

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto:

**EFFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S EN TALLERES DE MANTENIMIENTO
DE MAQUINARIA PESADA**

Autor:

Josselyn Cristina Ruiz Obregón

Tutor:

Ing. Tito Castillo PhD

Riobamba - Ecuador
Año 2019

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “EFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S EN TALLERES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA” presentado por **Ruiz Obregón Josselyn Cristina** y dirigida por: Ing. Tito Castillo. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Óscar Paredes
Miembro del Tribunal



.....
Firma

Ing. Tito Castillo
Director del Proyecto



.....
Firma

Ing. Víctor Velázquez
Miembro del Tribunal



.....
Firma

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Tito Castillo, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: “EFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S EN TALLERES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a las Señorita **Josselyn Cristina Ruiz Obregón** para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



.....
PhD. Tito Castillo
TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de graduación, corresponde exclusivamente a: Josselyn Cristina Ruiz Obregón y PhD. Tito Castillo; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Cristina Ruiz

.....
Srta. Josselyn Cristina Ruiz Obregón
C.I. 0604628230

Índice de contenidos

1.	Introducción	1
2.	Objetivos	4
2.1.	Objetivo general	4
2.2.	Objetivos específicos.....	4
3.	Estado del arte relacionado a la temática (marco teórico)	5
4.	Metodología	6
5.	Resultados y discusión	13
6.	Conclusiones y recomendaciones	32
6.1.	Conclusiones	32
6.2.	Recomendaciones.....	33
7.	Referencias bibliografía	35
8.	Anexos	38
8.1.	Anexo 1. Visitas técnicas a la empresa automovilística Toyota.	38
8.2.	Anexo 2. Primera reunión de capacitación con los trabajadores del taller.	38
8.3.	Anexo 3. Encuesta de opinión realizada a los trabajadores.	39
8.4.	Anexo 4. Colocación del tablero de control de KPI.....	40
8.5.	Anexo 5. Dashboards de indicadores.	40
8.6.	Anexo 6. Hoja de levantamiento de variables de medición de indicadores.	41
8.7.	Anexo 7. Registro fotográfico y planimetría antes de la implementación de 5S.	42

8.7.1.	Anexo 7.1. Registro fotográfico bodega de insumos.....	42
8.7.2.	Anexo 7.2. Planimetría bodega de insumos.....	42
8.7.3.	Anexo 7.3. Registro fotográfico bodega de almacenaje.	43
8.7.4.	Anexo 7.4. Planimetría bodega de almacenaje.	43
8.7.5.	Anexo 7.5. Registro fotográfico mecánica.	44
8.7.6.	Anexo 7.6. Planimetría mecánica.	44
8.7.7.	Anexo 7.7. Registro fotográfico bodega de soldadores.	45
8.7.8.	Anexo 7.8. Planimetría bodega de soldadores.	45
8.7.9.	Anexo 7.9. Registro fotográfico de instalaciones exteriores.	46
8.8.	Anexo 8. Hoja de selección de objetos (Realizada por, mecánico).	46
8.9.	Anexo 9. Elaboración de nuevas divisiones de madera en estanterías.....	47
8.10.	Anexo 10. Desarrollo de la implementación de 5S en cada una de las bodegas.	47
8.10.1.	Anexo 10.1. Primera y segunda S, bodega de insumos.....	47
8.10.2.	Anexo 10.2. Primera y segunda S, bodega de almacenaje.....	48
8.11.	Anexo 11. Desarrollo de la implementación de 5S en instalaciones exteriores.	48
8.12.	Anexo 12. Desarrollo de la tercera S, limpieza.	49
8.13.	Anexo 13. Línea base de la investigación.	49
8.14.	Anexo 14. Tarjetas de control de accidentes y condiciones inseguras.	50
8.15.	Anexo 15. Colocación de freepik smile en el tablero de control de KPI.	51
8.16.	Anexo 16. Adaptación de la implementación por parte de los trabajadores.	51

8.17.	Anexo 17. Elaboración de inventarios.....	51
8.18.	Anexo 18. Registro fotográfico y planimetría de las instalaciones interiores después de la implementación de 5S.	52
8.18.1.	Anexo 18.1. Registro fotográfico bodega de insumos y materiales.....	52
8.18.2.	Anexo 18.2. Planimetría bodega de insumos y materiales.....	52
8.18.3.	Anexo 18.3. Registro fotográfico bodega de almacenaje.....	53
8.18.4.	Anexo 18.4. Planimetría bodega de almacenaje.	53
8.18.5.	Anexo 18.5. Registro fotográfico mecánica.....	54
8.18.6.	Anexo 18.6. Planimetría mecánica.....	54
8.18.7.	Anexo 18.7. Registro fotográfico bodega de soldadores.	55
8.18.8.	Anexo 18.8. Planimetría bodega de soldadores.	55
8.18.9.	Anexo 18.9. Registro fotográfico de instalaciones exteriores después de 5S.....	56
8.19.	Anexo 19. Nuevo depósito de basura y cubrimiento de pozo de aceites.....	56

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de proceso de la metodología del proyecto de investigación.	6
Figura 2 Diagrama de clasificación o selección de objetos.	10
Figura 3 Diagrama de orden de objetos.	11
Figura 4 Valores escalares de Likert de la encuesta de opinión realizada a los trabajadores.....	15
Figura 5 Smile utilizados en el tablero de control de KPI.	18
Figura 6 Disponibilidad de maquinaria, control del indicador semana 1 a la semana 13.	22
Figura 7 Tiempo promedio de parada, control del indicador semana 1 a la semana 13.	23
Figura 8 Maquinaria reparada, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.	24
Figura 9 Sobrecarga de trabajo, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.	25
Figura 10 Accidentabilidad, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.	27
Figura 11 Horas de capacitación, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.	28
Figura 12 Valores escalares de Likert de la encuesta de opinión realizada a los trabajadores, luego de 5S.....	31

Índice de tablas

Tabla 1 Acrónimo correspondiente a las iniciales de las 5S	5
Tabla 2 Indicadores a nivel de manejo de un taller de mantenimiento de maquinaria pesada	5
Tabla 3 Trabajadores encuestados del taller de mantenimiento de maquinaria en estudio	7
Tabla 4 Frecuencia de uso definida para desarrollar la primera S, clasificar	9
Tabla 5 Escala de valoración de Likert utilizada	13
Tabla 6 Tabulación de datos de la encuesta realizada en el taller de mantenimiento de maquinaria en estudio	14
Tabla 7 Línea base de investigación establecida en función de los criterios de valoración de los KPI	16
Tabla 8 Dashboards de la línea base de investigación en función de los criterios de valoración de los KPI.....	16
Tabla 9 Potencial de daño de condiciones inseguras	18
Tabla 10 Áreas de circulación disponibles y no disponibles de las bodegas de taller antes de 5S	19
Tabla 11 Áreas de circulación disponibles y no disponibles de las bodegas de taller después de 5S	19
Tabla 12 Valoración de los indicadores de la semana 2 a la semana 13.....	30
Tabla 13 Dashboards de la semana 2 a la semana 1 en función de los criterios de valoración de los KPI.....	29
Tabla 14 Tabulación de datos de la encuesta realizada en el taller de mantenimiento de maquinaria después de 5S.....	30

Resumen

El uso frecuente de maquinaria pesada de una constructora vial se define como su núcleo de negociación por lo que sus talleres de mantenimiento de equipo caminero deberían contar con metodologías adecuadas para alcanzar altos niveles de competitividad en el mercado. Una de estas metodologías es la estrategia japonesa, desarrollada en Toyota, 5S, esta herramienta fomenta una cultura de autodisciplina, limpieza, organización y mejora continua.

En la localidad, los efectos de 5S en talleres de mantenimiento de equipo caminero no han sido estudiados, de tal manera el propósito de este proyecto de investigación fue medir los avances generados con la implementación de 5S en una constructora vial local usando tres indicadores de disponibilidad de maquinaria y cinco indicadores de eficiencia de trabajos de mantenimiento. 5S se desarrolló en bodegas de repuestos, mecánica, soldadura y áreas externas de reparación de equipos; se clasificó los insumos innecesarios de los de uso frecuente del trabajador, efectuando la primera S, Seiri, siguiendo con la fase del orden, Seiton, se elaboró estanterías de madera para almacenar los materiales, continuando con la etapa de limpieza, Seiso, donde se generaron hábitos y horarios de limpieza, y finalmente se la estandarización de áreas de trabajo, Seiketsu.

De los resultados obtenidos de esta investigación se muestra que 5S disminuyó las condiciones que pueden generar un accidente, creó hábitos de orden y limpieza en los procesos de mantenimiento de maquinaria pesada ejecutados en el taller y fomentó el trabajo en equipo de los involucrados.

Palabras clave: Técnicas de gestión empresarial, 5S, autodisciplina, indicadores, disponibilidad de maquinaria, eficiencia.

ABSTRACT

The frequent use of heavy machinery from a road construction company is defined as its core of negotiation, so its road equipment maintenance workshops should have adequate methodologies to achieve high levels of competitiveness in the market.

One of these methodologies is the Japanese strategy, developed in Toyota, 5S, this tool fosters a culture of self-discipline, cleanliness, organization and continuous improvement.

In the town, the effects of 5S in road equipment maintenance workshops have not been studied, so the purpose of this research project was to measure the progress generated with the implementation of 5S in a local road construction using three indicators of availability of machinery and five indicators of maintenance work efficiency. 5S was developed in warehouses for spare parts, mechanics, welding and external equipment repair areas; the unnecessary supplies of the frequent use of the worker were classified, making the first S, Seiri, following the order phase, Seiton, wooden shelves were constructed to store the materials, continuing with the cleaning stage, Seiso, where they generated cleaning habits and schedules, and finally the standardization of work areas, Seiketsu.

From the results obtained from this investigation, it is shown that 5S reduced the conditions that can generate an accident, created order and cleanliness habits in the maintenance processes of heavy machinery executed in the workshop and encouraged the team work of those involved.

Keywords: Business management techniques, 5S, self-discipline, indicators, availability of machinery, efficiency.


Reviewed by Guerra, Mónica
Language Center Teacher



1. Introducción

El uso de maquinaria pesada es habitual en todas las constructoras para ejecutar proyectos de ingeniería, por lo tanto, algunas de estas empresas requieren de amplios espacios destinados a gestiones de mantenimiento de equipo caminero (Areses, 2008). De la misma manera, en la constructora vial o también llamada constructora pesada, el uso de maquinaria es intensivo y se establece como la unidad clave de su producción, por tal motivo, contar con un taller de mantenimiento de maquinaria pesada es necesario para que los equipos se encuentren en óptimo funcionamiento para la siguiente obra vial a ejecutarse (Hernandez, 2015; Quinde & Arias, 2008). A causa de esto, la mayoría de constructoras viales, designan responsables que conozcan el desenvolvimiento de la maquinaria en obra para tomar decisiones y efectuar trabajos técnicos correspondientes a adquisiciones, disponibilidad, alquiler sustitutivo y reemplazo de piezas mecánicas (Hernandez, 2015; Zegarra, 2015), haciendo de las prácticas de gestión de mantenimiento de maquinaria, una rutina de trabajo manejada por técnicas convencionales, sin embargo, la creación de maquinaria moderna aumenta constantemente y sus técnicas de manejo aprovechable son complicadas (Caterpillar, 2001), por lo que la ambigüedad en procesos de gestión de mantenimiento no es suficiente mientras otras empresas lideran estándares de competitividad dentro del mercado apoyándose en nuevas técnicas de gestión como las derivadas del sistemas de producción de la industria automovilística Toyota basados en la filosofía Lean Production. En 1992, Koskela adoptó la aplicación de estos sistemas de producción en la industria de la construcción (Pons, 2014) y afirmó que el uso de Lean Construction elimina material en stock, tiempo y esfuerzos innecesarios al generar la máxima cantidad de valor productivo para una empresa constructora (Porrás, Sánchez, & Galvis, 2014), una de estas múltiples técnicas desarrolladas en Toyota, es el principio de orden y limpieza 5S,

este es un concepto que no debería resultar reciente para ninguna empresa, pero desafortunadamente si lo es, es muy difícil demostrar la relación entre limpieza y calidad, pero la filosofía Lean lo explica de una manera muy simple, si la empresa constructora es ordenada, los operarios serán mucho más productivos a la hora de trabajar (Espuny, 2009). En talleres de mantenimiento, el montaje o ensamblaje Lean ubica materiales en su lugar para crear instalaciones adecuadas y reducir la variabilidad de procesos de mantenimiento de maquinaria pesada (Pestana & Gambatese, 2016; Porras et al., 2014). Aun así, un personal que tiende a resistir el cambio, rancias costumbres de trabajo y el riesgo de pérdidas de inversión, son algunos de los motivos que impiden generar herramientas de gestión como 5S (Salem, Solomon, Genaidy, & Luegring, 2015), por lo que su implementación necesita de un control y seguimiento adecuado utilizando indicadores que permitan conocer el avance del sistema, usando metodologías de sostenimiento de comportamiento organizacional (como la Teoría de Kurt Lewis) e integrando roles al trabajador, al ser el ente fundamental y único receptor y productor de cambio e innovación. (Boatswain, 2016). En América Latina, Graña y Montera aplica 5S en Perú y en Europa Cowi en Dinamarca o Skanska en Suecia, en cuanto a la localidad, no se ha desarrollado dentro de empresas constructoras métodos sistemáticos para gestionar talleres de mantenimiento a pesar de presentar inconvenientes en la disponibilidad de equipo caminero que generan costos adicionales de mantenimiento o alquiler de equipos. Es así que, al conocer la eficiencia que se ha logrado en talleres de mantenimiento automotriz Toyota cuando se aplica la metodología 5S, se cuestiona qué efecto producirá la implementación de 5S en talleres de constructoras viales, partiendo esta investigación de la hipótesis de que, si se implementará la metodología 5S en el taller de mantenimiento de una constructora vial se mejorará la eficiencia y disponibilidad de la maquinaria pesada.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Conocer los efectos de la implementación de 5S en el taller de una constructora vial.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la situación actual del taller a través de indicadores de mantenimiento de equipo caminero.
- Implementar la metodología 5S.

3. Estado del arte relacionado a la temática (marco teórico)

5S es una herramienta de Toyota que comprende cinco principios cuya fonética empieza por “S”, fue adoptada dentro de Lean Construction por Koskela en los años 90 como una idea innovadora, organización y producción sin pérdidas (Sánchez, Moya, & González, 2016).

Tabla 1

Acrónimo correspondiente a las iniciales de las 5S.

Orden	Palabra japonesa	Significado español
1	Seiri	Clasificación, eliminar materiales innecesarios.
2	Seito	Orden, organizar cada material por su función.
3	Seiso	Limpiar, suprimiendo todo tipo de suciedad.
4	Seiketsu	Estandarizar, información visual en la correcta ubicación.
5	Shitsuke	Mejora continua, compromiso y autodisciplina.

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C. **Fuente:** Gao & Low, (2014)

Cada S corresponde a un conjunto de ventajas adquiridas en el trascurso de la implementación, entre las más destacadas se puede mencionar el mejoramiento de establecimientos, optimización de procesos y disponibilidad de maquinaria (Salem et al., 2015). Por el contrario, el uso erróneo de 5S también ha reportado desventajas como pérdidas de inversión, aumento de costos de operación y averías en maquinaria (Gao & Low, 2014).

En el ámbito de la construcción, 5S ha sido aplicada en proyectos de infraestructura mediante la gestión diaria de obras civiles con procesos estandarizados, pero en talleres de mantenimiento de maquinaria pesada, la versatilidad de la metodología es aún inconcebible al reportar tasas de éxito de implementación por debajo del 50% (Sinan & Hakan, 2009), por tal razón es importante medir el alcance de los valores obtenidos que indiquen si los resultados se encuentran dentro de parámetros esperados para la generación de cambios (Zegarra, 2016). En base a lo mencionado, esta investigación empleará ocho indicadores de eficiencia y disponibilidad de equipo caminero para conocer si la gestión de mantenimiento de la maquinaria pesada en la empresa constructora en estudio está siendo llevada de manera adecuada tras la implementación de 5S. El set, especificaciones y criterios de valoración de los KPI a utilizarse se presenta a continuación.

Tabla 2

Indicadores a nivel de manejo de un taller de mantenimiento de maquinaria pesada.

