



**COORDINACIÓN DE TITULACIÓN ESPECIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

Título: Optimización de los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A.

Title: Optimization of the operation times of the yogurt packaging area in Industrias Lácteas Toni S.A.

Autor: Genaro Vinueza Párraga

Director: Ing. Ind. Fabiola Terán Alvarado Msc.

Guayaquil, 13 de Enero de 2018

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Genaro Alfredo Vinueza Párraga, declaro que soy el único autor de este Proyecto Técnico titulado **“Optimización de los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A.”**

Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Guayaquil, 13 de enero de 2018

Genaro Alfredo Vinueza Párraga
C.I. 0927371559

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación “**Optimización de los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A.**”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

Genaro Alfredo Vinueza Párraga
C.I. 0927371559

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación, **“Optimización de los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A.”** desarrollado por el estudiante Genaro Alfredo Vinueza Párraga previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación como una obra autentica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, 13 de enero de 2018.

Ing. Ind. Fabiola Terán Alvarado Msc
DIRECTOR DEL PROYECTO
Universidad Politécnica Salesiana - Guayaquil

DEDICATORIA

En memoria a mi segunda madre Mariana Bermeo por haber sido pilar fundamental en mi vida, por sus buenos consejos y su amor infinito e incondicional.

A mis padres Jaime Vinueza y Vicenta Párraga, por apoyarme en mi crecimiento académico y profesional, gracias a ellos he logrado mis metas.

A mis hermanos Jaime e Ivonne, por estar presentes en todo momento.

A mi esposa Michelle, a mis hijos Jayko y Matías por ser muy importantes y ser la razón principal de seguir adelante para conseguir nuevos retos.

RESUMEN

En el presente proyecto técnico se describe un análisis del proceso de la producción de una de las envasadoras de yogurt con mayor demanda del mercado, con el principal objetivo de optimizar los tiempos de proceso al realizar los cambios de formatos de una presentación a otra. La optimización es una tarea muy importante para que pueda cumplirse la planificación semanal o mensual que se requiere como meta en la empresa y que no existan atrasos que provoquen pérdidas no solo de tiempo sino de naturaleza económica.

La tendencia a minorar los tiempos es ahora a nivel mundial ya que incrementar el rendimiento en cualquier área de trabajo significa ser competente ante los demás competidores del mismo sector productivo. La disminución de los tiempos se ha realizado desde hace tiempo a través de estudios de métodos y tiempos.

Con esta propuesta se espera realizar mejoras para obtener un mejor flujo tanto en las máquinas, mano de obra y proceso final, demostrando el ahorro del tiempo y obteniendo una mayor eficiencia en la producción. Para ello, se realizó un estudio de tiempos y movimientos a los operadores cuando realizan el cambio de formato para otro tipo de presentación (botella), recopilando la información de los tiempos que se toman al realizar sus actividades.

Se utilizaron algunas técnicas que forman parte de la metodología SMED y 5S donde la primera se refiere a separar actividades internas (durante) y actividades externas (antes / después) al realizar el cambio de formato, así como también eliminar actividades que no estaban acorde al proceso; mientras que la segunda metodología permitió una mejor organización, mantener limpio y adecuado el lugar de trabajo.

Con los resultados obtenidos en el presente proyecto, se logró reducir los tiempos en el cambio de formato y se realizó la medición final del proceso con la propuesta mejorada mediante el estudio de tiempos y movimiento y la aplicación de la metodología SMED y 5S, lo cual representó un aumento en la productividad y cumplimiento de la demanda.

Palabras claves: Optimización, tiempos operación, SMED, 5S, industrial, eficiencia.

ABSTRACT

In the present technical project, an analysis of the production process of one of the yogurt packaging machines with the highest demand in the market is described, with the aim of optimizing the processing times when making the changes of formats from one presentation to another. Optimization is a very important task for which you can meet the weekly or monthly planning required by the company as a goal and that there are no delays that cause.

The tendency to reduce times is now global, since increasing performance in any area of work means being competent before other competitors in the same productive sector. The reduction of time has been done for a long time through studies of methods and times.

With this proposal you can make improvements to obtain a better flow in the machines, labor and final process, demonstrating the time saving and obtaining a greater efficiency in the production. For this, a study of times and movements was carried out to the operators to change the format for another type of presentation (bottle), compiling the information of the times taken when carrying out their activities.

Some technical activities that are part of the SMED and 5S methodology where the first time internal activities are carried out (before / after) when making the format change, as well as activities that are not according to the process chord; while the second methodology, a better organization, keep the workplace clean and adequate.

With the results obtained in the present project, it was possible to reduce the times in the format change and the final measurement of the process was made with the improved proposal through the time and movement method and the application of the SMED and 5S methodology, which represented an increase in productivity and compliance with demand.

Keywords: Optimization, operation times, SMED, 5S, industrial, efficiency.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	I
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Misión.....	3
1.1.2 Visión.....	3
1.1.3 Política integrada de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional	4
1.1.4 Descripción del problema	4
1.2 Importancia y alcance	6
1.2.1 Grupo objetivo (beneficiarios)	7
1.3 Delimitación.....	7
1.3.1 Delimitación Temporal	7
1.3.2 Delimitación Espacial.....	8
1.3.3 Delimitación Académica.....	8
1.4 Formulación del problema	9
1.5 Objetivos.....	9
1.5.1 Objetivo General	9
1.5.2 Objetivos Específicos	9
CAPÍTULO II.....	10

MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes investigativos.....	10
2.2 Marco Referencial Teórico	12
2.2.1 Programación de operaciones.....	12
2.2.2 Estudio de tiempos.....	16
2.2.3 Estudio de Métodos	22
2.2.4 Metodología SMED.....	23
2.2.5 Metodología 5S	24
2.2.6 Herramientas de registro y análisis.....	27
CAPÍTULO III.....	30
MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1 Población y muestra	30
3.2 Técnicas e instrumentos	30
3.3 Consideraciones.....	31
3.4 Procedimientos para la obtención de datos	31
3.5 Cronograma de actividades desarrolladas	33
CAPÍTULO IV	33
DESARROLLO Y RESULTADOS	34
4.1 Análisis diagrama de Ishikawa.....	34
4.1.1 Máquinas.....	34
4.1.2 Recurso humano.....	36
4.1.3 Entorno	36
4.1.4 Métodos.....	37
4.1.5 Materiales	38
4.1.6 Mediciones.....	38
4.2 Aplicación de la metodología SMED	40
4.2.1 Diagramas de flujo de procesos	40
4.2.2 Pasos del SMED.....	58
4.2.5 Estandarización del procedimiento.....	67
4.3 Aplicación de la metodología 5S	74
4.4 Presupuesto	76
4.5 Análisis Costo-Beneficio de la propuesta	77

CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de empresa Industrias Lácteas Toni S.A.	8
Figura 2. Seis patrones de flujo horizontales	14
Figura 3. Diagrama de Ishikawa	27
Figura 4. Organigrama Área de envasado de yogurt TONI S.A.	30
Figura 5. Diagrama de Ishikawa TONI S.A.	34
Figura 6. Diagrama de Gantt aplicando SMED	74
Figura 7. Máquina Pace en funcionamiento.....	84
Figura 8. Calibración máquina Pace	84
Figura 9. Máquina Fogg en funcionamiento	85
Figura 10. Cambio de estrellas por cambio de formato	85
Figura 11. Máquina Edos en funcionamiento	86
Figura 12. Calibración máquina Edos	86
Figura 13. Máquina Karlville.....	87
Figura 14. Calibración máquina Karlville.....	87
Figura 15. Realizando limpieza	88
Figura 16. Eliminación de desperdicio.....	88
Figura 17. Máquina Fogg antes de mantenimiento.....	89
Figura 18. Máquina Fogg después de mantenimiento	89
Figura 19. Sistema de sellado antes de mantenimiento.....	90
Figura 20. Sistema de sellado después de mantenimiento	90
Figura 21. Motores antes de mantenimiento	91
Figura 22. Motores después de mantenimiento	91
Figura 23. Ordenador de pomas Pace Fogg antes de mantenimiento	92
Figura 24. Ordenador de pomas Pace Fogg después de mantenimiento.....	92
Figura 25. Thermo-encogible Edos-Fogg antes de mantenimiento	93
Figura 26. Thermo-encogible Edos-Fogg después de mantenimiento.....	93
Figura 27. Sacando desperdicio por la ventana.....	94
Figura 28. Abriendo un cartón vacío.....	94
Figura 29. Herramientas antes de la aplicación de 5S	95
Figura 30. Estrellas de distinto color de acuerdo al producto	96
Figura 31. Herramientas después de la aplicación de 5S	96
Figura 32. Altura de estiva de materiales de empaque sin señalar.....	97
Figura 33. Altura de estiva de materiales de empaque después de señalar	97
Figura 34. Operador pasando por debajo de una máquina.....	98
Figura 35. Colocación de válvula y manguera.....	98
Figura 36. Reubicación de botonera para el proceso de limpieza.....	99
Figura 37. Colocación de protector acrílico en máquina Pace.....	99
Figura 38. Plano de área de envasado TONI S.A. antes de aplicación de SMED y 5S ..	100
Figura 39. Plano de área de envasado TONI S.A. después de aplicación de SMED y 5S	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Símbolos del diagrama de procesos	28
Tabla 2. Cronograma de actividades desarrolladas proyecto técnico	33
Tabla 3. Prioridades de las causas en el diagrama de Ishikawa	39
Tabla 4. Diagrama de flujo de proceso máquina Pace	41
Tabla 5. Diagrama de flujo de proceso máquina Fogg	45
Tabla 6. Diagrama de flujo de proceso máquina Karlville	50
Tabla 7. Diagrama de flujo de proceso máquina Edos.....	54
Tabla 8. Actividades internas y externas máquina Pace	59
Tabla 9. Actividades internas y externas máquina Fogg.....	61
Tabla 10. Actividades internas y externas máquina Karlville.....	63
Tabla 11. Actividades internas y externas máquina Edos.....	65
Tabla 12. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Pace	68
Tabla 13. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Fogg.....	69
Tabla 14. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Karlville.....	71
Tabla 15. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Edos.....	72
Tabla 16. Costos de mejoramiento de tiempos de cambio de formato TONI.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Máquinas en el área de envasado	84
Anexo 2. Mantenimiento de máquinas	89
Anexo 3. Procedimientos innecesarios en área de envasado	94
Anexo 4. Herramientas y organización en área de envasado	95
Anexo 5. Señalización en área de envasado.....	97
Anexo 6. Ergonomía en el área de envasado	98
Anexo 7. Planos del área de envasado	100
Anexo 8. Formato de diagrama de flujo de proceso	102

INTRODUCCIÓN

Las empresas de la industria alimentaria necesitan mejorar día a día sus tiempos de producción a fin de ser más competentes que el resto de las empresas de su misma área. En ese sentido, TONI S.A. se caracteriza por ser una empresa que se mantiene con una visión de liderazgo en la optimización de sus procesos. Este proyecto se basa en la búsqueda de la optimización de tiempos de operación que tienen que ver con los cambios de formato que se realizan a diario para las diferentes presentaciones de envases con que cuentan. Para alcanzar la optimización de las operaciones, las empresas suelen implementar nuevas tecnologías, incorporar talento humano mejor capacitado o trasladar sus áreas de producción a espacios más grandes que permitan un mejor desarrollo de las actividades.

Los cambios de formato son un procedimiento que puede atrasar la producción si el tiempo utilizado para dicha operación es de horas y no sólo minutos. Súmele a esto que en empresas del sector alimenticio existe una diversificación de la producción realizada comúnmente en pequeños lotes, da como resultado constantes atrasos en las operaciones, que traducido en términos monetarios representa un aminoramiento de ingresos para la empresa por no producir a su máxima capacidad.

Muchas pueden ser las causas de los atrasos en los cambios de formato. Puede ocurrir que no exista una documentación clara del tiempo asignado a cada actividad relacionada con el cambio de formato, ni tampoco una distinción de las actividades que se pueden realizar con la máquina encendida y aquellas donde necesariamente tiene que estar apagada. La posibilidad del error humano, como resultado se obtiene un atraso en la entrega de lotes de productos y un bajo rendimiento de las máquinas de envasado. Todo lo concerniente a la problemática que se da dentro de las instalaciones de TONI S.A. en las operaciones que se realizan con el cambio de formato, así como la justificación de la aplicación de este proyecto y los objetivos planteados se encuentran en el Capítulo I de este documento.

Para lograr la optimización de operaciones, en este proyecto se aplicaron dos metodologías conocidas a nivel global, la metodología SMED y 5S, que han sido aplicadas por muchas empresas con diversidad de producción, con el fin de aumentar su rentabilidad, obteniendo resultados favorables. Un claro ejemplo, de la aplicación del SMED en la compañía Toyota alrededor del año 1950. La metodología SMED busca acortar en gran medida los tiempos que son usados en forma general en la preparación de máquinas y procedimientos de cambio de útiles y herramientas, de tal forma que una vez implementada la metodología se reduzca su tiempo hasta en diez minutos. Conseguir dicha meta implica la colaboración de todo el equipo de trabajo siga paso a paso cada una de las etapas que conforman esta metodología. Mientras tanto, la metodología 5S es usada muchas veces por empresas que desean mantener su espacio de trabajo ordenado,

clasificado y limpio. La 5S constituye una serie de pasos sencillos pero que ciertamente son la clave para mantener un ambiente favorable para el trabajo.

En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico fundamental que permite la comprensión detallada de la problemática antes presentada. En este capítulo se exhibe la revisión literaria que se ha realizado acerca de los temas abordados dentro del proyecto, no solo sobre las metodologías SMED y 5S, sino también incluyendo una revisión de estudios previos donde se han aplicado estas metodologías. Se desarrollan aquí, conceptos acerca de la realización de los estudios de tiempo que son de vital importancia para determinar un tiempo promedio estándar en la realización de un proceso.

Se revisan los conceptos acerca de dos herramientas que sirven para una mejor apreciación de problemas y de los procesos de una organización, se trata del diagrama de Ishikawa y del diagrama de procesos. A través de estas herramientas se puede comprender de fácil manera las actividades que realiza la empresa respecto al cambio de formato, así como para identificar los cambios o mejoras que deben hacerse. Por tanto, fue necesario realizar un diagrama de procesos antes y después de terminado el proyecto para verificar los cambios realizados y que permitieron la optimización de los tiempos. El diagrama de Ishikawa si bien es cierto, fue elaborado al inicio del proyecto para determinar las posibles causas de los atrasos en los cambios de formato, también forma parte de la metodología utilizada y que es presentada en el Capítulo III de este documento, así como también los demás pasos y técnicas que se siguieron para alcanzar los objetivos del proyecto.

En el Capítulo IV se conciben los resultados, como punto más importante de este capítulo se encuentra el alcance del objetivo principal. El tiempo que se redujo para el cambio de formato en las distintas presentaciones de yogurt fue en promedio la mitad del tiempo empleado con el método que se venía realizando. La implantación de nuevos métodos de trabajo a través de las metodologías SMED y 5S, trajo resultados favorables reflejados en un aumento considerable de la productividad, y otros beneficios como un ahorro del esfuerzo de trabajo a los colaboradores que pueden desempeñar otras actividades de más importancia apoyándose entre sí cuando un compañero necesita de su ayuda. Hubo cambios de personal considerando que el cambio era necesario por la mala actitud de algunos trabajadores. Se asignaron actividades a cada trabajador y a cada actividad se le registró un tiempo promedio para su realización, repitiendo reiteradamente la actividad por cada trabajador, a fin de que pueda aprenderla en su totalidad y desempeñarla sin ningún problema en lo posterior.

Finalmente se presentan las conclusiones de la aplicación del proyecto dentro de la empresa, las cuales reflejan el alcance de cada uno de los objetivos planteados. Así mismo, se consideran recomendaciones en varios niveles jerárquicos de la empresa, tanto operadores como jefes inmediatos y supervisores.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Industrias Lácteas Toni S. A. se dedica a la elaboración de productos lácteos mediante procesos de producción, siendo parte de la industria alimenticia para el país. Es la primera planta procesadora de yogurt Industrial en el Ecuador. Nace en el año 1978 bajo la dirección y tecnología de Toni de Suiza.

Luego de fabricar el yogurt, surge GelaToni en 1981, Manjar en 1986, Queso Crema en 1987, Toni Mix en 1991 y leche chocolatada en 1993. Logrando la mayor participación de mercado en cada una de estas categorías y que aún se mantiene. En 1995 se incorpora el Lactobacillus GG, ingrediente en el yogurt lo que le permitió ingresar en la línea de los Alimentos Funcionales.

Es así, como Toni se convierte en la primera empresa en desarrollar y comercializar Alimentos Funcionales en el Ecuador. Cada producto que la empresa pone en el mercado es diseñado especialmente para la salud y el bienestar del consumidor. TONISA sigue ampliando su gama de productos y diversificando sus líneas de producción, alineándose a los requerimientos de los diferentes targets y necesidades de los ecuatorianos.

1.1.1 Misión

Producir alimentos funcionales de excelente calidad, pensando en la nutrición y salud de las familias, con un gran sentido de responsabilidad social y del medio ambiente fundamentando su crecimiento en el desarrollo sostenible de su gente.

1.1.2 Visión

Ser empresa líder e innovadora en productos alimenticios con valor agregado para el mercado nacional e internacional, generando una cultura de servicio y calidad.

1.1.3 Política integrada de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional

El talento Humano se caracteriza por desarrollar, elaborar y distribuir productos alimenticios funcionales inocuos de alto beneficio para la salud a través de una planificación adecuada, constante análisis y mejora de todos los procesos, para satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Industrias Lácteas TONI S. A. quiere ser reconocida por sus clientes, colaboradores, proveedores, accionistas y la comunidad como una organización respetuosa y comprometida con la conservación del Medio Ambiente, la Seguridad y la Salud Ocupacional; para el cumplimiento de estos propósitos Industrias Lácteas TONI S. A. se basa en los siguientes principios:

- a) Cumplimiento con la legislación vigente aplicable a sus actividades, productos, servicios y otros requisitos que se comprometa en materia de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional.
- b) Actitud de cada empleado para prevenir, reducir o eliminar los impactos ambientales y los riesgos laborales, mejorando continuamente nuestros procesos.
- c) Comunicación de la política de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional a las partes interesadas.
- d) Proveer de condiciones adecuadas de seguridad y salud ocupacional para todo el personal asignando adecuadamente recursos.

1.1.4 Descripción del problema

En el tipo de industria a la que pertenece TONI S.A. el manejo de los tiempos de envasado adquiere una real importancia, pues de esto depende la cantidad de producción que se realice a diario. Hablar de producción refiriéndonos a TONI S.A. es hablar de que al ser en la actualidad la primera y más importante empresa procesadora de yogurt y otros productos alimenticios del país, debe mantenerse por encima de la competencia, por lo que debe asegurar el cumplimiento de una buena producción para mantener a sus clientes contentos.

Sin embargo, en la actualidad existen una serie de problemas caracterizados principalmente por el exceso de tiempo utilizado por el personal del área de envasado para la adecuación de los distintos formatos o presentaciones del producto. Dicho problema surge por los atascos que suceden por una calibración incorrecta. En ese momento se necesita parar la máquina para ajustar la calibración, lo cual demanda un lapso de tiempo promedio de 10 minutos, tiempo considerable si se habla en términos de producción. A la larga, todas estas recalibraciones que se acumulan en el mes, impiden cumplir con la meta de producción.

Los atascos producidos por una mala calibración pueden impedir que la máquina siga mezclando si no se tiene tanques disponibles para alguna de las otras máquinas. Además, pueden generar un desperdicio de botellas que una vez que toquen el suelo o el medio ambiente contaminado, no pueden ser envasadas en cumplimiento a la norma BPM, es decir que no pueden volver a la máquina.

Otro de los problemas, es el espacio físico donde se encuentran todas las máquinas de envasado (4 en total). La mala distribución de las máquinas más el poco espacio físico de la planta impide que los colaboradores puedan maniobrar con facilidad las herramientas y utensilios, provocando disgustos a los mismos colaboradores y una pérdida de tiempo entre llegar de una máquina a otra. A esto se complementan los problemas de organización de los envases ya que las diferentes presentaciones se encuentran en un mismo lugar (casillero) dificultando y atrasando el proceso de cambio de formato.

