



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE COMO ESTRATEGIA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

**SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) AS A
STRATEGY TO INCREASE PRODUCTIVITY**

Alan Daniel Ventura Martinez

Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán - México

Israel Becerril Rosales

Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán - México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15524

Single Minute Exchange of Die como Estrategia Para el Aumento de la Productividad

Alan Daniel Ventura Martinez2018150480999@tesjo.edu.mx<https://orcid.org/0009-0006-9968-1636>

Tecnológico Nacional de México -

Tecnológico de Estudios Superiores de

Jocotitlán

México

Israel Becerril Rosalesisrael.becerril@tesjo.edu.mx<https://orcid.org/0000-0001-6985-1354>

Tecnológico Nacional de México -

Tecnológico de Estudios Superiores de

Jocotitlán

México

RESUMEN

La productividad es un aspecto clave que las empresas buscan mejorar continuamente, identificando oportunidades de mejora en las diferentes áreas de la organización, por este motivo, el presente estudio se centra en la implementación de la metodología Single Minute Exchange of Die (SMED) en el área de acondicionamiento de una empresa farmacéutica ubicada en Lerma. Tomando como estudio e implementación el proceso de limpieza parcial como general, puesto que se detectó que la duración de esta tarea excedía el tiempo promedio, además de que había actividades innecesarias que podían ser eliminadas. Como parte de las primeras fases, se midió el tiempo de limpieza parcial y general, obteniendo resultados de 97 minutos y 159 minutos respectivamente. Para lograr esta implementación se aplicaron 5 fases que constan de la identificación y clasificación de actividades, toma de tiempos, clasificación de actividades en internas como externas, eliminación de actividades que no agregan valor y finalmente la estandarización. Gracias a este proceso, se logró reducir el tiempo de limpieza parcial a 67 minutos y la limpieza general a 121 minutos. Sin embargo, se considera que los resultados podrían seguir mejorando con una supervisión adecuada del proceso.

Palabras clave: eficiencia, mudas, productividad, Single-Minute Exchange of Die (SMED), toma de tiempos

Single Minute Exchange Of Die (SMED) as a Strategy to Increase Productivity

ABSTRACT

Productivity is a key aspect that companies constantly seek to optimize, identifying opportunities for improvement within the different areas of the organization, for this reason, this study is based mainly on the implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology in the conditioning area of a pharmaceutical industry located in Lerma. Taking as a study and implementation the partial cleaning process as general, since it exceeded the average washing time, likewise, unnecessary activities that could be eliminated were identified. As part of the first phases, partial and general cleaning time was measured, the partial cleaning time was equal to 97 minutes and the general cleaning was equivalent to 159 minutes. To achieve the implementation of the methodology, 5 phases were carried out, which consist of identification and classification of activities, time recording, classification of activities into internal and external, elimination of activities that do not add value and finally standardization. Thanks to this process, partial cleaning time was reduced to 67 minutes and general cleaning to 121 minutes. Finally, it is considered that the results could continue to improve with adequate monitoring of the process.

Keywords: efficiency, mudas, productivity, Single-Minute Exchange of Die (SMED), cycle time

Artículo recibido 03 octubre 2024

Aceptado para publicación: 22 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

La productividad es un factor que impulsa el crecimiento de una empresas, busca “aumentar la producción por hora-trabajo o por tiempo utilizado (Zuñiga, 2014), esto optimizando procesos, herramientas, equipos de trabajo u/o maquinaria, con la finalidad de “lograr los objetivos institucionales, mejorar la calidad de los productos y servicios del cliente, fomentar el desarrollo de los trabajadores y contribuir con los beneficios económicos” (Combeller, 1999). Generalmente se encuentran oportunidades de mejora en el factor humano mediante las actividades que realiza en su trabajo, para abordarlo se emplean diferentes metodologías como el Poka-yoke, 5S, Kaizen, Six Sigma o SMED, que se implementaran dependiendo del caso de estudio, tipo de proceso y objetivo a lograr. Es el caso de la metodología Single Minute Exchange of Die (SMED), es una herramienta utilizada para la reducción de tiempo de cambio de lote, esto identificando y eliminando las mudas que estén presentes en el proceso, las tres mudas se clasifican en la sobrecarga de trabajo (Muri), irregularidad de trabajo (Mura) y actividades que no agregan valor (Muda). Eliminando esto, habrá “un aumento en la capacidad productiva, reducción de stock, mejora el servicio al cliente” (González, 2019) “mayor flexibilidad para adaptarse a fluctuaciones de demanda y plazos de fabricación y entregas muy cortos” (García D. d., 2006). “El tiempo de cambio comienza desde que sale la última pieza buena del lote anterior, hasta que sale la primera pieza buena del siguiente lote” (SOCCONINI, 2008) . Se recomienda realizar el cambio en menos de 10 minutos , sin embargo, el proceso puede tardar mucho más tiempo pero “en la actualidad el tiempo de preparación se ha reducido a menos de 1 minuto” (Carreras & Sánchez García, 2010) , se considera que con el constante uso de la herramienta se puede llegar a realizar las actividades de cambio de lote en menos del tiempo recomendado puesto que “ la aplicación de esta técnica considera tres ideas fundamentales como que siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta casi eliminarlos, no solo es un problema técnico sino también de organización y solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados” (Rajadell & Sánchez, 2010). Para aplicar está metodología se deben realizar 5 fases, la primera consiste en conocer las actividades que se llevan a cabo en el proceso “haciendo uso de análisis en línea, entrevista con operarios, grabación de video y fotografías” (Hernán & Medina V, 2009) , posteriormente realizar el estudio de tiempos que “es un método de control y proceso que puede determinarse mediante



estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo para crear estándares para cada actividad” (Freivalds & W. Niebel, 2014), importante recordar que se deben realizar diferentes pruebas para observar la variación, como segunda fase es separar actividades internas como externas, esto clasificando como “actividades internas a aquellas que se realizan cuando la máquina está en paro y externas cuando la máquina está en funcionamiento” (Carbonell, 2013), posteriormente en la tercera fase se deben eliminar actividades internas y externas que no agregan valor, usualmente “ las mejoras se encuentran en los ajustes, preparaciones, ,transporte de materia prima y/o productos acabados con máquina parada” (Galgado, 2003), finalmente como último paso es estandarizar las actividades realizadas “disminuyendo paulatinamente el tiempo a medida que va aumentando la supervisión del proceso” (García Á. A., 1997) ,” esto haciendo una evaluación del desempeño de las actividades y verificando si han dado como resultado la eliminación o reducción de desperdicios, si los resultados de la evaluación revelan alguna deficiencia, la implementación del SMED deberá refinarse para rectificar esas carencias” (S.R.DEVADASAN, 2012). Como recomendaciones adicionales “sujetadores o tornillos evita mayor cantidad de ajustes, hacer uso de guías visuales permite realizar las actividades de mejor forma y siempre se recomienda hacer un consenso con el equipo de trabajo para establecer un tiempo meta que se desea cumplir al aplicar la herramienta” (Godina & Pimentel, 2018)

El estudio fue realizado en una empresa farmacéutica dedicada a la fabricación y producción de productos para el área de Salud, como tabletas y jarabes, principalmente, el área donde fue efectuado el estudio es acondicionamiento, en la cual se identificó como oportunidad de mejorar los procesos de limpieza realizados en cada una de las líneas, estas se dividen en limpieza parcial (Cosmética) y limpieza general (Profunda). Para esto a través del análisis preliminar de toma de tiempos, se identificó que la duración promedio dedicada a la limpieza parcial es de 97 minutos y el tiempo de limpieza general es de 159 minutos, que con el transcurso tiempo podrían llegar a extenderse.

La empresa cuenta con procedimientos de lavado, los cuales explican de forma general como realizar cada uno de ellos, sin embargo, a pesar de que operadores como personal de línea conozcan el procedimiento, no se tiene un equilibrio, asignación de actividades adecuado, y principalmente un tiempo estándar. Tomando en cuenta lo anterior implica que el tiempo extra dedicado podría afectar en

la productividad, esto extendiendo el tiempo de producción de cada uno de los lotes solicitados y al mismo tiempo a desarrollar un mal hábito en cada uno de los integrantes del equipo de trabajo.

