



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE
ENSAMBLAJE DE BALANZAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE
LA EMPRESA CIAPESA PERÚ SAC - LIMA, 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

MENDOZA SUPE, ROY PAUL

ASESOR:

MG. SÁNCHEZ RAMÍREZ, LUZ GRACIELA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

Página Del Jurado



Presidente

Mg. Roberto Carlos Conde Rojas



Secretario

Mg. Luz Graciela Sánchez Ramírez



Vocal

Mg. Marco Antonio Meza Velázquez

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por el apoyo constante durante toda la formación profesional y la comprensión para la culminación de esta etapa académica.

A mi novia Alexandria por su apoyo firme y constante en la culminación de los trabajos finales, por la motivación y apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mis profesores quienes durante toda mi carrera profesional han aportado a mi formación, y en especial a mis profesores Mg. Marco Antonio Meza Velázquez y Mg. Roberto Carlos Conde Rojas por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

De igual manera agradecer a mi profesor de Investigación y de Tesis de Grado, Mg. Luz Graciela Sánchez Ramírez por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

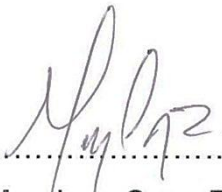
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Mendoza Supe, Roy Paul con DNI N° 41702549 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 07 de Julio del 2017



.....

Mendoza Supe Roy Paul

DNI N° 41702549

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada título “Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de “Ingeniero Industrial”.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Roy Paul Mendoza Supe

Autor

ÍNDICE

Pagina del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	xii
Abstrac	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad Problemática	15
1.2. Trabajos Previos	17
1.3. Teorías Relacionadas	21
1.4. Formulación al Problema	30
1.5. Justificación del estudio	31
1.6. Hipótesis	32
1.7. Objetivos.	33
II. MÉTODO	34
2.1. Diseño de investigación	35
2.2. Variables, operacionalización	35
2.3. Población y muestra	39
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección	39
2.5. Métodos de análisis de datos	40
2.6. Desarrollo del proyecto	46
III. RESULTADOS	55
3.1. Resultados descriptivos.....	56
3.2. Análisis Estadístico	64
IV. DISCUCIÓN	72
V. CONCLUSIÓN	74

VI. RECOMENDACIONES	76
VII. REFERENCIAS	78
ANEXOS	82
ANEXO N°1: Matriz de Consistencia	83
ANEXO N°2: Hoja de verificación	84
ANEXO N°3: Diagrama de Pareto Inicial	86
ANEXO N°4: Diagrama de Ishikawa	87
ANEXO N°5: Diagrama de Causa Efecto.....	89
ANEXO N°6: Tiempo Recolectado en horas.....	90
ANEXO 7: Tiempo recolectado en Horas	91

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Etapas de SMED, elaboración propia	24
Tabla 2: Operacionalización de las variables	38
Tabla 3: Estaciones de ensamblaje	39
Tabla 4: Producción de balanzas de pedestal CU6050 de capacidad 300kg	41
Tabla 5: Registro de tiempo de cambio en horas de la línea de ensamblaje de balanzas	42
Tabla 6: Equipo SMED Fuente: elaboración Propia	46
Tabla 7: Hoja de análisis de cambio	52
Tabla 8: Eiempos de operaciones antes y después de la metodología SMED	58
Tabla 9: Prueba de Normalidad	64
Tabla 10: Resultados prueba Shapiro Wilk	65
Tabla 11: Resultados prueba Shapiro Wilk	65
Tabla 12: Resultados prueba Wilcoxon	66
Tabla 13: Estadístico de prueba	66
Tabla 14: Prueba de Normalidad	67
Tabla 15: Resultados prueba Shapiro Wilk Hipotesis especifica 1	67
Tabla 16: Estadístico de prueba para la Eficiencia	68
Tabla 17: Estadístico de prueba para la Eficiencia	68
Tabla 18: Prueba de Normalidad	69
Tabla 19: resultados prueba Shapiro Wilk Hipotesis especifica 2	69
Tabla 20: Estadístico de prueba para la Eficacia	71

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1: Indicador Tiempo Total de cambio	56
Gráfico 2: % número de Operaciones	57
Gráfico 3: % de transformación de Operaciones	57
Gráfico 4: % Reducción de operaciones internas	59
Gráfico 5: % Reducción de operaciones internas	60
Gráfico 6: Eficiencia	61
Gráfico 7: Eficacia	62
Gráfico 8: Productividad	63

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1: Indicador Tiempo Total de cambio	56
Cuadro 2: % número de Operaciones	57
Cuadro 3: % de transformación de Operaciones	57
Cuadro 4: % Reducción de operaciones internas	59
Cuadro 5: % Reducción de operaciones internas	60
Cuadro 6: Eficiencia	61
Cuadro 7: Eficacia	62
Cuadro 8: Productividad	63

RESUMEN

La vigente labor de investigación tiene por objetivo determinar la mejora de la calidad del proceso en la competitividad interna del proceso de balanzas específicamente en balanzas de pedestal.

La Fábrica CIAPESA PERU SAC ha implementado un nuevo sistema de trabajo para el área de balanzas, específicamente para la línea de ensamblaje. Este nuevo modo de operar consiste en el intercambio del sistema actual de fabricación de balanzas aplicando SMED, lo cual proporciona una serie de ventajas; una de ellas es brindar pesos exactos y confiables, evitando interpretaciones erróneas en el registro de sus pesadas.

Para lograr el objetivo, ha sido necesario implementar un curso informativo del sistema SMED para jefaturas y operarios, de manera tal de comprender en primer lugar la parte teórica, para luego realizar estudios operacionales con el objetivo de saber cómo impacta SMED.

Se realizaron 2 pilotos de fabricación, el primero con 1 y el segundo con 2 operadores, considerando como modelo el trabajo que realiza un operador actualmente en el cambio de formato y el tiempo total de 8 horas que éste demora en realizar toda la operación.

Para la implementación de SMED como metodología, se consideró como primer objetivo, reducir el tiempo de Setup en un 30% del tiempo utilizado originalmente, además se procedió a evaluar la reducción del tiempo invertido en realizar el cambio y los beneficios económicos que esto trae consigo, Finalmente, luego de los ensayos, el trabajo realizado por 2 operarios tardó un tiempo total de Setup de 55 minutos, obteniendo un producto final dentro de las especificaciones señaladas por el organismo regulador, además de limpieza de sala/equipos y fabricación, conforme según las Buenas Prácticas de Manufactura, GMP.

Palabras claves: Calidad, proceso, competitividad y producción.

ABSTRAC

The current research work aims to determine the improvement of the quality of the process in the internal competitiveness of the balances process specifically in pedestal balances.

The CIAPESA PERU SAC Factory has implemented a new work system for the area of balances, specifically for the assembly line. This new mode of operation consists of the exchange of the current system of manufacture of scales applying SMED, which provides a series of advantages; One of them is to provide exact and reliable weights, avoiding erroneous interpretations in the registry of its heavy ones.

In order to achieve the objective, it has been necessary to implement an information course on the SMED system for managers and operators, so as to understand the theoretical part first, and then carry out operational studies with the objective of knowing how SMED impacts.

Two manufacturing pilots were made, the first with 1 and the second with 2 operators, considering as a model the work performed by an operator currently in the format change and the total time of 8 hours that it takes to complete the whole operation.

For the implementation of SMED as a methodology, it was considered as the first objective, to reduce the time of Setup in 30% of the time originally used, in addition to proceeding to evaluate the reduction of the time invested in making the change and the economic benefits that this entails Finally, after the tests, the work carried out by 2 operators took a total time of Setup of 55 minutes, obtaining a final product within the specifications indicated by the regulatory body, besides cleaning of room / equipment and manufacture, according to Good Manufacturing Practices, GMP.

Key words: Quality, process, competitiveness and production.

I. INTRODUCCIÓN

1.1.- REALIDAD PROBLEMÁTICA

INTERNACIONAL

Según el Banco Mundial el comportamiento de América Latina y el Caribe se encuentra es una situación de mucha importancia para su decisión. Ya que las ganancias obtenidas por el auge internacional de las materias primas se están agotando y es importante determinar estrategias para desarrollar el sector productivo industrial. Además, es vital analizar comportamiento de la micro y pequeña empresa que según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe las Pymes constituyen el 99% del sector industrial y fomentan la mayor cantidad de empleos sin embargo su productividad es muy baja en comparación con las grandes organizaciones. Para superar esta brecha la CEPAL indica que debemos potenciar las cadenas productivas con empresas de diferente tamaño y en especial a las PYMES.

De esta manera podemos apreciar como la economía a nivel de la región tiene una gran importancia y relación con el desarrollo de la productividad del sector empresarial; por otro lado, las proyecciones de crecimiento para el 2017 y 2018 son buenas y es meta de las empresas estar preparadas para poder abordar y atender de manera adecuada los requerimientos que originen estas proyecciones positivas.

NACIONAL

Para poder conocer el problema en el ámbito nacional es necesario revisar los documentos del ministerio de la producción.

Según el Ministerio de La Producción (2015), señala que “En 2015, la actividad manufacturera alcanzó los S/. 64 939 millones de soles de 2007, valor que significó una disminución de -1,7% en relación al año previo. Este comportamiento se debió a la menor actividad productiva del subsector no primario (-2,7%); afectada por la reducida demanda de insumos (pasta de madera, cemento,

productos refractarios, artículos de hormigón y yeso) del sector construcción, menor producción de bienes de capital destinados a la inversión (principalmente maquinarias)". (Ministerio de la Producción, 2015, p.13)

Esto nos dice que la actividad manufacturera la cual está relacionada directamente con la empresa en la cual desarrollamos el presente trabajo tiene un gran reto de incrementar su productividad para ser más competitiva en el sector.

LOCAL

CIAPESA PERU SAC es una empresa joven que pertenece al sector de la pequeña y micro empresa cuyo rubro principal es el ensamblaje de balanzas electrónicas, desarrollo de proyectos de automatización y servicio técnico a nivel nacional. Teniendo al sector agroindustrial y de manufactura como su principal mercado.

La compañía identifico al área de producción como uno de sus principales causas de pérdidas de tiempo; teniendo el objetivo de mejorar la producción de balanzas de mesa y pedestal. A partir de lo anterior se realizó un diagrama de Pareto con los posibles factores más importantes, luego se realiza una hoja de verificación para la recolección de datos y se detectó que los problemas principales están dados por la baja productividad en la estación de ensamble, luego mediante un análisis de causa y efecto se analizan con las seis emes, esto nos dio unos resultados que muestran que existen muchas causas que originan retrasos ya es necesario tener una mayor flexibilidad en ensamble de modelo y se tienen que hacer mayores paradas en la estación para alistar los insumos y componentes de un modelo diferente de balanza. Es en ese tiempo donde se detectan retrasos por perdidas de materiales o herramientas que no están disponibles o no se encuentran en su ubicación, teniendo que buscarlos o coordinando la compra de repuestos y accesorios en ese instante.

Para lograr ello existe una herramienta que reduce el tiempo de cambio y preparación de la línea, se trata de la metodología SMED de quien hablaremos luego con más detalle.

Es por ello que, teniendo identificado los problemas se justifica realizar la investigación de analizar los problemas y plantear la implementación de la metodología SMED para esperar resultados favorables para la productividad de empresa CIAPESA SAC. Teniendo mayor flexibilidad y tiempo disponible lo que se traduce en una mayor rentabilidad de la empresa.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

NACIONALES

Ramos y Vento (2013), con su tesis titulada “Propuesta de mejora en el Área de producción de Sólidos para un Laboratorio Farmacéutico” en la ciudad de Lima. Este proyecto busco la mejor productividad en cuanto a la fabricación de sólidos para una compañía farmacéutica. Por medio de la metodología SMED se logró una marcada disminución del tiempo. Por lo cual se obtuvo una mayor racionalización de los recursos, disminución del tiempo y reducir el procesamiento de granulación en un 63%, el aumento de las capacidades de producción de sólidos en 66´000,000 unidades adicionales por año.

Mejía (2013) en su proyecto “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”, Tesis desarrollada en la Pontificia universidad Católica del Perú, para obtener el título de ingeniero industrial, tiene como fin lograr una mayor eficiencia en las líneas de confección buscando desarrollar una tecnificación en base al análisis, diagnóstico y nuevas ideas de mejora medibles por la OEE, como elementos de manufacturación ejecutados se implementó las 5 SS, mantenimiento autónomo y el SMED, dando como resultante de la implementación la factibilidad de ejecutar el proyecto, con VAN FCE de S/ 4 543.62 > 0 y un TIR FCE de 36% > COK

Álvarez y De la Jara (2012) desarrollaron una tesis de título “Análisis y Mejora de procesos en una Empresa Embotelladora de bebidas rehidratantes”, la investigación constato la existencia de múltiple de tiempo perdido en paralizaciones de la planta, también encontró una alta sobreproducción de bienes llámese botellas, tapas y etiquetas. Por lo cual se tomó la decisión de adecuar la metodología SMED con el objetivo de reducir el tiempo durante el set up; teniendo como resultado un disminución del tiempo en 52%. Finalmente se logró mayor productividad con la disminución de tiempo de cambio arrojando 6 horas hombres libres.

Torres (2014), desarrolla una tesis de título “Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se objetivo en una mayor disponibilidad de tornos, por lo que se usó herramientas en manufacturación esbelta tales como 5 Ss, SMED y Poka Yoke, dado que son herramientas que se complementan bien. Se visualizó mediante una gráfica de Pareto que la problemática abarcaba ralentización por set up de los equipos mecánicos en un 55% en cuanto al tiempo establecido originalmente, un 15% por ausencia de herramientas propias y un 7% por pausas de mantenimiento, seguidamente se procedió a una lluvia de ideas entre los colaboradores quienes abocaron sus conocimientos en la identificación de las principales deficiencias en la empresa y que generan perjuicios en la productividad, todos las ideas fueron evocadas a los contratiempos de set up en las paradas de las maquinas. Posterior a la lluvia de ideas en primer lugar se llevó a cabo la acción de implementar las 5Ss en una primera fase y posteriormente se condujo con el proyecto a una mejora en implementación de la metodología SMED.

Todos esto arrojó como resultado un aumento del TEEP de 52.08% a 62%, y un lugar de trabajo con mayor orden y limpieza.

Baluis (2013), finalmente nos presenta una tesis con título “Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing” en la ciudad de Lima. Desarrollada en la Pontificia Universidad

Católica del Perú. Enfocado en la producción de termas eléctricas, esta investigación se basó en la búsqueda de la mejora en la productividad de la fabricación de tanques de termas eléctricas dado que este es el proceso con la capacidad más restrictiva, luego de su análisis decide aplicar la metodología SMED con el fin de reducir el tiempo en cambio de moldes. Se realiza la evaluación de las mejoras y se evalúa la posibilidad de ejecutar el proyecto teniendo como resultado un VAN positivo, además de una TIR de 53% superior al 20%. Finalmente se concluyó que la metodología SMED implementada en el proyecto es rentable y es necesaria para la organización desde la gerencia general hasta cada uno de los operarios.

INTERNACIONALES

Vázquez (2011) “Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: Construcción de llantas de camión radial de la empresa continental Tire Andina S.A.” tiene el objetivo general elaborar un plan para la aplicación de la estrategia SMED, realizando un diagnóstico de la situación actual y levantando luego información sobre los tiempos de Set Up de las máquinas, determinando así los puntos críticos en donde podría aplicar la metodología SMED para elaborar propuestas de mejora. Se centró en el cambio de llanta tipo A con dos operadores y un ayudante teniendo un ritmo de tiempo de cambio de 53.85 minutos a 33.43 minutos con una reducción del 38%, y en el cambio de llantas B de 32.60 minutos a 27.55 minutos con una reducción del 15%.

Gómez (2013), en su tesis “Disminución de los tiempos de set up de las Comprimidoras Express utilizando el sistema SMED bajo las normas GMP”, de la ciudad de Valdivia, Chile, en la mencionada investigación experimental se utiliza un estudio retrospectivo de los procedimientos de manufactura por parte de los operarios de los instructivos de fabricación y la aplicación de GMP al momento de realizar estas actividades en Laboratorios Maver mediante la trazabilidad. Se realizaron 2 pilotos de fabricación, el primero con 2 y el segundo con 3 operadores, considerando como modelo el trabajo que realiza un operador actualmente en el cambio de formato y el tiempo total de 11 horas que éste

demora en realizar toda la operación. Para la implementación de SMED como metodología, se consideró como un primer objetivo, disminuir el tiempo de Set up en un 50% del tiempo utilizado anteriormente. Finalmente, luego de los ensayos, el trabajo realizado por 3 operarios tardó un tiempo total de Set up o cambio de formato a 3.5 horas, obteniendo un producto final dentro de las especificaciones señaladas por el organismo regulador, además de limpieza de sala, equipos y fabricación, conforme según las Buenas Prácticas de Manufactura, GMP.

