datos de la variable medida no se ajustan a una distribución normal.
- Cuando la prueba de hipótesis no resulta significativa ($P\text{-value} > \alpha (0.05)$), no se rechaza la hipótesis planteada, y se concluye que los datos de la variable medida se ajustan a una distribución normal.

g. CONSTRUCCIÓN DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL

Se calculó los límites de control para las gráficas de control \bar{X} y S.

Para el cálculo de los límites de control de la gráfica \bar{X} y S, se utilizaron las siguientes fórmulas (Evans y Lindsay, 2000):

$$\text{LSC} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

$$\text{LC} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{LIC} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

Donde:

LSC: límite superior de control

LC: Límite central

LIC: límite inferior de control

A3: Factor que se presenta en el Anexo 1.

Los límites de control para la gráfica S, se calcularon de la siguiente manera (Evans y Lindsay 2000):

$$\text{LSC} = B_4 \bar{S}$$

$$\text{LC} = \bar{S}$$

$$\text{LIC} = B_3 \bar{S}$$

Donde:

LSC: límite superior de control

LC: Límite central

LIC: límite inferior de control

B3 y B4: Factor que se presenta en el Anexo 1.

h. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta las recomendaciones de Evans y Lindsay (2000), se realizó el análisis de los resultados utilizados la siguiente secuencia:

- **Analizar la gráfica de control:** Se realizó el estudio de las gráficas de control con la finalidad de identificar causas especiales de variación que estuvieran llevando el proceso a un estado fuera de control.

- **Eliminar puntos fuera de control:** Se eliminó los puntos fuera de los límites de control debido a causas especiales de variación identificadas, que no fueron representativas del estado verdadero de control estadístico y que estuvieron distorsionando los valores calculados de la línea central y de los límites de control.
- **Volver a calcular, si es necesario:** Se realizó nuevamente el procesamiento de los datos utilizados el software estadístico Minitab V.19 para volver a calcular las estadísticas relevantes y realizar el trazado de las gráficas de control.

i. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PROCESOS

Según Montgomery (2010), el proceso debe estar estable para que se obtenga una estimación confiable de la capacidad del proceso; por ello, se estimó el índice de capacidad de procesos para la variable peso (unidad formada de hamburguesa) con la finalidad de evaluar si la variación del proceso está dentro de los límites de especificación. En la Tabla 5 se presenta las especificaciones para la variable peso de hamburguesa formada, las cuales fueron necesarias para la estimación de índice de capacidad de procesos.

Tabla 5: Especificaciones para las variables

Etapa	Variable	Lie (g)	Lse (g)
Formado	Peso de hamburguesa formada	67.9	70

La capacidad potencial se utilizó para los procesos centrados de acuerdo a lo recomendado por Carot (2001), de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S}$$

Donde:

C_p: Índice de la capacidad potencial del proceso

LSE: Límite superior de especificación

LIE: Límite inferior de especificación

S: Desviación estándar

La capacidad real se utilizó para procesos descentrados o con especificaciones unilaterales de acuerdo a lo recomendado por Carot (2001), utilizando las siguientes expresiones:

$$C_{pk} = \min(C_{pki}, C_{pks})$$
$$C_{pks} = \frac{LSE - \bar{X}}{3S} \quad C_{pki} = \frac{\bar{X} - LIE}{3S}$$

Donde:

Cpk: Índice de la capacidad real del proceso.

LSE: Límite superior de especificación.

LIE: Límite inferior de especificación.

S: Desviación estándar.

3.6. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

Se definió el uso de herramientas de calidad como el de diagrama de Ishikawa o Causa-Efecto con el fin de que nos permita estructurar la información e identificar las diferentes causas que tengan impacto sobre el problema a tratar. A continuación, se detalla el orden para el análisis de causas.

- Presentar el problema a analizar.
- Crear el diagrama de Ishikawa y definir las causas (método, máquina, mano de obra, materiales, medida y medio ambiente) a evaluar.
- Reunión con el equipo de trabajo
- Crear subgrupos de trabajo en función a cada causa a analizar.
- Identificar la causa o causas principales

3.7. CONTRAMEDIDAS Y RESULTADOS

Ya identificadas las causas se plantean las contramedidas que permitan ayudar a dar tratamiento a las causas identificadas.

3.7.1. TÉCNICA VSM

- **Paso 1: identificar el flujo de proceso productivo de la empresa**

Realizar recorrido del proceso de inicio a fin para identificar las operaciones de manufactura.

- **Paso 2: identificar la familia de productos**

Agrupar los productos que presentan procesos parecidos y mismo uso de máquinas. Para tal actividad realizar una matriz de ruta del producto, para ello se realiza un cuadro de doble entrada como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Cuadro de doble entrada para identificar familia de productos

Proceso	A	B	C	D
Producto				
1				
2				
3				
4				
5				
6				

- **Paso 3: Identificar la necesidad/información del cliente**

- **Paso 4: Definir la demanda diaria y el cálculo del takt time.**

$Takt\ time = (Tiempo\ disponible) / (Demanda\ del\ cliente)$

- Tiempo disponible: se tienen que descontar todos los tiempos programados durante el proceso

- **Paso 5: Dibujar cajas de proceso y datos**

Realizar el cálculo de indicadores como tiempo de ciclo, número de operarios, tiempo de cambio de formato, tiempo de funcionamiento de la máquina.

- **Paso 6: Dibujar la información del inventario**

Identificar puntos donde se acumula inventarios de materia prima como de producto terminado.

- **Paso 7: Dibujar línea del tiempo**

Dibujar debajo de las casillas de proceso.

- **Paso 8: Dibujar flujo de información**

- **Paso 9: Evaluar el VSM**

Determinar los puntos de mejora que permitan mejorar la capacidad de la línea. Así mismo, en el Anexo 2 se muestra algunas simbologías para el desarrollo de un VSM.

3.7.2. SMED

- **Paso 1: Estudiar la situación actual.**

Realizar una grabación de los cambios de formato y contrastar la información con entrevistas a los trabajadores.

- **Paso 2: Separar las operaciones en externas e internas.**

- **Paso 3: Convertir actividades internas en externas.**

Evaluar operaciones para ver si algunos pasos están considerados como internos.

- **Paso 4: Reducir actividades internas.**

Implementar actividades en paralelo.

- **Paso 5: Estandarización / Seguimiento.**

Redactar un instructivo estándar, fijas metas e implementar un indicador de control.

En la Figura 3 se muestra una hoja de estudio de tiempos para el levantamiento de información y posterior análisis para la aplicación de la metodología SMED.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se desarrolló bajo la metodología de solución de problemas que es una herramienta estratégica que nos conduce a la mejora continua y búsqueda de la eficiencia en cada proceso en el área (Cuatrecasas, 2017). Diferentes autores han definido el método en 7 pasos; sin embargo, el proceso de solución de problemas es continuo e iterativo, puede subdividirse en etapas o pasos en cuya cantidad no acuerdo entre los autores (García, 2010). En este caso se desarrollará en 4 etapas que se detallan a continuación.

4.1. SELECCIONAR EL PROBLEMA Y DEFINIR EL OBJETIVO

4.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Don Jorgito S.A. maneja indicadores de cumplimiento de programa semanal, estos son presentados semanalmente para evaluar el desempeño de la línea semana a semana y por ende el cumplimiento global mensual. Como se muestra en la Figura 4 se identifica que no se está cumpliendo el programa de producción por ende no se está cubriendo la capacidad de producción declarada por el área de producción al área de programación y demanda.

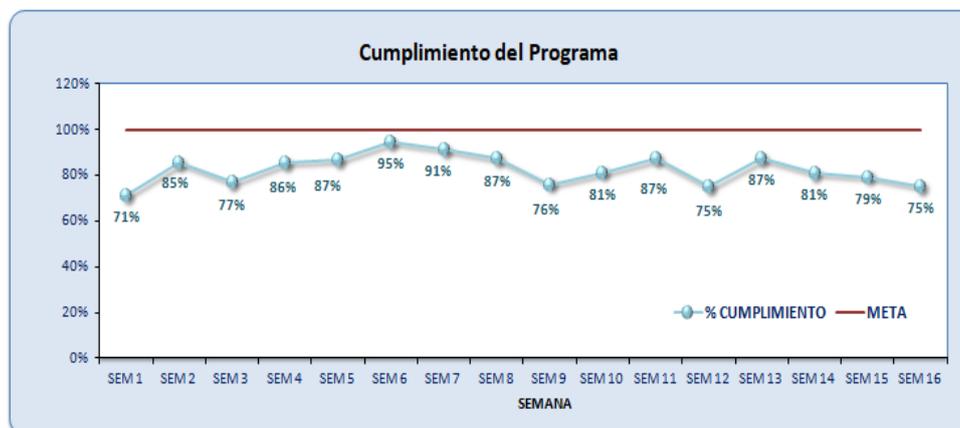


Figura 4: Indicador de cumplimiento del programa de producción

4.1.2. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

Para el control estadístico de proceso se realizó 600 mediciones (Anexo 3) de la variable continua peso de hamburguesa formada, agrupadas en 100 observaciones. Luego de procesar estos datos en el programa Minitab V. 19, arrojo los siguientes estadísticos descriptivos que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Estadísticos descriptivos

Variable	Conteo total	Media (g)	Desv.Est (g)	Coef. Var. (%)	Mínimo (g)	Máximo (g)
Peso de hamburguesa formada	600	69.47	0.51	0.73	67.6	71.3

Interpretándose de la siguiente forma:

- Los pesos de las hamburguesas formadas en promedio fueron de 69.47 gramos, este valor se aleja del centro de especificación (68.93 gramos).
- Los pesos de las hamburguesas formadas presentaron una desviación estándar de 0.51 gramos, este valor representa la variabilidad natural del proceso.
- El valor máximo de peso de hamburguesa formada fue de 71.3 gramos, un valor por encima del límite de especificación superior (70 gramos).
- El valor mínimo de peso de hamburguesa formada fue de 67.6 gramos, un valor muy por debajo del límite de especificación inferior (67.9 gramos).
- El coeficiente de variabilidad de los pesos de las hamburguesas formadas fue 0.73 por ciento, lo que indica que la variable presentó mediciones muy homogéneas.

a. ANÁLISIS DEL HISTOGRAMA

En la Figura 5 se aprecia el histograma de los pesos de hamburguesas formadas, esta se asemeja a la gráfica de la distribución normal. Además 82.17 por ciento del total de mediciones realizadas está dentro de los límites de especificación (67.9 gramos -70

gramos), quedando un porcentaje considerable de valores fuera de estos límites (17.83 por ciento). Se observa también que existen 106 observaciones por encima del límite superior de especificación, esta cantidad representa 17.67 por ciento de todos los pesos tomados.