Por otro lado, no existe una asignación previa de las actividades que cada trabajador de la planta debe realizar. En algunos casos un trabajador tiene una sobrecarga de trabajo y en otros casos tienen muy poca actividad, quedando tiempo de ocio que bien pudiera invertirse ayudando a sus compañeros. También se da el caso que realizan ciertas actividades que pudieran omitirse o realizarse de forma externa.

Con todos los retrasos el tiempo promedio de envasado actualmente es de 2 horas 30 minutos, y los cambios de formato se dan de dos a tres veces por día, lo que para una

empresa como TONI S.A. representa pérdidas por las cantidades que está dejando de producir.

1.2 Importancia y alcance

Con la implementación del proyecto se disminuirán los tiempos de cambio de formato entre una presentación y otra. Actualmente en TONI S.A. el tiempo de envasado promedio es de 2:30 horas pero con aplicación de metodologías se puede lograr reducir esos tiempos a menos de 2 horas, lo cual es un tiempo significativo.

Ciertas veces se producen de dos a tres cambios de formato por día que son necesarios cuando se necesita de urgencia cumplir con la meta semanal o con algún pedido especial por parte de un cliente. Con la metodología actual estos cambios de formato se constituyen en un problema para la empresa por el tiempo que demandan, por lo que es necesario la aplicación de ciertas metodologías para la reducción de estos tiempos.

La implementación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) y la metodología 5S, permitirán acortar los tiempos de preparación de máquinas (cambios de formato). Con la metodología 5S se solucionarán los problemas de organización de los envases, ya que se tendrán de mejor manera distribuidas las diferentes presentaciones de envases y no como ahora que se encuentran en un mismo lugar dificultando y atrasando el proceso de cambio de formato.

Se realizará una mejor distribución de las máquinas, de manera lineal y en un espacio físico más grande lo que permitirá a los operadores desplazarse libremente y con mucha facilidad de una máquina a otra, ayudando a sus demás compañeros a realizar alguna actividad cuando ellos la necesiten.

Además, la aplicación del proyecto es necesaria para identificar las actividades que cada operador debe desempeñar, esto es de gran importancia, pues al asignarse un tiempo determinado a cada actividad se logrará al final, cumplir con el tiempo total del cambio

de formato y el tiempo de envasado en general. En términos de producción, se verá la mejora al producir más, en menos tiempo.

Con la implementación del proyecto se podrá llegar a la meta OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos), la cual no se estaba alcanzando con las rutinas diarias que cada operador realiza, debido a los diferentes imprevistos que se provocan en torno a las diferentes causas ya descritas, como la mala distribución, disgustos por parte de los operadores, calibraciones incorrectas y atascos continuos.

En general, es necesaria la implementación del proyecto debido a que se consume mucho tiempo en las adaptaciones de la línea de envasado para las distintas presentaciones de botellas que maneja la envasado. Existe una deficiente distribución espacial del área de envasado, además de herramientas y objetos de las máquinas que no tienen frecuencia de uso. Hay una falta de señalización y estandarización en el área.

1.2.1 Grupo objetivo (beneficiarios)

El beneficiario del presente proyecto es la Industria Lácteas Toni S.A., porque se pretende mejorar los tiempos de cambio de formatos de las distintas presentaciones de yogurt, implementando la metodología SMED y 5S que se aduce en un incremento de la eficiencia de los equipos y a su vez mejorar la productividad.

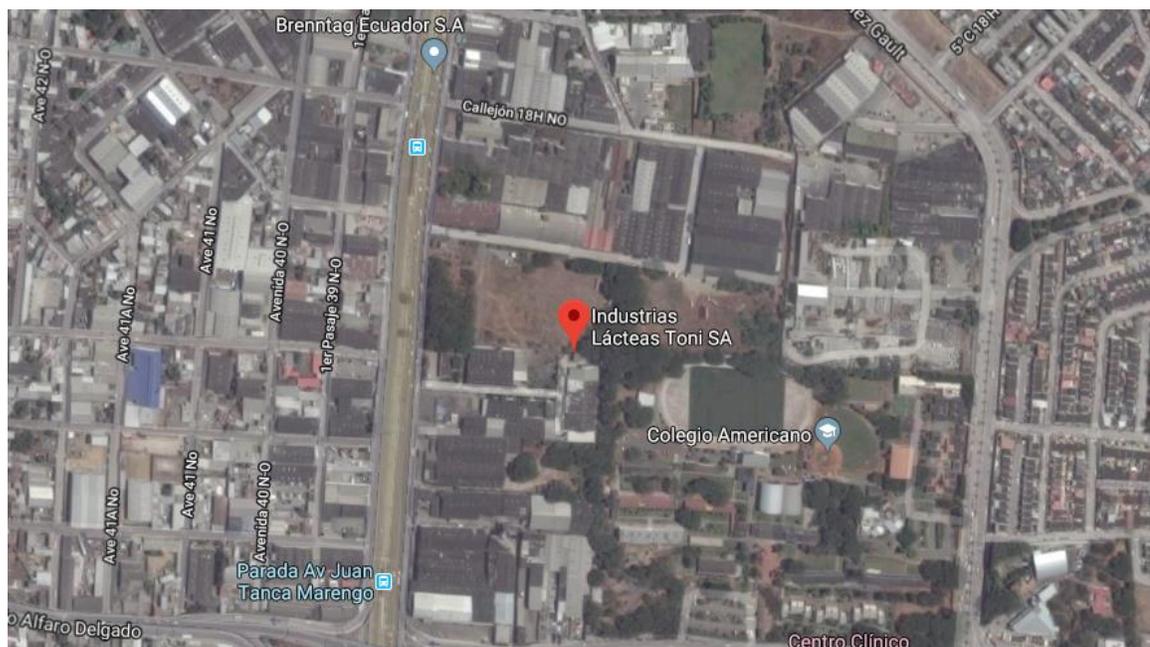
1.3 Delimitación

1.3.1 Delimitación Temporal

El tiempo de duración estipulado será de seis (6) meses a partir de la aprobación de este proyecto y en cuyo tiempo se logrará registrar todas las situaciones con respecto a la problemática al realizar los cambios de formatos y para así implementar la metodología SMED.

1.3.2 Delimitación Espacial

La investigación se llevará a cabo en las instalaciones de Industrias Lácteas Toni S.A., ubicada en el Km 7½ vía a Daule en la provincia del Guayas en el cantón Guayaquil (Fig.1).



*Figura 1. Ubicación de empresa Industrias Lácteas Toni S.A.
Fuente: Google Maps.*

1.3.3 Delimitación Académica

Las materias que permite realizar este proyecto son:

- Fundamentos de Materiales
- Ingeniería de Métodos
- Probabilidad y Estadística
- Producción
- Mantenimiento
- Supervisión Industrial
- Administración de Proyectos
- Gestión de Calidad.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo optimizar los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A.?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Optimizar los tiempos de operación del área de envasado de yogurt en Industrias Lácteas Toni S.A., mediante la aplicación de la metodología SMED y la metodología 5S.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio de tiempo y movimientos de la situación actual de los tiempos de cambio de formato.
2. Analizar los factores que tienen incidencia en los altos tiempos de operación.
3. Elaborar la propuesta de mejora sobre la base de la metodología SMED y la metodología 5S.
4. Evaluar las mejoras implementadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Lamprea, Carreño, & Sánchez (2015) en su trabajo describen el impacto 5S en los factores de estudio de calidad, productividad, seguridad industrial y clima organizacional en el área de fabricación de pequeñas y medianas empresas (Pymes) en Colombia. Realizaron un diagnóstico visual para identificar el área con mayor cantidad de basura. Posteriormente, se llevó a cabo la implementación de 5S y luego tomaron tres mediciones para monitorear el desempeño de los factores de estudio, para saber si siguieron una tendencia durante el período de medición. Los resultados muestran una relación positiva entre los factores de estudio y la metodología 5S, evidenciado en un aumento de la productividad y calidad, basado en las medidas de desempeño así como una mejora del clima organizacional y una disminución de los riesgos identificados en el taller. Concluyen que la metodología 5S puede ser considerada como una herramienta efectiva para mejorar algunos factores de las empresas manufactureras.

Pattel & Thakkar (2014) en su artículo explican los métodos y las técnicas de 5 S que se utilizan para aumentar la eficiencia de todos los procesos en una empresa. Hacen especial hincapié en la implementación del sistema 5S para la eliminación de pérdidas en la empresa y la generación de grandes cambios como por ejemplo la mejora de procesos por costos reducción, aumento de efectividad y eficiencia en los procesos, mantenimiento y mejora de las máquinas eficiencia, seguridad, calidad y reducción de la contaminación industrial, procedimientos. La metodología 5S permite analizar los procesos que se ejecutan en el lugar de trabajo, manteniéndolo bien organizado, limpio, altamente efectivo y de alta calidad. Dan especial importancia a la capacitación de los trabajadores sobre las reglas 5S, así como también dividir las actividades en algunos pasos principales y mantener la mejora continua. Este método se puede usar en todas las compañías. El resultado es la organización efectiva del lugar de trabajo.

Arévalo (2014) en su proyecto aplicó la metodología SMED en el cambio de moldes de prensas de vulcanización en la empresa continental Tire Andina S.A. el objetivo era disminuir los tiempos de producción de neumáticos para lo cual dividió las actividades en internas y externas. Elaboró un método de trabajo para reducir el tiempo empleado en el cambio de moldes. Realizó filmaciones de los cambios completos. Analizó las actividades dividiéndolas en elementos y determinando oportunidades de mejora. Como resultado obtuvo una reducción del tiempo de cambio de moldes, un promedio de 590 minutos. A razón de lo anterior, su producción se incrementó a 59 llantas diarias.

Pinargote (2014) desarrolló un proyecto para disminuir los tiempos improductivos en cada cambio de trabajo en el área de impresión flexográfica de la empresa Sunchodesa Cia. Ltda aplicando la técnica SMED. Para lo cual realizó un Estudio de tiempos en cada actividad del proceso de impresión, analizó los resultados obtenidos representándolos en un diagrama de Ishikawa. Observó tiempos muy largos de montaje y desmontaje de impresoras, poca mano de obra calificada en el área de impresión, mucho desperdicio (Scrap), devoluciones de productos. Mediante el diagrama de Pareto determinó que los tiempos largos de montaje y desmontaje de impresoras es el problema que genera más costos con un 46% de los tiempos perdidos. Realizó un diagrama de operaciones de proceso de un montaje y desmontaje de impresora y separó las actividades internas y externas de las mismas, implementó un ayudante por cada impresora y propuso otro estudio de tiempo disminuyendo en un 69% el tiempo improductivo.

García (2013) realizó un proyecto donde implementó la metodología SMED para reducir los tiempos de alistamiento y limpieza de algunas máquinas pertenecientes a varias líneas de producción en una planta farmacéutica. Para ello el autor realizó un análisis previo de los tiempos actuales para determinar el por qué de las pérdidas de tiempo. Definió el equipo de trabajo y un plan de acción con actividades correctamente definidas y los responsables de cada una de ellas. Cambió algunos alistamientos internos por externos, implementó un pre-alistador que sirva de apoyo al operario en el alistamiento y la limpieza, organizó los elementos de una forma visualmente fácil de entender para el pre-alistador y el operario de máquina. Capacitó a los miembros del equipo que no contaban

con el conocimiento necesario de la metodología. Finalmente evaluó la implementación del proyecto, estandarizando cada una de las actividades, generando una disciplina organizacional.

2.2 Marco Referencial Teórico

2.2.1 Programación de operaciones

La programación de tareas en cualquier tipo de empresa, tiene mucho valor. La programación es un aspecto importante al momento de realizar operaciones dentro de una industria. Nahmias (2014) señala que de esto depende mucho “los tiempos de comercialización y el tiempo para incrementar la producción, así como en la satisfacción del cliente”. Dentro de la programación de operaciones en una industria ha de considerarse la programación del trabajo en el taller o planta, la programación del personal, la programación de las instalaciones. Adicionalmente se encuentra la programación de proyectos.

Programación del trabajo

La programación del trabajo en el taller o planta se refiere a todas esas actividades que son necesarias para transformar un insumo en un producto que cumpla una necesidad para un cliente. Tomando en cuenta actividades que pueden ser realizadas en conjunto como individualmente.

Programación del personal

La programación de personal se basa en todos los colaboradores que trabajan dentro de un mismo sitio, planta o lugar destinado para llevar a cabo las operaciones. Ha de tomarse en cuenta los diferentes turnos que pueden existir y colocar a la persona más idónea para realizar ese tipo de trabajo, de otra forma de no ser la persona con la habilidad y conocimiento adecuado, puede provocar problemas al tratar de satisfacer la programación habitual.

Programación de las instalaciones

La programación de las instalaciones es un punto que puede jugar a favor o en contra. En las industrias una planta muy grande no siempre es mejor, pues si se tiene muy poco personal y las máquinas se encuentran muy alejadas entre sí, los operadores pueden dedicar mucho tiempo a trasladarse de un sitio a otro. Por otro lado, cuando existe un espacio insuficiente, el lugar se convierte en un cuello de botella, donde no se puede maniobrar con facilidad.

Una buena distribución de la planta agiliza el proceso de producción, pero no solo eso, hay muchos objetivos que pueden alcanzarse. Nahmias (2014) los enuncia:

- Minimizar la inversión en nuevos equipos.
- Minimizar el tiempo en la producción.
- Uso del espacio eficientemente.
- Conveniencia, seguridad y comodidad para los colaboradores.
- Conservación de disposición flexible.
- Minimizar el costo de manejo de materiales.
- Facilitar el proceso de manufactura.
- Facilitar la estructura organizacional.

Una parte importante en la programación de las instalaciones es determinar un patrón de flujo que ha de seguirse en la realización de las actividades dentro de la planta. Cuando se trata de operaciones que se realizan en un solo piso, es recomendable usar un patrón de flujo horizontal, como se aprecia en la Figura 2; mientras que es más recomendable usar un patrón de flujo vertical cuando se trata de operaciones que se realizan en varios niveles de pisos.

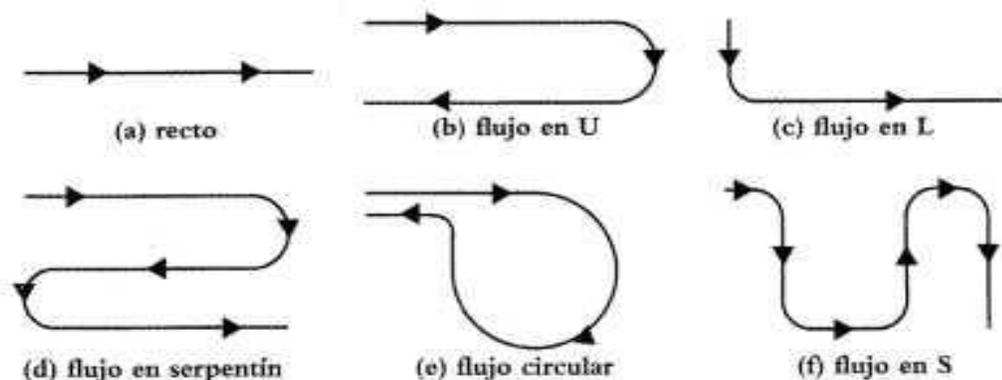


Figura 2. Seis patrones de flujo horizontales

Fuente: “Análisis de la producción y las operaciones” por Nahmias.

Programación de proyectos

Finalmente la programación de proyectos debe hacerse dividiendo las actividades por etapas, las cuales deben seguir una secuencia, pues el saltarse etapas inconclusas o nunca realizadas, provoca que no se obtengan los resultados esperados al final. Todo proyecto debe tener un cronograma de tiempo y un presupuesto.

Características en las plantas de operación

Sea cualquier tipo de industria en la que se esté trabajando, siempre han de estar conformada por máquinas y personas encargadas de su operación. Así mismo, sea cualquier tipo de industria en la que se labore, deben existir patrones de secuencia que deben de seguirse para lograr que las operaciones que normalmente se realizan, se lleven a cabo con total normalidad a fin de evitar problemas de secuenciación. Para esto es necesario considerar algunas ciertas características relevantes como las define Nahmias (2014) “el patrón de llegada de los trabajos, el número y variedad de máquinas, el número y tipo de trabajadores, los patrones de flujo de trabajo, los objetivos de evaluar las reglas alternativas de secuenciación”.

El patrón de llegadas en una planta de manufactura se refiere a la cantidad de productos que deben elaborarse de acuerdo a la demanda, dicha demanda puede variar repentinamente. En una planta envasadora la producción puede verse afectada por la demanda de los clientes, es decir que el patrón de llegadas aumenta, y si al producirse a

este aumento, no se está preparado, pueden haber problemas para completar la producción solicitada.

Generalmente, el número y variedad de máquinas ayuda a determinar la tasa de producción. Tanto así que cuando se tiene varias máquinas que realizan las mismas funciones se espera que ambas produzcan al máximo y en la misma cantidad, aunque no siempre este sea el caso, porque esto puede depender de varios factores, “tales como las condiciones de la máquina, la pericia del operador o la disposición del taller” (Nahmias, 2014).

El número de trabajadores junto con la cantidad de máquinas determinan la capacidad de una planta de producción. Aunque debe considerarse que la capacidad puede variar cuando se descompone alguna de las máquinas o no se cuenta con los suficientes empleados para llevar a cabo todas las actividades. La variedad de trabajadores es importante puesto que un trabajador puede tener varios más conocimientos de los que normalmente aplica, lo que permitirá ayudar a resolver un problema en alguna de las otras máquinas.

De las características nombradas anteriormente resultan relevantes considerar el número de máquinas y de colaboradores que actualmente laboran en la planta de envasado y los esquemas sobre los cuales dichos colaboradores realizan las actividades diarias. A continuación se puede enunciar que es importante tener en claro toda esta información, documentada y haberla sido puesta en conocimiento de todo el personal que labora en la planta, para que puedan colaborar con el objetivo final que es de generar una producción eficiente y acorde a la meta programada.

Tiempo de flujo promedio

Para el cumplimiento de reglas de secuenciación siempre es necesario evaluar el tiempo de flujo promedio. En primer lugar el tiempo de flujo es el tiempo desde que se dispone a realizarse un trabajo o proceso dentro del taller o planta, hasta que este mismo trabajo o

proceso es terminado. El tiempo de flujo promedio es el valor promedio de todos esos tiempos de flujo (Nahmias, 2014).

2.2.2 Estudio de tiempos

Los estudios de tiempos y movimientos son una de las realizaciones más rápidas y eficientes de conocer las interioridades de una empresa. Un buen estudio de tiempos requiere el conocimiento no sólo del producto y de las operaciones necesarias para fabricarlo sino también de las funciones que desempeñan cada uno de los colaboradores dentro del sitio donde se realizan las operaciones, sean estas manuales como de máquina.

Un estudio de tiempos es simplemente un procedimiento sistemático de investigación, recolección y registro de datos absolutamente precisos sobre el tiempo requerido para completar una operación (R.C. Vaughn, 1988).

En otras palabras los estudios de tiempos se realizan con el fin de determinar un estándar de tiempo o tiempo estándar. Para Cruelles (2013) tiempo estándar es:

“El tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente cualificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal lleve a cabo una tarea según el método establecido. Se determina sumando el tiempo asignado a cada uno de los elementos y operaciones que componen la tarea afectado por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable. Se mide en tiempo-hombre y en tiempo-máquina”.

La importancia de conocer el tiempo estándar radica por muchas razones. Permite saber con exactitud el tiempo necesario para la fabricación o ejecución de un proceso. Saber si en algún momento existen desviaciones respecto al estándar. Permite conocer si el rendimiento de una máquina es aceptable. Se puede saber el coste de fabricación de un producto. Saber la cantidad requerida de operarios para realizar tal proceso o producto. La cantidad de máquinas necesarias. Conocer si es mejor el uso de un método respecto a otro. Permite también calcular plazos de entrega (Cruelles, 2013).