Lupiano (2011), desarrolla una tesis “La certificación de calidad como factor de competitividad”. Tesis (Magíster). La Plata, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. Se rescata de la investigación que las dimensiones de la calidad y la competitividad está interrelacionados de manera directa, ya que estos son dependientes donde la gestión está involucrado todo el personal, para obtener la certificación de la calidad es necesario tener un grupo líder donde se evalué en global la organización.

Reynaldo (2015) “Aplicación de la técnica SMED en la fabricación de envases aerosoles” tiene como objetivo general reducir en forma analítica el tiempo de cambio de herramientas de altura en máquinas ensambladoras de envases aerosoles producidos en serie, para aumentar la productividad y flexibilidad de la compañía mediante la simplificación de actividades, y habituar a los empleados a trabajar bajo procedimientos que garanticen la ejecución de actividades siempre de la misma forma, fomentando en los trabajadores una cultura de trabajo en equipo hacia el mismo objetivo de reducción en los tiempos de cambio.

Finalmente obtuvo mejoras en la reducción de los tiempos de cambio de 58.23 minutos a 23 minutos y estandarización de las actividades del proceso sea quien sea el que realice los cambios, además de un personal motivado que empezó a trabajar en equipo.

Romo (2009) “Aplicación de la técnica SMED para Set Up de cambio rápido en línea Lamination de la empresa PROMASA S.A. planta puertas” Nos menciona que este estudio consiste en evaluar el proceso productivo de la línea Lamination

de la empresa Promasa Planta Puertas y aplicar la herramienta del Lean Manufacturing o Manufactura esbelta llamada SMED (Single Minutes Exchanged of dies). El objetivo es lograr disminuir los tiempos de cambio de herramientas o de programa productivo, a la vez de aumentar la producción, disminuir los costos de operación, realizar el trabajo en forma más fácil y ordenada. En conclusión La aplicación de la técnica SMED, si bien es cierto, se realizó solamente una aplicación en los equipos, se obtuvieron excelentes resultados, ya que en cada uno de ellos se logró reducir los tiempos de cambio en más del 50 por ciento del tiempo que demoraban antes.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS

1.3.1 METODOLOGÍA SMED

Definición De Metodología SMED

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Die), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales. Es una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue resultados rápidos y positivos, generalmente con poca inversión aunque requiere método y constancia en el propósito (Hernández y Vizán, 2013).

Según Rajadell y Sánchez (2010), originalmente single minute exchange of die, significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, o sea, es inferior a 10 minutos. En la actualidad, en muchos casos, el tiempo de preparación se ha reducido a menos de un minuto. La necesidad de llegar a un tiempo tan corto proviene de que reduciendo los tiempos de preparación, se podría minimizar el tamaño de los lotes y por consiguiente reducir los stocks para

trabajar en series muy cortas de productos. Por ejemplo, en las plantas de producción de automóviles cada vez más la fabricación de un coche corresponde al pedido que un cliente ha efectuado en algún lugar del mundo. Así, un automóvil puede ser de color granate, equipado con faros antiniebla y llantas de aleación, mientras que la unidad siguiente puede ser de color verde, sin faros antiniebla y con tapacubos en las ruedas.

La competitividad del mercado actual obliga a disponer de sistemas flexibles que permitan una adaptación a los cambios constantes, y por lo tanto cada vez tienen más importancia las pequeñas series, que además contribuyen a reducir los niveles de stocks tanto en producto acabado, como en material en curso (Rajadell y Sánchez, 2010).

Luego Rajadell y Sánchez (2010), nos dicen que la minimización de las existencias, la producción orientada a los pedidos de encargo, y una rápida adaptabilidad a las variaciones de la demanda, son las ventajas más importantes de un tiempo de preparación inferior a 10 minutos. Para conseguir esto es necesario aplicar sistemas de cambio de serie rápidos y el SMED se constituye en una herramienta muy útil. En las empresas japonesas, la reducción de tiempo de preparación no la promueve el personal de organización científica del trabajo, sino los propios operarios, reunidos en pequeños grupos de trabajo. La aplicación de esta técnica exige la consideración de tres ideas fundamentales:

- Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta casi eliminarlos completamente.
- No es solo un problema técnico, sino también de organización.
- Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados a menor coste.

Origen de Metodología SMED

La preparación rápida es una innovación aportada por los japoneses en la organización científica del trabajo. Efectivamente, el sistema SMED, según su creador Shigeo Shingo, tiene sus orígenes en ciertos trabajos que le fueron

encargados, en 1950, en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda. Sin embargo, se desarrolló completamente alrededor de los años setenta del siglo pasado cuando realizaba trabajos para Toyota y ésta adoptó, promovida por los propios operarios, el sistema SMED como uno de los pilares básicos de su modo de fabricación. Las técnicas SMED requieren un cambio de actitud, un método de mejora continua, de forma que cualquier empresa que las adopte debe realizar esfuerzos para conseguir tiempos de preparación cada vez más cortos (Rajadell y Sánchez, 2010).

Objetivos de la Metodología SMED

Las técnicas SMED (single minute exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida de producto —AII y la primera pieza producida del producto —BII, que cumple con las especificaciones dadas. El logro de un menor tiempo de cambio y el correspondiente aumento de la moral permiten a los operarios afrontar retos similares en otros campos de la planta, lo cual constituye una importante ventaja de carácter secundario del SMED (Rajadell y Sánchez, 2010).

Tiempo de Cambio

Según Socconini (2014) “El tiempo de cambio viene a ser el tiempo que transcurre desde la salida de la última pieza en buenas condiciones que pertenece a un lote anterior, hasta que sale la primera pieza optima de un siguiente lote después de haber realizado el cambio” (p. 211). En nuestro caso emplearemos el estudio de este tiempo desde que sale un lote de modelo de balanza CU6050 en acero al carbono con indicador TP9901 hasta un siguiente lote de balanza CU5040 en acero al carbono con indicador Yaohua T7.

Además Radajel y Sanchez (2010) nos indican que existen diferentes conceptos que afectaran el tiempo de cambio, entre ellos esta el que emplearemos nosotros es decir el de cambiar piezas a ensamblar o de otros materiales, nos indica que en cada ocasión que se cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros

materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos deberá de incluir el cambio de utillajes (p. 125).

Metodología de aplicación de SMED

A continuación se describirá los pasos detallados para reducir los tiempos de fabricación las sugerencias para optimizar los tiempos de cambio

Etapas Conceptuales

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

Tabla 1. – Etapas de SMED, elaboración propia

Etapas	Actuación
1. Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
2. Primera etapa	Separar tareas internas y externas
3. Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas
4. Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

1.- Etapa preliminar

Lo que no se conoce no se puede mejorar, si puede filmar el procedimiento hágalo, y se dará cuenta del sinnúmero de movimientos inútiles, paseos, distracciones, etcétera, en que incurren los operarios. Pueden tomar hasta 40 minutos buscando por toda la planta una llave Allen, otro tanto localizando los tornillos en el almacén o hasta un troquel en los racks, afilando las piezas necesarias o llenando formatos de calidad y producción. Todo esto mientras el equipo permanece detenido esperando a que el operador se decida a empezar el desmontaje de las herramientas usadas por el artículo anterior y el acoplamiento de las que se necesitan para el que viene. Por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio: - Conocer la media y la variabilidad. - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:

- Análisis con cronómetro.
- Entrevistas con operarios (y con el preparador).
- Grabar en vídeo.
- Mostrarlo después a los trabajadores.
- Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

2.- Primera etapa

Separar las tareas internas y externas En esta fase. Primero será necesario realizar un listado de las actividades secuenciales realizadas durante el set up, para poder identificar cuáles son internas (realizadas durante un paro de máquina) y externas (ejecutadas durante la operación normal de la máquina). Se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo: - Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace. - Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas. Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

3.- Segunda etapa

Convertir tareas internas en externas La idea es que al tiempo en el cual el sistema no está produciendo, es decir, no agrega valor, se le considera como desperdicio; por lo tanto, se requiere de su eliminación. En esta etapa es necesario hacer una revisión minuciosa de las actividades internas, para poder hacer la conversión pertinente y así ganar más tiempo productivo es decir, hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio

necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente. • Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno. • Prerreglaje de herramientas. • Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida. Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material). Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

4.- Tercera etapa

Perfeccionar las tareas internas y externas El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas). La optimización de las operaciones internas y externas restantes, aun las reducciones obtenidas en las etapas previas pueden ser mejoradas. Esta labor es de alto nivel de detalle y, aunque también requiere de mucha imaginación y del diseño de dispositivos y elementos de sujeción novedosos. De hecho, la mayor parte de los equipos con los que se logra esta mejora se encuentran estandarizados en el mercado. En este paso, las mínimas actividades internas que quedan pueden ser aminoradas y las demás, aunque sean externas, también pueden mejorar.

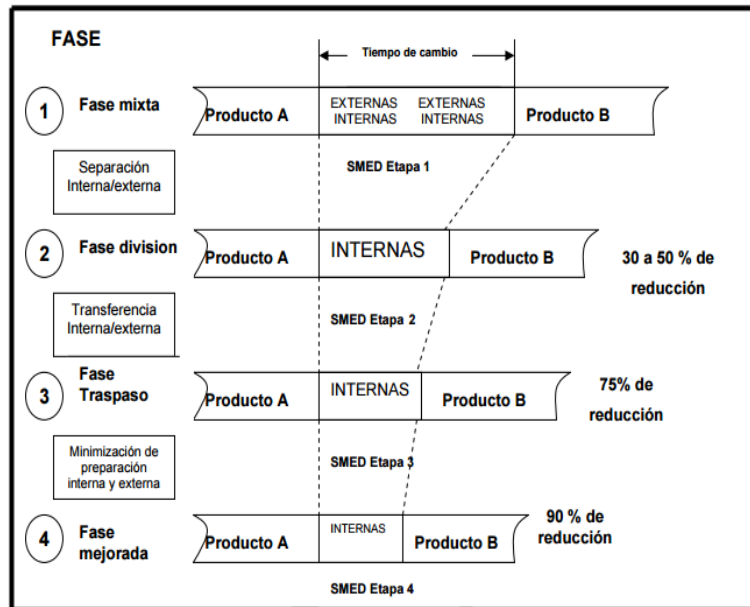


Figura 1. Fases para reducir el tiempo de cambio; Elaboración propia

1.3.2 PRODUCTIVIDAD

Según Gutiérrez (2014), “La productividad está relacionada a los resultados que se obtienen en un proceso, por ello incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados” (p. 20).

Según Miranda et al (2005), la productividad es la forma de medir la eficiencia de la función de producción y puede definirse como la relación entre la producción de un periodo y la cantidad de recursos consumidos para alcanzarla. Para mejorar la productividad caben 2 opciones: reducir los inputs mientras los outputs permanecen constantes o aumentar los outputs mientras los inputs se mantienen constantes.

Sin embargo, según D'Alessio (2004), la productividad la define como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. De esta manera, todos los recursos que se encuentran a disposición son limitados y por ende debe hacerse buen uso de ellos para garantizar el máximo rendimiento posible.

Según Cruelles (2012), sostiene que la productividad es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla (p. 10).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Produccion}}{\text{Recursos o Insumos empleados}}$$

De acuerdo a Domínguez (1995), la eficiencia de las operaciones individuales se pierde en las operaciones totales, obteniéndose una calificación más valiosa de la eficiencia de la utilización de recursos específicos calculando el índice de productividad de los factores individuales.

Eficiencia

Heizer y Render (2009, p. 14), indican que la eficiencia significa, "hacer bien el trabajo con un mínimo de recursos y de desperdicio". Observe la distinción entre ser eficiente, que implica hacer bien el trabajo, y efectivo, que significa hacer lo correcto. Un trabajo bien hecho nos ayuda a ser eficientes; el desarrollo y la utilización de la estrategia correcta nos ayuda a ser efectivos.

Al respecto de la eficiencia, Cruelles (2012, p. 49), aporta en que "Mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el coste de los recursos (hacer bien las cosas). En términos Numéricos, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada". La eficiencia se encarga de los medios, por ejemplo: Si la producción de una máquina fue de 100 piezas/hora mientras que la tasa estándar es de 140 piezas/hora, se dice que la eficiencia de la máquina fue de: $(\text{Cantidad real} \times \text{Tiempo Estándar} \times 100) / \text{Tiempo Trabajado}$

$$\frac{\text{Cantidad real x Tiempo Estándar}}{\text{Tiempo Trabajado}} \times 100$$

Entonces: $(100/140) \times 100 = 71.42 \%$

Según Azofra (como se citó en Cruz, 2009, p. 1) nos indica que una organización triunfara o fracasara dependiendo de si nivel de eficiencia, Es así que, el autor la define como el grado de bondad o como el nivel de optimización que se alcanza al momento de usar los recursos necesarios en la producción de los servicios; Además, se vincula con la aproximación del nivel de productividad, como ya se definió es hallar la relación que existe con los recursos utilizados versus la producción de servicios o bienes obtenidos de una sola empresa en particular y el máximo que se puede lograr en condiciones dadas.

Eficacia

Para Robbins y Coulter (2005), la definen como "hacer las cosas correctas, las actividades de trabajo con las que la organización alcanza sus objetivos". (p. 8).

Heizer y Render (2009, p. 14), nos dicen que "la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas, y se alcanzan los resultados planeados; implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados".

$$\frac{\text{Cantidad real x Tiempo Estándar}}{\text{Tiempo Otorgado}} \times 100$$

La eficacia es el grado en que los objetivos se logran, identificando con el logro de las metas (Agustín, 2012, P. 50).

Para Robbins y Coulter (2005), la definen como "hacer las cosas correctas, las actividades de trabajo con las que la organización alcanza sus objetivos". (p. 8).

Para Gutiérrez (2014), "Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el

resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados” (p. 21). De esta manera se puede entender que la productividad la vamos a poder calcular mediante los cálculos para obtener eficiencia y eficacia en la línea de ensamblaje de balanza electrónicas de la empresa CIAPESA PERÚ SAC. Para lograr encontrar estos valores se basara en los datos de producción que se recopilen en las fichas de observación, teniendo en cuenta los tiempos totales brindados para la producción disponibles, los tiempos de incidencia, el tiempo útil, las unidades producidas brutas las unidades desechadas por calidad y las unidades aprobadas que pasan a almacén o para despacho directo al cliente.

Este proceso lo veremos con más detalle en los capítulos siguientes, sustentando los datos para los cálculos de eficiencia, eficacia y productividad.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema Principal

P. ¿Cómo la aplicación de la metodología SMED incrementa la productividad de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017?

1.4.2. Problemas secundarios

P1. ¿Cómo la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017?

P2. ¿Cómo la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente proyecto de aplicación de la metodología SMED para la mejora de la productividad de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017 se justifica por la necesidad de realizar una mejora continua a la empresa y generar un mejor rendimiento del área de ensamblaje, evitar pérdidas, optimizar los tiempos y que sea la base para continuar con la mejora de sus procesos en la línea de ensamblaje. Además, ayudará a que los trabajadores cuenten con un sistema que se adapte a los pedidos requeridos, También, servirá de guía para posteriores estudios sobre su influencia en la productividad. Por último todo se enfoca al objetivo de mayor rentabilidad económica para la organización que busca el crecimiento empresarial sostenido y se pueda construir como una de las mejores compañías del rubro de pesaje industrial en el mercado nacional.

1.5.1. Campo Social

Uno de los principales beneficiarios son los trabajadores de la empresa quienes vienen laborando de manera inadecuada y sin tener participación activa en la empresa. Además, de eliminar los ambientes sucios y mejorar el bienestar de los colaboradores con un mejor ambiente de trabajo, un sistema estandarizado para el cambio de utillaje y ensamblaje del producto. En ese sentido, mediante la implementación de este proyecto de investigación se podrá cumplir las metas que desea la gerencia general.