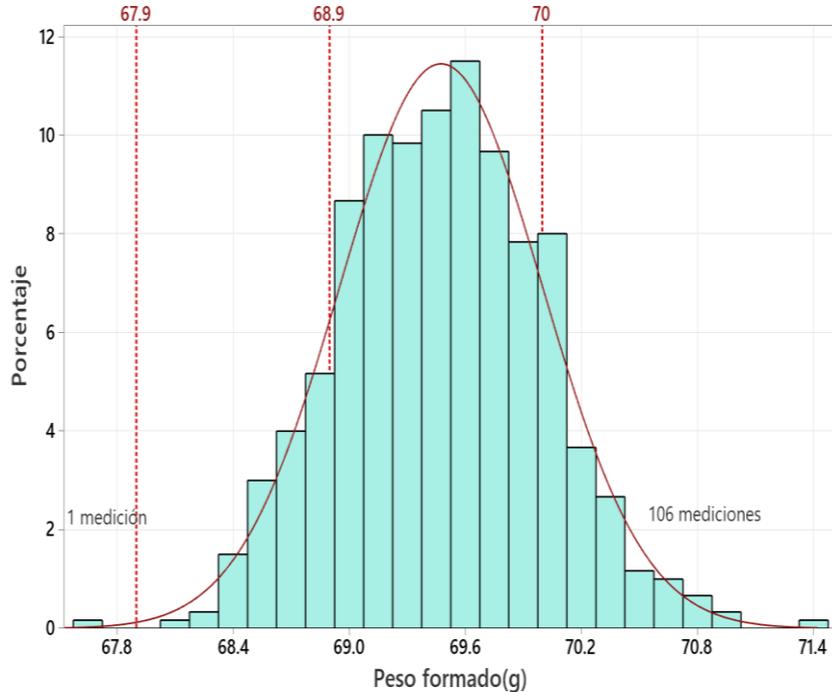


Figura 5: Histograma de la variable peso de hamburguesa formada

El mismo programa Minitab V. 19 realizó una estimación de las mediciones que están fuera de los límites de especificación, en el mediano plazo, si el proceso se mantiene bajo las mismas condiciones iniciales. Los resultados de esta estimación se muestran en la Tabla 8 y nos indica que de 1 millón de mediciones 995 mediciones estarían fuera del límite de especificación inferior y 151178 mediciones estarían por encima del límite de especificación superior.

Tabla 8: Estimación de mediciones fuera del límite de especificación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Total de mediciones	1 000 000
Mediciones <LEI	995
Mediciones >LES	151178
Total de mediciones fuera de los límites de especificación	152173

b. PRUEBA DE NORMALIDAD

En la Figura 6 se presenta el gráfico de probabilidad normal, donde se puede observar que los datos están aproximadamente alineados, asimismo, el test de normalidad de Anderson-Darling resulto no significativa (Valor $p > 0.05$); por lo tanto, se puede afirmar que el peso de formado de hamburguesas se ajusta a una distribución normal.

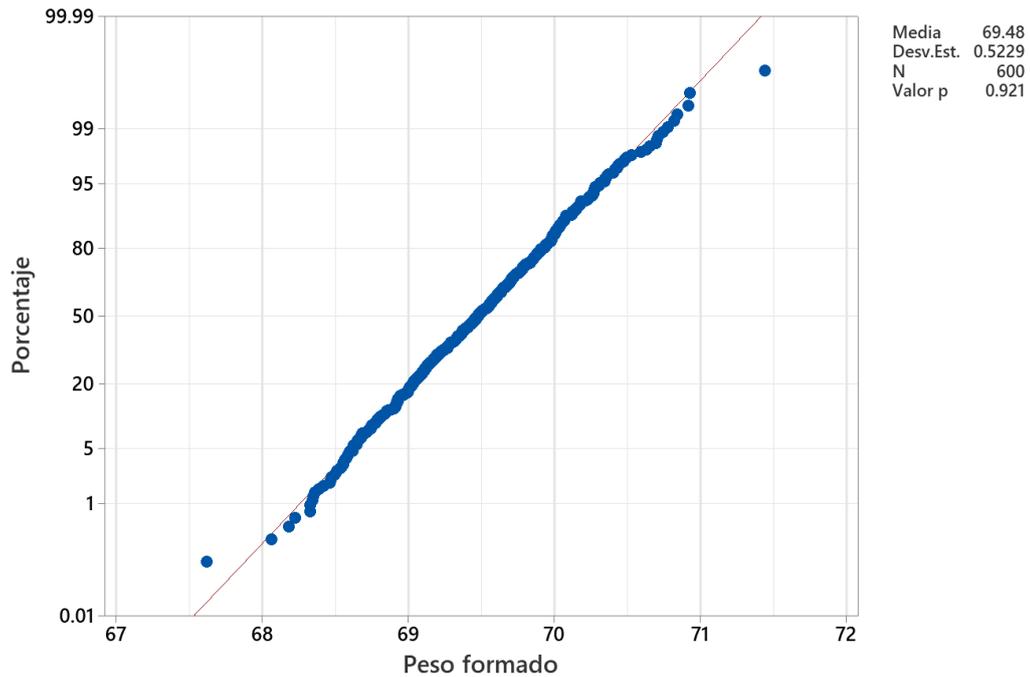


Figura 6: Gráfica de probabilidad normal para peso de las hamburguesas formadas

c. GRÁFICOS DE CONTROL

Se determinó el promedio y la desviación estándar para cada observación de peso de hamburguesa formada y se ubicaron en los gráficos de control que se muestran en la Figura 7. En la gráfica de control del promedio (\bar{x}) y la desviación estándar (S) no se detectó ninguna observación que pase los límites de control determinados, ni tampoco existe ninguna causa especial de variación. Por lo tanto, se concluye que el proceso es estable y procedió a estimar la capacidad de proceso.

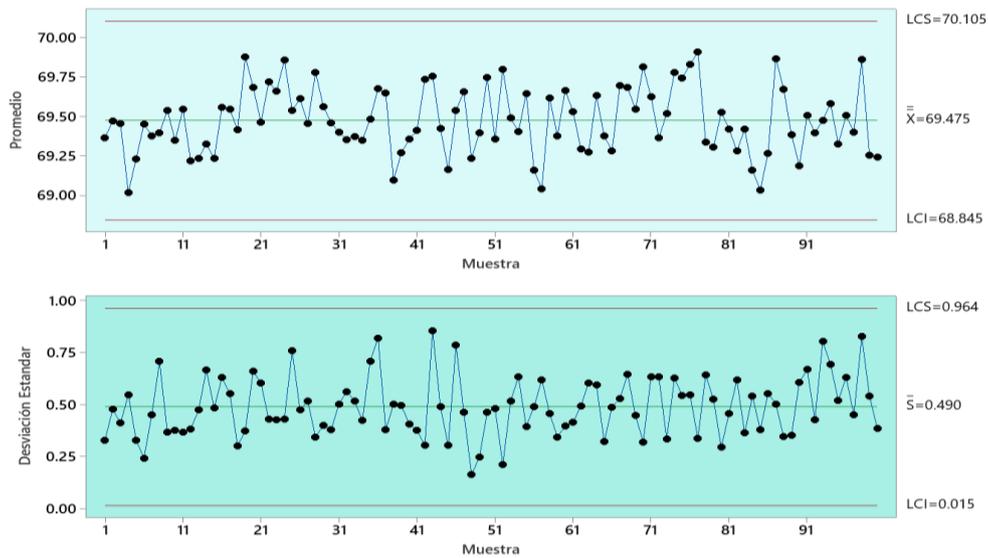


Figura 7: Promedio y desviación estándar para el peso de hamburguesas formadas

d. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PROCESO

En la Figura 8 se presenta el análisis de la capacidad de proceso mediante un histograma superpuesto a la gráfica de distribución normal. El proceso de mostró descentrado, ya que la media muestral (69.47 g) es superior al centro de especificación (68.9 g), por lo tanto, el C_p es diferente al C_{pk} .

