

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED EN
LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Y ASEO GENERAL DE LAS
MÁQUINAS DE SECADO NIRO Y SPRAY DE LA EMPRESA LEVAPAN S.A**

**HÉCTOR AUX MILLÁN
JUAN CAMILO SILVESTRE SUAREZ**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ
2020**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED EN
LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Y ASEO GENERAL DE LAS
MÁQUINAS DE SECADO NIRO Y SPRAY DE LA EMPRESA LEVAPAN S.A**

**HÉCTOR AUX MILLÁN
JUAN CAMILO SILVESTRE SUAREZ**

**PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Directora
Ing. OLGA PATRICIA COBO BETANCOURT, MSc.**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ
2020**

Nota de aceptación.

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tuluá, 2020

DEDICATORIAS

Queremos dedicar este proyecto principalmente a DIOS, que es quien nos regala a diario miles de bendiciones para continuar con nuestros proyectos; como también a nuestras familias por su amor y acompañamiento; a nuestros profesores por el conocimiento que nos brindaron y por último, a nuestra universidad Unidad Central del Valle del cauca, en donde forjamos grandes lazos de amistad y compañerismo.

Héctor Aux Millán

Juan Camilo Silvestre Suarez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a DIOS por permitirnos realizar el presente trabajo y por el acompañamiento durante la realización de este; también por la paciencia, persistencia y disciplina que nos dio para poder culminar la carrera.

A nuestras familias, por apoyarnos incondicionalmente en todos nuestros proyectos; a nuestros compañeros y amigos que nos brindaron su apoyo para continuar con nuestros proyectos.

Y, por último, a nuestra directora de trabajo de grado Olga Patricia Cobo Betancourt, queremos expresarle nuestros más sinceros agradecimientos por su paciencia, dedicación y orientación en la realización de este proyecto y por todas las enseñanzas que nos compartió en el transcurso de la carrera.

Héctor Aux Millán

Juan Camilo Silvestre Suarez

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	14
2. TÍTULO	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
3.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
4. JUSTIFICACIÓN.....	21
4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	21
4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	22
4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	23
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	24
5.1. OBJETIVO GENERAL	24
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
6. ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO	25
7. MARCO REFERENCIAL	28
7.1. MARCO TEÓRICO.....	28
7.1.1. MEJORAMIENTO CONTINUO.....	28
7.1.2. LEAN MANUFACTURING	30
7.1.3. Eficiencia general de los equipos (OEE)	33
7.1.4. SMED (Single Minute Exchange of Die)	36
7.2. MARCO CONCEPTUAL	39
7.3. MARCO DE ANTECEDENTES.....	44
7.4. MARCO CONTEXTUAL.....	48
7.5. MARCO LEGAL	49
8. DISEÑO METODOLÓGICO	52
8.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
8.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	52
8.3. METODOLOGÍA	53
9. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	55
9.1 Fuentes información personales	55

9.2	Fuentes de información institucional	55
9.3	Fuentes de información documentales.....	55
9.4	Fuentes de información primaria	55
9.5	Fuentes de información secundaria	56
10.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	57
10.1.	Reseña histórica	57
10.2.	Estructura actual	59
10.3.	Visión	59
10.4.	Misión.....	60
10.5.	Principios corporativos	60
10.6.	Pilares corporativos.	60
11.	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL EXTRACTO DE LEVADURA EN EL QUE INTERVIENEN LAS MÁQUINAS DE ESTUDIO	62
11.1.	Descripción de los equipos de secado.....	65
11.1.1.	Secador SPRAY	65
11.1.2.	Secador NIRO	66
12.	IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL ASEO GENERAL Y LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	67
12.1.	Actividades de los paros de Aseo general y Limpieza y desinfección de los equipos SPRAY y NIRO.	67
13.	DISEÑO DE LA METODOLOGÍA SMED	70
13.1.	Fase 1. Identificación y separación de las actividades internas y externas que forman parte de los paros de Aseo general y Limpieza y desinfección de los equipos NIRO y SPRAY.....	70
13.1.1.	Selección del operario óptimo.	70
13.1.2.	Estudio de tiempos.....	72
13.1.3.	Identificación y separación de las actividades internas y externas.	75
13.2.	Fase 2: Convertir actividades internas en externas y optimizar las internas.	81
13.3.	Fase 3. Propuestas.....	87
13.3.1.	Implementación de las sugerencias más el método SMED propuesto.	88

13.3.2.	Implementación de las sugerencias, más el método SMED propuesto y un segundo operario.....	92
14.	ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	94
14.1.	Método actual	96
14.2.	Método mejorado I.....	97
14.3.	Método mejorado II.....	98
14.4.	Tasa de retorno.....	99
14.5.	TMAR Y TIR.....	99
14.5.1.	TMAR	99
14.5.2.	TIR.....	100
15.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	101
15.1.	Cálculo de la OEE.....	102
16.	CONCLUSIONES.....	104
17.	RECOMENDACIONES	106
18.	BIBLIOGRAFIA.....	107
19.	ANEXOS	111

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Conceptos que componen los subcomponentes.....	34
Ilustración 2. Flujograma proceso del extracto de la levadura.....	62
Ilustración 3. Diagrama SIPOC del proceso del extracto de la levadura.	64
Ilustración 4. grados de calificación de los factores.	71
Ilustración 5. Diagrama Causa - efecto secadores.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tiempos de paros por secador.....	17
Tabla 2. Certificaciones de la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN S.A. planta Tuluá.....	49
Tabla 3. Metodología del proyecto.	53
Tabla 4. Actividades por secador y tipo de aseo.	68
Tabla 5. Selección del operario sistema Westinghouse.	71
Tabla 6. Muestras representativas por aseo y secador.....	73
Tabla 7. Muestras adicionales secador NIRO.	74
Tabla 8. Clasificación actividades internas y externas en el proceso de Aseo general en la máquina SPRAY.....	77
Tabla 9. Clasificación actividades internas y externas en el proceso de Limpieza y desinfección en la máquina SPRAY.....	78
Tabla 10. Clasificación actividades internas y externas en el proceso Aseo general en la máquina NIRO.....	79
Tabla 11. Clasificación actividades internas y externas en el proceso de Limpieza y desinfección en la máquina NIRO.....	80
Tabla 12. Propuestas de mejora secador SPRAY.....	83
Tabla 13. Propuestas de mejora secador NIRO.....	85
Tabla 14. Distribución de tiempos y actividades por operario en secador SPRAY.	92
Tabla 15. Distribución de tiempos y actividades por operario en secador NIRO... ..	93
Tabla 16. Análisis costo - beneficio de la implementación.	94
Tabla 17. Beneficio tiempo.....	95
Tabla 18. Ganancias generadas por método.	98
Tabla 19. Tasa de retorno de la inversión.	99
Tabla 20. TIR por propuesta.....	100
Tabla 21. Resultados de las propuestas.....	101
Tabla 22. Cálculo de la de eficiencia OEE.	102

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo disponible aproximado en las máquinas de secado.	19
Ecuación 2. Eficiencia OEE.....	33
Ecuación 3. Recuperación Líquido rico	63
Ecuación 4. Método estadístico para determinar la muestra.....	73
Ecuación 5. Tasa de secado EXLV LS 3111 en máquina SPRAY.....	95
Ecuación 6. Tasa de secado EXLV LS 3111 en máquina NIRO	95
Ecuación 7. Tiempo Aseo general SPRAY por día.	96
Ecuación 8. Tiempo Aseo general NIRO por día.....	97
Ecuación 9. Tiempo disponible para secar SPRAY.....	97
Ecuación 10. Tiempo disponible para secar NIRO.....	97
Ecuación 11. Kilogramos secados SPRAY por día.	97
Ecuación 12. Kilogramos secados NIRO por día.	97
Ecuación 13. Formula TMAIR	99

RESUMEN

El proyecto está enfocado en generar una propuesta para la implementación de la metodología SMED en los paros programados de Aseo general y Limpieza y desinfección en los secadores NIRO y SPRAY de la empresa LEVAPAN S.A.

Se tomaron datos históricos proporcionados por la empresa en relación con los paros programados, logrando determinar que los tiempos de estos dos procesos representan un 71% del tiempo total de los paros en los secadores y representan un 12% del tiempo total disponible de las máquinas NIRO y SPRAY. Por tal motivo, se realizó la caracterización del proceso productivo del extracto de levadura en las que intervienen las máquinas de estudio para así identificar las actividades asociadas a los diferentes tipos de aseo. Se optó por desarrollar la metodología SMED para la reducción de tiempos en ambos procesos definiendo así sus fases.

En la fase 1, se identificaron y separaron las actividades internas y externas que forman parte de los paros, realizando un estudio de tiempos el cual permitió determinar el tamaño de muestra representativa para cada máquina y tipo de aseo; y Se realizó la selección del operario bajo el sistema Westinghouse, para medir y estandarizar las actividades que intervienen en la realización de los paros. En la fase 2, se convirtieron algunas actividades internas en externas y se optimizaron las internas, de acuerdo con el tipo de aseo que quedó definido; para esto se realizó un diagrama causa-efecto el cual permitió afirmar que las principales fuentes generadoras de tiempos elevados para tal proceso son causadas por el método. Así, en la fase 3 se permitió realizar propuestas de mejora referente a cada máquina y tipo de aseo. y finalmente se realizó un análisis costo beneficio donde se pudo identificar los posibles beneficios para la empresa en términos cuantitativos y cualitativos.

Palabras claves: SMED, metodología, Tiempos de paros y Extracto de levadura.

ABSTRACT

The project is focused in Generating a proposal for the implementation of the SMED methodology in the scheduled shutdowns of General Cleaning and Cleaning and disinfection in the NIRO and SPRAY dryers of the company LEVAPAN S.A.

The Historical data provided by the company in relation to the scheduled shutdowns were taken, being able to determine that the times of these two processes represent 71% of the total time of the stoppages in the dryers and represent 12% of the total available time of the NIRO and SPRAY machines. For this reason, the characterization of the productive process of the yeast extract in which the study machines intervene was carried out in order to identify the activities associated with the different types of cleaning. It was decided to develop the SMED methodology for the reduction of time in both processes, thus defining its phases.

In phase 1, the internal and external activities that are part of the work stoppages were identified and separated, for this a time study was carried out which allowed to determine the representative sample size for each machine and type of cleaning, as well as Operator selection was carried out under the Westinghouse system, to measure and standardize the activities involved in carrying out the stoppages. In phase 2, some internal activities were converted to external and the internal were optimized, according to the type of cleaning that was defined; For this, a cause-effect diagram was made which allowed to state that the main sources of high time for such a process are caused by the method. Thus, in phase 3 allowed to make proposals for improvement regarding each machine and type of cleaning. and finally a cost benefit analysis was carried out where the possible benefits for the company could be identified in quantitative and qualitative terms.

KeyWords: Smed, Methodology, Stop times and Yeast extract

1. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, las industrias se han visto obligadas a acogerse a nuevas técnicas, metodologías, filosofías y herramientas que mejoren sus procesos y les permitan cumplir con las altas demandas de sus productos o servicios; como también la aplicación de todo lo anterior, les proporciona no ceder porcentaje o cuota de mercado frente a la competencia. En la era actual, el factor clave de competitividad entre las empresas es la diferenciación. Esta diferenciación se puede lograr de varias maneras, ya sea a través de la innovación a nivel de productos innovadores o mediante la innovación en los procesos de producción¹

De acuerdo con lo anterior, una de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing para lograr disminuir los residuos es el SMED un acrónimo de “Single Minute Exchange of Die” que podría ser trasladado a “cambio rápido de herramienta”. En la práctica el SMED es un conjunto de técnicas pertenecientes a Lean Manufacturing que tienen como objetivo reducir el tiempo de configuración de una máquina. Cuando se aplica correctamente, permite que las máquinas tomen menos tiempo para conectarse, dando más flexibilidad a la línea²

Para este trabajo, se propone la implementación de la metodología SMED en los paros de Aseo general y limpieza y desinfección de los secadores NIRO y SPRAY de la empresa LEVAPAN S.A debido a los tiempos elevados que se pudieron evidenciar en la base de datos de los paros de la compañía. se presentó como objetivos la caracterización del proceso, la identificación de las actividades de los paros, la propuesta de la metodología SMED y analizar el costo – beneficio de este proyecto; todo con el fin de dar cumplimiento al objetivo general de presente trabajo.

¹ A. B. Ciocanel and F. M. Pavelescu, “Innovation and Competitiveness in European Context,” *Procedia Econ. Finance*, vol. 32, pp. 728–737, Jan. 2015

² M. D. la Vega-Rodríguez, Y. A. Baez-Lopez, D.-L. Flores, D. A. Tlapa, and A. Alvarado-Iniesta, “Lean Manufacturing: A Strategy for Waste Reduction,” in *New Perspectives on Applied Industrial Tools and Techniques*, Springer, Cham, 2018, pp. 153–174.

2. TÍTULO

Propuesta para la implementación de la metodología SMED en los procesos de Limpieza y desinfección y Aseo general de las máquinas de secado NIRO y SPRAY de la empresa LEVAPAN S.A.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento competitivo de las industrias y las altas exigencias en el mercado ha llevado a las compañías a efectuar una constante búsqueda del mejoramiento continuo de todos sus procesos, por medio de diferentes metodologías, filosofías de trabajo o con la adquisición de mejores máquinas y herramientas que permita mejorar su capacidad de producción, también mediante negociaciones y técnicas de marketing que busquen optimizar sus ventas, y la innovación a través de la investigación y desarrollo de nuevas fórmulas para sus productos.

Ante tal situación, la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN S.A., no ha sido ajena y por ello con su visión “Ser reconocida como una compañía innovadora, eficiente, responsable e incluyente, que genera valor para sus colaboradores, sus clientes, sus accionistas y la comunidad”³, busca marcar el horizonte de los diferentes procesos, por ello ha trazado como uno de sus pilares estratégicos “excelencia operacional”.

La empresa ubicada en la ciudad de Tuluá produce Levadura, extractos de Levadura y PVH’s (Proteína Vegetal hidrolizada). El presente trabajo se centrará en la línea de extractos de levadura, ya que es la línea que genera más ganancias a la compañía, debido a la alta demanda de sus productos.

La línea de extractos de levadura trabaja, 3 turnos de 8 horas en todos los días del mes y 21 trabajadores por cada turno aproximadamente. La presentación de sus productos viene en tamaños de 7kilogramos, 22.7 kilogramos, 20 kilogramos y entre

³ Tomado de <https://indd.adobe.com/view/c66fb22b-2d48-48cb-9c8e-4c3b5072e884>

otros, ya que el cliente puede solicitar en que cantidad sea empacado el producto que se le va a despachar.

El proceso de fabricación de los productos de la línea de extractos de levadura como tal es automatizado, cuenta con poco personal que manejan el proceso por medio de programas o herramientas computarizadas. El método de producción de la levadura trata principalmente en el crecimiento o propagación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en un sustrato de melaza, vitaminas y sales minerales.

Con respecto a su proceso, se inicia en el laboratorio con una cepa pura de levadura, la cual se le adiciona grandes cantidades de melaza para su reproducción y crecimiento dentro de un tanque fermentador; cuando la levadura alcanza un tamaño apropiado, pasa a otro tanque donde se hace un proceso de autólisis, para separar la pared celular y el líquido rico de levadura; a continuación, dependiendo del producto que se tenga planeado fabricar, se decide qué continúa en el proceso, si pared celular y/o extracto de levadura; de ahí, pasan por las máquinas de secado y como último, se empaca.

Analizando los tiempos de paros de producción de la línea de extractos de levadura, del período comprendido entre enero y octubre del 2018, se puede evidenciar que es necesario intervenir en la disminución de dichos tiempos, ya que hay dos paros en las máquinas de secado NIRO y SPRAY, que son evidentemente altos a comparación de los otros, los cuales generan preocupación a la compañía y la necesidad de un análisis detallado de estas dos actividades en los secadores.

A continuación, se muestra en la Tabla 1, el tiempo en minutos de cada paro en cada secador, llamados por la compañía como "Delay", el porcentaje de participación de cada uno y el total de cada paro con su respectivo porcentaje.

Tabla 1. Tiempos de paros por secador.

TIPO DE PARO	TIEMPOS DE PARO - DELAY (MIN)					
	NIRO		SPRAY		TOTAL	
	DELAY (MIN)	%	DELAY (MIN)	%	DELAY (MIN)	%
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	24.555	39%	29.964	36,1%	54519	37%
ASEO GENERAL	22.365	35%	27.258	32,9%	49623	34%
MANTENIMIENTO PROGRAMADO	6.720	11%	9.780	11,8%	16500	11%
DAÑO MECÁNICO	3.409	5%	4.867	5,9%	8276	6%
AJUSTE DE PROCESO	1.205	2%	2.285	2,8%	3490	2%
ATASCAMIENTO DE EQUIPO	680	1%	1.680	2,0%	2360	2%
PROYECTOS	330	1%	1.407	1,7%	1737	1%
INVENTARIO	960	2%	960	1,2%	1920	1%
LIBERACIÓN DE EQUIPOS	700	1%	780	0,9%	1480	1%
FALTA DE PRODUCTO	350	1%	735	0,9%	1085	1%
FALTA DE SERVICIOS GENERALES	160	0%	605	0,7%	765	1%
DAÑO ELÉCTRICO	1.177	2%	585	0,7%	1762	1%
TAPONAMIENTO	240	0%	555	0,7%	795	1%
FALLA OPERATIVA	165	0%	460	0,6%	625	0%
INEFICIENCIA PROCESO ANTERIOR	-	0%	390	0,5%	390	0%
ESPERA DE PRODUCTO	260	0%	210	0,3%	470	0%
FALLA POR INSTRUMENTACIÓN	200	0%	180	0,2%	380	0%
FALTA DE PERSONAL	30	0%	120	0,1%	150	0%
PRODUCCION NORMAL	-	0%	60	0,1%	60	0%
TRATAMIENTO A LA LINEA	-	0%	60	0,1%	60	0%
CAMBIO DE REFERENCIA	35	0%	-	0,0%	35	0%
TOTAL	63.541		82.941		146482	

Fuente: Tiempos de paros de los secadores NIRO y SPRAY, suministrados por la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN.

En la actualidad estos eventos de importancia están requiriendo de un tiempo excesivo para llevarse a cabo, lo cual representa un **37%** de Limpieza y desinfección y **34%** de Aseo general del tiempo total de los paros, cifras que son bastante altas y las cuales pueden ser disminuidas.

El tiempo disponible aproximado de las máquinas durante el periodo de enero a octubre del 2018 se puede evidenciar en la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Tiempo disponible aproximado en las máquinas de secado.

$$8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{horas}} * 3 \frac{\text{turno}}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} * 10 \text{ meses} * 2 \text{ mq} = \mathbf{864,000 \text{ min}} \quad (1)$$

Estos dos paros representan un 12% respecto al aproximado del tiempo total disponible de los dos equipos de secado (NIRO y SPRAY), generando preocupación y la necesidad de interceder en las dos actividades: aseo general y limpieza y desinfección.

Indagando con el jefe de la planta, es necesario realizar aseo General y limpieza y desinfección en las máquinas de secado, ya que es un requisito que deben cumplir las empresas que fabrican alimentos, para poder garantizar la inocuidad de los productos. Estos aseos se realizan después de secar un lote de un producto determinado y su duración depende del tipo de parada que se tenga programada; En este caso LEVAPAN debe contar con estas actividades de aseo general y limpieza y desinfección, dado que produce y comercializa materias primas para industrias de alimentos.