1.5.2. Campo Tecnológico

Este proyecto es posible de realizar gracias a la tecnología disponible en el mercado y a la colaboración de las áreas que conforman CIAPESA PERÚ SAC

para el desarrollo con nuevas normativas y la predisposición en brindar los recursos necesarios para la investigación como: Recursos institucionales, recursos humanos y recursos materiales

1.5.3. Campo Empresarial

El proyecto ayudara a la reducción de tiempos por operación ya sea una venta o un servicio el que se realice. Los beneficiarios de este proyecto son las partes productivas como también las áreas administrativas, ya que se tiene un mejor manejo de la compañía en tiempos y cumplimiento de objetivos. Es importante resaltar que los tiempos de entrega son más cortos y buscan el fortalecimiento de la imagen de la organización como una empresa solidad seria y responsable.

1.5.4. Campo Económico

El desarrollo del proyecto de investigación busca encontrar una mejor productividad para la empresa CIAPESA PERÚ SAC y ello implica una mejor rentabilidad para la organización al tener mayor calidad de equipos más disponibilidad de personal y uso eficiente de los tiempos disponibles para la producción. Lo que se traduce en mayores ingresos económicos por valor agregado y/o por ahorro económico.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis Principal

H_a. La aplicación de la metodología SMED incrementa la productividad en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017.

1.6.2. Hipótesis Específicas

H1. La aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017.

H2. La aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017.

1.7. OBJETIVO

1.7.1. Objetivo General

O. Determinar como la aplicación de la metodología SMED incrementa la productividad en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017.

1.7.2. Objetivos Específicos

O1. Determinar como la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017.

O2. Determinar como la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto realizado utiliza el diseño de investigación experimental del tipo cuasi experimental, debido a que, se manipula o estimula la variable independiente que viene a ser la metodología SMED; esperando obtener resultados en la variable dependiente que es la productividad, teniendo como grupo ya asignado sin poder emparejarlos ni hacer alguna modificación. Además, el proyecto se considera un proyecto factible, el cual se define operativamente como una propuesta sólida en un modelo operativo y posible de realizar, orientado a resolver un problema surgido por la necesidad de la empresa CIAPESA PERÚ SAC. En el proyecto se usó el diseño de campo, el cual permitió obtener la información necesaria para posteriormente planificar, analizar y desarrollar la propuesta del diseño de la metodología SMED. Además, por el alcance temporal, la investigación es longitudinal de tendencia debido a que según Hernández “Los diseños de tendencia (*trend*) son aquellos que analizan cambios a través del tiempo (en categorías, conceptos, variables o sus relaciones), dentro de alguna población en general” (p.159).

Esquema: **G : O₁ – X – O₂**
 O₁ = Pre test
 X = Tratamiento
 O₂ = Post- Test

2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Independiente: **Metodología SMED**

Según Hernández y Vizán (2013), “SMED es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la

necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina” (p. 42).

Operaciones De Cambio: Según Radajel y Sánchez (2010) este paso consiste en detallar todas las tareas de un cambio y cronometrar todas y cada una de las secuencias. Por ello apuntamos los tiempos obtenidos

Diferenciar Operaciones Internas De Externas: En este paso es importante identificar las actividades o tareas de preparación que se van a realizar en un cambio, para ello hay que diferenciar entre operaciones internas que son aquellas que se realicen mientras la maquina este parada y operaciones externas que son cuando la maquina está en funcionamiento.

Transformar Operaciones Internas En Externas: Este paso es el más importante de la metodología SMED, la separación de tareas internas y convertirlas en externas se realizara con un análisis minucioso de todas las actividades para evitar algún error por omisión. Esto se lograra analizando desplazamientos o tareas innecesarias de preparación que se pueden hacer antes durante o después de encender la máquina.

Reducir las operaciones internas: Esto se consigue mediante la utilización de cambios rápidos para los componentes y soportes; la eliminación de herramientas utilizadas como destornilladores, llaves, etc; el uso de código de colores para facilitar la gestión visual y establecer posiciones prefijadas del utillaje en el momento del cambio.

Reducir Las Operaciones Externas: Se trabaja de igual manera que la reducción de operaciones internas, se integran los movimientos de los operarios, teniendo estándares de línea actualizados y validados.

Variable Dependiente: **Productividad**

Según Gutiérrez (2014), “La productividad está relacionada a los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por ello incrementar la productividad es

lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: Eficiencia y Eficacia” (p. 20).

Eficiencia: Es el grado en el cual se realizan las actividades planificadas utilizando los mínimos recursos y logrando los resultados planificados en el menor tiempo posible y mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el coste de los recursos (“hacer bien las cosas”). En términos numéricos, es la razón entre la producción real entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada”. (Cruelles, 2013, p. 10)

Eficacia: Es el grado en el cual se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados u objetivos. Se identifica con el logro de las metas (“hacer las cosas correctas”).” (Cruelles, 2013, p. 11).

Operacionalización de Variables

Tabla 2 : Operacionalización de las variables.

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE BALANZAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CIAPESA PERU SAC - LIMA, 2017”									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Metodología SMED	Según Hernández y Vizan (2013), “SMED es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios” (p. 42).	La operación de esta variable se verá mediante la reducción de tiempos en la preparación del setup para el siguiente producto, y el cumplimiento de los pedidos de ensamblaje	IDENTIFICAR OPERACIONES DE CAMBIO DE MODELO	%Tiempo total de cambio	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	Ttc/Tdisp Ttc: Tiempo total de Cambio Tdisp: Tiempo Disponible
			DIFERENCIAR OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS	% Numero de Operaciones Internas	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	NOI/NTO NOI: Numero de Operaciones Internas NTO: Numero Total de Operaciones
			TRANSFORMAR OPERACIONES INTERNAS EN EXTERNAS	% transformación de Operaciones	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	IC = Op I/Op E Op I: Operaciones Internas Op E: Operaciones Externas
			REDUCIR OPERACIONES INTERNAS	% Reducción de Operaciones Internas	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	TOI/Ttc TOI: Tiempo de operaciones internas Ttc: Tiempo Total de Cambio
			REDUCIR OPERACIONES EXTERNAS	% Reducción de Operaciones Externas	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	Porcentaje	TOE/Ttc TOE: Tiempo de operaciones Externas Ttc: Tiempo Total de Cambio
Productividad	Para Gutiérrez (2012), “la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos” empleados para producir o generar ciertos resultados”	Mediante los datos recolectados y los resultados obtenidos, se podrá verificar la influencia que tiene el estudio de tiempos realizado con cronometro en la productividad.	EFICIENCIA	Indice de Eficiencia	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	porcentaje	<u>Tiempo útil empleado</u> Tiempo disponible Total
			EFICACIA	Indice de Eficacia	Razón	Observación y análisis	Ficha de recolección de datos	porcentaje	<u>Unidades Producidas conformes * T. Estandar</u> Tiempo útil empleado

Fuente: Elaboración propia.

2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población

El módulo de estudio es el Área de ensamblaje de balanzas de la organización. Nuestra población de estudio comprende tres estaciones de ensamble de equipos electrónicos en la empresa CIAPESA PERÚ SAC 2017 y se analizarán los datos del proceso y operaciones durante 12 semanas antes de la implementación que se inician en el mes de enero y luego 12 semanas después de la implementación.

El proyecto dura hasta el quinceavo día del mes de Junio.

Tabla 3: estaciones de ensamblaje

ITEM	MAQUINA	DETALLE
01	Estación de balanzas de pedestal	Línea de ensamblaje de medidas 80x60; 60x50 y 50x40
02	Estación de balanzas de plataforma	Plataformas de 500 hasta 3 toneladas
03	Estación de balanzas de mesa	Balanzas pequeñas, capacidad máxima 30kg

Elaboración propia

Muestra

La muestra será del tipo no probabilístico, ya que no se hace uso de la estadística, y la elección de los elementos no dependerá directamente de la probabilidad sino de las características tomadas por el investigador. Para este caso se ha tomado la estación que tiene mayor frecuencia de uso, y presenta más problemas..

Muestreo

El muestreo será de tipo no probabilístico intencional

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1. Técnicas

Observación

En el presente trabajo aplicaremos la técnica de observación para analizar procesos y normalizar las actividades de modo estructurado, identificando las acciones de comportamiento y conductas que tengan los colaboradores y los equipos e instrumentos relacionados, Según Hernández (2014), "Esta técnica de

recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías” (p. 252).

Revisión de documentos

Mediante la revisión de los documentos históricos realizaremos el análisis de los datos de tiempos de paradas y niveles de producción para poder realizar la evaluación de las variables en estudio

2.4.2. Instrumentos

Para medir la disponibilidad de la estación de ensamblaje, por las paradas que se tengan se ha realizado una ficha de recolección de datos que refleje los detalles cuantitativos para analizar la variable y sus dimensiones. Esta ficha de registro será llenada durante la implementación de la metodología SMED para determinar los tiempos de reposo stocks y evaluar nuestras variables.

2.4.3. Validez y Confiabilidad del instrumento

Los instrumentos empleados representan las variables y se relacionan en la Operacionalización de las variables. La validez de dicho instrumento se realiza mediante el juicio de expertos, para ello contamos con tres profesores de la escuela de ingeniería industrial para que analicen y validen nuestros instrumentos.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en esta investigación se llevará a cabo mediante el uso del programa SPSS (Statistical Package for Social Science), donde se procesará la información recopilada, los resultados arrojados de este programa nos muestran si la aplicación de la metodología SMED influye en el incremento de la productividad en la estación de ensamblaje de la empresa.

2.5.1 Análisis actual de la línea de ensamblaje de balanzas

Se realiza la toma de datos en la línea de ensamblaje de balanzas, extrayendo las unidades realizadas y las unidades conformes durante las 12 primeras semanas del año.

Tabla 4: Producción de balanzas de pedestal CU6050 de capacidad 300kg

PRODUCCIÓN DE BALANZAS CU6050 300KG									
	ENERO			FEBRERO			MARZO		
DÍA	FECHA	CANTIDAD PRODUCIDA	CANTIDAD CONFORME	FECHA	CANTIDAD PRODUCIDA	CANTIDAD CONFORME	FECHA	CANTIDAD PRODUCIDA	CANTIDAD CONFORME
L	02-ene	16	16						
M	03-ene	10	9						
M	04-ene	10	7	01-feb	14	13	01-mar	10	9
J	05-ene	6	4	02-feb	10	7	02-mar	10	7
V	06-ene	8	5	03-feb	4	4	03-mar	4	1
L	09-ene	10	10	06-feb	10	8	06-mar	6	3
M	10-ene	12	12	07-feb	4	2	07-mar	14	13
M	11-ene	8	7	08-feb	8	6	08-mar	10	10
J	12-ene	12	9	09-feb	16	15	09-mar	8	5
V	13-ene	8	5	10-feb	12	10	10-mar	8	8
L	16-ene	12	12	13-feb	6	6	13-mar	10	10
M	17-ene	12	10	14-feb	10	8	14-mar	12	10
M	18-ene	8	6	15-feb	16	14	15-mar	8	7
J	19-ene	10	10	16-feb	16	13	16-mar	8	8
V	20-ene	16	13	17-feb	12	12	17-mar	16	15
L	23-ene	16	15	20-feb	14	11	20-mar	12	12
M	24-ene	6	3	21-feb	16	13	21-mar	8	7
M	25-ene	6	4	22-feb	10	8	22-mar	14	14
J	26-ene	16	13	23-feb	6	4	23-mar	10	9
V	27-ene	8	6	24-feb	12	9	24-mar	12	10
L	30-ene	8	6	27-feb	10	7			
M	31-ene	12	9	28-feb	12	10			

TOTAL UNID	230	191	218	180	180	158
TOTAL DIAS	22 Días		20 días		18 días	
PROMEDIO	8	Unidades/Día	9	Unidades/Día	8	Unidades/Día
PROMEDIO	0,36	Unidades/hora	0,38	Unidades/hora	0,37	Unidades/hora

Fuente: Datos de la empresa CIAPESA PERÚ SAC

Se puede apreciar en la tabla anterior, que la producción promedio es de 8 unidades conforme diarias, que también lo podemos apreciar como 0,36 unidades por hora.

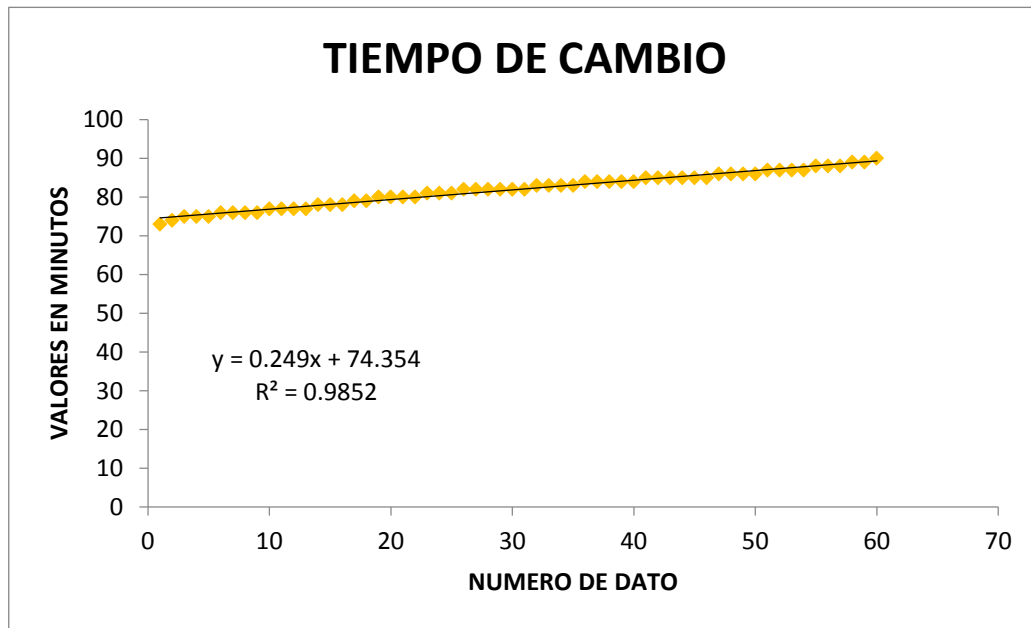
Como segunda medida realizada hemos registrado los tiempos de cambio considerando desde la salida del último tipo hasta la primera balanza ensamblada del siguiente modelo.