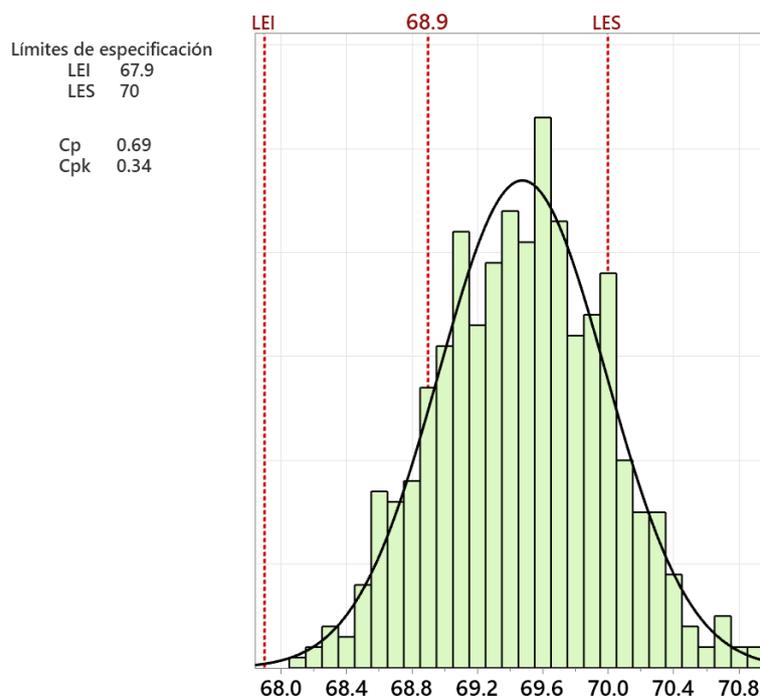


Figura 8: Capacidad de procesos para el peso de hamburguesas formadas

El valor de capacidad real de proceso fue $Cpk = 0.34$; inferior a 1, y según indica Gutiérrez y de la Vega (2004) un valor inferior a 1 implica que el proceso trabaja inadecuadamente y requiere de un análisis de proceso necesariamente.

4.1.3. COMPRENSIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La línea de hamburguesas fue trasladada a una nueva nave de proceso y no satisfacía la capacidad de producción requerida para atender la venta según la proyección. Esto repercutiría sobre posibles recortes de venta y afectar la productividad de la línea.

4.1.4. DEFINIR EL OBJETIVO

Se realizó una reunión entre jefaturas de producción, programación y demanda para evaluar las nuevas tendencias de crecimiento de venta y por ende de producción, donde se muestra la proyección de la demanda del 2020 respecto al 2019 y las pérdidas que se generarían por no poder satisfacerla. El comparativo se muestra con la Figura 9.

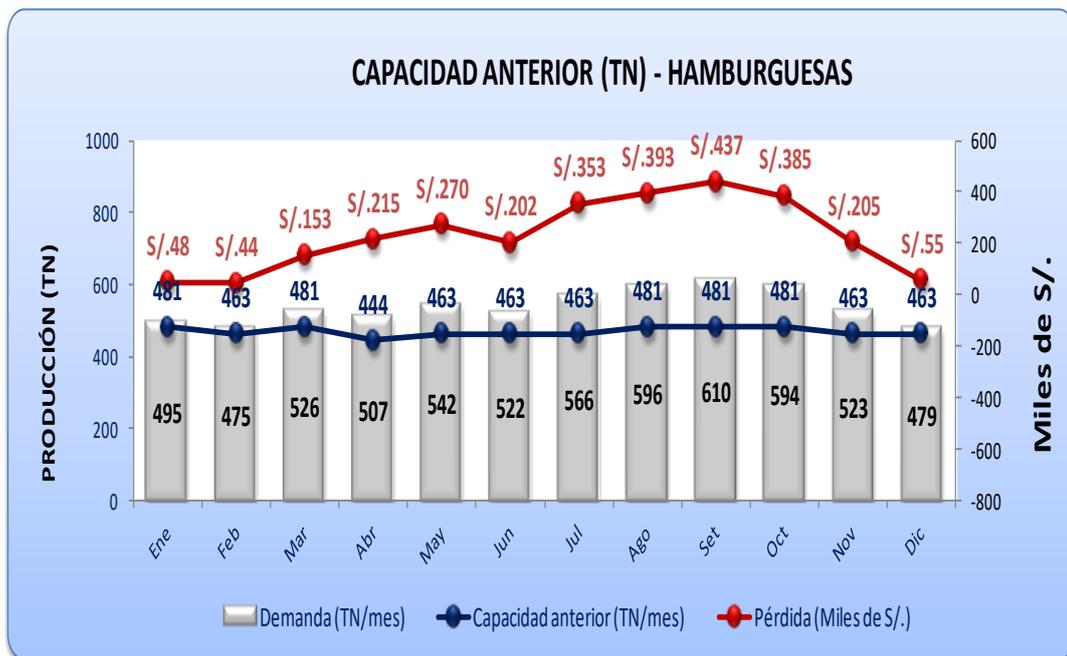


Figura 9: Comparativo de la capacidad del 2019 con la proyección de la demanda del 2020

Con la proyección de la demanda mostrada y considerando 26 días de trabajo por mes, post reunión de jefaturas se define que la necesidad (capacidad de la línea) debe ser de 24 TM/día sobre las 18 TM/día que se estaba produciendo. Esto se definió como el objetivo del proyecto.

4.1.5. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

La empresa Don Jorgito S.A define cronograma de actividades para el desarrollo de los proyectos de mejora para que el desarrollo sea ordenado, estructurado y se vaya viendo los avances en las reuniones definidas, tal como se muestra en la Figura 10.

PHVA													
1. OBJETIVO: INCREMENTAR CAPACIDAD LÍNEA DE HAMBURGUESAS													
2. PUNTO DE CONTROL: CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS													
3. UNIDAD DE MEDIDA: %													
4. META: 24 TN DIARIAS													
N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	P/E	2020								PUNTO DE VERIFICACIÓN	
				ABRIL				MAYO					
				14	15	16	17	18	19	20	21		22
1	MEJORA DEL FORMADO												
1.1	Seleccionar el Problema (Oportunidad de mejora) y establecer el objetivo	Equipo de Trabajo	Prog	■									Objetivo definido
			Ejec										
1.2	Análisis de Causa - Raíz	Equipo de Trabajo	Prog	■	■								Identificar causas / Herramientas de Ishikawa
			Ejec										
1.3	Implementar contramedidas y evaluar resultados	Equipo de Trabajo	Prog	■	■								Métodos para tratar las causas identificadas
			Ejec										
1.4	Estandarizar y establecer el control	Equipo de Trabajo	Prog			■	■	■					Indicadores, definición de controles
			Ejec										

Figura 10: Diagrama de actividades para el cumplimiento del objetivo

4.2. ANÁLISIS DE CAUSAS

La Figura 11 presenta el análisis de causas para la oportunidad de mejora (problema identificado) de “Incrementar la capacidad de producción de la línea de hamburguesas”. Este análisis se llevó a cabo por personal de producción, mantenimiento y calidad.

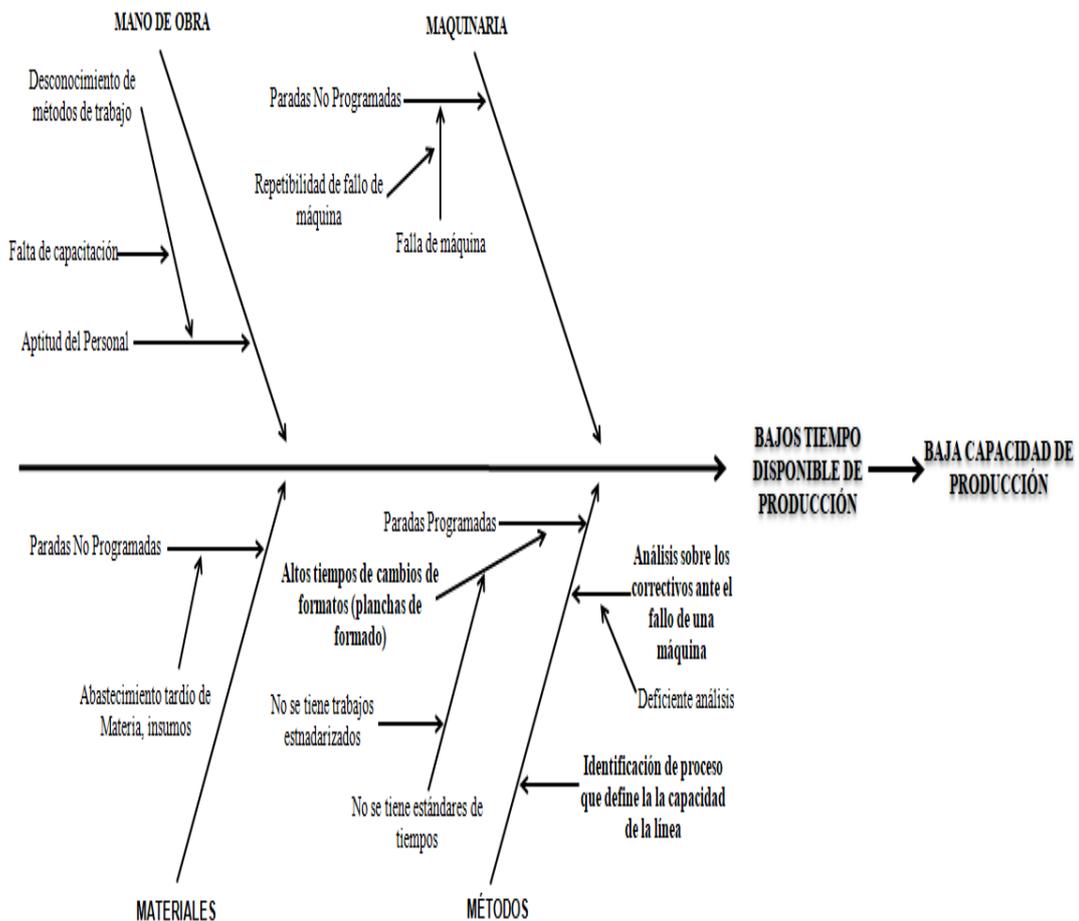


Figura 11: Diagrama Ishikawa baja capacidad de producción

Con el análisis de causas realizado se identifican las los motivos (causas) principales que tienen un impacto significativo sobre el problema (oportunidad de mejora) a desarrollar en la empresa Don Jorgito S.A. Se procede a buscar y/o levantar información para comprobar si la gráfica inicial es correcta, tal como señala Bonilla y Díaz (2020).