3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con este proyecto se buscará dar respuesta al siguiente interrogante:

¿Cómo reducir los tiempos de paro de las actividades Limpieza y desinfección y Aseo general en las máquinas de secado NIRO y SPRAY de la empresa LEVAPAN S.A.?

3.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son las actividades o etapas que están involucradas en el proceso de la levadura y extracción de la levadura en las que intervienen las máquinas NIRO y SPRAY?
- ¿Cuáles actividades interfieren dentro de la realización de los paros de Aseo general y Limpieza y desinfección?
- ¿Cómo estructurar las fases de trabajo bajo la metodología SMED?
- ¿Cómo generar un análisis de costo-beneficio del proyecto?

4. JUSTIFICACIÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Dentro del entorno de competencia en el que se desarrollan las diferentes organizaciones se da la prioridad de que estas funcionen cada vez mejor. Partiendo de optimizar procesos, donde cada recurso necesariamente se debe desenvolver de manera correcta en sus funciones, cumpliendo exacta y coordinadamente con sus tareas, permitiendo así ser más eficientes para obtener niveles altos en productividad.

En este sentido, “la implementación de SMED (Single Minute Exchange of Die) como herramienta de modelo de gestión enfocado a la reducción de los tiempos de cambio de productos manufacturados es de una alta utilidad para aumentar la eficiencia de los procesos productivos”⁴.

En secuencia con lo anterior, y con la intención de llevar a cabo una mejora en los procesos, se toma como decisión la propuesta de implementar la metodología SMED. teniendo como base un estado general de tiempos por cada evento (paros) que pueda ocurrir dentro del proceso de producción dando importancia a los paros por limpieza y desinfección y aseo general, Con el fin de determinar qué tipo de actividades se observan en este proceso para las máquinas NIRO y SPRAY dentro del cambio de un lote a otro que generan tiempos no productivos, para así sugerir estrategias en la eliminación de las mismas basado en esta herramienta, con el propósito de identificar actividades que generen desperdicios y puedan ser cuantificables, poder estandarizar operaciones en conjunto con el operario y así

⁴ROJAS, Laura Juliana, CORTEZ, Carlos Alberto. Aplicación de la metodología ESMED para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa papeles nacionales S.A. Universidad Tecnológica de Pereira. P.23. Pereira. 2014 [En línea]. [Consultado el 22 de noviembre de 2018]. Disponible en:< <http://repositorio.utp.edu.co>>

disminuir los tiempos de actividades internas permitiendo a la empresa ser más eficiente y productiva.

Como también, con el tiempo que se optimice de estos dos paros, se puede pasar a contar con más tiempo de secado, permitiendo aumentar la productividad de los equipos y convirtiéndose así, un factor de ventaja para la compañía lo cual le permita continuar y mantener su puesto como líder nacional en la producción de la levadura y del extracto.

4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La ingeniería industrial parte de la optimización de recursos, así como del manejo y gestión óptimo de los sistemas de transformación de bienes y servicios que contribuyan al mejoramiento continuo de los diferentes procesos. Es por esto, que un profesional en ingeniería industrial debe contar con la capacidad para desarrollar planes de acción que impliquen operar y mantener procesos productivos, como también el de realizar controles en los cuales pueda evidenciarse falencias y oportunidades de mejora.

En este sentido, como ingenieros industriales se pretende llevar a cabo un diagnóstico al interior de la planta de producción en la empresa LEVAPAN S.A, con el fin de conocer la situación actual dentro del proceso que requiere la limpieza y desinfección y aseo general en el cambio de un lote a otro, y así identificar mejoras haciendo el uso de la metodología SMED perteneciente a la filosofía Lean Manufacturing, que ayude a reducir tiempos, optimizar procesos y hacerlo más eficiente.

Cabe resaltar que para la realización de este proyecto se integraran temáticas propias de ingeniería industrial como lo son estadística, calidad, razonamiento cuantitativo y métodos y tiempos, con el fin de lograr el objetivo del presente

proyecto, aportando del mismo modo a la empresa una mejora en sus procesos y rentabilidad como en su eficiencia y productividad, a la universidad por permitir investigaciones llevadas a cabo en ambientes reales de organizaciones y a los autores el conocimiento y experiencia obtenida para el desarrollo profesional y personalmente.

4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

El presente trabajo de investigación se desarrolla bajo el cumplimiento de la norma vigente para la presentación de proyectos de grado, es decir mediante la Norma Técnica Colombiana NTC 1486 (sexta actualización). Del mismo modo, se presenta al comité de trabajo de grado del programa de ingeniería industrial el contenido solicitado, brindándose un estándar en la organización del trabajo de investigación el cual permita aplicar a posibles publicaciones por parte de la universidad.

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. OBJETIVO GENERAL

Generar una propuesta para la implementación de la metodología SMED en los paros programados de Aseo general y Limpieza y desinfección en las máquinas de secado NIRO y SPRAY de la empresa LEVAPAN S.A

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización del proceso productivo del extracto de levadura en el que interviene las máquinas SPRAY y NIRO.
- Realizar una clasificación de las actividades que intervienen en la realización de los paros de Limpieza y desinfección y Aseo general.
- Definir las fases bajo la cual se pueda implementar la metodología SMED en la disminución de tiempos de Aseo general y Limpieza y desinfección.
- Realizar un análisis costo-beneficio del proyecto.

6. ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO

Los autores con el deseo de dar claridad en el presente proyecto, se estructuraron los siguientes capítulos:

Como primer capítulo, se encuentra el título de documento, el cual contiene el nombre que los autores le otorgaron al proyecto. En el siguiente capítulo se tiene el “planteamiento del problema”, en donde se evidencia la necesidad de intervenir en los paros de Aseo general, debido a los elevados tiempos que estos generan y a la ocupación del tiempo total disponible de las maquinas.

En el capítulo tercero se tiene la “Justificación”, en el cual se ve la importancia de la propuesta de implementar la metodología en los paros mencionados anteriormente de los secadores NIRO y SPRAY; como también el significado que tienen los ingenieros industriales dentro del entorno empresarial y, por último, se justifica la norma por la cual el documento se ha regido.

En el capítulo “Objetivos” se encuentra el objetivo general, que no es nada más que La meta que el documento se ha propuesto, y en los objetivos específicos, se encuentra el conjunto de actividades que se plantearon para dar cumplimiento a la finalidad del proyecto.

En el capítulo seis está el “Marco referencial”, el cual se compone del marco teórico, marco conceptual, marco de antecedentes, marco contextual y marco legal. En el marco teórico se halla todas las técnicas, metodologías, herramientas y filosofías que se utilizaran en el transcurso del proyecto, en el marco conceptual se puede encontrar el significado de las palabras o expresiones más relevantes del documento; en el de marco de antecedentes se hace una breve historia del tema Lean Manufacturing con respecto a sus inicios y sus fundadores. como también se evidencia en este punto, la aplicación de la metodología SMED para dar solución a

problemáticas presentadas en diferentes trabajos de grados, artículos y proyectos. En el marco contextual, hay una breve reseña de la empresa y, por último, en el marco legal, se encuentran los certificados que permite a la compañía de levaduras se líder en el mercado, brindar confiabilidad e ingresar a nuevos nichos de mercados.

Para el capítulo siete, se tiene el “Diseño metodológico”, en el cual se habla que tipo de investigación es, que método de investigación se utilizó y la metodología aplicada. Por su parte, en el capítulo ocho se tiene “Fuentes de información”, en donde se explica las diferentes fuentes de información que se emplearon en el presente documento como la son fuentes de información personales, fuentes de información institucionales, fuentes de información documentales, fuentes de información primaria y, por último, fuentes de información secundaria.

Siguiendo con el tema, en el capítulo nueve se encuentra “Descripción de la empresa”, en el cual se halla una breve reseña de la empresa, como también su misión, visión y estructuración.

En el capítulo capítulo diez “Caracterización del proceso productivo” con el fin de dar un mayor entendimiento del trabajo, se realizó una descripción del proceso productivo del extracto de levadura.

Para el siguiente capítulo “Identificación de las actividades asociadas al Aseo general y a la Limpieza y desinfección”, se realizaron unas visitas a la planta para determinar las actividades que interfieren en la ejecución de estos dos paros, como también el dialogo con los jefes de turnos y los operarios que desarrollan estas actividades contribuyeron para el cumplimiento de este punto.

Continuando así, en el capítulo doce “Diseño de la metodología SMED”, es donde por medio de la investigación, el apoyo de trabajos similares y el esfuerzo de los

autores, se estructura la propuesta de la metodología SMED con la cual se espera dar cumplimiento al objetivo principal del presente documento.

Siguiendo con los puntos principales del documento, en el capítulo trece “Análisis costo – beneficio” se realiza un estudio para verificar qué tan viable y/o rentable sería la ejecución de esta propuesta para la compañía.

En el capítulo catorce “Resultados y discusión” se analiza y se dialoga de las consecuencias alcanzadas y si lo obtenido era lo esperado por los autores. Avanzando, en el siguiente capítulo “Conclusiones”, de acuerdo con lo conseguido, se habla y se analiza si era lo esperado por parte de los autores y los entes relacionados.

Por antepenúltimo capítulo se tiene “Recomendaciones”, en donde de acuerdo con lo alcanzado se generan unas indicaciones para las partes interesadas. Por último, se tiene la “Bibliografía”, que no es nada más que el conjunto de referencias utilizadas en el cuerpo de este trabajo, que le dan soporte, credibilidad y refuerzan la teoría.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1. MARCO TEÓRICO

7.1.1. MEJORAMIENTO CONTINUO

Según Antonio Mihi Ramirez y Hugo Alberto Rivera⁵ “este proceso busca que el empresario sea un verdadero líder de su organización, asegurando la participación de todos e involucrándose en los procesos de la cadena productiva. Para ello, debe adquirir compromisos profundos, ya que él es el principal responsable de la ejecución del proceso y la más importante fuerza impulsora de su empresa.

Para llevar a cabo este proceso de mejoramiento continuo, tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras, a la que garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado.”

Si bien, el mejoramiento continuo es un proceso que abarca muy bien lo que es la calidad y proyecta lo que las empresas necesitan hacer si quieren llegar a ser competitivas a lo largo del tiempo. La importancia radica a que con su aplicación se mejoran debilidades y se fianza más las fortalezas de la compañía.

A través del mejoramiento continuo se logra ser más competitivo y productivo en el mercado al cual se desenvuelven, por otro lado, las organizaciones deben analizar los procesos, en caso tal que si existe algún problema pueda mejorarse o corregirse.

⁵ Mihi Ramírez, Antonio y Rivera Rodríguez, Hugo Alberto. El mejoramiento continuo. Facultad de Administración. Centro de Estudios Empresariales para la perdurabilidad (CEEP). Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2008.96 p.—(Serie Documentos de Investigación; 47).

Como resultado de este proceso puede que las empresas crezcan en el mercado y lleguen a ser líderes.

Según JURAN, “mejorar” consiste en alcanzar un nuevo nivel de prestaciones que es superior a cualquier nivel previamente alcanzado. La superioridad se obtiene por la aplicación del concepto de “descubrimiento” a los problemas de calidad. Existe una secuencia invariable de etapas o pasos mediante los cuales obtenemos el descubrimiento, conocida como la “secuencia universal del descubrimiento”.

Dicha secuencia consta de las siguientes fases:

- Probar la necesidad de un programa de mejora
- Identificar los proyectos con mayor potencial de mejora; utilización del principio de Pareto
- Obtener la aprobación de la dirección
- Organizar la mejora, crear el equipo guía y el equipo de diagnóstico
- Diagnosticar para descubrir causas y posibles remedios
- Superar la resistencia cultural al cambio
- Hacer que los remedios sean efectivos
- Asegurar las ganancias

Algos aspectos a los que juran concede importancia son:

- El conocimiento de los costes de la no calidad como fuente de información para establecer prioridades de acción y para demostrar la necesidad del programa de mejora.
- Las herramientas sencillas de análisis de los datos y de la información, como diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y los diagramas de concentración.

- La separación y la necesaria colaboración entre los “equipos guía” y los equipos diagnosticadores.
- La distinción entre los problemas crónicos y los problemas esporádicos
- La problemática de los distintivos “idiomas” utilizados en las empresas por los altos directivos (idioma de dinero) y los técnicos y operarios (idioma de las cosas). Ello lleva a la conclusión de que los directivos medios, generalmente responsables de desarrollar los programas de mejora, deben ser “bilingües” para evitar los problemas de comunicación.

7.1.2. LEAN MANUFACTURING

Es una metodología que tiene como objetivo eliminar el desperdicio e identificar las operaciones que no agregan valor al producto y al proceso, con el fin de generar beneficios tangibles para el cliente final. Nació en Japón y se fue concebida por los grandes gurús del sistema productivo de producción: Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros.

Está definida como una filosofía de excelencia de manufactura basada en: eliminación de desperdicio, respeto por el trabajador, procesos continuos de análisis (KAIZEN), mejora continua de productividad y calidad, producción “PULL” y elementos y procesos a prueba de fallos (poka yoke)⁶

Para implementar “Lean Manufacturing” es una empresa es importante entender tres cosas: el cliente, el flujo y el concepto de producción “Push” y “pull”. Es trascendental entender que el cliente final es el que decide lo que es importante y que características son las que le agregan valor al producto final.

⁶ Womack, James y Jones, Daniel. Lean Thinking. New York; NY. Second edition, (2003)

Estas hay que traducirlas a atributos del producto y posteriormente incorporarlas al diseño y proceso de manufactura, de igual manera es importante estudiar todas las fases del proceso de producción, determinar cuáles operaciones son las que añaden valor al producto y cuales hay que eliminar o cambiar finalmente, siempre hay que tener en mente que para evitar sobreproducción es indispensable que no se haga un producto hasta que un cliente lo demande.

En la medida en que se elimina los pasos innecesarios y los flujos de trabajo se adaptan a los pedidos de los clientes, existirá una reducción de esfuerzo y tiempos de trabajo en todas las áreas de la empresa⁷ de tal forma y mediante la revisión de procesos, se genera en mejora continua, ya que los cambios se dan en toda la línea de producción.

El objetivo de “Lean Manufacturing” es implementar una doctrina de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad⁸. Proporciona las herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige cada vez más. Específicamente, “Lean Manufacturing”. Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente y el inventario en el piso de producción, crea sistemas de producción más robustos y mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad⁹.

El soporte a los principios de “Lean manufacturing”, se lleva a cabo en tres áreas básicas: gestión, planificación, ejecución y reducción de actividades sin valor añadido¹⁰

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

¹⁰Ibid.

En el área de gestión, analiza todos los procesos y practicas respecto a una seria de indicadores clave, y establece criterios fundamentales que sirven de punto de partida para medir las mejoras y progresos durante el proceso de implementación.

En el área de planificación y ejecución, la fabricación comienza cuando el cliente hace pedido. Mediante el sistema kanban de planificación y ejecución, se establece un flujo ordenado y automático de materiales, tanto en lo que se refiere a peticiones y aprovisionamientos, como a cantidades, proveedores y lugares de destino, basándose en la demanda real.

Los proveedores pueden formar parte del sistema gracias al desarrollo de portales web en los que verifican las existencias y reponen ellos mismos el material en función de niveles establecidos.

Por último, el sistema lean manufacturing incide con interés en la reducción de actividades que no aportan valor e identifica siete tipos de desperdicios.¹¹

- Exceso de producción: producir más de lo que el cliente demanda o hacerlo antes de tiempo
- Retrasos: por falta de planificación, comunicación o tardanza en el suministro de materiales, herramientas, información.
- Transporte: los materiales se deberían entregar y almacenar en el punto de fabricación, para evitar traslados innecesarios.
- Inventarios: se deben reducir al mínimo ya que suponen un costo financiero y de almacenamiento.
- Procesos: dedicar más esfuerzos de los necesarios en revisiones y actualizaciones; la calidad se debe insertar en todas las etapas del proceso de forma que cada una de ellas sea correcta desde el principio.

¹¹ Ibit

- Defectos: consume una parte importante de los recursos para su solución, aumenta los costos y el tiempo de trabajo

Desplazamientos: los empleados deben tener a su disposición todas las herramientas y recursos que vayan a necesitar para evitar desplazamientos innecesarios.

7.1.3. Eficiencia general de los equipos (OEE)

Es un indicador que permite medir la eficiencia del sistema productivo. Nos informa de los efectivos que estamos siendo en el uso de nuestros recursos (máquinas, líneas, procesos...). Además de medir la efectividad del sistema productivo, nos muestra, de forma sencilla y práctica, cuáles son los aspectos donde se pierde la productividad, y por lo tanto es el punto de partida para su mejora.¹²

Es una herramienta que combina múltiples aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso. Es una herramienta integral de evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes subcomponentes del proceso de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad) – y se utiliza para medir las mejoras reales en 5S, Manufactura Lean, TPM, Kaizen y Seis Sigma.¹³

- **Cálculo de OEE**

Resulta de la multiplicación de tres factores porcentuales: disponibilidad, rendimiento (eficiencia) y Calidad; cómo se puede expresar en la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Eficiencia OEE.

¹² Produk control. Eficiencia del sistema productivo OEE [en línea]
< <http://produkcontrol.com/OEE.aspx>

¹³ WORD CLASS MANUFACTURING. Que es la Eficiencia General de los Equipo (OEE) [en línea]
< <http://world-class-manufacturing.com/es/OEE/oe-calculation.html>

Eficiencia OEE = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad (2)

Donde:

Disponibilidad: mide el porcentaje de tiempo dedicado a actividades productivas.

Rendimiento: es la relación entre los resultados obtenidos y el tiempo utilizado.

Calidad: relación entre la producción total y la producción rechazada por defectos de calidad.

En la figura 1 se puede detallar los conceptos que integran los subcomponentes del proceso, los cuales permitirán calcular el OEE por medio de la interacción entre ellos.

Ilustración 1. Conceptos que componen los subcomponentes.



Fuente: sistemasoe.com/calculo-oe-avanzado/ [en línea]

Disponibilidad = Tiempo productivo / Tiempo disponible = B/A

Rendimiento = Producción real / Capacidad productiva = D/C

Calidad = piezas buenas / Producción real = D/C.¹⁴

- **Clasificación OEE**

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.

OEE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad.

- **Grandes pérdidas consideradas por el OEE**

El OEE (OVERALL EFFECTIVENESS EQUIPMENT) contempla las siguientes pérdidas:

– Paradas / Averías

¹⁴ sistemasoe.com/calculo-oe-avanzado/

- Configuración y Ajustes
- Pequeñas Paradas
- Reducción de velocidad
- Rechazos por Puesta en Marcha
- Rechazos de Producción

Las dos primeras, Paradas/Averías y Ajustes, afectan a la Disponibilidad. Las dos siguientes Pequeñas Paradas y Reducción de velocidad, dañifican al Rendimiento y, por último, Rechazos por puesta en marcha y Rechazos de producción afectan a la Calidad.

7.1.4. SMED (Single Minute Exchange of Die)

Se utiliza para cambiar las partes o herramientas de una máquina en el menor tiempo posible y así disminuir los set –up de la máquina.

El ingeniero Shigeo Shingo es quien creó de la metodología SMED; y de igual forma es considerado un líder en la mejora de los procesos como también como “Dr Mejora” en Japón, aparte de SMED trajo consigo el sistema de prevención de fallas o Poka-Yoke y desarrolló igual el sistema de producción “JIT”. Según Shigeo Shingo “SMED es un proceso sencillo que puede ayudar a realizar cualquier tipo de trabajo. Lo que se requiere es tener una mente abierta libre de prejuicios e ideas preconcebidas”.¹⁵

¹⁵ CAMACHO, Adriana, LOPEZ, Natalia, BONILLA, Patricia, MONGE, Juan Carlos. single minute exchange of dies (smed). Gerencia de Calidad. ND, 2008. p. 2.