Históricamente se han establecido estándares de tiempo con el fin de obtener un centro de trabajo eficiente. Lo que normalmente se venía haciendo y se hace aun en algunas empresas, con el método de registros históricos en realidad representa en la práctica un método donde solo se registra en una tarjeta perforada los datos de la hora en la que se inicia y termina un trabajo, por lo que esta técnica resulta un poco carente de información cuando se desea saber cuánto en realidad debió haber demorado en terminarse dicho trabajo. Al final se obtienen demoras que pudieron haberse evitado en ciertos casos.

Hoy se usan varias técnicas que permiten establecer estándares de producción más justos. Algunas de esas técnicas de medición de tiempo de trabajo consisten en utilizar “cronómetros, sistemas de tiempo predeterminado, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo”, tomando en cuenta los “suplementos u holguras por fatiga y por retrasos personales e inevitables” (Niegel & Freivalds, 2009).

Es importante mantener estándares de tiempo establecidos de forma precisa para hacer posible el aumento de la eficiencia del equipo y del personal operativo. Cuando no se tiene buenos estándares o se los omite, se producen “costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa” (Niegel & Freivalds, 2009).

Trabajo justo

El significado de trabajo justo equivale a una paga justa al empleado. Un día de trabajo justo se logra “cuando un empleado calificado trabaja a un paso estándar y usando de manera efectiva su tiempo, donde el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso” (Niegel & Freivalds, 2009).

Cuando un trabajador capacitado para un trabajo, se siente bien remunerado, este puede retribuirlo dando lo mejor de sí en cada día, trabajando de una forma adecuada, con un paso normal ni muy deprisa ni muy despacio, sino el ideal para no cometer errores o disminuirlos al mínimo. En este paso se excluyen los descansos razonables y necesarios para realizar actividades personales como el ir al servicio higiénico (Niegel & Freivalds, 2009).

Requerimientos para realizar un estudio de tiempo

Lo primero que debe hacerse es verificar si el estándar de tiempo que se requiere implementar es para un nuevo trabajo o para un antiguo, ya antes realizado donde se necesita modificar el método en el que se lo realiza. Es necesario en cualquiera de los dos casos que el “operador se encuentre completamente familiarizado con la nueva técnica antes de estudiar la operación” (Niebel & Freivalds, 2009).

Para que el nuevo método resulte, es necesario analizar todos los detalles, verificar que las condiciones del trabajo y ambiente se hayan estandarizados y sean las más adecuadas; de otra forma “los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas” (Niebel & Freivalds, 2009).

Antes de iniciar con el estudio de tiempo de realización de una operación, es necesario que el supervisor de planta informe a sus trabajadores que se estudiará su trabajo. Se debe tomar en cuenta el análisis del tiempo sobre un trabajador competente y con experiencia en el trabajo. El trabajador debe estar capacitado para realizar dicho trabajo y sobre el método que usará para la realización del mismo. El trabajador debe “estar interesado en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos inaugurados por la administración” (Niebel & Freivalds, 2009).

La mentalidad de los trabajadores hacia la incursión de nuevos métodos de trabajo, debe ser una mentalidad abierta, de cooperación, dispuestos a eliminar los fallos que tienen en su trabajo, saber que es por su bien y bien de la compañía. Deben realizar un trabajo a consciencia, a paso normal y cumpliendo con todos los detalles incluidos en el procedimiento, pues el saltarse alguno de los pasos o incluir otros, pueden provocar que al final se genere un tiempo estándar irreal.

Equipo para realizar un estudio de tiempo

Según Niebel & Freivalds (2009) el equipo esencial para la realización de un estudio de tiempo en cualquiera de los casos constará de:

- Un cronómetro.
- Un tablero de estudio de tiempos.
- Las formas para el estudio.
- Una calculadora básica.
- Una videgrabadora (opcional).

Métodos generales para medir el tiempo estándar

Cruelles (2013) clasifica los métodos para medir el tiempo estándar de la siguiente forma:

- Estimación
- Datos históricos
- Tablas de datos normalizados
- Sistemas de tiempos predeterminados-MTM
- Muestreo
- Cronometraje

Método de Estimación

“Se realiza a partir de la observación directa”. Su uso conviene cuando se trata de mediciones poco repetitivas; o cuando “no resulte rentable aplicar un procedimiento más exhaustivo y, por lo tanto más costoso” Entre sus ventajas está que existe un ahorro de costes de medición de tiempo. Elimina las interrupciones. Puede calcular el tiempo estándar aun así no se haya ejecutado la tarea. Su desventaja es que los tiempos calculados pueden no ser exactos (Cruelles, 2013).

Método de Datos históricos

Se basa en la recolección y revisión de tiempos de ejecución de tareas similares que hayan sido ejecutadas anteriormente. Su uso es preferente cuando “no existe posibilidad de mejora de métodos. Cuando el producto a fabricar no varía. Cuando no hay cambios tecnológicos u obsolescencias. Cuando hay una gran cantidad de datos sobre el proceso” (Cruelles, 2013).

Para su cálculo se hace uso de la siguiente formula:

$$\text{Tiempo normal} = \frac{To + (4 * Tm) + Tp}{6}$$

Donde:

To= Tiempo optimista.

Tm= Tiempo modal.

Tp= Tiempo pesimista.

Método de Tablas de datos normalizados

Utiliza tablas de datos creadas en la misma empresa a partir de situaciones típicas que han sucedido a lo largo del tiempo. Con las “tablas se puede calcular los tiempos estándar para trabajos nuevos o para modificar los tiempos ya existentes” con cambios en el proceso del trabajo. Entre sus ventajas se encuentran que establecen tiempos estándar consistentes aun antes de que produzcan. Pueden ajustarse según los cambios en el método. Las desventajas consisten en que es un tanto más difícil de explicar a los colaboradores. Pueden resultar ser poco exactos (Cruelles, 2013).

Método de Sistemas de tiempos predeterminado-MTM

“El sistema MTM ofrece datos de tiempo para movimientos fundamentales como alcanzar, girar, agarrar, posicionarse, soltar y dejar”. Es decir, que cada movimiento básico tiene asignado un tiempo de ejecución basado en antecedentes de estudios. A partir de estos movimientos se calcula el tiempo requerido para realizar una tarea dependiendo de los gestos que se necesiten para efectuarla, descomponiendo dicha tarea a detalle, verificando el valor asignado por la tabla para dicho movimiento y finalmente sumando todos esos tiempos (Cruelles, 2013).

Este método tiene algunas ventajas por lo que es bastante usado, ya que obliga necesariamente a tener un registro detallado de todo el método. Simplifica de gran manera el trabajo. Calcula el tiempo estándar aun antes de realizarse la actividad. El tiempo estándar es ajustable. Entre sus desventajas se encuentran el uso de una gran parte de tiempo para su cálculo. El uso de otras fuentes de datos para los elementos del proceso depende de la descripción completa del método.

Método de Muestreo

Se basa en la observación de una muestra. Es decir, que analiza varios casos repetitivamente durante un lapso de tiempo determinado con el fin de averiguar si el tiempo en que se realiza una actividad, se mantiene o varía. Los elementos que se toman en cuenta en este método son las máquinas, la manera en que se ejecuta el proceso, y a los trabajadores. Luego con fórmulas estadísticas un experto obtendrá “el porcentaje o frecuencia de aparición de determinada circunstancia en los elementos de trabajo observados”, de esta forma se puede saber el tiempo que más se repite y hallar el estándar (Cruelles, 2013).

Al igual que los métodos anteriores existen ventajas y desventajas de su uso. Entre las ventajas se encuentran que no se interfiere en las actividades que realizan los trabajadores. Se pueden realizar tantas muestras como sea necesario, inclusive retrasando el estudio de manera temporal, pero sin repercutir de manera significativa en los resultados. Entre las desventajas del uso de este método se encuentran que no se deja un registro del método usado. No es aconsejable usarlo para tareas cortas. Los trabajadores pueden cambiar su actividad al sentirse observados.

Método de cronometraje

A través de este método se cronometra cada operación que el operador realiza, observando su desempeño. Es necesario realizar múltiples observaciones a distintos operadores, en distintas horas y jornadas, a fin de contemplar y abarcar todas las circunstancias que pueden darse dentro del tiempo cronometrado. El experto debe saber con exactitud cuál es el hito inicial y el final para que no se altere el resultado por desconocimiento de estos datos relevantes. Cada actividad tendrá una nota asignada y un tiempo. Luego de obtener el tiempo estándar de la operación, lo siguiente es averiguar el tiempo pertinente de descanso que se asignará a cada operación, para restarlo del tiempo estándar anterior y obtener uno valedero (Cruelles, 2013).

Entre las ventajas de la aplicación de este método se encuentran que es un método directo, es decir que el experto mide en directo el tiempo que un operador demora en

realizar una actividad. Permite una observación amplia de todo el proceso y los elementos, inclusive de los que concurren con menor frecuencia. Fácil y sencillo de aplicar y explicar. Las desventajas son que no obliga a llevar un registro detallado de todo y requiere que se le de una calificación a la actividad desarrollada. En elementos que se presentan con poca frecuencia puede que no haya una buena evaluación.

2.2.3 Estudio de Métodos

Para Retana & Aguilar (2013) “el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar formas más sencillas y eficaces; así como, de reducir los costos”. Es decir que el estudio de métodos es la forma de pasar de operaciones complejas a más sencillas, reduciendo costos con el fin de:

- Mejorar procedimientos y procesos
- Mejorar la disposición del lugar de trabajo, máquinas e instalaciones.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria
- Optimizar el uso de mano de obra, máquinas y materiales
- Crear un ambientes de trabajo con mejores condiciones

Según Palacios (2016) el estudio de métodos a menudo es usado para la resolución de problemas y en el proceso del diseño del método se utiliza una técnica que tiene mucha relación con el método científico de Descartes que consiste en seis etapas:

- Definir el problema
- Recoger datos
- Examinar hechos
- Considerar posibles soluciones y elegir solo una
- Aplicar la resolución al problema
- Mantener los resultados en observación

A partir de allí, Palacios elabora un procedimiento actualizado el cual es posible aplicarlo en el lugar de trabajo, fabricación de un producto o la prestación de un servicio, para lo cual se siguen siete fases:

- Formulación del problema
- Análisis del problema
- Búsqueda de alternativas
- Evaluación de alternativas
- Especificación de la solución requerida
- Estrategia de aplicación
- Seguimiento

2.2.4 Metodología SMED

En muchas ocasiones la aplicación de cualquiera de los métodos anteriores no es suficiente para alcanzar una mejora de los tiempos que un operario puede dedicar a una actividad, por lo que es válido acudir a ciertas metodologías que ayudan a mejorar la eficiencia en el trabajo. Una de esas metodologías es la SMED (Single Minute Exchange of Die).

La metodología SMED de forma más precisa, está “destinada a mejorar el tiempo de las tareas de cambio de máquina y utillajes para dar el máximo aprovechamiento a la máquina, reducir el tamaño de los lotes y costes. El SMED tiene como objetivo “reducir drásticamente los tiempos de cambio de útiles, la preparación y cambios de máquinas y líneas de producción” donde cualquiera de estos procesos debe durar no más de 10 minutos (exceptuando casos donde las preparaciones de máquinas no pueden alcanzar dicho rango pero si disminuirse considerablemente (Cruelles, 2013).

La aplicación de la metodología SMED resulta muy conveniente en la empresa para evitar que se produzca lotes demasiados grandes de un producto, que no van de acuerdo a la demanda, cuando bien se puede producir lo que realmente se necesita en un momento determinado, según la demanda, evitando los retrasos. Con el SMED la empresa adquiere flexibilidad al satisfacer las necesidades más exigentes de sus clientes, permitiéndole ser más competitiva, realizando entregas rápidas y aumentando su productividad al reducir al mínimo los tiempos de parada (Gil, Angulo, Martín, & Melero, 2012).

Según Lamprea, Carreño, & Sánchez, (2015) las 5S son consideradas como una de las prácticas operativas con mejores resultados a nivel mundial, ya que tienen estrecha relación con la “mejora de los procesos centrados en la productividad y la calidad, seguridad y entorno de trabajo, con resultados rápidos y bajos costos de implementación”. Cabe indicar que esta metodología a pesar de ser conocida en el mundo de las empresas manufactureras, no es aplicada de manera formal. Las industrias la aplican de ciertas formas pero no lo saben.

A su vez, Borges, Freitas, & Sousa (2015) recalcan que a más de “mantener los lugares de trabajo en excelentes condiciones a través de su almacenamiento, organización y limpieza”; las 5S son una herramienta sencilla con las que se obtiene una mejora gradual, secuencial y a bajo costo, aunque en la práctica su éxito depende principalmente de la actitud y compromiso que los empleados tengan para colaborar modificando sus hábitos.

Los 5 pasos del 5S

Clasificar

Consiste en clasificar de manera adecuada los artículos que son indispensables para el trabajo de los que no lo son, eliminando del lugar de trabajo aquellos que son innecesarios. El clasificar también ayuda a darse cuenta de aquellas herramientas que se encuentran en mal estado o que se consideran como chatarra o inservibles, para deshacerse de aquello o realizar su reposición en el caso de que sean necesarias para el trabajo. El beneficio de clasificar se ve inmediatamente reflejado en un lugar de trabajo con las mismas dimensiones que antes pero con más espacio para transitar (El Kader, 2017).

Ordenar

De lo que anteriormente se mantiene en el lugar de trabajo por tratarse de herramientas requeridas o esenciales para llevar a cabo el trabajo de los colaboradores, ahora se realiza una distribución ordenada de estos artículos. La organización de estas herramientas debe

permitir que sean fáciles de identificar y encontrar. Una fácil y rápida clasificación consiste en ordenarlas por su similitud usando etiquetas de colores, con nombre y un código.

El orden de las cosas puede hacerse también dejando más cerca las herramientas que más se utilicen en el día, mientras que las que se utilicen menos o casi nunca, a una mayor distancia, esto permite tener una economía de movimiento, es decir realizar la menor cantidad de movimientos posibles (Ashishpal, Attri, & Khan, 2017).

Limpiar

En pocas palabras significa limpiar el área de trabajo, las herramientas y demás equipos que se utilicen a diario. Es importante mantener un lugar de trabajo sin suciedad, sin polvo, eso hace más agradable el ambiente y hasta mejora la seguridad del lugar al hacerlo más adecuado e inofensivo. La limpieza debe ser diaria y realizarse de manera responsable y efectiva por parte del personal de limpieza. Lo ideal sería alcanzar un nivel de limpieza preventiva donde las fuentes de suciedad son eliminadas evitando que el área de trabajo se vuelva a ensuciar. (El Kader, 2017).

Estandarización

La estandarización tiene que ver con las 3 etapas anteriores, y consiste en hacer de los 3 pasos anteriores un hábito diario. En otras palabras mantener un área de trabajo, herramientas y equipos: clasificados, ordenados y limpios. La estandarización requiere que cada operador conozca sus responsabilidades y deberes. Además de la implantación de las mejores técnicas y métodos para lograr las acciones individuales de cada trabajador (Ashishpal, Attri, & Khan, 2017).

Disciplina

Consiste en el mantenimiento de la práctica de las 5S, una práctica constante es lo único que puede asegurar que la organización, la seguridad, el ambiente de trabajo y los procesos productivos mejoren y se puedan ver resultados concretos. La disciplina exige el compromiso y empoderamiento de las 5S en toda la industria, planta y/o el taller de

trabajo no solo por unos días o meses, sino más bien de manera indefinida, por lo que es buena idea establecer un sistema de estimulación o premiación para los trabajadores que cumplen con todo el 5S. Además, disciplina no solo requiere que los métodos que se han venido aplicando se mantengan, sino que supone una mejora constante de los mismos (El Kader, 2017).

2.2.6 Herramientas de registro y análisis

Diagrama de Ishikawa o causa-efecto

También conocido como espina de pescado. Este diagrama se utiliza para explorar entradas que podrían explicar una salida. En otras palabras permite la identificación de problemas, así como sus posibles causas. El diagrama de Ishikawa en una empresa es una herramienta que facilita la comprensión de los procesos ya que puede utilizarse para identificar las causas raíz de los problemas o defectos, identificar las posibles causas de la variación e identificar las áreas clave para la recopilación de datos. Es una forma de enumerar muchas causas de la variación de los procesos que se llevan a cabo en una determinada área de una empresa, ofreciendo oportunidades de mejora. Cuando se realice un diagrama de este tipo, debe hacerse bajo un formato abierto de discusión igualitaria, para aprovechar las ideas de todos los que pertenecen a la empresa o un departamento en común (Best & Neuhauser, 2008).

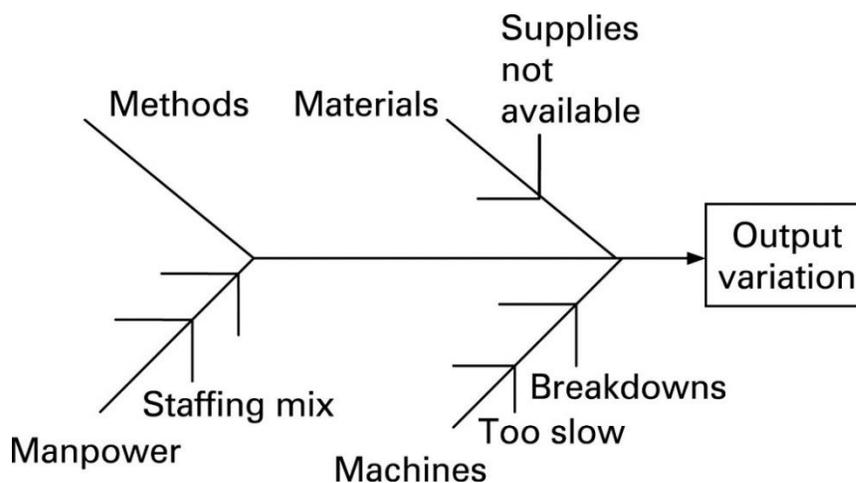


Figura 3. Diagrama de Ishikawa

Fuente: “Kaoru Ishikawa: from fishbones to world peace” por Best & Neuhauser

Diagrama de procesos

Los diagramas de procesos son una herramienta que no puede faltar nunca dentro de una empresa puesto que como su mismo nombre lo dice, permiten definir de manera gráfica todos los pasos o actividades que se siguen de manera secuencial cuando se lleva a cabo un procedimiento. Los diagramas de proceso facilitan la visión de aspectos que deben mejorarse dentro de los procesos que se realizan (García Criollo, 2005).

Dentro de un diagrama de procesos se incluye toda la información que sirva para el análisis, tales como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. En general, las acciones de un diagrama de procesos se clasifican en “cinco categorías, conocidas bajo el término de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes” (García Criollo, 2005).

Tabla 1. Símbolos del diagrama de procesos

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	SIGNIFICADO
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte de un producto
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad
	Flecha	Transporte	Utilizado al mover material
	Triángulo	Almacenamiento	Utilizado para almacenamiento a largo plazo
D	D grande	Retraso	Utilizado cuando lo almacenado es inferior a un contenedor

Fuente: “Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil” por Fred E. Meyers.

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es conocido por la graficación en barras de las asignaciones de máquinas por operadores. “Esto sucede generalmente en máquinas con ciclos de trabajo

automáticos o semiautomáticos donde el operador brinda atención esporádica” (Retana & Aguilar, 2013).

Para el cálculo del número de máquinas que ha de atender un operador, se utilizará la siguientes fórmula:

$$N = (L + M)/L$$

Donde:

N = Número de máquinas asignadas al operador

L= Tiempo estándar total de atención de máquina

M= Tiempo total de operación de la máquina

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Población y muestra

El lugar donde se llevó a cabo el proyecto fue en el área de envasado de yogurt de TONI S.A. En la figura 4 se aprecia el organigrama del área mencionada.