Ítem	Indicador	Descripción	Límites de control de la industria			Autor
			Valor no adecuado	Valor promedio	Valor aceptable	
Indicadores de disponibilidad de maquinaria						
1	$DA = \frac{TPEP}{TPEP + TPPR} \times 100$ $TPEP = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Número de paradas}} \quad TPPR = \frac{\text{Horas en reparación}}{\text{Número de paradas}}$	DA = Disponibilidad de maquinaria TPEP = Tiempo promedio de parada TPPR = Tiempo promedio de reparación	0% - 45% Frecuencia de reparaciones alta y sin procedimientos adecuados	45% - 90% Maquinaria en reparación mucho tiempo	Mayor 90% Frecuencia de reparaciones baja	(Zegarra, 2015)
2	$B = \frac{\text{Trabajo pendientes por ejecutar}}{\text{Horas hombre disponibles}} \times 100$	B = Sobrecarga de trabajo	Más 55 <i>Maquinaria No Reparada/100HH</i> Sobrecarga intensa	46 – 55 <i>Maquinaria No Reparada/100HH</i> Sobrecarga	0 – 46 <i>Maquinaria No Reparada/100HH</i> No sobrecargado	(Arquer & Nogareda, 2000)
3	$MU = \frac{\text{Tiempo de uso de maquinaria}}{\text{Tiempo de disponibilidad}} \times 100$	MU = Uso de maquinaria	0% - 45%	45% - 90%	Más de 90% Valor estimado	(Zegarra, 2016)
Indicadores de eficiencia						
4	$MTTR = \frac{\text{Horas en reparaciones}}{\text{Nº de paradas}}$	MTTR = Tiempo promedio que demora el mantenimiento	00H:00 - 03H:00 <i>H Reparación/Nº Parada</i> Incorrecto mantenimiento		03H:00 - 06H:00 <i>H Reparación/Nº Parada</i>	(Zegarra, 2016)
			Más 06H:00 <i>H Reparación/Nº Parada</i> Muchas horas en reparación			
5	$PT = \frac{\text{Maquinaria reparada}}{\text{Horas hombre empleadas}} \times 100$	PT = Maquinaria reparada	0- 4 <i>Maquinaria Reparada</i> Baja eficiencia	4 – 12 <i>Maquinaria Reparada</i>	Más 12 <i>Maquinaria Reparada</i> Alta eficiencia	(Marin & Julio, 2011)
6	$IMP = \frac{\text{Horas mantenimiento programado}}{\text{Horas de mantenimiento}}$	IMP = Horas mantenimiento programado	00H:00 – 30H:00 Mala planificación	30H:00 – 40H:00	Más de 40H:00 Valor estimado	(García, 2018)
7	$IFA = \frac{\text{Nº de accidentes}}{\text{Horas hombre disponibles}} \times 100$	IFA = Cantidad de trabajadores que han sufrido accidentes	Más de 25 <i>Accidentes/100HH</i> Rango inaceptable	15 – 25 <i>Accidentes/100HH</i> Rango aceptable	0 – 14 <i>Accidentes/100HH</i> Rango excelencia	(García, 2018; Marin & Julio, 2011)
8	$\text{Formación} = \frac{\text{Horas de capacitación}}{\text{Horas de mantenimiento}}$	Horas anuales dedicadas a formación	00H:00 – 16H:00 Pocas horas/mensuales	16H00 – 20H:00 Horas/mensuales aceptables	Más de 20H:00 Horas/mensuales de seminarios	(García, 2018)

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

4. Metodología

El esquema gráfico que se muestra en la figura, detalla de manera general el proceso de desarrollo del proyecto de investigación:

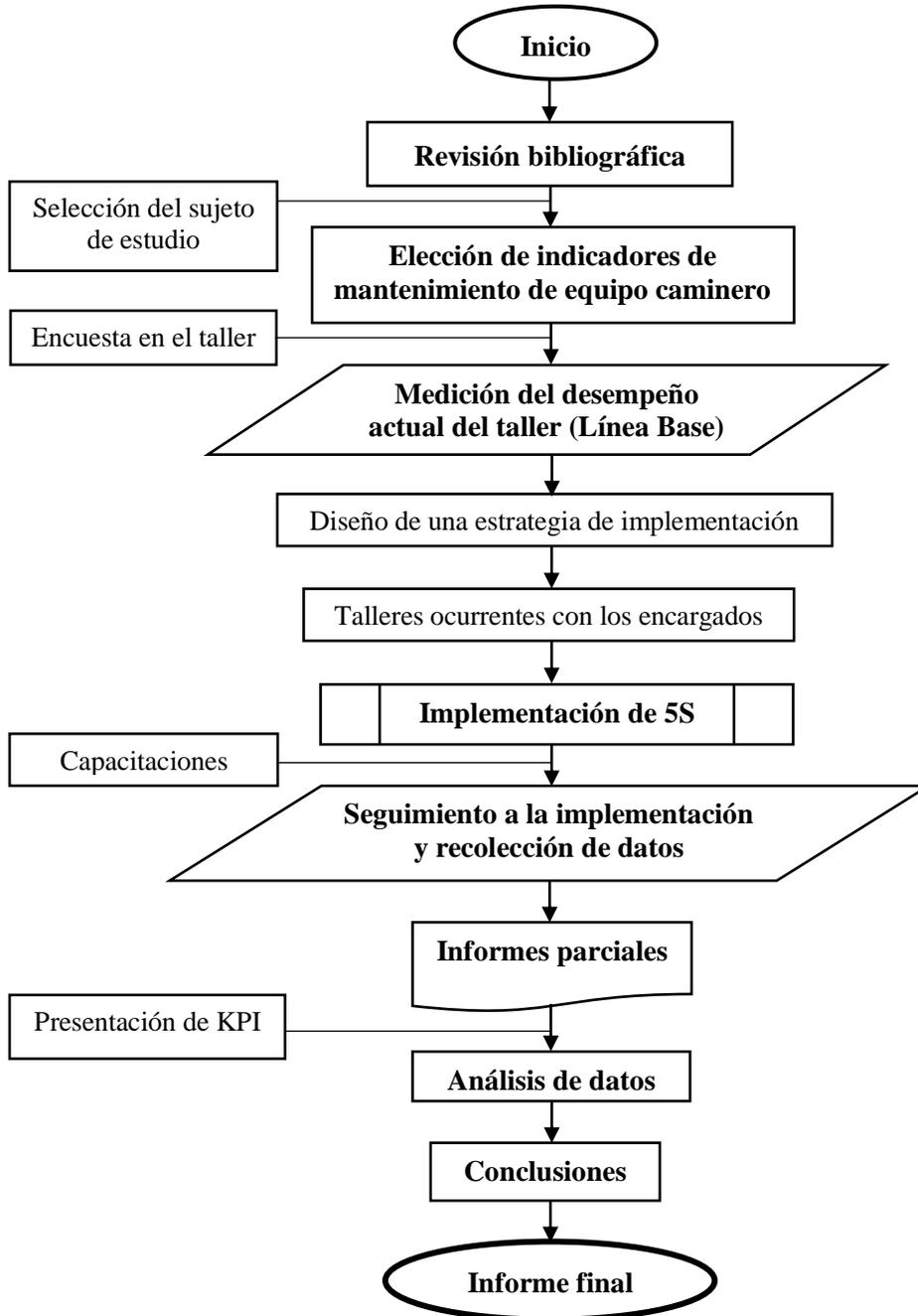


Figura 1. Diagrama de proceso de la metodología. **Elaborado por:** Ruiz O. Josselyn C.

Este proyecto de investigación se generó a partir de una revisión bibliográfica de la implementación de 5S tomado como principal referencia las metodologías desarrolladas en la empresa automovilística Toyota y sus sistemas de gestión organizacional de Lean Production.

Se seleccionó la empresa vial en estudio y se llevó a cabo la primera reunión de capacitación con los trabajadores del taller de mantenimiento de maquinaria pesada, donde se dio a conocer los propósitos y compromisos que requiere la metodología para su correcta ejecución (**Anexo 2**). Inmediatamente a lo mencionado, se efectuó una encuesta de opinión efectuada a veinte trabajadores encargados de la gestión y mantenimiento de maquinaria en el taller, se decidió hacer uso de esta herramienta ya que normalmente quien trabaja es quien conoce los problemas y errores de los procesos (Zegarra, 2015). La encuesta realizada constó de siete preguntas asociadas a temas de orden, limpieza, organización y procesos de mantenimiento de equipo caminero, valoradas por el trabajador mediante una escala de frecuencia de Likert (**Anexo 3**).

Tabla 3

Trabajadores encuestados del taller de mantenimiento de maquinaria en estudio.

Área	Simbología	Cantidad
Gerente	G1	1
Administración	A1	1
Bodega	B1	1
Soldadura	S1	4
Mecánica	M1	5
Operarios de maquinaria	O1	7
Limpieza	L1	1
Total		20

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Conocida la opinión de los trabajadores con respecto a las instalaciones del taller y la gestión de mantenimiento de equipo caminero, se procedió a la inspección de los procesos de mantenimiento de maquinaria para definir ocho indicadores (tres indicadores correspondientes a la disponibilidad de maquinaria y cinco indicadores a la eficiencia del trabajador (**Tabla 2**)), con

los cuales se verifico el avance de la implementación de la metodología 5S, usando un tablero de control de indicadores o también llamado tablero KPI, que fue ubicado en una pared visible para los trabajadores junto a la entrada de la bodega de insumos y materiales, esta herramienta visual indicaba numéricamente al trabajador los resultados que obtenían diariamente de su desempeño laboral (**Anexo 4**).

Para lograr eficiencia en el proceso de control de indicadores se realizó la programación de dashboards en Excel, que consiste en cuadros de mando que permiten visualizar información en una sola página, permitiéndole al usuario tomar decisiones en base a gráficos y tablas dinámicas (**Anexo 5**), esta herramienta visual fue diseñada para obtener inmediatamente el valor de cada indicador dentro de una variación de valoración aceptable o no aceptable como lo muestra la **Tabla 2**, el cálculo de cada indicador se basa en el uso de variables de medición que se ingresan como una entrada de datos recolectados mediante una hoja de levantamiento de información dependiendo del tipo de maquinaria, para este proyecto de investigación se ha trabajado con la clasificación de maquinaria pesada, maquinaria semipesada y equipos livianos (**Anexo 6**).

Contando con las herramientas de implementación de 5S se procedió a la determinación de la línea base de este proyecto de investigación, para lo cual se midió con los indicadores definidos la situación actual de la disponibilidad de maquinaria y eficiencia del trabajador, pudiendo detectar puntos críticos de la gestión organizacional y de trabajos de mantenimiento que se ejecutaban en el taller.

En base a la línea base establecida se diseñó una estrategia de implementación de la metodología 5S, elaborada en un taller junto a la alta gerencia de la constructora vial en estudio y se definió mediante una recomendación del gerente de la empresa automovilística Toyota que debido a las ocupaciones diarias de los trabajadores, se lleve a cabo la implementación de 5S en

dos etapas, la primera etapa dedicó siete semanas para la aplicación de las dos primeras S (clasificar y ordenar) en cada una de las bodegas del taller y tres semanas para ejecutar 2S en áreas externas del taller, en cuanto a la continuidad de la metodología (limpiar y estandarizar) se trabajó en conjunto todas las instalaciones del taller.

El desarrollo de la primera S, clasificar, empezó reconociendo las instalaciones mediante un recorrido con los trabajadores para obtener un respaldo fotográfico de la situación antes de 5S. Se realizó un levantamiento a cinta del área de cada una de las bodegas, identificando espacios existentes o no de circulación libre (**Anexo 7**).

Para esta S, fue necesario definir con el personal administrativo del taller el criterio de clasificación de los materiales localizados en las bodegas, esta selección permitió diferenciar los materiales, equipos e insumos innecesarios de los de uso frecuente del trabajador, para llevar a cabo esta actividad se entregó al bodeguero, soldadores y mecánicos una hoja de selección de objetos que debía ser llenada con un checklist en base a la frecuencia de uso de los mismos (**Anexo 8**).

Tabla 4

Frecuencia de uso definida para desarrollar la primera S, clasificar.

Frecuencia de uso	Sobre la base de frecuencia de uso
Uso frecuente	Una vez a la semana o una vez diaria
Uso ocasional	Una vez al mes o cada dos meses
Uso raro	Una o dos veces al año
Uso improbable	Objetos defectuosos u obsoletos que no se usan

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

En base a las hojas de selección de objetos se clasificó los mismos de la siguiente manera:

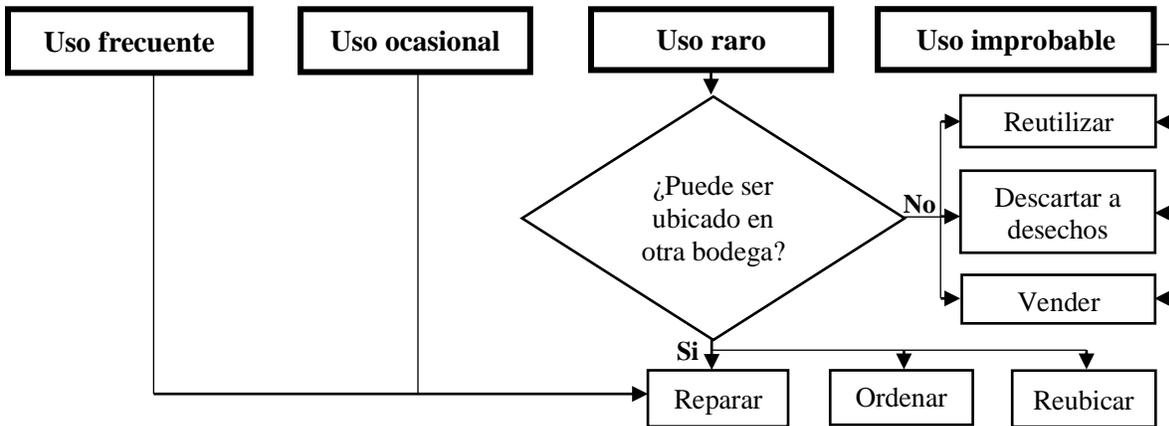


Figura 2 Diagrama de clasificación o selección de objetos. **Elaborado por:** Ruiz O. Josselyn C.

Una vez ejecutada la primera S, con el objetivo de lograr áreas despejadas, limpias y organizadas se empieza a implementar la segunda S, ordenar. Esta S necesitó de la información obtenida de las hojas de selección usadas en la primera S ya que solo se ordenó los objetos de uso frecuente u ocasional, mientras los demás objetos fueron movilizados a otras bodegas, desechados a la basura o colocados en el depósito de chatarra donde se ubicaron todos los objetos a fin de ser vendidos.

Con la ejecución de la segunda S, se ampliaron los espacios destinados a la ubicación de insumos, repuestos, materiales o equipos, cambiando estanterías de madera desgastadas por nuevas estanterías a las que se les aumentó divisiones de madera obteniendo mayor cantidad de espacios de almacenaje. Se procedió a pintar de distintos colores la madera, pudiendo hacer uso de zonas manejables para que cualquier trabajador pueda identificar de forma sencilla y práctica la localización de cada insumo, así cada color le corresponde a un grupo determinado de materiales (**Anexo 9**). En cuanto al criterio de orden utilizado, se definió que los equipos pesados sean colocados en la parte inferior de las estanterías para generar condiciones seguras.

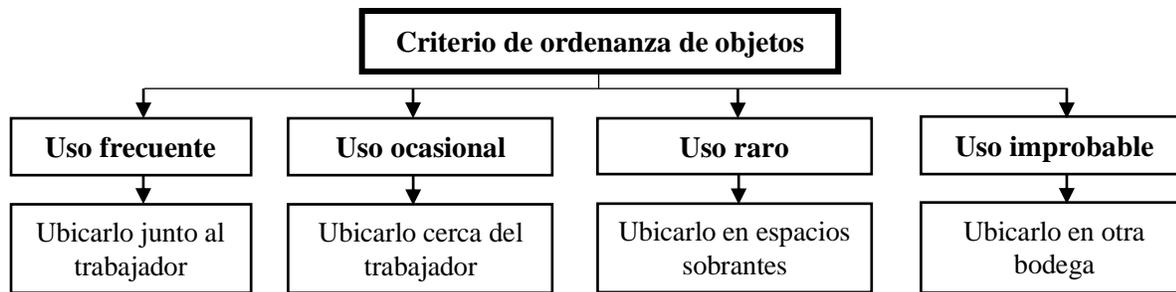


Figura 3 Diagrama de orden de objetos. **Elaborado por:** Ruiz O. Josselyn C.

En la bodega de insumos, las estanterías de metal fueron ubicadas a manera de islas una tras otra para obtener áreas de circulación libre, se ordenó cada uno de los insumos de uso ocasional a una distancia cercana de la ventanilla de entrega del bodeguero y los equipos de uso raro o improbable se colocaron en la parte posterior de la bodega, finalmente se añadió un tablero de madera con perchas para colgar cintas adhesivas, pegamentos, brochas, etc. (**Anexo 10.1**). En la mecánica se colocó una estantería donde se ubicaron los catálogos de las maquinarias y otra estantería donde se almacenaron las herramientas, esta se ubicó junto al parqueadero de la maquinaria en reparación. En el área de soldadura se ordenó en estanterías los materiales que estaban localizados sobre la mesa de trabajo dejando libre este espacio.

Terminada la primera y segunda S en las áreas interiores se realizó una reunión con el propietario de la empresa quien corroborando los avances de la implementación compartió sus ideas de mejora y contrató dos personas designadas a trabajar en la metodología, este acontecimiento permitió que los trabajadores evidencien el compromiso que adquirió la gerencia, logrando implantar un mayor interés de 5S en cada uno de ellos.

Continuando con la segunda etapa, se procedió a la clasificación y orden de los materiales y equipos ubicados en las instalaciones exteriores usando una excavadora, una cargadora frontal y una retroexcavadora. Para llevar a cabo esta primera y segunda S, se empezaba con una limpieza manual de los desechos residentes sobre la tierra, se nivelaba la subrasante del suelo con una

excavadora mientras la retroexcavadora esparcía una fina capa de ripio $3/4$ obtenido de la mina de la constructora, otorgándole de esta manera a cada equipo y conjunto de materiales un espacio limpio de almacenaje. Se movilizó y ordeno con la cargadora los repuestos de maquinarias, se apilaron neumáticos, tanques vacíos de aceite, armicos para alcantarillas, letreros viales, equipos de andamiajes, se agrupo la maquinaria en venta que oferta el taller, se colocaron rompe velocidades en la entrada de la empresa evitando la acumulación de polvo sobre maquinaria que permanece estacionada, se creó un estacionamiento para bicicletas, colocación de sillas con cubierta en áreas de descanso del trabajador, reutilización de basureros, etc. (**Anexo 11**).