Tabla 5: registro de tiempo de cambio en horas de la línea de ensamblaje de balanzas

TIEMPO DE CAMBIO DE BALANZA CU5040 A BALANZA CU6050												
DIA	ENERO				FEBRERO				MARZO			
	FECHA	TIEMPO PREPARACION	TIEMPO DE PRIMERA BALANZA	TIEMPO DE CAMBIO	FECHA	TIEMPO PREPARACION	TIEMPO DE PRIMERA BALANZA	TIEMPO DE CAMBIO	FECHA	TIEMPO PREPARACION	TIEMPO DE PRIMERA BALANZA	TIEMPO DE CAMBIO
L	02-ene	51	32	83								
M	03-ene	52	33	85								
M	04-ene	43	34	77	01-feb	50	35	85	01-mar	48	34	82
J	05-ene	50	35	85	02-feb	43	33	76	02-mar	44	32	76
V	06-ene	50	38	88	03-feb	44	37	81	03-mar	49	37	86
L	09-ene	44	36	80	06-feb	49	38	87	06-mar	42	33	75
M	10-ene	51	38	89	07-feb	52	33	85	07-mar	49	35	84
M	11-ene	51	33	84	08-feb	49	37	86	08-mar	50	32	82
J	12-ene	45	39	84	09-feb	43	32	75	09-mar	45	38	83
V	13-ene	49	32	81	10-feb	51	37	88	10-mar	51	36	87
L	16-ene	42	35	77	13-feb	45	39	84	13-mar	50	37	87
M	17-ene	41	39	80	14-feb	48	38	86	14-mar	41	38	79
M	18-ene	48	38	86	15-feb	51	34	85	15-mar	50	33	83
J	19-ene	47	38	85	16-feb	46	36	82	16-mar	40	38	78
V	20-ene	45	33	78	17-feb	48	34	82	17-mar	46	38	84
L	23-ene	50	39	89	20-feb	47	33	80	20-mar	43	33	76
M	24-ene	44	36	80	21-feb	41	33	74	21-mar	41	34	75
M	25-ene	51	39	90	22-feb	46	32	78	22-mar	44	33	77
J	26-ene	46	33	79	23-feb	40	33	73	23-mar	48	33	81
V	27-ene	52	36	88	24-feb	41	36	77	24-mar	48	39	87
L	30-ene	47	35	82	27-feb	43	39	82				
M	31-ene	44	32	76	28-feb	51	32	83				
PROMEDIO		47,4	35,6	83		46,4	35,1	82		46,1	35,2	81

Fuente: Datos de la empresa CIAPESA PERÚ SAC

Gráfico 2: Tiempo de cambio en minutos de modelo en la línea de ensamble



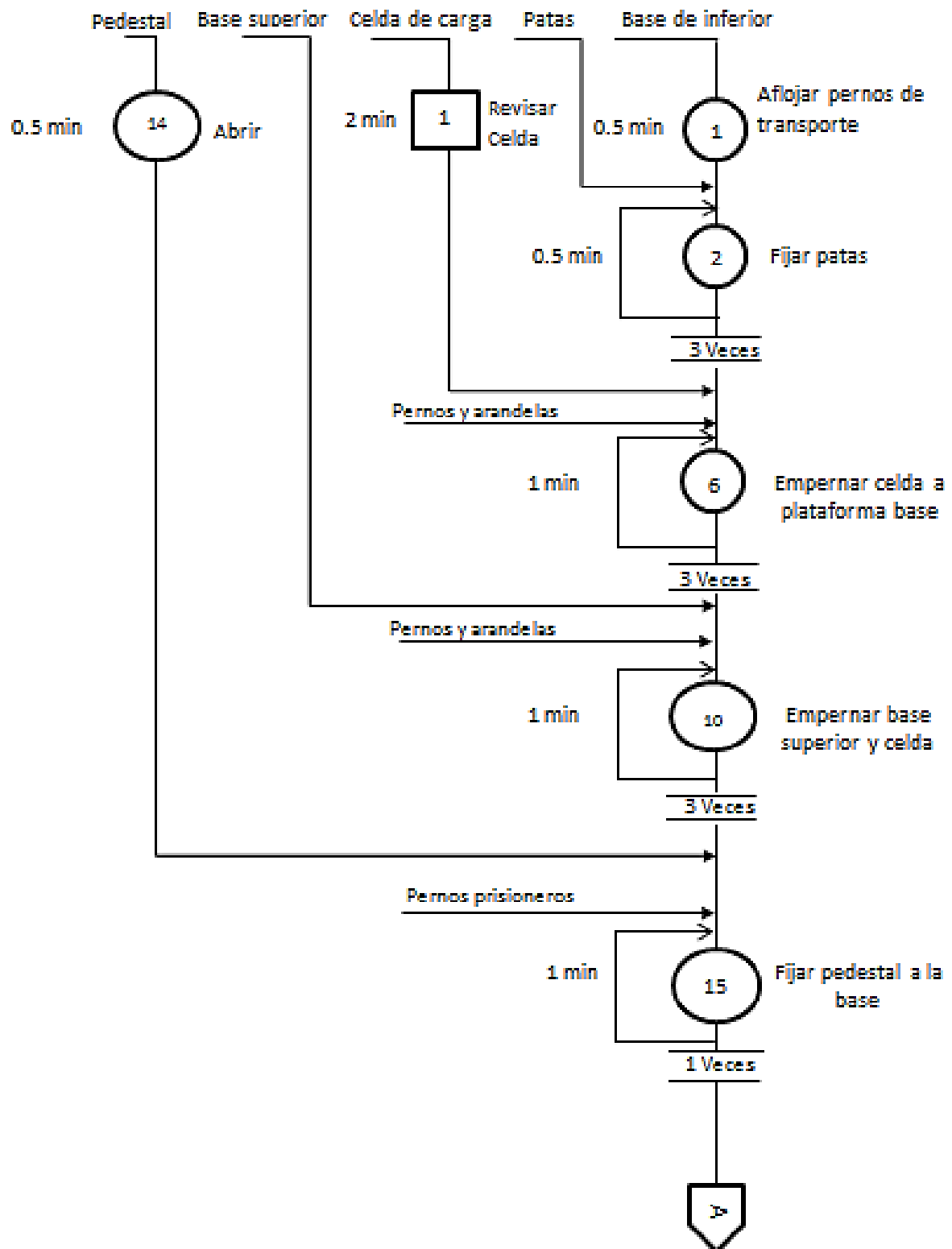
El tiempo promedio de cambio de modelo es de 82 minutos que es aproximadamente 1 hora con 22 minutos. Debemos considerar que el cambio de molde se realiza siempre una vez al día y es luego de realizar servicios en la estación o ensamblajes de otros modelos de balanza.

2.5.2 Diagrama de Operaciones de Procesos

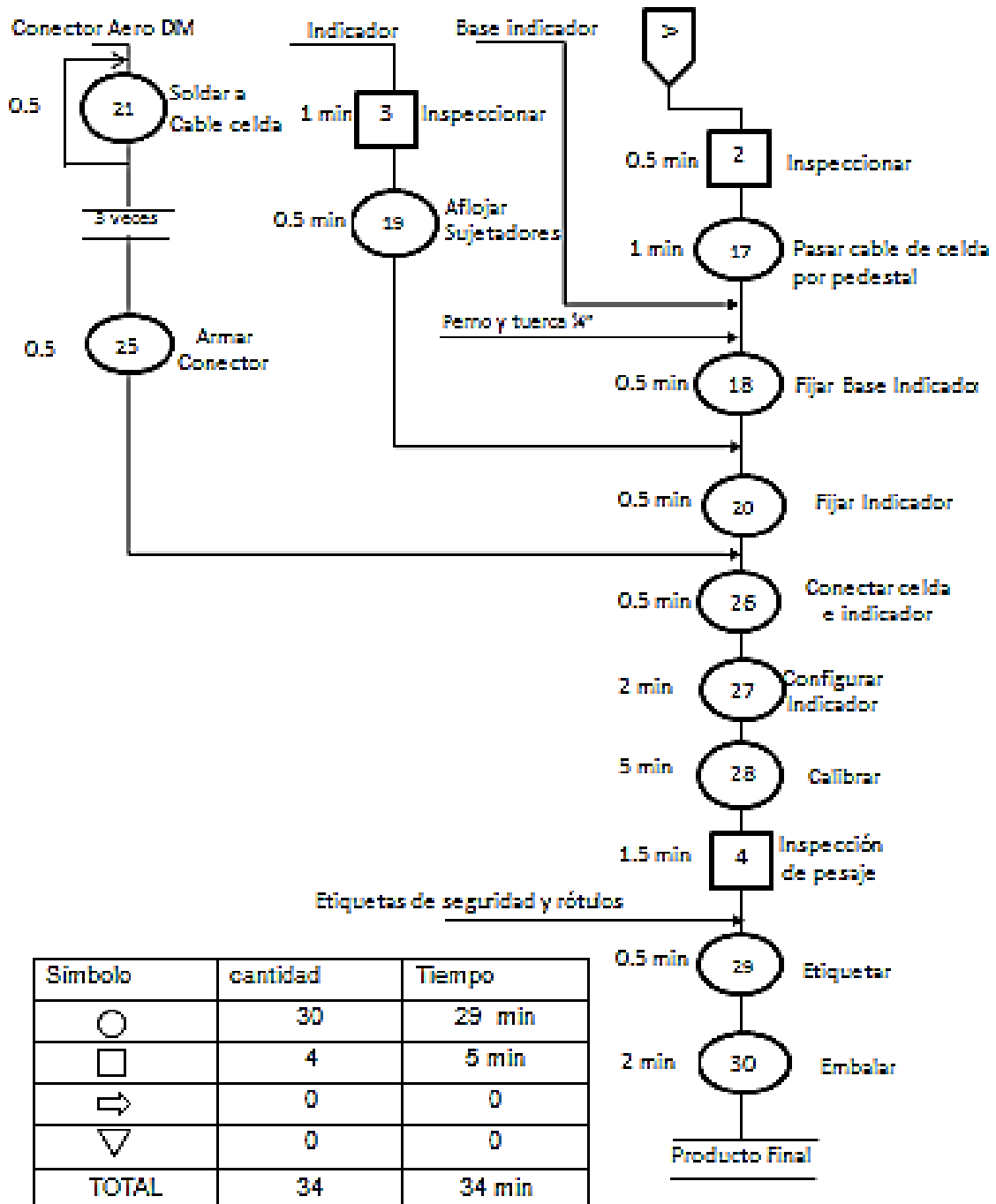
Se realiza el diagrama de operaciones que es realizado por un solo operador y se registra desde que se tiene lista la estación de ensamble hasta la culminación de nuestro primer producto. Además, mencionar que no se consideran las incidencias que originan paradas en la producción por ser ajenas al proceso de ensamble y se presentan de manera fortuita.

DOP

PROCESO	Ensamblaje de balanza CU6050 AC-TP9901-150kg	MÉTODO	Actual
INICIO	15:00 hr	ANALISTA	Roy Mendoza
TERMINO	15:34 hr	HOJA	1 de 2



PROCESO	Ensamblaje de balanza CU6050 AC-TP9901-150kg	MÉTODO	Actual
INICIO	15:00 hr	ANALISTA	Roy Mendoza
TERMINO	15:34 hr	HOJA	2 de 2



2.5.3 Descripción del trabajo Actual

El proceso de ensamblaje inicia con la orden de trabajo emitida por la jefatura de ventas y la aprobación del Jefe de taller.

El jefe de taller realizara el requerimiento al área de almacén para tener los equipos y materiales necesarios para el armado de la balanza.

El almacén realiza la verificación de Stock y realiza las entregas o anuncia las faltas de material para recién coordinar su compra. El técnico realiza el recojo o recepción de los equipos partes y componentes las balanzas que se van a ensamblar y son llevadas a un almacén temporal en la estación de ensamblaje. Se inicia el ensamblaje de acuerdo al DOP presentado.

2.6 DESARROLLO DEL PROYECTO

2.6.1 Implementación de la herramienta de mejora: La metodología SMED

Luego de haber realizado los registros en los formatos realizados se procede a la capacitación del personal para que se pueda formar el equipo multidisciplinario SMED

Tabla 6: Equipo SMED Fuente: elaboración Propia

Equipo propuesto para la implementación de la metodología SMED				
UBICACIÓN	CARGO	AP. PATERNO	AP. MATERNO	NOMBRES
Dirección	Responsable SMED	Mendoza	Supe	Roy Paul
Producción	Jefe de taller	Robles	Huamán	Kleber
Logística	Almacenero	Gutiérrez	Aguado	Alejandro

Según Radajel y Sánchez (2010), nos indican que existen cinco pasos fundamentales que ayudan a mejorar y eliminar el tiempo de cambio.

Paso 1. Identificar las operaciones en que se divide el cambio de modelo: consistirá en detallar todas las tareas de un cambio y cronometrar todas y cada una de las secuencias.

Paso 2. Diferenciar las operaciones internas de las externas: es decir la separación de actividades de preparación interna que se realizan con la estación parada y las de preparación externa que son las que se realizan con el equipo en funcionamiento como preparación de equipos entre otras actividades.

Paso 3. Transformar las operaciones internas en externas: Consiste en que la mayor cantidad de actividades deban ejecutarse con anticipación o durante el funcionamiento de la estación

Paso 4. Reducir las operaciones Internas. Ello se consigue mediante la utilización de cambios rápidos para los componentes y soportes, eliminar herramientas utilizadas y establecer posiciones prefijadas de utillaje a la hora de realizar el cambio

Paso 5. Reducir las operaciones Externas. Esto se realiza de igual manera que las operaciones internas siempre que sea posible.

2.6.2 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora que se plantea consiste en implementar medidas en cada etapa de análisis que se ha identificado en el proceso de cambio.

Como por ejemplo en el pedestal se ha implementado cambiar la fijación con prisioneros por atacar directamente en el pedestal y hacer un roscado en el tubo y la base para realizar la fijación más rápida. Además de establecer nuevas posiciones para las estanterías de ubicación de materiales y equipos que intervienen directamente en el ensamblaje.

Por otro lado también se implementaron la disponibilidad de herramientas como la compra de un nuevo multímetro disponible y de uso exclusivo para la estación de ensamblaje.

Finalmente, muchos de estos pasos de mejora tienen como una base la metodología de las 5 S para mejorar el orden y disciplina de la organización.

A continuación veremos la tabla del proceso de la metodología SMED donde se indican todos los procesos y actividades que intervienen en el cambio, luego se analiza y mejora con cada etapa:

Sistema de Pedidos: el sistema actual requiere la firma de dos gerentes el de ventas y el gerente general ello ocasiona demoras o que el servicio sea muy lento se ha propuesto agilizar de manera directa con el jefe de taller para la autorización.

Carro porta pesas: como se ha visto las pesas tiene una ubicación a 15 metros de la estación y cada pesa tiene una capacidad de 20kg, ello ocasiona que el personal recoja las pesas una por una durante el tiempo de preparación. Son en total unas 5 a 10 pesas. Por ello se plantea la compra de un carro porta pesas de capacidad de 100 kg para la calibración de la balanza.

Tablero de herramientas: como parte de la mejora del taller se ha instalado un tablero de herramientas de uso frecuente como alicates destornilladores entre otras herramientas necesarias y estarán más disponibles y al alcance de la mano.

Conexión rápida de pedestal a base de plataforma: uno de los aportes más significativos de esta metodología es que se han de implementar acoples rápidos y para ello se decidió estandarizar todos nuestros modelos con este modelo de conexión para la balanza CU5040 de 150 kg

Conector pre soldado: el conector aerodinámico de 5 pines que va a conectar la celda con el indicador de peso ya no se soldara en la estación sino que ira ya soldado desde el almacén, no se soldaba por tener problemas con el pedestal. Sin

embargo ahora que el pedestal o parante va roscado ya se tiene mayor espacio para poder pasar el cable con todo el conector fijado.

Finalmente como un paso más importante para mejorar la estación consiste en poner una estantería que se encuentre más cerca a la estación y así evitar pérdidas de tiempo por traslado hasta el almacén temporal.

Para una mejor comprensión veremos un DAP del proceso antes luego el trabajo de análisis para aplicar la herramienta SMED y finalmente el nuevo DAP optimizado con las recomendaciones a los problemas encontrados.