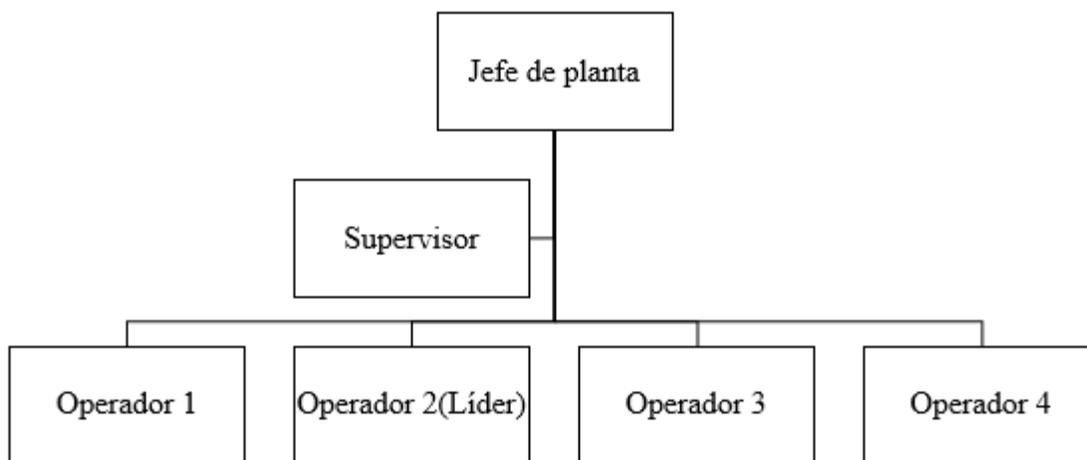


Figura 4. Organigrama Área de envasado de yogurt TONI S.A.
Fuente: TONI S.A.

En esta área laboran en total 16 colaboradores tomando en cuenta que existen 3 turnos, en cada turno hay 4 operadores y 1 supervisor (solo existe un jefe de planta). Cada operador tiene asignada una máquina la cual operan y calibran cada vez que se necesita hacer el cambio de formato, en ciertas ocasiones alguno de los operadores ayuda en la calibración de otra máquina. Para efectos del estudio de tiempo se evaluó una muestra de 4 operadores, es decir a un solo turno.

3.2 Técnicas e instrumentos

Para la realización del estudio de tiempo en el área de envasado de yogurt como ya se indicó en el apartado anterior, se utilizó el método de cronometraje considerando el método más adecuado para este caso ya que no existen datos históricos de otros estudios antes realizados en dicha área, considerando también que el cambio de formato es una tarea bastante repetitiva sobre la cual es necesario calcular tiempos exactos lo más apegados a la realidad.

Los instrumentos que se usaron para el estudio de tiempo en el área de envasado de yogurt fueron un cronómetro, una calculadora, una videograbadora, una computadora con el programa Microsoft Excel y Power Point. La videograbadora fue utilizada para grabar todo el proceso de cambio de formato en las distintas máquinas empleadas. Con el cronómetro se cronometraron los distintos tiempos que cada operador utilizaba para realizar cada actividad. Con la calculadora se sumaron todos los tiempos de cada actividad para obtener los tiempos totales que demora el cambio de formato. Para finalizar se registró en los programas de Excel y Power Point la información de los tiempos de operación empleados.

3.3 Consideraciones

Se tomaron en cuenta algunas consideraciones para la realización de la obtención de datos en el estudio de tiempo y movimientos. Las mismas se nombran a continuación:

- Toda la población estudiada fue avisada acerca del estudio a realizarse, indicándoles los pasos que se seguirían y la colaboración que se necesitaba de cada uno de ellos para que el estudio arroje los resultados más reales posibles. Se les indicó que la aplicación del proyecto no iba a poner en riesgo su puesto de trabajo ni significaría alguna multa para ellos, más bien se hacía con el afán de mejorar el ambiente laboral. De esta forma se contó con el consentimiento de cada colaborador de la planta.
- Así mismo se obtuvo el consentimiento de los supervisores y de los cargos superiores para la realización del estudio, sabiendo por su parte que convendría para los fines antes estipulados alrededor de este proyecto.

3.4 Procedimientos para la obtención de datos

Para la consecución del objetivo general y de los objetivos específicos de este proyecto, fue necesario establecer un orden de pasos metodológicos, los cuales fueron:

- El primer paso fue la realización del diagrama de Ishikawa, en el mismo se analizaron distintos elementos tales como las máquinas, el recurso humano, el entorno de trabajo, los métodos, los materiales y mediciones utilizadas durante una jornada normal de trabajo. Todo esto a fin de establecer la relación entre los

factores que causan tiempos de operación excedentes, disminuyendo o atrasando la producción del área de envasado de yogurt de TONI S.A. La elaboración del diagrama de Ishikawa se realizó en base a tres puntos importantes:

- A una observación de campo en la misma planta donde se realiza el proceso de cambio de formato para constatar la situación real en la cual trabajan los colaboradores de esta empresa, y así poder contestar interrogantes tales como ¿El lugar es lo suficientemente amplio y cómodo? ¿De qué forma realizan el cambio de formato? ¿En qué estado se encuentran las máquinas y los materiales que utilizan?
 - Una entrevista con el Jefe de planta y el Supervisor del área en cuestión donde se realizaron preguntas abiertas a fin de despejar interrogantes tales como ¿Cada qué tiempo las máquinas reciben mantenimiento correctivo y si reciben correctivo cada que tiempo? ¿Los operadores de las máquinas reciben incentivos salariales por cumplimiento de metas? ¿Se está cumpliendo con las metas mensuales programadas con la forma en que se ha venido desarrollando el trabajo?
 - Una entrevista grupal al personal operativo donde se realizaron preguntas abiertas tales como ¿Se sienten a gusto con la carga de trabajo? ¿Se sienten desmotivados por alguna causa especial?
- El segundo paso consistió en la elaboración de diagramas de procesos para conocer las actividades que actualmente realizan los trabajadores en las máquinas cuando se lleva a cabo el cambio de formato de las envasadoras. Posteriormente estos diagramas serían convertidos en varias tablas donde se reflejan los tiempos de operación actuales por cada máquina al realizar el cambio de formato.
 - Conociendo todas las actividades que se llevan a cabo, el tercer paso aplicado fue un estudio de tiempo y a través de éste conocer con precisión qué tiempo se utiliza para cada actividad en un cambio de formato, para esto se usó el método de cronometraje. Se procedió a iniciar el estudio, grabando cada acción que realizaban los operadores de las cuatro máquinas, cronometrando cada actividad y agregando el tiempo que empleaban en cada una de ellas para contabilizar el tiempo total que demandaba la realización del proceso de cambio de formato. El

proceso de grabación se realizó varias veces a fin de verificar que los tiempos cronometrados correspondían a valores reales y que fueran repetitivos o al menos bastantes cercanos entre sí.

- Después de realizar el estudio de tiempos y movimientos, se aplicaron las metodologías SMED y 5S en cada una de sus etapas verificando que se haya completado con cada uno de los pasos contemplados dentro de estas metodologías.
- Una vez aplicadas ambas metodologías se realiza nuevamente un diagrama de procesos (propuesto) con las actividades que deben realizarse, ya que algunas actividades que se consideraban innecesarias fueron eliminadas.

3.5 Cronograma de actividades desarrolladas

El diseño y aplicación del proyecto tuvo una duración total de seis meses, los cuales están representados por varias actividades como se refleja a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Cronograma de actividades desarrolladas proyecto técnico

Actividades	May 2017	Jun 2017	Jul 2017	Ago 2017	Sep 2017	Oct 2017	Nov 2017	Dic 2017	Ene 2018
Aprobación del proyecto	X								
Levantamiento de información		X	X						
Realización de ensayo y monitoreo			X	X					
Análisis del resultado					X				
Redacción del documento						X	X		
Revisión del documento							X	X	
Aprobación del documento									X

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y RESULTADOS

4.1 Análisis diagrama de Ishikawa

Se elaboró un diagrama de Ishikawa para conocer los factores por los cuales el trabajo del cambio de formato se ve afectado. Este es el primer punto a desarrollar para establecer cambios en la operación. A continuación se presenta el diagrama de Ishikawa, causa-efecto:

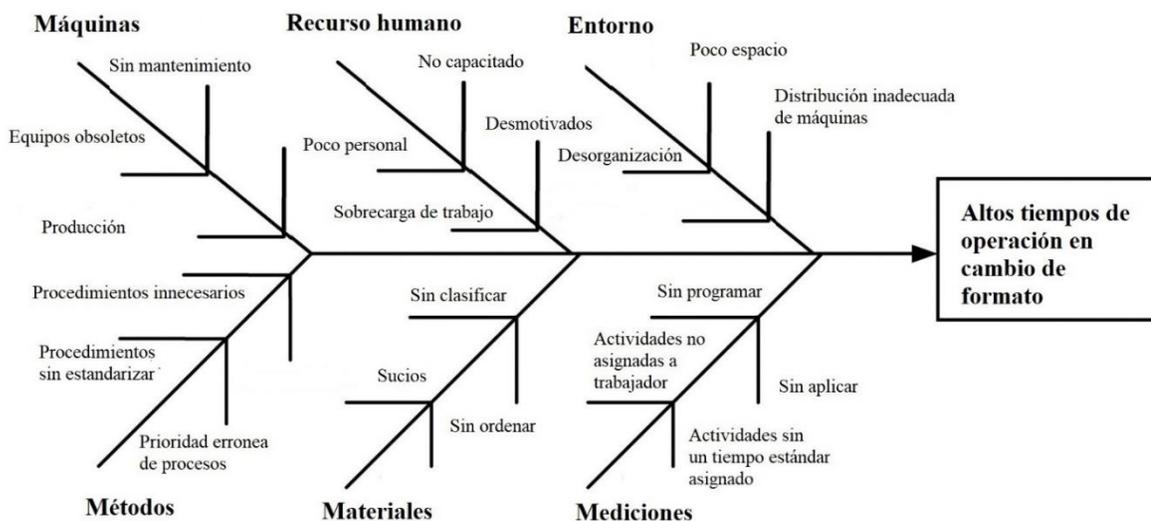


Figura 5. Diagrama de Ishikawa TONI S.A.

Fuente: Elaboración propia

Se observaron algunas circunstancias que afectan las operaciones que se realizan en la planta. Inmediatamente se procede a realizar el análisis de cada uno de los factores que tienen relación con los tiempos de operación en el cambio de formato.

4.1.1 Máquinas

Respecto a las máquinas existen 3 factores fundamentales:

- Sin mantenimiento: Las 4 máquinas que existen no tienen una programación adecuada para darles mantenimiento preventivo. Precisamente por lo que no

existe un horario ni fecha estipulada para realizar esta acción ni una vez ni periódicamente, se perjudica la producción de manera abrumadora ya que el tiempo en que se tarda en reparar una máquina, es mucho más que el tiempo que se emplearía en darles el mantenimiento preventivo. Cabe recalcar que existe personal encargado de hacer el mantenimiento preventivo, sin embargo cuando el personal técnico pasa a realizar un chequeo de los equipos que necesitan reparación, en su informe consta que las máquinas no necesitan mantenimiento. En el Anexo 2 se ilustra el mantenimiento realizado a las máquinas del área.

- Equipos obsoletos: Algunas de las herramientas y/o equipos que se utilizan para las operaciones tales como llaves de distintos tipos, bases de las máquinas, tableros y palancas se encuentran en mal estado, resultando obsoletas y provocando que en reiteradas ocasiones la máquina no trabaje de forma eficiente (ver Anexo 2). En este caso fue necesario el cambio de las herramientas y materiales lo cual representa una inversión más no un gasto.
- Producción: En la planta se encuentran 4 máquinas: Pace, Fogg 54, Karlville y Edos (ver Anexo 1). Cada una para un proceso distinto. La Pace es una paradora de botellas, es la que inicia el proceso de envasado de yogurt. La Fogg 54 sirve para llenar las botellas con el yogurt. La Karlville es una máquina embandadora, es decir que etiqueta las botellas. La Edos es una formadora de paquetes, junta una cantidad de botellas que ya pasaron por las 3 máquinas anteriores y las empaqueta en un plástico resistente quedando así listas para ser entregadas a los clientes. Las 4 máquinas desempeñan una labor importante para el cumplimiento mensual de la meta de producción, sin embargo cuando hay interrupciones en alguna de ellas ya sea por error humano, un desperfecto de la máquina o porque simplemente su capacidad de producción ha llegado a su máximo rendimiento y es necesario realizar su cambio por una mejor. Ese es el caso de la Edos, que por su baja velocidad al formar los paquetes, atrasa la producción pues mientras las botellas habían terminado de envasarse y etiquetarse respectivamente, la Edos mantenían en la cola una gran cantidad de botellas aún por empaquetar.

4.1.2 Recurso humano

Se encontraron 4 factores que afectan los tiempos de operación los cuales son:

- **Personal no capacitado:** Si bien es cierto, al momento que un operador nuevo ingresa a la compañía, recibe una capacitación sobre las funciones y procedimientos que va a desempeñar, es imprescindible se continúen las capacitaciones y evaluaciones teórico-práctico, de manera permanente, para asegurar los conocimientos de cada operador que trabaja en el área de envasado.
- **Sobrecarga de trabajo:** El desequilibrio entre las actividades que cada operador realiza es un factor clave al momento de querer obtener los mejores resultados, en la planta no existe una asignación formal de actividades para cada trabajador, las mismas se realizan sin una planificación provocando que algunos de los colaboradores realicen más trabajo que el resto, causando disgustos que posteriormente se verán reflejados en su forma de proceder bajando su rendimiento o cometiendo equivocaciones.
- **Desmotivación:** La desmotivación de los trabajadores puede deberse a varias razones, algunos de las posibles razones podrían ser: insatisfechos con su remuneración, falta de incentivos o bonos, sobrecarga de trabajo, etc.
- **Poco personal:** En el área de planta laboran 4 colaboradores por turno, tomando en cuenta que son 3 turnos. Sin embargo, al momento de recabar información se pudo observar que al momento de realizar una actividad muchas veces no se abastecen y por tal razón cometían equivocaciones. De todas formas una vez realizado el estudio de tiempo junto con la aplicación del SMED se podrá analizar si deberá aumentarse el personal.

4.1.3 Entorno

Un entorno desfavorable atrasa la producción. Se encontraron 4 factores que tienen relación con el entorno de trabajo:

- **Poco espacio:** El poco espacio en donde se encuentran las máquinas es un factor determinante a la hora de mantener un buen entorno de trabajo. El poco espacio imposibilita al trabajador moverse con facilidad por toda el área, dificultándole el maniobrar (revisar Anexo 6).

- **Desorganización:** La desorganización en el lugar de trabajo da la sensación de un lugar indecoroso, puede limitar las acciones al momento que se busca un material o herramienta, por no saber dónde se encuentra ubicada precisamente por el desorden (ver Anexo 4).
- **Distribución inadecuada de máquinas:** En la planta de envasado de yogurt la distribución de las máquinas se la ha realizado de forma empírica sin haber analizado cual es el patrón de flujo más adecuado para facilitar las operaciones de los colaboradores. Por tal razón, los operadores muchas veces tienen que pasar por debajo de las máquinas para dirigirse hacia otra máquina, lo que podría provocar accidentes o impedir que varios operadores circulen por la misma zona (ver Anexo 6). En el Anexo 7 se ilustra el plano del área con la distribución de las máquinas.

4.1.4 Métodos

La forma en que se realiza un trabajo es relevante para mejorar los tiempos de operación.

Respecto a los métodos se analizan 4 factores:

- **Procedimientos innecesarios:** Al momento de realizar el cambio de formato los trabajadores llevan a cabo ciertas actividades que son innecesarias o que pudieron haberlas realizado antes del cambio de formato o con la máquina funcionando (ver Anexo 3).
- **Procedimientos sin estandarizar:** Los procesos que se realizan no han sido documentados ni siguen el mismo patrón, cada trabajador realiza una actividad a su manera, lo que puede disminuir o aumentar los tiempos para realizar dicha actividad.
- **Prioridad errónea de procesos:** Al no existir procesos definidos, los trabajadores no siempre siguen el mismo orden de las actividades, por lo que al final puede alterarse el tiempo total en ejecutar el cambio de formato.

4.1.5 Materiales

Respecto a los materiales que se usan a diario en las operaciones, se analizan 3 factores:

- **Materiales sin clasificar:** Los formatos se encuentran sin clasificar, no tienen ningún color diferente a otro para facilitar su distinción (revisar Anexo 4).
- **Materiales desgastados:** Algunos materiales como las estrellas y las guías de la taponadora se encuentran rotas por lo que al pasar la poma por la guía, éstas no permiten realizar el enroscamiento de la tapa a la poma por estar dañadas (ver Anexo 4).
- **Materiales sin ordenar:** Todos los formatos se almacenan en un solo cajón (casillero). Lo que sucede actualmente es que al momento de tomar un formato en específico hay que sacar todos los formatos que están revueltos y tomar los que se quiere, causando demoras (revisar Anexo 4).

4.1.6 Mediciones

Las mediciones o evaluaciones son necesarias para medir el desempeño de cada trabajador, que se realicen las operaciones de forma correcta y la relevancia de cada actividad. Permitiendo dar cuenta si alguna debe eliminarse u omitirse. Respecto a las mediciones se encontraron 4 factores:

- **Actividades no asignadas:** No existe un documento donde a cada trabajador le hayan sido asignadas las actividades que debe realizar. Cada operador realiza distintas actividades según su experiencia.
- **Actividades sin programar:** Los tiempos en que se demoran para realizar cada actividad son distintos entre un operador y otro, por lo que no existe un control de su cumplimiento.
- **Actividades sin tiempo estándar asignado:** Ninguna actividad tiene un tiempo estándar de su realización, por lo que el operador no puede saber el tiempo normal que debe demorarse realizando una actividad específica.
- **Evaluaciones sin aplicar:** No existen evaluaciones periódicas para verificar el cumplimiento de los tiempos y de las actividades programadas.

Al realizar el análisis del diagrama de Ishikawa según la observación realizada y para los altos tiempos de operación en el cambio de formato de las distintas presentaciones que TONI tiene, es importante clasificar estos factores y causas de acuerdo a una prioridad: en donde una prioridad Alta indica que puede ser mejorado o cambiado inmediatamente, una prioridad Media puede necesitar de un poco más de tiempo, mientras que una prioridad Baja requiere de tiempo e inversión económica. En la tabla 3 se detallan los factores y causas con su correspondiente prioridad.

Tabla 3. Prioridades de las causas en el diagrama de Ishikawa

Factores	Causas	Plan de eliminación	Prioridad
Métodos	Procedimientos innecesarios	Eliminar actividades repetitivas	Alta
	Procedimientos sin estandarizar	Documentar procedimiento	Alta
	Prioridad errónea de procesos	Definir orden de actividades	Alta
Mediciones	Actividades asignadas no	Asignar actividades	Alta
	Actividades programar sin	Controlar cumplimiento de actividades	Alta
	Actividades sin tiempo estándar asignado	Asignar tiempo estándar a actividades	Alta
	Evaluaciones aplicar sin	Evaluar periódicamente	Alta
Materiales	Sin clasificar	Clasificar materiales	Media
	Desgastados	Cambiar materiales	Media
	Sin ordenar	Clasificar y ordenar materiales	Media
Mano de obra	Personal no capacitado	Capacitar personal	Media
	Sobrecarga de trabajo	Distribuir trabajo equitativamente	Media
	Desmotivación	Motivar personal	Media

	Poco personal	Contratar personal	Media
Medio ambiente	Poco espacio	Aumentar área de trabajo	Media
	Desorganización	Organizar área de trabajo	Media
	Distribución inadecuada de máquinas	Mejor distribución de máquinas	Media
Máquinas	Sin mantenimiento	Dar mantenimiento	Baja
	Equipos obsoletos	Cambio de piezas y herramientas	Baja
	Producción	Cambio a mejores máquinas	Baja

Fuente: Elaboración propia

4.2 Aplicación de la metodología SMED

4.2.1 Diagramas de flujo de procesos

El tiempo del cambio de formato fue primero videograbado y luego cronometrado para su posterior registro, esto se hizo varias veces ya que fue necesario separar las actividades relacionadas a cada una de las 4 máquinas que están ubicadas en el área de envasado. Una vez que se registraron los tiempos en una hoja de Excel comparando que los tiempos tanto en el video como en el cronómetro coincidan, se procedió a traspasar la información en los diagramas de flujo de procesos (uno por cada máquina), en este reporte se muestra el tiempo que los operadores actualmente necesitan para llevar a cabo cada una de las actividades que forman parte del cambio de formato, realizando una sumatoria de todos los tiempos para obtener el tiempo total.