En cuanto a la tercera S, se asignaron responsabilidades de limpieza a los trabajadores, en la bodega de insumos, ya que los repuestos son resguardados en cajas que los protejan del polvo que ingresa por la ventanilla de entrega se definió únicamente la limpieza de estanterías una vez a la semana y recolección diaria del basurero (**Anexo 12**). En el área de los soldadores se estableció que la mesa de trabajo debe ser despejada constantemente de cualquier material o herramienta que impida el uso permitente de este espacio (**Anexo 12**). En la mecánica se definió que las herramientas se almacenen, lavadas y secadas después de su uso, para esto se colocó junto a la estantería de herramientas un espacio delimitado para su limpieza (**Anexo 12**).

Referente a los espacios exteriores, se le estableció que el trabajador encargado de la limpieza recolecte los escombros de las bodegas en la mañana y en la tarde los desperdicios de las áreas de mantenimiento. De la misma manera, se solicitó que el portero guie a los camiones que ingresan con equipos transportados desde otros proyectos o nuevas entregas de repuestos, con el propósito de que se pueda controlar el lugar preestablecido donde se deberá colocar cada uno de los objetos. Para aportar consistencia y regularidad en las prácticas de clasificación, orden y limpieza, se aplicó la cuarta S, estandarización, colocando en las estanterías letreros diseñados

con el logo de la empresa vial y el nombre de las herramientas o materiales (**Anexo 18**), y para promover los beneficios obtenidos con 5S, se realizaron videos didácticos que fueron compartidos mediante el uso de redes sociales que demostraban los avances del antes y después de las instalaciones del taller.

Finalmente, obtenidos los datos necesarios para concluir la metodología se realizó la encuesta de opinión de los trabajadores referente a temas de orden, limpieza y procesos de mantenimiento, como lo muestra el **Anexo 3**.

5. Resultados y discusión

Realizada la revisión bibliográfica, se identificó que 5s forma parte del paradigma de mejora continua de la empresa automovilística Toyota al contar con sistemas de trabajo en su estado más eficiente de productividad, considerando aquello se llevó a cabo visitas técnicas a la empresa ubicada en el centro urbano de la ciudad de Ambato para presenciar la metodología y herramientas visuales que le han permitido liderar 5S dentro del mercado automotriz (**Anexo 1**). Una vez generada la encuesta de opinión referente a temas de orden, limpieza y procesos de mantenimiento de equipo caminero, se muestra en la **Tabla 6** los resultados obtenidos de la sumatoria correspondiente de la asignación de la puntuación de cada pregunta dentro de una escala de Likert (Morosini, 2012).

Tabla 5
Escala de valoración de Likert utilizada.

Valoración	Escala de Likert
1	Siempre
2	Casi siempre
3	Muy frecuentemente
4	Con cierta frecuencia
5	Ocasionalmente
6	Ninguna

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Tabla 6*Datos tabulados de la encuesta de orden, limpieza y procesos de mantenimiento de equipo caminero.*

Sujeto	Pregunta							Total	Valores escalares finales
	1	2	3	4	5	6	7		
G1	5	5	4	3	6	6	5	34	4.86
A1	6	6	1	6	6	3	1	29	4.14
B1	5	5	3	6	6	4	4	33	4.71
S1	4	5	5	6	3	1	2	26	3.71
S2	6	2	6	6	6	6	5	37	5.29
S3	6	2	6	6	6	6	5	37	5.29
S4	6	2	4	6	6	6	6	36	5.14
M1	4	1	5	6	6	3	4	29	4.14
M2	1	3	6	3	6	6	5	30	4.29
M3	2	3	6	1	2	5	2	21	3.00
M4	2	3	6	1	4	6	6	28	4.00
M5	3	3	6	2	6	6	6	32	4.57
O1	3	6	1	3	5	5	5	28	4.00
O2	2	5	1	3	6	6	5	28	4.00
O3	3	5	2	4	6	6	4	30	4.29
O4	3	5	4	4	6	6	6	34	4.86
O5	2	6	6	5	5	5	6	35	5.00
O6	4	6	5	6	6	5	6	38	5.43
O7	1	3	5	6	6	5	6	32	4.57
L1	5	1	3	3	1	5	1	19	2.71

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

De la encuesta realizada, diecisiete trabajadores opinaron que con cierta frecuencia el taller se encuentra ordenado, limpio, organizado y cumpliendo eficientes procesos de mantenimiento siendo el valor promedio de la mayor frecuencia de datos 4.62 en la escala de Likert y los tres

trabajadores restantes opinan que muy frecuentemente se cumplen las actividades mencionadas con un valor promedio de 3.14 en la escala de Likert.

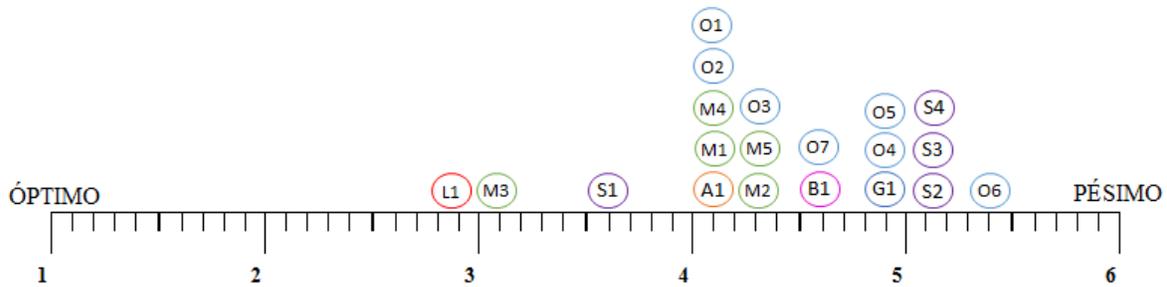


Figura 4 Valores escalares de Likert de la encuesta de opinión realizada a los trabajadores.

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Los resultados obtenidos se sociabilizaron con el personal administrativo de la empresa para dar a conocer la percepción que tenían los trabajadores con respecto a temas de limpieza, orden y trabajos de mantenimiento de equipo caminero, y dado que la producción del taller depende del nivel de desempeño de su personal queda clara la importancia de implementar 5S en la constructora, tomando acciones de mejora para lograr los resultados deseados.

Posteriormente a la realización de la encuesta de opinión se obtuvo la línea base de este proyecto de investigación registrando las variables de medición de KPI en la hoja de levantamiento de información mediante el seguimiento de los procesos de mantenimiento de maquinaria pesada ejecutados en el taller durante una semana (lunes a sábado) por cinco horas diarias (**Anexo 13**). El análisis de los datos obtenidos se realizó en base a los criterios de valoración de los indicadores definidos en la **Tabla 2** y para su representación en dashboards se definió el valor característico de cada indicador calculando la mediana como medida de tendencia central al ser menos sensible a dispersión de datos y haciendo posible que la valoración de los indicadores muy altos o muy bajos contribuyan de la misma manera dentro de la línea base (Batanero, 2000).

Tabla 7

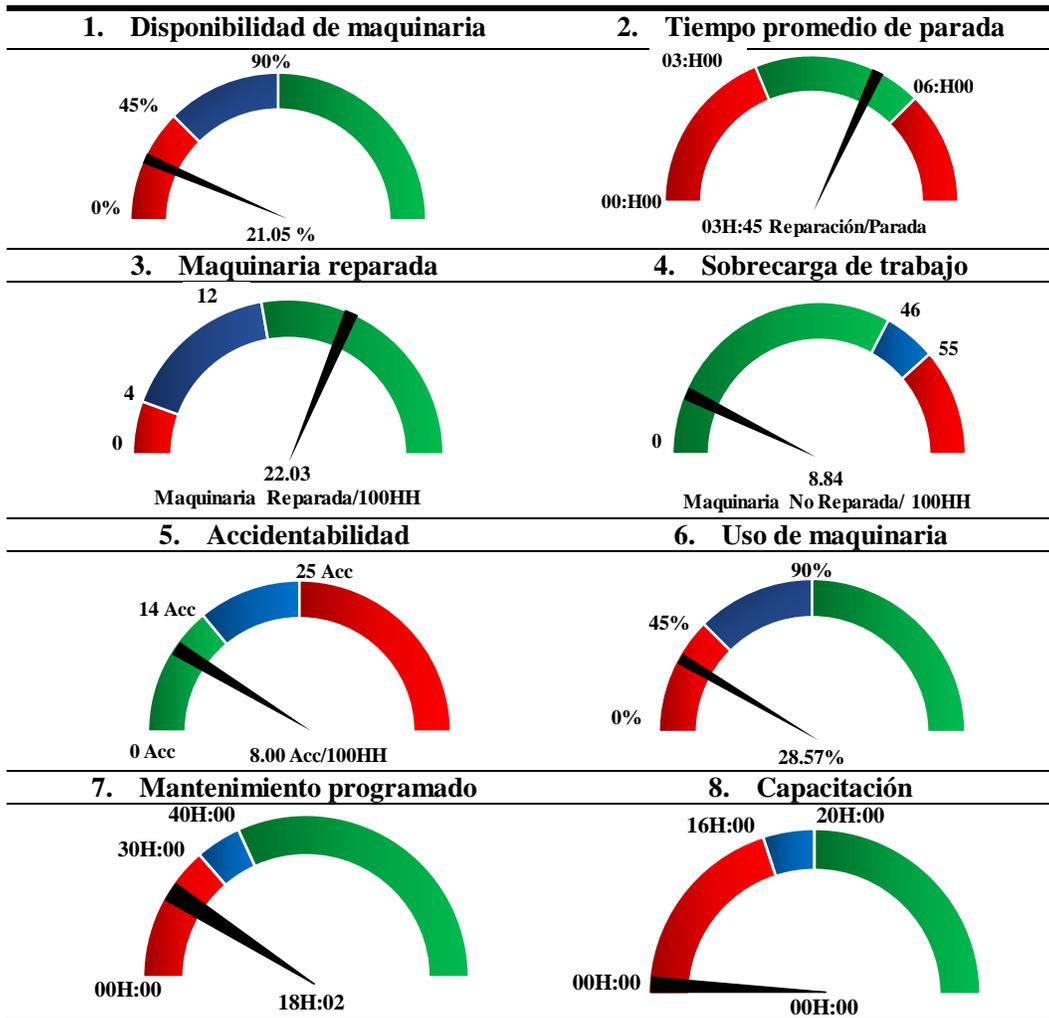
Línea base de investigación establecida en función de los criterios de valoración de los KPI.

Indicador	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Mediana
1. Disponibilidad de maquinaria	0.00	0.00	21.05	0.00	0.00	0.00	21.05
2. Tiempo promedio de paradas	8.00	7.67	5.00	0.00	0.00	0.00	5.00
3. Maquinaria reparada	50.00	17.39	26.67	8.33	33.33	12.50	22.03
4. Sobrecarga de trabajo	50.00	4.35	13.33	2.08	16.67	4.17	8.84
5. Accidentabilidad	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	8.00
6. Uso de la maquinaria	0.00	0.00	28.57	0.00	0.00	0.00	28.57
7. Mantenimiento programado	0.00	34.78	73.33	0.00	0.00	0.00	54.06
8. Capacitación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Tabla 8

Dashboards de la línea base de investigación en función de los criterios de valoración de los KPI.



Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

De la tabla anterior se puede mencionar que la valoración del indicador 2., se encuentra muy cerca de no ser un valor aceptable mientras los indicadores 3. y 4, se localizan dentro de un rango correcto, en cuanto a el dashboard del tiempo promedio empleado en reparaciones es un indicativo correcto del número de maquinarias reparadas a tiempo determinando de esta manera la no existencia de sobrecarga de trabajo. También se puede mencionar que de la línea base obtenida los indicadores 1., 6., 7. y 8. no se limitaban dentro de un rango aprobable por condiciones desfavorables en las que el taller se encontraba prestando sus servicios.

Un factor que fue susceptible a modificación luego de haber definido la línea base, fue el indicador 5., accidentabilidad, en un principio la información correspondiente de este indicador iba a ser obtenida de entrevistas diarias a los trabajadores para contabilizar el número de accidentes que se hayan generado, pero en la determinación de la situación actual se pudo apreciar que el trabajador no aportaba información cierta u olvida los accidentes que le provocan su trabajo, por esta razón se cambió el conteo de accidentes por el número de acciones o condiciones de riesgos diarios existentes, de esta manera fue posible estimar un riesgo mediante la severidad del daño que le podría ocasionar al trabajador y la probabilidad de que ocurra el hecho (Torres, 2018), para el reporte de actos y condiciones inseguras se usó exclusivamente en este indicador tarjetas de control de riesgos laborales (**Anexo 14**).

Este tipo de análisis de accidentabilidad es el fundamento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo Norma *OHSAS* que parte de un enfoque preventivo para estudiar las causas de los accidentes técnicos de un factor humano que no siempre es previsible (Balcells, 2007), este tipo de gestión ha sido adoptado desde años atrás por la empresa ecuatoriana de encofrados y andamiaje metalmecánico Bagant y la empresa de comercialización de repuestos Caterpillar

IIASA quienes han estandarizado medidas de control con las que emiten un juicio de tolerabilidad de riesgos que podría ocasionar un accidente para sus trabajadores.

Tabla 9

Potencial de daño de condiciones inseguras.

Clase		Potencial de daño y/o condición insegura
Alto	A	Podría ocasionar la muerte o incapacidad
Medio	B	Ocasionaría lesión o enfermedad grave
Bajo	C	Podría ocasionar lesiones menores

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C. **Fuente:** Norma OHSAS-18001, (Balcells, 2007).

La determinación de la línea base también permitió identificar varias resistencias al cambio por parte de los trabajadores, quienes expresaron en primera instancia su desconfianza al no conocer los principios en que se basa la metodología 5S, una de estas resistencias fue la falta de atención que se lograba con el tablero de control de KPI, por lo que para la segunda semana se cambió la imagen del tablero utilizando smile stickers en cada uno de los valores diarios de los indicadores (**Anexo 15**), esta herramienta visual generó en el trabajador la incertidumbre del porqué de la asignación de cada smile stickers, por lo que en su momento se realizó la explicación correspondiente del tablero de control, haciendo que el trabajador se familiarice aún más con la metodología 5S.



Figura 5 Smile utilizados en el tablero de control de KPI. **Elaborado por:** Ruiz O. Josselyn C.

Para lograr que el trabajador adopte la metodología como parte de sus actividades diarias, desde la segunda semana de implementación el mecánico principal del taller fue quien llevo a cabo el seguimiento de las variables de medición de los indicadores usando la hoja de levantamiento de información y el bodeguero fue quien hizo uso de los dashboards de los indicadores pudiendo así llenar diariamente el tablero de control KPI (**Anexo 16**).

Con lo mencionado, del levantamiento a cinta de las áreas de circulación libre de cada una de las bodegas (**Anexo 9**) se obtuvo la siguiente información antes de la implementación de 5S.

Tabla 10

Áreas de circulación disponibles y no disponibles de las bodegas de taller antes de 5S.

Instalaciones	Área ocupada	Área de circulación disponible
Bodega de materiales	35.40 m ²	53.35 m ²
Bodega de soldadores	24.47 m ²	48.16 m ²
Mecánica	24.07 m ²	47.42 m ²
Bodega de almacenaje	68.53 m ²	49.23 m ²

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Habiendo definido las áreas de circulación libre de las instalaciones, se generó la implementación de 5S y como resultado de la primera y segunda S y dos años después el personal administrativo de la empresa tomó la iniciativa de desarrollar el inventario de bodegas del taller (**Anexo 17**).

En cuanto a espacios físicos, el cambio más apreciado después de las dos S fue en la bodega de almacenaje donde anteriormente no existía áreas de circulación libre y después de clasificar y ordenar los objetos se dio uso a esta bodega permitiendo guardar equipos y materiales que por su frecuencia de uso no debían estar en las bodegas restantes (**Anexo 18**).

Tabla 11

Áreas de circulación disponibles y no disponibles de las bodegas de taller después de 5S.

Instalaciones	Área ocupada	Área de circulación disponible
Bodega de materiales	23.37 m ²	65.38 m ²
Bodega de soldadores	22.54 m ²	50.09 m ²
Mecánica	19.07 m ²	52.42 m ²
Bodega de almacenaje	18.70 m ²	99.06 m ²

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Se puede mencionar, que el haber desarrollado la primera y segunda S empezando por las instalaciones internas de taller resultó una estrategia eficiente de trabajo ya que muchas de los objetos fueron previamente desechados hacia el exterior; es decir, para cuando se empezó a implementar la primera y la segunda S en las áreas externas se contaba con espacios definidos

para cada objeto, esta destreza permitió agrupar 50T de chatarra que fue vendida a un proveedor de acero de la localidad durante la implementación de 5S, aportando a la empresa constructora el ingreso de \$10 000 y cerca de $700m^2$ de explanada limpia, despejada, nivelada y cubierta con ripio $3/4$ que se usará para efectuar trabajos de mantenimiento de maquinaria pesada que no puede ingresar al estacionamiento de asfalto como por ejemplo, excavadoras, cargadoras, orugas y demás, además se reusaron tachos de basura que fueron pintados y colocados en puntos estratégicos donde anteriormente se encontró cúmulos de basuras, se plantó una banca con cubierta en el patio donde los trabajadores realizan actividades deportivas, entre otras actividades **(Anexo 18)**.

