

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MOLIENDA
EN UNA PLANTA CONCENTRADORA**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Presenta el Bachiller:

ERICK EDINSON BARJA QUIJADA

Presidente: Norman Estuardo Reyes Morales

Asesor: José Alan Rau Alvarez

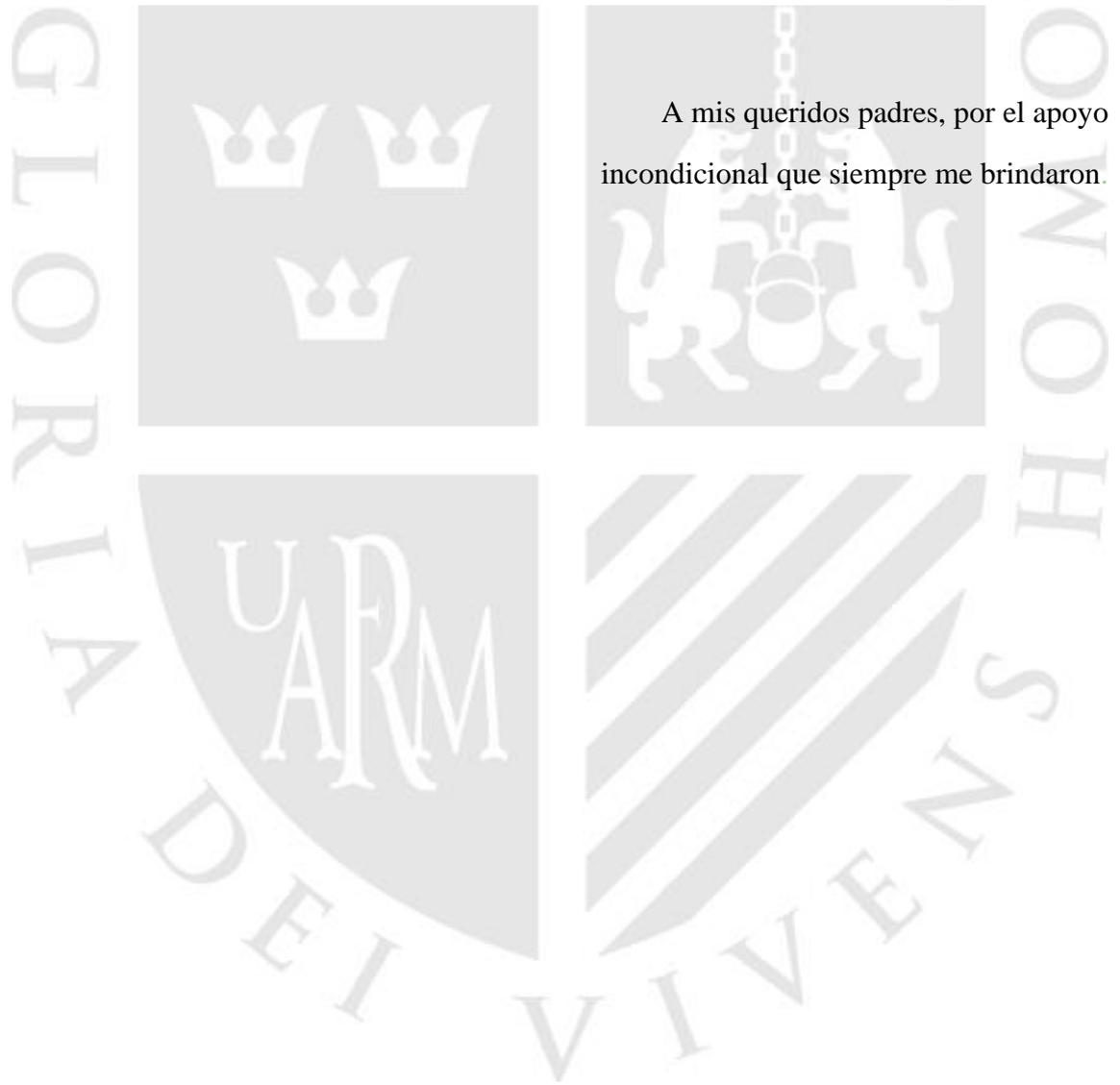
Lector: Julio Lorenzo Torres Cortez