En la tabla 4 se puede apreciar el Diagrama de flujo de proceso correspondiente a la máquina Pace, la paradora de botellas, en donde el tiempo total empleado fue de 34 minutos 0 segundos, realizándose un total de 36 actividades, las actividades que se realizan respecto a esta máquina son principalmente del tipo Operación.

Durante las videograbaciones realizadas en la máquina Pace se pudo apreciar que el operador 1 tiene que realizar varias veces la calibración de la abertura de la banda inferior usando una llave para ajustar los tornillos, cuando este procedimiento debería hacerse una sola vez. Se observa poco espacio para que el operador 1 pueda desplazarse con facilidad por los alrededores de la máquina. Realiza procedimientos innecesarios y reiteradas veces alargando el tiempo total del cambio de formato, deja actividades inconclusas para realizar otras o bien realiza actividades con la máquina encendida cuando bien podrían hacerse con la máquina apagada, por ejemplo el recortar cartones y luego tirarlos a la basura, guardar las estrellas en el casillero.

Tabla 4. Diagrama de flujo de proceso máquina Pace

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Pace	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	23	0:23:36						Personal: Op. 1
⇒	Transporte	10	0:06:49						Diagrama empieza: 12/09/2017
□	Controles	2	0:01:39						Diagrama termina: 12/09/2017
⊖	Esperas	0	0:00:00						Elaborado por: Autor
▽	Almacenamiento	1	0:01:56						Fecha: 02/09/2017
	Total	36	0:34:00						
	Distancia recorrida (mts)	12							
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Coloca pomos de 120gr en la tolva	●	⇒	□	⊖	▽		0:03:28	
2	Baja escaleras, se lava y seca manos	○	⇒	□	⊖	▽	0.5	0:00:31	
3	Abre la ventana, saca la funda de plásticos y vuelve a cerrar la ventana	●	⇒	□	⊖	▽		0:00:09	
4	Sube escaleras y realiza calibración de pomos de 120gr	○	⇒	□	⊖	▽	0.5	0:00:16	

5	Calibración de longitud de pomas en la P2	●	⇒	□	D	▽		0:00:15	
6	Coge un trapo para limpiar las bandas y la transportadora	●	⇒	□	D	▽		0:00:27	
7	Sigue en la calibración de longitud de pomas en la P2	●	⇒	□	D	▽		0:00:23	
8	Graduación de la abertura de la banda inferior de pomas	●	⇒	□	D	▽		0:00:11	
9	Sigue en la calibración de longitud de pomas en la P2	●	⇒	□	D	▽		0:00:46	
10	Fue a ver una herramienta al casillero por el panel para ajustar la calibración	○	⇒	□	D	▽	2	0:00:10	
11	Abre la P3 y empieza con la calibración	●	⇒	□	D	▽		0:00:36	
12	Coge el trapo nuevamente para limpiar el transportador P3	●	⇒	□	D	▽		0:00:14	
13	Sigue en la calibración de flujo de pomas en la P3	●	⇒	□	D	▽		0:00:51	
14	Limpia la puerta de salida de tolva de las pomas	●	⇒	□	D	▽		0:00:18	
15	Nuevamente calibra la P3	●	⇒	□	D	▽		0:00:18	
16	Va al panel a regular velocidad de pomas	○	⇒	□	D	▽	2	0:00:34	
17	Toma un cartón, le corta la cinta y lo pone en un grupo de cartones abiertos	●	⇒	□	D	▽		0:00:21	
18	Se dirige a cerrar las P2 y P3	○	⇒	□	D	▽		0:00:22	

19	Prueba calibración del flujo de pomas en el transportador	○	⇒	■	D	▽		0:01:00	
20	Gradúa nuevamente la abertura de la banda inferior de pomas	●	⇒	□	D	▽		0:00:09	
21	Prueba la calibración del flujo de pomas en el transportador	○	⇒	■	D	▽		0:00:39	
22	Va a ver una funda para guardar las pomas que están en la salida del transportador, que se probaron para la calibración	○	➡	□	D	▽	2	0:00:48	
23	Prueba otra vez el flujo de pomas, gradúa la abertura de la banda inferior	●	⇒	□	D	▽		0:00:25	
24	Calibra platinas para el flujo de pomas	●	⇒	□	D	▽		0:00:12	
25	Se dirige a ver la llave maniubro que dejó en el panel para calibrar P2	○	➡	□	D	▽	1	0:00:06	
26	Prueba otra vez el flujo de pomas manualmente	●	⇒	□	D	▽		0:00:46	
27	Va hasta los cartones, corta y saca 2 fundas de tapas para colocarlas en la tolva de la Fogg 54, guarda las fundas vacías	○	➡	□	D	▽	1.5	0:01:31	
28	Lleva 2 cartones de rollo de la enmangadora hasta la Fogg 54	○	➡	□	D	▽	1.5	0:00:46	
29	Tira pomas dañadas al tacho de basura	●	⇒	□	D	▽		0:00:03	

	que estaban en el suelo								
30	Coloca el cartón de rollo en la escalera	●	⇒	□	D	▽		0:00:12	
31	Abre puertas de la Fogg 54 lado A, afloja las tuercas, saca estrellas y bases	●	⇒	□	D	▽		0:00:40	
32	Se dirige a la otra puerta del lado D para seguir sacando las estrellas de la taponadora	○	→	□	D	▽	1	0:01:45	
33	Recoge tapas y pomos de las estrellas	●	⇒	□	D	▽		0:00:08	
34	Toma la manguera para enjuagar de nuevo la máquina, saca tapas y envases debajo de las estrellas	●	⇒	□	D	▽		0:02:32	
35	Guarda las estrellas de 200gr en el casillero	○	⇒	□	D	▼		0:01:56	
36	Coloca estrellas del otro formato 120gr, recoge tapas dañadas, las coloca en el tacho de basura	●	⇒	□	D	▽		0:10:12	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede apreciar el Diagrama de flujo de proceso correspondiente a la máquina Fogg 54, cuya función es rellenar las botellas con los distintos sabores de yogurt. El tiempo total empleado para la realización de todas las actividades que comprenden el cambio de formato fue de 54 minutos 0 segundos, realizándose un total de 65 actividades, siendo la máquina con la mayor cantidad de actividades realizadas en comparación con la Fogg, Karlville y Edos. La mayoría de las actividades que se realizan respecto a esta máquina son de Operación.

La principal razón por la cual el Operador 2, quien además es el líder del área de envasado, al final del cambio de formato realiza un total de 65 actividades es porque repite muchas de las actividades, un claro ejemplo es el enjuague que realiza de las máquinas, herramientas y alrededores que le tomó aproximadamente 11 minutos sumando los segundos y minutos de cada una de las veces que lo hizo. Otra actividad que repite muchas veces es la eliminación de los desperdicios de botella y tapas de las mismas, lo que bien podría hacerlo una sola vez después de realizar el cambio de formato. Además en las grabaciones se aprecia que varias veces procede a conversar con los demás operadores y con el supervisor. Mientras tanto el espacio del área le impide maniobrar con facilidad, esto se aprecia cuando tiene cambiar las plataformas para adecuarlas a un formato distinto de botella.

Tabla 5. Diagrama de flujo de proceso máquina Fogg

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Fogg	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	51	0:43:50						Personal: Op. 2
⇒	Transporte	9	0:04:10						Diagrama empieza: 13/09/2017
□	Controles	1	0:03:33						Diagrama termina: 13/09/2017
⊖	Esperas	3	0:00:35						Elaborado por: Autor
▽	Almacenamiento	1	0:01:52						Fecha: 02/09/2017
	Total	65	0:54:00						
	Distancia recorrida (mts)	11							
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Saca botellas sobrantes del transportador	●	⇒	□	⊖	▽		0:00:15	
2	Sube la taponadora	●	⇒	□	⊖	▽		0:00:23	
3	Sube el tazón	●	⇒	□	⊖	▽		0:00:22	
4	Abre la puertas del lado A, saca	●	⇒	□	⊖	▽		0:00:40	

	botellas dañadas								
5	Bota botellas en la basura	○	➡	□	D	▽	1	0:00:08	
6	Va a tomar la manguera	○	➡	□	D	▽	2	0:00:12	
7	Enjuague en la Fogg 54 desde el lado A	●	➡	□	D	▽		0:04:36	
8	Pasa debajo del transportador, abre la puerta del lado D, recoge tapas y envases dañados	○	➡	□	D	▽	1.5	0:02:22	
9	Enjuaga con la manguera	●	➡	□	D	▽		0:00:21	
10	Bota pomos dañadas a la basura	●	➡	□	D	▽		0:00:26	
11	Selecciona el código de Run-Arranque	●	➡	□	D	▽		0:00:03	
12	Selecciona código de cambio de formato	●	➡	□	D	▽		0:00:04	
13	Afloja tuercas de estrellas y bases del lado A	●	➡	□	D	▽		0:01:15	
14	Recoge tapas y pomos dañadas del lado A	●	➡	□	D	▽		0:00:08	
15	Saca estrellas del lado D	●	➡	□	D	▽		0:00:35	
16	Vuelve a seleccionar cambio de formato	●	➡	□	D	▽		0:00:03	
17	Saca estrellas del lado D	●	➡	□	D	▽		0:01:55	
18	Coge la manguera, enjuaga estrellas, saca estrellas, las coloca en el suelo	●	➡	□	D	▽		0:00:40	
19	Enjuaga la máquina	●	➡	□	D	▽		0:02:32	
20	Conversa con un operador	○	➡	□	D	▼		0:00:09	
21	Otro enguaje a la máquina	●	➡	□	D	▽		0:00:05	

22	Se dirige a la puerta lado C para sacar plataformas de 200gr	○	➔	□	D	▽	1	0:00:26	
23	Coge la llave platina, corona y un balde para colocar plataformas	●	➔	□	D	▽		0:00:17	
24	Afloja pernos de las primeras 14 plataformas de 200gr	●	➔	□	D	▽		0:01:05	
25	Saca pernos y retira las 14 plataformas de 200gr	●	➔	□	D	▽		0:00:44	
26	Coloca el balde de las plataformas 120gr dentro de la máquina	●	➔	□	D	▽		0:00:11	
27	Coloca las 14 plataformas de 120gr	●	➔	□	D	▽		0:01:17	
28	Ajusta los 14 pernos con las llaves corona y platina	●	➔	□	D	▽		0:00:39	
29	Camina hasta el botón que hace girar el tazón	○	➔	□	D	▽	1	0:00:04	
30	Gira el tazón hasta las siguientes 15 plataformas de 200gr	●	➔	□	D	▽		0:00:15	
31	Afloja pernos de las 15 plataformas más de 200gr	●	➔	□	D	▽		0:00:52	
32	Saca pernos y retira las 15 plataformas de 200gr	●	➔	□	D	▽		0:00:34	
33	Coloca las 15 plataformas de 120gr	●	➔	□	D	▽		0:01:30	
34	Ajusta los 15 pernos con las llaves corona y platina	●	➔	□	D	▽		0:00:37	

35	Camina hasta el botón que hace girar el tazón	●	⇒	□	D	▽		0:00:04	
36	Gira el tazón hasta las siguientes 15 plataformas de 200gr	●	⇒	□	D	▽		0:00:13	
37	Afloja pernos de 14 plataformas más de 200gr	●	⇒	□	D	▽		0:01:03	
38	Saca pernos de cada una y retira las 14 plataformas de 200gr	●	⇒	□	D	▽		0:00:51	
39	Conversa con un supervisor sobre el cambio de formato	○	⇒	□	D	▼		0:00:23	
40	Coloca las 15 plataformas de 120gr	●	⇒	□	D	▽		0:01:23	
41	Ajusta los 15 pernos con la llave corona y platina	●	⇒	□	D	▽		0:00:31	
42	Camina hasta el botón que hace girar el tazón	○	⇒	□	D	▽	1	0:00:04	
43	Gira el tazón hasta las últimas 10 plataformas de 200gr	●	⇒	□	D	▽		0:00:12	
44	Afloja los pernos de las 9 últimas plataformas de 200gr	●	⇒	□	D	▽		0:00:48	
45	Saca pernos de cada una y retira las 9 plataformas de 200 gr restantes	●	⇒	□	D	▽		0:00:21	
46	Coloca las 10 últimas plataformas de 120gr	●	⇒	□	D	▽		0:01:16	
47	Ajusta los 10 pernos con la llave corona y platina	●	⇒	□	D	▽		0:00:39	
48	Coloca algunas plataformas de	●	⇒	□	D	▽		0:00:26	

	200gr en otro balde								
49	Enjuague de puertas lado C, dentro y fuera de la máquina	●	→	□	D	▽		0:02:55	
50	Va a tomar un balde y recoge tapas dañadas	○	→	□	D	▽	1.5	0:00:21	
51	Guarda en el casillero estrellas y bases que había dejado en el suelo	○	→	□	D	▽		0:01:52	
52	Se dirige a quitar el tornillo sinfín de pomas de 200gr	○	→	□	D	▽	1	0:00:19	
53	Coloca el tornillo sinfín de 120gr	●	→	□	D	▽		0:00:19	
54	Baja un paso de llave	●	→	□	D	▽		0:00:05	
55	Coge la manguera, realiza limpieza del área	●	→	□	D	▽		0:00:18	
56	Limpieza en el área y dentro de la máquina	●	→	□	D	▽		0:01:10	
57	Conversa con un operador	○	→	□	●	▽		0:00:03	
58	Recoge tapas de la bandeja de la máquina y en el suelo	●	→	□	D	▽		0:00:31	
59	Toma la manguera, enjuaga las estrellas	●	→	□	D	▽		0:00:08	
60	Pasa debajo de la transportadora, abre las puertas del lado D, recoge y coloca tapas en el balde	●	→	□	D	▽		0:00:49	
61	Se dirige a ver la OP a producción, ingresa información en la codificadora	○	→	■	D	▽		0:03:33	
62	Pasa debajo de la transportadora hasta el otro lado de la codificadora y la calibra	●	→	□	D	▽		0:02:28	

63	Se dirige hacia la pantalla de la Fogg 54	○	➔	□	D	▽	1	0:00:14	
64	Baja el tazón y la taponadora	●	➔	□	D	▽		0:02:05	
65	Realiza la purga	●	➔	□	D	▽		0:02:51	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra el diagrama de flujo de procesos correspondiente a la máquina Karlville, la misma que realiza el etiquetado de las botellas de yogurt en las distintas presentaciones que existen. El operador 3 realiza un total de 36 actividades en un tiempo de 19 minutos 10 segundos. La mayoría de las actividades realizadas son del tipo Operación.

En las videograbaciones se puede apreciar que el operador 3 tiene que pasar reiteradas veces por debajo de las bandas transportadoras de botellas de la máquina Pace, haciendo una maniobra que puede provocar algún accidente. En otros casos impide el libre paso de sus demás compañeros tal es el caso cuando el operador 3 se encuentra cambiando los rollos de la enmangadora de botella ya que en ese momento mantiene abiertas las compuertas de la máquina. Esto se debe como están ubicadas las máquinas, lo ideal sería que pueda transportarse con facilidad alrededor de ellas.

Tabla 6. Diagrama de flujo de proceso máquina Karlville

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Karlville
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.	
○	Operaciones	29	0:21:34					Personal: Op. 3
➔	Transporte	5	0:02:41					El diagrama empieza: 14/09/2017
□	Controles	2	0:00:45					El diagrama termina: 14/09/2017
D	Esperas	0	0:00:00					Elaborado por: Autor
▽	Almacenamiento	0	0:00:00					Fecha: 02/09/2017
Total		36	0:25:00					

	Distancia recorrida (mts)	6							
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Cambia rollo de enmangadora	●	⇨	□	D	▽		0:03:00	
2	Se dirige a la puerta de la Karville donde está el torpedo	○	➔	□	D	▽	1	0:00:25	
3	Abre la puerta y selecciona el botón de Paro Emergencia	●	⇨	□	D	▽		0:00:13	
4	Saca el rollo del torpedo	●	⇨	□	D	▽		0:00:05	
5	Afloja perillas del torpedo	●	⇨	□	D	▽		0:00:10	
6	Gira manivela para sacar el torpedo de 200gr	●	⇨	□	D	▽		0:00:05	
7	Guarda el torpedo de 200gr y toma el de 120gr	●	⇨	□	D	▽		0:00:05	
8	Coloca el torpedo de 120gr en su posición de la máquina, lo calibra	●	⇨	□	D	▽		0:00:23	
9	Ajusta perillas del torpedo	●	⇨	□	D	▽		0:00:10	
10	Presiona el botón de Paro Emergencia y gira la perilla de Reset en On	●	⇨	□	D	▽		0:00:04	
11	Jala el rollo y corta la parte del anterior formato	●	⇨	□	D	▽		0:01:50	
12	Recoge el rollo retirado y lo tira a la basura	●	⇨	□	D	▽		0:00:16	
13	Regresa a la máquina del torpedo	○	➔	□	D	▽	1	0:00:10	
14	Coloca el rollo en el torpedo de 120gr, baja la base del torpedo, calibra el	●	⇨	□	D	▽		0:00:48	

	rollo								
15	Regula una rueda y gira la manivela del torpedo	●	➡	□	D	▽		0:00:15	
16	Cierra la puerta del torpedo y gira la perilla de Reset	●	➡	□	D	▽		0:00:08	
17	En el panel de control selecciona bajar la plataforma	●	➡	□	D	▽		0:00:28	
18	Selecciona parámetros de operación	●	➡	□	D	▽		0:00:20	
19	Se dirige a presionar el botón Run de la transportadora, comprueba caída de enmangadoras en pomas	○	➡	□	D	▽	1	0:00:36	
20	Abre la puerta y calibra de nuevo el torpedo	○	➡	■	D	▽		0:00:10	
21	Selecciona un parámetro en el panel	●	➡	□	D	▽		0:00:05	
22	Comprueba la caída de enmangadoras en pomas	○	➡	■	D	▽		0:00:35	
23	Abre la puerta y ajusta el torpedo, selecciona un parámetro en el panel	●	➡	□	D	▽		0:00:25	
24	Va a dejar el material dañado a la basura	○	➡	□	D	▽	1.5	0:00:10	
25	Se dirige a la Pace a ver una poma de 120gr para realizar calibración en el tornillo sinfín	○	➡	□	D	▽	1.5	0:01:20	
26	Calibra una rueda para bajar la plataforma/base	●	➡	□	D	▽		0:00:29	

27	Calibra tornillo sinfín a la entrada de la Karville	●	⇒	□	D	▽		0:00:24	
28	Calibra perilla de la transportadora	●	⇒	□	D	▽		0:00:45	
29	Abre la puerta y realiza la calibración dentro de la Karville, ajusta perillas de la transportadora	●	⇒	□	D	▽		0:00:24	
30	Cierra la puerta, se dirige al panel y presiona el botón de Operación	●	⇒	□	D	▽		0:00:10	
31	Ajusta perillas de la platina en la entrada y dentro de la karville para calibrar poma de 120gr	●	⇒	□	D	▽		0:00:53	
32	Realiza ajuste de la rueda del frente (tornillo sinfín), comprueba calibración	●	⇒	□	D	▽		0:00:30	
33	Pide al Op3 le preste la llave francesa	●	⇒	□	D	▽		0:00:25	
34	Ajusta el sensor de la codificadora con la llave francesa pequeña	●	⇒	□	D	▽		0:00:23	
35	Ajusta perilla de tinta que marca las pomos, ingresa datos en la codificadora, verifica el sensor, comprueba flujo de poma	●	⇒	□	D	▽		0:03:20	
36	Enciende el vapor de la Karville, regula perillas de temperatura	●	⇒	□	D	▽		0:05:01	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se muestra el diagrama de flujo de proceso referente a la máquina Edos, la misma que se encarga de empaquetar las botellas que están listas para ser entregadas a sus clientes para posteriormente ser vendidas. El tiempo que le toma al operador 4 ejecutar las 37 actividades que realiza es de 16 minutos 0 segundos. Todas las actividades que realiza son de tipo operativas, ya que no necesita trasladarse por las demás máquinas y para el caso de la videograbación realizada tenía todas las herramientas para la calibración a la mano.