- Identificación del proceso que define la capacidad de la línea

Dado que se necesitaba validar si la capacidad de la línea cubría el requerimiento de las jefaturas de programación y demanda se tuvo que analizar cuál de los procesos es

quien definía la capacidad de producción, así como si tenía restricciones que reducían aún más la capacidad de la línea.

- **Altos tiempos de cambios de formatos (planchas de formado)**

La empresa Don Jorgito S.A. tiene diferentes presentaciones de productos, por lo que para la producción entre uno y otro es necesario parar la línea para poder el cambio de formato; estos cambios implican una limpieza y un cambio de plancha (proceso de formado) o solo un cambio de plancha (dependiendo de la base de la masa). Si bien es cierto es una parada contemplada (parada programada) no se tiene el control sobre los tiempos que conlleva la actividades de este operativa.

- **Paradas no programadas.**

Esta causa se consideró por el trabajo del día a día en planta, pues era visiblemente notorio los tiempos inefectivos de trabajo por paradas de relevo de turno, coordinaciones de arranque o cierre de turno, demora en la atención de mantenimiento dada la alerta de alguna observación en planta que comprometiera la marcha de la producción.

4.3. CONTRAMEDIDAS Y RESULTADOS

Según las causas identificadas por el equipo de trabajo de la empresa Don Jorgito S.A. se aplicarán herramientas de calidad y de *Lean Manufacturing*. La empresa cuenta con una lista de 6 productos (hamburguesa A, B, C, D, E y F) entre las cuales pueden agrupar en 2 familias, esto se explicará en el Paso 2 de la elaboración del Mapa de flujo de valor.

4.3.1. TÉCNICA VSM (MAPA DE FLUJO DE VALOR)

El Mapa de la Cadena de Valor es una herramienta visual que ayuda a documentar, analizar y mejorar el flujo de producción (Madariaga, 2013). Según esa consideración se desarrolló los siguientes pasos:

- **Paso 1: Identificar el flujo de proceso productivo de la empresa**

Se coordinó con el equipo de trabajo la visita in situ de la planta de proceso para así

poder validar el flujo de información, así como el flujo de operaciones desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto terminado a las cámaras de congelamiento (almacén), todo esto soportado con el diagrama de flujo de la línea. El desarrollo de las actividades y los acuerdos pactados previo a la visita in situ de planta se registró en el acta de reunión.

- Paso 2: Identificar la familia de Productos

Para poder identificar la familia de productos entre los 6 tipos de hamburguesas que se procesan en la línea se usó el criterio de matriz de procesos vs producto, Figura 12.

PROCESO	PELADO / TROZADO	FORMULACIÓN	MOLIENDA / MEZCLADO	FORMADO	HORNEADO	EMPANIZADO	ENFRIAMIENTO	CONGELAMIENTO	EMPACADO	PALETIZADO
Hamburguesa A	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Hamburguesa B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hamburguesa C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hamburguesa D	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Hamburguesa E	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Hamburguesa F	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 12: Matriz de procesos vs productos de la línea de hamburguesas

En la Figura 12 se puede observar 2 familias de productos, donde las hamburguesas A, D y E, y las hamburguesas B, C y F comparten los mismos procesos, así como su naturaleza de la base de la masa que se procesa. Con esta información y por el mayor volumen de ventas y por ende la producción que representa la hamburguesa A (45 por ciento) se decide aplicar el análisis de VSM a esta familia de productos.

- Paso 3: Identificar la necesidad / información del cliente

En este punto se tiene 2 consideraciones: 1) definir cuál será la demanda del cliente, la cual se determinará según la necesidad de la jefatura de programación y demanda que

se definió en el ítem 4.1.4 y 2) el tiempo disponible con el historial de paros programados y no programados de la línea, con ello se muestra en takt time calculado en la Tabla 9.

Tabla 9: Cálculo del takt time

Demanda (TM)	Tiempo disponible (min)	Takt Time (min/TM)
24	990	41.25

Este valor será comparado con el tiempo de ciclo de cada proceso.

- Paso 4: Dibujar caja de procesos y datos

En este punto se realizó el cálculo de indicadores y/o métricas del proceso. En la Figura 13 se muestra algunas métricas recogidas en piso durante la supervisión.

Para la obtención del valor de la métrica: cantidad procesada por hora (Cp) se levantó información del número de lotes/batch (0.5 TM) formulados por hora en los procesos de pelado/trozado, formulación y molienda/mezclad, mientras que para los procesos posteriores según la capacidad definida en la placa del equipo.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	UMD	PELADO / TROZADO	FORMULACIÓN	MOLIENDA / MEZCLADO	FORMADO	HORNEADO	ENFRIAMIENTO	CONGELAMIENTO	EMPACADO (UNIPACK/MULTIPACK)	PALETIZADO
Número de turnos	NT	unid	12	12	12	12	11	11	11	12	12
Jornada Laboral	JL	h/turno	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Nº máquinas	NM	unid	2	0	2	1	1	1	1	2	0
Cantidad procesada por hora	CP	TM/h	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.42	1.42	1.28	1.28
Medida base de la línea	MB	TM	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tiempo de ciclo	TC	min/TM	40.00	40.00	40.00	50.00	50.00	42.25	42.25	46.88	46.88
Tiempo de cambio de producto	TCP	min	0	0	0	0.83	0	0	0	0	0
Nº de operarios	NO	unid	1	1	1	1	2	2	2	5	1

Figura 13: Cálculo de métricas de los procesos para la elaboración de hamburguesa

El tiempo del ciclo es la cantidad total de tiempo que se requiere para completar el proceso (Harrington, 2013). El tiempo de ciclo (TC) se obtuvo llevando a cabo mediante la transformación del CP al tiempo de proceso de la medida base de la línea (1.0 TM), como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10: Cálculo del TC

Cantidad procesada (TM)	Tiempo (min)
1500	60
1000	X
$X*1500 = 1000*60$	
$X = 40 \text{ min/TM}$	

Dado que el análisis de VSM se está llevando a cabo en la familia de productos de la hamburguesa A, D y E el único cambio de formato a lo largo de la operación se da en el formado para procesar una u otra hamburguesa. Independiente del orden en que se programen en esta familia a lo mucho existirá 2 cambios de formato y el tiempo promedio cronometrado en la supervisión en piso fue de 0.83 horas/cambio.

- Paso 5°: Dibujar los inventarios

Dado que la operación es continua solo se identifican los inventarios de los almacenes de MP, PT y en el lapso del paso del proceso de mezclado y formado, así como las esperas del producto para ser empacado pues se observan coches con masa en espera para ser procesadas en la formadora.

Como se observa en la Figura 15 se declaró como inventarios los puntos donde se observa cualquier tipo de espera para poder iniciar un nuevo proceso, dibujar la línea del tiempo nos permite observar cuánto es el valor verdadero que se le añade valor al producto para ser entregado al cliente final, en el análisis se determinó que el valor agregado añadido es de 2.97 horas.

Con el cálculo del tiempo de ciclo de los procesos y el takt time calculado evaluamos cuál es el proceso que marca la capacidad de la línea y cuáles son los motivos más relevantes por los que resta disponibilidad de horas de trabajo.

Considerando el takt time como nuestro límite de referencia el cual no deberíamos de pasar para poder satisfacer la demanda se observa en la Figura 14 que los procesos posteriores a la molienda/mezclado tienen un tiempo de ciclo por encima del takt time, donde el proceso que presenta el tiempo de ciclo más alto es el proceso de formado, a su vez por la experiencia vivida en la semana de análisis en la sala de proceso, se consideró el tiempo disponible del proceso de formado para el fin del cálculo del takt time, ya que se identificaron paros programados y no programados críticos en ese proceso (Figura 16), cabe mencionar que la producción de la línea de hamburguesas es un control compartido entre la empresa Chanchito Corp. y Don Jorgito S.A.