El objeto principal de la implementación del SMED, fue aumentar la productividad mediante la minimización del tiempo de limpieza parcial y limpieza general, esto logrando reducir un 30% del tiempo de la limpieza parcial, como un 24% de la limpieza general, enfocados a las 3 limpiezas finales efectuadas. Es importante mencionar que con la metodología aplicada se logró que el tiempo no productivo se transforme en productivo.

Para lograr resultados óptimos el estudio de tiempos debe realizarse de forma adecuada ya que serán los datos utilizados para generar nuestros estándares, que son un método de control y proceso mediante estimaciones y registros necesarios para cada actividad, debe considerar diferentes factores como acciones inevitables y evitables que puedan suscitarse o inferir en la ejecución de algunas actividades. Del mismo modo para iniciar con este proceso se debe seleccionar al operario o líneas de trabajo a estudiar, “un operario que tiene un desempeño promedio o por arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado” (Freivalds & W. Niebel, 2014), recordando que el operador no debe sentirse presionado o nervioso.

“La aplicación del SMED debe ser ajustada a las necesidades de la empresa, variables logísticas, de producción, posición estratégica” (Jacob & Usquiano, 2023) así como “considerar las herramientas, actividades realizadas, personal, procedimientos que se requieren y en su caso capital disponible” (Lago & Domingo González Zuñiga, 2015).

METODOLOGÍA

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo, fue ejecutada con base a la Tabla 1, la cual permitió cumplir con los objetivos establecidos.



Tabla 1. Metodología

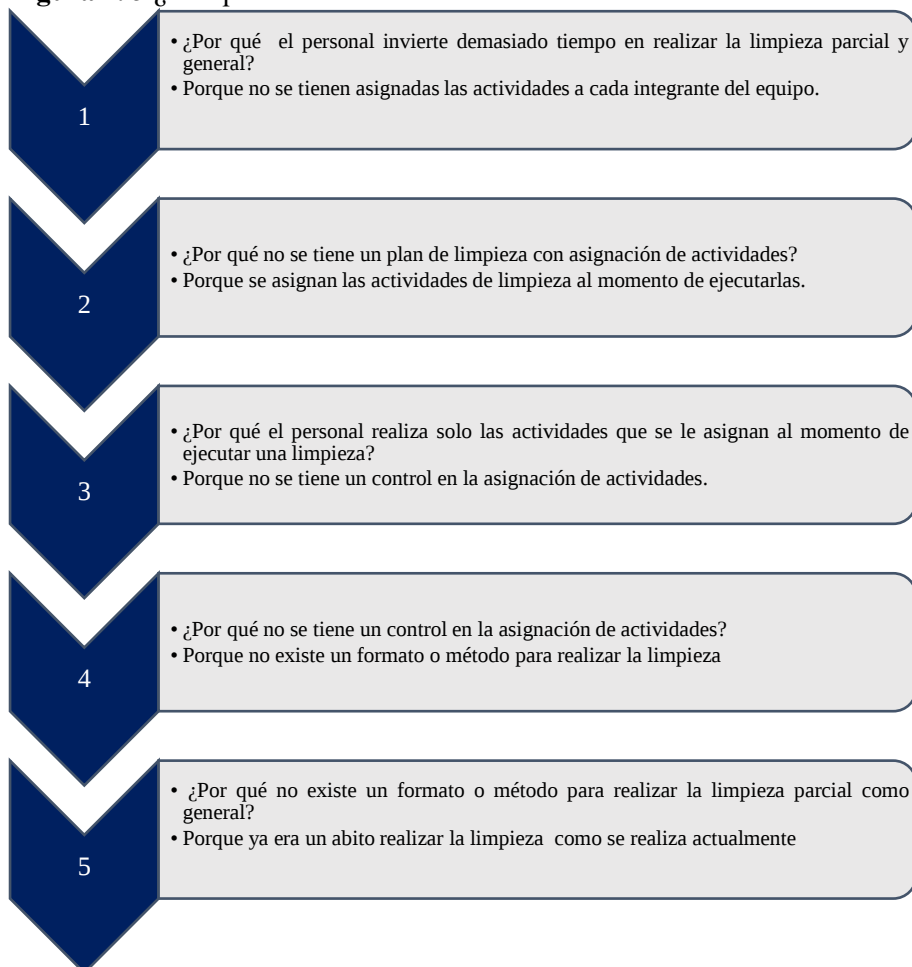
Fase	Método
1. Identificar la causa raíz	1.1 Análisis a través de la herramienta 5 ¿Por qué?
2. Identificar actividades realizadas durante la limpieza parcial como general.	2.1 Observar e identificar cada una de las actividades realizadas en la limpieza general y parcial.
3. Toma de tiempos de cada una de las actividades realizadas en limpieza parcial y general.	3.1 Realizar toma de tiempos de la limpieza parcial y general. 3.2 Determinar tiempo objetivo.
4. Clasificar actividades en internas como externas.	4.1 Análisis y clasificación de actividades internas y externas.
5. Eliminar actividades internas y externas que no agregan valor.	5.1 Analizar y reclasificar actividades internas y externas. 5.2 Asignación de actividades y reestructuración. 5.3 Estrategias.
6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento	6.1 Supervisar, capacitar y mantener el procedimiento de limpieza.
7. Calcular la productividad	7.1 Calcular productividad. 7.2 Calcular la productividad después de la metodología.

Fase 1. Identificación de la causa Raíz**Análisis a través de la herramienta 5 ¿Por qué?**

Teniendo como oportunidad de mejora la minimización del tiempo de limpieza parcial como general, se optó como herramienta para llegar a la causa raíz los 5 ¿Por qué? debido a su practicidad y fomentación e identificación de ideas. En la cual se formularon 5 preguntas dentro de las cuales como pregunta inicial fue ¿Por qué el personal tardaba mucho en realizar la limpieza parcial y general?, y como respuesta final se obtuvo que los integrantes del equipo de trabajo no cuentan con un formato u/o procedimiento que explique y asigne las actividades de limpieza para cada persona. La Figura 1 muestra las preguntas realizadas y las respuestas a estos cuestionamientos.



Figura 1. 5 ¿Por qué?



Fase 2. Identificar actividades realizadas durante la limpieza parcial como general

Observar e identificar cada una de las actividades realizadas en la limpieza general y parcial

número de personas que conforman una línea son cuatro, la cual está integrada por un operador encargado de ajustes de máquina y tres personas más que realizan actividades generales o extras del lavado. La limpieza parcial es efectuada al término del lote del producto y la limpieza general se lleva a cabo cada semana, solo que copete realizar actividades extras como despeje completo de área, tallado, limpiado y secado del lugar de trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior el proceso de observación se llevó durante 3 semanas, dentro de las cuales se identificaron 32 actividades realizadas en limpieza parcial y 44 actividades para limpieza general, estas se muestran en la Tabla 2, mostrando el proceso de lavado de inicio a fin y así mismo las actividades que competen a cada tipo de limpieza.

Tabla 2. Desglose de actividades de limpieza

No.		Actividad	No.		Actividad
Actividades para limpieza parcial y general	1	Recuperación de tabletas	Actividades para limpieza general	23	Aplicar Sanitizante
	2	Aviso de termino de lote		24	Dejar actuar sanitizante por 15 minutos
	3	Despeje de área		25	Secar Sanitizante
	4	Quitar cubierta de máquina		26	Entrega de material de limpieza
	5	Sopleteo de máquina		27	Limpieza y modificación de pizarrón
	6	Limpieza de máquina		28	Ajuste de máquina 1
	7	Sopleteo de área de trabajo (tarimas, debajo de máquina, etc.)		29	Recolectar residuos de las otras líneas.
	8	Llenado de papeleta de residuos		30	Pesar residuos
	9	Llenado de formato de nuevo lote		31	Preguntar y espera de autorización de residuos
	10	Sacar residuos confinados		32	Llevar a almacén temporal de residuos
	11	Recolección de indumentaria	Actividades para limpieza parcial y general	33	Traer y acomodar inmobiliario (Tarimas, botes, etc.)
	12	Ir por material de limpieza		34	llenado de formatos y bitácoras (despeje)
	13	Limpiar piso		35	Recepción y verificación de material
Actividades para limpieza general	14	Tallar techo		36	Acomodo de material
	15	Limpiar techo		37	Acomodo de caja de blíster en el apartado de inspección
	16	Secar techo		38	Inicio de Inspección de blíster
	17	Tallar paredes		39	Llenado de Alcohol
	18	Limpiar paredes		40	Acomodo de bolsas en contenedores de residuo
	19	Secar paredes		41	Prueba de cajas (lote)
	20	Tallar piso		42	Colocar guarda de protección
	21	Limpiar piso		43	Prueba de máquina
	22	Secar piso		44	Arranque de producción

Fase 3. Toma de tiempos de cada una de las actividades realizadas en limpieza parcial y general

Realizar toma de tiempos de limpieza parcial y general

Para esta fase, fue necesario cronometrar desde la salida de la última pieza bien del lote A, hasta la salida de la primera pieza bien del lote B. Algunas actividades se llevaban a cabo al mismo tiempo, por lo que el tiempo acumulado fue un dato relevante para cada una de las tomas de tiempos. Durante este proceso se identificaron actividades que se realizaban en corto tiempo, actividades innecesarias y esperas, que hacían que el tiempo acumulado aumentara. En la Figura 2 el grafico muestra las 30 tomas de tiempos del proceso de limpieza parcial, se observan varios patrones los cuales están clasificados por colores, cada color corresponde a una toma de tiempo que se encuentra acumulado en cada una de las barras. Los resultados del estudio de prueba de lavados generales se muestran en la Figura 3.