ETAPA PRELIMINAR: DAP DEL ENSAMBLAJE DE BALANZA DE PEDESTAL								
EQUIPO	Estación de Ensamblaje			MÉTODO	Antiguo			
PROCESO	Ensamblaje de balanza CU5040 - 150kg			ANALISTA	Mendoza Supe Roy			
INICIO	9:00:00	TÉRMINO	10:22:00	HOJA	1 de 1			
Nº	DESCRIPCION DEL PROCESO	TIEMPO		SÍMBOLO				
		MIN	SEG	○	➔	□	⊔	▽
1	Inicio	0	0					
2	Limpieza de mesa de ensamblaje	4	0					
3	Esperar equipos y materiales nuevo modelo	21	0					
4	Alistar pesas necesarias para calibración	8	20					
5	Alistar herramientas llaves y destornilladores	5	0					
6	Recepción de materiales y componentes	8	0					
7	Aflojar pernos de transporte	0	30					
8	Traer patas almacén temporal	0	20					
9	Fijar patas de balanza	2	0					
10	Traer celda de carga	0	20					
11	Buscar pernos	0	15					
12	Fijar celda en plataforma base	4	0					
13	Traer base superior	0	20					
14	Buscar arandelas	0	50					
15	Fijar base superior con celda	4	0					
16	Buscar pernos prisioneros para pedestal	0	10					
17	Abrir envoltura de pedestal	0	30					
18	Fijar pedestal con base de balanza	2	0					
19	Inspeccionar ensamblaje de base	0	30					
20	Pase de cables por pedestal	1	0					
21	Traer multímetro digital	0	30					
22	Inspeccionar indicador digital de peso	1	0					
23	Desarmar base de indicador	0	35					
24	Fijar base de indicador	0	30					
25	Fijar indicador digital de peso	0	30					
26	Pelar cables de celda	0	20					
27	Soldar cable con conector aero dim	2	0					
28	Armar conector capucha de aerodim	0	30					
29	Conectar celda y asegurar cables	0	30					
30	Configuración de indicador	2	0					
31	Traer pesas patrón 100kg	1	0					
32	Calibrar balanza	5	0					
33	Inspección de pesaje según nmp-009	2	0					
34	Etiquetar balanza cu verificación, calibración	0	30					
35	Embarcar balanza	2	0					
36	Llevar balanza a la estanteria	1	0					
SUMA TOTAL		74	480	Tiempo equivalente 1 hora y 22 minutos				
TIEMPO TOTAL EN HORAS		1,37						

Elaboración Propia

Durante el análisis del método actual se observaron las actividades de la operación desde el último artículo obtenido hasta la elaboración del primer producto del siguiente modelo. Luego se identificaron las actividades internas y externas en el inicio del proyecto antes de aplicar la metodología SMED, teniendo los siguientes resultados:

ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS	
1	Limpieza de mesa de ensamble	1	Aflojar pernos de transporte
2	Esperar equipos y materiales nuevo modelo	2	Fijar patas de balanza
3	Alistar pesas necesarias para calibración	3	Buscar pernos
4	Alistar herramientas llaves y destornilladores	4	Fijar celda en plataforma base
5	Recepción de materiales y componentes	5	Buscar arandelas
6	Traer patas de almacén temporal	6	Fijar base superior con celda
7	Traer celda de carga de almacen temporal	7	Abrir envoltura de pedestal
8	Traer base superior	8	Fijar pedestal con base de balanza
9	Buscar pernos prisioneros para pedestal	9	Inspeccionar ensamble de base
10	Traer multímetro digital	10	Pase de cables por pedestal
11	Traer pesas patrón 100kg	11	Inspeccionar indicador digital de peso
		12	Desarmar base de indicador
		13	Fijar base de indicador
		14	Fijar indicador digital de peso
		15	Pelar cables de celda
		16	Soldar cable con conector aero dim
		17	Armar conector capucha de aerodim
		18	Conectar celda y asegurar cables
		19	Configuración de indicador
		20	Calibrar balanza
		21	Inspección de pesaje según nmp-009
		22	Etiquetar balanza cu verificación, calibración
		23	Embalar balanza
		24	Llevar Balanza a la estanteria

Elaboración propia

Como podemos apreciar encontramos que tenemos muchas actividades internas lo que requiere un análisis y observación para mejorar el proceso y aplicar el estímulo SMED en busca de mejorar los tiempos.

Tabla 7: Hoja de análisis de cambio

SMED HOJA DE ANALISIS DE CAMBIO															
N°	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	1ER PASO		2DO PASO		3ER PASO			4TO PASO			5TO PASO			COMENTARIOS IDEAS DE MEJORA
		TIEMPO TOTAL	TIEMPO PARCIAL	EXT	INT	CONVERTIR INT EN EXT	EXT	INT	REDUCIR INT	EXT	INT	REDUCIR EXT	EXT	INT	
0	Estación parada	0:00:00	0:00:00												
1	Limpieza de mesa de ensamblaje	0:04:00	0:04:00	0:04:00			0:04:00			0:04:00			0:04:00		
2	Esperar equipos y materiales nuevo modelo	0:25:00	0:21:00	0:21:00			0:21:00			0:21:00		0:11:00	0:10:00		Mejorar sistema de pedidos
3	Alistar pesas necesarias para calibración	0:33:20	0:08:20	0:08:20			0:08:20			0:08:20		0:05:00	0:03:20		Hacer carrito porta pesas
4	Alistar herramientas llaves y destornilladores	0:38:20	0:05:00	0:05:00			0:05:00			0:05:00		0:03:00	0:02:00		Acercar tablero de herramientas
5	Recepción de materiales y componentes	0:46:20	0:08:00	0:08:00			0:08:00			0:08:00		0:03:00	0:05:00		Usar Stocka para recoger mas rapido
6	Aflojar pernos de transporte	0:46:50	0:00:30		0:00:30	0:00:30	0:00:30			0:00:30			0:00:30		Quitar pernos en almacen
7	Traer patas de almacén temporal	0:47:10	0:00:20	0:00:20			0:00:20			0:00:20		0:00:14	0:00:06		Patas deben estar definidas
8	Fijar patas de balanza	0:49:10	0:02:00		0:02:00			0:02:00			0:02:00			0:02:00	
9	Traer celda de carga de almacen temporal	0:49:30	0:00:20	0:00:20			0:00:20			0:00:20		0:00:12	0:00:08		poner estante cerca a estacion
10	Buscar pernos	0:49:45	0:00:15		0:00:15	0:00:15	0:00:15			0:00:15			0:00:15		Tener pernos separados desde almacen
11	Fijar celda en plataforma base	0:53:45	0:04:00		0:04:00			0:04:00			0:04:00			0:04:00	
12	Traer base superior	0:54:05	0:00:20	0:00:20			0:00:20			0:00:20		0:00:12	0:00:08		Poner estante cerca a estacion
13	Buscar arandelas	0:54:55	0:00:50		0:00:50	0:00:50	0:00:50			0:00:50		0:00:45	0:00:05		Tener pernos separados desde almacen
14	Fijar base superior con celda	0:58:55	0:04:00		0:04:00			0:04:00			0:04:00			0:04:00	
15	Buscar pernos prisioneros para pedestal	0:59:05	0:00:10	0:00:10			0:00:10			0:00:10		0:00:10	0:00:00		Pedestal ya no usa prisioneros
16	Abrir envoltura de pedestal	0:59:35	0:00:30		0:00:30	0:00:30	0:00:30			0:00:30			0:00:30		
17	Fijar pedestal con base de balanza	1:01:35	0:02:00		0:02:00			0:02:00	0:01:20		0:00:40			0:00:40	Poner tubo con rosca
18	Inspeccionar ensamblaje de base	1:02:05	0:00:30		0:00:30			0:00:30			0:00:30			0:00:30	
19	Pase de cables por pedestal	1:03:05	0:01:00		0:01:00			0:01:00			0:01:00			0:01:00	
20	Traer multímetro digital	1:03:35	0:00:30	0:00:30			0:00:30			0:00:30		0:00:25	0:00:05		Multímetro nuevo para estacion
21	Inspeccionar indicador digital de peso	1:04:35	0:01:00		0:01:00			0:01:00	0:00:40		0:00:20			0:00:20	Realizar pre inspeccion.
22	Desarmar base de indicador	1:05:10	0:00:35		0:00:35	0:00:35	0:00:35			0:00:35		0:00:35	0:00:00		Base desarmada desde almacen
23	Fijar base de indicador	1:05:40	0:00:30		0:00:30			0:00:30			0:00:30			0:00:30	
24	Fijar indicador digital de peso	1:06:10	0:00:30		0:00:30			0:00:30			0:00:30			0:00:30	
25	Pelar cables de celda	1:06:30	0:00:20		0:00:20	0:00:20	0:00:20			0:00:20			0:00:20		Conector de celda debe de venir desde el almacen ya conectado, deben ser estandar el modelo de conector
26	Soldar cable con conector aero dim	1:08:30	0:02:00		0:02:00	0:02:00	0:02:00			0:02:00			0:02:00		
27	Armar conector capucha de aerodim	1:09:00	0:00:30		0:00:30	0:00:30	0:00:30			0:00:30			0:00:30		
28	Conectar celda y asegurar cables	1:09:30	0:00:30		0:00:30			0:00:30			0:00:30			0:00:30	
29	Configuración de indicador	1:11:30	0:02:00		0:02:00			0:02:00			0:02:00			0:02:00	
30	Traer pesas patrón 100kg	1:12:30	0:01:00	0:01:00			0:01:00			0:01:00		0:00:55	0:00:05		carro porta pesas esta cerca de estacion
31	Calibrar balanza	1:17:30	0:05:00		0:05:00			0:05:00			0:05:00			0:05:00	
32	Inspección de pesaje según nmp-009	1:19:30	0:02:00		0:02:00			0:02:00			0:02:00			0:02:00	
33	Etiquetar balanza cu verificación, calibración	1:20:00	0:00:30		0:00:30			0:00:30			0:00:30			0:00:30	
34	Embalar balanza	1:22:00	0:02:00		0:02:00			0:02:00			0:02:00			0:02:00	
35	Llevar Balanza a la estanteria	1:23:00	0:01:00		0:01:00			0:01:00	0:00:40		0:00:20			0:00:20	Acercar estanteria a la estacion
TOTAL		1:23:00	0:49:00	0:34:00	0:05:30	0:54:30	0:28:30	0:02:40	0:54:30	0:25:50	0:25:28	0:29:02	0:25:50		

Fuente: Elaboración Propia

Podemos apreciar que se ha reducido significativamente el tiempo de cambio y atacando al tiempo de preparación y a la reducción del tiempo estándar.

Ahora veremos el nuevo cuadro de las actividades externas e internas para apreciar como han quedado después de aplicar la herramienta SMED.

ACTIVIDADES EXTERNAS		ACTIVIDADES INTERNAS	
1	Limpieza de mesa de ensamblaje	1	Fijar patas de balanza
2	Esperar equipos y materiales nuevo modelo	2	Fijar celda en plataforma base
3	Alistar pesas necesarias para calibración	3	Fijar base superior con celda
4	Alistar herramientas llaves y destornilladores	4	Fijar pedestal con base de balanza
5	Recepción de materiales y componentes	5	Inspeccionar ensamblaje de base
6	Aflojar pernos de transporte	6	Pase de cables por pedestal
7	Traer patas de almacén temporal	7	Inspeccionar indicador digital de peso
8	Traer celda de carga de almacen temporal	8	Fijar base de indicador
9	Buscar pernos	9	Fijar indicador digital de peso
10	Traer base superior	10	Conectar celda y asegurar cables
11	Buscar arandelas	11	Configuración de indicador
12	Abrir envoltura de pedestal	12	Calibrar balanza
13	Traer multímetro digital	13	Inspección de pesaje según nmp-009
14	Pelar cables de celda	14	Etiquetar balanza cu verificación, calibración
15	Soldar cable con conector aero dim	15	Embalar balanza
16	Armar conector capucha de aerodim	16	Llevar Balanza a la estanteria
17	Traer pesas patrón 100kg		

Elaboración propia

Podemos apreciar que se tiene un nuevo cuadro con menor número de actividades. Además la mayoría de actividades internas ahora han pasado a ser actividades externas tal y como lo indica la herramienta SMED se ha logrado cambio de actividades. Esto se consiguió analizando las actividades y reduciendo con las técnicas de la aplicación SMED para mejorar el proceso y reducir el tiempo total del cambio.

El tiempo total del cambio será mejor apreciado a partir de la elaboración del nuevo DAP de la línea de ensamblajes de balanzas electrónicas. A continuación apreciaremos el diagrama con la reducción de tiempos.

ETAPA PRELIMINAR: DAP DEL ENSAMBLAJE DE BALANZA DE PEDESTAL								
EQUIPO	Estación de Ensamblaje			MÉTODO	Actual			
PROCESO	Ensamblaje de balanza CU5040 - 150kg			ANALISTA	Mendoza Supe Roy			
INICIO	9:00:00	TÉRMINO	10:22:00	HOJA	1 de 1			
Nº	DESCRIPCION DEL PROCESO	TIEMPO		SÍMBOLO				
		MIN	SEG	○	➔	□	D	▽
1	Inicio	0	0					
2	Limpieza de mesa de ensamblaje	4	0					
3	Esperar equipos y materiales nuevo modelo	10	0					
4	Alistar pesas necesarias para calibración	3	20					
5	Acercar tablero de herramientas	2	0					
6	Recepción de materiales y componentes	5	0					
7	sacar patas del paquete	0	6					
8	Fijar patas de balanza	2	0					
9	sacar celda de carga de estante	0	8					
10	Fijar celda en plataforma base	4	0					
11	Traer base superior de estante	0	8					
12	coger arandelas separadas	0	5					
13	Fijar base superior con celda	4	0					
14	Abrir envoltura de pedestal	0	30					
15	Fijar pedestal sistema de rosca	0	40					
16	Inspeccionar ensamblaje de base	0	30					
17	Pase de cables por pedestal	1	0					
18	sacar multimetro de gabinete	0	5					
19	Inspeccionar indicador digital de peso	0	20					
20	coger la base del indicador	0	3					
21	Fijar base de indicador	0	30					
22	Fijar indicador digital de peso	0	30					
23	Conectar celda y asegurar cables	0	30					
24	Configuración de indicador	2	0					
25	Traer pesas patrón 100kg	0	5					
26	Calibrar balanza	5	0					
27	Inspección de pesaje según nmp-009	2	0					
28	Etiquetar balanza cu verificación, calibración	0	30					
29	Emblar balanza	2	0					
30	Llevar balanza a la estanteria	0	20					
SUMA TOTAL		46	300	Tiempo equivalente				
TIEMPO TOTAL EN HORAS		0,85		51 minutos				

Elaboración Propia

Ahora podemos apreciar la reducción del tiempo total, en un inicio teníamos un tiempo de 82 minutos y luego de la aplicación de la metodología SMED tenemos un nuevo tiempo de 51 minutos esto lo analizaremos en nuestro siguiente capítulo.

III. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Variable Independiente: Metodología SMED

Cuadro 1: Indicador Tiempo Total de cambio

SEM	% tiempo de Cambio Antes PRE TEST	% tiempo de Cambio Después POS TEST
1	24,0%	18,0%
2	29,0%	19,2%
3	28,2%	20,9%
4	33,8%	24,7%
5	35,1%	26,3%
6	35,1%	23,2%
7	29,1%	19,2%
8	22,7%	16,8%
9	29,6%	20,5%
10	26,3%	19,2%
11	32,6%	21,2%
12	23,6%	15,3%
PROMEDIO	29,1%	20,4%
REDUCCION	8,7%	

Fuente: elaboración Propia

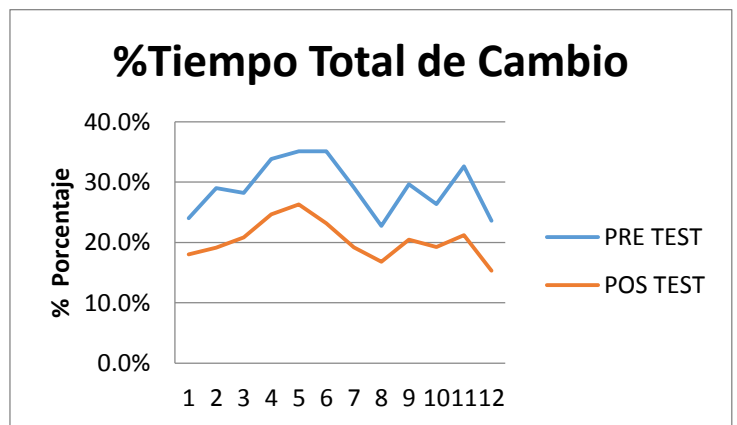


Grafico 1

Interpretación

De acuerdo con el indicador de porcentaje de tiempo de cambio, se observa que al aplicar la metodología SMED a la estación de ensamblaje de balanzas en la empresa CIAPESA PERU SAC, se reduce el tiempo de cambio en un 8,7 % de cumplimiento

Indicador Número de Operaciones

Cuadro 2: % número de Operaciones

	Antes	%	Después	%
Operaciones Internas	24	67%	16	47%
Operaciones Externas	12	33%	18	53%
TOTAL	36		34	

Fuente: elaboración propia

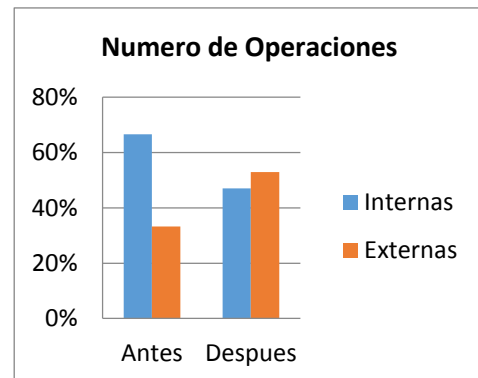


Gráfico 2

Interpretación

Al analizar este indicador vemos que el porcentaje de número de operaciones se ha reducido en un 20% respecto al antes y después de la investigación.