Como resultado de la tercera S, limpieza, fue posible mantener espacios sin suciedad al haber definido un nuevo lugar de acumulación de desechos orgánicos e inorgánicos y se trabajó también en un antiguo pozo de desecho de aceite de maquinaria, cabe mencionar que el taller cuenta con un depósito de aceite diseñado para su eliminación segura y no contaminante, este se dio uso luego de cerrar las conexiones clandestinas de eliminación de aceites y cubrir completamente el agujero del pozo en mal estado creado de manera informal por los mecánicos **(Anexo 18)**.

Con la cuarta S, estandarizar, se evitó el retroceso de las tres primeras S, al haber generado hábitos diarios en el trabajador y cumplimiento de líneas de limpieza, orden y organización sobre las tres primeras S y el uso de herramientas de estandarización para señalar la ubicación de equipos, materiales e insumos del taller.

De esta manera, la cuarta S se encamina hacia la mejora continua o 5S, esta S es diferente a las cuatro anteriores en el sentido de que no es visible y sólo la conducta y una cultura de autodisciplina de los trabajadores mostrará su presencia. Considerando lo mencionado y por su

complejidad de implementación al actuar como un modelo de gestión de calidad, prevención, eficiencia y en función de metas, motivaciones y hábitos para hacer perdurable la metodología (Salem et al., 2015), en el taller de mantenimiento en estudio no se ejecutó la quinta S dentro de las 13 semanas de desarrollo de este proyecto de investigación ya que sus beneficios se lograrán a largo plazo, requiriendo una mayor dedicación y compromiso de sus trabajadores y nuevos objetivos empresariales que se lleguen a establecer.

Para el análisis de la variabilidad de los indicadores durante las semanas de implementación, se ha utilizado graficas de control representado tres límites de control de la industria que se definieron anteriormente en la **Tabla 2**, un límite superior de control *L.S.C.*, límite inferior de control *L.I.C.* y el valor equidistante a ambos límites del proceso *L.C.* De esta manera se muestra cuando un proceso está o no bajo control, logrando conocer las causas que generaron discreción en los valores conseguidos e identificar la efectividad de las mejoras emprendidas con 5S.

En cuanto a los indicadores de uso de maquinaria y horas de mantenimiento programado no fue posible el seguimiento de información necesaria para su cálculo, por lo que se los ha descartado del análisis de los indicadores.

El primer indicador a ser analizado es el de disponibilidad de maquinaria, este define la relación entre el tiempo que la máquina produce en obra y el tiempo que está en reparación.

Del indicador de disponibilidad de maquinaria, el promedio obtenido de los dashboards de la empresa fue de 21,5% pero en la gráfica se puede apreciar varios días consecutivos en el límite inferior con 0% y días en los que si se alcanza un buen rendimiento del taller.

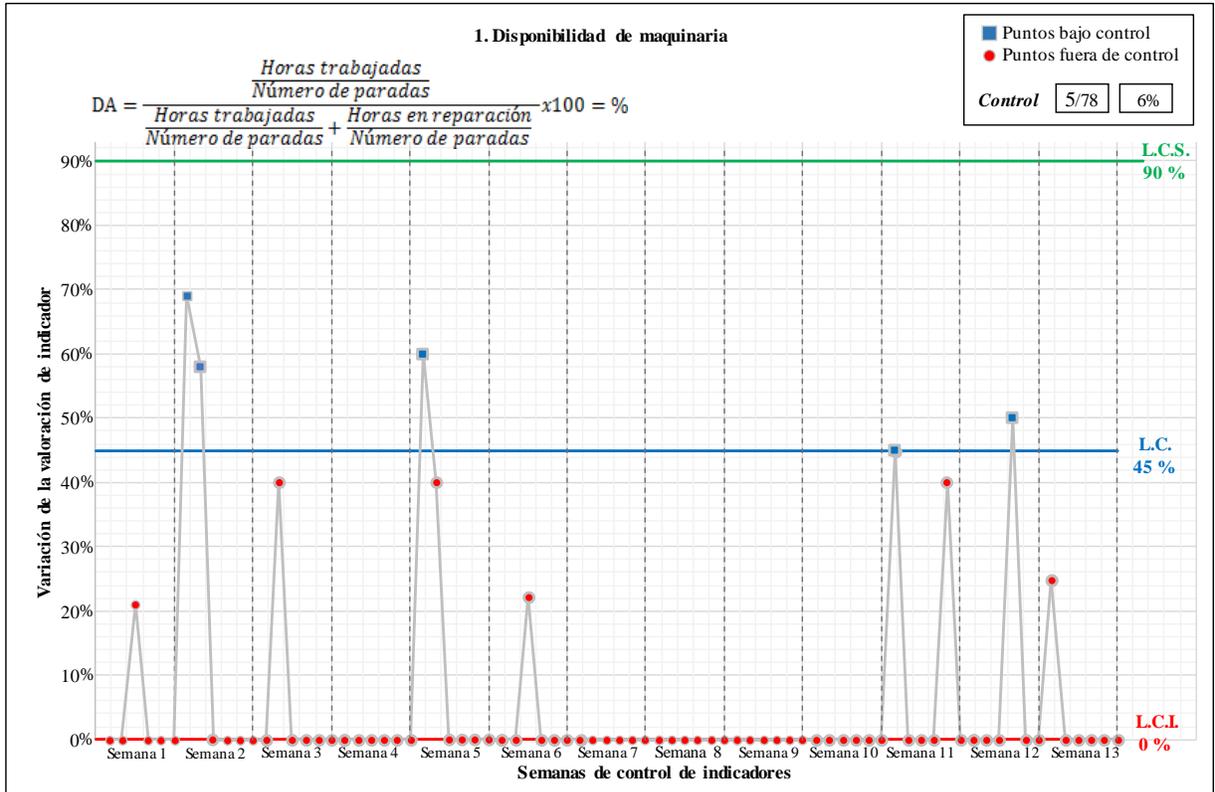


Figura 6 Disponibilidad de maquinaria, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.
Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

La empresa necesita que todos los días cero desaparezcan y que todos los puntos permanezcan en color azul dentro de una zona manejable que representan un valor óptimo entre 45 al 90% de un buen rendimiento de maquinaria, es decir, la variabilidad del proceso es alta y no dependió de 5S, depende de que la empresa gestione correctamente sus proveedores, de una renovación de su parque automotor ya que la mayoría de equipos de la constructora han superado su tiempo de vida útil por lo que los trabajos de mantenimiento ocurren inesperadamente y son mucho más costosos al incluir repuestos que no son de cambio normal.

Para mejorar este indicador se sugiere que los trabajadores empiecen a desarrollar un mantenimiento preventivo de tareas de control de maquinaria expés como engrasando, lubricado y realización de reparaciones menores, esto permitirá que el taller avance hacia un mantenimiento predictivo, donde se evalué mensualmente el funcionamiento de los equipos,

logrando de esta manera ejecutar un mantenimiento correctivo con el que se puede controlar gastos de mantenimiento, retrasos en obras viales, reemplazos de maquinarias y conseguir que la vida útil de los equipos camineros maximice su servicio y valor económico.

El tiempo promedio de demoran de reparaciones de maquinaria por motivos mecánicos o *MTTR*, el promedio de este indicador fue de 5 *Horas de reparación/Nº Paradas*, la variabilidad es alta al mostrar puntos consecutivos crecientes y decrecientes, esto significa que el tiempo de entrega de una maquinaria reparada puede ser bien en 3H o en 12H, esto debido a las diferentes fallas mecánicas que se presentan en la antigua maquinaria, un valor alto de este indicador indica que el daño que sufrió la maquinaria fue grave y el área administrativa tardó en obtener un repuesto específico y un valor bajo indica que el daño fue menor o no se realizaron las labores de mantenimiento correctamente por lo que del trabajo de mantenimiento realizado se tuvo que volver a corregir averías.

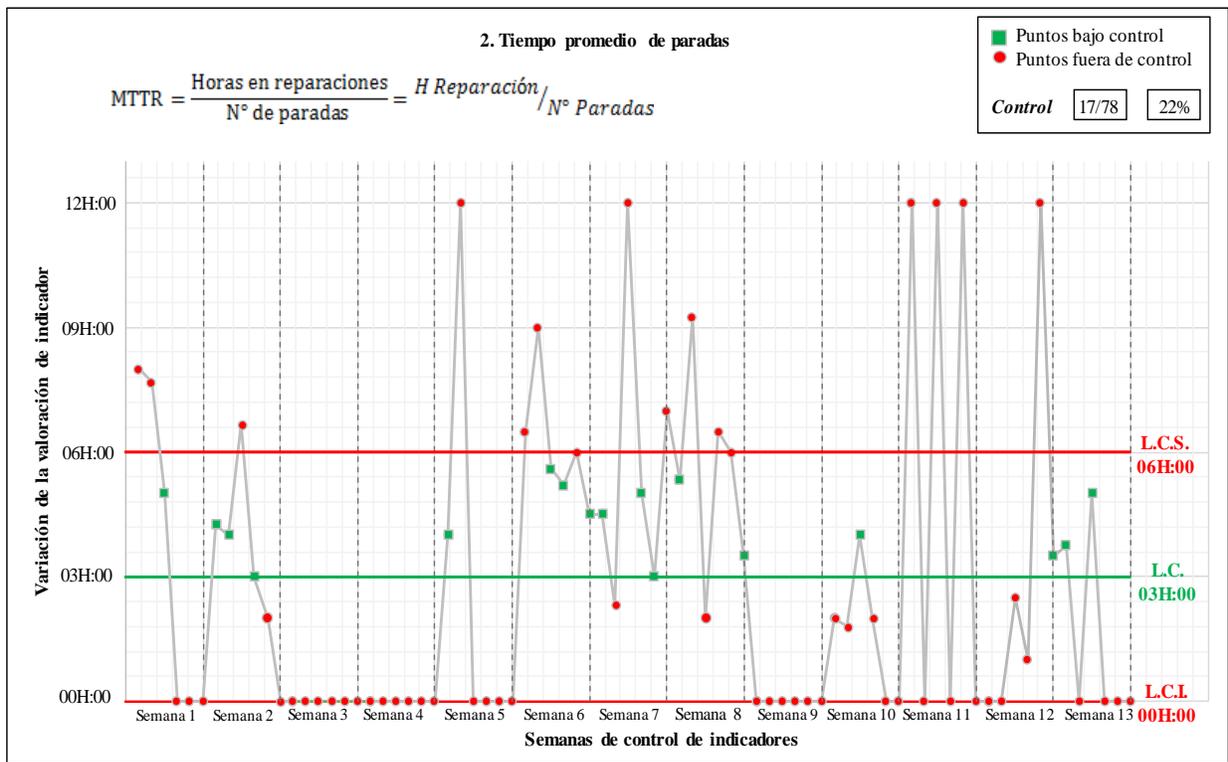


Figura 7 Tiempo promedio de parada, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.
Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

De esta manera Zegarra, (2016) define que las buenas prácticas de mantenimiento oscilen entre un valor promedio del indicador de *MTTR* entre 3 y 6 horas, por ende se recomienda que el personal administrativo del taller maneje, controle y de seguimiento constante a datos oportunos cada vez que existan problemas de reparación de maquinarias, esta información servirá para tomar decisiones de mejora antes de que los trabajos de reparación de equipos sean mayores, mejorando de esta manera la organización del taller para que se pueda reaccionar rápida y eficientemente ante problemas de gestión de maquinaria pesada.

El indicador de maquinaria reparada representa el porcentaje de maquinaria reparada en función del tiempo y los medios empleados para conseguir un nivel considerable de producción, este indicador alcanzó un valor promedio de *25 Maquinaria Reparada/ 100 HH*, pero la variabilidad es alta ya que ningún trabajo de mantenimiento es planificado.

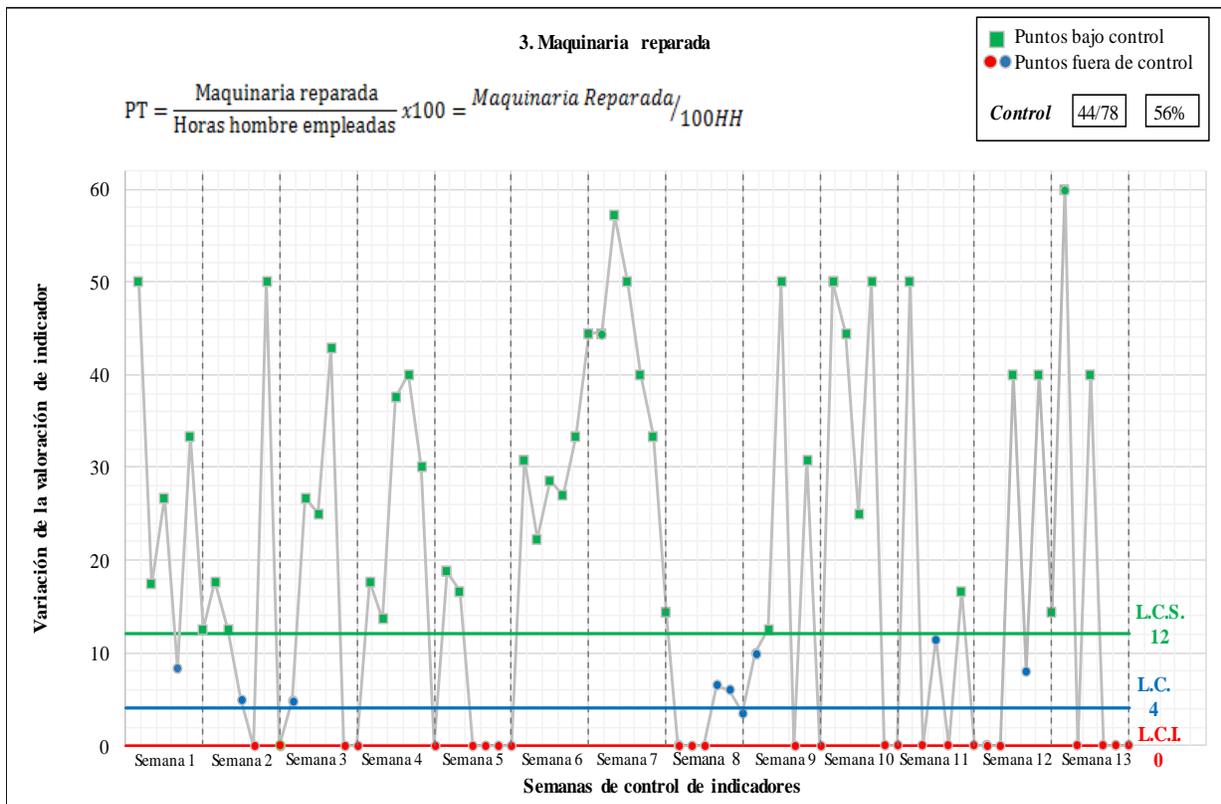


Figura 8 Maquinaria reparada, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Aun así, se sugiere que la empresa provea de capacitaciones, incentivos diarios, descanso correspondiente, pausas activas y reconocimiento del trabajo realizado; pequeños aportes que ayudan de alguna u otra forma a disminuir la sobrecarga laboral y ante todo demostrar preocupación por la salud de sus colaboradores como un elemento prioritario dentro de la constructora vial.

Continuando con la metodología, en la semana cinco se aprecia un cambio representativo en el indicador de accidentabilidad, las situaciones consideradas riesgosas disminuyeron ya que muchos de los objetos pesados fueron ubicados correctamente en las estanterías inferiores, (se movilizó cilindros de gas que se hallaban cerca de cajas de dinamita, se ubicaron en lugares precisos equipos de seguridad y emergencia, etc.), que aportaron al avance de este indicador. Pese a esto en la semana seis y siete se presentaron dos accidentes considerados de tipo A; en la semana seis, uno de los trabajadores que realizaba trabajos de mantenimiento en la parte superior de un tanquero de imprimación, resbaló del mismo, el trabajador llegó a necesitar ayuda médica inmediata ya que presentaba lesiones severas; una semana después, una maquinaria de alquiler sustitutivo derrapó de la plataforma de asfalto debido a condiciones climáticas, generando una condición sumamente riesgosa que pudo haber ocasionado grandes daños en los trabajadores. Estos dos acontecimientos fueron tomados en cuenta en el tablero de control KPI, pero en ambos casos la implementación de 5S resultaba un parámetro independiente al origen de los dos incidentes presenciados.