Figura 1. Tiempos de Limpieza Parcial

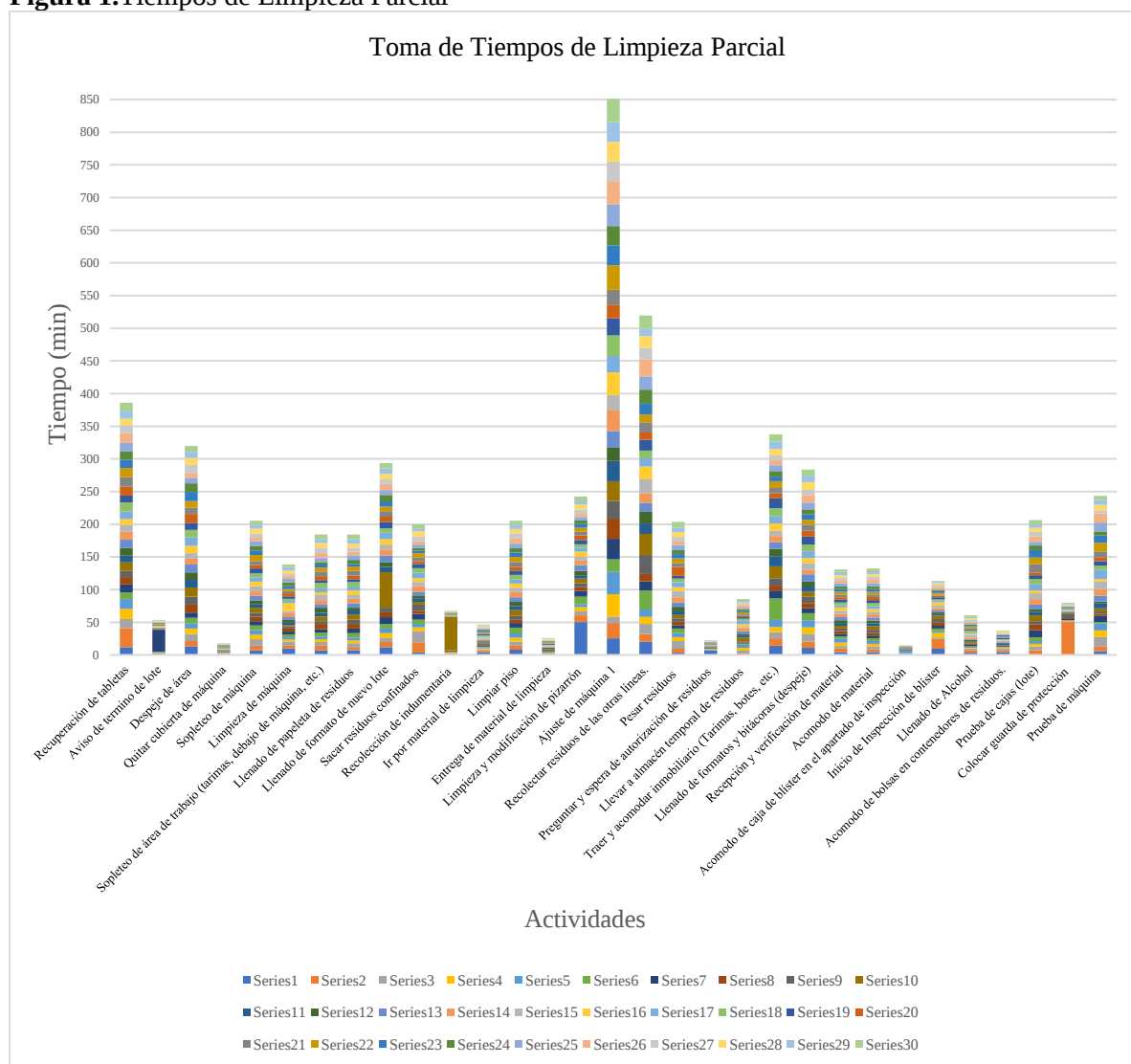
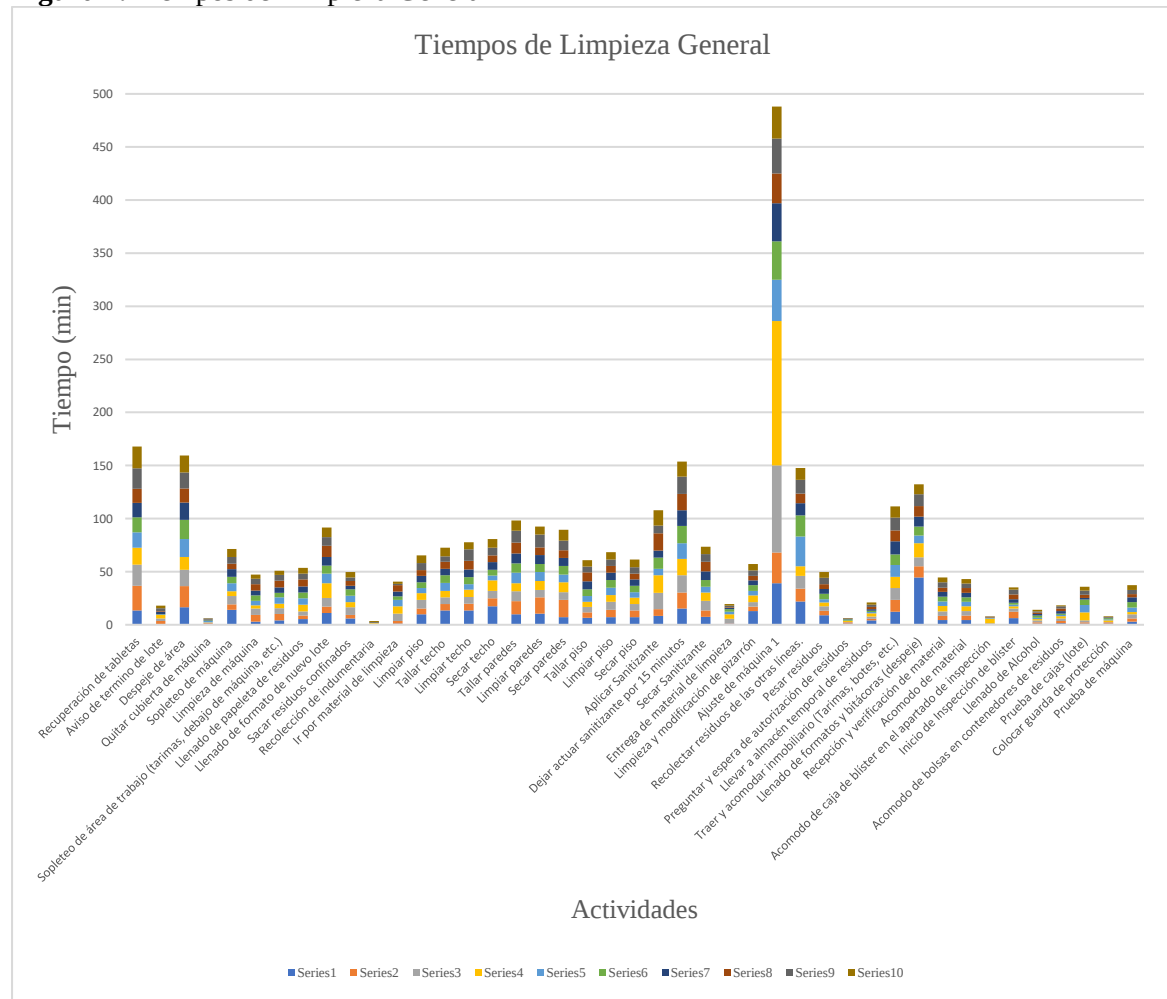