Indicador: % transformación de Operaciones Internas en Operaciones Externas

Cuadro 3: % de transformación de Operaciones

	Antes	Después
Operaciones Internas	24	16
Operaciones Externas	12	18
TOTAL	36	34

Fuente: Elaboración Propia

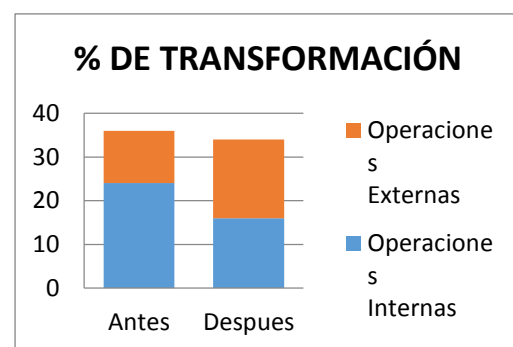


Gráfico 3

Interpretación: el siguiente cuadro nos muestra cómo ha sido posible la reducción de operaciones internas teniendo en total 34 operaciones que representa 2operaciones menos que antes de aplicar la metodología, posteriormente veremos además la influencia de la herramienta en los resultados de tiempos.

Reducción de Operaciones Internas y Externas

Tabla 8: tiempos de operaciones antes y después de la metodología SMED

SEMANA	ANTES			DESPUES		
	TIEMPO TOTAL DE CAMBIO	TIEMPO DE OPERACIONES INTERNAS	TIEMPO DE OPERACIONES EXTERNAS	TIEMPO TOTAL DE CAMBIO	TIEMPO DE OPERACIONES INTERNAS	TIEMPO DE OPERACIONES EXTERNAS
1	85,0	34	51,0	49,0	29,0	20,0
2	83,0	32	51,0	53,0	27,0	26,0
3	84,0	31	53,0	53,0	27,0	26,0
4	81,0	37	44,0	59,0	26,0	33,0
5	80,0	39	41,0	55,0	25,0	30,0
6	84,0	31	53,0	50,0	23,0	27,0
7	82,0	33	49,0	49,0	30,0	19,0
8	84,0	39	45,0	57,0	30,0	27,0
9	80,0	30	50,0	57,0	25,0	32,0
10	83,0	38	45,0	53,0	20,0	33,0
11	85,0	37	48,0	58,0	20,0	38,0
12	85,0	31	54,0	57,0	21,0	36,0
PROMEDIO	83,00	34,33	48,67	54,17	25,25	28,92

Fuente: Elaboración propia

Indicador % Reducción de Operaciones Internas

Cuadro 4: % Reducción de operaciones internas

SEMANA	% REDUCIR OPERACIONES INTERNAS ANTES	% REDUCIR OPERACIONES INTERNAS DESPUES
1	40%	59%
2	39%	51%
3	37%	51%
4	46%	44%
5	49%	45%
6	37%	46%
7	40%	61%
8	46%	53%
9	38%	44%
10	46%	38%
11	44%	34%
12	36%	37%
PROMEDIO	41,40%	46,95%

Fuente Elaboración Propia

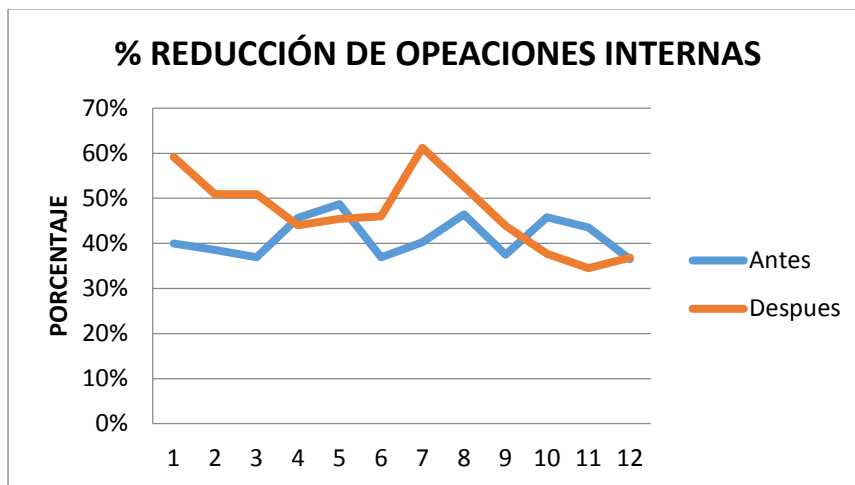


Grafico 4

Interpretación

De acuerdo con el indicador de porcentaje de reducción de operaciones internas, se observa que al aplicar la metodología SMED se reduce la cantidad de operaciones internas teniendo un promedio de 46% de tiempo respecto al tiempo total de cambio. Y variando más de 5% respecto a la medición de antes y después del estudio.

Indicador % Reducción de Operaciones Externas

Cuadro 5: % Reducción de operaciones internas

SEMANA	% REDUCIR OPERACIONES EXTERNAS ANTES	% REDUCIR OPERACIONES EXTERNAS DESPUES
1	60%	41%
2	61%	49%
3	63%	49%
4	54%	56%
5	51%	55%
6	63%	54%
7	60%	39%
8	54%	47%
9	63%	56%
10	54%	62%
11	56%	66%
12	64%	63%
PROMEDIO	58,60%	53,05%

Fuente: elaboración propia

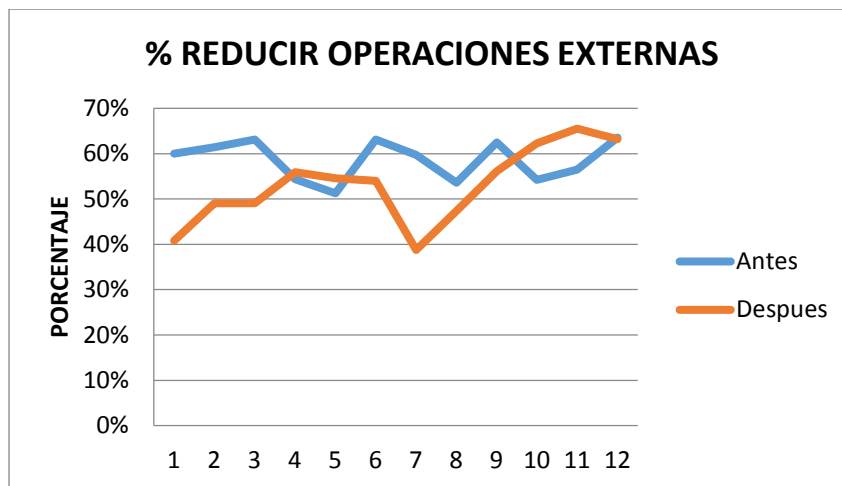


Grafico 5

Interpretación

De acuerdo con el indicador de porcentaje de reducción de operaciones Externas, se observa que al aplicar la metodología SMED en la línea de ensamblaje se reduce los tiempos de dichas operaciones teniendo un promedio de 53% de tiempo respecto al tiempo total de cambio. Y variando más de 5% respecto a la medición de antes y después del estudio.

Variable Independiente: Productividad

Indicador Eficiencia

Cuadro 6: Eficiencia

SEMANAS	Eficiencia antes %	Eficiencia después %
1	64%	75%
2	54%	79%
3	69%	94%
4	59%	76%
5	63%	100%
6	75%	78%
7	57%	86%
8	53%	73%
9	58%	81%
10	56%	80%
11	66%	73%
12	71%	76%
PROMEDIO	62%	81%

Fuente: Elaboración propia

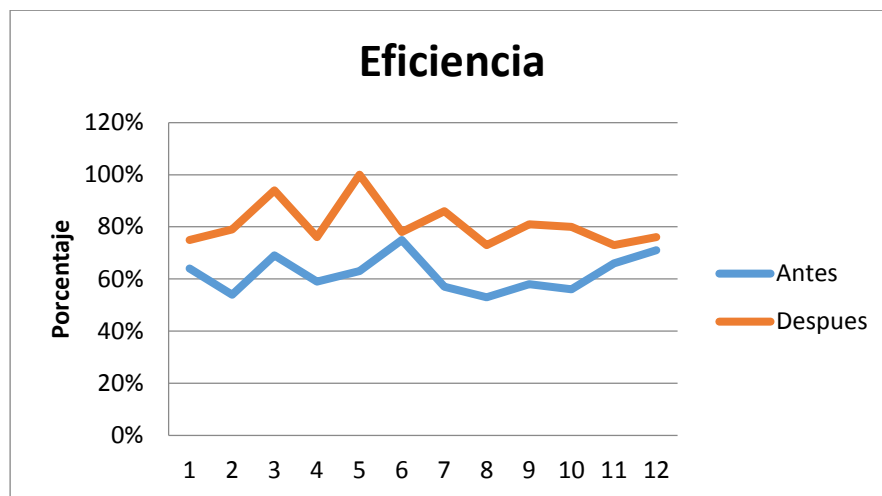


Grafico 6

INTERPRETACIÓN: Del cuadro No. 6 comparativo arriba mostrado, se evidencia notablemente una mejora en el indicador de eficiencia de la variable de resultados en promedio 19%. Respecto al antes y al después de la investigación.

Indicador Eficacia

Cuadro 7: Eficacia

SEMANAS	Eficacia antes %	Eficacia después %
1	84,78%	97,14%
2	81,58%	99,13%
3	77,27%	94,12%
4	85,00%	96,36%
5	93,18%	89,33%
6	87,04%	91,11%
7	85,00%	86,67%
8	77,78%	96,67%
9	92,86%	96,00%
10	84,21%	95,00%
11	86,96%	94,55%
12	85,42%	96,00%
PROMEDIO	85%	94%

Fuente: elaboración propia

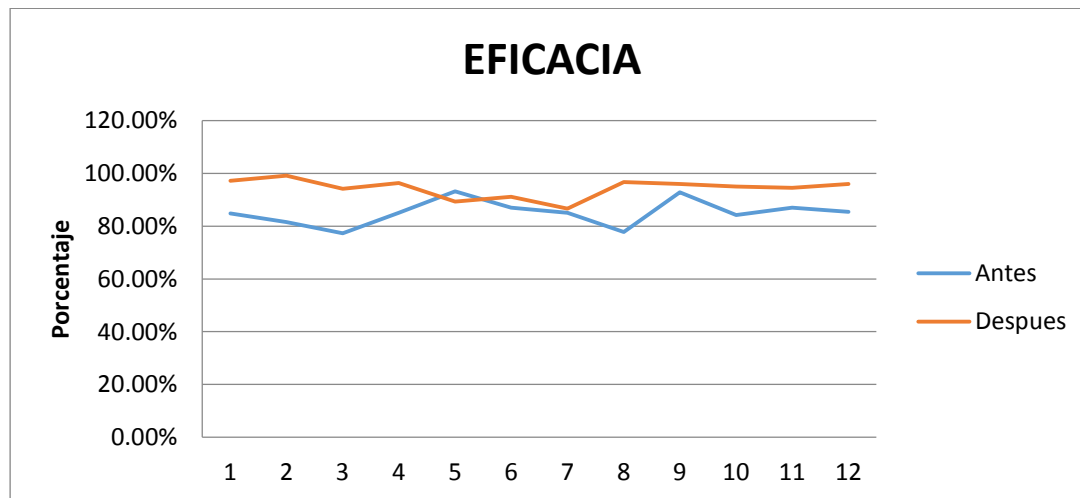


Grafico 7

INTERPRETACIÓN: Del cuadro No. 7 comparativo arriba mostrado, se evidencia claramente UNA mejora en el indicador de eficacia de la variable independientes en un promedio de 9%. Respecto al antes y al despues de la investigacion

Indicador Productividad

Cuadro 8: Productividad

SEMANAS	PRODUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES
1	0,54	0,73
2	0,44	0,78
3	0,53	0,88
4	0,50	0,73
5	0,59	0,89
6	0,65	0,71
7	0,48	0,75
8	0,41	0,71
9	0,54	0,78
10	0,47	0,76
11	0,57	0,69
12	0,61	0,73
PROMEDIO	52,87%	76,18%

Fuente: elaboración Propia

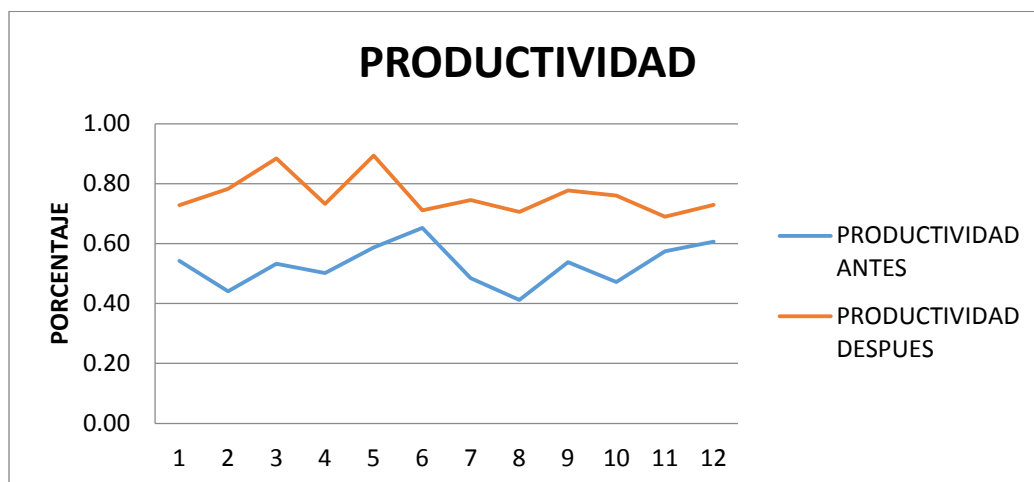


Grafico 8

INTERPRETACIÓN: Del cuadro No. 8 comparativo arriba mostrado, se evidencia claramente una mejora en el indicador de PRODUCTIVIDAD. Es decir la variable dependiente tiene en promedio un crecimiento mayor de 20%. Respecto al antes y al despues de la investigacion.

3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.2.1 Prueba de Normalidad Hipótesis General

Para realizar la prueba de normalidad se decidió utilizar la herramienta estadística denominada SPSS, se hizo uso de los datos obtenidos en el cálculo de la productividad durante 12 semanas en el pre test y luego 12 semanas para el pos test.

Determinación de la normalidad de los datos

Prueba de normalidad de la variable dependiente antes y después de la implementación del método SMED

Tabla 9: Prueba de Normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Antes	,097	12	,200*	,987	12	,999
Productividad_Después	,220	12	,112	,839	12	,027

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: Del cuadro comparativo arriba mostrado, El SIG de la Productividad ANTES > 0.05 (0.999) y El SIG de la Productividad DESPÚES <0.05 (0,027) por lo tanto se concluye que nuestros datos son NO PARAMETRICOS para la Validación de las hipótesis se utilizara la prueba estadística de Wilcoxon

Tabla 10: resultados prueba Shapiro Wilk

	PRUDUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES	CONCLUSIÓN
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO

Fuente: elaboracion Propia

3.2.2 Contratación de la hipótesis general

H₀: La aplicación de la metodología SMED no incrementa la productividad en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017

H_a: La aplicación de la metodología SMED incrementa la productividad en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017

Regla de decisión:

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

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

Pruebas NPar

Tabla 11: resultados prueba Shapiro Wilk

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PRUCTIVIDAD_ANTES	12	,528	0,0703	0,4122	0,6527
PRODUCTIVIDAD_DESPUES	12	,761	0,0655	0,6901	0,8933

Fuente: elaboracion Propia

Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

Tabla 12: resultados prueba Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Productividad_Despues -	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
Productividad_Antes	Rangos positivos	12 ^b	6,50	78,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. Productividad_Despues < Productividad_Antes

b. Productividad_Despues > Productividad_Antes

c. Productividad_Despues = Productividad_Antes

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Estadístico de prueba

Estadísticos de prueba^a

Productividad_Despues -
Productividad_Antes

Z	-3,062 ^b
Sig. asint. (bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboracion Propia

INTERPRETACIÓN: De La regla de decisión y de la tabla 12, ha queda demostrado que la media de la productividad antes (0,53) es menor que la media de la productividad después (0,76), Además el P valor es menor > 0,05 (0,002).