Tabla 7. Diagrama de flujo de proceso máquina Edos

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Edos	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	36	0:16:40						Personal: Op. 4
⇒	Transporte	1	0:04:20						El diagrama empieza: 15/09/2017
□	Controles	0	0:00:00						El diagrama termina: 15/09/2017
D	Esperas	0	0:00:00						Elaborado por: Autor
▽	Almacenamiento	0	0:00:00						Fecha: 02/09/2017
	Total	37	0:16:00						
	Distancia recorrida (mst)	3							
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Selecciona botón de apagar la transportadora de la Edos	●	⇒	□	D	▽		0:00:09	
2	Sube escaleras, toma la llave de corona y platina	●	⇒	□	D	▽		0:00:09	
3	Afloja el perno del 2do trinche en la entrada de la Edos	●	⇒	□	D	▽		0:00:16	

4	Retira el 2do trinche en la entrada de la Edos y lo coloca junto con las herramientas	●	⇒	□	D	▽	0:00:09	
5	Afloja manualmente el perno del 1er trinche de la entrada de la Edos y lo coloca junto con las herramientas	●	⇒	□	D	▽	0:00:18	
6	Coge el trinche de 200 gr y calibra las guías de distribución de pomas	●	⇒	□	D	▽	0:01:00	
7	Coloca el 1er trinche en las guías	●	⇒	□	D	▽	0:00:16	
8	Ajusta manualmente el perno de las guías con el trinche de 200gr	●	⇒	□	D	▽	0:00:11	
9	Toma el otro trinche de 200gr y calibra las guías de distribución de pomas	●	⇒	□	D	▽	0:00:13	
10	Coloca el 2do trinche en las guías	●	⇒	□	D	▽	0:00:23	
11	Ajusta manualmente el perno de las guías con el 2do trinche de 200gr	●	⇒	□	D	▽	0:00:19	
12	Toma la llave de corona y platina de 36in, ajusta el perno de las guías	●	⇒	□	D	▽	0:00:50	
13	Ajusta el perno manualmente, después ajusta con la llave	●	⇒	□	D	▽	0:00:19	
14	Toma la llave de corona y platina de	●	⇒	□	D	▽	0:00:21	

	17 in y afloja 2 pernos de otras guías								
15	Toma la llave francesa y afloja uno de los pernos	●	⇒	□	D	▽		0:00:15	
16	Toma la llave corona y platina de 36 in y ajustar los pernos con la llave corona y platina de 17 in	●	⇒	□	D	▽		0:00:50	
17	Toma la llave corona platina de 19in, afloja 5 pernos, calibra guías y ajusta los pernos	●	⇒	□	D	▽		0:00:55	
18	Afloja 5 pernos más de otras guías con la llave corona platina de 19in, calibra guías y ajusta los 5 pernos	●	⇒	□	D	▽		0:00:53	
19	Toma la llave corona platina de 17in, se da la vuelta, afloja 6 pernos de otras guías, calibra guías y ajusta los 6 pernos	●	⇒	□	D	▽		0:01:25	
20	Calibra de nuevo guías del 1er trinche y ajusta el perno	●	⇒	□	D	▽		0:00:15	
21	Deja la llave en su lugar, toma la llave francesa de 8in y baja por la escalera	●	⇒	□	D	▽		0:00:12	
22	Abre la puerta de las cabinas 1 y 2 de la Edos, aflojar con la llave francesa los pernos	●	⇒	□	D	▽		0:00:27	
23	Regula abertura de pomos ajusta pernos de cabinas 1 y 2 con	●	⇒	□	D	▽		0:00:29	

	la llave francesa								
24	Afloja 2 pernos en la cabinas 1 y 2, regula aberturas de pomas	●	⇒	□	D	▽		0:00:32	
25	Afloja 2 pernos en la cabina 3, regula abertura de pomas, ajusta los 2 pernos y cierra la puerta 3	●	⇒	□	D	▽		0:01:24	
26	Abre la cabina 4, afloja 2 perillas de sujección, regula abertura de pomas y ajusta perillas	●	⇒	□	D	▽		0:00:20	
27	Afloja 2 palancas de mano, sube la plataforma para corte de cuchillas y paso de las pomas; vuelve ajustar 2 palancas de mano	●	⇒	□	D	▽		0:00:26	
28	Afloja 2 perillas de sujección, regula abertura de pomas, ajusta perillas; cierra puerta de cabina 4	●	⇒	□	D	▽		0:00:23	
29	Abre puerta de cabina 3, rompe el plástico y cierra la puerta	●	⇒	□	D	▽		0:00:16	
30	Se agacha debajo de la Edos, coge el nuevo rollo de plástico, abre puerta de cabina 4	●	⇒	□	D	▽		0:00:23	
31	Saca el rollo del plástico anterior	●	⇒	□	D	▽		0:00:18	
32	Afloja perilla de sujección del rollo, coloca el nuevo rollo de plástico y ajusta de nuevo la perilla de sujección	●	⇒	□	D	▽		0:00:58	
	Baja las escaleras,								

33	cierra puerta de cabina 4, coloca las escaleras a un lado de la máquina	●	⇒	□	D	▽		0:00:11	
34	Abre puerta de cabina 3, jala el plástico, lo pasa por rieles y cierra la puerta	●	⇒	□	D	▽		0:00:16	
35	Abre puerta de cabina 4, jala el plástico, cierra la puerta	●	⇒	□	D	▽		0:00:17	
36	Mueve la perilla del transportador, presiona el botón de marcha para probar corte del plástico; abre puerta de cabina 4, saca plástico cortado	●	⇒	□	D	▽		0:00:22	
37	Se dirige a estibación a colocar los pallets	○	→	□	D	▽	3	0:04:20	

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Pasos del SMED

En este apartado se podrá identificar cada una de las etapas del SMED aplicada a las actividades que se realizan en el área de envasado de yogurt de TONI S.A. desde la etapa de identificación de actividades internas/externas, conversión de internas a externas, eliminación de pérdidas/ineficiencias, y la estandarización del procedimiento. En la Tabla 7, 8, 9 y 10 se muestra la aplicación de los pasos del SMED correspondientes a las máquinas Pace, Fogg, Karlville y Edos respectivamente. En estas tablas la columna 3 corresponde a la identificación de las actividades internas o externas según el video. La columna 4 es la conversión de actividades internas a externas. La columna 5 corresponde a la eliminación de actividades innecesarias (desperdicio).

En la Tabla 8 se aprecia que la mayoría de las actividades que el operador 1 realiza en la máquina Pace las ejecuta mientras la máquina se encuentra apagada, lo cual genera una

pérdida de tiempo valioso que puede invertirse en producir más. De las 36 actividades realizadas solo 4 son externas y el resto internas. En la propuesta al menos 7 actividades pueden que antes eran realizadas de manera internas pueden realizarse ahora externamente con lo cual el operador ganaría tiempo reduciendo el tiempo para el cambio de formato en esta máquina. Al menos 11 actividades deben ser eliminadas ya que corresponden a actividades innecesarias o realizadas múltiples veces durante el cambio de formato y que no aportan nada para mejorar los tiempos de producción.

Tabla 8. Actividades internas y externas máquina Pace

Núm.	Actividad	Video	Propuesta	Eliminar
1	Coloca pomos de 120gr en la tolva	Interna	Externa	Si
2	Baja escaleras, se lava y seca manos	Interna	Externa	Si
3	Abre la ventana, saca la funda de plásticos y vuelve a cerrar la ventana	Interna	Externa	Si
4	Sube escaleras y realiza calibración de pomos de 120gr	Interna	Interna	No
5	Calibración de longitud de pomos en la P2	Interna	Interna	No
6	Coge un trapo para limpiar las bandas y la transportadora	Interna	Interna	No
7	Sigue en la calibración de longitud de pomos en la P2	Interna	Interna	No
8	Graduación de la abertura de la banda inferior de pomos	Interna	Interna	No
9	Sigue en la calibración de longitud de pomos en la P2	Interna	Interna	No
10	Fue a ver una herramienta al casillero por el panel para ajustar la calibración	Interna	Externa	Si
11	Abre la P3 y empieza con la calibración	Interna	Interna	No
12	Coge el trapo nuevamente para limpiar el transportador P3	Interna	Interna	No
13	Sigue en la calibración de flujo de pomos en la P3	Interna	Interna	No
14	Limpia la puerta de salida de tolva de las pomos	Interna	Interna	No
15	Nuevamente calibra la P3	Interna	Interna	No
16	Va al panel a regular velocidad de pomos	Interna	Interna	No
17	Toma un cartón, le corta la cinta y lo pone en un grupo de cartones abiertos	Externa	Externa	Si
18	Se dirige a cerrar las P2 y P3	Interna	Interna	No

19	Prueba calibración del flujo de pomos en el transportador	Interna	Interna	No
20	Gradúa nuevamente la abertura de la banda inferior de pomos	Interna	Interna	No
21	Prueba la calibración del flujo de pomos en el transportador	Interna	Interna	No
22	Va a ver una funda para guardar las pomos que están en la salida del transportador, que se probaron para la calibración	Interna	Externa	Si
23	Prueba otra vez el flujo de pomos, gradúa la abertura de la banda inferior	Interna	Interna	No
24	Calibra platinas para el flujo de pomos	Interna	Interna	No
25	Se dirige a ver la llave maniobra que dejó en el panel para calibrar P2	Interna	Externa	Si
26	Prueba otra vez el flujo de pomos manualmente	Interna	Interna	No
27	Va hasta los cartones, corta y saca 2 fundas de tapas para colocarlas en la tolva de la Fogg 54, guarda las fundas vacías	Interna	Externa	Si
28	Lleva 2 cartones de rollo de la enmangadora hasta la Fogg 54	Externa	Externa	Si
29	Tira pomos dañados al tacho de basura que estaban en el suelo	Externa	Externa	Si
30	Coloca el cartón de rollo en la escalera	Externa	Externa	Si
31	Abre puertas de la Fogg 54 lado A, afloja las tuercas, saca estrellas y bases	Interna	Interna	No
32	Se dirige a la otra puerta del lado D para seguir sacando las estrellas de la taponadora	Interna	Interna	No
33	Recoge tapas y pomos de las estrellas	Interna	Interna	No
34	Toma la manguera para enjuagar de nuevo la máquina, saca tapas y envases debajo de las estrellas	Interna	Interna	No
35	Guarda las estrellas de 200gr en el casillero	Interna	Interna	No
36	Coloca estrellas del otro formato 120gr, recoge tapas dañadas, las coloca en el tacho de basura	Interna	Interna	No

Fuente: Elaboración propia

En la máquina Fogg es donde más actividades se realizan, el operador 2 quien a su vez es el líder de la operación repite varias veces algunas actividades convirtiéndose en innecesarias la mayoría de ellas, perdiendo valioso tiempo que puede invertir en ayudar a sus demás compañeros. La Tabla 9 muestra que de las 65 actividades que realiza en la

Fogg solo 1 la realizó mientras la máquina está encendida y fue una actividad innecesaria (conversar con uno de los supervisores). Muchas de estas actividades que el operador 2 las realiza con la máquina apagada las puede realizar mientras esta se encuentra encendida por tal razón se propone que al menos 13 actividades de las que se realizan internamente se conviertan a externas. Así también, se propone que al menos 27 actividades sean eliminadas ya que significan un desperdicio de tiempo para la producción de la empresa.

Tabla 9. Actividades internas y externas máquina Fogg

Núm.	Actividad	Video	Propuesta	Eliminar
1	Saca botellas sobrantes del transportador	Interna	Interna	No
2	Sube la taponadora	Interna	Interna	No
3	Sube el tazón	Interna	Interna	No
4	Abre la puertas del lado A, saca botellas dañadas	Interna	Interna	No
5	Bota botellas en la basura	Interna	Externa	Si
6	Va a tomar la manguera	Interna	Interna	No
7	Enjuague en la Fogg 54 desde el lado A	Interna	Interna	No
8	Pasa debajo del transportador, abre la puerta del lado D, recoge tapas y envases dañados	Interna	Interna	Si
9	Enjuaga con la manguera	Interna	Interna	Si
10	Bota pomas dañadas a la basura	Interna	Externa	Si
11	Selecciona el código de Run-Arranque	Interna	Interna	No
12	Selecciona código de cambio de formato	Interna	Interna	No
13	Afloja tuercas de estrellas y bases del lado A	Interna	Interna	Si
14	Recoge tapas y pomas dañadas del lado A	Interna	Interna	Si
15	Saca estrellas del lado D	Interna	Interna	Si
16	Vuelve a seleccionar cambio de formato	Interna	Interna	Si
17	Saca estrellas del lado D	Interna	Interna	Si
18	Coge la manguera, enjuaga estrellas, saca estrellas, las coloca en el suelo	Interna	Interna	Si
19	Enjuaga la máquina	Interna	Interna	Si
20	Conversa con un operador	Interna	Externa	Si
21	Otro enguaje a la máquina	Interna	Interna	Si
22	Se dirige a la puerta lado C para sacar plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
23	Coge la llave platina, corona y un balde para	Interna	Externa	Si

	colocar plataformas			
24	Afloja pernos de las primeras 14 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
25	Saca pernos y retira las 14 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
26	Coloca el balde de las plataformas 120gr dentro de la máquina	Interna	Interna	No
27	Coloca las 14 plataformas de 120gr	Interna	Interna	No
28	Ajusta los 14 pernos con las llaves corona y platina	Interna	Interna	No
29	Camina hasta el botón que hace girar el tazón	Interna	Interna	No
30	Gira el tazón hasta las siguientes 15 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
31	Afloja pernos de las 15 plataformas más de 200gr	Interna	Interna	No
32	Saca pernos y retira las 15 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
33	Coloca las 15 plataformas de 120gr	Interna	Interna	No
34	Ajusta los 15 pernos con las llaves corona y platina	Interna	Interna	No
35	Camina hasta el botón que hace girar el tazón	Interna	Interna	No
36	Gira el tazón hasta las siguientes 15 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
37	Afloja pernos de 14 plataformas más de 200gr	Interna	Interna	No
38	Saca pernos de cada una y retira las 14 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
39	Conversa con un supervisor sobre el cambio de formato	Externa	Externa	Si
40	Coloca las 15 plataformas de 120gr	Interna	Interna	No
41	Ajusta los 15 pernos con la llave corona y platina	Interna	Interna	No
42	Camina hasta el botón que hace girar el tazón	Interna	Interna	No
43	Gira el tazón hasta las últimas 10 plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
44	Afloja los pernos de las 9 últimas plataformas de 200gr	Interna	Interna	No
45	Saca pernos de cada una y retira las 9 plataformas de 200 gr restantes	Interna	Interna	No
46	Coloca las 10 últimas plataformas de 120gr	Interna	Interna	No
47	Ajusta los 10 pernos con la llave corona y platina	Interna	Interna	No
48	Coloca algunas plataformas de 200gr en otro balde	Interna	Externa	Si
49	Enjuague de puertas lado C, dentro y fuera de la máquina	Interna	Interna	Si
50	Camina 7 pasos, toma un balde y recoge tapas dañadas	Interna	Externa	Si

51	Guarda en el casillero estrellas y bases que había dejado en el suelo	Interna	Interna	Si
52	Se dirige a quitar el tornillo sinfín de pomos de 200gr	Interna	Interna	No
53	Coloca el tornillo sinfín de 120gr	Interna	Interna	No
54	Baja un paso de llave	Interna	Interna	No
55	Coge la manguera, realiza limpieza del área	Interna	Externa	Si
56	Limpieza en el área y dentro de la máquina	Interna	Externa	Si
57	Conversa con un operador	Interna	Externa	Si
58	Recoge tapas de la bandeja de la máquina y en el suelo	Interna	Externa	Si
59	Toma la manguera, enjuaga las estrellas	Interna	Externa	Si
60	Pasa debajo de la transportadora, abre las puertas del lado D, recoge y coloca tapas en el balde	Interna	Externa	Si
61	Se dirige a ver la OP a producción, ingresa información en la codificadora	Interna	Interna	Si
62	Pasa debajo de la transportadora hasta el otro lado de la codificadora y la calibra	Interna	Interna	Si
63	Se dirige hacia la pantalla de la Fogg 54	Interna	Interna	No
64	Baja el tazón y la taponadora	Interna	Interna	No
65	Realiza la purga	Interna	Interna	No

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10 se muestra el desglose de las actividades internas y externas respecto a la máquina Karlville. En la máquina Karlville el operador 3 realiza 36 actividades de las cuales 3 son realizadas de forma externa sin interrumpir la producción de la máquina. En la propuesta se suman otras 2 actividades que son realizadas internamente, convirtiéndolas en externas. También se propone que 5 actividades sean eliminadas considerándolas innecesarias.

Tabla 10. Actividades internas y externas máquina Karlville

Núm.	Actividad	Video	Propuesta	Eliminar
1	Cambia rollo de enmangadora	Interna	Interna	No
2	Se dirige a la puerta de la Karville donde está el torpedo	Interna	Interna	No
3	Abre la puerta y selecciona el botón de Paro Emergencia	Interna	Interna	No

4	Saca el rollo del torpedo	Interna	Interna	No
5	Afloja perillas del torpedo	Interna	Interna	No
6	Gira manivela para sacar el torpedo de 200gr	Interna	Interna	No
7	Guarda el torpedo de 200gr y toma el de 120gr	Interna	Interna	No
8	Coloca el torpedo de 120gr en su posición de la máquina, lo calibra	Interna	Interna	No
9	Ajusta perillas del torpedo	Interna	Interna	No
10	Presiona el botón de Paro Emergencia y gira la perilla de Reset en On	Interna	Interna	No
11	Jala el rollo y corta la parte del anterior formato	Interna	Interna	No
12	Recoge el rollo retirado y lo tira a la basura	Externa	Externa	Si
13	Regresa a la máquina del torpedo	Externa	Externa	Si
14	Coloca el rollo en el torpedo de 120gr, baja la base del torpedo, calibra el rollo	Interna	Interna	No
15	Regula una rueda y gira la manivela del torpedo	Interna	Interna	No
16	Cierra la puerta del torpedo y gira la perilla de Reset	Interna	Interna	No
17	En el panel de control selecciona bajar la plataforma	Interna	Interna	No
18	Selecciona parámetros de operación	Interna	Interna	No
19	Se dirige a presionar el botón Run de la transportadora, comprueba caída de enmangadoras en pomas	Interna	Interna	No
20	Abre la puerta y calibra de nuevo el torpedo	Interna	Interna	No
21	Selecciona un parámetro en el panel	Interna	Interna	No
22	Comprueba la caída de enmangadoras en pomas	Interna	Interna	No
23	Abre la puerta y ajusta el torpedo, selecciona un parámetro en el panel	Interna	Interna	No
24	Va a dejar el material dañado a la basura	Externa	Externa	Si
25	Se dirige a la Pace a ver una poma de 120gr para realizar calibración en el tornillo sinfín	Interna	Externa	Si
26	Calibra una rueda para bajar la plataforma/base	Interna	Interna	No
27	Calibra tornillo sinfín a la entrada de la Karville	Interna	Interna	No
28	Calibra perilla de la transportadora	Interna	Interna	No
29	Abre la puerta y realiza la calibración dentro de la Karville, ajusta perillas de la transportadora	Interna	Interna	No
30	Cierra la puerta, se dirige al panel y presiona el botón de Operación	Interna	Interna	No
31	Ajusta perillas de la platina en la entrada y dentro de la karville para calibrar poma de 120gr	Interna	Interna	No
32	Realiza ajuste de la rueda del frente (tornillo	Interna	Interna	No

	sinfín), compueba calibración			
33	Pide al Op3 le preste la llave francesa	Interna	Externa	Si
34	Ajusta el sensor de la codificadora con la llave francesa pequeña	Interna	Interna	No
35	Ajusta perilla de tinta que marca las pomas, ingresa datos en la codificadora, verifica el sensor, comprueba flujo de poma	Interna	Interna	No
36	Enciende el vapor de la Karville, regula perillas de temperatura	Interna	Interna	No

Fuente: Elaboración propia

Similar a la máquina Karlville, en la Edos se realizan 37 actividades ejecutadas por el operador 4, siendo todas internas tal como se muestra en la Tabla 11. La Edos es la única máquina donde todas las actividades deben permanecer internas y donde no se ha realizado eliminación alguna de las actividades.