Figura 2. Tiempos de Limpieza General



Continuando con el análisis gráfico de cada uno de los tiempos, en la Figura 2 se observa una discrepancia en las actividades como recuperación de tabletas, despeje de área, limpieza de máquina, llenado de formatos de nuevo lote, ajustes de máquina, acomodar inmobiliario, llenado de formatos y pruebas de máquina; así mismo en la Figura 3 las actividades con mayor variabilidad son recuperación de tabletas, despeje de área, limpieza de piso, tallado de techo, tallado de paredes, secado de paredes, ajuste de máquina, traer y acomodar inmobiliario y llenado de formatos y bitácoras. Las actividades mencionadas anteriormente serán parte de nuestros puntos a mejora.

Los tiempos generales obtenidos en el estudio de tiempos son variables y suelen oscilar entre un rango de 33 minutos para limpieza parcial y 25 minutos para limpieza general. Estos resultados sugieren que hay oportunidad de mejorar el desempeño de cada una de las tareas de este proceso, especialmente en

aquellos casos en el que el registro de tiempos es superior. Los resultados se observan en la Figura 4 y 5.

Figura 3. Tiempos Totales Limpieza Parcial

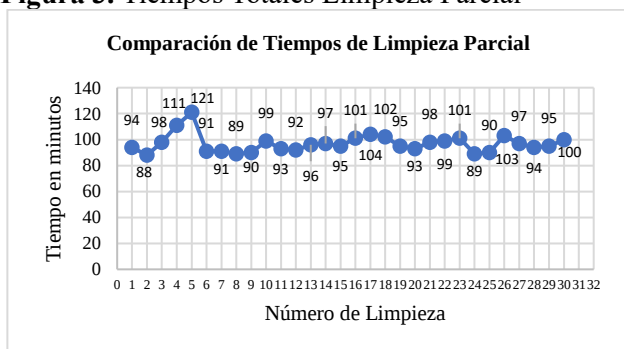
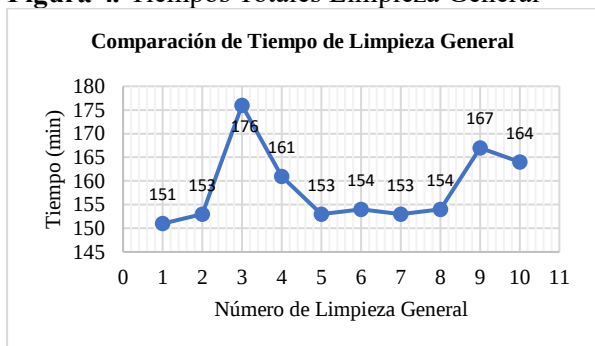


Figura 4. Tiempos Totales Limpieza General



Determinar tiempo objetivo

Para determinar el tiempo objetivo de cada una de las actividades fue necesario el cálculo de los límites superior e inferior, desviación estándar e intervalo de confianza. Esto se logró mediante el análisis de datos de los estudios de tiempos correspondientes a la Figura 4 y 5, a partir de estos resultados se aplicaron las fórmulas siguientes:

Promedio

Su finalidad es resumir un conjunto de valores para obtener un dato representativo, en este caso se tomaron la toma de tiempos de cada una de las actividades para calcular el promedio, se usó la formula (1).

$$\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} \quad (1)$$

Donde:

X1=Dato 1

N= Numero de datos

Promedio de Recuperación de tabletas= 385.8/ 30 =12.86

Desviación Estándar

Es una medida de variación de un conjunto de datos que son considerados como muestra, se calculan dos tipos de desviación estándar, la poblacional y muestral, en este caso opto por utilizar la desviación estándar muestral debido a que la muestra es representativa de la población y además de que los tiempos de limpieza suelen variar constantemente. El cálculo se realizó conforme a la a la formula (2).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Donde:

S = Desviación estándar de la muestra

X = Valor de cada una de las n observaciones

$\bar{x}$ = Media de la muestra

n-1 = Numero de observaciones de la muestra menos 1

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{\frac{362.27}{30-1}} = 3.53$$

Intervalo de confianza

Es un parámetro de estimación o precisión, en el que se establece un rango de valores dentro del cual se encuentra el parámetro real con un nivel de confianza determinado. En este caso los cálculos para obtener los intervalos de las actividades de lavado se realizaron con la formula (3), tomando una probabilidad de 95%.

$$\left[\bar{x} - Z_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + Z_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right] \quad (3)$$

Donde:

$\bar{x}$ = Media de la muestra

Z = Valor de la tabla normal asociado al nivel de confianza que se desea

σ = Desviación estándar poblacional

S = Desviación estándar de la muestra

n = Tamaño de la muestra

Z = 95% = 0.95

Z = 1-0.95 = 0.05

Z = 1 -(0.05/2) = 1- (0.025) = 0.975 (Nota: Se busca dato en tabla para Distribución Normal estándar)

Z = (1.9+0.6) = 1.96

$$\text{Intervalo de confianza} = 12.86 - 1.96 \left(\frac{3.53}{\sqrt{30}} \right); 12.86 + 1.96 \left(\frac{3.53}{\sqrt{30}} \right)$$

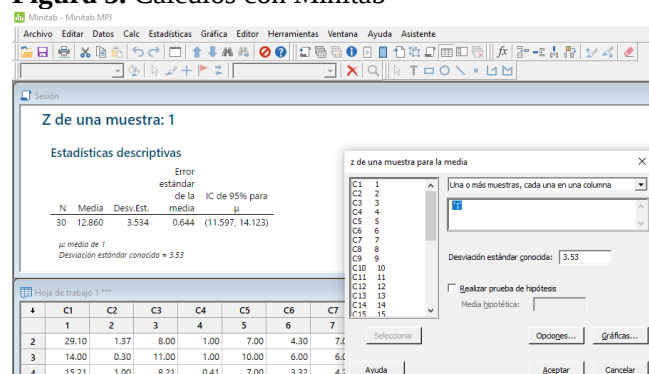
$$\text{Intervalo de confianza} = 11.59; 14.12$$

Como parte del análisis estadístico, se utilizó el Software Minitab (Figura 6) para corroborar y obtener los datos de las fórmulas aplicadas, en donde pudimos confirmar la precisión de los cálculos y obtener conclusiones confiables a partir de los datos analizados. En la Figura 6: Cálculos con Minitab,



correspondiente a la recuperación de tabletas, se observan que nuestro LI= 11.59 y el LS= 14.12, es así que, para establecer los límites, se tomó el numero entero, quedando de la siguiente forma LI=11 y LS= 14. Este procedimiento se aplicó en cada una de las actividades de los dos procesos de lavado.

Figura 5. Cálculos con Minitab



El tiempo objetivo obtenido de cada una de las actividades analizadas se presentan en la Tabla 3 y 4, estos límites indican el rango de tiempo en el que se debe realizar cada tarea para cumplir con el objetivo establecido.