Por consiguiente se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que La aplicación de la metodología SMED incrementa la productividad en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017

3.2.3 Prueba de Normalidad Hipótesis Especifica 1

Determinación de la normalidad de los datos

Tabla 14: Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Antes	,168	12	,200*	,948	12	,607
Eficiencia_Despu es	,246	12	,043	,833	12	,023

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 15: resultados prueba Shapiro Wilk Hipótesis especifica 1

	PRDUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES	CONCLUSIÓN
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO

Fuente: Elaboracion Propia

3.2.4 Contrastación de la hipótesis Especifica 1: EFiciencia

H₀: La aplicación de la metodología SMED no incrementa la eficiencia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017

H_i: La aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017

Tabla 16: Estadístico de prueba para la Eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
Eficiencia_Despues - Eficiencia_Antes	
Z	-3,061 ^b
Sig. asint. (bilateral)	,002
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: elaboración Propia

La investigación en la comparación de la hipótesis específica 1 ha proporcionado una deducción con el valor de 0.002 lo cual enlaza el grado de confianza con el 99.998%, donde el nivel de confianza es $1 - \alpha$. El resultado obtenido de la variable dependiente ha mejorado con un 99.9% de confiabilidad.

Tabla 17: Estadístico de prueba para la Eficiencia

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_ANTES	12	0,6208	0,070769579	0,5300	0,7500
EFICIENCIA_DESPUES	12	0,8092	0,084364828	0,7300	1,0000

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 17 mostrada; queda constatado que la media de la variable Eficiencia después es 0,8092 y la media de la variable eficiencia antes es 0,6208, por lo tanto fue justificado que uno es mayor que otro, por ende se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

3.2.5 Prueba de Normalidad Hipotesis Especifica 2: Eficacia

Determinación de la normalidad de los datos

Tabla 18: Prueba de Normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Antes	,180	12	,200*	,916	12	,252
Eficacia_Despu es	,241	12	,052	,885	12	,101

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboracion Propia

Tabla 19: resultados prueba Shapiro Wilk Hipótesis especifica 2

	PRDUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES	CONCLUSION
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO

Fuente: elaboración Propia

3.2.6 Contrastación de la hipótesis Especifica 2: Eficacia

H₀: La aplicación de la metodología SMED no incrementa la eficacia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017

H₁: La aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERÚ SAC - Lima, 2017

Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 EFICACIA ANTES	0,8509	12	0,0487	,03107
EFICACIA DESPUES	0,9434	12	0,0358	,01576

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 EFICACIA_ANTES & EFICACIA_DESPUES	12	,752	,005

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
EFICACIA ANTES – EFICACIA DESPUES	-,16167	,07566	,02184	-,20974	-,11360	-7,402	11	,000

La investigación en la comparación de la hipótesis específica 2 ha proporcionado una deducción con el valor de 0.002 lo cual enlaza el grado de confianza con el 99.998%, donde el nivel de confianza es $1 - \alpha$. El resultado obtenido de la variable dependiente ha mejorado con un 99.9% de confiabilidad.

Tabla 20: Estadístico de prueba para la Eficacia

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA_ANTES	12	0,8509	0,0487	0,7727	0,9318
EFICACIA_DESPUES	12	0,9434	0,0358	0,8667	0,9913

Fuente: elaboracion Propia

De la tabla 22 mostrada; queda constatado que la media de la variable Eficacia después es 0,9434 y la media de la variable eficacia antes es 0,8509, por lo tanto fue justificado que uno es mayor que otro, por ende se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

IV. DISCUSIONES

El presente trabajo de investigación que se aplica a la compañía CIAPESA PERU SAC nos permite apreciar un claro ejemplo que es implementar una metodología de cambios rápido de utillaje, pues se observa una reducción significativa en el tiempo de cambio en la línea de ensamblaje. Se aprecia en la tabla 11 la evidencia que la media de la productividad antes de la aplicación de la propuesta dio como resultado 58% dato menor en comparación a la media después de aplicar la metodología SMED que fue 76,2% con esto el tiempo de cambio paso de 1 hora y 23 minutos a 51 minutos con 52 segundos. Este resultado coincide con lo investigado por Ramos y Jara en tener mayor productividad y mejorar las condiciones de trabajo.

Como constata Gutiérrez (2014), la productividad es sinónimo de eficiencia donde queda demostrado que el desempeño mediante la aplicación de herramientas mejora continua y manufactura esbelta en los indicadores de tiempo de cambio de molde y ciclo de producción ha mejorado la productividad de la línea de ensamblaje de balanzas en la empresa CIAPESA PERU SAC. Pasando de una media de 0,6208 antes de la aplicación a 0,8092 después de la metodología aplicada. Con esta metodología no solo reduciremos los tiempo de cambio sino lo más importante es implementar un habito basado en un procedimiento detallado de los pasos a seguir que sean necesarios para estandarizar el proceso de ensamblaje cuando se tenga un cambio de modelo. SMED, se encarga de la reducción de tiempos desde la última pieza correcta de un lote hasta la primera pieza correcta del lote siguiente, mejorando la productividad y flexibilidad.

Como lo indica Gutierrez (2014), la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados y en nuestro estudio se han podido lograr los objetivos reduciendo pérdidas de tiempo por preparación y cumpliendo los pedidos teniendo más tiempo disponible de la estación y el personal técnico para cualquier otro trabajo.

V. CONCLUSIONES

La Implementación de la metodología SMED incrementa la productividad en la línea de ensamblaje de balanzas de la empresa CIAPESA PERU SAC, 2017. La productividad se incrementó en un 20 %. Esto se verá reflejado con una mayor disponibilidad de la línea de producción, así como una mayor flexibilidad ante cualquier pedido urgente o cambio de pedido. Que finalmente lo veremos reflejado en una mayor rentabilidad económica para la empresa.

La Implementación de la metodología SMED incrementa la eficiencia en la línea de ensamblaje de balanzas de la empresa CIAPESA PERU SAC, 2017. La eficiencia se incrementó en un 0,2%.

La Implementación de la metodología SMED incrementa la eficacia en la línea de ensamblaje de balanzas de la empresa CIAPESA PERU SAC, 2017. La eficacia se incrementó en un 0,65%.

Los tiempos invertidos en la preparación y cambio de una máquina son uno de los factores claves para la parte operativa de CIAPESA PERU. La reducción de los tiempos de cambio permite la minimización en el tamaño de las balanzas, haciendo posible con ello la disminución de los inventarios en proceso y producto terminado. Todas estas mejoras en los tiempos permite que CIAPESA PERU una respuesta más rápida a los clientes..

VI. RECOMENDACIONES

Continuar la aplicación de la Metodología SMED concentrándose en la mejora continua, para lograr establecer un procedimiento estable y seguro. Buscando apoyarse de otras herramientas como las 5S o el Just in time que ayuden en el orden de toda la organización y se continúe con el incremento de la productividad de la empresa CIAPESA PERU SAC, para que se concrete el posicionamiento en el mercado de balanzas.

Continuar la metodología SMED para el logro de la eficiencia optima enfocándose en el trabajo en equipo, cumpliendo los objetivos que defina el área de producción y dependerá del grado de compromiso que tenga el personal para interactuar y difundir a las otras líneas las técnicas y motivaciones para llegar a la eficiencia deseada.

Se recomienda ampliar la metodología para las otras líneas de producción e implementar un mejor sistema de calibración en donde no se tenga que realizar mucho esfuerzo al cargar los pesos patrones de 20kg. Esto representara reducir 5 minutos de operación interna que incrementara la eficacia de la operación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCO MUNDIAL. América Latina y el Caribe: panorama general [en Línea]. Banomundial.ORG. 04 de Octubre de 2016. [Fecha de consulta: 08 de Noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/region/lac/overview>
- BALUIS, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de LEAN MANUFACTURING". [en línea]. Tesis de grado. (Ingeniero Industrial).Lima :Universidad Católica del Perú 2013. Disponible <http://www.pucp.edu.pe/>.
- CARREÑO, Adolfo. Logística de la A a la Z. fondo editorial de la Pontifica Universidad Católica del Perú, 2011. 422 p.
- CÉSPEDES, Nikita, LAVADO, Pablo y RAMÍREZ, Nelson. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. 1ª Ed. Lima: Fondo Editorial De La Universidad del Pacifico,2016.332p.
- CRUZ, Johnny. Manual para la implementación sostenible de las 5S. 2ª. ed. Santo Domingo: Infotep,2010.56p.
- CRUZ, Yemina. Nivel de eficiencia y eficacia financiera de la unión interoceánica. Tesis de grado .(administrador de empresas).Mexico: Universidad de Montemorelos Facultad de Ciencias Administrativas,2009. Disponible en: <http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/263/1/Tesis%20Yemina%20Cruz%20L%C3%B3pez.pdf>
- DOBERSSAN, José. Las 5 S Herramientas del cambio Argentina :Editorial universitaria de la UTN, 2006. 147p. ISBN 9789504200765
- ESPEJO Gutiérrez, Leonardo. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial "Aplicación de la herramienta 5'S para mejorar la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura". Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2011
- GUACHISACA, Carlos. Implementación de 5s como una metodología de mejora en una empresa de elaboración de pintura" .Tesis de grado. (Ingeniero Industrial) Guayaquil: Escuela superior politécnica litoral. 2009. [Disponible en: <http://www.espol.edu.ec/>

- GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad. Cuarta edición. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores, 2014. 382 p. ISBN: 9786071511485
- IBARRA, Selene. "Implementación de la herramienta de calidad de las 5 "S" en la empresa "Confecciones Ruvinni" ubicada en Zacualtipán, HGO." [En línea]. Tesis de grado. (Ingeniero Industrial) .Hidalgo: universidad tecnológica de la sierra hidalguense, 2010. Disponible <http://www.utsh.edu.mx/php/inicio.php>
- HEIZNER, Jay. Y RENDER, Barry. Administración de Operaciones. 7ma.ed. México: Pearson, 2009.14-114pp. ISBN: 978-607-442-099-9.
- HERNÁNDEZ, Juan. Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación [en línea].Madrid:2013.disponible en : <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>.
- KOONTZ, Harold, WEIHRICH, Heinz y CANINICE Mark. Administración una perspectiva global y empresarial. 14ª ed. México : McGraw-Hill,2012.651.p
- LÓPEZ, Liliana. "Implementación de la metodología 5 s en el área de almacenamiento de materia prima y producto terminado de una empresa de fundición". [en línea]. Tesis de grado. (Ingeniero Industrial) en Cali: Universidad autónoma del occidente, 2013. Disponible <http://www.uao.edu.co/>
- LÓPEZ, Selene y PÉREZ, Ricardo Implementación de un sistema 5´S en el área de mantenimiento de un laboratorio farmacéutico". [en línea]. Tesis de grado. (Ingeniero Industrial).Mexico: Universidad autónoma de México,2013. Disponible http://www.autonoma.edu.pe/uaweb/Admision/2016/ExamenPref/InscripcionForm.aspx?nfc=0xB6F0479AE87D244975439C6124592772&utm_source=google&utm_campaign=au_evaluacion_preferente&utm_medium=cpc&utm_content=search&gclid=CPG8gYjbnNACFQclaQodGIEGrQ
- MELGAR, Christian. "Propuesta de mejoramiento de los procesos de producción en una empresa de corte y confección", [en línea]. Tesis de grado.

- (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Ciencias Aplicadas Perú, 2012. [Consulta: 09-11-2016]. Disponible <http://www.ucp.edu.pe/>
- MEDIANERO burga, David. Productividad Total teoría y métodos de medición. 2era ed. Lima, MACRO:2016. ISBN 9786123044152
- PALOMINO, Miguel. “Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”. [en línea]. Tesis de grado. (Ingeniero Industrial) .Lima: Universidad Católica del Perú, 2012. Disponible <http://www.pucp.edu.pe/>
- RODRÍGUEZ Combeller, Carlos. La cultura de calidad y productividad en las empresas. 1 era ed. Jalisco, México: ITESO, 1999. ISBN: 968-6101-28-4.
- ROSALES Urbano, Víctor. Implementación de la metodología 5S para incrementar la productividad en unidades operativas industriales. Tesis (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Alas Peruanas, 2013.
- TORRES, Ruben. “Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica”, [en línea]. Tesis de grado. (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Perú, 2014. Disponible <http://www.upc.edu.pe/>

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

"APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE BALANZAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CIAPESA PERU SAC - LIMA, 2017"									
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Formula
General	General	Principal	VARIABLE INDEPENDIENTE: Metodología SMED	Según Hernández y Vizán (2013), "SMED es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios" (p. 42).	La operación de esta variable se verá mediante la reducción de tiempos en la preparación del setup para el siguiente producto, y el cumplimiento de los pedidos de ensamblaje	IDENTIFICAR OPERACIONES DE CAMBIO DE MODELO	%Tiempo total de cambio	Razón	Ttc/Tdisp Ttc: Tiempo total de Cambio Tdisp: Tiempo Disponible
Específicas	Específicos	Específicos				DIFERENCIAR OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS	% Numero de Operaciones Internas	Razón	NOI/NTO NOI: Numero de Operaciones Internas NTO: Numero Total de Operaciones
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017?	Determinar en qué medida la metodología SMED incrementa la eficacia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017	La aplicación de la metodología SMED incrementa la eficacia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017				TRANSFORMAR OPERACIONES INTERNAS EN EXTERNAS	% transformación de Operaciones	Razón	IC = Op I/Op E Op I: Operaciones Internas Op E: Operaciones Externas
						REDUCIR OPERACIONES INTERNAS	% Reducción de Operaciones Internas	Razón	TOI/Ttc TOI: Tiempo de operaciones internas Ttc: Tiempo Total de Cambio
						REDUCIR OPERACIONES EXTERNAS	% Reducción de Operaciones Externas	Razón	TOE/Ttc TOE: Tiempo de operaciones Externas Ttc: Tiempo Total de Cambio
¿En qué medida la aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017?	Determinar en qué medida la metodología SMED incrementa la eficiencia de la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017	La aplicación de la metodología SMED incrementa la eficiencia en la línea de ensamblaje de balanzas en el área de producción de la empresa CIAPESA PERU SAC - Lima, 2017	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Para Gutiérrez (2012), "la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos" empleados para producir o generar ciertos resultados"	Mediante los datos recolectados y los resultados obtenidos, se podrá verificar la influencia que tiene el estudio de tiempos realizado con cronometro en la productividad.	EFICIENCIA	indice de Eficiencia	Razón	<u>Tiempo útil empleado</u> Tiempo disponible Total
						EFICACIA	indice de Eficacia	Razón	<u>Unidades Producidas conformes</u> Tiempo Util empleado

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2

HOJA DE VERIFICACIÓN

PROBLEMA	RETRASOS DE ENTREGA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN		
EMPRESA	CIAPESA PERU SAC		
PERIODO	ENERO DEL 2017	REVISADO	
INSPECTOR	ROY MENDOZA SUPE	VºBº	

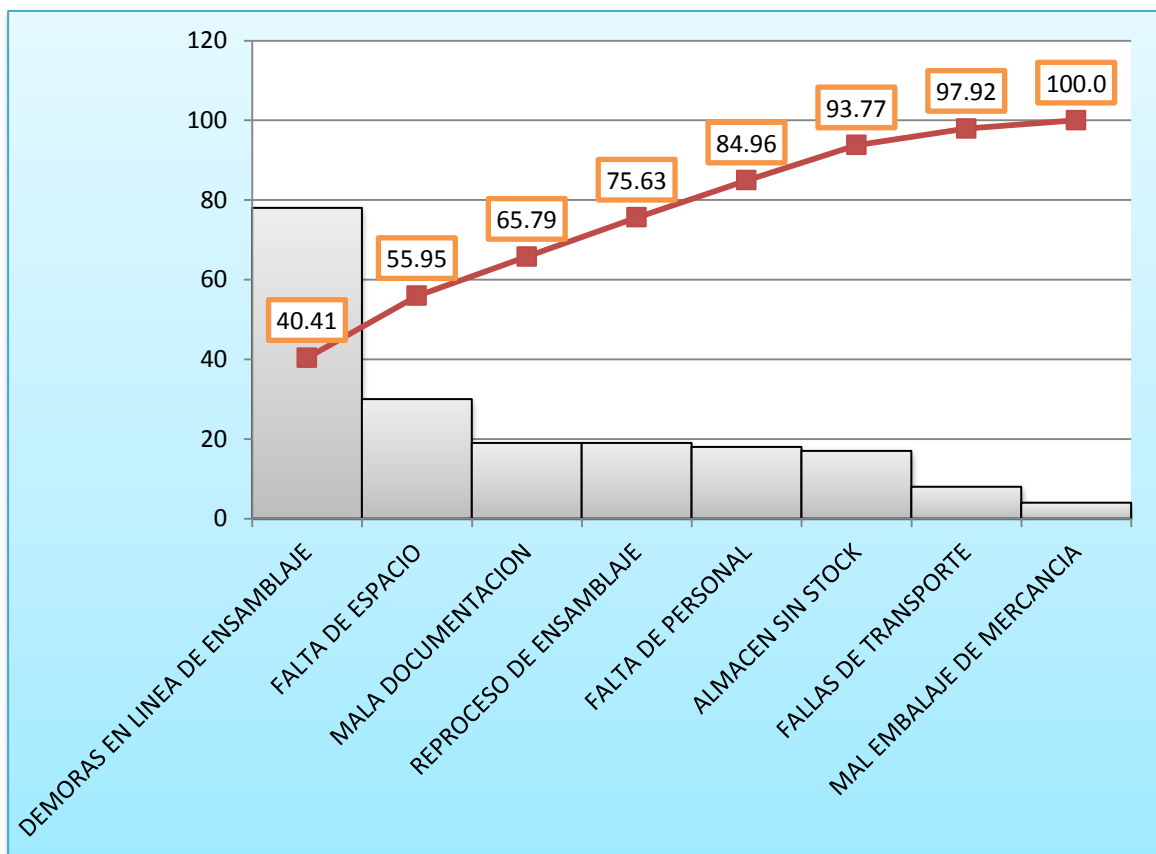
ITEM	PRINCIPALES CAUSAS	VERIFICACIÓN				SUB TOTAL
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	
1	FALTA DE PERSONAL	////	///	///	//	12
2	DEMORAS EN LÍNEA DE ENSAMBLAJE	////////	////////	////////	////////	37
3	ALMACÉN SIN STOCK	///	//	/	///	10
4	FALTA DE ESPACIO	////	///	//	////	16
5	MALA DOCUMENTACIÓN	//	///	//	//	9
6	MAL EMBALAJE DE MERCANCÍA	/		//		3
7	REPROCESO DE ENSAMBLAJE	///	//	/	///	9
8	FALLAS DE TRANSPORTE	/		/	//	4
					TOTAL	100