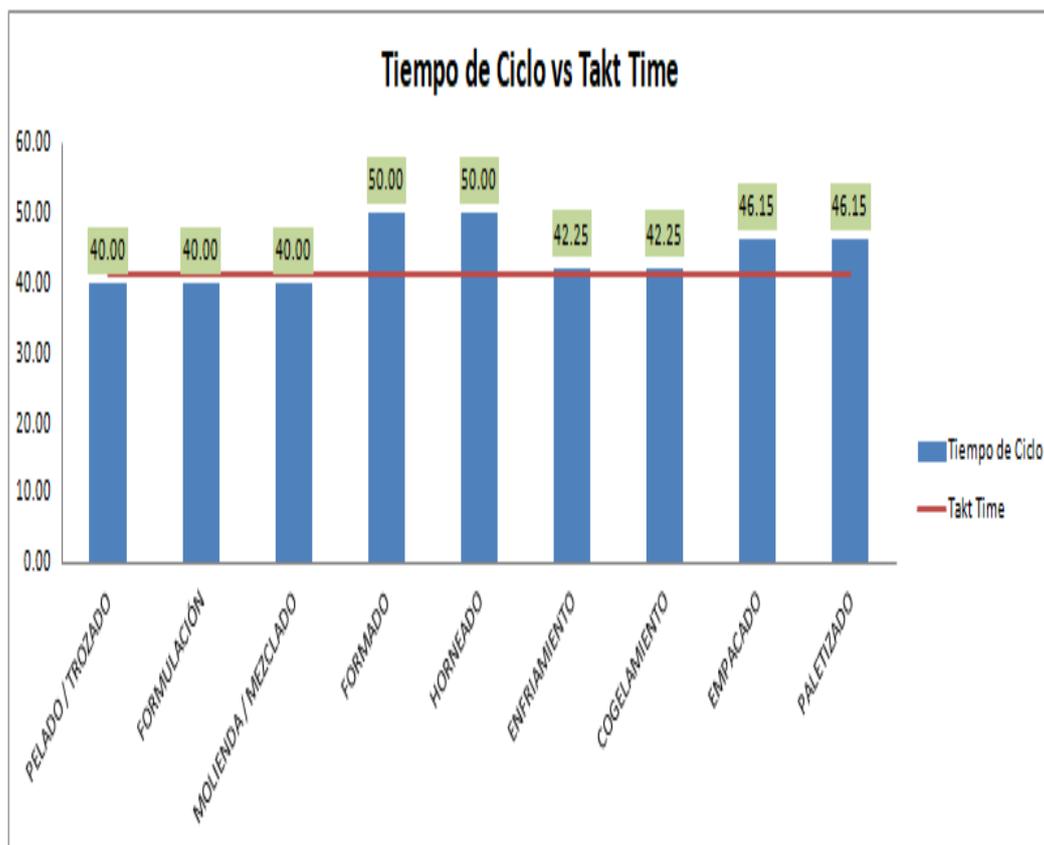


Figura 14: Comparativo del tiempo de ciclo vs takt time

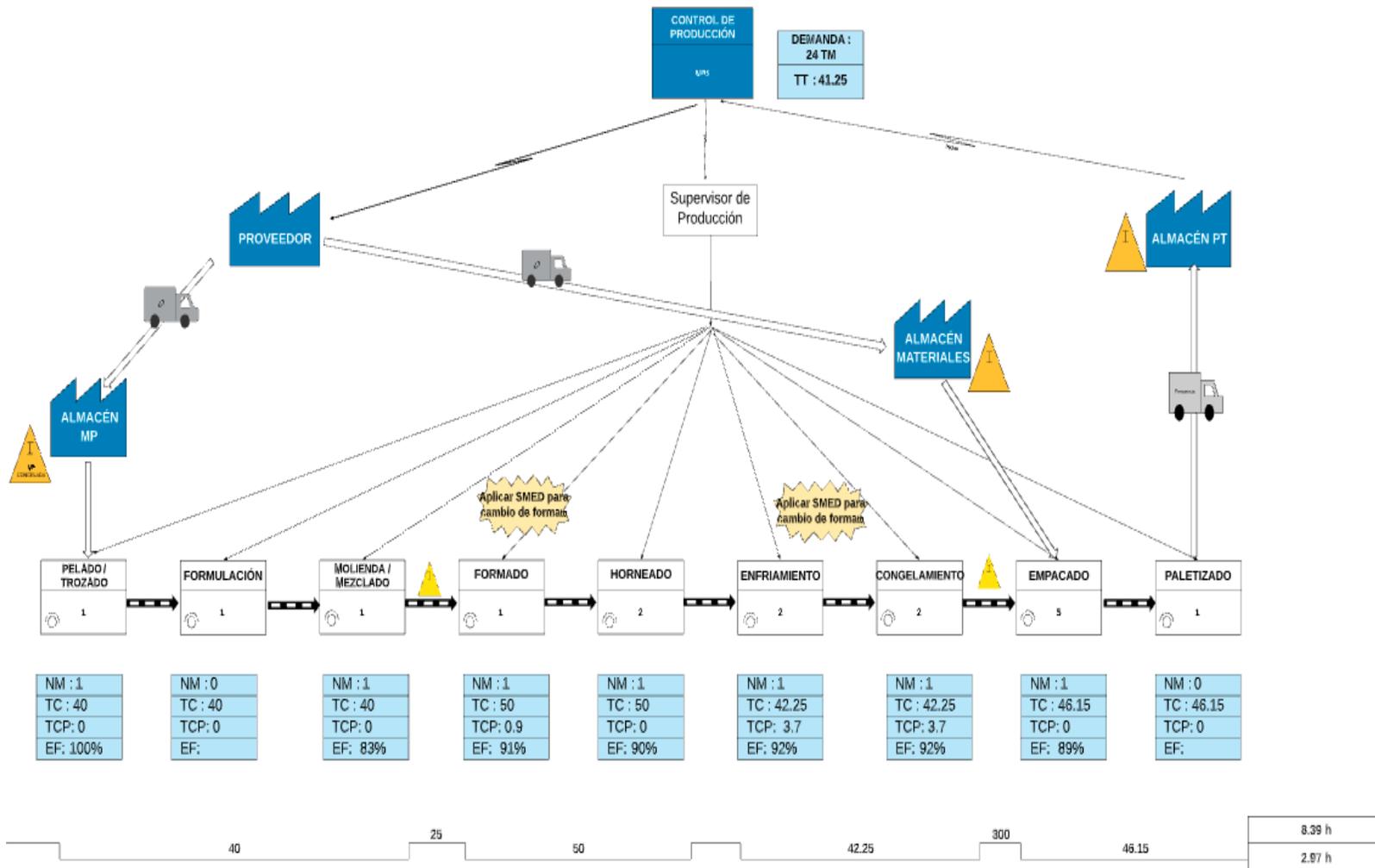


Figura 15: VSM de la línea de hamburguesas de la Empresa Don Jorgito S.A.

Por lo mostrado en la Figura 16 se evidenció que hay 5 tipos de paradas entre programadas y no programadas que impactan directamente sobre las horas efectivas de trabajo en la línea. Con esta consideración, computando el total de paros en un día de producción de 24 horas, solo se tiene un 69.58 por ciento de tiempo efectivo de trabajo.

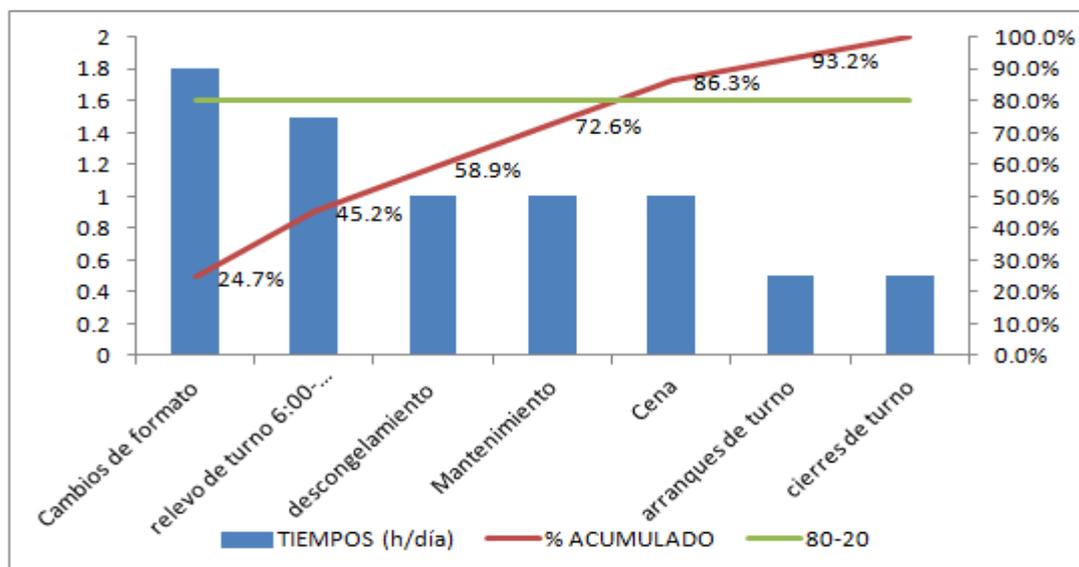


Figura 16: Pareto de Paradas promedio por día de producción

4.3.2. SMED

Se realizó grabaciones durante el cambio de formato donde se observó los movimientos del personal para dicha actividad, la simple grabación de la actividad del personal nos resultó efectiva. Con la ayuda del video se identificaron 3 actividades básicas para el cambio de formato, de las cuales todas las sub actividades se identificaron como “Actividades Externas” debido a que el personal no tenía un procedimiento estructurado para tal movimiento, adicional a ello se identificó recursos necesarios que impactan significativamente en la reducción drástica de los tiempos de cambios de formato. Los cuáles se detalló en las siguientes figuras.

La Figura 17 muestra la actividad enjuague de máquina, en esa actividad solo se identificaron actividades internas y la mejora estuvo enfocada suministrar los recursos necesarios (linternas para el personal que realiza la inspección) y ubicar puntos de agua

con la presión adecuada cerca de la máquina para evitar el traslado del equipo que era un movimiento innecesario.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO									
Tipo de cambio	PLANCHA	Màquina	FORMADORA	Referencia anterior		Referencia nueva		Fecha	
MOVIMIENTO:		ENJUAGUE DE MÁQUINA							
Nº	Actividad	tiempo (min)	Operación Interna/Externa	Herramientas	Distancia (m)	Observaciones / Despilfarros			
1	Retirar restos de masa de superficie de equipo	5	INTERNA	Manguera		La presión de agua es mínima y por ello el personal primero tiene que retirar los restos con una paleta			
2	Traslado de equipo a punto de agua	9	INTERNA	Manguera	5	No hay punto de agua cerca al equipo			
3	Inspección post limpieza	3	INTERNA	Linterna		El personal de calidad demora en acercarse a realizar la inspección			
	TOTAL	17							

Figura 17: Hoja de estudio de tiempo de enjuague

Como se muestra en la figura 18 se identifica que la actividad más demandante en tiempo según la información recopilada en planta fue la de desmontaje y montaje de la plancha de formado, pues básicamente todos los movimientos, tales como ubicación de plancha, identificación de plancha, expulsores y guías se hacían con máquina parada pudiendo realizarse con la máquina trabajando antes de detener la marcha, adicional al número de personas que realizaba la actividad. Para este caso la mejora realizada consistió en eliminar todas las sub actividades externas y reduciendo a la mitad el retiro y colocación de los pernos de ajuste (actividades internas) mediante la colocación de 2 personas para realizar dicho trabajo.