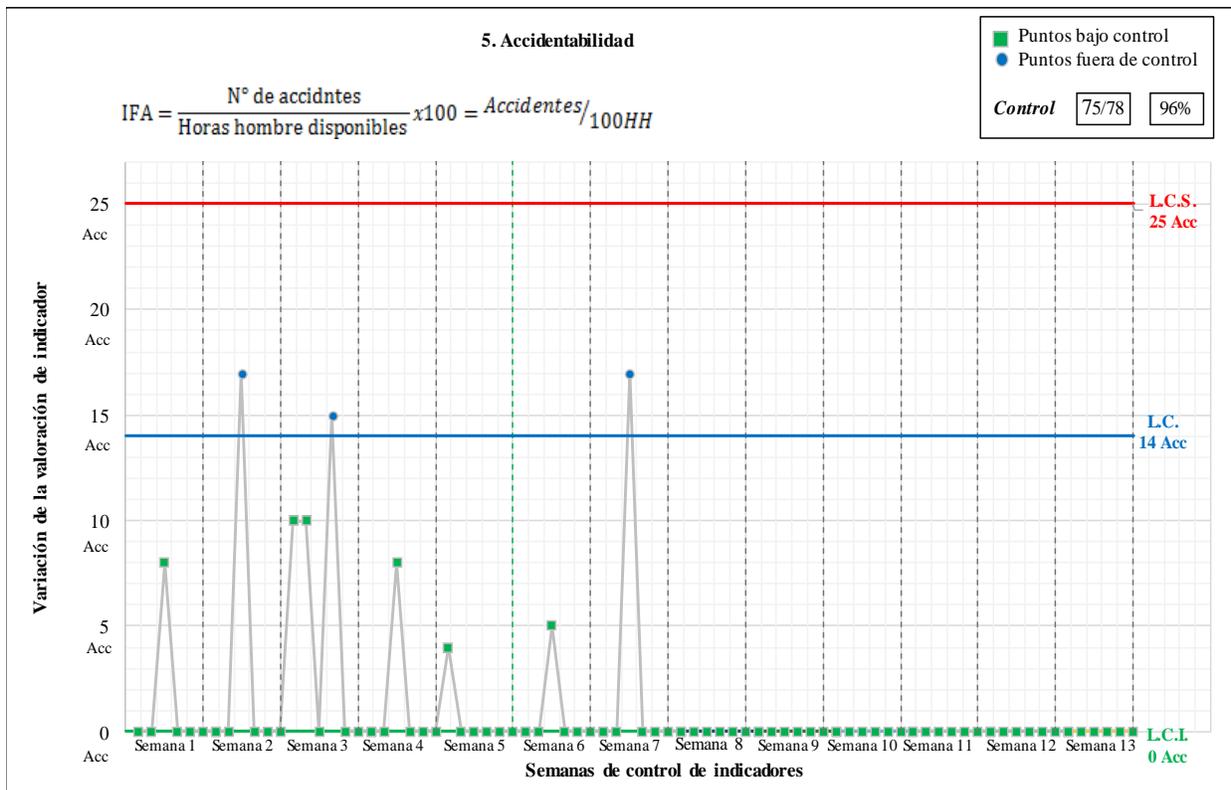


Figura 10 Accidentabilidad, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Para precautelar la seguridad de los trabajadores se recomienda la entrega de equipos de protección individual y el aporte de directrices generales para el manejo de riesgos laborales bajo la presencia del ingeniero de seguridad industrial de la constructora, quien debería mantener un nivel alto de confianza en el trabajo que ejercen sus colaboradores y obligar al trabajador al cumplimiento de normas y condiciones con el fin de darles garantía de su protección, como son el uso de cascos, botas, lentes, guantes, audífonos y entre otras herramientas que deben ser adecuadas para el trabajo que se realiza.

En cuanto al indicador de capacitación se empezó a contabilizar las horas compartidas en las capacitaciones de la implementación de 5S con los trabajadores, las reuniones con el personal administrativo y la presentación de avances y el tablero de control de KPI al propietario de la empresa en estudio.

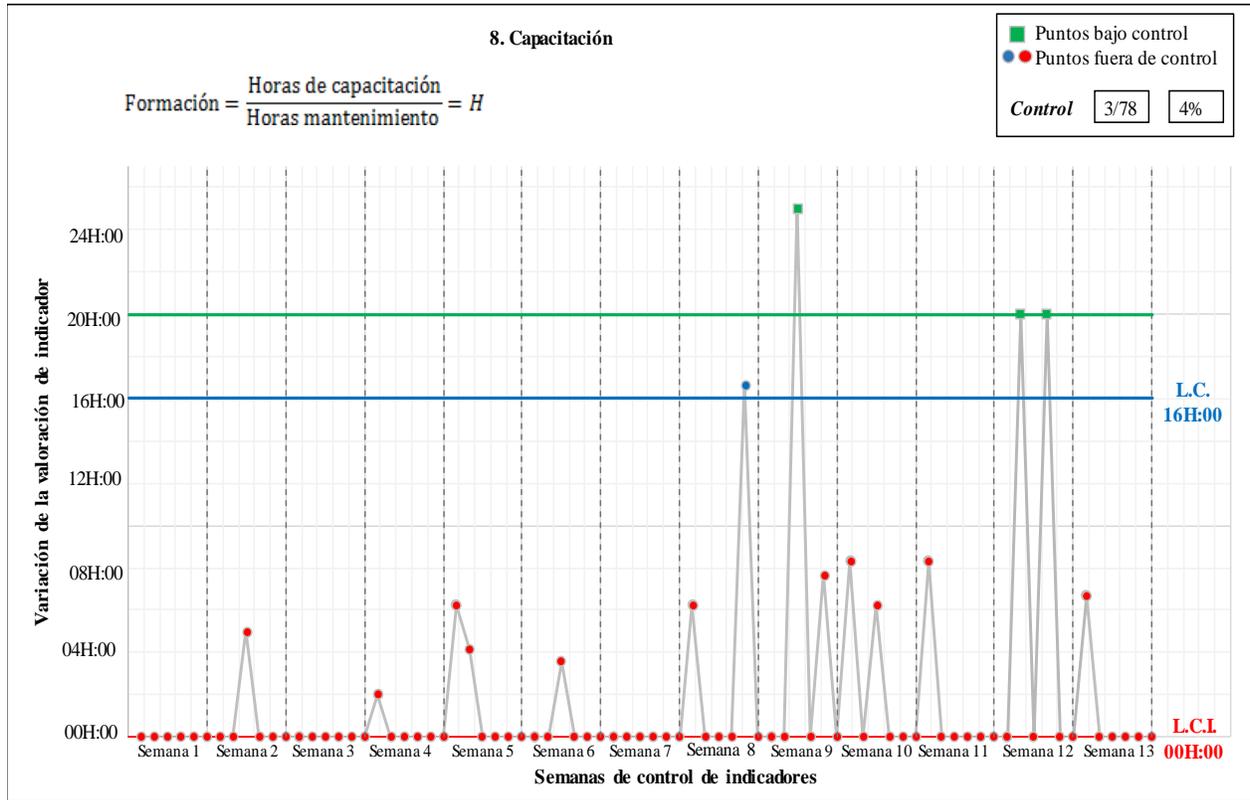


Figura 11 Horas de capacitación, control del indicador de la semana 1 a la semana 13.

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Pesé a que este indicador no demostró considerables avances se logró aportar a los trabajadores 4 a 5 horas semanales de capacitación de la metodología de 5S, se ve necesario recomendar que la constructora invierta horas de capacitación cada dos o tres meses para mantener a sus trabajadores actualizados y conocedores de procesos de mantenimiento de maquinaria pesada, ya que varias veces se evidenció que por falta de personal las maquinarias eran operadas por trabajadores ajenos a este labor y esto a largo plazo perjudica el funcionamiento de los equipos.

A manera de resumen de lo mencionado anteriormente, se muestra los valores de los dashboards obtenidos en trece semanas de implementación.

Tabla 12

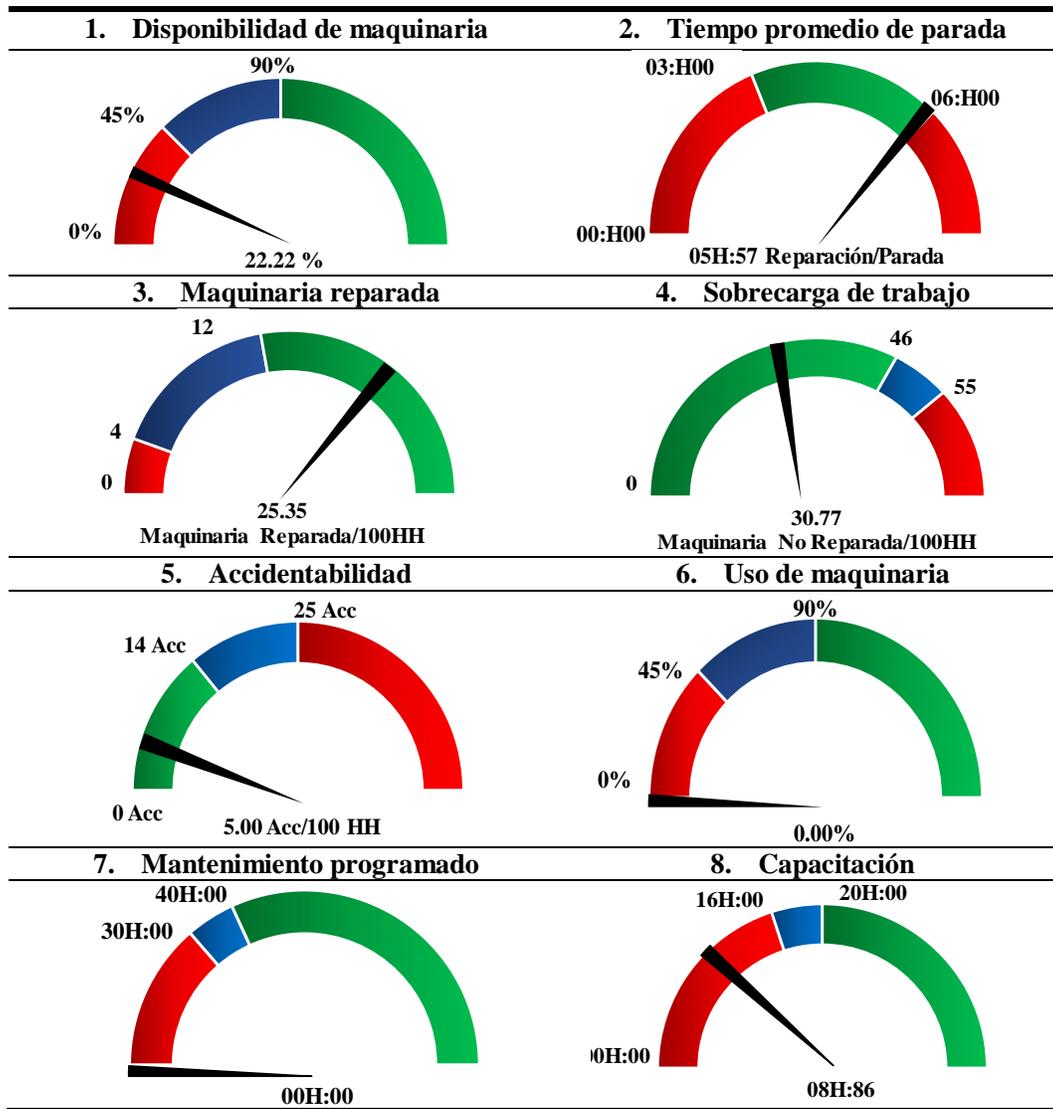
Valoración de los indicadores de la semana 2 a la semana 13.

Indicador	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Mediana	
1. Disponibilidad de maquinaria	63.45	40.00	60.00	50.00	22.22	0.00	0.00	0.00	45.00	42.50	37.50	25.00	22.22	%
2. Tiempo promedio de paradas	5.46	0.00	4.00	4.00	5.60	5.00	5.67	2.00	2.00	12.00	3.50	4.38	5.67	H Reparación/Nº Paradas
3. Maquinaria reparada	15.08	25.00	24.38	18.75	29.67	44.44	6.25	30.77	25.00	11.54	40.00	50.00	25.35	Maquinaria Reparada/100HH
4. Sobrecarga de trabajo	27.50	24.00	17.86	7.81	13.04	30.77	15.99	25.36	27.62	0.00	22.22	33.64	30.77	Maquinaria No Reparada/100HH
5. Accidentabilidad	13.50	10.00	6.00	4.00	5.00	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	Acc/100HH
6. Uso de la maquinaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	%
7. Mantenimiento programado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	H
8. Capacitación	5.00	2.00	4.13	5.21	3.57	6.25	11.46	7.69	8.33	8.33	20.00	6.67	8.86	H

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Tabla 13

Dashboards de la semana 2 a la semana 1 en función de los criterios de valoración de los KPI.



Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

Una vez detectados los efectos de 5S generados por la metodología, se efectuó la encuesta realizada al iniciar la implementación de lo cual se obtuvo la siguiente información.

Tabla 14

Tabulación de datos de la encuesta realizada en el taller de mantenimiento de maquinaria después de 5S.

Sujeto	Pregunta							Total	Valores escalares finales
	1	2	3	4	5	6	7		
G1	1	1	3	3	3	2	3	16	2.29
A1	1	2	2	2	3	3	2	15	2.14
B1	1	3	2	3	3	2	3	17	2.43
S1	1	2	4	4	3	3	2	19	2.71
S2	1	1	3	4	2	2	2	15	2.14
S3	1	1	4	4	2	5	1	18	2.57
S4	1	1	4	3	1	4	3	17	2.43
M1	1	2	2	3	1	2	2	13	1.86
M2	1	2	4	5	2	3	2	19	2.71
M3	1	1	4	3	2	2	1	14	2.00
M4	1	1	3	3	2	2	2	14	2.00
M5	1	1	4	3	3	2	3	17	2.43
O1	1	1	4	4	3	2	3	18	2.57
O2	1	1	4	3	3	2	3	17	2.43
O3	2	2	4	3	3	3	2	19	2.71
O4	2	2	5	2	4	3	4	19	2.71
O5	1	2	4	3	3	3	3	19	2.71
O6	2	2	4	3	2	3	3	19	2.71
O7	1	1	4	3	2	2	3	16	2.29
L1	2	1	3	4	2	3	3	18	2.57

Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

De la encuesta realizada al final de la implementación de 5S se puede mencionar que veinte trabajadores se encuentran dentro de un valor promedio de la mayor frecuencia de datos

de 2.44 en la escala de Likert. Dentro de las opiniones manifestadas por los trabajadores, se expresó que por medio de la implementación de 5S han podido determinar espacios limpios y ordenados donde almacenan cada uno de los equipos de su uso diario, reconocen que fue posible la creación de hábitos de limpieza y organización.

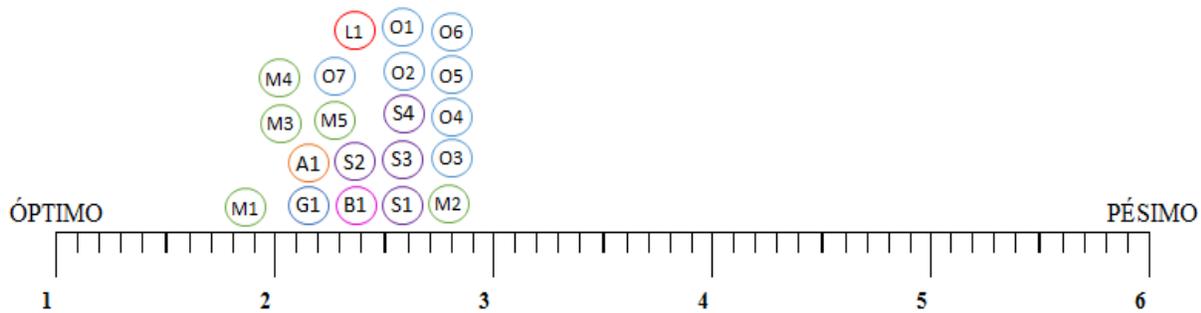


Figura 12 Valores escalares de Likert de la encuesta de opinión realizada a los trabajadores, luego de 5S.
Elaborado por: Ruiz O. Josselyn C.

En cuanto a la seguridad contra actos o condiciones que pueden generarles un accidente son consecuentes de que por medio de la metodología este índice ha decrecido, se expresó también que el uso de herramientas visuales durante la implementación les permitió familiarizarse con la metodología y ante todo se recalcó el uso del tablero *KPI* que les permitió conocer el valor de la medición de su desempeño y eficiencia en trabajos de mantenimiento de maquinaria, finalmente manifestaron que el haber presenciado diariamente el cambio que se logró al implementar 5S les permitió adquirir un grado considerable de compromiso para mejorar constantemente la metodología de orden, limpieza y gestión 5S.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

Para mejorar los indicadores establecidos en esta implementación, fue necesario la aplicación de 4S, clasificar, ordenar, limpiar y estandarizar para lograr mejorar los indicadores de accidentabilidad *IFA*, horas de capacitación y mejorar los rangos de valoración aceptables de los indicadores de tiempo promedio de parada *MTTR*, maquinaria reparada *PT* y sobrecarga de trabajo *%B*. Determinando de esta manera, que la hipótesis planteada al inicio de esta investigación de que la implementación de la metodología de 5S en el taller de una constructora vial mejora la eficiencia y la disponibilidad de la maquinaria pesada se confirmó para los indicadores de eficiencia de trabajo (5 indicadores) y no fue acertada en los indicadores de disponibilidad de maquinaria (3 indicadores), de esta manera se obtuvo la creación de una cultura de prevención en los trabajadores, asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario, aumentar áreas de trabajo de mantenimiento de maquinaria, mejorar la imagen ante los clientes y proveedores, desarrollo de un ambiente de trabajo propicio a las necesidades humanas fomentando una mayor responsabilidad dentro de un crecimiento de desempeño, práctico y eficiente del trabajador.