Tabla 2. Intervalo de Confianza de Limpieza Parcial

No.	Actividad	Tiempo menor	Tiempo Mayor	Promedio	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza	Tiempo Objetivo
1	Recuperación de tabletas	9.11	29.1	12.86	3.53	11.59-14.12	11
2	Aviso de termino de lote	0.3	34	1.79	6.09	0.39-3.97	0.39
3	Despeje de área	7.5	14	10.66	2.07	9.92-11.40	9
4	Quitar cubierta de máquina	0.4	1.1	0.6	0.26	0.50-1.09	0.5
5	Sopleteo de máquina	5.45	10	6.85	0.99	6.49-7.20	6
6	Limpieza de máquina	2.27	12.4	4.62	2.03	3.89-5.34	3
7	Sopleteo de área de trabajo (tarimas, debajo de máquina, etc.)	4	8.4	6.14	1.33	5.66-6.61	5
8	Llenado de papeleta de residuos	3.5	8	6.15	1.18	5.72-6.57	5
9	Llenado de formato de nuevo lote	6	54.03	9.78	8.47	6.75-12.81	6
10	Sacar residuos confinados	4	17.4	6.66	3.08	5.55-7.76	5
11	Recolección de indumentaria	0.2	51	2.25	9.21	1.04-5.55	1
12	Ir por material de limpieza	1	4.3	1.55	0.66	1.31-1.79	1
13	Limpiar piso	5.33	9.19	6.85	0.94	6.51-7.1	6
14	Entrega de material de limpieza	0.4	1.45	0.86	0.35	0.73-0.98	1.3
15	Limpieza y modificación de pizarrón	4	50.11	8.08	8.13	5.17-10.99	5
16	Ajuste de máquina 1	10.12	37.4	28.36	5.96	26.23-30.49	26
17	Recolectar residuos de las otras líneas.	11	32.5	17.32	5.84	15.23-19.41	15
18	Pesar residuos	3.25	13.43	6.79	2.04	6.05-7.51	6

19	Preguntar y espera de autorización de residuos	0.25	7.2	0.74	1.25	0.29-1.18	0.3
20	Llevar a almacén temporal de residuos	1	5	2.85	1.3	2.38-3.31	2
21	Traer y acomodar inmobiliario (Tarimas, botes, etc.)	7.23	33	11.26	4.9	9.50-13.00	9
22	Llenado de formatos y bitácoras (despeje)	7.22	12.16	9.46	1.58	8.89-10.0	8
23	Recepción y verificación de material	3.43	5.46	4.36	0.59	4.14-4.56	4
24	Acomodo de material	4	5.38	4.42	0.39	4.27-4.55	4
25	Acomodo de caja de blíster en el apartado de inspección	0.12	4.1	0.49	0.71	0.23-0.74	0.23
26	Inicio de Inspección de blíster	0.43	15.13	3.77	2.82	2.76-4.78	2
27	Llenado de Alcohol	1	4.3	2.02	0.88	1.70-2.33	1.7
28	Acomodo de bolsas en contenedores de residuos	0.3	4.3	1.24	0.99	0.88-1.59	1
29	Prueba de cajas (lote)	0.52	12.45	6.87	2.57	5.95-7.79	5
30	Colocar guarda de protección	0.39	50	2.66	9.02	0.57-5.89	1
31	Prueba de máquina	2.51	14.43	8.11	3.68	6.79-9.42	6
32	Arranque de producción	88	121	96.87	6.95	94.38-99.35	94

Tabla 3. Intervalo de Confianza de Limpieza General

No.	Actividad	Tiempo menor	Tiempo Mayor	Promedio	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza	Tiempo Objetivo
1	Recuperación de tabletas	13.2	23.15	16.79	3.65	14.53-19.06	14
2	Aviso de termino de lote	0.25	3.34	1.8	1.28	1.01-2.59	1
3	Despeje de área	12	20	15.95	2.25	14.55-17.34	14
4	Quitar cubierta de máquina	0.35	1	0.63	0.26	0.47-0.79	0.4
5	Sopleteo de máquina	4.46	14.15	7.15	2.75	5.44-8.84	5
6	Limpieza de máquina	3	6.3	4.72	1.19	3.98-5.46	3
7	Sopleteo de área de trabajo ((tarimas, debajo de máquina, etc.)	4	6.32	5.09	0.92	4.51-5.65	4
8	Llenado de papeleta de residuos	3.25	6.45	5.35	0.98	4.74-5.95	4
9	Llenado de formato de nuevo lote	6.2	14	9.15	2.19	7.79-10.50	7
10	Sacar residuos confinados	3.3	7	4.98	1.31	4.16-5.78	4
11	Recolección de indumentaria	0.1	0.9	0.35	0.26	0.19-0.51	0.2
12	Ir por material de limpieza	1.22	7	4.06	2.33	2.61-5.50	2
13	Limpiar piso	5	10	6.55	1.59	5.56-7.53	5
14	Tallar techo	5.13	13.36	7.24	2.3	5.81-8.67	5
15	Limpiar techo	5.2	13.4	7.76	2.52	6.20-9.32	6
16	Secar techo	4.5	17.4	8.07	3.59	5.84-10.29	5
17	Tallar paredes	7.43	12.25	9.81	1.34	8.97-10.63	8
18	Limpiar paredes	7.11	15.31	9.25	2.68	7.58-10.90	7
19	Secar paredes	7	16.3	8.95	2.79	7.22-10.68	7
20	Tallar piso	5	8.43	6.07	1.11	5.38-6.76	5
21	Limpiar piso	6	7.51	6.85	0.46	6.55-7.13	6
22	Secar piso	5.3	7.2	6.15	0.6	5.77-6.52	5

23	Aplicar Sanitizante	6	16.51	10.77	4.47	8.0-13.54	8
24	Dejar actuar sanitizante por 15 minutos	14.12	16.31	15.36	0.66	14.94-15.76	14
25	Secar Sanitizante	5.22	9	7.36	1.23	6.60-8.12	6
26	Entrega de material de limpieza	0.5	4.23	1.94	1.34	1.10-2.76	1
27	Limpieza y modificación de pizarrón	4.11	13	5.72	2.67	4.06-7.37	4
28	Ajuste de máquina 1	28	136	48.8	34.41	27.5-70.1	27
29	Recolectar residuos de las otras líneas.	9	28	14.76	6.36	10.82-18.70	10
30	Pesar residuos	3	9	4.96	1.67	3.92-5.99	3
31	Preguntar y espera de autorización de residuos	0.2	1.11	0.63	0.37	0.40-0.86	0.4
32	Llevar a almacén temporal de residuos	1	4.13	2.11	0.93	1.53-2.68	1
33	Traer y acomodar inmobiliario (Tarimas, botes, etc.)	10	12.34	11.13	0.88	10.58-11.67	10
34	Llenado de formatos y bitácoras (despeje)	7.14	44.54	13.24	11.13	6.34-20.13	6
35	Recepción y verificación de material	4.06	5.33	4.44	0.44	4.16-4.71	4
36	Acomodo de material	4	4.58	4.31	0.19	4.19-4.42	4
37	Acomodo de caja de blíster en el apartado de inspección	0.32	4.3	0.82	1.23	0.05-1.57	0.2
38	Inicio de Inspección de blíster	1.25	6.2	3.51	1.78	2.40-4.61	2
39	Llenado de Alcohol	1.12	2	1.41	0.33	1.20-1.61	1
40	Acomodo de bolsas en contenedores de residuos.	1.15	2.4	1.84	0.5	1.53-2.15	1
41	Prueba de cajas (lote)	1	7.33	3.58	2.3	2.14-5.00	2
42	Colocar guarda de protección	0.4	1.3	0.8	0.36	0.57-1.02	0.4
43	Prueba de máquina	2.1	5	3.74	0.89	3.18-4.28	3
44	Arranque de producción	151	176	158.6	8.18	153.53-163.67	153

Fase 4. Clasificar actividades en internas como externas.

Análisis y clasificación de actividades internas y externas

Teniendo el desglose de actividades de cada una de las limpiezas, se identificaron las actividades que son realizadas mientras la máquina está en funcionamiento (Actividad externa) o por ende las actividades que se realizan cuando la máquina está en paro (Actividad Interna). Hay que recordar que el proceso de limpieza parcial cuenta con 32 actividades y el proceso de limpieza general cuenta con 43 actividades, de las cuales, al clasificar el total de actividades en el apartado de clasificación 1, 41 corresponden a actividades internas y 2 a actividades externas. En la Tabla 5 se muestra la clasificación correspondiente.