PERIODO	FEBRERO DEL 2017	REVISADO	Kleber Robles
INSPECTOR	ROY MENDOZA SUPE	VºBº	Miguel Gutierrez

ITEM	PRINCIPALES CAUSAS	VERIFICACIÓN				SUB TOTAL
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	
1	FALTA DE PERSONAL	//	/		//	5
2	DEMORAS EN LÍNEA DE ENSAMBLAJE	////////	////////	////////	////////	41
3	ALMACÉN SIN STOCK	//	//	/	//	7
4	FALTA DE ESPACIO	////	////	/	////	14
5	MALA DOCUMENTACIÓN	///	//	//	///	10
6	MAL EMBALAJE DE MERCANCÍA		/			1
7	REPROCESO DE ENSAMBLAJE	///	//	/	////	10
8	FALLAS DE TRANSPORTE	/		/	//	4
					TOTAL	92

Anexo 3: Diagrama de Pareto INICIAL

PROBLEMAS	NUMERO DE FALLAS	PORCENTAJE ACUMULADO
DEMORAS EN LINEA DE ENSAMBLAJE	78	40,41
FALTA DE ESPACIO	30	55,95
MALA DOCUMENTACION	19	65,79
REPROCESO DE ENSAMBLAJE	19	75,63
FALTA DE PERSONAL	18	84,96
ALMACEN SIN STOCK	17	93,77
FALLAS DE TRANSPORTE	8	97,92
MAL EMBALAJE DE MERCANCIA	4	100,0
TOTAL	193	



Anexo 4: DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Una vez identificado donde se presenta un problema importante debemos investigar las causas, para ello usaremos el método de las 6 M detallado a continuación:

Mano de Obra o gente

- El personal no tiene una labor definida o tareas asignadas en un área específica.
- El entrenamiento es básico y no se tiene manual de funciones.
- Equipo desmotivado por un ambiente sucio no agradable.

Método

- No se tiene una estandarización de procedimiento para la ejecución de un ensamblaje o no se aplica en su totalidad. Cada persona realiza su labor de acuerdo a su criterio.
- No existen planes de contingencia definidos
- No se lleva un control adecuado de los requerimientos de producción.

Maquinas o equipos

- No se cuenta con el total de herramientas adecuadas.
- Solo algunos conocen la ubicación de ciertas herramientas de trabajo, ocasionando que cuando uno quiere ubicarlo se pierda mucho tiempo.
- El personal no encuentra sus herramientas o instrumentos. Ocasionado por no guardarlos al finalizar su jornada laboral y además ocasionando que cogieran herramientas que no le pertenecían.
- Los estantes tiene equipos en desuso que solo ocasionan un desorden en el taller.
- No se tiene un plan de mantenimiento de equipos de oficina como computadora e impresoras.
- Los escritorios se encuentran con papeles y hasta repuestos del área técnica.

Material

- Se encuentra material en desuso y basura sin clasificar en zonas inadecuadas

- No existe una cultura de limpieza formal que se haya difundido a todos los colaboradores ya que muchos puestos de trabajo no se limpian cotidianamente.
- El área de almacenaje está demasiado lleno con documentación administrativa y equipos antiguos
- No existen una correcta rotulación de las cajas de almacén para ubicar rápidamente los repuestos o equipos
- No se tiene una prevención de materiales en stock para realizar una venta o servicio ocasionando pérdidas de tiempo en ir a comprar.

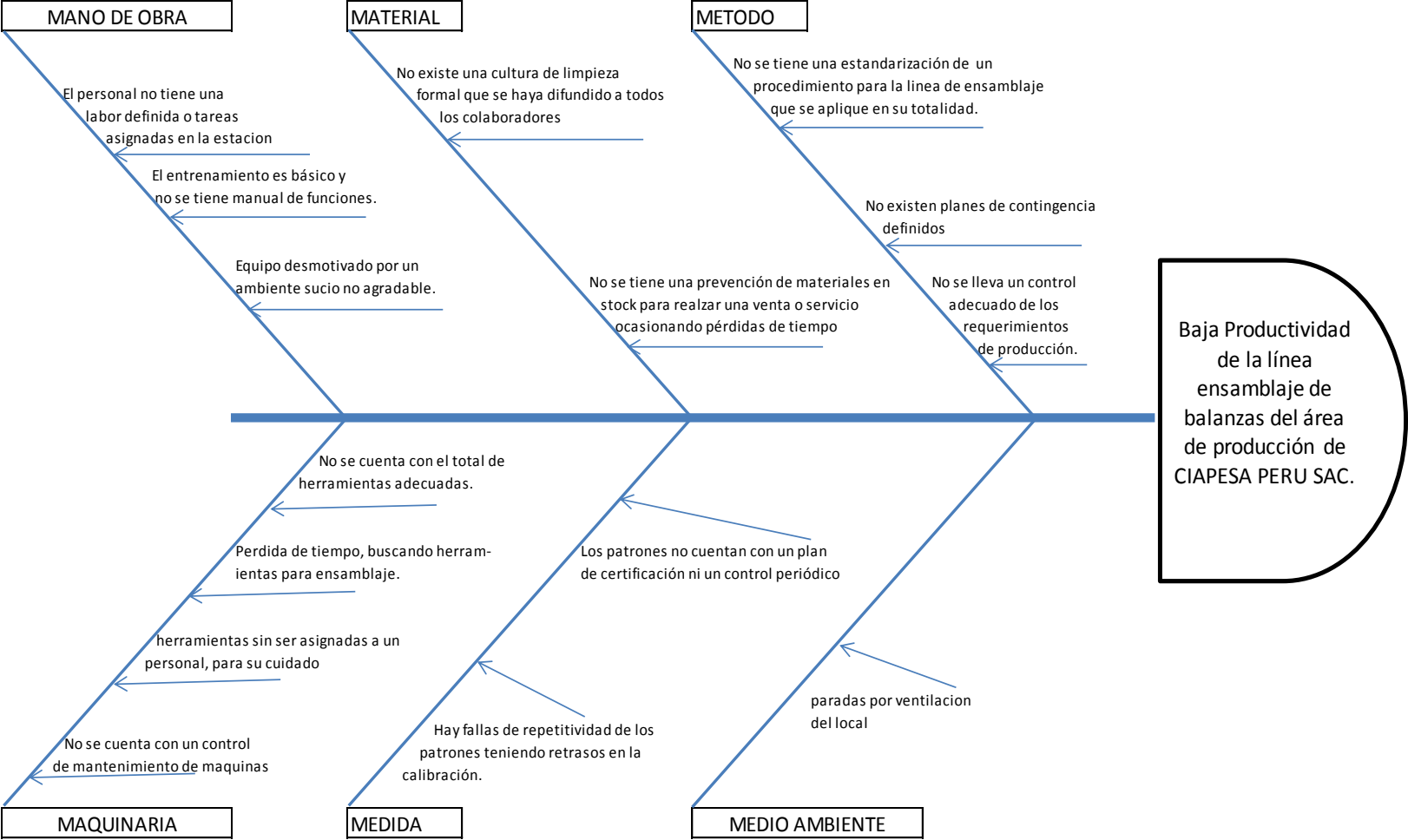
Mediciones

- Los patrones no cuentan con un plan de certificación ni un control periódico
- Hay fallas de repetitividad de los patrones teniendo retrasos en la calibración.

Medio Ambiente

- poca ventilación en época de verano provoca paros para que el personal se refresque.

Anexo 5. Diagrama de Causa-Efecto



Fuente: Elaboración propia, 2017

Anexo 6: Tiempo de datos en Horas

PARTE DE TRABAJO DE LA LINEA DE ENSAMBLAJE DE BALANZAS							
	FECHA	TIEMPO DISPONIBLE	INCIDENCIA	TIEMPO ÚTIL EMPLEADO	BALANZAS REALIZADAS	BALANZAS NO CONFORMES	BALANZAS CONFORMES
SEMANA 1	02-ene	8	3	5	10	3	7
	03-ene	7	1	6	12	1	11
	04-ene	6	2	4	8	0	8
	05-ene	7	3	4	8	2	6
	06-ene	8	1	7	14	3	11
		36	10	26	52	9	43
SEMANA 2	09-ene	6	2	4	8	0	8
	10-ene	6	2	4	8	0	8
	11-ene	6	1	5	10	1	9
	12-ene	7	2	5	10	1	9
	13-ene	6	4	2	4	3	1
		31	11	20	40	5	35
SEMANA 3	16-ene	8	3	5	10	2	8
	17-ene	8	4	4	8	1	7
	18-ene	6	4	2	4	1	3
	19-ene	8	1	7	14	2	12
	20-ene	6	4	2	4	3	1
		36	16	20	40	9	31
SEMANA 4	23-ene	6	1	5	10	2	8
	24-ene	8	3	5	10	1	9
	25-ene	8	2	6	12	0	12
	26-ene	6	1	5	10	0	10
	27-ene	6	2	4	8	3	5
		34	9	25	50	6	44
SEMANA 5	30-ene	8	4	4	8	1	7
	31-ene	7	1	6	12	0	12
	01-feb	6	1	5	10	0	10
	02-feb	6	1	5	10	0	10
	03-feb	8	4	4	8	0	8
		35	11	24	48	1	47
SEMANA 6	06-feb	6	1	5	10	2	8
	07-feb	8	1	7	14	3	11
	08-feb	6	2	4	8	2	6
	09-feb	8	3	5	10	2	8
	10-feb	7	4	3	6	1	5
		35	11	24	48	10	38
SEMANA 7	13-feb	7	2	5	10	0	10
	14-feb	7	4	3	6	0	6
	15-feb	7	1	6	12	1	11
	16-feb	8	4	4	8	2	6
	17-feb	6	4	2	4	1	3
		35	15	20	40	4	36
SEMANA 8	20-feb	6	1	5	10	0	10
	21-feb	6	2	4	8	0	8
	22-feb	8	3	5	10	2	8
	23-feb	8	4	4	8	0	8
	24-feb	6	3	3	6	3	3
		34	13	21	42	5	37
SEMANA 9	27-feb	8	4	4	8	3	5
	28-feb	7	1	6	12	1	11
	01-mar	8	4	4	8	3	5
	02-mar	7	1	6	12	3	9
	03-mar	6	3	3	6	0	6
		36	13	23	46	10	36
SEMANA 10	06-mar	8	1	7	14	0	14
	07-mar	7	3	4	8	3	5
	08-mar	6	4	2	4	0	4
	09-mar	8	4	4	8	3	5
	10-mar	7	1	6	12	3	9
		36	13	23	46	9	37
SEMANA 11	13-mar	8	3	5	10	2	8
	14-mar	7	1	6	12	0	12
	15-mar	6	2	4	8	1	7
	16-mar	8	3	5	10	3	7
	17-mar	7	4	3	6	2	4
		36	13	23	46	8	38
SEMANA 12	20-mar	8	1	7	14	2	12
	21-mar	7	3	4	8	1	7
	22-mar	7	3	4	8	1	7
	23-mar	8	1	7	14	2	12
	24-mar	8	4	4	8	2	6
		38	12	26	52	8	44

Anexo 7: Tiempo recolectado en Horas

PARTE DE TRABAJO DE LA LINEA DE ENSAMBLAJE DE BALANZAS							
	FECHA	TIEMPO DISPONIBLE	INCIDENCIA	TIEMPO ÚTIL EMPLEADO	BALANZAS REALIZADAS	BALANZAS NO CONFORMES	BALANZAS CONFORMES
SEMANA 1	27-mar	5	1	4	10	1	9
	28-mar	6	2	4	10	0	10
	29-mar	7	0	7	18	0	18
	30-mar	7	2	5	13	0	13
	31-mar	6	1	5	13	2	11
		31	6	25	64	3	61
SEMANA 2	03-abr	6	0	6	15	2	13
	04-abr	7	1	6	15	1	14
	05-abr	6	1	5	13	2	11
	06-abr	5	2	3	8	0	8
	07-abr	6	1	5	13	2	11
		30	5	25	64	7	57
SEMANA 3	10-abr	6	1	5	13	1	12
	11-abr	7	1	6	15	1	14
	12-abr	7	1	6	15	2	13
	13-abr						
	14-abr						
		20	3	17	43	4	39
SEMANA 4	17-abr	5	2	3	8	1	7
	18-abr	6	2	4	10	1	9
	19-abr	5	0	5	13	1	12
	20-abr	6	2	4	10	0	10
	21-abr	5	0	5	13	0	13
		27	6	21	54	3	51
SEMANA 5	24-abr	7	0	7	18	0	18
	25-abr	7	1	6	15	0	15
	26-abr	6	2	4	10	1	9
	27-abr	6	0	6	15	2	13
	28-abr	7	2	5	13	2	11
		33	5	28	71	5	66
SEMANA 6	01-may						
	02-may	5	2	3	8	1	7
	03-may	7	1	6	15	1	14
	04-may	5	0	5	13	2	11
	05-may	7	1	6	15	0	15
		24	4	20	51	4	47
SEMANA 7	07-may	7	0	7	18	2	16
	08-may	7	0	7	18	0	18
	09-may	6	2	4	10	0	10
	10-may	7	2	5	13	2	11
	11-may	7	1	6	15	2	13
		34	5	29	74	6	68
SEMANA 8	14-may	7	2	5	13	1	12
	15-may	5	0	5	13	0	13
	16-may	7	2	5	13	2	11
	17-may	5	0	5	13	2	11
	18-may	5	0	5	13	1	12
		29	4	25	65	6	59
SEMANA 9	21-may	5	2	3	8	1	7
	22-may	7	2	5	13	1	12
	23-may	6	1	5	13	0	13
	24-may	6	1	5	13	0	13
	25-may	6	0	6	15	1	14
		30	6	24	62	3	59
SEMANA 10	28-may	7	2	5	13	1	12
	29-may	7	0	7	18	1	17
	30-may	5	0	5	13	2	11
	31-may	6	1	5	13	1	12
	01-jun	7	2	5	13	2	11
		32	5	27	70	7	63
SEMANA 11	04-jun	5	0	5	13	0	13
	05-jun	6	0	6	15	0	15
	06-jun	5	1	4	10	1	9
	07-jun	5	2	3	8	1	7
	08-jun	7	0	7	18	2	16
		28	3	25	64	4	60
SEMANA 12	11-jun	7	2	5	13	0	13
	12-jun	6	2	4	10	2	8
	13-jun	7	0	7	18	0	18
	14-jun	7	1	6	15	0	15
	15-jun	6	1	5	13	0	13
		33	6	27	69	2	67