En cuanto a los indicadores utilizados en esta investigación que no demostraron progresos (disponibilidad de maquinaria, horas de mantenimiento programado y uso de maquinaria en obra) se puede concluir que su mejorara requería un compromiso considerable de la empresa en la adquisición de nueva maquinaria con la que se pueda generar un plan de mantenimiento preventivo y control de disponibilidad para obras viales, ya que los tres indicadores generaban sus variables de medición a partir del uso, mantenimiento y operación de las maquinarias y estas al haber cumplido con su tiempo de vida útil han estancado al personal a realizar trabajos de

mantenimiento no planificado; es decir la metodología de 5S responde a la organización interna de una empresa siempre que los medios puedan ser modificados.

En cuanto a la gestión administrativa del taller de mantenimiento de maquinaria pesada de la constructora vial en estudio, los trabajos de coordinación delimitaron la implementación de 5S ya que la empresa no optimiza proveedores y RRHH (Recursos económicos y humanos) que posee, no planifica la adquisición de repuestos y no direcciona las actividades de reparación, esto le ha impedido reconocer sus necesidades inmediatas, es decir, su planificación a corto plazo le conlleva a no alcanzar niveles óptimos de calidad y por lo tanto a obtener una baja rentabilidad aún no presenciada por la constructora. Para esto se impartió el conocimiento a la alta gerencia del taller de que la metodología cuenta con una quinta S que se centra en la mejora continua, que no tiene fin y que permite alcanzar estándares de calidad altos tanto para su servicio, sus clientes, sus proveedores y sus empleados, esta S no se ejecutó dentro de la implementación ya que dependerá del seguimiento que la constructora decida generar con 5S en búsqueda de excelencia, innovación, competitividad, disminución de costos de mantenimiento y alquiler sustitutivo de maquinaria, orientando los esfuerzos a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

6.2.Recomendaciones

El tiempo destinado a la implementación de 5S debe ser constante y metódico, cada actividad debe corresponder a la búsqueda de un beneficio previamente planificado con el fin de aprovechar cada una de las S.

En caso de que el compromiso del trabajador sea insuficiente para el desarrollo correcto de la implementación de 5S, se recomienda brindar incentivos a los trabajadores a manera de motivación y mantenimiento de la implementación. El uso de herramientas visuales debe ser el estándar de una empresa, esto permite como lo sucedido en este proyecto de investigación

generar en la alta gerencia de la empresa, interés e iniciativa dentro del desarrollo de la metodología y esta responsabilidad se trasmite a los trabajadores y la colaboración constante de ambas partes permitió alcanzar los objetivos esperados.

Una vez realizado un inventario de equipos permisibles, se recomienda adjuntar la elaboración de un manual de manejo de inventario, el objetivo es aplicar dentro de la nueva gestión que genera la implementación de 5S, un seguimiento de la vida útil de los equipos, repuestos, insumos, herramientas y materiales que ingresen a un taller de mantenimiento de maquinaria pesada, así por ejemplo si llega un objeto nuevo, se puede estimar su tiempo de vida útil y darle un respectivo seguimiento, años más tarde si se ha cumplido el tiempo de vida útil del objeto este puede ser dado en amplitud de uso o definitivamente desechado por la empresa, el fin de esta actividad es conservar de todo aquello que sus condiciones lo ameritan y no obtener objetos petrificados.

Finalmente, si se llegan a presentar inconvenientes en el desarrollo del avance de los indicadores y al ser la implementación de las 5S la base fundamental de ocho pilares de TPM (Mantenimiento Productivo Total), se podría aumentar la productividad de un taller de mantenimiento de maquinaria pesada mediante el manejo de 5S y uno, varios o todos los pilares TPM como por ejemplo las mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen y los indicadores establecidos en esta investigación recordando que lo que no se puede medir no se puede mejorar, de esta manera se lograría que ambas filosofías Lean involucren a toda el área de operación administrativa, logística y financiera de una empresa, ampliando la metodología 5S hacia la determinación de herramientas estratégicas, análisis de brechas y teorías de restricciones (Calle, 2017).

7. Referencias bibliografía

- Areses, J. (2008). *La empresa constructora* (Vol. 10).
- Arquer, I., & Nogareda, C. (2000). Carga física y mental de trabajo : Indicadores. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales*, 1–6.
- Balcells, G. (2007). Manual práctico para la implantación estándar del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo OHSAS 18001. *Fremap*, 61, 1–134.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2006.07.003>
- Batanero, C. (2000). Significado y comprensión de las medidas de posición central. *Didáctica de La Matemática*, 25, 41–58.
- Boatswain, M. (2016). *Embrace Change to Keep up with the global construction industry*.
- Calle, J. (2017). Los 8 Pilares del TPM. Retrieved January 19, 2019, from
<https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>
- Caterpillar. (2001). Manual de maquinaria pesada CAT.pdf. Retrieved from
<http://cat.uson.mx/digital/tesis/docs/5199/capitulo2.pdf>
- Espuny, S. H. (2009). *Aplicación del Lean Thinking a la Construcción*.
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). Impact of Toyota Way Implementation on Performance of Large Chinese Construction Firms. *ASCE Journal Journal of Management in Engineering*, 140(3), 1–12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000195](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000195)
- García, S. (2018). Indicadores de mantenimiento en talleres de construcción. Retrieved September 22, 2018, from <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>
- Hernandez, D. (2015). Maquinaria pesada en la construcción; un enfoque administrativo. *Revista Pakbal*, 30(August 2014), 18–26. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/273131928_Maquinaria_pesada_en_la_construccion_un_enfoque_administrativo

Marin, G., & Julio, S. (2011). *Cálculo de indicadores productivos. Institucional de la Universitat Politècnica de València.*

Morosini, E. (2012). Medición escalar tipo Likert. *Universidad Nacional de Asunción, A*, 1–43.

Pestana, C., & Gambatese, J. (2016). Lean Practices and Safety Performance. *ASCE Journal Journal of Management in Engineering*, 1710–1719.

Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction. *Fundación Laboral de La Construcción, 1*, 1–74. Retrieved from file:///C:/Users/Paola/Downloads/Introducción al Lean Construction (1).pdf

Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Lean Construction philosophy for the management of construction projects : a current review. *AVANCES Investigación En Ingeniería, 11*(1), 32–53.

Quinde, R., & Arias, C. (2008). *Diseño de un sistema de gestión de la calidad.*

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., & Luegring, M. (2015). Site implementation and assessment of Lean Construction Techniques. *Lean Construction Journal, 2*(2), 1–59.

Sánchez, A., Moya, C., & González, R. (2016). *¿Cómo influye el método de las 5S en la gestión de proyectos de las empresas?*

Sinan, K., & Hakan, E. (2009). Resistance to Change. *Baltic Business School*, 1–90.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1603801>

Torres, P. (2018). *Implementación de un sistema de prevención de riesgos laborales, caso particular “Bagant Ecuatoriana Cia. Ltda.”* <https://doi.org/10.1103/PhysRevX.7.041008>

Zegarra, M. (2015). Modern Heavy Equipment Maintenance Management. *Ciencia y Desarrollo*

de La Universidad Alas Peruanas, 18(1), 57–67. <https://doi.org/1021503>

Zegarra, M. (2016). Indicators for heavy equipment maintenance management. *Revistas UAP EDU*, 19(1), 25–37.

8. Anexos

8.1. Anexo 1. Visitas técnicas a la empresa automovilística Toyota.



8.2. Anexo 2. Primera reunión de capacitación con los trabajadores del taller.



8.3. Anexo 3. Encuesta de opinión realizada a los trabajadores.

 Unach <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</small>	ENCUESTA DE OPINIÓN DE TRABAJADORES DEL TALLER DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA EN ESTUDIO
--	---

IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO	
Gerencia <input type="radio"/>	Soldadura <input type="radio"/>
Administración <input type="radio"/>	Mecánica <input type="radio"/>
Bodega <input type="radio"/>	Operario de maquinaria <input type="radio"/>
	Limpieza <input type="radio"/>
	Otros <input type="radio"/>

Pregunta	PREGUNTA	
1	¿Es fácil reconocer el lugar donde se deben colocar las herramientas y equipos que se utilizan en el taller?	
2	¿Se realizan actividades de limpieza para mantener aseado el taller de mantenimiento?	
3	¿Dispone de los equipos y materiales necesarios para dar un adecuado mantenimiento a la maquinaria?	
4	¿Los procesos que se llevan a cabo en el taller y en la bodega de repuestos están estandarizados, es decir, existe una norma o una línea de trabajo establecida?	
5	¿En los últimos dos años se ha realizado un proceso de mejora continua, dependiendo este por la medición de desempeño del personal y actividades para reducir pérdidas o accidentes?	
6	¿El taller dadas las condiciones actuales, es eficiente en la entrega de la maquinaria reparada, es decir, realiza un trabajo que se lo hace rápido dentro de tiempo y con bajos recursos?	
7	¿Considera que, gracias a los trabajos de mantenimiento realizados en el taller, la disponibilidad de maquinaria es adecuada?	

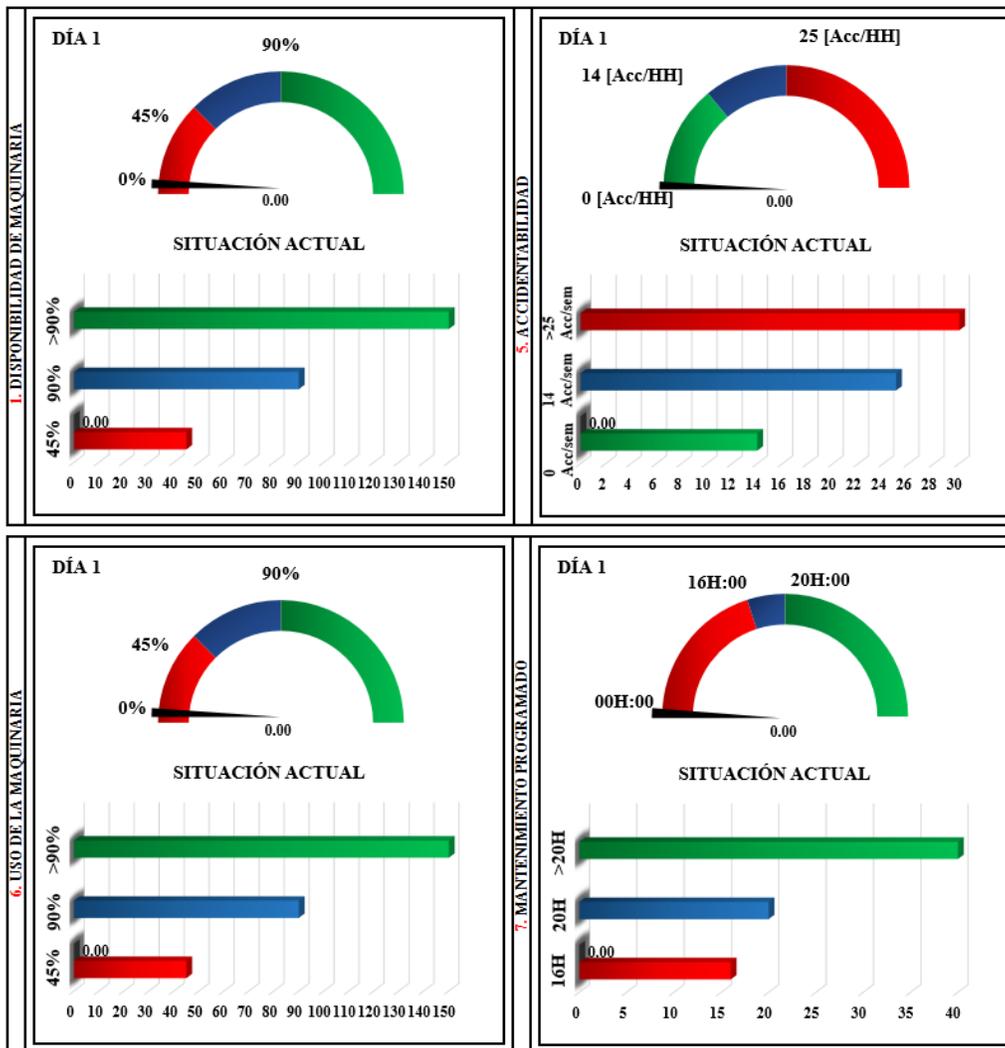
ESCALA DE VALORACIÓN	
1=	Siempre
2=	Casi siempre
3=	Muy frecuentemente
4=	Con cierta frecuencia
5=	Ocasionalmente
6=	Ninguna

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">1</td> <td style="width: 16.6%;">2</td> <td style="width: 16.6%;">3</td> <td style="width: 16.6%;">4</td> <td style="width: 16.6%;">5</td> <td style="width: 16.6%;">6</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6																																				
1	2	3	4	5	6																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>																																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					

8.4. Anexo 4. Colocación del tablero de control de KPI.



8.5. Anexo 5. Dashboards de indicadores.



8.6. Anexo 6. Hoja de levantamiento de variables de medición de indicadores.

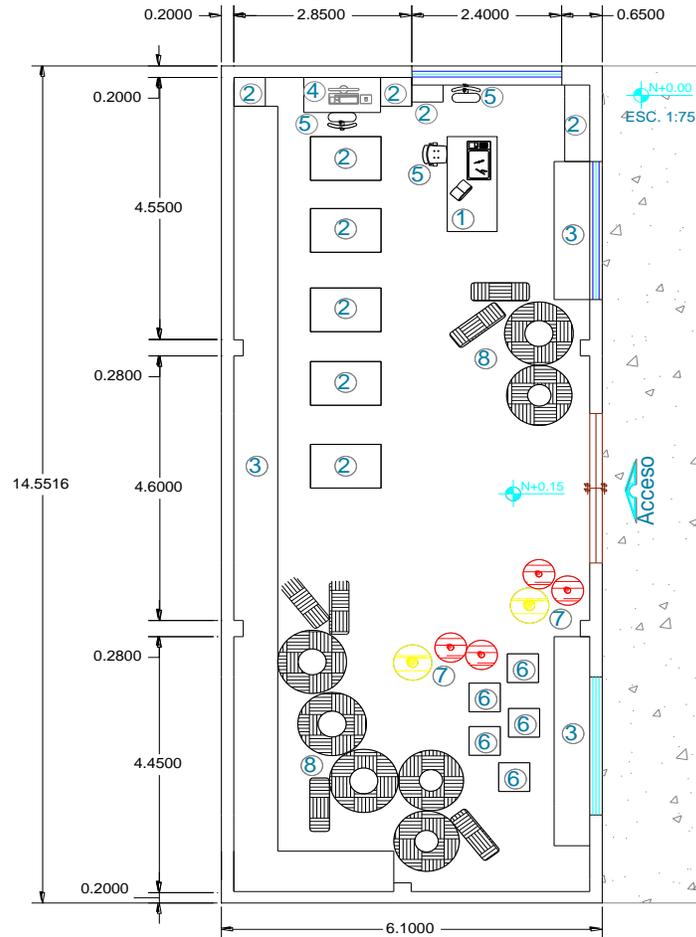
Clasificación equipo caminero	Semana	VARIABLES DE MEDICIÓN DE INDICADORES											
		Maquinaria	Especificación	Horas trabajadas	Horas de mantenimiento	Número de reparaciones	Número de paradas	Número de maquinarias re paradas	Maquinaria pendiente en re parar	Número de operarios	Número de accidentes	Tiempo de disponibilidad	Horas de mantenimiento programado
Maquinaria pesada	Día 1	MOTO CAT TANQUEADO IMPRIMACION		10 3		2 1	1 2	2 2	2 3	—	—	—	—
	Día 2	MOTO CAT HACK		10 8		1 1	1 2	2 2	2 2				
	Día 3	MOTO CAT HACK SHONDERF		10 8 8		1 1 2	1 1 2	2 2 2	2 2 1	1			1
	Día 4	MOTO CAT SHACHAN		8 8		3 3	1 3	3 2	1 1				
	Día 5	RODILLO VOLVO SHACHAN		10 6		3 2	1 1	2 2	3 2	—	—	—	—
	Día 6	SHACHAN HACK # 1		6 3		3 2	1 1	2 2	2 2				
Maquinaria semipesada	Día 1												
	Día 2												
	Día 3												
	Día 4												
	Día 5												
	Día 6												
Equipos ligeros	Día 1												
	Día 2												
	Día 3	DINA		8 2		— 1	2 2	0	1				
	Día 4												
	Día 5												
	Día 6												

8.7. Anexo 7. Registro fotográfico y planimetría antes de la implementación de 5S.

8.7.1. Anexo 7.1. Registro fotográfico bodega de insumos.



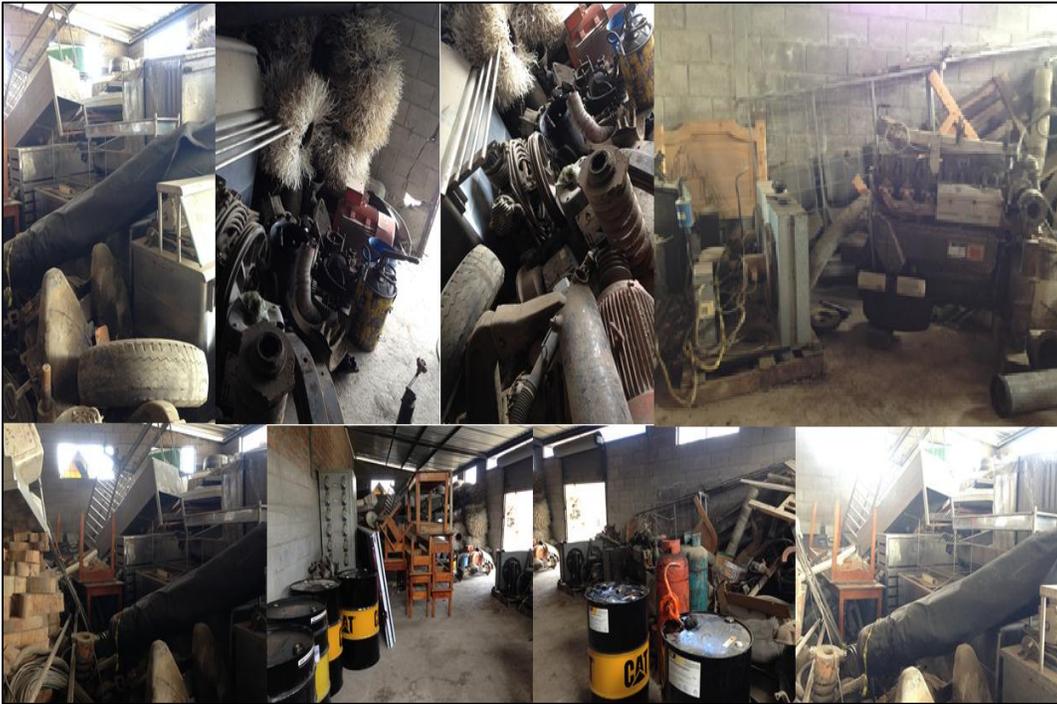
8.7.2. Anexo 7.2. Planimetría bodega de insumos.