Además, Según Shingeo Shingo¹⁶ cualquier set-up puede ser realizado en menos de 10 minutos y los pasos a seguir son:

1. Medir el tiempo total del set – up actual.
2. Identificar los elementos internos y externos (conocer los tiempos individuales de cada uno de los elementos):
 - **Elemento interno:** Actividad que puede ser realizada únicamente cuando la máquina está apagada.
 - **Elemento externo:** Actividad que puede ser realizada cuando la máquina está funcionando.
3. Convertir la mayor cantidad de elementos internos en externos.
4. Reducir el tiempo de los elementos internos.
5. Reducir el tiempo de los elementos externos.
6. Estandarizar el nuevo procedimiento.

Para poder identificar las operaciones internas y externas y poder tomar el tiempo total del set up actual es necesario realizar un análisis de producción continua. “Un análisis de producción continua llevado a cabo con un cronómetro es probablemente el mejor enfoque. Este tipo de análisis, sin embargo, consume tiempo y precisa gran habilidad.

Otra posibilidad es el estudio del trabajo por muestras. El problema que plantea esta opción es que las muestras solo son precisas con procesos muy repetitivos. El estudio puede no ser válido si sólo se repiten unas pocas acciones.

¹⁶ SHINGO, Shingeo. Una revolución en la producción: el sistema SMED. Estados Unidos: Productivity Press, 1997. Citado por VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. 2 ed. México: Limusa, 2008. p.

Un método aún mejor lo constituye la grabación en video de la operación completa. Esto es extremadamente efectivo si el video se muestra a los trabajadores inmediatamente después de terminar la operación. Si se les proporciona la oportunidad de expresar sus opiniones, a menudo aparecerán ideas útiles que en muchas ocasiones se pueden aplicar inmediatamente.”¹⁷

Es de gran importancia en la aplicación de la herramienta SMED la correcta separación de las operaciones Internas de las externas. “Si se hace un esfuerzo para que la mayor parte posible de las operaciones se conviertan en actividades externas y el tiempo necesario para la preparación interna sea realizado mientras la máquina no funciona, esto reducirá sustancialmente el tiempo”¹⁸

¿Para qué sirve el SMED?

Herramienta que sirve para reducir el tiempo de cambio de las maquinas disminuyendo los sets –up de estas. Aumentando la disponibilidad y utilización eficiente del equipo.

La reducción del tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de la siguiente manera:

- Se incrementa la eficiencia global de la planta (OEE) y la productividad.
- Se incrementa el tiempo de producción, obteniendo más piezas y mayor disponibilidad del equipo.
- Reduce los niveles de stock en proceso, reduciendo el tamaño de los lotes.

¹⁷ VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Manual de Lean Manufacturing: Guía básica. 2 ed. México: Limusa, 2009. P 62.

¹⁸ Ibid.

“Desde el punto de vista del Lean Manufacturing siempre interesará reducir los niveles de stock. El incremento del OEE y Productividad quedará vinculado a lo justa que vaya nuestra capacidad para satisfacer la demanda del cliente”¹⁹ .

7.2. MARCO CONCEPTUAL

La **Limpieza y desinfección** hace referencia al conjunto de operaciones que permite eliminar la suciedad visible o microscópica de una superficie, una limpieza regular y periódica tiene un efecto “higienizante” ya que reduce la presencia de microorganismos patógenos, disminuyendo a su vez la necesidad de desinfectar.

Se entiende por **suciedad** las impurezas indeseables, ya sea por que facilitan el desarrollo de microorganismos patógenos, deterioran los materiales o afectan la estética. (Bellon-Fontaine, 2002).

La **desinfección** es un proceso físico o químico que extermina o destruye la mayoría de los microorganismos patógenos y no patógenos, pero rara vez elimina las esporas. Por esta razón a los objetos que se van a desinfectar, se les debe evaluar previamente el nivel de desinfección que requieren, para lograr destruir los microorganismos que contaminan los elementos. (Bellon- Fontaine. 2002).

Entre tanto, el **aseo general** se refiere a todas las actividades que se realizan posteriores al uso de los secadores. Es una limpieza más detallada, que busca dejar al secador listo para un siguiente lote de diferente producto al que se había secado previamente, generando condiciones de inocuidad para garantizar la calidad del producto.

¹⁹ Tomado de <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>

Como **inocuidad** de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud.

En los últimos años se ha avanzado en la sensibilización acerca de la importancia de la inocuidad teniendo en cuenta toda la cadena alimentaria, puesto que se considera que algunos problemas pueden tener su origen en la producción primaria, es decir en la finca, y se transfiere a otras fases como el procesamiento, el empaque, El transporte, la comercialización y aún la preparación del producto y su consumo.

La inocuidad en dichas cadenas agroalimentarias, se considera una responsabilidad conjunta del Gobierno, la industria y los consumidores. El primero cumple la función de rectoría al crear las condiciones ambientales y el marco normativo necesario para regular las actividades de la industria alimentaria en el pleno interés de productores y consumidores. Los productores, por su parte, son responsables de aplicar y cumplir las directrices dadas por los organismos gubernamentales y de control, así como de la aplicación de sistemas de aseguramiento de la calidad que Garanticen la inocuidad de los alimentos.²⁰

Con el propósito de contribuir con un eficiente desarrollo de actividades como la limpieza, la desinfección y el aseo general, la filosofía de **Lean Manufacturing**, puede acompañar el proceso de mejoramiento continuo en la organización. El concepto fue dado en lean thinking principalmente por Womack y Jones,²¹ y proviene de la palabra inglesa Manufacturing, la cual significa manufactura, y la palabra inglesa Lean según Rajadell y Sánchez²² que aplicada a un sistema

²⁰ <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>

²¹ JONES, Daniel T y WOMACK James P. Lean Thinking: cómo utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Gestión, 2000, 2012. 504 p.

²² RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. 1 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2011. p. 2.

productivo se puede traducir como “ágil, flexible”. Se entiende por lean Manufacturing como una filosofía que busca la mejora continua de sistemas de producción mediante la reducción de desperdicios.

En cuanto al mejoramiento en los tiempos de operación, se puede pensar en la herramienta denominada **SMED**, que significa “cambio de modelo en minutos de un solo dígito”, son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. El SMED nació por necesidad para lograr la producción de justo a tiempo. Este sistema fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquina, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de cambio de modelo se simplificaron usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente.

Esta mejora en el acortamiento de tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan solo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios de la demanda.

Los objetivos son facilitar los pequeños lotes de producción, rechazar la fórmula de lote económico, fabricar cada parte cada día, alcanzar el tamaño de lote a uno y hacer la primera pieza bien cada vez.

Como parte del análisis de tiempo, se busca determinar cuáles son aquellos desperdicios y esperas, tanto en los procedimientos y actividades, detectando aquellos que no brindan valor al producto y por los cuales el cliente final no está dispuesto a pagar. Toyota, en sus estudios identificó distintos tipos de **desperdicios**²³, estos no solo se generan en las líneas de producción, también pueden ser identificados dentro del desarrollo de un producto o en la oficina.

²³ VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Manual de Lean Manufacturing: Guía básica. 2 ed. México: Limusa, 2009. p.

En cuanto a las **esperas**, se refiere al tiempo durante el proceso productivo en el que no se añade valor, es decir, es el tiempo perdido en el que operarios y clientes esperan por información, hay averías de máquinas, material, etc.²⁴ Se dan cuando se presentan cuellos de botella en los procesos productivos o administrativos, generando que los empleados se queden esperando por herramienta, partes o viendo trabajar las máquinas. Esto genera costos por el tiempo que se le paga al operario, sin que éste sea productivo.

Continuando así, por la parte del **Tiempo de cambio**, se puede decir que, es el tiempo que se invierte desde el momento que se fabrica la última pieza del producto actual hasta que se produce la primera pieza del siguiente producto o lote de producción. (Progressa, 2017) durante este tiempo se debe revisar, acondicionar y alistar equipos y formas de trabajo antes del momento de la parada de la maquina y por su modo, **Preparación** se refiere a las operaciones necesarias para el cambio. Toda preparación es desperdicio (MUDA), ya que no aporta valor para el cliente. Especificando un poco lo anterior se puede decir respecto a lo anterior que, la **Preparación interna** se entiende como las actividades del tiempo de alistamiento que solo puede realizarse cuando la maquina está detenida. (Progressa, 2017). y **Preparación externa**, a las actividades del tiempo de alistamiento que solo pueden realizarse cuando la maquina se encuentre en marcha. (Progressa, 2017).

Por la parte de **Transporte innecesario**, se refiere a Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta, representa un transporte eficaz al 50%, hay que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa como en el exterior. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega.

²⁴ Tomado de <https://mdc.org.co/desperdicios-lean-manufacturing>

Además, hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado, y para evitarlo aseguramos el producto para el transporte, lo cual también requiere mano de obra y materiales. O el material puede ser ubicado en un espacio inadecuado de forma temporal, por lo que se deberá volver a mover en un corto periodo de tiempo, lo que ocasionará nuevamente mano de obra y costes innecesarios.

El transporte ineficiente de material puede ser causado por:

- Una mala distribución en la planta.
- El producto no fluye continuamente.
- Grandes lotes de producción, largos tiempos de suministro y grandes áreas de almacenamiento.²⁵

Los **Set Up**, Es una técnica enfocada al cambio rápido de maquinaria y herramientas sin pérdida de tiempo, la finalidad es producir diferentes artículos en lotes pequeños realizando breves ajustes a los elementos mismos de producción para que la maquinaria se convierta en multifuncional. Comprende un conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para comenzar el cambio hasta que ésta consigue fabricar la primera unidad del siguiente producto con las especificaciones requeridas.²⁶ Por su parte, el **Estudio de tiempos** “es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”²⁷

²⁵ <https://prevenblog.com/las-7-mudas/>

²⁶ Tomado de <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/16/setup.htm>

²⁷ Kenawy, George. Introducción al estudio del trabajo. 4ta edición. Ginebra: 1996. 273 P.

El estudio de tiempos requiere de unas herramientas para la toma de tiempos los cuales son cronometro, formato de observaciones y videocámara, que ayuden a documentar al desarrollador.

Para la ejecución de esta técnica se necesita seguir cuatro pasos

- Conseguir y documentar toda la información que más se pueda acerca de la tarea que se está analizando.
- Descomponer la tarea en actividades para analizar completamente el método.
- Descomponer las actividades en elementos.
- Determinar el tamaño de la muestra.

7.3. MARCO DE ANTECEDENTES

Si bien, Lean Manufacturing es una filosofía de producción que tuvo inicio en Japón bajo el sistema de producción Toyota, cuyo principal objetivo fue el de eliminar toda operación u actividad que generaba desperdicio y no valor, además, esta filosofía ha tenido gran impacto dentro de la industria y su manejo ha sido difundida en todo el mundo y puesta en marcha en diferentes sectores productivos ya sea de servicio o manufactura abarcando la mayor parte de las diferentes metodologías que hacen parte de esta filosofía.

En este sentido, Otro aspecto importante en el sistema de producción Toyota fue la gran reducción en los tiempos de cambio en las máquinas. La cual fue estudiada por Shigeo Shingo²⁸, quien fue contratado en 1955 como consultor, y desarrolló el cambio de herramienta en un minuto (SMED metodología perteneciente a esta filosofía). Lo que permitió producir mayor variedad de productos en pequeños lotes

²⁸ Shigeo Shingo (1909-1990) ingeniero industrial japonés que fue contratado en 1955 como consultor en Toyota Motor Company, a quien se le atribuye haber creado la herramienta de SMED.

bajo un costo competitivo y pudiendo de igual forma adaptar la demanda con distintos modelos a la producción. Esta reducción de tiempo implicaba a su vez una reducción en la ejecución de operaciones, por lo que los operarios o trabajadores eran entrenados para realizar dicha operación.

Cabe agregar, que “en 1969 en Toyota Motor Company una prensa de 1000 toneladas requería 4 horas para cada cambio de ajuste. Ellos tomaron el problema con el Dr. Shingo para distinguir claramente entre ajuste interno y externo. Ellos fueron exitosos al recortar el tiempo a 90 minutos en seis meses. Les agradó, pero la administración quería que el tiempo fuera menos de 3 minutos. Ellos quedaron mudos al comienzo, pero luego el Dr. Shingo vino con la idea de convertir ajuste interno en ajuste externo; de ahí nacieron ocho técnicas para reducir tiempos de ajuste. Con tres meses de tiempo, usando estas técnicas diligentemente ellos fueron capaces de reducir el tiempo a tres minutos. Llamando al concepto 'SMED'.”²⁹

Finalmente, bajo esta filosofía varias empresas decidieron implementar Lean Manufacturing con el fin de buscar ser más competentes y productivas en el mercado, permitiendo así para la metodología SMED ser una técnica efectiva en eficiencia y productividad y reducción de costos, la cual permite disminuir el tiempo que se desperdicia en las máquinas e instalaciones debido al cambio de partes necesario para cambios lote.

Por medio de los trabajos que se han realizado utilizando la misma metodología de este, se ha podido evidenciar como el SMED es efectivo y ha cumplido con los objetivos que le han propuesto. En base a lo anterior, se presenta algunas investigaciones que han aplicado la metodología SMED y que sirven como apoyo para este análisis.

²⁹ CAMACHO, Adriana, LOPEZ, Natalia, BONILLA, Patricia, MONGE, Juan Carlos. single minute exchange of dies (smed). Gerencia de Calidad. ND, 2008. p. 2.

En el trabajo de grado denominado “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA EL CAMBIO DE BOBINA DE SEMIELABORADO EN UNA MAQUINA REBOBINADORA DE PAPEL HIGIÉNICO EN LA EMPRESA PAPELES NACIONALES S.A.”³⁰, sus autores destacaron la importancia de la metodología SMED debido a su enfoque en la identificación y eliminación de actividades que no generan valor a los procesos y en la reducción y optimización de tiempos de alistamiento, factores clave para dar respuesta a las exigencias del mercado actual con plazos de entrega más ajustados y lotes de producción más cortos.

De igual manera, en el proyecto titulado “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”³¹, su autor estableció la implementación de la metodología SMED para lograr la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza de las máquinas pertenecientes a las líneas de producción 921-1, 921-2 y 921-3, buscando además, estandarizar cada una de las actividades y generar una disciplina en la organización

Del mismo modo en el trabajo denominado “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LOS PROCESOS DE RECEPCIÓN Y DESPACHO DE LA EMPRESA HLF ROMERO S.A.S.”³², El autor demostró la importancia de la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing, para hallar y eliminar todos los desperdicios determinados como aquellos procesos o actividades que usan más

³⁰ Rojas Castro, Laura Juliana y Cortez Ferreira, Carlos Alberto. Aplicación de la metodología smed para el cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa papeles nacionales s.a. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería, programa de Industrial, 2014.

³¹ García Jojoa, Cesar Enrique. 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. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad de San Buenaventura seccional Cali, Facultad de Ingeniería, programa de Ingeniería Industrial, 2013

³² Beltrán Rodríguez, Carlos Eduardo. Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa hlf romero s.a.s.. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad de la Salle, facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, 2017.

recursos de los estrictamente necesarios. El trabajo se realizó en tres fases: diagnosticó, estableció estrategias y, por último, evaluó el impacto de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing donde se presentan las mejoras al aplicar las herramientas KAIZEN, 5S, SMED y VSM en las áreas intervenidas. De acuerdo con lo anterior, con este proyecto se logró reducir los desperdicios de tiempo de espera y movimientos en el área de recepción en un 20% y 7,2 %, en el área de despacho en un 23,6% y 37,2% respectivamente; lo cual se ve reflejado en los diagramas de recorrido y el VSM actual, donde presento una reducción en el tiempo de ciclo de 52.8 minutos.

Como en el caso anterior, con el artículo “MODELO METODOLÓGICO DE IMPLEMENTACIÓN LEAN MANUFACTURING”³³ de la revista escuela de administración de negocios, los autores diseñaron una metodología flexible de implementación de Lean Manufacturing dirigido a empresas industriales, que partió de los modelos teóricos existentes. En este sentido, el artículo se propone ofrecer una alternativa sencilla y ágil para el logro de una implementación exitosa de Lean Manufacturing, a través de los pasos que la metodología y el modelo proponen.

Para el caso del artículo “DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA SMED PARA REDUCIR LOS TIEMPOS GENERADOS POR CAMBIOS DE REFERENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA DEL SECTOR FARMACÉUTICO EN LA CIUDAD DE CALI”³⁴ en donde se aplicó la metodología SMED para la reducción de tiempos causados por cambios de referencia, en una empresa del sector farmacéutico analizando los avances de la técnica y dilucidando el efecto de la misma en indicadores de eficiencia global del equipo (EGE), tiempos y costos,

³³ Sarria Yépez, Mónica Patricia; Fonseca Villamarín, Guillermo Alberto y Bocanegra Herrera, Claudia Cristina. Modelo metodológico de implementación lean manufacturing. Tesis de pregrado en ingeniería. En: Revista Escuela de Administración de Negocios. 2017.

³⁴ Estrada Nieto, Fabián Andrés; Mussen Delgado, Jhon Edinson y manyoma Velásquez, pablo César. Desarrollo de la metodología smed para reducir los tiempos generados por cambios de referencia en el área de empaque de una empresa del sector farmacéutico en la ciudad de cali. En: Asociación brasileña de ingeniería de producción, 2010.

demostrando una vez más la importancia y eficiencia de esta herramienta frente a los problemas que se presentan en las empresas o industria.

Por último, en el documento “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA (SMED) PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ALISTAMIENTO (SET UP) EN MÁQUINAS ENCAPSULADORAS DE UNA EMPRESA FARMACÉUTICA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA”³⁵ en donde el autor por medio de la implementación de esta herramienta (SMED) desea lograr minimizar los desperdicios de tiempos muertos en los procesos de alistamientos de la maquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en Barranquilla, la operación de alistamiento para cambio de producto tiene tiempos estándar actual de 240 minutos. Con la implementación de la metodología, se propone una reducción de 90 minutos, quedando el tiempo de alistamiento en 150 minutos (2.5 horas) y demostrando el impacto positivo que puede generar el SMED dentro de los diferentes procesos que desempeña una empresa en su organización.

7.4. MARCO CONTEXTUAL

La planta ubicada en Tuluá de la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN S.A., tiene como objetivo fabricar productos a base de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, cumpliendo con los más altos estándares de calidad, exigencias del mercado y requisitos de los clientes; todo esto por medio de la innovación, del trabajo en equipo y vocación de servicio.

En la planta de levaduras de la ciudad de Tuluá, se busca permanentemente mejorar el bienestar de sus empleados, utilizar las mejores herramientas y equipos

³⁵ Pertuz Rodríguez, Armando José. Implementación de la metodología (smed) para la reducción de tiempos de alistamiento (set up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de barranquilla. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2018.

tecnológicos y cumplir con los diferentes sistemas de gestión y certificaciones, con el fin de dar confiabilidad a los clientes y poder estar en todos los mas posibles segmentos de mercado.