En la Figura 19 se muestra 2 sub actividades para la regulación de máquina, donde se identificó que la respuesta del técnico de mantenimiento dada la alerta del operador era lenta, dado que no tenía presente los rangos de tiempo donde podía realizarse un cambio, así como el operador recién daba la alerta al finalizar el desmontaje/montaje de la plancha y enjuague del equipo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO									
Tipo de cambio	PLANCHA	Màquina	FORMADORA	Referencia anterior		Referencia nueva		Fecha	
MOVIMIENTO: DESMONTAJE Y MONTAJE DE PLANCHA DE FORMADO									
Nº	Actividad	tiempo	Operación Interna/Externa	Herramientas	Distancia (m)	Observaciones / Despilfarros			
1	Ubicación de plancha	3	EXTERNA	Estante	50	No se tiene un estante donde colocar la plancha para que esté cerca durante el cambio			
2	Identificación de plancha	4	EXTERNA	-	50	Las planchas son similares y tienen que estar adivinando que plancha pertenece a tal producto			
3	Identificación de expulsores	4	EXTERNA		50	Expulsores no identificados			
4	Identificación de guías	7	EXTERNA	-	50	Mismo caso que la plancha, adicional a ello son 2 unidades por plancha			
5	Retiro de pernos de ajuste	3	INTERNA	Llaves	0	-			
6	Retiro de guías y plancha	1.2	INTERNA	-	0	-			
7	Enjuague de plancha base	2	INTERNA	Manguera	0	El movimiento de coger la manguera será realizado en el enjuague de máquina			
8	Colocación de guías y plancha	1.2	INTERNA	-	0	-			
9	Colocación de pernos de ajuste	3	INTERNA	Llaves	0	-			
TOTAL		28.4							

Figura 18: Hoja de Estudio montaje y desmontaje de plancha

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPO									
Tipo de cambio	PLANCHA	Màquina	FORMADORA	Referencia anterior		Referencia nueva		Fecha	
MOVIMIENTO: REGULACIÓN DE MÁQUINA									
Nº	Actividad	Tiempo (min)	Operación Interna/Externa	Herramientas	Distancia (m)	Observaciones / Despilfarros			
1	Alerta de Operador a personal de mantenimiento	6.5	EXTERNA		100				
2	Regulación del equipo por personal de mantenimiento	1.5	INTERNA						
TOTAL		8							

Figura 19: Hoja de estudio de tiempo de regulación de máquina

Con la eliminación de todas las actividades externas y facilitando los recursos (herramientas, agua, personal) para optimizar los tiempos de las actividades internas el tiempo de cambio de producto (TCP) se redujo a solo 15 minutos de los 54 minutos, que se necesitaban para dicha operación, permitiendo tener más horas efectivas de trabajo en la línea; esto se valida con lo dicho por Marti y Torubiano (2013) que una de las ventajas de implementar SMED es reducir la inactividad de los equipos y por ende aumentar la

capacidad del equipo, permitiendo producir más productos al incrementarse el tiempo disponible para la producción.

4.3.3. LOS 5 ¿POR QUÉ?

Los 5 ¿Por qué? es una herramienta de análisis de causa-efecto que se realiza a través de preguntas, si bien es cierto que la técnica consiste en realizarse la pregunta ¿por qué? 5 veces, no es imperativo pues solo se realiza hasta que consideremos que hayamos llegado a la causa raíz del problema (González y Jimeno, 2012). Para el ACR: no se tienen relevos en línea con máquina en marcha se identificó la causa-raíz con solo 4 preguntas, tal como se muestra en la Figura 20.

Esta sencilla y potencial herramienta nos permitió dar con la causa raíz de las paradas no programadas en la línea que tenían un impacto significativo en ese momento (enero, febrero, marzo y abril del 2020) sobre las horas efectivas de trabajo. Esta herramienta permitió plantear planes de acción ante problemas visibles, pero que sin un correcto análisis y sin una formalidad de observación hacia la maquila no se ejecutarían de forma inmediata.

Este análisis se aplicó para el diagrama de Pareto de paradas mostradas en la Figura 13, a excepción de las paradas por descongelamiento (parada programada) que es una operativa necesaria. Nos permitió reducir el impacto o en mejor beneficio eliminarlo.

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (ACR)							
ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (ACR)	N° Revisión	1°	Turno	Líder del ACR	Supervisor de Producción Don Jorgito S.A	Participantes	
Se desarrolló un ACR por el mismo problema? <input checked="" type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	N° del ACR desarrollado		¿La(s) causa(s) raíz es(son) la(s) misma(s)? <input checked="" type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO				
Descripción del problema	Pérdida (\$.)		Acciones Inmediatas				
No se tienen relevos en línea con máquina en marcha			Ninguna				
1er PORQUE	2do PORQUE	3er PORQUE	4to PORQUE	5to PORQUE (causa raíz)			
El personal no ingresa a planta	No se ha programado personal	No se ha definido los horarios de trabajo de toda la línea	No hay coordinación entre los horarios de trabajo del personal de Chanchito Corp. y Don Jorgito S.A.				
N°	Causa Raíz	Plan de Acción		Prioridad (A/M/B)	Tipo (C/P)	Responsable	Fecha
1	COORDINACIÓN ENTRE SUPERVISORES	Se coordina y programa personal para tener relevos en línea; Chanchito Corp. Empezará a programar 3 turnos de trabajo para relevos en línea		ALTA	C	Supervisor de Producción de Chanchito Corp.	Para arrancar SEM 17
ACR APROBADO POR				Leyenda tipo: C: Actividad Correctiva P: Actividad		Leyenda A: Alta (Máx. 7 días) M: Media (Máx 2 semanas)	
Cargos y Nombres		Fecha de Aprobación					

Figura 20: Análisis de problema según herramienta los 5 ¿Por qué?

Según Harrington, (1993) mencionado por Angulo y Marini (2014) “Mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso”. Es en ese sentido que se identificó procesos y/o actividades en la línea de hamburguesas que presentaban deficiencias y con la aplicación de los diferentes métodos explicados nos permitió obtener los siguientes resultados mostrados en la Figura 21.

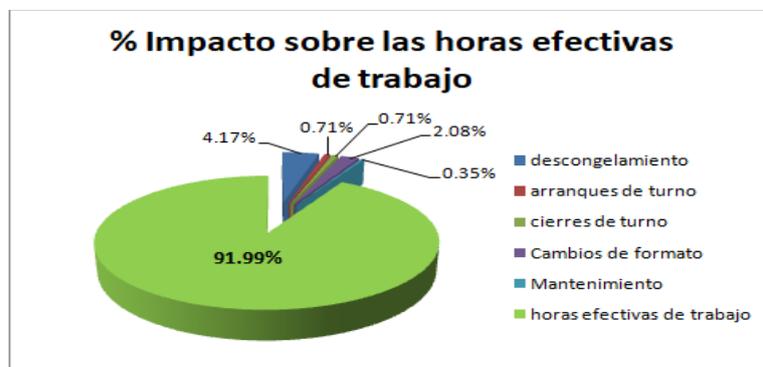


Figura 21: Distribución de horas de paro y horas efectivas de trabajo en la línea de hamburguesas

En la Figura 22 se muestra la nueva capacidad de producción negociada con las jefaturas de programación y demanda.

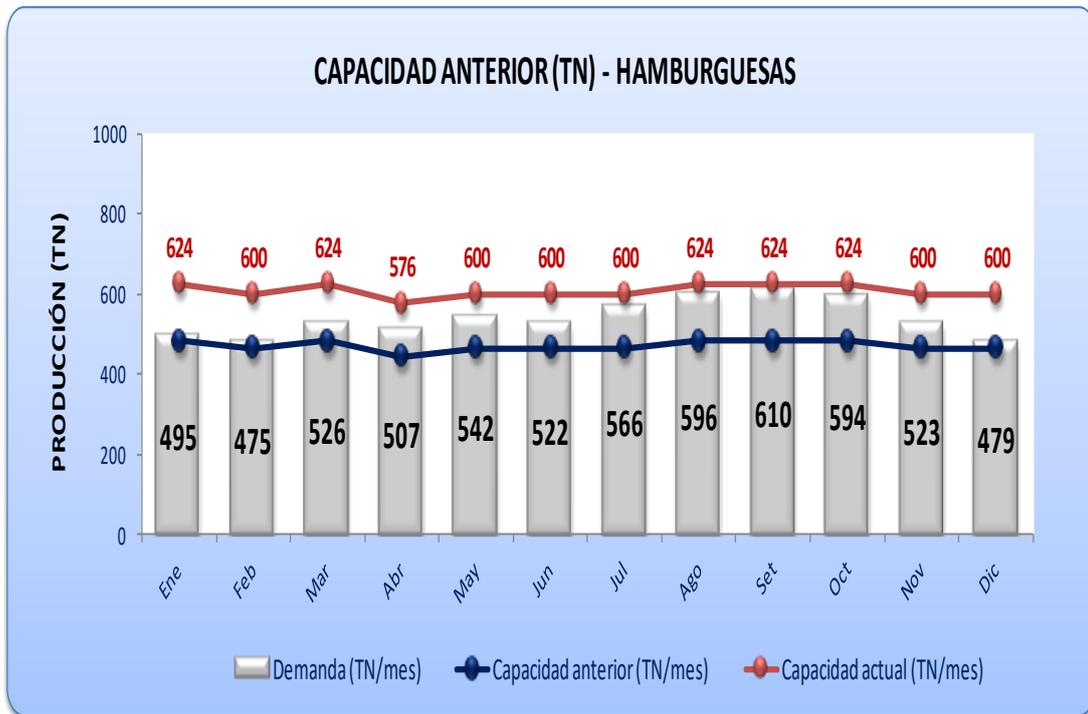


Figura 22: Capacidad actual y anterior en la línea de hamburguesas

Esta capacidad se traduce en trabajar a un 91 por ciento de la capacidad de la máquina formadora (velocidad nominal 1200 kg/h) por 22 horas efectivas de trabajo.