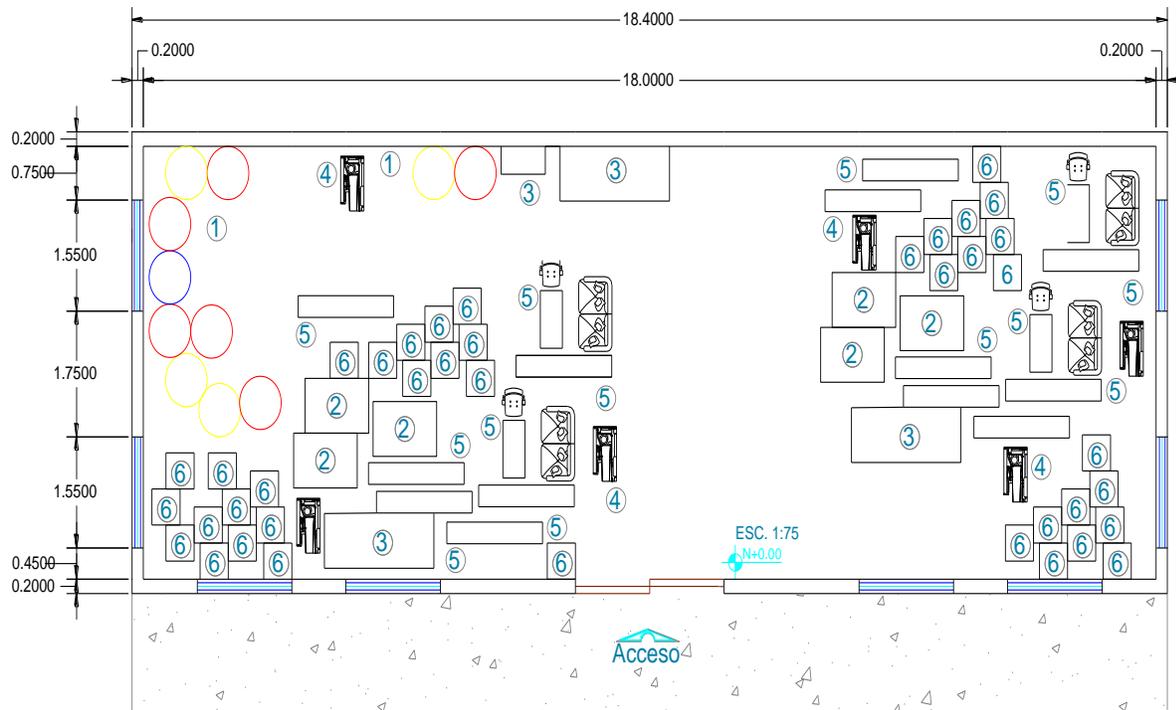
Simbología:

1. Mesa	2. Estantería de metal	3. Estantería de madera	4. Escritorio
5. Sillas	6. Cajas de repuestos	7. Tanques de aceite	8. Neumáticos

8.7.3. Anexo 7.3. Registro fotográfico bodega de almacenaje.



8.7.4. Anexo 7.4. Planimetría bodega de almacenaje.



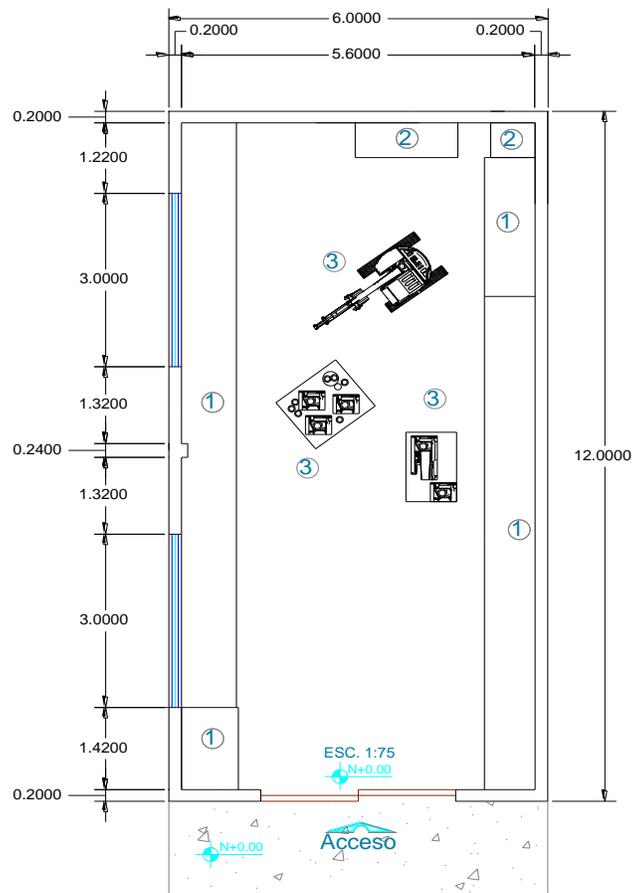
Simbología:

1. Tanques de aceite	2. Estantería de metal	3. Estantería de madera
4. Motores	5. Mesas, camas, sillas y muebles	6. Cajas de repuestos

8.7.5. Anexo 7.5. Registro fotográfico mecánica.



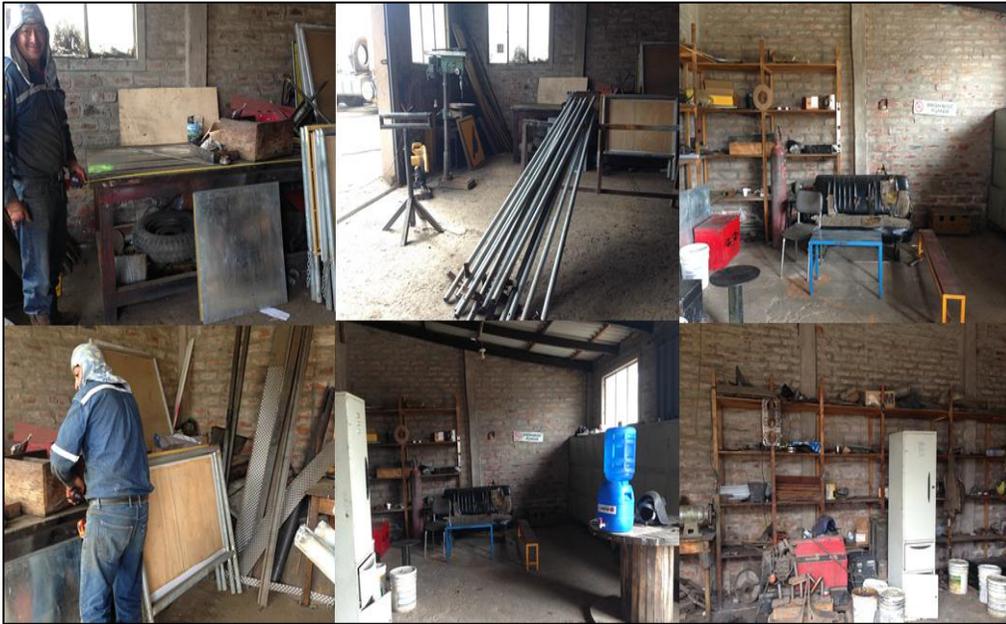
8.7.6. Anexo 7.6. Planimetría mecánica.



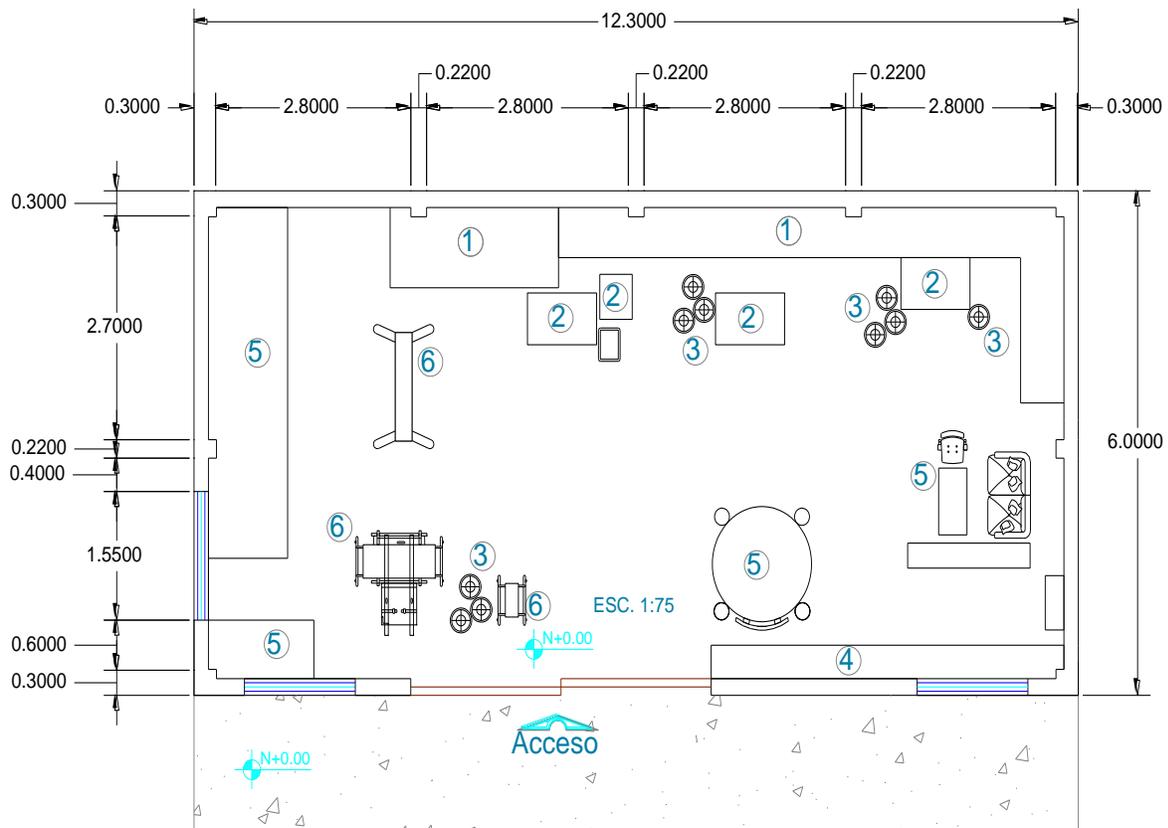
Simbología:

1. Estantería madera	2. Estantería de metal	3. Motores
----------------------	------------------------	------------

8.7.7. Anexo 7.7. Registro fotográfico bodega de soldadores.



8.7.8. Anexo 7.8. Planimetría bodega de soldadores.



Simbología:

1. Estantería de madera	2. Cajas	3. Tarros de aceite
4. Estantería de metal	5. Mesas	6. Equipos de soldadura

8.7.9. Anexo 7.9. Registro fotográfico de instalaciones exteriores.

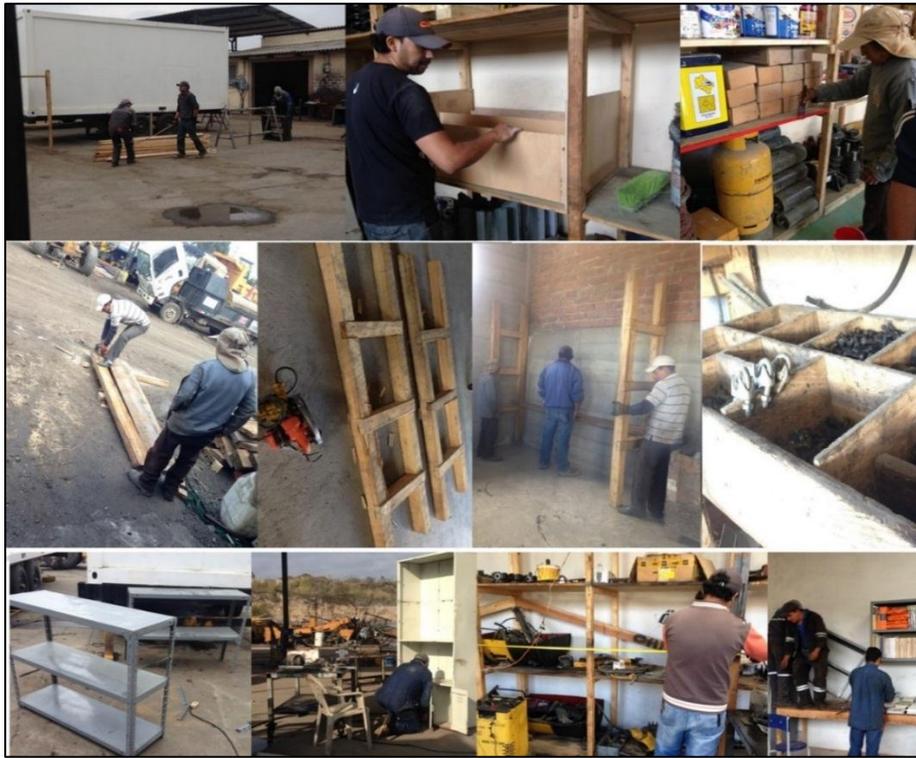


8.8. Anexo 8. Hoja de selección de objetos (Realizada por, mecánico).

Selección de objetos **BODEGA DE REPUESTOS MECÁNICOS**

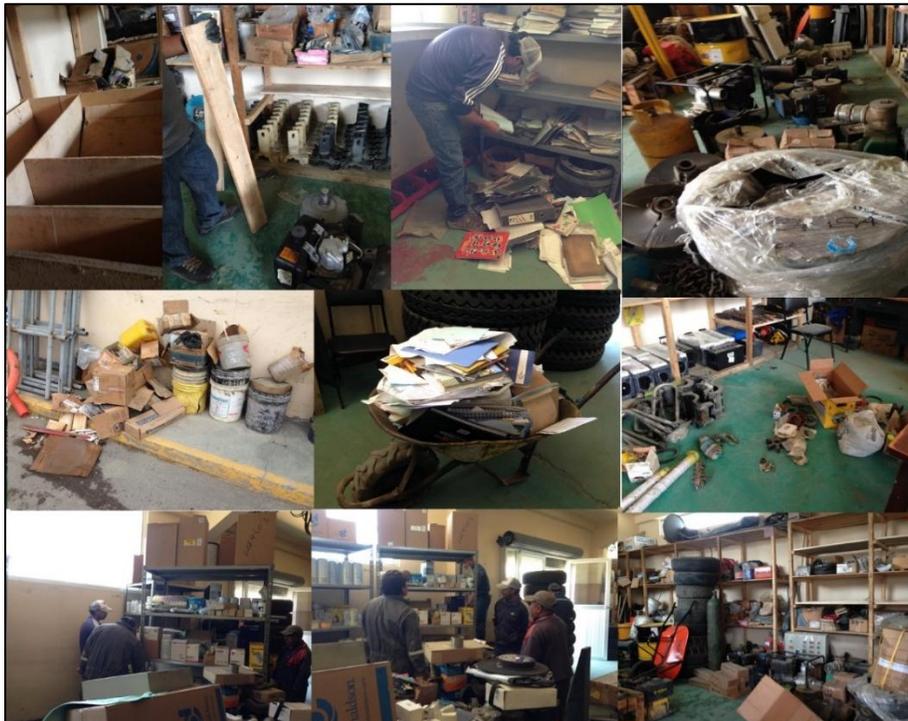
Nº	Equipo o maquinaria (Elementos de la bodega)	Uso raro (1 o 2 veces al año)	Uso ocasional (1 vez al mes o cada 2 meses)	Uso frecuente		Uso improbable Objetos defectuosos que no se usan
				(1 vez a la semana)	(1 vez diario)	
1	SIGUENAL	✓				
2	BRAZOS DE BIELA	✓				
3	CABEZOTES	✓				
4	ARBOL DE LEVAS	✓				
5	TAEN DE BALANCINES	✓				
6	PISTONES	✓				
7	CARCASAS	✓				
8	BLOCK	✓				
9	HERRAMIENTAS				✓	
10	REPUESTOS USADOS DE MOTOR					✓
11	MOTORES DE ARRANQUE		✓			
12	ALTERNADORES		✓			
13	PERNOS Y NEPLAS			✓		
14	MANGUERAS		✓			
15	EMPAQUES USADOS	✓				