Dicho lo anterior, la empresa en Tuluá cuenta con ISO 9001:2015, Kosher, Halal, ISO 28000, FSSC 22000 para ciertos productos y de más certificados que demuestran que LEVAPAN Tuluá trabaja bajo los estándares más altos de calidad, seguridad alimentaria e inocuidad. Como también cuenta con una planta de tratamiento de agua residuales (PTAR), demostrando su compromiso con el medio ambiente.

Es conveniente mencionar que la competencia a nivel nacional es muy poca, debido a la calidad de sus productos, a la tecnología de punta en sus procesos y a sus altos niveles de capacidad de producción, lo cual ha generado que la empresa gane premios o reconocimientos en el país por su alto desempeño y ayuda a la sociedad.

7.5. MARCO LEGAL

Resulta oportuno mencionar el gran compromiso y dedicación que la compañía nacional de levaduras LEVAPAN S.A. ha dedicado todo este tiempo por conseguir diferentes certificaciones, que le permitan brindar confiabilidad a sus clientes y la posibilidad de entrar en nuevos nichos de mercados.

Tabla 2. Certificaciones de la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN S.A. planta Tuluá.

CERTIFICACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DETALLADA
----------------------	---------------	------------------------------

BPM	Buenas Prácticas de Manufactura	Las buenas prácticas de manufactura están regidas por un conjunto de normas que permiten que al momento de la fabricación de los productos se lleve a cabo un control en diferentes ámbitos técnico y legales tanto de instalaciones, materias primas y personal para garantizar la calidad de los productos, esta certificación está ligada al sistema de gestión de calidad de la empresa.
HALAL	Certificación HALAL	La certificación Halal es el procedimiento técnico mediante el cual se verifica y acredita que el contenido y proceso de manufactura de un producto están de acuerdo con lo establecido en la normativa islámica respecto de lo que es lícito (Halal) e ilícito (Haram).
KOSHER	Certificación KOSHER	La certificación Kosher, indica que los productos respetan los preceptos de la religión judía, y que por tanto se consideran puros y aptos para ser ingeridos por los practicantes de dicha religión. Agrupa desde la composición e ingredientes del producto hasta el proceso de producción, poniendo una especial atención en la preparación, así como en limpieza de la maquinaria que se utiliza en dicha preparación.
ISO 9001	Sistema de gestión de la calidad	Es una norma internacional que se centra en todos los elementos de la gestión de la calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.
FSSC 22000	Sistema de gestión de la seguridad alimentaria	Representa un nuevo enfoque a la gestión de riesgos de seguridad alimentaria en toda la cadena de suministro. FSSC 22000 es un esquema de certificación completo basado en la norma ISO 22000, combinado con una de las especificaciones técnicas (por ejemplo, ISO/TS 22002-1 o ISO/TS 22002-4) y los requisitos adicionales de FSSC.

ISO 28000	Sistema de gestión de seguridad de la cadena de suministros	El objetivo de la norma es proporcionar un marco de buenas prácticas para reducir los riesgos para las personas y las cargas en la cadena de suministro. Trata temas potenciales de seguridad en todas las fases del proceso de suministro, centrándose especialmente en las áreas de logística.
-----------	---	--

Fuente: Los autores con información suministrada por la empresa.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de recolectar información y obtener resultados de manera más verídica, el presente trabajo se enfocará dentro del entorno de estudio Descriptivo. Según Roberto Sampieri³⁶ “Los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, mide o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar”

Este estudio se enfoca en la identificación y caracterización del problema de investigación, como también relacionar los datos con condiciones existentes, actitudes, puntos de vista y opiniones de personas vinculadas al proceso. “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”³⁷

8.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para este caso se utilizará el **Método Deductivo**, ya que este tipo de estudio va a permitir recolectar datos, relacionarlos con las condiciones existentes, con las opiniones y actitudes de los interesados y asociados a este trabajo. Todo esto con el fin de generar una propuesta que permita disminuir el tiempo de los paros seleccionados de las máquinas de secado de producto, por medio de la

³⁶ SAMPIERI, Roberto.; et al. Metodología de la investigación. Editorial McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Capítulo 5, p. 108. México DF. (2010)

³⁷ Arias, Fideas G.; El proyecto de la investigación, introducción a la metodología científica. Quinta edición. Capítulo 2, P. 24. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. (2006).

estandarización de actividades que provocan ineficiencia de los paros mencionados anteriormente.

8.3. METODOLOGÍA

Con el fin de dar cumplimiento al Objetivo principal de esta investigación “Generar una propuesta para la implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de paros asociados a Limpieza y desinfección y Aseo general en las máquinas de secado NIRO y SPRAY de la empresa LEVAPAN S.A.” se plantea los siguientes pasos como se puede visualizar en la tabla 3:

Tabla 3. Metodología del proyecto.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	INSTRUMENTO	PRODUCTO A OBTENER
Realizar la caracterización del proceso productivo del extracto de levadura en el que intervienen las maquinas NIRO Y SPRAY	Iniciando con los objetivos, es importante comenzar con la caracterización del proceso productivo del extracto de levadura, para dar un conocimiento al lector del sector que está involucrado en el presente proyecto. Se utilizarán herramientas que permitan mayor entendimiento del proceso de la levadura.	Por medio de investigaciones, trabajos, artículos, revistas que han utilizado estas herramientas para definir este punto y mejorar sus procesos. Como también el uso de flujogramas del proceso y/o tabla Sipoc.	PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED EN LOS PROCESOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Y ASEO GENERAL DE LAS MÁQUINAS DE SECADO NIRO Y SPRAY DE LA EMPRESA LEVAPAN S.A
Realizar una clasificación de las actividades que intervienen en la realización de los paros de Limpieza y desinfección y Aseo general.	Realizar un diagnóstico, clasificación y cuantificación de las actividades y tiempos que toma el proceso de los paros en las máquinas de secado NIRO y SPRAY, los cuales permitan conocer el estado actual de los paros y las actividades que se ejecutan en el método presente.	En este paso se tuvo como base un estado general de tiempos por cada evento (paros) que pueda ocurrir dentro del proceso de producción, dando importancia a los paros por limpieza y desinfección y aseo general, con el fin de determinar qué tipo de actividades se observan en estas dos tareas que generan tiempos no productivos. Se utilizó la observación y el dialogo con los jefes de turno y los operarios encargados de los equipos de secado.	

<p>Definir las fases bajo la cual se pueda implementar la metodología SMED en la disminución de tiempos de Aseo general y Limpieza y desinfección.</p>	<p>Posteriormente, se enfoca en la identificación y separación de las actividades internas y externas que forman parte del proceso de limpieza y aseo general de las máquinas. con el propósito de identificar actividades que generen desperdicios y puedan ser cuantificables, poder estandarizar operaciones en conjunto con el operario y así disminuir los tiempos de actividades internas permitiendo a la empresa ser más eficiente y productiva. Si bien, el siguiente pasó de la metodología es convertir las actividades internas en externas. En secuencia a esto, el paso que continua, es refinar todos los aspectos de la operación. Finalmente, Estandarizar el nuevo procedimiento de alistamientos para así obtener resultados, e identificar los ahorros.</p>	<p>por medio de investigaciones, trabajos, artículos, revistas y demás que han utilizado estas herramientas para mejorar sus procesos o simplemente explican sus beneficios y aplicabilidad. Como también diagrama de causa y efecto, el cual permita identificar el motivo por el cual se están presentando mayores pérdidas de tiempo en las actividades de aseo. Además, el uso de herramientas Lean, tales como 5's, kaizen, etc..</p>	
<p>Realizar un análisis costo-beneficio del proyecto</p>	<p>Realizar una cuantificación de los costos que interfieren en las propuestas generadas, como también detallar el tiempo de mejora que genera las diferentes estrategias. Además, para cada situación que se plantea, se visualizara el incremento en kilogramos/día; por otro lado, de acuerdo con ese incremento de productividad, se evidencia, las ganancias que provoca cada plan de mejora. Y, por último, se puede ver la tasa de retorno en días de la inversión.</p>	<p>Con el apoyo de trabajos, investigación y proyecto homogéneos a este, en los cuales se haya generado análisis costo-beneficio, también con la ayuda de tablas, ilustraciones y ecuaciones que permitan un mayor entendimiento y comprensión de cada paso realizado en el presente punto.</p>	

Fuente: Los autores

9. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1 Fuentes información personales

Este punto corresponde especialmente a las entrevistas que se realizaron al personal que está directamente involucrado con el área de estudio, en este caso: personal del equipo de mejoramiento, analistas de ingeniería, jefe de la planta, jefes de turno, analistas de calidad, operarios de producción, con el fin de adquirir conocimiento acerca de lo que ellos han podido identificar de la situación que se está presentado.

9.2 Fuentes de información institucional

Obtener información sobre la organización, como ubicación geográfica, proveedores, políticas de calidad, certificaciones de calidad, metodología SMED implementada, funciones y estructura organizacional, entre otros.

9.3 Fuentes de información documentales

Se orienta primordialmente en obtener información a través de documentación utilizada en el área de estudio, como lo son documentos de actividades, procesos, pictogramas, formatos de registro, informes de seguimientos, formatos de control de las diferentes fases del proceso de elaboración de la levadura y del extracto de levadura, indicadores de producción, descripciones de cargos y hojas de rutas.

9.4 Fuentes de información primaria

Esta información será específicamente la que se recolecte dentro de la Industria de alimentos, mediante soportes escritos por medio del sistema de información integrada SAP, información de los mecánicos cuando sean requeridos, y la información suministrada por las fuentes de información personales y documentales con el fin de aplicar la metodología SMED de una forma completa.

9.5 Fuentes de información secundaria

Esta información se recolectará mediante el apoyo de diferentes textos investigativos que se ejecuten mediante la misma temática, por ende, se recurrirá a libros, revistas indexadas y bases de datos reconocidas virtualmente con el fin de tener buenos fundamentos de investigación, igualmente, se tendrán asesorías por parte de docentes calificados en el tema con el fin de desarrollar el proyecto de una forma más eficiente.

10. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se presenta una breve reseña de la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN s.a., tales como su misión, visión, su estructura, principios corporativos y sus pilares.

10.1. Reseña histórica

En la década de los cincuenta, exactamente en 1.952 nació la Compañía Nacional de Levaduras LEVAPAN S.A., comenzando operaciones en una planta para la elaboración de levaduras, situada en Fontibón, con un portafolio de cuatro productos. En el transcurso del año 1.956 se inauguró una segunda planta ubicada en la ciudad de Tuluá, en donde en el transcurso de unos años en esta misma planta, se construye el gran fermentador que permitió doblar la capacidad de producción, mostrando de esta manera el progreso que estaba presentando la Compañía de levaduras en el campo de la fabricación de alimentos, proponiéndose nuevos retos y metas, respondiendo a su función social, “el desarrollo integral de quienes a diario aportan su trabajo al programa de la comunidad colombiana de la cual hace parte”. Tres años después, se fundó el “Colegio LEVAPAN” en donde, reciben educación primaria básica los hijos de los empleados y niños de la comunidad.

Mas adelante, la década de los sesenta marcó hechos significativos en la vida de la empresa: incursionó en los mercados internacionales de centro América y Venezuela, desarrollando también, exportaciones a mercados tan distantes como los de Asia, África y Medio Oriente. En 1966, instaló fábricas de Levaduras en Panamá, y en el transcurso de la década de los 70 en República Dominicana, también se inicia la exportación a Haití, Puerto Rico y Miami, e incursionó en el mercado de productos de consumo masivo.

En los siguientes años de la década de los 70 se comenzó en conjunto con la C.V.C. el trabajo para el manejo de los desechos líquidos de la fábrica. En la siguiente década, compró Industrias San Jorge cuyas marcas venía distribuyendo y en su planta afianzó la producción de materias primas para la industria panificadora e industria de alimentos. Constituyó con Cogra Lever pactos de distribución de margarinas y con Puratos de Bélgica la planta T-VAPAN 500 (situada en San Pedro Valle del Cauca) la producción y distribución de mejoradores para panificación provocando de esta forma grandes provechos al sector panificador. Después, a mediados de la década, se fundó la planta de producción en Venezuela.

En la mitad de la década de los 80, se iniciaron tareas de diseño y pruebas a escala piloto de una planta para el tratamiento de las aguas residuales, las cuales en 1994 se culminaron. Ya entre los años 2004 y 2005 se diseñó y fabricó la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con la cual se afianza la relación con el medio ambiente, se respetan los recursos naturales y mejora la calidad de vida de la comunidad que se encuentra en la zona de influencia de la organización.

En los siguientes años, LEVAPAN adquiere participación en otras compañías como Exter y Nutritec; también compra nuevas empresas como la Compañía Panamericana de Alimentos y Red Star del Perú.

Con miras en el crecimiento de negocio de sabores, soluciones y nutracéuticos de la división industrial de LEVAPAN, se comienzan labores en el 2017 en la nueva planta ubicada en Tuluá, con el fin de desarrollar productos funcionales como el Glucan.

En la actualidad la Compañía Nacional de Levaduras, genera más de 1000 empleos directos y resalta por cumplir siempre sus objetivos dentro de los cuales se puede

encontrar: los programas de bienestar social como: educación (Colegio), atención directa a la familia, salud, recreación y deporte.

10.2. Estructura actual

La razón principal de LEVAPAN S.A. son sus clientes, por eso siempre está en la búsqueda constante de mejorar sus servicios, satisfaciendo todas las necesidades y cumpliendo con todas las expectativas, con el fin de generar un lazo de confianza y fidelidad hacia la compañía.

Para la compañía, los clientes para los cuales trabajan son:

- Clientes institucionales: son las empresas constituidas por todas aquellas que procesan y prestan servicios de alimentación como restaurantes, bares, hoteles, colegios, cafés, etc.
- Clientes industriales o directos: son los clientes conformados por las organizaciones que le compran productos directamente a LEVAPAN, los cuales la utilizan como materia prima para la elaboración de sus propios productos.
- Distribuidores: aquí se encuentran todos los clientes a los cuales se les vende al por mayor, para que ellos a su vez vendan a empresas y a subdistribuidores, permitiendo llegar al cliente final por medio de este tipo de canales.
- La competencia directa de la Compañía es la empresa Calsa de Colombia S.A.(Fleischmann-Colombia), el cual ofrece en su portafolio productos e ingredientes utilizados para la elaboración de pan, repostería y pastelería.

10.3. Visión

Ser reconocida como una compañía innovadora, eficiente, responsable e incluyente, que genera valor para sus colaboradores, sus clientes, sus accionistas y la comunidad.

10.4. Misión

Alimentación para el mundo.

10.5. Principios corporativos

Para LEVAPAN es importante continuar su reputación basada con principios y objetivos que marcan la pauta:

- Construimos con ejemplo.
- Dejamos huella.
- Amamos lo que hacemos.
- Aprendemos para crear algo nuevo todos los días.
- Trabajamos con conciencia social y ambiental.

10.6. Pilares corporativos.

LEVAPAN está comprometida a entregar a sus clientes soluciones, confiabilidad y calidad, con el fin de genera valor al cliente y cumpliendo los requisitos legales por medio de sus pilares:

- Innovación con sentido.
- Excelencia operacional.
- Gestión de talento.

- Foco en el cliente.

11. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL EXTRACTO DE LEVADURA EN EL QUE INTERVIENEN LAS MÁQUINAS DE ESTUDIO

Para empezar el tema se presenta el flujo del proceso del extracto de la levadura, mediante el cual se busca dar una claridad del contexto en el cual están involucrados los equipos NIRO y SPRAY. Véase la Ilustración 2.

Ilustración 2. Flujograma proceso del extracto de la levadura.

Fuente: Los autores con información suministrada y recolectada en la empresa.

En esta planta de producción se obtienen extractos a base de levadura, aquí se llevaban a cabo una serie de procedimientos que serán descritos a continuación, con sus respectivas características y condiciones de operación:

- 1.** Se realiza una maduración antes del proceso de autólisis, esta maduración dura (24 horas), se realiza en cava o en uno de los tanques disponibles en la planta de extractos, para esto se utiliza acetato de etilo a cierto % de dilución, dependiendo del tipo de extracto a elaborar.

- 2.** Una vez finalizada la maduración se da inicio al proceso de autólisis, el cual tiene una duración de 24 a 52 horas dependiendo del tipo de extractos que se quiere obtener, se debe llevar a cabo un control de la T° del proceso, el pH y el brix (cantidad de un sólido en una cantidad líquida). Un lote normal contiene aproximadamente 30000 Lt.

- 3.** Posterior a la autólisis se realiza una esterilización, refrigeración y separación del producto, de este modo, la esterilización se da por medio de vapor a 95°C , luego

en un intercambiador de calor se refrigera a más o menos 40°C y se procede a alimentar el equipo separador que funciona generando una fuerza centrífuga para obtener líquido rico y cáscaras.

4. Luego, estas cáscaras se recuperan en un tanque con agua y se re-separan para obtener de nuevo más líquido rico, se hace un ajuste de brix por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Recuperación Líquido rico las ecuaciones si van con título

$$\text{Recuperación} = (\text{Valor brix cáscaras} \times \text{volumen}) / 4 \text{ (Brix deseado)} \quad (3)$$

5. Luego, el líquido rico pasa a un evaporador para darse una preconcentración, la cual, por medio de vapor y presión, se logra reducir la cantidad de agua dentro del producto, elevando así su concentración de sólidos diluidos o también llamado brix. Este proceso se lleva a cabo en dos evaporadores **E310** y **E320**, este último se regula automáticamente y sirve para pre concentrar, la concentración final lleva a cabo en el evaporados **E310**

6. Una vez ya concentrado el producto en el evaporador **E310**, se descarga por lotes en un tanque que alimentara el proceso siguiente que es el secado en las maquinas **NIRO** y **SPRAY**, donde el producto líquido, se convierte en polvo, para luego mezclarlo y ser comercializado.

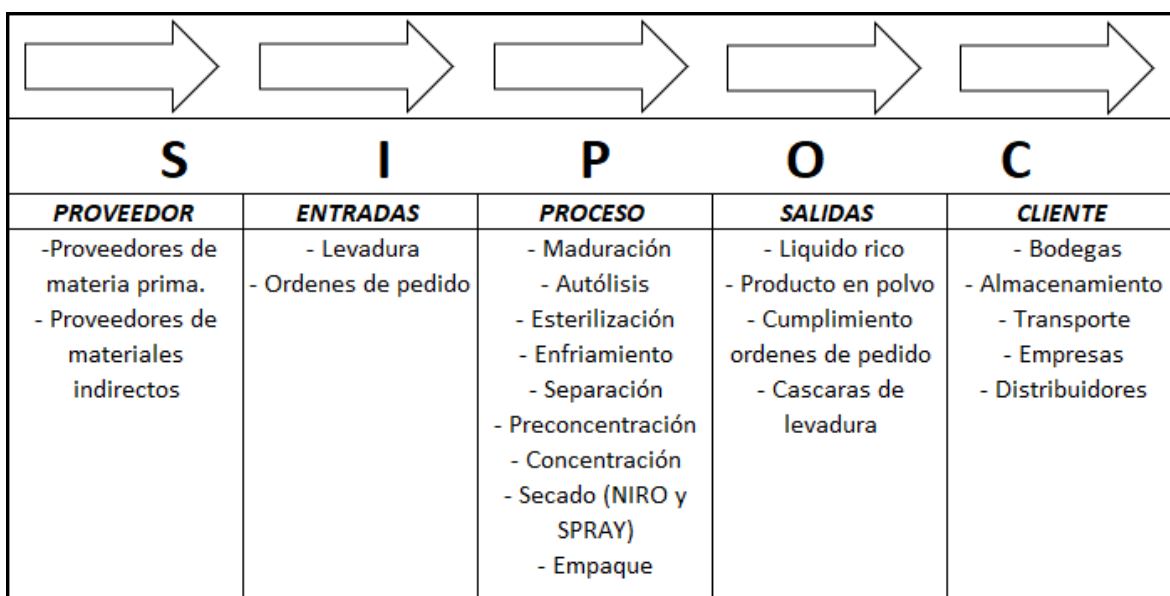
De igual forma, hay varias clases de producto seco, los cuales varían según el proceso realizado durante la autólisis y separación, tales como:

- a. EXLV LS (Bajo en sal)
- b. PCT (Concentración de cáscaras obtenidas de la separación)
- c. GLUCAN (Concentración de cáscaras obtenidas de la separación).