Tabla 4. Clasificación de Actividades de Limpieza

Clasificación de actividades							
No	Actividad	Clasificación		No	Actividad	Clasificación	
		1				1	
		(I)	(E)			(I)	(E)
1	Recuperación de tabletas	X		23	Aplicar Sanitizante	X	X
2	Aviso de termino de lote	X	X	24	Dejar actuar sanitizante por 15 minutos	X	X
3	Despeje de área	X		25	Secar Sanitizante	X	X
4	Quitar cubierta de máquina	X	X	26	Entrega de material de limpieza	X	X
5	Sopleteo de máquina	X	X	27	Limpieza y modificación de pizarrón	X	X
6	Limpieza de máquina	X	X	28	Ajuste de máquina 1	X	X
7	Sopleteo de área de trabajo (tarimas, debajo de máquina, etc.)	X	X	29	Recolectar residuos de las otras líneas.	X	X
8	Llenado de papeleta de residuos	X	X	30	Pesar residuos	X	X
9	llenado de formato de nuevo lote	X	X	31	Preguntar y espera de autorización de residuos	X	X
10	Sacar residuos confinados	X	X	32	Llevar a almacén temporal de residuos	X	X
11	Recolección de indumentaria	X	X	33	Traer y acomodar inmobiliario (Tarimas, botes, etc.)	X	X
12	Ir por material de limpieza	X	X	34	llenado de formatos y bitácoras (despeje)	X	X
13	Limpiar piso	X	X	35	Recepción y verificación de material	X	X
14	Tallar techo	X	X	36	Acomodo de material	X	X
15	Limpiar techo	X	X	37	Acomodo de caja de blíster en el apartado de inspección	X	X
16	Secar techo	X	X	38	Inicio de Inspección de blíster	X	X
17	Tallar paredes	X	X	39	Llenado de Alcohol	X	X
18	Limpiar paredes	X	X	40	Acomodo de bolsas en contenedores de residuos.	X	X
19	Secar paredes	X	X	41	Prueba de cajas (lote)		X
20	Tallar piso	X	X	42	Colocar guarda de protección	X	X
21	Limpiar piso	X	X	43	Prueba de máquina		X
22	Secar piso	X	X	44	Arranque de producción	-	-

Después de la primera clasificación, se realizó una reclasificación, cuyos resultados se presentan en el apartado clasificación 2 de la Tabla 5, de la cual se identificaron 26 como internas y 17 en actividades como externas.



Fase 5. Eliminar actividades internas y externas que no agregan valor

Analizar y reclasificar actividades internas y externas.

Para realizar el cambio de cada una de las actividades internas, se planteó la siguiente pregunta, ¿La actividad se puede realizar cuando la maquina está en funcionamiento?, si la respuesta era afirmativa se reclasificaba a actividad externa, pero si la respuesta era negativa permanecía con su clasificación original. Realizado esta fase, en el apartado de clasificación 2 ubicado en la Tabla 5 se muestra la asignación realizada, donde se obtuvieron 26 actividades internas y 18 actividades externas.

Asignación de actividades y estructuración.

La asignación de actividades se realizó de forma equitativa y debe ser ejecutada por la persona designada, considerando que el operador efectuará las actividades como ajustes de máquina y llenado de bitácoras puesto que conllevan mayor tiempo, se considera que las 3 personas restantes (Colocador 1, Colocador 2, Empacador) deberán finalizar igual o antes que el operador termine sus actividades. El operador tiene asignadas 9 actividades de las cuales están incluidas las mencionadas anteriormente, el colocador uno 13 actividades, colocador dos 14 actividades y el empacador 10 actividades. Solo en dos actividades como lo son el secar sanitizante y el inicio de inspección de blíster será ejecutada por 2 personas, con la finalidad de invertir el menor tiempo en estas actividades. En la Tabla 6 se muestra la asignación para cada uno de los integrantes de la línea, así como la descripción de la actividad.

Tabla 6. Descripción de actividades

TABLA DE ACTIVIDADES						
No	Actividad	Operador	Personas Asignadas		Descripción de Actividad	
			Colocador 1	Colocador 2		
			Empacador			
1	Recuperación de tabletas		X		Recuperar blíster en tiempos de paro disponibles en línea antes del término de producción e inicio de lavado para minimizar la cantidad a recuperar.	
2	Aviso de termino de lote			X	Traer papeletas y complementos para ajuste de loteadora (Llaves, caja de letras, etc.).	
3	Despeje de área			X	X	El despeje para limpieza parcial consiste en hacer a un lado el mobiliario de la línea, evitando recargarlo en la pared para prevenir accidentes. NOTA: El colocador 2 y empacador darán inicio al despeje de área. Si el colocador 1 termina antes la actividad (Recuperación de tabletas) deberá ayudar con esta tarea.
4	Quitar cubierta de máquina	X				Actividad es realizada por el operador, sin embargo, puede intervenir un colaborador dependiendo de su disponibilidad.
5	Sopleteo de máquina	X				Sopletear el interior de la máquina eliminado residuos visibles.
6	Limpieza de máquina			X		Con ayuda de un trapo y alcohol al 70% limpiar el interior como exterior de la máquina hasta eliminar residuos visibles.
7	Sopleteo de área de trabajo (tarimas, debajo de máquina, etc.)	X				Realizar el proceso de sopleteo por debajo de la máquina, superficie de tarimas y piso de línea, retirando residuos visibles.
8	Llenado de papeleta de residuos		X			La papeleta ya estará prellenada con datos generales.
9	Llenado de formato de nuevo lote	X				Llenar el formato corroborando que los datos sean los correctos mediante la orden de producción del producto a acondicionar.



10	Sacar residuos confinados	X		Tener con antelación que residuos sacarán, de igual forma cada línea deberá entregar y acomodar sus residuos.
11	Recolección de indumentaria	X		Tener la indumentaria preparada para entregar.
12	Ir por material de limpieza		X	En caso de necesitar sanitizante (Alcohol) solicitarlo a los auxiliares de producción.
13	Limpiar piso		X	Con ayuda del jalador eliminar la suciedad presente en el piso de la línea.
14	Tallar techo		X	Iniciar este proceso cuando se comience a recoger la basura de la actividad anterior, el proceso de tallado inicia de atrás hacia delante de forma escalonada (Un cuarto de área de techo a la vez).
15	Limpiar techo	X		Con ayuda del jalado iniciar el proceso de limpieza después de que el primer cuarto de techo tallado se encuentre finalizado, realizar este proceso sucesivamente hasta finalizar.
16	Secar techo		X	Iniciar el proceso de secado después de que el primer cuarto de techo limpiado se encuentre finalizado, realizar este proceso sucesivamente hasta finalizar.
17	Tallar paredes		X	Tallar de arriba hacia abajo iniciado de atrás hacia adelante de forma escalonada (Un cuarto de área de pared a la vez).
18	Limpiar paredes	X		Con ayuda del jalado iniciar el proceso de limpieza después de que el primer cuarto de pared tallada se encuentre finalizado, realizar este proceso sucesivamente hasta finalizar.
19	Secar paredes		X	Iniciar el proceso de secado después de que el primer cuarto de pared limpiado se encuentre finalizado, realizar este proceso sucesivamente hasta finalizar.
20	Tallar piso		X	Tallar iniciado de atrás hacia adelante de forma escalonada (Un cuarto de área de piso a la vez).



21	Limpiar piso	X		Con ayuda del jalado iniciar el proceso de limpieza después de que el primer cuarto de piso tallado se encuentre finalizado, realizar este proceso sucesivamente hasta finalizar.	
22	Secar piso		X	Iniciar el proceso de secado después de que el primer cuarto de piso limpiado se encuentre finalizado, realizar este proceso sucesivamente hasta finalizar	
23	Aplicar Sanitizante		X	Con ayuda de un trapo y alcohol al 70% aplicar sanitizante de atrás hacia adelante, comenzando por el techo, posteriormente paredes y finalmente el piso.	
24	Dejar actuar sanitizante por 15 minutos			Dejar efectuar el sanitizante.	
25	Secar Sanitizante		X	X	Con ayuda de un trapo secar el sanitizante de atrás hacia adelante, comenzando por el techo, posteriormente paredes y finalmente el piso.
26	Entrega de material de limpieza		X		Limpiar el material de limpieza utilizado y colocar en su lugar.
27	Limpieza y modificación de pintarrón		X		Haciendo uso de la ayuda visual (Orden de producción con datos resaltados necesarios para modificar el pintarrón) colocar los datos del lote a acondicionar.
28	Ajuste de máquina 1	X			Se hace uso de la estandarización de ajuste.
29	Recolectar residuos de las otras líneas.	X			Informar a las líneas que la recolección de residuos se hará en 2 minutos, posterior al tiempo mencionado recolectar los residuos y separarlos por tipo (Papel, caple, cartón, resto de producto).
30	Pesar residuos	X			Realizar el proceso de pesado, al obtener el dato de registrarlo en la papeleta de residuos y pégala en la bolsa para su identificación, en caso de tener caple, registra el dato en la bitácora de residuos.
31	Preguntar y espera de autorización de residuos	X			Informar al supervisor, auxiliar u/o persona autorizada la cantidad de residuos a desechar, así mismo solicita la firma de autorización correspondiente.
32	Llevar a almacén temporal de residuos	X		X	Desechar los residuos en los contenedores correspondientes.