8.9. Anexo 9. Elaboración de nuevas divisiones de madera en estanterías.



8.10. Anexo 10. Desarrollo de la implementación de 5S en cada una de las bodegas.

8.10.1. Anexo 10.1. Primera y segunda S, bodega de insumos.



8.10.2. Anexo 10.2. Primera y segunda S, bodega de almacenaje.



8.11. Anexo 11. Desarrollo de la implementación de 5S en instalaciones exteriores.



8.12. Anexo 12. Desarrollo de la tercera S, limpieza.



8.13. Anexo 13. Línea base de la investigación.

KPI TALLER	MES: Octubre		DÍA: Sábado		HORA: 7H:00 - 12H:00	
	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
1. Disponibilidad de maquinaria	0 [%]	0 [%]	21.05 [%]	0 [%]	0 [%]	0 [%]
2. MTTR (Tiempo promedio de paradas)	8.00 [H Rep. /Nº Parada]	7.67 [H Rep. /Nº Parada]	5.00 [H Rep. /Nº Parada]	0 [H Rep. /Nº Parada]	0 [H Rep. /Nº Parada]	0 [H Rep. /Nº Parada]
3. Maquinaria reparada	50.00 [Maa. Rep. / 100HH]	17.39 [Maa. Rep. / 100HH]	26.67 [Maa. Rep. / 100HH]	8.33 [Maa. Rep. / 100HH]	33.33 [Maa. Rep. / 100HH]	12.50 [Maa. Rep. / 100HH]
4. Sobrecarga de trabajo	50.00 [Maa. No Rep. / 100HH]	4.35 [Maa. No Rep. / 100HH]	13.33 [Maa. No Rep. / 100HH]	2.08 [Maa. No Rep. / 100HH]	16.67 [Maa. No Rep. / 100HH]	4.17 [Maa. No Rep. / 100HH]
5. Accidentabilidad	0.00 [Acc/100 HH]	0.00 [Acc/100 HH]	8.00 [Acc/100 HH]	0.00 [Acc/100 HH]	0.00 [Acc/100 HH]	0.00 [Acc/100 HH]
6. Uso de la maquinaria	0 [%]	0 [%]	28.57 [%]	0 [%]	0 [%]	0 [%]
7. Horas de mantenimiento programado	0 [H]	0.35 [H]	0.73 [H]	0 [H]	0 [H]	0 [H]
8. Capacitación	0 [H]	0 [H]	0 [H]	0 [H]	0 [H]	0 [H]

8.14. Anexo 14. Tarjetas de control de accidentes y condiciones inseguras.

FORMATO REPORTE DE ACTOS Y CONDICIONES INSEGURAS					
I. IDENTIFICACIÓN					
Nombre quien reporta:					
Fecha Reporte:			Reporte Numero:		
[] Acto inseguro			[] Condición insegura		
II. DESCRIPCIÓN DEL ACTO Y/O CONDICIÓN					
III. CORRECTIVOS EMPRENDIDOS O PROPUESTOS / COMPORTAMIENTO A MEJORAR					
IV. ACTOS Y CONDICIONES INSEGURAS (Maque con un "X" en el cuadro respectivo según la situación reportada")					
1. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS					
2. OMISIÓN DEL USO DE PROTECCIÓN PERSONAL DISPONIBLE					
Cabeza		Auditiva		Respiratoria	
Mano		Pies		Ropa de trabajo	
Ojos		Cara		Contra caídas	
Especial		Otro/Cual:			
3. MANEJO DE EMERGENCIAS / CONTINGENCIAS					
	Sin equipo de emergencia del área y/o incompleto				
	Equipo de emergencia mal ubicado y/o mal estado				
	Falta de conocimiento en atención de lesionados				
	Carencia en personal				
4. SEÑALIZACIÓN					
	Áreas sin señalización de emergencias				
5. CONDICIONES AMBIENTALES					
	Ruido excesivo				
	Espacios inadecuados de circulación				
	Ventilación general inadecuadas				
	Iluminación deficiente				
6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
	Equipos/herramientas inadecuadas para el trabajo o utilizadas inadecuadamente				
	Equipos/herramientas sin protección adecuada				
	Equipos/herramientas/instalaciones en mal estado				
7. MANIPULACIÓN DE CARGAS					
	Levantamiento y/o transporte inadecuado				
8. SEGURIDAD VIAL					
	Vehículos sin equipo de seguridad o incompleto				
	Transporte inseguro del personal y visitantes				
9. MANEJO DE ALMACENAMIENTO					
	Áreas de almacenamiento inadecuadas				
	Materiales almacenados inapropiadamente				
10. CONDICIONES DE ORDEN Y ASEO					
	Áreas de trabajo obstaculizadas				
	Áreas en inadecuadas condiciones de orden y aseo				
11. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS					
	Residuos solidos presentes en las áreas de trabajo				
	Inapropiada clasificación de residuos solidos				
12. USO Y CONSUMO DE AGUA					
	Hay fugas o perdidas de agua				
13. USO Y CONSUMO DE ENERGÍA					
	Luces, equipos prendidos innecesariamente				
	Conexiones eléctricas en mal estado				
14. OTROS (Indique cual)					

8.15. Anexo 15. Colocación de freepik smile en el tablero de control de KPI.

KPI TALLER		MES: Octubre		DÍA: 26		HORA: 8:50am	
		NO BORRAR					
INDICADOR	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	META
1 DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA	23% ☹️	57.8% 😊	0% 😞	0% 😞	0% 😞	0% 😞	90.00%
2 MTTR (TIEMPO PROMEDIO DE DEMORA)	4H 😞	4H 😞	0H 😞	0H 😞	1H 😞	2H 😞	06H:00
3 EFICIENCIA EN MANTENIMIENTO	8% 😊	25% 😊	62% 😊	33% 😊	0% 😞	50% 😞	1200%
4 CARGA DE TRABAJO	90% 😊	0% 😊	18% 😊	50% 😞	75% 😞	50% 😞	46.00%
5 ACCIDENTES	0% 😊	0% 😊	0% 😊	0% 😞	-	-	0 Accidentes
6 USO DE MAQUINARIA	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	90.00%
7 MANTENIMIENTO PROGRAMADO	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	40H:00
8 CAPACITACIÓN	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	0H 😞	20H:00

8.16. Anexo 16. Adaptación de la implementación por parte de los trabajadores.



8.17. Anexo 17. Elaboración de inventarios.

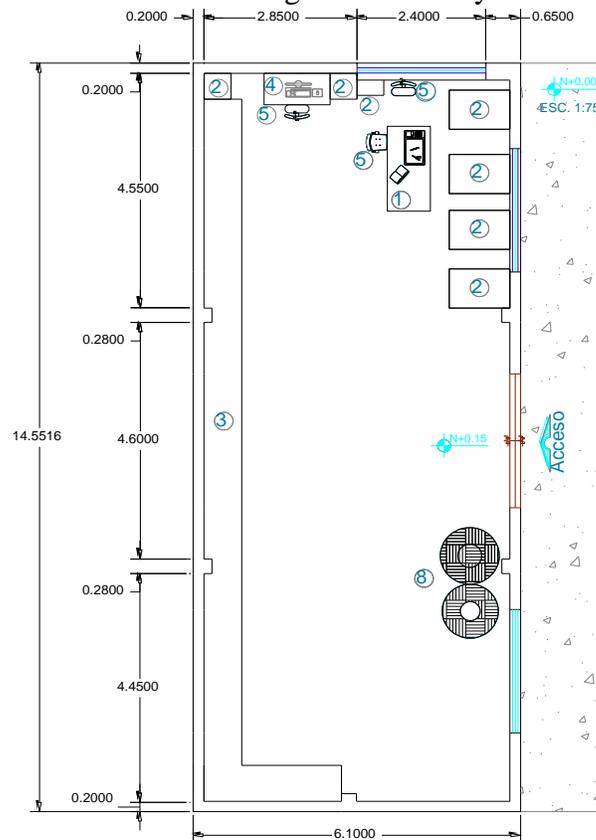


8.18. Anexo 18. Registro fotográfico y planimetría de las instalaciones interiores después de la implementación de 5S.

8.18.1. Anexo 18.1. Registro fotográfico bodega de insumos y materiales.



8.18.2. Anexo 18.2. Planimetría bodega de insumos y materiales.



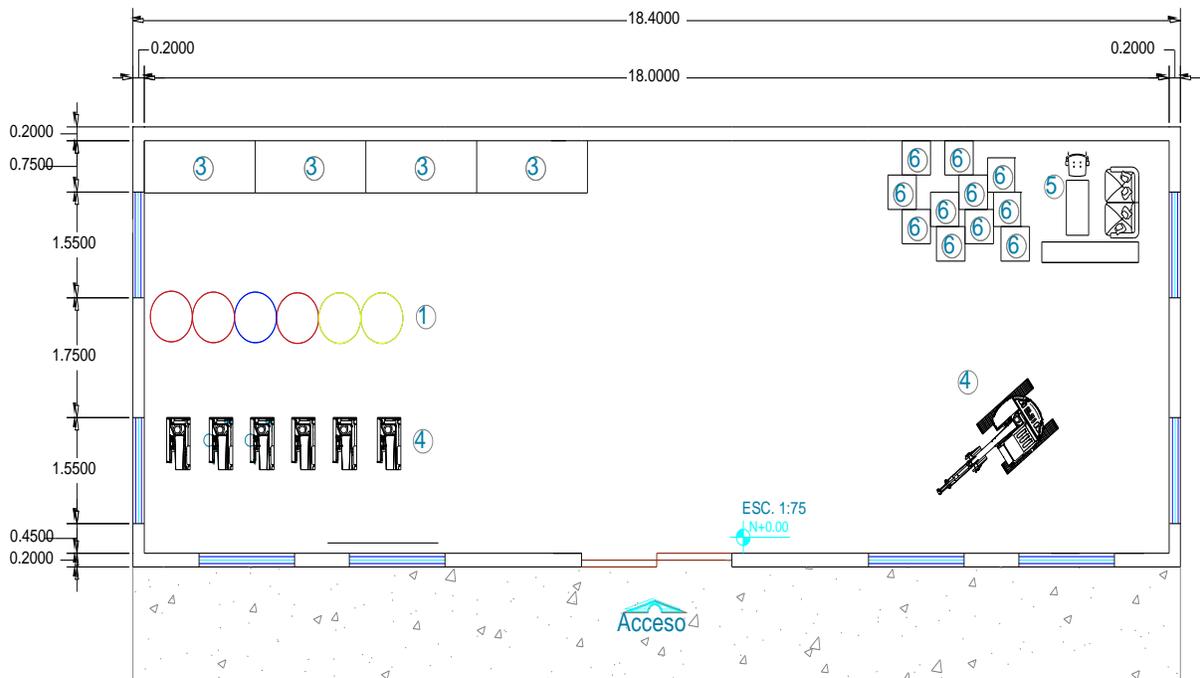
Simbología:

1. Mesa	2. Estantería de metal	3. Estantería de madera
4. Escritorio	5. Sillas	8. Neumáticos

8.18.3. Anexo 18.3. Registro fotográfico bodega de almacenaje.



8.18.4. Anexo 18.4. Planimetría bodega de almacenaje.



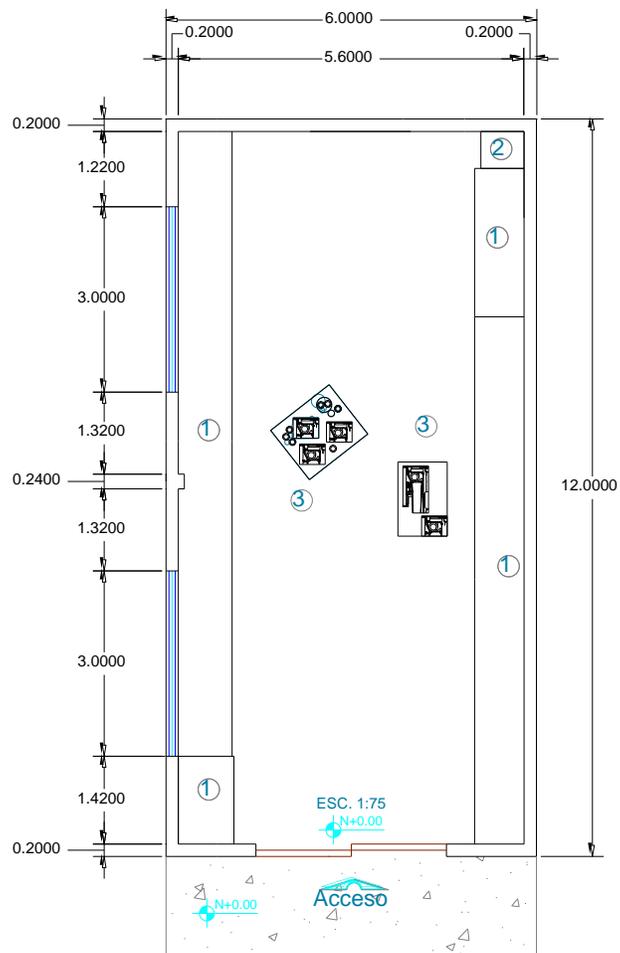
Simbología:

1. Tanques de aceite	3. Estantería de madera	4. Motores
5. Mesas, camas, sillas y muebles	6. Cajas de repuestos	

8.18.5. Anexo 18.5. Registro fotográfico mecánica.



8.18.6. Anexo 18.6. Planimetría mecánica.



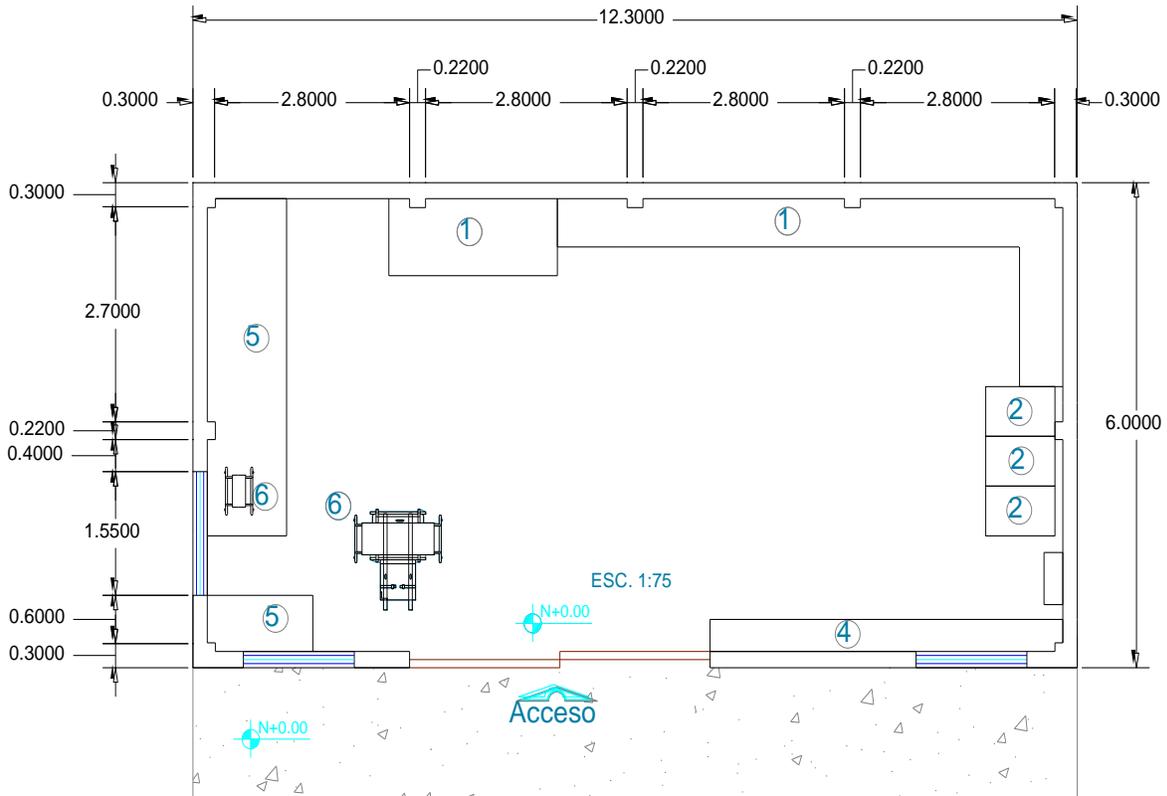
Simbología:

1. Estantería madera	2. Estantería de metal	3. Motores
----------------------	------------------------	------------

8.18.7. Anexo 18.7. Registro fotográfico bodega de soldadores.



8.18.8. Anexo 18.8. Planimetría bodega de soldadores.



Simbología:

1. Estantería de madera	2. Cajas	4. Estantería de metal
5. Mesas	6. Equipos de soldadura	

8.18.9. Anexo 18.9. Registro fotográfico de instalaciones exteriores después de 5S.



8.19. Anexo 19. Nuevo depósito de basura y cubrimiento de pozo de aceites.