7. Finalmente, Cuando un lote de producto se ha secado se realiza un mezclado y se obtiene diferentes características, como colores y sabores.

De acuerdo con lo anterior, se plasma en la Ilustración 3, el diagrama SIPOC para tabular el proceso, a partir de la identificación de elementos claves en los diferentes campos, dando a conocer los proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes del proceso del extracto de levadura.

Ilustración 3. Diagrama SIPOC del proceso del extracto de la levadura.



Fuente: Los autores con información suministrada por la empresa

Considerando la problemática expuesta en el problema, el presente proyecto se va a centrar en el proceso de secado, dado que ahí es donde se encontraron mayores oportunidades de mejorar en los tiempos de paros, los cuales están asociados en los paros programados, específicamente al Aseo general y Limpieza y desinfección de los secadores NIRO y SPRAY.

11.1. Descripción de los equipos de secado

Antes de continuar con la identificación del conjunto de actividades, vale aclarar que por políticas de privacidad de la empresa, no se facilita la ficha técnica de los secadores, pero a fin de incluir información se da una breve descripción de los equipos de fácil acceso con el fin de permitir al lector entender un poco más del proceso y de los términos o palabras utilizadas.

Continuando así, la capacidad de secado de los equipos depende de varios factores, tales como:

- El tipo de producto.
- Las especificaciones por parte del cliente.
- Los grados Brix del producto.
- Por fallas cuando el secador está en funcionamiento. (ruptura de los empaques de la bomba gaulin, fugas, taponamiento de las boquillas, etc...).
- Por las condiciones del producto.

11.1.1. Secador SPRAY

Este equipo cuenta con una línea de alimentación, la cual transporta el producto de los tanques de fermentación al equipo, de ahí se divide en dos secadores los cuales cada uno tiene:

- Cono: Tanque cilíndrico en el cual baja el producto desde la línea de alimentación y en donde el producto cambia de estado de líquido a sólido.
- Bomba gaulin: equipo que por medio del aumento de presión permite avanzar el producto desde la línea de alimentación hasta el Cono.
- Quemador: equipo que permite la elevación de la temperatura para la evaporación de producto

- Ciclón de descarga o bajantes: cada equipo cuenta con dos bajantes, los cuales son las tuberías que conectan desde el cono hasta cuarto de empaque.
- Scrubber: se refiere a dispositivo que usan un líquido para eliminar el exceso de polvillo de producto que saldrá por la chimenea.
- Turbina extractora: turbina que envía el polvillo del producto a la chimenea, el cual es el que no cae por el bajante hacia el cuarto de empaque.

11.1.2. Secador NIRO

Este equipo cuenta con una línea de alimentación, la cual transporta el producto de los tanques de fermentación al equipo. Este secador tiene:

- Cono: tanque cilíndrico en el cual baja el producto desde la línea de alimentación y en donde el producto cambia de estado de líquido a sólido.
- Bomba gaulin: equipo que por medio del aumento de presión permite avanzar el producto desde la línea de alimentación hacia el Cono.
- Turbina C1: Equipo que permite la elevación de la temperatura para la evaporación de producto.
- Ciclón de descarga o bajante: el cual es son la tubería que conecta desde el cono hasta cuarto de empaque.
- Scrubber: se refiere a dispositivo que usan un líquido para eliminar el exceso de polvillo de producto que saldrá por la chimenea.
- Turbina extractora: turbina que envía el polvillo del producto a la chimenea, el cual es el que no cae por el bajante hacia el cuarto de empaque.

12. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL ASEO GENERAL Y LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

En este punto se observó el proceso de los aseos en las máquinas de secado NIRO y SPRAY de los productos derivados de la levadura, en los cuales se analizaron los tres turnos con el fin de estudiar el método empleado por los diferentes operarios que se encuentran capacitados para realizar las labores de aseo en los equipos de secado. A pesar de que las actividades son las mismas, cada trabajador las ejecuta de diferentes maneras y diferentes tiempos.

Continuando con el tema, se procedió con visitas para registrar la ejecución de las actividades y el tiempo empleado en cada una de ellas, con base a los registros tomados se realizó el análisis del proceso actual, se identificaron las actividades necesarias para realizar el aseo.

Cuando se procedió a realizar las visitas, la compañía informa que se implementó unas boquillas en diferentes partes del secador Spray con las cuales se evitaría desmontar partes del equipo, estas actividades de desmontar eran uno de los puntos principal en los aseos generales.

12.1. Actividades de los paros de Aseo general y Limpieza y desinfección de los equipos SPRAY y NIRO.

De acuerdo con las visitas realizadas a la empresa y por medio del formato de listado de actividades (ver anexo 1), se iba observando y tomando nota de cada una de las actividades que realizaba el operario en el proceso de llevar a cabo cada tipo de aseo y para cada máquina.

Con base a esto, se puede decir también que dichas actividades son ejecutadas por tres operarios, correspondiente uno a cada turno y momento del paro. Por lo que se evidencia en la siguiente tabla el listado de actividades recopiladas por el grupo de trabajo.

Tabla 4. Actividades por secador y tipo de aseo.

Nº	ASEO GENERAL SECADOR SPRAY	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN SECADOR SPRAY	ASEO GENERAL SECADOR NIRO	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN SECADOR NIRO
1	Coordinar con el de oficios varios el uso de agua caliente	Coordinar con el de oficios varios el uso de agua caliente	Instalar mangueras de desagüe	Instalar mangueras de desagüe
2	Lavar línea de alimentación	Lavar línea de alimentación	Coordinar con el de oficios varios agua caliente	Coordinar con el de oficios varios agua caliente
3	Alistar herramientas en la zona de desarme	Alistar herramientas en la zona de desarme	Alistar herramientas	Alistar herramientas
4	Conectar drenaje a los conos	Conectar drenaje a los conos	Enjuagar línea de alimentación	Enjuagar línea de alimentación
5	Desarmar, lavar y armar bomba gaulin	Desarmar equipo ("y" inferiores y superiores, conos, bajantes, filtros de conos)	Desarmar, lavar y armar bomba gaulin	Conectar manguera para lavar equipo
6	Desarmar equipo ("y" inferiores y superiores, conos, bajantes, filtros de conos)	Conectar manguera para lavar equipo	Conectar manguera para lavar equipo	Desarmar equipo
7	Conectar manguera para lavar equipo	Lavar conos	Desarmar equipo	Lavar dispersor de producto
8	Lavar conos	Lavar bajantes	Lavar dispersor de producto	Lavar cono
9	Lavar bajantes	Lavar "y's" superiores	Lavar cono	Lavar ciclón de finos o de descarga
10	Lavar "y's" superiores	Programar tiempo para lavar con cip (solución de soda con agua caliente)	Lavar ciclón de finos o de descarga	Lavar scrubber
11	Programar tiempo para lavar con cip (solución de soda con agua caliente)	Lavar con cip conos	Lavar scrubber	Lavar chimenea
12	Lavar con cip conos	Lavar con cip bajantes	Lavar chimenea	Lavar turbina extractora
13	Lavar con cip bajantes	Lavar con cip "y" superiores	Lavar turbina extractora	Lavar tubería del cono a ciclón de finos
14	Lavar con cip "y" superiores	Enjuagar cip conos	Lavar tubería del cono a ciclón de finos	Programar tiempo para lavar con cip (solución de soda con agua caliente)
15	Enjuagar cip conos	Enjuagar cip bajantes	Programar tiempo para lavar con cip (solución de soda con agua caliente)	Lavar con cip equipo (ciclón de descarga, cono, scrubber, turbina extractora, chimenea)
16	Enjuagar cip bajantes	Enjuagar cip "y" superiores	Lavar con cip equipo (ciclón de descarga, cono, scrubber, turbina extractora, chimenea)	Enjuagar cip equipo (ciclón de descarga, cono, scrubber, turbina extractora, chimenea)
17	Enjuagar cip "y" superiores	Lavar dispersor de producto	Enjuagar cip equipo (ciclón de descarga, cono, scrubber, turbina extractora, chimenea)	Aplicar desinfectante
18	Lavar dispersor del producto	Armar equipo ("y" inferiores y superiores, conos y bajantes)	Aplicar desinfectante	Cerrar equipo

19	Armar equipo ("y" inferiores y superiores, conos y bajantes)	Aplicar tratamiento	Cerrar equipo	Desinstalar mangueras de desagüe
20	Aplicar tratamiento	Desinfectar equipo y herramientas	Desinstalar mangueras de desagüe	Revisar y/o cambiar filtro de la turbina c1
21	Desinfectar equipo y herramientas	Revisar filtro de los quemadores 1 y 2	Revisar y/o cambiar filtro de la turbina c1	Lavar y secar cuarto
22	Revisar filtro de los quemadores 1 y 2	Cambiar filtro de los quemadores 1 y 2	Lavar y secar cuarto	Aplicar tratamiento
23	Cambiar filtro de los quemadores 1 y 2	Desinstalar drenaje	Aplicar tratamiento	Liberar por parte de control calidad
24	Desinstalar drenaje	Lavar cuarto	Liberar por parte de control calidad	-
25	Lavar cuarto	Liberar por parte de control calidad	-	-
26	Liberar por parte de control calidad	-	-	-

Fuente los autores basados con información suministrada por la planta

13. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA SMED

Para el diseño de la metodología SMED se siguieron unas fases, que permitieron ir trascendiendo en el proyecto y así, alcanzar el objetivo principal de documento.

13.1. Fase 1. Identificación y separación de las actividades internas y externas que forman parte de los paros de Aseo general y Limpieza y desinfección de los equipos NIRO y SPRAY.

Antes de identificar y separar las actividades internas y externas, se procede a elegir al operario óptimo de acuerdo con factores de competencia basados en el sistema de calificación Westinghouse, el cual permite identificar el operario más calificado tanto para la máquina NIRO como para el SPRAY; a partir de ahí, se procede a elaborar un estudio de tiempos con el fin de generar un conjunto de muestras que puedan representar el tiempo de los paros de Aseo general y Limpieza y desinfección, determinando así el tiempo de ciclo y finalmente se identifican y separan las actividades internas y externas en base al operario óptimo.

13.1.1. Selección del operario óptimo.

El sistema Westinghouse se basa en la evaluación de cuatro factores (Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y regularidad), en donde cada factor cuenta con seis grados de calificación como se muestra en la ilustración 4, los cuales permite valorar a cada operario y saber cuál es el mejor realizando una labor específica.

Para su calificación se utiliza un conjunto de letras, donde cada una tiene un valor designado, desde "A" siendo como la mejor calificación, hasta "F" como la peor. En la siguiente Ilustración se puede observar el conjunto específico de letras que se utiliza y su determinado peso para evaluar cada factor del sistema Westinghouse.

Ilustración 4. grados de calificación de los factores.

TABLA DE DESTREZA O HABILIDAD			TABLA DE ESFUERZO O EMPEÑO		
+0.15	A1	EXTREMA	+0.13	A1	EXCESIVO
+0.13	A2	EXTREMA	+0.12	A2	EXCESIVO
+0.11	B1	EXCELENTE	+0.10	B1	EXCELENTE
+0.08	B2	EXCELENTE	+0.08	B2	EXCELENTE
+0.06	C1	BUENA	+0.05	C1	BUENO
+0.03	C2	BUENA	+0.02	C2	BUENO
0.00	D	REGULAR	0.00	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE	-0.04	E1	ACEPTABLE
-0.10	E2	ACEPTABLE	-0.08	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE	-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE	-0.17	F2	DEFICIENTE

TABLA DE CONDICIONES			TABLA DE CONSISTENCIA		
+0.06	A	IDEALES	+0.04	A	PERFECTA
+0.04	B	EXCELENTES	+0.03	B	EXCELENTE
+0.02	C	BUENAS	+0.01	C	BUENA
0.00	D	REGULARES	0.00	D	REGULAR
-0.03	E	ACEPTABLES	-0.02	E	ACEPTABLE
-0.07	F	DEFICIENTES	-0.04	F	DEFICIENTE

Fuente: S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegemerten, *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*, 3a. Ed. (Nueva York: McGraw-Hill, 1940), p. 233.

Después de valorar a los operarios de acuerdo con los factores de competencia, el resultado que genere cada uno se le suma uno (1), lo cual da como consecuencia la calificación definitiva.

Si bien, esta evaluación se realizó por el grupo de trabajo y fue aprobada por el jefe de turno, quien permitió llevar a cabo la consolidación de los resultados.

En la siguiente tabla (tabla 5) se encuentra los resultados de la evaluación para cada operario y tipo de máquina.

Tabla 5. Selección del operario sistema Westinghouse.

SECADOR SPRAY						
FACTORES	OPERARIO 1		OPERARIO 2		OPERARIO 3	
HABILIDAD	A2	0,13	B2	0,08	C1	0,05

ESFUERZO	B1	0,10	B2	0,08	B2	0,08
CONDICIONES	F	-0,03	F	-0,03	F	-0,03
REGULARIDAD	B	0,03	C	0,01	D	0
SUMA TOTAL	0,23		0,14		0,02	
FACTOR DE ACTUACIÓN	1,23		1,14		1,02	
SECADOR NIRO						
FACTORES	OPERARIO 1		OPERARIO 2		OPERARIO 3	
HABILIDAD	C1	0,06	B1	0,11	A2	0,13
ESFUERZO	C1	0,05	A2	0,12	B2	0,08
CONDICIONES	C	0,02	C	0,02	C	0,02
REGULARIDAD	D	0	B	0,03	C	0,01
SUMA TOTAL	0,13		0,28		0,24	
FACTOR DE ACTUACIÓN	1,13		1,28		1,24	

Fuente los autores con información recolecta en las visitas.

De acuerdo con los resultados obtenidos del sistema de calificación Westinghouse, se concluyó, que para el equipo SPRAY, el operario uno es el mejor calificado para realizar los paros de aseo. y para el secador NIRO, el trabajador numero 2 demostró mejores cualidades para esta función.

13.1.2. Estudio de tiempos

De acuerdo con la OIT (Organización internacional del trabajo) “La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.”³⁸ Mediante la técnica de observación de los autores, se permitió registrar los tiempo y ritmos de trabajo correspondientes a las tareas de Aseo general y Limpieza y desinfección.

³⁸ Kenawaty, George. Introducción al estudio del trabajo. 4ta edición. Ginebra: 1996. 251P.

De acuerdo con la OIT, para determinar la muestra representativa por medio del método estadístico “hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de más o menos 5 por ciento”³⁹. En la ecuación 4. Método estadístico para determinar la muestra, al agregar los datos, dará el número de muestras necesarias.

Ecuación 4. Método estadístico para determinar la muestra.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (4)$$

En donde:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = suma de los valores

x = valor de las observaciones

Para este punto se realizó 4 muestras preliminares, Como se observa en la tabla 6, y se determinó el número de muestras necesarias para cada tipo de aseo y máquina.

Tabla 6. Muestras representativas por aseo y secador.

N° de la muestra	ASEO GENERAL SPRAY	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN SPRAY	ASEO GENERAL NIRO	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN SPRAY
------------------	--------------------	-------------------------------	-------------------	-------------------------------

³⁹ Ibid.

	Tiempo (min)	χ^2	Tiempo (min)	χ^2	Tiempo (min)	χ^2	Tiempo (min)	χ^2
Muestra 1	397	157.609	256	65.536	291	84.681	208	43.264
Muestra 2	368	135.424	263	69.169	249	62.001	175	30.625
Muestra 3	378	142.884	281	78.961	267	71.289	194	37.636
Muestra 4	410	168.100	289	83.521	259	67.081	189	35.721
TOTAL	1.553	604.017	1.089	297.187	1.066	285.052	766	147.246
PROMEDIO	388		272		267		192	
n'	4		4		4		4	
ΣX	1.553		1.089		1.066		766	
ΣX^2	604.017		297.187		285.052		147.246	
$(\Sigma X)^2$	2.411.809		1.185.921		1.136.356		586.756	
Numero de muestras	2,83		3,81		5,42		6,08	

Fuente los autores con información recolecta en las visitas.

Con respecto a la tabla 6, las muestras por secador y aseo son:

- Aseo general SPRAY: 4 muestras.
- Limpieza y desinfección SPRAY: 4 muestras.
- Aseo general NIRO: 6 muestras.
- Limpieza y desinfección NIRO: 6 muestras.

Para el secador NIRO fue necesario tomar dos muestras más por aseo para completar las 6, y volver a aplicar la ecuación para evidenciar si ese número de muestras podía ser representativa. En la siguiente tabla, se puede ver que los datos fueron suficientes para cumplir con la norma.

Tabla 7. Muestras adicionales secador NIRO.

N° de la muestra	ASEO GENERAL NIRO		LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN NIRO	
	Tiempo (min)	χ^2	Tiempo (min)	χ^2

Muestra 1	288	82.944	206	42.436
Muestra 2	247	61.009	173	29.929
Muestra 3	265	70.225	192	36.864
Muestra 4	257	66.049	187	34.969
TOTAL	1.578	416.368	1.137	216.199
promedio	263		190	
n'	6		6	
ΣX	1.578		1.137	
ΣX^2	416.368		216.199	
$(\Sigma X)^2$	2.490.084		1.292.769	
Numero de muestras		5,22		5,48

Fuente los autores con información recolecta en las visitas.

13.1.3. Identificación y separación de las actividades internas y externas.

Para identificar el número de actividades internas y externas de los tipos de aseo en cada máquina, se realiza lo siguiente:

- Se mide con un cronómetro los tiempos de cada una de las actividades realizadas por el operario encargado de realizar estas labores. Para esta actividad se asigna a una persona que este al pie del operador escribiendo cada una de las actividades y otra persona con un cronometro tomando el tiempo de cada una de las actividades escritas.
- En esta fase los integrantes del trabajo repasan todas y cada una de las actividades anteriores para identificar aquellas que puedan ser externas o internas.

Según lo analizado en las visitas, se definen y se separan las actividades internas que debe realizar el operario con la maquina parada y que son propias de él, de igual forma se definen las actividades externas que se pueden realizar mientras la maquina se encuentra encendida y que puede realizar otras personas no propias del operario.

De acuerdo con lo anterior, después de tener los tiempos por actividad, se determinó el promedio de los aseos, donde también se tuvo en cuenta establecer el tiempo tipo de la operación, previendo suplementos para breves descansos, necesidades etc. Y también se evaluó la velocidad de trabajo del operario ya sea (rápido, normal o lento) mediante la escala británica de 0 – 100%, es decir:

- Rápido: valoración > 100%
- **Normal: valoración = 100%**
- Lento: valoración < 100 %

Si bien, dentro de la valoración que se le dio al operario optimo se determinó que este se encuentra en una escala normal, es decir igual a 100% de esta forma se obtuvo el tiempo básico teniendo en cuenta su tiempo promedio por tipo de aseo y máquina, seguidamente se obtuvieron los suplementos de tiempo en porcentaje donde se tuvieron en cuenta los siguientes:

- Suplementos por fatiga básica 4%
- Suplementos por necesidades personales 5%
- Suplementos por contingencia 4%
- Suplementos por política de la empresa 1%
- Suplementos especiales 0%

Finalmente, se obtuvo el tiempo tipo por aseo y tipo de máquina y de esta forma se obtiene igual el tiempo de ciclo. Como resultado se obtuvo los siguientes datos por cada una de las tareas de aseo y secador:

Tabla 8. Clasificación actividades internas y externas en el proceso de Aseo general en la máquina SPRAY.