4.4. ESTANDARIZAR Y MEJORAR

Ya identificados los factores de éxito asociados a la eficacia, eficiencia, productividad, etc.; es prioritario establecer indicadores que nos permitan monitorear antes, durante el proyecto y después del proceso respectivo (Beltrán, 2008). Es por ello que se definió un tablero de indicadores, como se muestra en la Figura 23, que permitió realizar el seguimiento a la mejora y ante alguna desviación plantear las medidas correctivas y/o preventivas que permitan controlar los puntos de control. Este cuadro se presentó en las reuniones semanales con las jefaturas de producción de la empresa Chanchito Corp. y Don Jorgito S.A.

TABLERO DE INDICADORES MAQUILA DE HAMBURGUESAS

	META	UNIDAD	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25
PROCESO	07:30		08:30	07:40	07:45	07:30	07:30	07:30	07:30	07:40	07:15	07:15
PRODUCTIVIDAD	225	kg/H-H	179	215	222	223	223	225	228	218	229	223
CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA	100	%	75	97	96	100	100	100	100	100	100	100
TIEMPO PROMEDIO CAMBIO DE FORMATO	3	horas / semana	-	3	2.5	2.75	3	3	2.75	3	2	2.5
TIEMPO DE ATENCIÓN DE MANTENIMIENTO	0.5	horas / semana	7	1	1	0.5	0.17	0	0	0.3	0	0.75

Figura 23: Tabla de Indicadores línea de hamburguesas

V. CONCLUSIONES

1. El uso de herramientas de calidad (diagrama de causa-efecto, diagrama de Pareto, control estadístico de proceso, los 5 ¿Por qué?) así como las herramientas de *lean manufacturing* (VSM, SMED) permitieron identificar oportunidades de mejora que generan un impacto significativo a la problemática a solucionar.
2. La esquematización del mapa de flujo de valor actual (VSM) de la familia de hamburguesas A, D y E permitió identificar el proceso de formado como la operación que define la capacidad de la línea con un tiempo de ciclo de 50 min/TM, así como también se detectó actividades y/o movimientos que reducían las horas efectivas de trabajo de la línea.
3. La aplicación de la herramienta SMED permitió reducir los tiempos de paradas programadas como son los cambios de 54 minutos a 15 minutos, permitiendo tener mayor disponibilidad de horas efectivas de trabajo.
4. La ejecución de los planes de acción permitió reducir y eliminar los despilfarros identificados en la línea de producción de hamburguesas; logrando mejorar la disponibilidad de la línea de 69.58 por ciento a 91.99 por ciento y; por ende, incrementar las horas efectivas de trabajo en la línea que conllevó al aumento de la capacidad de producción de la línea de 18 TM/día a 24 TM/día.
5. Se logró identificar una de las condiciones que impactan directamente en el rendimiento del proceso de producción de las hamburguesa, con la aplicación de un control estadístico en el peso de formado de las hamburguesas.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda generar registros de información a lo largo de todo proceso productivo que nos permitan identificar y analizar cuáles son las operaciones, etapas o actividades que restringen el máximo aprovechamiento del proceso con el objetivo de plantear planes de acción efectivos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Angulo, J. & Marini, F. (2014). Diseño de plan de mejora aplicando la metodología PHVA en la empresa de Emulsiones & Asfaltos SAC. Consultado el 18 de julio. Recuperado de https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20142_7.pdf

Asaka, T. & Oseki, K. (1992). Manual de herramientas de calidad: el enfoque Japonés. Madrid, España: editorial Tecnologías de Gerencia y Producción. 300 p.

Beltrán, J. (2008). Indicadores de gestión: herramientas para lograr la competitividad. Editorial 3R Editores. Consultado el 31 de julio del 2021. Recuperado de https://www.economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion_general/book/manual_indicadores.pdf

Bonilla, E. & Díaz, B. (2020). Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas. Lima, Perú: Fondo Editorial Universidad de Lima. 217 p.

Carot, V. (2001). Control estadístico de la calidad. México: Editorial Alfaomega. s.p.

Carvajal, G. & Valls, W. (2017). Gestión por procesos: un principio de la gestión de calidad. Manta, Ecuador: Editorial Mar Abierto. 127 p.

Cuatrecasas, L. (1999). Gestión Integral de la calidad: implantación, control y certificación. Madrid, España: Editorial Gestión 2000. 250 p.

Cuatrecasas, L. (2017). Gestión integral de la calidad. Madrid, España: Editorial Gestión 2000.

D'allesio, F. (2002). Administración y dirección de la producción: enfoque estratégico y de calidad. Bogotá: Editorial Prentice Hall. s.p.

- Evans, R. & Lindsa, Y. (2000). La administración y el control de la calidad. México: Editorial Internacional Thomson. 450 p.
- Falco, A. (2006). Control estadístico de procesos (en línea). México.80 p. Consultado 01 julio 2021. Recuperado de <http://www.web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>.
- Ferreiro, O. (2002). Control estadístico de procesos y estrategia seis sigma (en línea). España. 123 p. Consultado 1 de julio 2021. Recuperado de [http://www.oocities.org/es/foro_control_de_procesos .pdf](http://www.oocities.org/es/foro_control_de_procesos.pdf).
- García, G. & Zayas, E. (2010). El proceso de solución de problemas. Consultado 8 de febrero del 2021. Recuperado de [http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/ virtual/elibros_internet/ 55764.pdf](http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55764.pdf)
- González, R. & Jimeno, J. (2012). Artículo: Los 5 porqués: cinco preguntas para buscar las causas de los problemas. Consultado el 1 de julio 2021. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/los-5-porques-2/>
- Gutiérrez, H. & De La Vara, R. (2004). Control estadístico de calidad y seis sigma. México: Editorial Mc Graw Hill. 350 p.
- Harrington, H. (2013). Mejoramiento de los procesos de la empresa. Editorial Mc Graw Hill. Consultado el 18 de julio del 2021. Recuperado de https://www.academia.edu/11065235/MEJORAMIENTO_DE_LOS_PROCESOS_DE_LA_EMPRESA_H_James_harrington
- Hitoshi, K. (1992). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. México: Editorial Norma. 123 p.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. (2008). Cantidad de producto en pre envase. Norma NTP ISO 002:2008. Lima, Perú. 18 feb. 23 p.

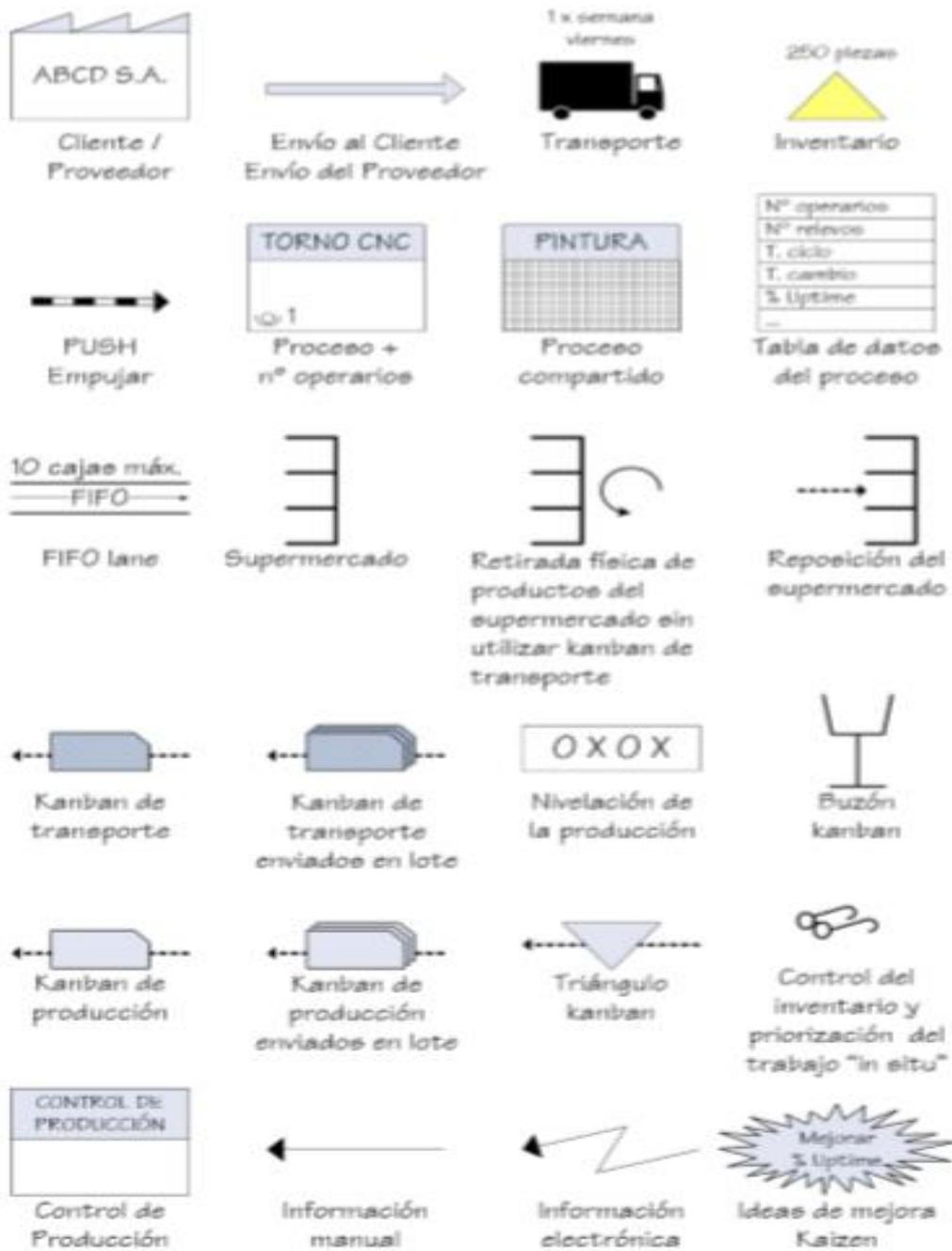
- James, P. (1997). La gestión de la calidad total “un texto introductorio”. 1 Ed. Madrid, España: Editorial Prentice Hall Iberia. 80 p.
- Madariaga, F. (2013). Lean Manufacturing: exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, bajo licencia de Creative Commons. 261 p.
- Marte, C. (2020). Cómo hacer un Value Stream Mapping (VSM). Consultado el 30 de junio del 2021. Recuperado de <https://www.ambit-bst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm>
- Marti, J. & Torrubiano, J. (2013). Guía de Lean Manufacturing: mejorar los procesos para ser más competitivos. España, Ogayar Consulting.
- Montgomery, D. (2010) .Control estadístico de la calidad. 4 ed. México, editorial Iberoamericana. 230 p.
- Moore, D. (2004). Estadística aplicada básica. 2 ed. Barcelona, España: Editorial Antoni Bosch. s.p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE CONSTANTES PARA EL CÁLCULO DE LÍMITES DE CONTROL