Tabla 11. Actividades internas y externas máquina Edos

Núm.	Actividad	Video	Propuesta	Eliminar
1	Selecciona botón de apagar la transportadora de la Edos	Interna	Interna	No
2	Sube escaleras, toma la llave de corona y platina	Interna	Interna	No
3	Afloja el perno del 2do trinche en la entrada de la Edos	Interna	Interna	No
4	Retira el 2do trinche en la entrada de la Edos y lo coloca junto con las herramientas	Interna	Interna	No
5	Afloja manualmente el perno del 1er trinche de la entrada de la Edos y lo coloca junto con las herramientas	Interna	Interna	No
6	Coge el trinche de 200 gr y calibra las guías de distribución de pomas	Interna	Interna	No
7	Coloca el 1er trinche en las guías	Interna	Interna	No
8	Ajusta manualmente el perno de las guías con el trinche de 200gr	Interna	Interna	No
9	Toma el otro trinche de 200gr y calibra las guías de distribución de pomas	Interna	Interna	No
10	Coloca el 2do trinche en las guías	Interna	Interna	No
11	Ajusta manualmente el perno de las guías con el 2do trinche de 200gr	Interna	Interna	No
12	Toma la llave de corona y platina de 36in, ajusta el perno de las guías	Interna	Interna	No

13	Ajusta el perno manualmente, después ajusta con la llave	Interna	Interna	No
14	Toma la llave de corona y platina de 17 in y afloja 2 pernos de otras guías	Interna	Interna	No
15	Toma la llave francesa y afloja uno de los pernos	Interna	Interna	No
16	Toma la llave corona y platina de 36 in y ajustar los pernos con la llave corona y platina de 17 in	Interna	Interna	No
17	Toma la llave corona platina de 19in, afloja 5 pernos, calibra guías y ajusta los pernos	Interna	Interna	No
18	Afloja 5 pernos más de otras guías con la llave corona platina de 19in, calibra guías y ajusta los 5 pernos	Interna	Interna	No
19	Toma la llave corona platina de 17in, se da la vuelta, afloja 6 pernos de otras guías, calibra guías y ajusta los 6 pernos	Interna	Interna	No
20	Calibra de nuevo guías del 1er trinche y ajusta el perno	Interna	Interna	No
21	Deja la llave en su lugar, toma la llave francesa de 8in y baja por la escalera	Interna	Interna	No
22	Abre la puerta de las cabinas 1 y 2 de la Edos, aflojar con la llave francesa los pernos	Interna	Interna	No
23	Regula abertura de pomas ajusta pernos de cabinas 1 y 2 con la llave francesa	Interna	Interna	No
24	Afloja 2 pernos en la cabinas 1 y 2, regula aberturas de pomas	Interna	Interna	No
25	Afloja 2 pernos en la cabina 3, regula abertura de pomas, ajusta los 2 pernos y cierra la puerta 3	Interna	Interna	No
26	Abre la cabina 4, afloja 2 perillas de sujección, regula abertura de pomas y ajusta perillas	Interna	Interna	No
27	Afloja 2 palancas de mano, sube la plataforma para corte de cuchillas y paso de las pomas; vuelve ajustar 2 palancas de mano	Interna	Interna	No
28	Afloja 2 perillas de sujección, regula abertura de pomas, ajusta perillas; cierra puerta de cabina 4	Interna	Interna	No
29	Abre puerta de cabina 3, rompe el plástico y cierra la puerta	Interna	Interna	No
30	Se agacha debajo de la Edos, coge el nuevo rollo de plástico, abre puerta de cabina 4	Interna	Interna	No
31	Saca el rollo del plástico anterior	Interna	Interna	No
32	Afloja perilla de sujección del rollo, coloca el nuevo rollo de plástico y ajusta de nuevo la perilla de sujección	Interna	Interna	No
33	Baja las escaleras, cierra puerta de cabina 4, coloca las escaleras a un lado de la máquina	Interna	Interna	No
34	Abre puerta de cabina 3, jala el plástico, lo pasa	Interna	Interna	No

	por rieles y cierra la puerta			
35	Abre puerta de cabina 4, jala el plástico, cierra la puerta	Interna	Interna	No
36	Mueve la perilla del transportador, presiona el botón de marcha para probar corte del plástico; abre puerta de cabina 4, saca plástico cortado	Interna	Interna	No
37	Se dirige a estibación a colocar los pallets	Interna	Interna	No

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Estandarización del procedimiento

En el proceso de la aplicación de los pasos del SMED se hizo una reestructuración de la gran cantidad de actividades que los operadores realizaban respecto a cada una de las máquinas que se encuentran en área de envasado de yogurt, eliminando algunas actividades con el objetivo que los operadores sigan un procedimiento estandarizado y simple, disminuyendo los tiempos de cambios de formato, mejorando la producción de la empresa.

En la Tabla 12 se aprecia el diagrama de flujo de proceso propuesto para la máquina Pace, en el cual se realizó una simplificación de las actividades quedando finalmente sólo 2 actividades operativas reduciendo el tiempo en un 67,65%, de 34 a sólo 11 minutos. Gracias a la nueva distribución de las máquinas los trabajadores no necesitan realizar grandes traslados de un lugar a otro, por lo que el operador de la Pace ya no necesita recorrer los 12 metros en promedio que recorría antes. A la vez que el operador 1 concluye las actividades en su máquina, colabora en otras actividades en la máquina Fogg, por tal razón en el diagrama propuesto para la Pace a pesar que se describen 4 actividades, para el resumen de los datos solo se contabilizan las actividades que el operador 1 realiza en su máquina, para una mejor apreciación de la distribución de operadores por máquina, se puede consultar la Figura 6.

Tabla 12. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Pace

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Pace	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	23	0:23:36	2	0:11:00	21	0:12:36	Personal: Op. 1	
⇒	Transporte	10	0:06:49	0	0:00:00	10	0:06:49	Diagrama empieza: 12/11/2017	
□	Controles	2	0:01:39	0	0:00:00	2	0:01:39	Diagrama termina: 12/11/2017	
⊖	Esperas	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	Elaborado por: Autor	
▽	Almacenamiento	1	0:01:56	0	0:00:00	1	0:01:56	Fecha: 05/11/2017	
Total		36	0:34:00	2	0:11:00	32	0:23:00		
Distancia recorrida (mts)		12		0		12			
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Coloca las pomos de 120gr en la tolva	●	⇒	□	⊖	▽		0:03:00	
2	Calibrar flujo de pomos, graduar abertura de banda inferior de las pomos en el transportador	●	⇒	□	⊖	▽		0:08:00	
3	Ir hasta la Fogg para aflojar tuercas y sacar estrellas más bases	●	⇒	□	⊖	▽		0:08:00	Op. 1 a ayuda Fogg
4	Colocar las estrellas y bases del siguiente cambio de formato	●	⇒	□	⊖	▽		0:08:00	Op. 1 a ayuda Fogg

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se aprecia el diagrama de flujo de proceso propuesto para la máquina Fogg. Se simplificaron las actividades de 65 a 10, la mayoría operativas con lo que se reduce el recorrido del operador 2 de 11 metros a 1 metro. El tiempo total empleado para las actividades en la Fogg disminuyó en un 53,70%, 29 minutos menos que antes.

Tabla 13. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Fogg

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Fogg	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	51	0:43:50	8	0:24:00	41	0:19:50	Personal: Op. 2	
⇒	Transporte	9	0:04:10	1	0:01:00	8	0:03:10	Diagrama empieza: 13/11/2017	
□	Controles	1	0:03:33	0	0:00:00	1	0:03:33	Diagrama termina: 13/11/2017	
D	Esperas	3	0:00:35	0	0:00:00	3	0:00:35	Elaborado por: Autor	
▽	Almacenamiento	1	0:01:52	0	0:00:00	1	0:01:52	Fecha: 05/11/2017	
Total		65	0:54:00	10	0:25:00	55	0:29:00		
Distancia recorrida (mts)		11		1		10			
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Subir la taponadora y el tazón para hacer el enjuague y el cambio de formato	●	⇒	□	D	▽		0:01:00	
2	Enjuagar dentro de la máquina de la Fogg 54 por el lado A, D y C	●	⇒	□	D	▽		0:05:00	
3	Sacar las primeras 14 plataformas y colocar las	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	

	plataformas del siguiente formato que se van a utilizar								
4	Sacar 15 plataformas y colocar las plataformas del siguiente formato que se van a utilizar	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
5	Sacar 15 plataformas y colocar las plataformas del siguiente formato que se van a utilizar	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
6	Sacar 10 plataformas y colocar las plataformas del siguiente formato que se van a utilizar	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
7	Sacar el tornillo sin fin de 200gr y colocar el tornillo sin fin de 120gr	●	⇒	□	D	▽		0:01:00	
8	Dirigirse a la pantalla del panel para bajar el tazón y la taponadora	○	→	□	D	▽	1	0:01:00	
9	Realizar la purga	●	⇒	□	D	▽		0:01:00	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 14 se muestra el diagrama de flujo de proceso propuesto para la máquina Karlville. En esta máquina hubo una disminución del 12%, de 25 a 22 minutos. Las actividades se simplificaron de 36 a sólo 5, todas operativas. Se eliminó por completo el recorrido de 6 metros que antes realizaba el operador.

Tabla 14. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Karlville

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Karlville	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	29	0:21:34	5	0:22:00	24	-0:00:26	Personal: Op. 3	
⇒	Transporte	5	0:02:41	0	0:00:00	5	0:02:41	Diagrama empieza: 14/11/2017	
□	Controles	2	0:00:45	0	0:00:00	2	0:00:45	Diagrama termina: 14/11/2017	
D	Esperas	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	Elaborado por: Autor	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	Fecha: 05/11/2017	
Total		36	0:25:00	5	0:22:00	31	0:03:00		
Distancia recorrida (mts)		6		0		6			
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Cambiar el rollo de la enmangadora	●	⇒	□	D	▽		0:02:00	
2	Sacar el torpedo que se utilizó y colocar el torpedo para el cambio de formato, calibrar el rollo en el torpedo	●	⇒	□	D	▽		0:07:00	
3	Calibrar la poma en el tornillo sin fin de la entrada de la karville y en la transportadora	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
4	Calibra la codificadora probando con la poma	●	⇒	□	D	▽		0:05:00	

5	Encender el vapor y seleccionar temperatura	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
---	---	---	---	---	---	---	--	---------	--

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15 se muestra el diagrama de flujo de proceso propuesto para la máquina Edos, en el cual se disminuyeron las actividades en gran medida, de 37 a 7, la mayoría operativa. El tiempo total propuesto para el cambio de formato se acortó en un 4,76%, de 21 a 20 minutos, respecto al de las videograbaciones. La distancia recorrida se disminuyó de 3 a 2 metros. De los 4 operadores sometidos al estudio, el operador de la Edos obtuvo el mejor rendimiento en cuanto a tiempo.

Tabla 15. Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina Edos

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea: Edos	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones	36	0:16:40	6	0:17:00	30	-0:00:20	Personal: Op. 4	
⇒	Transporte	1	0:04:20	1	0:03:00	0	0:01:20	Diagrama empieza: 15/11/2017	
□	Controles	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	Diagrama termina: 15/11/2017	
D	Esperas	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	Elaborado por: Autor	
▽	Almacenamiento	0	0:00:00	0	0:00:00	0	0:00:00	Fecha: 05/11/2017	
	Total	37	0:21:00	7	0:20:00	30	0:01:00		
	Distancia recorrida (mts)	3		2		1			
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1	Seleccionar el botón de apagar la transportadora de la Edos	●	⇒	□	D	▽		0:00:15	

2	Calibrar y cambiar los trinchas en la entrada de la Edos	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
3	Calibrar guías de distribución de poma	●	⇒	□	D	▽		0:04:00	
4	Regular abertura de pomos y ajustar pernos de las cabinas 1, 2, 3	●	⇒	□	D	▽		0:03:45	
5	Regular abertura de pomos y calibrar cuchillas de corte	●	⇒	□	D	▽		0:03:00	
6	Colocar los rollos de plástico en la parte superior e inferior en la Edos	●	⇒	□	D	▽		0:02:00	
7	Colocar los pallets en estibación	○	➡	□	D	▽	2	0:03:00	

Fuente: Elaboración propia

Con los diagramas de flujos propuestos el siguiente paso fue estandarizar el procedimiento. A partir de aquí hubo que instruir a los participantes en las actividades que iban a realizar, el orden y el tiempo promedio que debía tomarle en realizarla. Cada uno de los operadores debía estar seguro de las actividades a realizar con su cronología y la forma de hacerla, pues de otra manera los tiempos obtenidos al final del estudio serían irreales. Se realizaron varias repeticiones del procedimiento para lograr alcanzar los tiempos propuestos en los diagramas. Al final se lo consiguió.

Con la mejoría de los tiempos en el cambio de formato para las distintas presentaciones que TONI ofrece sus clientes tanto de 120gr, 200gr o Toni Frush se aprovechó los tiempos que a los operadores le sobraba para que colaboren con las actividades de sus

compañeros en las otras máquinas. En la figura 6 por ejemplo se muestra que el operador de la Pace a partir del minuto 17 hasta el minuto 28 pasa a ayudar a su compañero que maneja la Fogg. A su vez el operador 3 y el operador 4 ayudan al operador de la Fogg a partir del minuto 23 y 21 respectivamente.

120B - 200B
200B - 120B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
Fogg 54	Cierre de Orden																																											
Pace																																												
Karville																																												
Edos																																												

Figura 6. Diagrama de Gantt aplicando SMED

Fuente: Elaboración propia

4.3 Aplicación de la metodología 5S

La aplicación de la metodología SMED se realizó en conjunto con la 5S, esto con el objetivo de obtener mejores resultados, ya que mientras la primera metodología disminuye los tiempos de operación eliminando actividades innecesarias, la segunda establece una serie de acciones que tienen que ver más con la limpieza y el orden dentro del ambiente de trabajo. Por esta razón puede decirse que ambas metodologías se complementan entre sí.

La metodología 5S que dividido significa: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar; se aplicó en el área de envasado de yogurt de la siguiente forma:

- En el área de trabajo los operadores en reiteradas ocasiones tenían que usar herramientas o piezas obsoletas que por tal razón no funcionaban adecuadamente. Estas piezas no estaban identificadas y no eran reemplazadas, por lo que se hizo una clasificación de las piezas en buen estado y de las que necesitaban cambio inmediato de estas últimas. Así mismo se eliminaron las que no agregaban valor en la operación (ver Anexo 2).

- A diario los operadores tropezaban con herramientas y piezas que ellos mismos u alguno de sus colaboradores habían dejado en el suelo o en desorden (ver Anexo 4), incluso tropezaban con las mismas máquinas debido al poco espacio, por tal razón se hizo una solicitud justificada para que el área de envasado sea trasladada a un espacio más amplio donde las máquinas puedan ser distribuidas de una manera correcta. Las máquinas se distribuyeron siguiendo un flujo recto (revisar Anexo 7) con lo cual los operadores al fin pudieron trasladarse de una máquina a otra por ambos lados (frente y por detrás), algo que no podían hacer anteriormente de forma rápida. Con esto incluso se logró que los operadores puedan colaborar con sus demás compañeros ya que al terminar sus labores de forma más rápida les quedaba tiempo para ayudar al resto.
- A pesar de que la limpieza del área se realizaba de manera diaria, varias veces por día, algunas veces durante el cambio de formato quedaban tapas o botellas incrustadas dentro de alguna de las máquinas, en el suelo o debajo de las mismas, que por el poco espacio se dificultaba su limpieza. A su vez en el espacio donde funcionaba anteriormente el área de envasado el suelo de cemento prestaba las condiciones para que se formen cúmulos de suciedad en los alrededores del lugar. Hoy con la mejor distribución de las máquinas los operadores pueden realizar una mejor limpieza de forma rápida.
- Se implementó señalización que antes al no existir ocasionaba que los operadores incumplieran con ciertas normas de seguridad, causando que el ambiente y lugar sea riesgoso (ver Anexo 5). Por ejemplo se establecieron límites para la altura de estiva de material de empaque (pomas y tapas).
- En cuanto a la ergonomía que es un tema importante para que los operadores realicen sus actividades de manera más cómoda, hubieron varios cambios como por ejemplo la colocación de válvulas y mangueras permitiendo eliminar actividades como subirse para abrir/ cerrar llave o realizar limpieza manual debajo de máquina. Otra actividad eliminada fue la recolección de pomas del piso gracias a la colocación de un protector acrílico en la máquina Pace. Además de la reubicación de botonera para el proceso de limpieza CIP – Cambio de plataforma (ver Anexo 6).

- Así como se capacitó a cada operador sobre la forma correcta de realizar el procedimiento respecto a la máquina que controla, se los capacitó sobre las normas de limpieza y orden que de ahora en adelante debían mantener en su área de trabajo, dándoles a conocer que el orden y la limpieza son factores preponderantes para gozar de un buen ambiente de trabajo y amenizar las acciones que allí se realizan.
- Mantener la disciplina respecto a los pasos anteriores quizá fue lo más difícil, pues la repetición muchas veces no arroja los mismos resultados obtenidos con anterioridad. Sin embargo se logró mantener la disciplina comprometiendo al equipo de trabajo, teniendo reuniones entre supervisores, gerentes y operadores. Se incitó a cada colaborador a realizar su trabajo de forma correcta, los operadores realizando su trabajo de manera consciente y los supervisores manteniendo el control de los tiempos.

4.4 Presupuesto

Con la aplicación de las metodologías SMED y 5S se comprobó que algunas herramientas y piezas estaban obsoletas por lo que su cambio era urgente. En otras se determinó por su deterioridad que sean cambiadas a tiempo por nuevas antes de que se dañen completamente e interrumpan las operaciones. En la Tabla 16 se muestra el desglose de las herramientas y piezas que necesitaban ser cambiadas así como también algunas que pueden incorporarse a fin de agilizar las operaciones que hacen en el cambio de formato y preparación de máquina.

Tabla 16. Costos de mejoramiento de tiempos de cambio de formato TONI

Materiales	Costo
Palancas Ajustable Acero Inoxidable	\$ 455,00
Perillas Sujeción Acero Inoxidable	\$ 223,00
Llave Rache	\$ 35,00
Pintura Epoxica	\$ 55,00
Fabricación de dispositivo SMED para cambio de formato	\$ 17.418,00
Mantenimiento de bases principales para el dispositivo SMED	\$ 1.814,00
Fabricación de tableros para los diferentes formatos que utiliza la envasadora.	\$ 15.000,00
Total	\$ 35.000,00

Fuente: Elaboración propia

4.5 Análisis Costo-Beneficio de la propuesta

La relación costo beneficio también es conocida como índice neto de rentabilidad y viene dada por la siguiente fórmula:

$$B/C = VAB/VAC$$

Donde:

B/C = Relación costo-beneficio

VAB= Valor Actual de Beneficios

VAC= Valor actual de Costos

Para el cálculo del valor VAI se realizó la pregunta: ¿Cuánto se ha incrementado la producción luego de implementadas las mejoras con el SMED y 5S?

Reemplazando en la fórmula Relación costo-beneficio, se obtiene:

$$B/C = \$115920 / \$35000$$

$$B/C = 3.31$$

Rios (2013) indica que para la admisión de un proyecto, en este caso un presupuesto, es necesario que la razón sea:

$$B/C > 1$$

Se da por hecho que los beneficios del presupuesto presentado, son mayores que los beneficios.