ASEO GENERAL SECADOR SPRAY		INTERNAS	EXTERNAS	TIEMPO PROMEDIO OPERARIO (MIN)
Nº DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD			
1	COORDINAR CON EL DE OFICIOS VARIOS EL USO DE AGUA CALIENTE		X	0:12:38
2	LAVAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	X		0:10:20
3	ALISTAR HERRAMIENTAS EN LA ZONA DE DESARME		X	0:03:31
4	CONECTAR DRENAJE A LOS CONOS	X		0:03:55
5	DESARMAR, LAVAR Y ARMAR BOMBA GAULIM	X		1:55:13
6	DESARMAR EQUIPO ("Y"INFERIORES Y SUPERIORES, CONOS, BAJANTES, FILTROS DE CONOS)	X		0:19:14
7	CONECTAR MANGUERA PARA LAVAR EQUIPO		X	0:04:12
8	LAVAR CONOS	X		0:11:22
9	LAVAR BAJANTES	X		0:17:33
10	LAVAR "Y"s" SUPERIORES	X		0:06:39
11	PROGRAMAR TIEMPO PARA LAVAR CON CIP (SOLUCIÓN DE SODA CON AGUA CALIENTE)		X	0:14:55
12	LAVAR CON CIP CONOS	X		0:04:01
13	LAVAR CON CIP BAJANTES	X		0:06:23
14	LAVAR CON CIP "Y" SUPERIORES	X		0:03:40
15	ENJUAGAR CIP CONOS	X		0:08:00
16	ENJUAGAR CIP BAJANTES	X		0:19:55
17	ENJUAGAR CIP "Y" SUPERIORES	X		0:08:27
18	LAVAR DISPERSOR DEL PRODUCTO	X		0:01:29
19	ARMAR EQUIPO ("Y"INFERIORES Y SUPERIORES, CONOS Y BAJANTES)	X		0:20:13
20	APLICAR TRATAMIENTO	X		0:30:08
21	DESINFECTAR EQUIPO Y HERRAMIENTAS	X		0:04:32
22	REVISAR FILTRO DE LOS QUEMADORES 1 Y 2	X		0:03:57
23	CAMBIAR FILTRO DE LOS QUEMADORES 1 Y 2	X		0:04:48
24	DESINSTALAR DRENAJE	X		0:02:51

25	LAVAR CUARTO	X		0:34:01
26	LIBERAR POR PARTE DE CONTROL CALIDAD	X		0:16:06
TIEMPO TOTAL PROMEDIO				6:28:03
VALORACIÓN (100%) - TIEMPO BASICO				6:28:03
TOTAL, DE SUPLEMENTOS DE TIEMPO (14%)				0:54:20
TIEMPO CICLO				7:22:23

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas.

Como se pudo observar en la tabla anterior, se analizan todas y cada una de las actividades correspondientes a este aseo y se determina que son actividades concurrentes, debido a su terminación en un mismo evento. Como también se determina el tiempo de ciclo del Aseo general en el secador SPRAY el cual es de **6 horas con 28 minutos**, qué haciendo la conversión a minutos para manejar una sola unidad, el tiempo total sería **388 minutos**⁴⁰, el cual corresponde al mismo tiempo del operario calificado para esta labor; de igual forma se hizo lo mismo para los otros aseos por secador y tipo de aseo.

Tabla 9. Clasificación actividades internas y externas en el proceso de Limpieza y desinfección en la máquina SPRAY.

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN SECADOR SPRAY		INTERNAS	EXTERNAS	TIEMPO PROMEDIO OPERARIO (MIN)
N° DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD			
1	COORDINAR CON EL DE OFICIOS VARIOS EL USO DE AGUA CALIENTE		X	0:12:38
2	LAVAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	X		0:10:20
3	ALISTAR HERRAMIENTAS EN LA ZONA DE DESARME		X	0:03:31
4	CONECTAR DRENAJE A LOS CONOS	X		0:03:55
5	DESARMAR EQUIPO ("Y" INFERIORES Y SUPERIORES, CONOS, BAJANTES, FILTROS DE CONOS)	X		0:19:14
6	CONECTAR MANGUERA PARA LAVAR EQUIPO		X	0:04:12
7	LAVAR CONOS	X		0:11:22
8	LAVAR BAJANTES	X		0:17:33

⁴⁰ 6 horas*60 minutos/hora +28 minutos = 388 minutos.

9	LAVAR "Y's" SUPERIORES	X		0:06:39
10	PROGRAMAR TIEMPO PARA LAVAR CON CIP (SOLUCIÓN DE SODA CON AGUA CALIENTE)		X	0:14:55
11	LAVAR CON CIP CONOS	X		0:04:01
12	LAVAR CON CIP BAJANTES	X		0:06:23
13	LAVAR CON CIP "Y" SUPERIORES	X		0:03:40
14	ENJUAGAR CIP CONOS	X		0:08:00
15	ENJUAGAR CIP BAJANTES	X		0:19:55
16	ENJUAGAR CIP "Y" SUPERIORES	X		0:08:27
17	LAVAR DISPERSOR DE PRODUCTO	X		0:01:29
18	ARMAR EQUIPO ("Y"INFERIORES Y SUPERIORES, CONOS Y BAJANTES)	X		0:20:13
19	APLICAR TRATAMIENTO	X		0:30:08
20	DESINFECTAR EQUIPO Y HERRAMIENTAS	X		0:04:32
21	REVISAR FILTRO DE LOS QUEMADORES 1 Y 2	X		0:03:57
22	CAMBIAR FILTRO DE LOS QUEMADORES 1 Y 2	X		0:04:48
23	DESINSTALAR DRENAJE	X		0:02:51
24	LAVAR CUARTO	X		0:34:01
25	LIBERAR POR PARTE DE CONTROL CALIDAD	X		0:16:06
TIEMPO TOTAL PROMEDIO				4:32:50
VALORACIÓN (100%) - TIEMPO BASICO				4:32:50
TOTAL, DE SUPLEMENTOS DE TIEMPO (14%)				0:38:12
TIEMPO CICLO				5:11:02

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas.

Tabla 10. Clasificación actividades internas y externas en el proceso Aseo general en la máquina NIRO.

ASEO GENERAL SECADOR NIRO				
N° DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	INTERNAS	EXTERNAS	TIEMPO PROMEDIO OPERARIO (MIN)
1	INSTALAR MANGUERAS DE DESAGUE	X		0:06:53
2	COORDINAR CON EL DE OFICIOS VARIOS AGUA CALIENTE		X	0:09:02
3	ALISTAR HERRAMIENTAS		X	0:02:49
4	ENJUAGAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	X		0:09:21
5	DESARMAR, LAVAR Y ARMAR BOMBA GAULIM	X		1:12:53
6	CONECTAR MANGUERA PARA LAVAR EQUIPO		X	0:03:58
7	DESARMAR EQUIPO	X		0:09:21
8	LAVAR DISPERSOR DE PRODUCTO	X		0:00:48
9	LAVAR CONO	X		0:02:59

10	LAVAR CICLON DE FINOS O DE DESCARGA	X		0:02:13
11	LAVAR SCRUBBER	X		0:02:12
12	LAVAR CHIMENEA	X		0:03:01
13	LAVAR TURBINA EXTRACTORA	X		0:02:04
14	LAVAR TUVERIA DEL CONO A CICLON DE FINOS	X		0:02:06
15	PROGRAMAR TIEMPO PARA LAVAR CON CIP (SOLUCIÓN DE SODA CON AGUA CALIENTE)		X	0:11:49
16	LAVAR CON CIP EQUIPO (CICLON DE DESCARGA, CONO, SCRUBBER, TURBINA EXTRACTORA, CHIMENEA)	X		0:20:13
17	ENJUAGAR CIP EQUIPO (CICLON DE DESCARGA, CONO, SCRUBBER, TURBINA EXTRACTORA, CHIMENEA)	X		0:08:06
18	APLICAR DESINFECTANTE	X		0:09:08
19	CERRAR EQUIPO	X		0:13:14
20	DESINSTALAR MANGUERAS DE DESAGUE	X		0:02:08
21	REVISAR Y/O CAMBIAR FILTRO DE LA TURBINA C1	X		0:02:37
22	LAVAR Y SECAR CUARTO	X		0:22:48
23	LIBERAR POR PARTE DE CONTROL CALIDAD	X		0:14:39
24	APLICAR TRATAMIENTO	X		0:28:57
TIEMPO TOTAL PROMEDIO				4:23:19
VALORACIÓN (100%) – TIEMPO BASICO				4:23:19
TOTAL, DE SUPLEMENTOS DE TIEMPO (14%)				0:36:52
TIEMPO CICLO				5:00:11

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas.

Tabla 11. Clasificación actividades internas y externas en el proceso de Limpieza y desinfección en la máquina NIRO.

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN SECADOR NIRO				
N° DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	INTERNAS	EXTERNAS	TIEMPO PROMEDIO OPERARIO (MIN)
1	INSTALAR MANGUERAS DE DESAGUE	x		0:06:53
2	COORDINAR CON EL DE OFICIOS VARIOS AGUA CALIENTE		X	0:09:02
3	ALISTAR HERRAMIENTAS		X	0:02:49
4	ENJUAGAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	X		0:09:21
5	CONECTAR MANGUERA PARA LAVAR EQUIPO		X	0:03:58
6	DESARMAR EQUIPO	X		0:09:21
7	LAVAR DISPERSOR DE PRODUCTO	X		0:00:48
8	LAVAR CONO	X		0:02:59
9	LAVAR CICLON DE FINOS O DE DESCARGA	X		0:02:13
10	LAVAR SCRUBBER	X		0:02:12
11	LAVAR CHIMENEA	x		0:03:01

12	LAVAR TURBINA EXTRACTORA	X		0:02:04
13	LAVAR TUVERIA DEL CONO A CICLON DE FINOS	X		0:02:06
14	PROGRAMAR TIEMPO PARA LAVAR CON CIP (SOLUCIÓN DE SODA CON AGUA CALIENTE)		x	0:11:49
15	LAVAR CON CIP EQUIPO (CICLON DE DESCARGA, CONO, SCRUBBER, TURBINA EXTRACTORA, CHIMENEA)	X		0:20:13
16	ENJUAGAR CIP EQUIPO (CICLON DE DESCARGA, CONO, SCRUBBER, TURBINA EXTRACTORA, CHIMENEA)	X		0:08:06
17	APLICAR DESINFECTANTE	X		0:09:08
18	CERRAR EQUIPO	X		0:13:14
19	DESINSTALAR MANGUERAS DE DESAGUE	X		0:02:08
20	REVISAR Y/O CAMBIAR FILTRO DE LA TURBINA C1	X		0:02:37
21	LAVAR Y SECAR CUARTO	X		0:22:48
22	LIBERAR POR PARTE DE CONTROL CALIDAD	X		0:14:39
23	APLICAR TRATAMIENTO	X		0:28:57
TIEMPO TOTAL PROMEDIO				3:10:26
VALORACIÓN (100%) – TIEMPO BASICO				3:10:26
TOTAL DE SUPLEMENTOS DE TIEMPO (14%)				0:26:40
TIEMPO CICLO				3:37:06

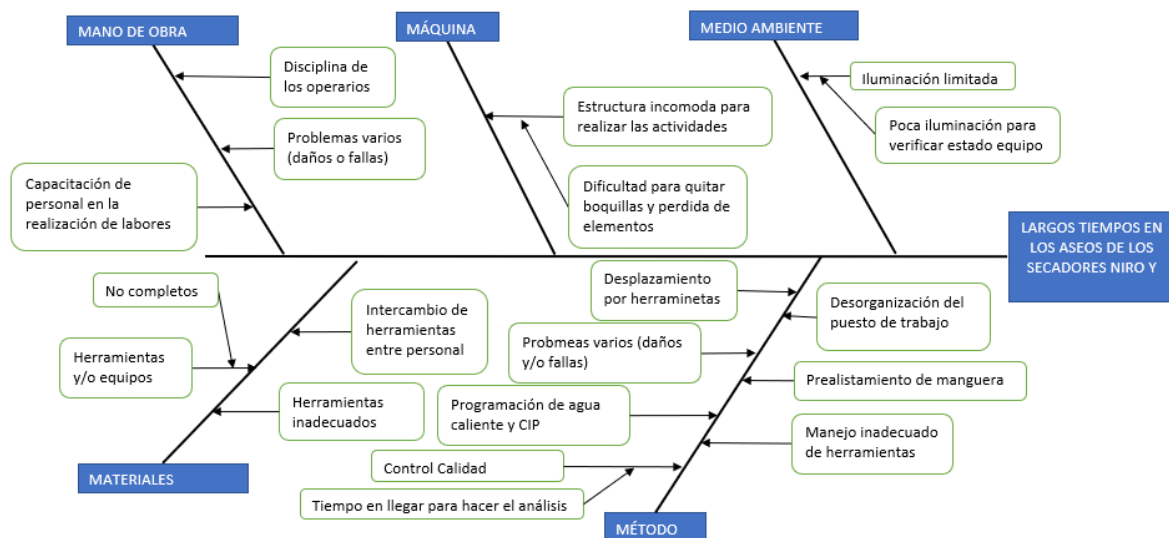
Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas.

13.2. Fase 2: Convertir actividades internas en externas y optimizar las internas.

Como se mencionó en el párrafo tres del punto 12, debido a la implementación de las boquillas en diferentes partes en el secador SPRAY, el cual era el equipo en donde se notaba que había diferencia entre un aseo general y una limpieza y desinfección; los dos tipos de aseos actualmente se diferencian solo por el lavado de la Bomba Gaulin. Respecto a lo anterior, solo se tendrá en cuenta los aseos generales de los dos equipos, ya que, si se proponen mejoras para el aseo general, por ende, también se mejorará la limpieza y desinfección.

Como parte fundamental de este tema, se realizó un diagrama Causa-efecto (Ilustración 5) por medio de una espina de pescado, para identificar las principales fuentes o generadores de tiempos elevados en la realización de los aseo.

Ilustración 5. Diagrama Causa - efecto secadores.



Fuente: Los autores con información recolecta y suministrada por la empresa.

Se evidenció un total de 15 causas bajo el criterio de los autores, de cual se identificó que de acuerdo con la clasificación de las "5 M", la que corresponde al MÉTODO, es la que mayor afecta el problema.

De acuerdo con lo hallado en el diagrama ISHIKAWA, se procede a realizar las 5W, como herramienta de apoyo que permita enfocarse en el problema y encontrar posibles soluciones y/o mejoras que impacten en el problema.

1. What/ Que?:

Metodos inadecudos a la hora de realizar las tareas de Aseo General y Limpieza y Desinfección en los secadores SPRAY y NIRO.

2. When / Cuando?:

En el momento de realizar las labores de aseo.

3. Where / Donde?:

En las máquinas de secado NIRO y SPRAY

4. Who / Quien?:

Los operarios de los equipos de secado a la hora de realizar las tareas.

5. Why / Por qué?

Por falta de estandarización, de aplicación de una metodología y/o evaluación de la forma de realizar dichas labores de aseo.

Con la ayuda de estas causas encontradas que están perjudicando la productividad de los secadores y de las respuestas halladas con la herramienta 5w, se buscó hallar soluciones que mejoren la situación actual de los equipos por medio de métodos, técnicas y herramientas que optimicen los tiempos de aseos.

En los siguientes cuadros se proponen de acuerdo con lo analizado en las visitas, lo hallado en el diagrama de Ishikawa y en el dialogo constante con los involucrados, posibles soluciones para disminuir el tiempo de realización de actividades, y de igual forma cómo se puede transformar las actividades internas a externas mediante métodos de preparación previa o un cambio de procedimiento y la ayuda de herramientas que mejoren las condiciones del trabajo.

Tabla 12. Propuestas de mejora secador SPRAY.

ASEO GENERAL SECADOR SPRAY		I N T E R N A S	E X T E R N A S	¿SE PUEDE MEJORAR?		PROPUESTAS DE MEJORA
Nº DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD			SI	NO, ¿POR QUÉ?	
1	COORDINAR CON EL DE OFICIOS VARIOS EL USO DE AGUA CALIENTE		X	X		El operario debe coordinar con el de oficios varios el uso del agua mientras simultáneamente se verifica el despeje del área para dar la orden, se puede instalar una tubería la cual sea solo para los secadores
2	LAVAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	X		X		Para disminuir el tiempo de ejecución de esta actividad, se debe estandarizar el método de lavar la línea de alimentación.

3	ALISTAR HERRAMIENTAS EN LA ZONA DE DESARME		X	X		El jefe de turno debe informar al operario la programación con anticipación, lo que ayudaría a que el operario tenga todas las herramientas listas para realizar el tipo de aseo.
4	CONECTAR DRENAJE A LOS CONOS	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
5	DESARMAR, LAVAR Y ARMAR BOMBA GAULIM	X		X		Tener una mesa en donde se vayan poniendo cada una de las partes de la bomba, ya que a veces se pierden y el operario tiene que ir a almacén por la faltante.
6	DESARMAR EQUIPO ("Y" INFERIORES Y SUPERIORES, CONOS, BAJANTES, FILTROS DE CONOS)	X		X		Para disminuir el tiempo de realización de estas actividades se debe estandarizar el método de desarme.
7	CONECTAR MANGUERA PARA LAVAR EQUIPO		X	X		Esta actividad debe separarse ya que antes de apagarse la máquina, el operario puede conectar la manguera para lavar al sistema.
8	LAVAR CONOS	X		X		Se propone instalar sistema de tubería de lavado similar con la que cuenta la maquina NIRO, además de estandarizar método.
9	LAVAR BAJANTES	X		X		
10	LAVAR "Y"s SUPERIORES	X		X		Para disminuir el tiempo de esta actividad es necesario instalar una plataforma pequeña o escalera que facilite al operario subirse al equipo para lavar la y superior.
11	PROGRAMAR TIEMPO PARA LAVAR CON CIP (SOLUCIÓN DE SODA CON AGUA CALIENTE)		X	X		Programar con la maquina encendida el uso del cip, de tal manera que sea solo activarlo.
12	LAVAR CON CIP CONOS	X		X		Se propone instalar sistema de tubería de lavado similar con la que cuenta la maquina NIRO, además de estandarizar método.
13	LAVAR CON CIP BAJANTES	X		X		
14	LAVAR CON CIP "Y" SUPERIORES	X		X		para disminuir el tiempo de esta actividad es necesario instalar una plataforma pequeña o escalera que facilite al operario subirse al equipo para lavar la y superior
15	ENJUAGAR CIP CONOS	X		X		Se propone instalar sistema de tubería de lavado similar con la que cuenta la maquina NIRO, además de estandarizar método.
16	ENJUAGAR CIP BAJANTES	X		X		
17	ENJUAGAR CIP "Y" SUPERIORES	X		X		Para disminuir el tiempo de esta actividad es necesario instalar una plataforma pequeña o escalera que facilite al operario subirse al equipo para lavar la y superior.
18	LAVAR DISPERSOR DEL PRODUCTO	X		X		Con el fin de optimizar el tiempo, se propone que el operario sea informado con anterioridad que tipo de producto vaya a ser secado y así, después de lavar el dispersor, instale la boquilla con el número de diámetro indicado.