<u>N</u>	<u>c₄</u>	<u>A</u>	<u>A₃</u>	<u>B₃</u>	<u>B₄</u>	<u>B₅</u>	<u>B₆</u>
5	0.9400	1.342	1.427	0	2.089	0	1.964
6	0.9515	1.225	1.287	0.030	1.970	0.029	1.874
7	0.9594	1.134	1.182	0.118	1.882	0.113	1.806
8	0.9650	1.061	1.099	0.185	1.815	0.179	1.751
9	0.9693	1.000	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707
10	0.9727	0.949	0.975	0.284	1.716	0.276	1.669
11	0.9754	0.905	0.927	0.321	1.679	0.313	1.637
12	0.9776	0.866	0.886	0.354	1.646	0.346	1.610
13	0.9794	0.832	0.850	0.382	1.618	0.374	1.585
14	0.9810	0.802	0.817	0.406	1.594	0.399	1.563
15	0.9823	0.775	0.789	0.428	1.572	0.421	1.544
16	0.9835	0.750	0.763	0.448	1.552	0.440	1.526
17	0.9845	0.728	0.739	0.466	1.534	0.458	1.511
18	0.9854	0.707	0.718	0.482	1.518	0.475	1.496
19	0.9862	0.688	0.698	0.497	1.503	0.490	1.483
20	0.9869	0.671	0.680	0.510	1.490	0.504	1.470
21	0.9876	0.655	0.663	0.523	1.477	0.516	1.459
22	0.9882	0.640	0.647	0.534	1.466	0.528	1.448
23	0.9887	0.626	0.633	0.545	1.455	0.539	1.438
24	0.9892	0.612	0.619	0.555	1.445	0.549	1.429
25	0.9896	0.600	0.606	0.565	1.435	0.559	1.420

ANEXO 2: SIMBOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE UN VSM



FUENTE: Madariaga (2013)

ANEXO 3: TOMA DEL PESO DE FORMADO

1	69.19	7	69.55	13	69.73	19	69.39
	69.18		69.20		69.85		69.65
	69.27		69.24		68.71		70.15
	69.72		69.98		69.12		70.45
	69.00		68.67		68.78		69.77
	69.83		69.64		69.22		69.88
2	68.85	8	68.39	14	69.67	20	69.94
	69.11		70.04		68.35		69.18
	69.45		69.50		70.17		68.60
	69.71		69.31		68.75		70.31
	69.48		70.28		69.43		70.22
	70.23		68.86		69.59		69.86
3	69.77	9	69.98	15	68.99	21	70.26
	69.33		69.84		69.38		69.35
	69.00		69.02		68.54		69.14
	69.29		69.59		69.01		68.59
	70.12		69.20		69.88		69.45
	69.21		69.61		69.60		70.01
4	69.98	10	69.71	16	69.15	22	70.36
	69.27		68.68		70.27		69.57
	69.04		69.18		68.68		69.96
	68.62		69.36		70.28		69.71
	68.56		69.55		69.57		69.06
	68.65		69.61		69.41		69.65
5	69.26	11	69.62	17	69.12	23	69.00
	69.87		69.46		69.12		70.17
	69.10		69.62		69.70		69.45
	68.93		69.59		70.53		70.08
	69.14		70.06		69.68		69.67

«continuación»

	69.09		68.92		69.13		69.60
6	69.55	12	68.58	18	69.74	24	69.56
	69.17		69.51		69.42		69.28
	69.60		69.26		69.50		70.48
	69.17		69.01		69.48		69.72
	69.78		69.32		68.84		69.97
	69.43		69.64		69.53		70.16
25	69.82	32	68.62	39	70.00	46	69.89
	69.12		68.95		69.57		70.35
	69.47		69.31		69.21		69.44
	69.02		69.79		68.92		68.07
	70.93		69.27		68.58		69.59
	68.89		70.18		69.34		69.91
26	69.09	33	70.08	40	69.56	47	69.74
	69.62		69.19		69.99		70.42
	69.80		69.54		68.92		69.42
	70.40		69.37		68.91		69.11
	69.60		68.51		69.33		69.90
	69.18		69.56		69.43		69.36
27	68.75	34	69.80	41	70.05	48	69.40
	69.45		69.71		69.31		69.39
	70.13		69.06		69.67		69.10
	69.85		69.68		69.27		69.13
	69.00		69.03		69.06		69.36
	69.56		68.82		69.12		69.04
28	70.06	35	69.99	42	69.28	49	69.73
	69.20		69.42		70.02		69.37
	69.59		70.49		69.58		69.66
	70.04		68.66		69.71		69.29
	70.05		68.75		70.12		69.07
	69.75		69.61		69.71		69.27

«continuación»

29	69.01	36	70.00	43	68.18	50	70.08
	69.41		68.52		69.46		69.03
	69.48		70.12		70.00		70.24
	69.84		70.74		70.28		69.37
	70.18		69.76		70.59		69.98
	69.47		68.93		70.03		69.80
30	68.85	37	69.94	44	69.64	51	68.79
	69.41		69.51		69.48		69.52
	69.99		70.07		69.03		69.48
	69.69		69.37		68.65		69.56
	69.34		69.10		69.90		70.01
	69.49		69.90		69.84		68.78
31	70.02	38	68.68	45	69.10	52	69.61
	69.09		70.00		69.04		70.04
	69.34		69.37		69.01		69.64
	70.01		68.81		68.78		70.08
	69.15		68.94		69.57		69.78
	68.81		68.80		69.49		69.64
53	69.95	60	70.18	67	70.28	74	69.41
	69.67		69.24		69.03		69.99
	69.13		69.50		69.05		69.48
	68.63		69.23		70.08		70.92
	69.94		69.98		69.85		69.15
	69.64		69.86		69.88		69.73
54	68.75	61	69.39	68	70.78	75	69.11
	70.01		70.26		68.93		69.50
	68.47		69.13		70.06		69.68
	69.70		69.78		69.38		69.45
	69.65		69.36		69.47		70.65
	69.84		69.28		69.49		70.07
55	69.58	62	68.98	69	69.21	76	70.36

«continuación»

	70.04		68.91		70.27		69.21
	68.90		69.53		69.56		69.45
	69.70		68.92		69.87		70.63
	69.86		70.18		69.22		69.69
	69.80		69.26		69.15		69.65
56	69.39	63	69.33	70	70.01	77	69.94
	68.79		70.15		69.70		70.15
	68.56		69.40		70.23		69.75
	69.60		69.51		69.29		70.04
	68.86		68.35		69.91		70.27
	69.77		68.91		69.76		69.32
57	68.42	64	69.51	71	70.31	78	69.17
	69.72		69.90		69.54		68.76
	69.05		69.96		69.64		70.31
	69.79		70.48		70.37		68.57
	68.33		69.06		68.77		69.73
	68.94		68.90		69.12		69.50
58	70.07	65	69.91	72	69.88	79	69.61
	69.94		69.16		69.07		69.94
	68.83		68.99		69.99		69.23
	69.58		69.30		69.80		68.94
	69.87		69.56		68.36		68.50
	69.41		69.33		69.10		69.61
59	69.94	66	68.46	73	69.82	80	69.96
	69.02		69.16		69.68		69.70
	69.33		69.35		69.34		69.61
	69.57		69.97		68.93		69.11
	69.05		69.32		69.56		69.44
	69.36		69.44		69.78		69.34
81	70.03	86	70.02	91	69.72	96	70.04
	69.47		69.08		68.84		69.66

«continuación»

	69.43		69.20		69.55		70.34
	68.72		68.94		69.00		68.63
	69.75		68.54		69.22		69.20
	69.14		69.82		70.70		69.16
82	69.19	87	70.43	92	69.91	97	69.78
	68.81		69.86		69.22		69.28
	69.07		70.35		69.44		69.04
	68.75		69.62		68.66		70.07
	69.43		69.89		69.53		68.87
	70.44		69.06		69.63		69.37
83	69.78	88	69.47	93	70.03	98	68.69
	69.65		69.88		70.71		70.16
	69.68		69.38		68.59		70.41
	69.48		69.93		68.73		70.70
	68.94		70.12		69.25		68.97
	69.00		69.27		69.55		70.24
84	68.83	89	69.52	94	69.04	99	68.91
	68.62		69.29		69.48		69.77
	69.84		69.73		68.98		69.66
	68.62		68.92		70.84		69.45
	69.68		69.79		69.28		69.42
	69.37		69.07		69.86		68.33
85	69.37	90	69.59	95	68.93	100	69.32
	69.24		68.73		69.25		69.17
	69.13		69.17		69.92		68.97
	68.65		69.70		69.53		69.98
	68.48		69.73		68.55		69.09
	69.35		68.23		69.78		68.93