NOTA: Si



				son demasiados residuos el empacador ayudara con esta tarea.
33	Traer y acomodar inmobiliario (Tarimas, botes, etc.)		X	En esta actividad pueden ayudad 3 personas del equipo de trabajo, el empacador, y las dos colocadoras.
34	Llenado de formatos y bitácoras (despeje)	X		El operador deberá llenarlas los formatos y bitácora después del ajuste de máquina.
35	Recepción y verificación de material		X	El empacador será el encargado de verificar que el facilitador surta la cantidad de material conforme a la orden de producción a acondicionar.
36	Acomodo de material		X	El empacador ayudara a acomodar el material del nuevo lote en las tarimas metálicas de producción.
37	Acomodo de caja de blíster en el apartado de inspección		X	Colocar la caja sobre el banco que se encuentra alado del inicio de la banda de la máquina.
38	Inicio de Inspección de blíster	X	X	Las colocadoras pueden ir seleccionando el blíster antes de que inicie el arranque de máquina.
39	Llenado de Alcohol		X	El llenado de alcohol se realiza antes del arranque de la máquina.
40	Acomodo de bolsas en contenedores de residuos	X		Deberán ser colocadas después de dejar los residuos en almacén temporal.
41	Prueba de cajas (lote)	X		Verificar datos y calidad de impresión del lote a acondicionar.
42	Colocar guarda de protección	X		Colocar las guardas verificando que se encuentren bien ajustadas.
43	Prueba de máquina	X		Se realizan pruebas adicionales, verificando que se cumplan la calidad del empaque, datos correctos de lote a acondicionar e impresión.
44	Arranque de producción			OBJETIVO: Lograr que el tiempo de limpieza parcial sea de 1 hora y 2 horas para limpieza general.



Estrategias

Como parte de la minimización de tiempo de cada una de las actividades se identificaron 8 estrategias que abarcan el llenado de formatos, herramienta, despeje de área y ajustes de máquina que al ser aplicadas durante las pruebas de lavado permitió ejecutar las actividades de forma más practica y eliminando actividades innecesarias (Tabla 7).

Tabla 5. Estrategias

ESTRATEGIAS	
Formato de limpieza	Tener prellenadas las papeletas, solo para colocar peso, número de contenedores, firma y autorización.
Loteador	Estandarizar o hacer una pequeña marca en el loteador (Está debe ser visible y adecuada), esto con la finalidad de evitar que se ajuste de más o menos, para así perder menos tiempo en el cambio de lote.
Bitácoras	El operador deberá realizar bitácoras antes del ajuste de máquina (Optar por realizar las bitácoras después del ajuste).
Pizarrón	Capacitar para colocar los datos de forma más rápida, haciendo uso de posticks o pequeñas marcas de identificación de colores en los datos que deberán colocar en el pizarrón.
Llaves Allen	Tener a la mano llaves Allen, para evitar pedir y perder tiempo al momento de conseguirlas.
Tallado y limpiado y secado	Realizar actividades de manera escalonada, iniciará la persona que realizará la actividad de tallado, posteriormente enseguida seguirá el limpiado y secado, esto con la finalidad de terminar mucho más rápido está actividad.
Despeje de área	Tener asignado los espacios correspondientes para colocar la tarima con inmobiliario. Realizar una guía de como colocar el inmobiliario de cada línea, en la tarima.
Número y letras de lote	En un nuevo estuche colocar los meses y serie de fechas que pueden ser usadas en el loteador, esto con la finalidad de no buscar letra por letra, si no ya tener los nombres preestablecidos.

Fase 6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento

Supervisar, capacitar y mantener el instructivo de limpieza

Para lograr un correcto resultado del proceso de lavado se hizo uso de una ayuda visual, realizando la difusión como capacitación del proceso para una correcta ejecución, evitar confusiones, desorden y exceso de tiempo.



La constante supervisión del proceso, así como la disponibilidad de materiales fue y es parte fundamental en cada una de las pruebas, se hizo uso de Check List de Limpiezas para verificar que las actividades se realizaran de forma correcta. Los resultados de tiempos de cada una de las tres limpiezas parciales y tres limpiezas generales se fueron registrando con la finalidad de observar su comportamiento y realizar cambios si fuese necesario.

Fase 7. Calcular la productividad antes de aplicar la metodología

Calcular la productividad actual

Como parte del primer paso, fue necesario calcular la productividad inicial de un solo factor, con el fin de establecer un punto de referencia y medir el progreso después de su aplicación. Se consideraron los golpes mínimos por minuto de la máquina, así como el tiempo disponible (Tiempo total – Tiempos de paro), Para esto en la Tabla 8. Productividad Inicial, aplico la siguiente formula:

$$\text{Productividad de Trabajo} = \frac{\text{Piezas producidas}}{\text{Recursos utilizados}}$$

$$\text{Productividad de Trabajo } P = 27018 \text{ pz} / 7.9 \text{ h} = 3420 \text{ pz/h}$$

$$\text{Productividad de Trabajo } G = 23664 \text{ pz} / 6.8 \text{ h} = 3480 \text{ pz/h}$$

Con estos datos, establecemos el indicador de productividad inicial, el cual fue punto clave para comparar nuestra productividad después de la metodología (Tabla 8).

Tabla 8: Productividad Inicial

Productividad Inicial									
Tipo de Limpieza	No. Línea	Turno	Piezas por minuto	Piezas por hora	Horas por turno	Horas de comida	Tiempo estándar de lavado h	Tiempo disponible	Producción de Piezas por turno
Parcial	1	1	57	3420	10	0.5	1.6	7.9	27018
General	1	1	58	3480	10	0.5	2.7	6.8	23664

Calcular la productividad después de la metodología

Se calculo con la misma fórmula del paso anterior, sin embargo, el tiempo disponible estándar cambio de 7.9 h a 8.4 h para limpieza parcial y 6.8h a 7.5 h para limpieza general, dándonos a entender que tras la aplicación de la metodología si hubo un aumento en el tiempo disponible para la producción de igual forma se observa que la producción por turno tuvo un incremento significativo (Tabla 9).



Tabla 9. Productividad después de la metodología

Productividad después de la aplicación de la metodología									
Producto	No. Línea	No.de turno	Golpes por minuto	Piezas por hora	Horas por turno	Horas de comida	Tiempo estándar de lavado	Tiempo disponible	Producción de Piezas por turno
Parcial	1	1	57	3420	10	0.5	1.1	8.4	28728
General	1	1	58	3480	10	0.5	2.0	7.5	26100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de analizar los resultados, podemos afirmar que el número de actividades al inicio del proceso tenía una discrepancia, principalmente en los dos tipos de limpieza se ejecutaban las actividades cuando la máquina estaba en paro, por lo que si una actividad sobrepasaba el tiempo considerado, el tiempo disponible disminuiría, sin embargo después de la mejora las actividades tuvieron un mayor equilibrio en el tiempo de ejecución, donde al aumentar el número de actividades externas, el tiempo de producción incremento, esta comparación se observa en la Tabla 10.

Tabla 10.: Actividades de limpieza

Número de actividades de Limpieza				
Limpieza	Inicial		Mejorado	
	Internas	Externas	Internas	Externas
Parcial	29	2	14	17
General	43	2	26	17

Durante este proceso de análisis se esquematizaron los tiempos, movimientos, así como la cuantificación correspondiente para maximizar este proceso, la propuesta general aplicada en la primera prueba se superviso de manera directa, verificando que se tuvieran los materiales necesarios previamente analizados, durante esta supervisión se solucionó la deficiencia de algunos implementos necesarios para cumplir con las actividades.

Uno de los objetivos aplicados fue el determinar actividades en las cuales el operador de la maquina en el tiempo muerto de limpieza pudo apoyar de manera proactiva con actividades que maximizaron los resultados en conjunto de sus compañeros, ayudando a colocar sanitizante y corrigiendo datos correspondientes en el pizarrón de trabajo.