19	ARMAR EQUIPO ("Y" INFERIORES Y SUPERIORES, CONOS Y BAJANTES)	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
20	APLICAR TRATAMIENTO	X			X	
21	DESINFECTAR EQUIPO Y HERRAMIENTAS	X			X	
22	REVISAR FILTRO DE LOS QUEMADORES 1 Y 2	X			X	
23	CAMBIAR FILTRO DE LOS QUEMADORES 1 Y 2	X			X	
24	DESINSTALAR DRENAJE	X			X	
25	LAVAR CUARTO	X			X	
26	LIBERAR POR PARTE DE CONTROL CALIDAD	X			X	

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas.

Tabla 13. Propuestas de mejora secador NIRO.

ASEO GENERAL SECADOR NIRO		I N T E R N A S	E X T E R N A S	¿SE PUEDE MEJORAR?		PROPUESTAS DE MEJORA
Nº DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD			SI	NO, ¿POR QUÉ?	
1	INSTALAR MANGUERAS DE DESAGUE	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
2	COORDINAR CON EL DE OFICIOS VARIOS AGUA CALIENTE		X	X		El operario debe coordinar con el de oficios varios el uso del agua mientras simultáneamente se verifica el despeje del área para dar la orden, se puede instalar una tubería la cual sea solo para los secadores
3	ALISTAR HERRAMIENTAS		X	X		El jefe de turno debe informar al operario la programación con anticipación, lo que ayudaría a que el operario tenga todas las herramientas listas para realizar el tipo de aseo.
4	ENJUAGAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	X		X		Para disminuir el tiempo de ejecución de esta actividad, se debe estandarizar el método de lavar la línea de alimentación.
5	DESARMAR, LAVAR Y ARMAR BOMBA GAULIM	X		X		Tener una mesa en donde se vayan poniendo cada una de las partes de la bomba, ya que a veces se pierden y el operario tiene que ir a almacén por la faltante

6	CONECTAR MANGUERA PARA LAVAR EQUIPO		X	X		Esta actividad debe separarse ya que antes de apagarse la máquina, el operario puede conectar la manguera para lavar al sistema
7	DESARMAR EQUIPO	X			X	Con respecto a este punto, hay que desatornillar una placa en la turbina extractora, la cual se encuentra en mal estado y genera aumento en el tiempo de desarmar equipo. se propone que por parte de mantenimiento instalen una placa que cuente con menos tornillos y/o mejorar la actual; además de estandarizar método
8	LAVAR DISPERSOR DE PRODUCTO	X			X	Con el fin de optimizar el tiempo, se propone que el operario sea informado con anterioridad que tipo de producto vaya a ser secado y así, después de lavar el dispersor, instale la boquilla con el número de diámetro indicado.
9	LAVAR CONO	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
10	LAVAR CICLON DE FINOS O DE DESCARGA	X			X	De acuerdo con lo analizado en las visitas, se propone la instalación de una tubería adicional del sistema de levado del equipo, que se conecte a la parte inferior del ciclón, ya que el operario tenía que lavar la parte inferior del cono de forma manual debido a que quedan residuos después de lavar el ciclón.
11	LAVAR SCRUBBER	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
12	LAVAR CHIMENEA	x			X	
13	LAVAR TURBINA EXTRACTORA	X			X	Con respecto a este punto, hay que desatornillar una placa, la cual se encuentra en mal estado y. se propone que por parte de mantenimiento
14	LAVAR TUBERIA DEL CONO A CICLON DE FINOS	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
15	PROGRAMAR TIEMPO PARA LAVAR CON CIP (SOLUCIÓN DE SODA CON AGUA CALIENTE)		X	X		Programar con la maquina encendida el uso del cip, de tal manera que sea solo activarlo
16	LAVAR CON CIP EQUIPO (CICLON DE DESCARGA, CONO, SCRUBBER, TURBINA EXTRACTORA, CHIMENEA)	X			X	Tarea que, por su simplicidad o poca complejidad, no se realiza mejoras. También por el bajo tiempo que genera.
17	ENJUAGAR CIP EQUIPO (CICLON DE DESCARGA, CONO, SCRUBBER, TURBINA EXTRACTORA, CHIMENEA)	X			X	
18	APLICAR DESINFECTANTE	X			X	
19	CERRAR EQUIPO	X			X	

20	DESINSTALAR MANGUERAS DE DESAGUE	X			X
21	REVISAR Y/O CAMBIAR FILTRO DE LA TURBINA C1	X			X
22	LAVAR Y SECAR CUARTO	X			X
23	LIBERAR POR PARTE DE CONTROL CALIDAD	X			X
24	APLICAR TRATAMIENTO	X			X

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas.

Inicialmente, en el objetivo 2, después de revisar las actividades que se realizaban con la máquina parada, se clasificaron como internas todas. Al analizar cuáles de estas actividades podrían convertirse en externas se encontró que en el equipo Spray, de las **26** actividades clasificadas como internas con un tiempo de **6 horas con 28 minutos**, quedaron **21** actividades con un tiempo de **5 horas con 48 minutos**.

De igual forma, Como resultado de las **24** actividades que fueron clasificadas como internas en el secador NIRO al inicio del estudio, con un tiempo de **4 horas con 23 minutos**, quedaron **19** actividades las cuales dan un tiempo de **3 horas con 53 minutos**.

Estos dos tiempos que se obtuvieron, son solo con el cambio de actividades internas a externas; a continuación, se realizara dos propuestas las cuales parten de la mejora del cambio de las actividades y en donde si se verá un cambio significativamente positivo en el tiempo de los paros de los secadores NIRO y SPRAY.

13.3. Fase 3. Propuestas.

13.3.1. Implementación de las sugerencias más el método SMED propuesto.

De acuerdo con lo anterior, el tiempo de los aseos generales en el SPRAY y NIRO sería de **5 horas con 48 minutos** y **3 horas con 53 minutos** respectivamente, aplicando solo las mejoras de la separación de actividades internas y externas. Ahora, respecto a las propuestas por equipo, se puede decir que al estudiar, evaluar, analizar y detallar las actividades que se observaron para la toma de tiempos, se logró encontrar las siguientes reducciones que se obtendrían:

Respecto al SPRAY:

- Si se instala un conducto especial para el agua y el CIP, el cual sea solo para el Spray, se está hablando de una reducción del 50%, ya que el tiempo de traslado del operario para lavar la maquina por las diferentes boquillas es la que genera más demora en la realización de los aseos; el cual sería más o menos de **43 minutos**. También se reducirá el riesgo por quemaduras y laborar a temperaturas elevadas.
- Con la implementación de la plataforma o escalera para las actividades de abrir, lavar, aplicar CIP y cerrar las Y's superiores, se optimizaría en un 50% del tiempo total de estas actividades, lo cual sería **13 minutos** aproximadamente ya que es lo más ocasiona demora en la realización de estas labores, además de facilitar la tarea, disminuirá el riesgo por caída por superficie irregular o inestable y quemaduras.
- Implementación de una mesa para colocar las piezas de la bomba Gaulin, además de dar orden a la realización de esta actividad, se evitará casi en un 100% la perdida de alguna parte de este equipo, evitando que el operario tenga que movilizarse hasta el almacén de repuestos, generando un

aumento en el tiempo de la tarea. Así mismo, al dar orden en el desarme de la bomba Gaulin se disminuiría el tiempo en **15 minutos**, ya que el operario sabe dónde está ubicada cada parte facilitando de igual forma su lavado.

- Sumado a esto si se le informa al operario con anterioridad del tipo de producto a secar, después del aseo el ya sabría que diámetro de boquilla poner al equipo, y así reducir el tiempo que gasta el trabajador en buscar al jefe de turno para preguntarle. Y de igual forma se disminuiría el tiempo que gastaría en movilizarse al cuarto de empaque donde están las boquillas, lo que en tiempo sería **12 minutos**.

Con lo anterior, el tiempo del Spray quedaría de **4 horas con 25 minutos**⁴¹

Respecto al NIRO:

- Implementación de una mesa para colocar las piezas de la bomba Gaulin, además de dar orden a la realización de esta actividad, se evitará casi en un 100% la pérdida de alguna parte de este equipo, evitando que el operario tenga que movilizarse hasta el almacén de repuestos, generando un aumento en el tiempo de la tarea en 18 min. Así mismo, al dar orden en el desarme de la bomba Gaulin se disminuiría el tiempo en **15 minutos**, ya que el operario sabe dónde está ubicada cada parte facilitando de igual forma su lavado.
- También, si el operario con anterioridad es informado qué tipo de producto será secado después del aseo; él ya sabrá que diámetro de boquilla poner al equipo, y así reducir el tiempo que gasta el trabajador en buscar al jefe de turno para preguntar, como también disminuiría el tiempo de movilizarse al cuarto de empaque donde están las boquillas, lo cual sería de **12 minutos**.

⁴¹ 5 horas 48 minutos – 43 minutos – 13 minutos – 15 minutos – 12 minutos = 4 horas 25 minutos.

- Con respecto a la placa que remueven para el lavado de la turbina extractora, si mantenimiento la convierte en una boquilla como las que cuenta el equipo NIRO y SPRAY, disminuiría el tiempo en **5 minutos**
- El quipo cuenta con tuberías las cuales van conectadas por diferentes partes de su sistema para su lavado, pero en la parte inferior del ciclón de finos generalmente queda residuo de producto al terminar el lavado, lo cual genera que el operario tenga que lavar manualmente esta parte. Si se instala una tubería adicional al sistema de agua que vaya conectada a la parte inferior del ciclón de finos se reduciría en **7 min** la actividad manual del operario.

Teniendo en cuenta los tiempos propuestos anteriormente para el NIRO, el aseo quedaría de **3 horas con 13 minutos**.⁴²

- Estandarización: El primer punto para definir un estándar de las operaciones de aseo general en las respectivas maquinas fue un estudio de tiempos, este nos permitió determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea mediante una muestra representativa

Seguidamente se planteó mediante la propuesta SMED reducir los tiempos de cambio de actividades internas a externas y la mejora de los tiempos de las actividades internas, y finalmente se explica a continuación cómo se definió el estándar de operación.

Los autores realizaron una tabla que por medio del sistema de calificación Westinghouse (tabla 7), se determinó el operario para cada secador que

⁴² 3 horas 53 minutos – 15 minutos – 12 minutos – 5 minutos – 7 minutos = 3 horas 13 minutos.

aparte de realizar un buen tiempo, ejecutaba las tareas de mejor manera que los otros operarios y contaba con mayor actitud y aptitud. Por lo que se tomaron en cuenta la secuencia de actividades que dichos operarios ejecutan como estándar en la realización de los aseos para cada máquina.

- Capacitación: se propone capacitar el personal con el fin de “mejorar el desempeño de las personas y la eficiencia de la organización” (Ministerio de salud, 2016)

Para realizar la capacitación es necesario saber que el enfoque tiene la propuesta es prospectivo debido a que es orientado a prever las necesidades de capacitación lo cual resultara de un cambio proyectado. De acuerdo con lo anterior, se realiza la planificación general de la capacitación donde se incluye las propuestas de capacitación y la elaboración del plan.

A continuación, se muestra los temas a capacitar de acuerdo con la propuesta de implementación para ser incluido dentro del plan de capacitación de los operarios.

1. Concepto SMED: explicar a los trabajadores sobre los conceptos de esta metodología
2. Estandarización de actividades externas: explicar a los trabajadores sus nuevas funciones y las actividades que no pertenecerán en la realización del aseo a cada máquina.
3. Nuevos dispositivos o herramientas: mostrar y explicar las nuevas herramientas para la reducción de tiempos de lavado de las Y's superior, y la nueva mesa para colocar las piezas de la bomba gaulin.

Estos temas para tratar serán encargados por el coordinador de mantenimiento en un tiempo de 60 minutos mediante una evaluación práctica.

13.3.2. Implementación de las sugerencias, más el método SMED propuesto y un segundo operario.

Para los secadores, si se cuenta con un segundo operario para la realización de los aseos, permitiría que cada trabajador se encargue de un conjunto de actividades específicas, en donde las actividades de un operario no afecten la ejecución de las tareas del otro este operario puede ser seleccionado del mismo área de trabajo que conozca sobre el funcionamiento de las máquinas y de su proceso de aseo, contando con que en el momento del paro se encuentra más de un operario libre y para esta función le corresponde solo a uno, por lo que la ayuda de un auxiliar o un segundo operario puede ser necesaria.

Dicho lo anterior, si el segundo operario en el SPRAY se encarga de las tareas que se encuentran en el cuarto de empaque o en el primer piso tales como: lavar la bomba gaulin, lavar el cuarto, instalar y desinstalar drenaje y aplicar desinfectante el tiempo quedaría de la siguiente manera para cada operario:

Tabla 14. Distribución de tiempos y actividades por operario en secador SPRAY.

SECADOR SPRAY	TIEMPO (hr/min/seg) ⁴³	OPERARIOS	
TIEMPO TOTAL ASEO GENERAL	4:19:39	OPERARIO 1 (tiempo total aseo general - actividades) (hr/min/seg)	OPERARIO 2 (suma de actividades primer piso) (hr/min/seg)
DESARMAR, LAVAR Y ARMAR BOMBA GAULIN	1:40:13		
LAVAR CUARTO	0:34:01		
TIEMPO TOTAL DE OPERARIO		2:05:25	2:14:14

Fuente: los autores basados con información recolectada en las visitas.

⁴³ (hr/min/seg): horas : minutos : segundos

De acuerdo con la tabla anterior, el tiempo para el Secador SPRAY, sería el tiempo que dio más alto entre los dos operarios; para el caso de este equipo el tiempo quedaría de **2 horas con 14 minutos**.

Para el secador NIRO, con un segundo operario que al igual que el SPRAY ayude en las actividades que se realizan en el primer piso o en el cuarto de empaque, se obtendría los siguientes tiempos por operario. Con el fin de equilibrar los tiempos de los dos operarios, en este secador además de las actividades del primer piso, se suma el lavado de la línea de alimentación, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 15. Distribución de tiempos y actividades por operario en secador NIRO.

SECADOR NIRO	TIEMPO (hr/min/seg)	OPERARIOS	
TIEMPO TOTAL ASEO GENERAL	3:13:40	OPERARIO 1 (tiempo total aseo general - actividades) (hr/min/seg)	OPERARIO 2 (suma de actividades primer piso) (hr/min/seg)
DESARMAR, LAVAR Y ARMAR BOMBA GAULIN	0:57:53		
LAVAR CUARTO	0:15:36		
INSTALAR Y DESINSTALAR DRENAJE	0:04:45		
APLICAR DESINFECTANTE	0:09:08		
ENJUAGAR LINEA DE ALIMENTACIÓN	0:09:21		
TIEMPO TOTAL DE OPERARIO		1:36:57	1:36:43

Fuente: los autores basados con información recolectada en las visitas.

De acuerdo con la tabla anterior, el tiempo para el Secador NIRO, sería el tiempo que dio más alto entre los dos operarios; para el caso de este equipo el tiempo quedaría de **1 hora con 36 minutos**.

14. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

De acuerdo con las propuestas de mejoras sugeridas en el presente documento, se plantean a continuación los costos encontrados para cada estrategia

Tabla 16. Análisis costo - beneficio de la implementación.

ESTRATEGIA	REQUERIMIENTO	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIOS
Instalación de un conducto especial para el agua y el cip, el cual solo sea para la máquina SPRAY	Controlar la labor con el personal contratista del área de mantenimiento	+/- \$1.500.000	Reducción del tiempo de traslado del operario lavando la máquina por las diferentes boquillas. También, mejorará las condiciones laborales del operario
Plataforma para facilitar el lavado de las Y's superiores en el equipo SPRAY		\$340.000	Reducción del tiempo para subir y lavar las Y's superiores. Disminuirá el riesgo por caída, por superficie irregular o inestable y quemaduras.
Mesa para colocar piezas de la bomba gaulin en el momento de desarme		\$250.000	Brindar un orden en la realización de esta actividad y evitar la pérdida de alguna pieza de la bomba Gaulin
dispositivo de radio comunicación	Solicitar requerimiento de acuerdo con la necesidad	\$120.000	Reducir el tiempo de movilización al buscar las boquillas de acuerdo con el producto que se va a secar.
un operario auxiliar para el aseo de cada máquina	Autorización por parte del jefe de turno	No requiere costo de implementación	La división de actividades en el aseo puede optimizar el tiempo que toma en hacerlo un solo operario.
Capacitación del personal operativo	Utilizar las horas laborales asignadas para la capacitación y entrenamiento del personal		Ampliar conocimiento del personal involucrado en el proceso productivo, a través de la capacitación e implementación de la herramienta SMED.
Estandarización	Auditoria y materiales de la capacitación		Mediante SMED y estandarización se logra reducir el tiempo de las actividades en la realización del aseo general de las máquinas.

Fuente: Los autores con información recolectada y suministrada por la empresa.

Ahora, para el beneficio conseguido por medio de las propuestas, se presenta (tabla 17) las ganancias obtenidas con cada una de las estrategias planteadas en términos de tiempo. Para este punto se proyectó si en los diez meses que se realizó el análisis

de los aseos, en vez del tiempo actual, se hubiera utilizado los tiempos de las propuestas.

Tabla 17. Beneficio tiempo

ASEO GENERAL							
	SPRAY		NIRO		Tiempo total de los paros	Tiempo disponible de los equipos	% de ocupación en Aseo General
	N° paros	total, min	N° paros	total, min			
ACTUAL	86	27.258	79	22.365	49.623	864.000	5,74%
PROPUESTA 1	86	22790	79	15247	38.037	864.000	4,40%
PROPUESTA 2	86	11.524	79	7.584	19.108	864.000	2,21%
						Tiempo total ganado P1 (min)	11.586
						Tiempo total ganado P2 (min)	30.515

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas a la empresa

Con el fin de comprender el beneficio de las propuestas y por último analizar los resultados con el costo de las estrategias, se hablará del producto que más se elabora, el cual es el EXLV LS 3111.

De otro modo, por medio de la información suministrada por la empresa, se puede decir que por cada equipo se determina cierta cantidad de producto a secar, lo cual está determinado en las siguientes dos ecuaciones dadas en unidades Kilogramos/minuto.

Ecuación 5. Tasa de secado EXLV LS 3111 en máquina SPRAY.

$$69 \frac{Kg}{hora} * \frac{hora}{60 min} = 1,15 \frac{Kg}{min} \quad (5)$$

Ecuación 6. Tasa de secado EXLV LS 3111 en máquina NIRO

$$92,5 \frac{Kg}{hora} * \frac{hora}{60 min} = 1,54 \frac{Kg}{min} \quad (6)$$

De acuerdo con el historial de paros programados de la empresa y con el cual se realizó el estudio, se obtuvo que en un lapso de 10 meses se ejecutaron 86 aseos generales a la máquina SPRAY y 79 a la máquina NIRO. con la información anterior se puede decir que se realizó **0,28 Ag/día**⁴⁴ a la máquina SPRAY y **0,26 Ag/día**⁴⁵ a la máquina NIRO.

Continuando con lo anterior, se puede decir que cada 1,15 minutos se seca un kilogramo del producto EXLV LS 3111 en la máquina SPRAY y 1,54 en la máquina NIRO; si el equipo funcionara durante 24 horas continuas se podría secar 1656 kg/día en el equipo SPRAY y 2220 Kg/día en el NIRO.