Esto se confirma con el aumento de la producción luego de la implementación de las dos técnicas que fundamentan este proyecto. En primer lugar hubo un aumento de la producción en \$115920 mensuales, lo que representan 32000kg más en la línea o 168000 unidades más que antes de aplicarse las dos metodologías. Mientras que referente al tiempo de recuperación de la inversión presupuestaria, esta se logró recuperar al cabo de 9 días aproximadamente, tomando en cuenta que el excedente de producción en dólares fue:

$$\textit{Excedente de producción diario} = \$115920 / 30ds$$

$$\textit{Excedente de producción diario} = \$3864$$

Luego:

$$\textit{Recuperación de inversión en días} = \$35000 / \$3864$$

Recuperación de inversión en días = 9.05 ≈ 9 ds

CONCLUSIONES

Con el estudio se comprobó que los tiempos de cambio de formato para las cuatro máquinas que se encuentran en el área de envasado, no eran registrados ni controlados bajo ningún formato. Así mismo el cumplimiento de las operaciones no era controlado ni evaluadas periódicamente.

Los factores que tienen más alta incidencia en los altos tiempos de operación en el área de envasado de TONI S.A. son la sobrecarga de trabajo en algunos operadores de las máquinas (Recurso humano); el poco espacio y distribución inadecuada de máquinas (Entorno); procedimientos innecesarios y sin estandarizar (Métodos); actividades sin tiempo estándar asignado (Mediciones).

La aplicación de la metodología SMED en el área de envasado de TONI S.A. permitió revelar falencias en la ejecución de operaciones de cambio de formato y preparación de máquinas, dándole la oportunidad a la empresa de organizar, registrar, controlar y evaluar de mejor forma sus operaciones. A la vez que con el incremento significativo de la producción se proyecta para los meses siguientes un cumplimiento de metas que no se alcanzaban desde hace tiempo con el método anterior.

La aplicación de la metodología 5S permitió realizar mantenimiento de máquinas, eliminar herramientas y piezas en mal estado reemplazandolas por nuevas, organizar el área a través de una distribución lineal de las máquinas, colocar señalética y mejorar la ergonomía en el trabajo lo cual mejoró el ambiente organizacional en el área e incrementó la efectividad del SMED.

Con la aplicación de la propuesta se optimizaron los tiempos en el área de envasado de yogurt, reduciendo los tiempos de operación en alrededor del 50% en dos de las máquinas y alrededor del 15% en el resto de máquinas. Así mismo, hubo una disminución del

número y del tiempo promedio de cada actividad, y de la distancia recorrida por cada operador.

RECOMENDACIONES

Ejecutar de forma periódica estudios de tiempo a fin de comprobar el cumplimiento de las actividades de la forma propuesta en este proyecto, solo así se podrá mantener el cumplimiento de la meta de productividad en el área.

Realizar mantenimientos preventivos de cada una de las máquinas que yacen en el área, a fin de anticipar un daño irreparable, que disminuya o detenga la producción en algún momento ocasionando mayores perjuicios a la empresa.

Reemplazar periódicamente las herramientas y piezas utilizadas para el cambio de formato, a fin de evitar un desgaste fortuito de las mismas que impida o detenga la producción repentinamente.

Realizar capacitaciones y evaluaciones periódicas a los operadores del área a fin de constatar que mantienen el conocimiento necesario sobre el método que deben utilizar en sus labores diarias, así como sobre las metodologías SMED y 5S.

Los factores relacionados a las dimensiones Materiales y Mediciones, cuya prioridad fue la más alta, TONI S.A. deben insistir en la optimización de los tiempos de operaciones de manera inmediata para superar los tiempos actuales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, P. (2014). *Proyecto para la aplicación de la metodología S.M.E.D. (Single Minute Exchange of Die) en el cambio de moldes de prensas de vulcanización en la empresa continental Tire Andina S.A.* Universidad del Azuay, Cuenca.
- Ashishpal, Attri, R., & Khan, Z. (2017). Analyzing The Factors Affecting Implementation Of 5S Using Interpretive Structural Modelling (ISM) Approach. *Innovative Product Design & Development*, 217-221.
- Best, M., & Neuhauser, D. (2008). Kaoru ishikawa: From fishbones to world peace. *Quality & Safety in Health Care*, 17(2), 150.
- Borges, R., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of technology management & innovation*, 10(3), 120-130.
- Cruelles, J. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua.* Barcelona: Marcombo S.A.
- El Kader, M. (2017). The Application of 5S's Workplace Organization at an Egyptian Flexible Packaging Factory. *International Design Journal*(3), 99-107.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* México: McGraw Hill.
- García, C. (2013). Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 921-3 de una planta farmacéutica en la ciudad de Cali. *Ingenierías USB Cali*.
- Gil, A., Angulo, P., Martín, J., & Melero, J. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. *Técnica Industrial*, 298, 46-54.
- Lamprea, E., Carreño, Z., & Sánchez, P. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in caucho metal ltda./Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en la empresa cauchometal ltda. *Revista Chilena De Ingeniería*, 23(1), 107-117.
- Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones.* México: Mc Graw Hill Education.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.* México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A de C.V.
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos* (2 ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.

Pattel, V., & Thakkar, H. (2014). Review on Implementation of 5S in Various Organization. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(3), 774-779.

Pinargote, P. (2014). *Implementación del Sistema Smed al Proceso de Impresión Flexográfica en la Empresa de Plásticos Sunchodesa*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Retana, B., & Aguilar, M. (2013). *Ingeniería de métodos*. Obtenido de Docplayer: <http://docplayer.es/14785107-Ingenieria-de-metodos-mtra-brenda-retana-blanco-m-en-c-myrna-aguilar-solis.html>

ANEXOS

Anexo 1. Máquinas en el área de envasado



Figura 7. Máquina Pace en funcionamiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 8. Calibración máquina Pace
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 9. Máquina Fogg en funcionamiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 10. Cambio de estrellas por cambio de formato
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 11. Máquina Edos en funcionamiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 12. Calibración máquina Edos
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 13. Máquina Karlville
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 14. Calibración máquina Karlville
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 15. Realizando limpieza
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 16. Eliminación de desperdicio
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 2. Mantenimiento de máquinas

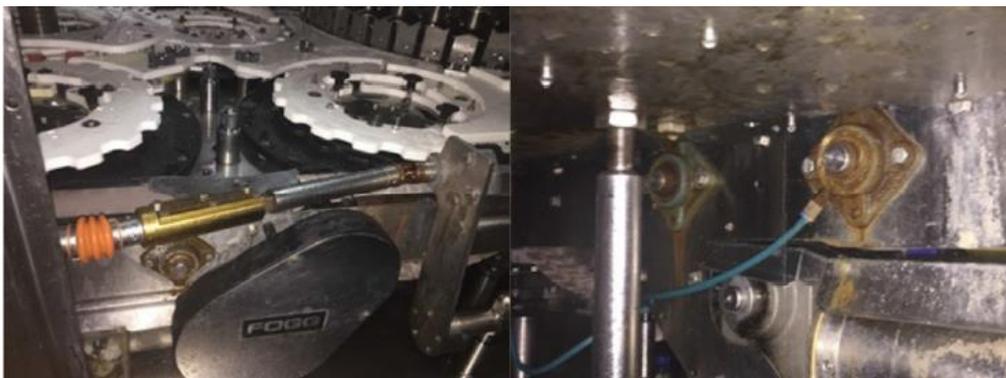


Figura 17. Máquina Fogg antes de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

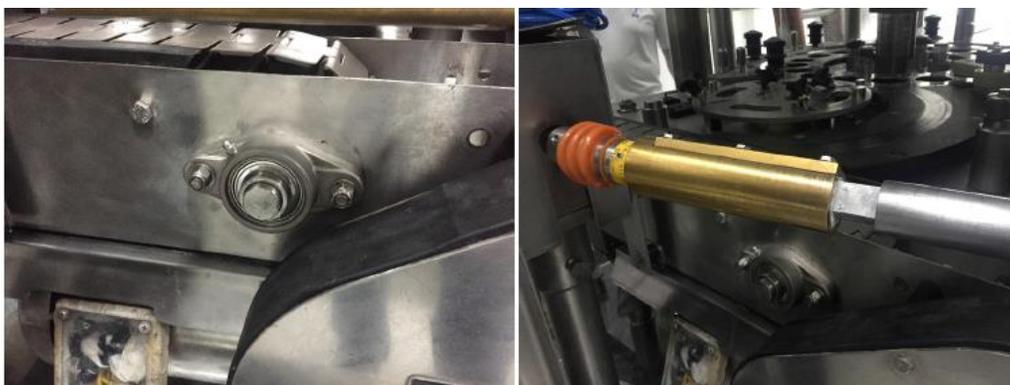


Figura 18. Máquina Fogg después de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 19. Sistema de sellado antes de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 20. Sistema de sellado después de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 21. Motores antes de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 22. Motores después de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 23. Ordenador de pomos Pace Fogg antes de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 24. Ordenador de pomos Pace Fogg después de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 25. Thermo-encogible Edos-Fogg antes de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 26. Thermo-encogible Edos-Fogg después de mantenimiento
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 3. Procedimientos innecesarios en área de envasado



Figura 27. Sacando desperdicio por la ventana
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 28. Abriendo un cartón vacío
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 4. Herramientas y organización en área de envasado



Figura 29. Herramientas antes de la aplicación de 5S
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 30. Estrellas de distinto color de acuerdo al producto
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 31. Herramientas después de la aplicación de 5S
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 5. Señalización en área de envasado

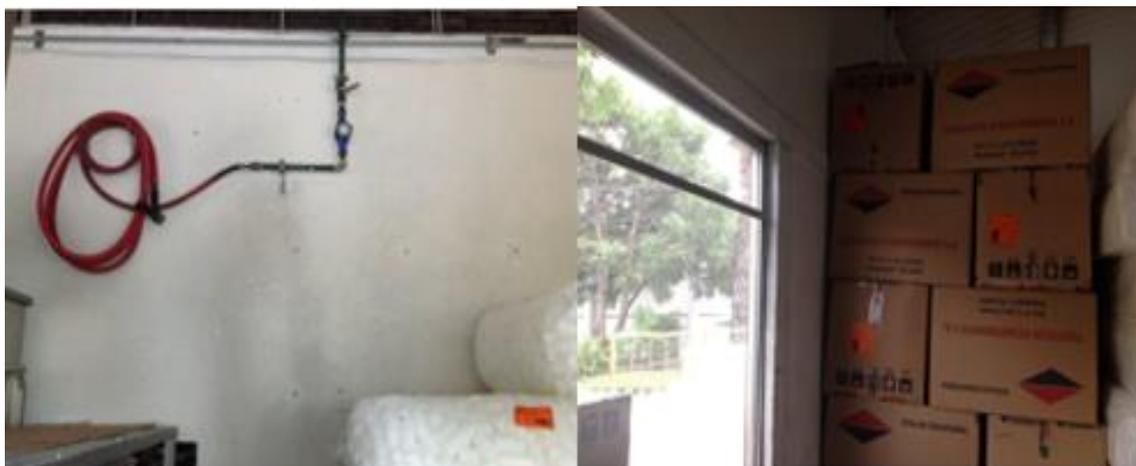


Figura 32. Altura de estiva de materiales de empaque sin señalizar
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 33. Altura de estiva de materiales de empaque después de señalizar
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 6. Ergonomía en el área de envasado



Figura 34. Operador pasando por debajo de una máquina
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 35. Colocación de válvula y manguera
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 36. Reubicación de botonera para el proceso de limpieza
Fuente: Área de envasado TONI S.A.



Figura 37. Colocación de protector acrílico en máquina Pace
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 7. Planos del área de envasado

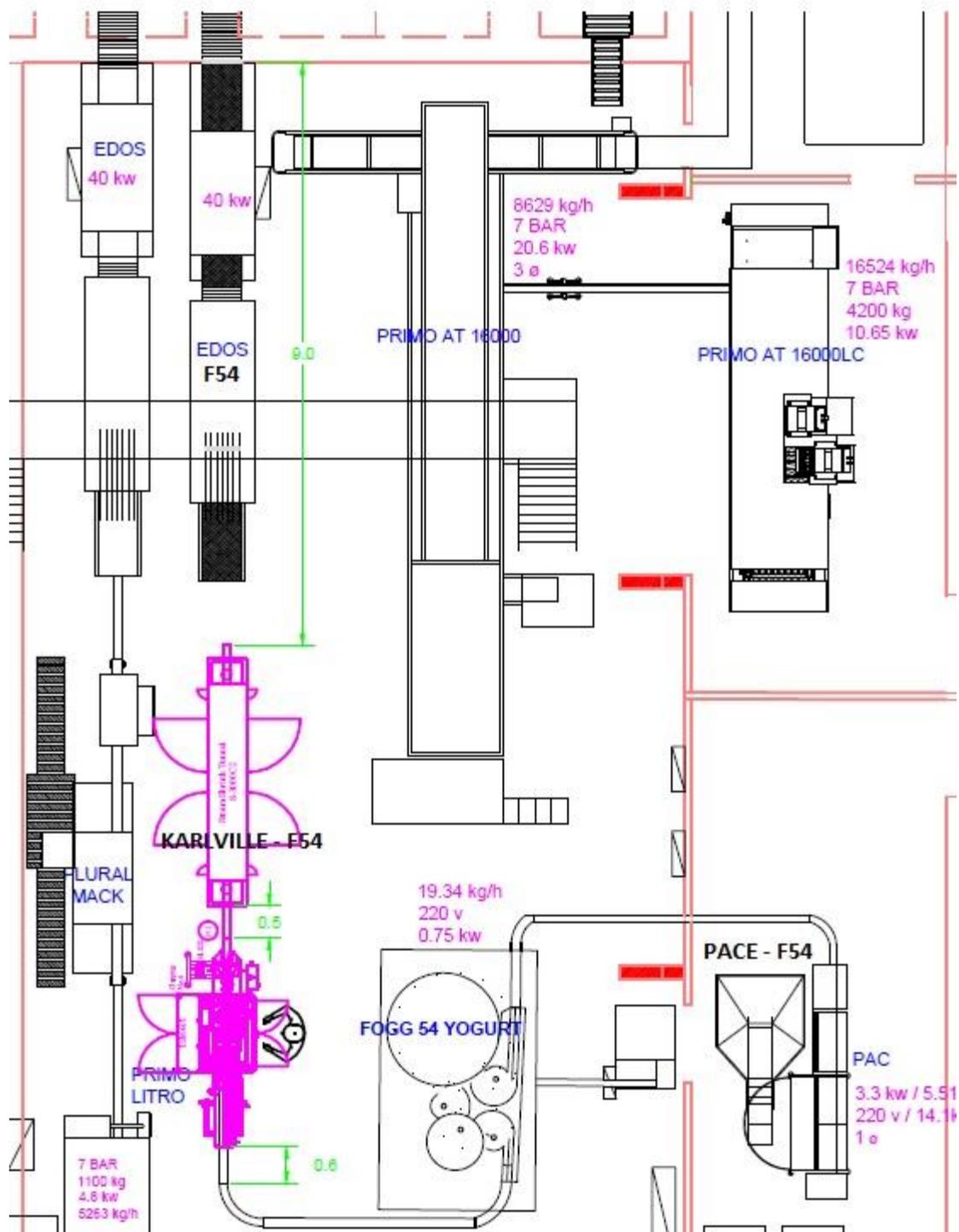


Figura 38. Plano de área de envasado TONI S.A. antes de aplicación de SMED y 5S

Fuente: Área de envasado TONI S.A.

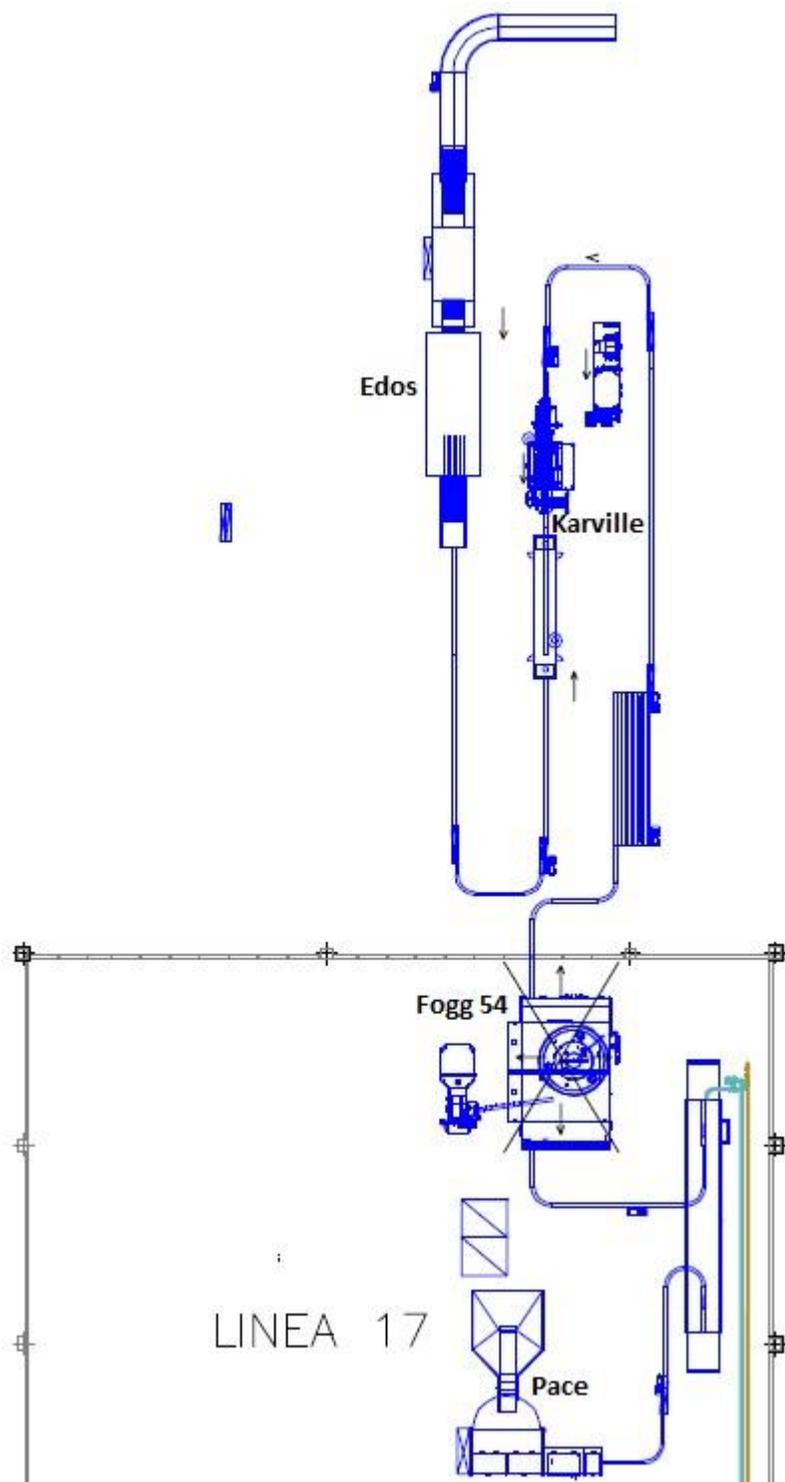


Figura 39. Plano de área de envasado TONI S.A. después de aplicación de SMED y 5S
Fuente: Área de envasado TONI S.A.

Anexo 8. Formato de diagrama de flujo de proceso

Resumen		Actual		Propuesto		Diferencia		Tarea:	
		#	Tpo.	#	Tpo.	#	Tpo.		
○	Operaciones								Personal:
⇒	Transporte								Diagrama empieza:
□	Controles								Diagrama termina:
D	Esperas								Elaborado por:
▽	Almacenamiento								Fecha:
	Total								
	Distancia recorrida (mts)								
No.	Actividad	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Dist.	Tpo.	Observ.
1		○	⇒	□	D	▽			
2		○	⇒	□	D	▽			
3		○	⇒	□	D	▽			
4		○	⇒	□	D	▽			
5		○	⇒	□	D	▽			
6		○	⇒	□	D	▽			
7		○	⇒	□	D	▽			
8		○	⇒	□	D	▽			
9		○	⇒	□	D	▽			
10		○	⇒	□	D	▽			
11		○	⇒	□	D	▽			
12		○	⇒	□	D	▽			
13		○	⇒	□	D	▽			
14		○	⇒	□	D	▽			
15		○	⇒	□	D	▽			
16		○	⇒	□	D	▽			
17		○	⇒	□	D	▽			
18		○	⇒	□	D	▽			
19		○	⇒	□	D	▽			
20		○	⇒	□	D	▽			