Como se puede observar en la Tabla 11 y 12, se generó el ahorro de tiempo de limpieza parcial y general de las líneas de producción implementada, esto se puede observar en la columna, Tiempo ahorrado (min), que al redondearlo se obtienen los tiempos que se muestran en la columna Total de min ahorrados. El tiempo ahorrado que se generó en la prueba 1 fue de 18 minutos con relación al promedio de tiempo anterior registrado, ya que por cada 6 limpiezas se estará generando un ahorro de 1 limpieza, equivalente a 96.87 minutos, en los cuales impactará de forma positiva en el proceso de producción, así como de los tiempos relacionados al inicio de actividades y termino en las líneas de producción implementadas. En relación con las pruebas 2 y 3 se determina que el número de aplicaciones del proceso mejorado es menor para obtener el beneficio de ahorro de tiempo ya que obtuvimos un resultado de 25 y 30 minutos de Total de min ahorrados, los cuales impactan de manera directa a la línea de producción asignada que funge como uno de los objetivos cumplidos de la herramienta utilizada SMED.

Tabla 11. Resultados de Limpieza Parcial

Resultados de tiempo de limpieza Parcial				
Número de prueba	Promedio de tiempo anterior (min)	Tiempos de limpieza de prueba (min)	Tiempo ahorrado (min)	Total de min ahorrados
1	96.87	79	17.87	18
2	96.87	72	24.87	25
3	96.87	67	29.87	30

Tabla 12. Resultados de Limpieza General

Resultados de tiempo de limpieza General				
Número de prueba	Promedio de tiempo anterior (min)	Tiempos de limpieza de prueba (min)	Tiempo ahorrado (min)	Total de min ahorrados
1	158.6	133	25.6	26
2	158.6	126	32.6	32
3	158.6	121	37.6	38

De forma gráfica se comprueba en la Figura 7 y 8 la aplicación de los procesos, así como la notable mejora de cada uno de ellos.



Figura 7. Resultados de Limpieza Parcial

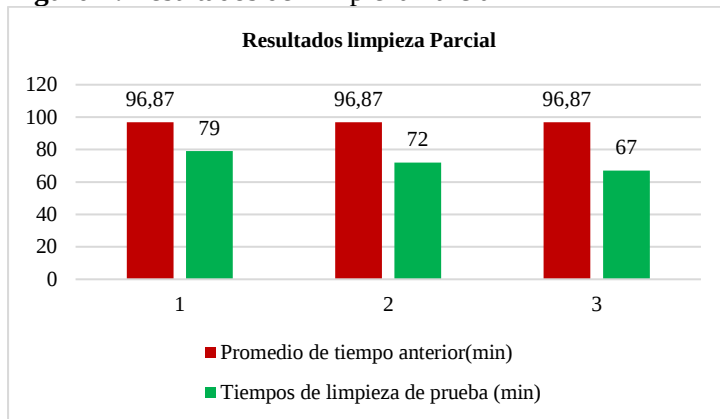
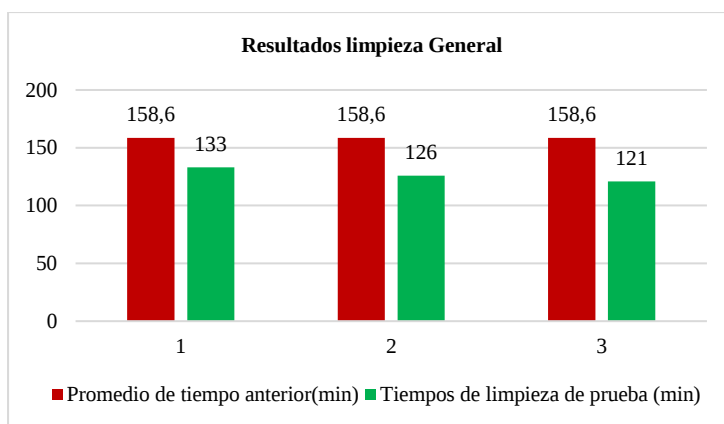


Figura 8. Resultados de Limpieza General



En la Tabla 13 se comparó el resultado obtenido en la tercera prueba con el resultado inicial, los resultados mostraron una mejora de 30 minutos en limpieza parcial y 38 minutos en limpieza general.

Demostrando la eficacia de la metodología.

Tabla 13. Comparación final

Tiempo de Lavado		
Limpieza	Inicial	Mejorado
Parcial	97	67
General	159	121

Finalmente, en cuanto a la eficiencia obtenida, en la Tabla 14 se observa un aumento significativo en la productividad, lo que demuestra la efectividad de las estrategias implementadas. Teniendo un incremento de 1710 piezas y limpieza parcial y 2436 piezas en limpieza general, lo que representa un logro en el proceso de mejora que se traduce en beneficios tangibles, entregas a tiempo, satisfacción del cliente, etc.



Tabla 14. Comparación de productividad

Limpieza	Productividad					
	Inicial			Mejorado		
	T. Estándar	Pz / h	Pz / Turno	T. Estándar	Pz / h	Pz / Turno
Parcial	7.9	3420	27018	8.4	3420	28728
General	6.8	3480	23664	7.5	3480	26100

CONCLUSIONES

El cambio de lote suele ser una de las actividades que conllevan mayor tiempo, las mudas son muy frecuentes en este tipo de proceso, puesto que suelen ser vistos como actividades que se ejecutan de forma diaria, sin embargo aplicar esta metodología en los procesos de lavado permitió un mayor flujo en cada una de las actividades ejecutadas, ya que la asignación de actividades en la línea tuvo un impacto positivo en las seis pruebas realizadas, esto logrando una minimización de 35 minutos en total de las tres pruebas de limpieza parcial y 26 minutos en total de las tres pruebas en limpieza general, así mismo por cada 2 lavados de limpieza parcial y 5 lavados de limpieza general que se ejecuten se podrá ahorrar un lavado que permitirá usar el tiempo en el acondicionamiento de producto, aumentando así la producción y terminando el plan de producción diario en menor tiempo. El resultado puede ser mucho mejor, siempre y cuando se tenga una constante supervisión del proceso de lavado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrán, F. A., & Alfaro Escolar, M. (1999). *Diagnóstico de productividad por multimomentos*. Barcelona: Marcombo.
- Carbonell, F. E. (2013). TÉCNICA SMED. REDUCCIÓN DEL TIEMPO. 3 *Ciencias*, 1-10.
- Carreras, M. R., & Sánchez García, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. España: Díaz de Santos.
- Combeller, C. R. (1999). *El nuevo escenario, La cultura de calidad y productividad en las empresas*. México: ITESO.
- Freivalds, A., & W. Niebel, B. (2014). *INGENIERÍA INDUSTRIAL de Niebel Métodos, estándares y diseño de trabajo*. México: MC Graw Hill Education.
- Galgado, A. (2003). *Las tres revoluciones*. Madrid: Díaz de Santos.
- García, Á. A. (1997). *Conceptos de Organización Industrial*. Barcelona (España): Marcombo.



- García, D. d. (2006). *Organización de la producción en ingenierías*. España: Universidad de Oviedo.
- Godina, R., & Pimentel, C. (2018). A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends. *ScienceDirect*, 783-790.
- González, K. B. (2019). *PROPUESTA DE MEJORA PARA LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA, EN EL DEPARTAMENTO DE CONVERSION DE CMPC CARTULINAS PLANTA MAULE*. CHILE: TALCA UNIVERSIDAD CHILE.
- Hernán, R. C., & Medina V, P. D. (2009). COMO REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN. *Scientia Et Technica*, 177-180.
- Jacob, R. E., & Usquiano, E. A. (2023). SMED para mejorar la productividad en el sector industrial. Una revisión sistemática de la literatura entre 2012 al 2022. *LACCEI*, 1-7.
- Lago, A. E., & Domingo González Zuñiga, F. J. (2015). *INGENIERÍA INDUSTRIAL MÉTODOS Y TIEMPOS CON MANUFACTURA ÁGIL*. México: Alfaomega.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La Evidencia de una Necesidad*. España: Díaz de Santos.
- S.R.DEVADASAN. (2012). *LEAN AND AGILE MANUFACTURING*. India: PHI Learning.
- SOCCONINI, L. (2008). *LEAN MANUFACTURING PASO A PASO*. EUA: NORMA.
- Zuñiga, J. F. (2014). *INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL*. México: Alfaomega.