14.1. Método actual

Se sabe que se realiza 0,28 Ag/día al SPRAY y 0,26 Ag/día al NIRO, lo cual se descuenta este tiempo, un aseo general demora 388 minutos en la maquina SPRAY y 263 minutos en la máquina NIRO lo que al día demoraría 108,64 minutos (7) para el SPRAY y 68,38 minutos (8) para el NIRO dando como tiempo disponible para cada máquina 1331,36 min (9) y 1371,62 min (10) respectivamente, fabricando así 1531 kg/ día (11) para el SPRAY y 2115,24 kg/ día (12)

Ecuación 7. Tiempo Aseo general SPRAY por día.

$$388 \frac{min}{Ag} * 0,28 \frac{Ag}{día} = 108,64 \frac{min}{día} \quad (7)$$

⁴⁴ (86 Ag/10mes) / 30días = 0.28 Ag/día

⁴⁵ (79Ag/10mes) / 30días = 0.26 Ag/día

Ecuación 8. Tiempo Aseo general NIRO por día.

$$264 \frac{\text{min}}{\text{Ag}} * 0,26 \frac{\text{Ag}}{\text{día}} = 68,38 \frac{\text{min}}{\text{día}} \quad (8)$$

Ecuación 9. Tiempo disponible para secar SPRAY.

$$1440 \frac{\text{min}}{\text{día}} - 108,64 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 1331,36 \frac{\text{min}}{\text{día}} \quad (9)$$

Ecuación 10. Tiempo disponible para secar NIRO.

$$1440 \frac{\text{min}}{\text{día}} - 68,38 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 1371,62 \frac{\text{min}}{\text{día}} \quad (10)$$

Ecuación 11. Kilogramos secados SPRAY por día.

$$1331,36 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 1,15 \frac{\text{Kg}}{\text{min}} = 1531, \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \quad (11)$$

Ecuación 12. Kilogramos secados NIRO por día.

$$1371,62 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 1,54 \frac{\text{Kg}}{\text{min}} = 2115,24 \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \quad (12)$$

14.2. Método mejorado I.

Se puede observar que dichas maquinas respectivamente estaban secando de producto seleccionado 1531 kg/día para el SPRAY y 2115,24 Kg/día para el NIRO, pero ahora implementando el SMED se incrementaría a **1571,08 kg/día** para el SPRAY y **2142,6 kg/día** para el NIRO.

14.3. Método mejorado II.

Si se toma en cuenta el método mejorado más un operario auxiliar para los aseos generales en cada máquina se incrementaría **1612,85kg/día** para el SPRAY y **2181.52 kg/día** para el NIRO.

De acuerdo con lo anterior y mediante información suministrada por la empresa, 1 kg de producto EXLV3111 cuesta **\$8347 pesos**; con la información anterior, se presenta la tabla 18, en la cual se muestra de acuerdo con la cantidad que generó cada método y su respectiva ganancia y la diferencia de cada mejora frente al método actual.

Tabla 18. Ganancias generadas por método.

SECADOR	PRECIO PCTO	MÉTODO ACTUAL		GANANCIA MÉTODO M1		GANANCIA MÉTODO M2		
		CANTIDAD (Kg/día)	GANANCIA (pesos)	CANTIDAD (Kg/día)	GANANCIA (pesos)	CANTIDAD (Kg/día)	GANANCIA (pesos)	
SPRAY	\$ 8.347	1531	\$12.779.257	1571,08	\$13.113.805	1612,85	\$13.462.459	
NIRO	\$ 8.347	2115,58	\$17.658.746	2142,6	\$17.884.282	2181,52	\$18.209.147	
						INCREMENTO M1 (día)	INCREMENTO M2 (día)	
						SPRAY	\$ 334.548	\$ 683.202
						NIRO	\$ 225.536	\$ 550.401

Fuente: Los autores con información suministrada por la compañía.

Lo anterior refleja que si antes en método actual se trabajaba en **92,45%**⁴⁶, con el método mejorado se trabaja un **94,84%** y con la última propuesta en un **97%** de la productividad de la máquina SPRAY. Para la maquina NIRO se tiene que, se trabajaba en el método actual en un **95,25%**, para el método mejorado en un **96,41%** y para el ultimo método se trabaja en un **98,26%**.

⁴⁶ (1531/1656 = 92,45%)

14.4. Tasa de retorno.

De acuerdo con las propuestas planteadas y al costo que genera cada una, en la siguiente tabla se representa el tiempo en que la compañía recuperaría la inversión en las propuestas.

Tabla 19. Tasa de retorno de la inversión.

	INGRESOS M1 (días)	INGRESOS M2 (días)
INVERSIÓN INICIAL	\$ - 2.210.000	
SPRAY	\$334.548	\$683.202
NIRO	\$225.536	\$550.401
	TASA DE RETORNO I (días)	TASA DE RETORNO II (días)
SPRAY	6,6	3,2
NIRO	9,8	4,0

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas a la empresa.

14.5. TMAR Y TIR

14.5.1. TMAR

Como último punto del presente capítulo, se calcula de TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento o Retorno) y la TIR (Tasa Interna de retorno) con el fin de contar con un pilar más que ratifique la viabilidad de las propuestas se generaron. Para el caso de la TMAR se cuenta con la siguiente ecuación.

Ecuación 13. Fórmula TMAIR

$$TMAIR = f + i \quad (13)$$

Donde: i = Riesgo de la inversión
 f = Tasa de inflación

Teniendo en cuenta la tasa de inflación para el año actual del 3,8%⁴⁷ y para el presente trabajo se tomará una tasa de bajo riesgo a la inversión del 6%, ya que es un producto de alta demanda, con poca competencia y precio constante. Aplicando la formula se obtiene una **TMAR de 9,8%**

14.5.2. TIR

Para el caso de la TIR (Tasa Interna de Retorno) que:

- Si la TIR > TMAR → Acepta proyecto
- Si la TIR < TMAR → Rechazar proyecto

De acuerdo con lo anterior, se presenta la siguiente tabla (Tabla 20) en donde se observa la TIR de cada propuesta, teniendo como flujo de caja la inversión inicial y lo esperado de ganar al mes por medio de cada propuesta.

Tabla 20. TIR por propuesta

PPTA	Inversión	mes 1	TIR
SPRAY M1	-2.210.000	\$10.036.440	354%
SPRAY M2	-2.210.000	\$20.496.060	827%
NIRO M1	-2.210.000	\$6.766.080	206%
NIRO M2	-2.210.000	\$16.512.030	647%

Fuente: Los autores.

Con respecto a los resultados, se puede decir que todas las propuestas son rentables ya que son mayores al TMAR del proyecto.

⁴⁷ Tomado de <https://www.dane.gov.co/>

15. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a los resultados que se obtuvieron por medio de las propuestas que se presentaron en el actual documento, se lograron los siguientes datos para cada secador. Como se puede ver en la siguiente tabla, los datos contenidos en ella son los datos de cada propuesta que se generó en el presente trabajo convertidos totalmente en minutos:

Tabla 21. Resultados de las propuestas

SECADORES	TIEMPO ACTUAL (MIN)	TIEMPO PROPUESTA SMED (1) (MIN)	MEJORA PORCENTUAL (1)	TIEMPO PROPUESTA SMED Y SEGUNDO OPERARIO (2) (MIN)	MEJORA PORCENTUAL (2)
SPRAY	388	265	31,7%	134	65,5%
NIRO	263	193	26,6%	96	63,5%

Fuente: Los autores con información recolectada del presente trabajo.

En el caso de la primera propuesta 1 (propuesta SMED), se evidencia una mejora del 31,7% para el SPRAY en términos de aseo, un aumento de la productividad del equipo del 2,39% y crecimiento diario de \$334.548 en ámbito económico. Para el equipo NIRO, se puede ver un 26,6% de mejora en termino de aseo, un aumento de la productividad del 1,16% y crecimiento económico diario de \$225.536.

Para la segunda propuesta 2 (Propuesta SMED y un segundo operario), se observa una mejora del 65,5% en términos de aseo, un crecimiento en la productividad de 4,55% y un aumento económico diario de \$683.202 para el secador SPRAY. Por último, en el secador NIRO se evidencia una mejora de 63,5% en términos de aseo, un aumento de la productividad de 3.01% y unas ganancias adicionales diarias de \$550.401.

15.1. Cálculo de la OEE

De acuerdo con la fórmula para calcular la Eficiencia general de equipos (OEE), es necesario contar los valores de las variables Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Para ello hay que contar con los datos de las siguientes letras:

- A: Tiempo disponible.
- B: Tiempo productivo.
- C: Capacidad productiva.
- D: Producción real.
- E: Producción Real.
- F: piezas buenas o producto bueno.

Dichas letras se presentan en la siguiente tabla (Tabla 22) y permiten encontrar los respectivos valores para cada situación o mejora que se ha propuesto.

Tabla 22. Cálculo de la de eficiencia OEE.

SPRAY				NIRO			
Actual		A	1.440	Actual		A	1.440
Disponibilidad (B/A)	92,46%	B	1.331	Disponibilidad (B/A)	95,25%	B	1.372
Rendimiento (D/C)	92,45%	C	1.656	Rendimiento (D/C)	95,25%	C	2.220
Calidad (F/E)	100,00%	D	1.531	Calidad (F/E)	100,00%	D	2.115
		E	1.531			E	2.115
		F	1.531			F	2.115
EFICIENCIA OEE	85,5%			EFICIENCIA OEE	90,7%		
Mejorado 1				Mejorado 1			
Disponibilidad (B/A)	94,85%	B	1.366	Disponibilidad (B/A)	96,52%	B	1.390
Rendimiento (D/C)	94,87%	C	1.656	Rendimiento (D/C)	96,41%	C	2.220
Calidad (F/E)	100,00%	D	1.571	Calidad (F/E)	100,00%	D	2.140
		E	1.571			E	2.140
		F	1.571			F	2.140
EFICIENCIA OEE	90,0%			EFICIENCIA OEE	93,1%		
Mejorado 2				Mejorado 2			
Disponibilidad (B/A)	97,39%	B	1.402	Disponibilidad (B/A)	98,27%	B	1.415

Rendimiento (D/C)	97,39%	C	1.656	Rendimiento (D/C)	98,27%	C	2.220
Calidad (F/E)	100,00%	D	1.613	Calidad (F/E)	100,00%	D	2.182
		E	1.613			E	2.182
		F	1.613			F	2.182
EFICIENCIA OEE	94,9%			EFICIENCIA OEE	96,6%		

Fuente: Los autores con información recolectada en las visitas a la empresa.

Respecto a los resultados obtenidos en la tabla 21, se puede decir respecto a la Clasificación OEE que hubo un aumento en la eficiencia de los equipos, en donde la máquina SPRAY dentro del método actual y el método mejorado 1 se consideran clasificación “buena”, Entra en Valores World Class. Buena competitividad. En el caso del método mejorado 2, se considera clasificación “excelencia”, Valores World Class. Excelente competitividad; lo que garantiza a la empresa ser más competitiva, maximizar el rendimiento de los equipos e incrementar la calidad en procesos.

Ahora bien, dentro de la clasificación OEE en el que se encuentra la maquina NIRO en su método actual y mejorado 1 se considera como “buena”, pasando a ser en su método mejorado 2 a “excelencia” permitiendo así de igual forma a la empresa ser más competitiva, reducir costos de reparación de equipos e incrementando calidad en sus procesos.

16. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se logró evidenciar y cuantificar la problemática del proyecto, el cual daría las pautas y la brecha para saber cuál sería las metodologías, técnicas y herramientas que se utilizarían para buscar dar solución. Por otro lado, el capítulo de justificación demostró la importancia y necesidad de mejorar y/o solucionar la situación por la cual se decidió realizar el presente documento.

Por consiguiente, los diferentes marcos permitieron dar un conocimiento que ayudaría a entender y comprender los métodos, filosofías y expresiones que se utilizarían en el transcurso de todo el proyecto y así, el lector se pueda centrar en el tema que se trató y poder tener criterio frente al manejo de proyecto. Es necesario e importante el apoyo de fuentes informáticas que de soporte de lo que está expresando los autores en el transcurso del trabajo.

Empezando ahora si con los objetivos, se logró de acuerdo con el primero, por medio de herramientas, contextualizar al lector del proceso productivo en los cuales los secadores NIRO y SPRAY hacen parte fundamental; como también, por medio de herramientas y técnicas como flujogramas, diagrama Sipoc y textos.

Para el siguiente objetivo, se aclaró como primera parte algunos conceptos o palabras que se utilizaron para describir las tareas que componen los aseos; posteriormente, se determinaron el grupo de actividades por cada secador y tipo de aseo.

Continuando con los objetivos, en el tercero se encuentra la propuesta de la metodología SMED, en donde se propuso de acuerdo a lo hallado dos propuestas, las cuales constan de implementación de diferentes técnicas, mejora del área laboral y herramientas que permitan desarrollar cada tarea ; la otra propuesta que se pudo tener, consta de la contratación o apoyo de un segundo operario por

secador, colaborando en un conjunto de tareas específicas que no interfieran con las tareas que desarrolle su compañero.

Para el objetivo costo – beneficio, se determinaron las diferentes estrategias, los requerimientos y costos donde se estableció que unos no requerían costo de implementación debido a que la empresa podía recurrir con la ejecución de la estrategia, de igual forma se concluye que mediante la aplicación de una metodología SMED y las diferentes propuestas de mejora la empresa logra una reducción de tiempo en la realización de aseos para las diferentes máquinas de secado.

Por último, en los resultados se observa claramente una notoria disminución de los tiempos de los aseos generada por las dos propuestas, un aumento en la productividad de los equipos y un crecimiento económico con unas tasas de reintegro de la inversión muy bajas.

17. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el presente proyecto, se recomienda investigar y examinar herramientas y técnicas relacionadas con la minimización de desperdicios y la optimización de la productividad, tales como:

- TPM (mantenimiento productivo total), eliminar las pérdidas debido al estado de los equipos.
- Mejorar las condiciones laborales de los operarios que realizan los aseos, ya que están expuestos a varios riesgos profesionales, tales como: altas temperaturas, trabajo en alturas, posturas no ergonómicas, etc.
- Fomentar al personal la cultura Lean con el fin de promover un ambiente de trabajo limpio y ordenado, permitiendo desenvolverse de una manera más eficiente.
- Se recomienda, la aplicación de las propuestas generadas para mejorar el tiempo de los aseos, ya que como se evidenció en el presente documento, estos son los causantes de tiempos elevados en los paros programados.
- Evaluar el desempeño de los operarios, para que todos laboren con mismo ritmo estándar. Se encontró variaciones en los tiempos de ejecución de los aseos de los secadores NIRO y SPRAY.

18. BIBLIOGRAFIA

Arias, Fideas G.; El proyecto de la investigación, introducción a la metodología científica. Quinta edición. Capítulo 2, P. 24. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. (2006).

Beltrán Rodríguez, Carlos Eduardo. Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa hlf romero s.a.s.. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad de la Salle, facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, 2017.

CAMACHO, Adriana, LOPEZ, Natalia, BONILLA, Patricia, MONGE, Juan Carlos. single minute exchange of dies (smed). Gerencia de Calidad. ND, 2008. p. 2.

César Camisón, Sonia Cruz y Tomás González Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas PEARSON EDUCACIÓN, S. A., Madrid, 2006

Estrada Nieto, Fabián Andrés; Mussen Delgado, Jhon Edinson y manyoma Velásquez, pablo César. Desarrollo de la metodología smed para reducir los tiempos generados por cambios de referencia en el área de empaque de una empresa del sector farmacéutico en la ciudad de cali. En: Asociación brasileña de ingeniería de producción, 2010.

Erazo Rubio, Hernán Darío: Diseño de la estrategia para implementación de un control de piso automatizado aprovechando plataforma sap. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad autónoma de occidente, 2006.

García Jojoa, Cesar Enrique. 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. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad de San Buenaventura seccional Cali, Facultad de Ingeniería, programa de Ingeniería Industrial, 2013

Hurtado, Iván; Toro, Josefina; Paradigmas de la investigación. (1998)

Womack, James y Jones, Daniel. Lean Thinking. New York; NY. Second edition, (2003)

JONES, Daniel T y WOMACK James P. Lean Thinking: cómo utilizar el pensamiento lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa. Gestión, 2000, 2012. 504 p.

Kenawy, George. Introducción al estudio del trabajo. 4ta edición. Ginebra: 1996. 251P.

Mihí Ramírez, Antonio y Rivera Rodríguez, Hugo Alberto. El mejoramiento continuo. Facultad de Administración. Centro de Estudios Empresariales para la perdurabilidad (CEEP). Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2008.96 p.—(Serie Documentos de Investigación; 47).

Pertuz Rodríguez, Armando José. Implementación de la metodología (smed) para la reducción de tiempos de alistamiento (set up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de barranquilla. Tesis de pregrado en ingeniería. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2018.

Produkt control. Eficiencia del sistema productivo OEE [en línea] <
<http://produktcontrol.com/OEE.aspx>

RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. 1 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2011. 2 p.

ROJAS, Laura Juliana, CORTEZ, Carlos Alberto. Aplicación de la metodología ESMED para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa papeles nacionales S.A. Universidad Tecnológica de Pereira. P.23. Pereira. 2014 [En línea]. [Consultado el 22 de noviembre de 2018]. Disponible en:<
<http://repositorio.utp.edu.co>>

SAMPIERI, Roberto.; et al. Metodología de la investigación. Editorial McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Quinta edición. Capítulo 3, p. 44. México DF. (2010)

Sarria Yépez, Mónica Patricia; Fonseca Villamarín, Guillermo Alberto y Bocanegra Herrera, Claudia Cristina. Modelo metodológico de implementación lean manufacturing. Tesis de pregrado en ingeniería. En: Revista Escuela de Administración de Negocios. 2017.

SHINGO, Shingeo. Una revolución en la producción: el sistema SMED. Estados Unidos: Productivity Press, 1997. Citado por VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. 2 ed. México: Limusa, 2008. p.

Shigeo Shingo (1909-1990) ingeniero industrial japonés que fue contratado en 1955 como consultor en Toyota Motor Company, a quien se le atribuye haber creado la herramienta de SMED.

Tomado de: <https://historia-biografia.com/taiichi-ohno/>

Tomado de <https://www.gob.mx/senasica/articulos/una-definicion-clara-de-inocuidad-70674?idiom=es>

Tomado de <https://indd.adobe.com/view/c66fb22b-2d48-48cb-9c8e-4c3b5072e884>

Tomado de <https://mdc.org.co/desperdicios-lean-manufacturing>

Tomado de <http://www.leanroots.com/SMED.html>

Tomado de <http://lean-esp.blogspot.com> / 2008/09 / 71-tipos-de-desperdicios.html.

Tomado de <http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/16/setup.htm>.

Tomado de <https://www.dane.gov.co/>

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. 2 ed. México: Limusa, 2008. 13 P.

WORD CLASS MANUFACTURING. Que es la Eficiencia General de los Equipo (OEE) [en línea] < <http://world-class-manufacturing.com/es/OEE/oeecalculation.html>

19. ANEXOS

Anexo 1. Formato listado de actividades.

PERSONA ENCARGADA DE LA OBSERVACIÓN: _____			
SECADOR: _____		OPERARIO: _____	
TIPO DE ASEO: _____		HORA DE INICIO: _____	
FECHA: _____		HORA FINAL: _____	
N°	ACTIVIDAD	TIEMPO	OBSERVACIÓN