Lima – Perú

Abril de 2021

DEDICATORIA

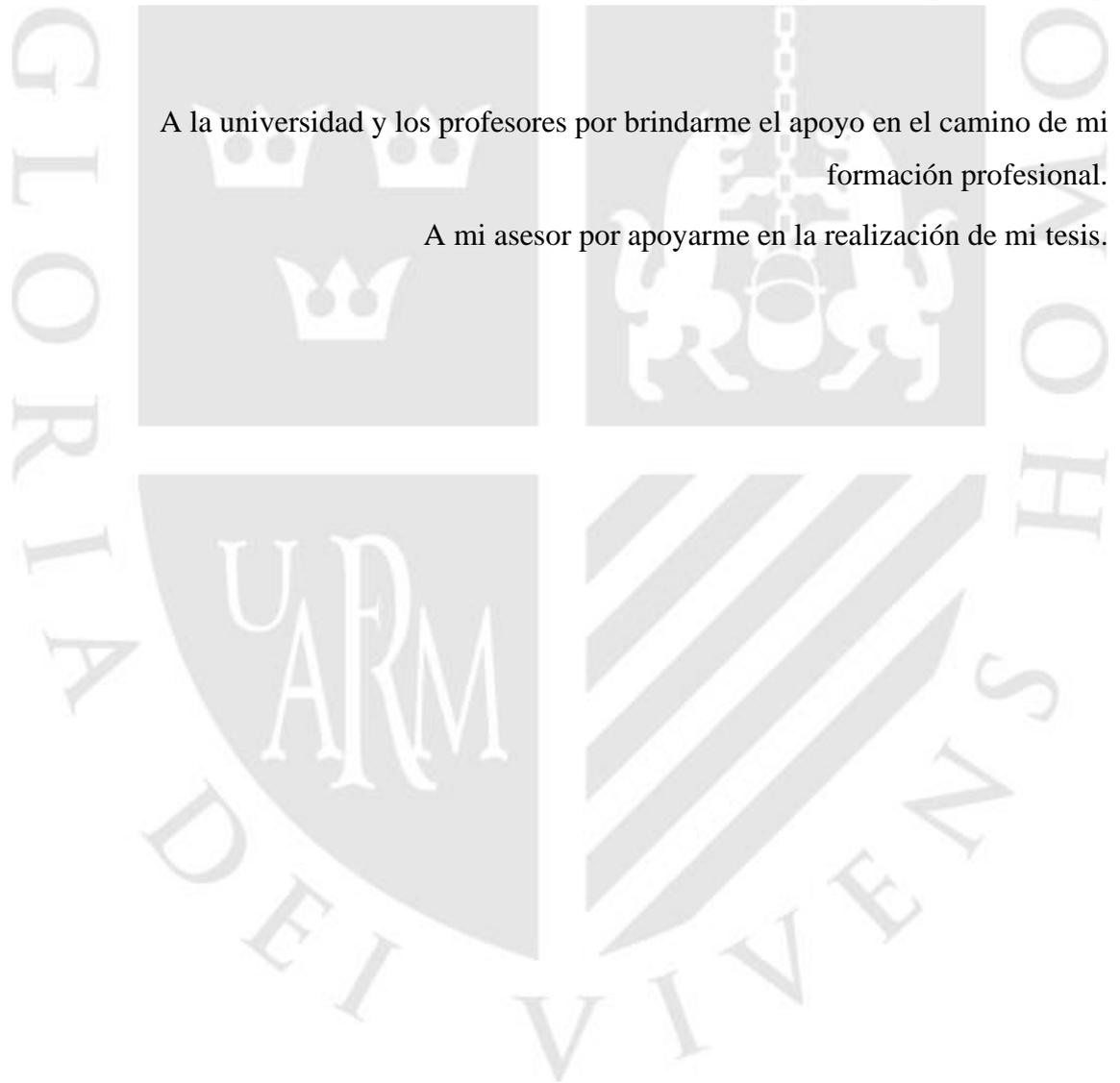
A mis queridos padres, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron.



AGRADECIMIENTO

A la universidad y los profesores por brindarme el apoyo en el camino de mi formación profesional.

A mi asesor por apoyarme en la realización de mi tesis.



RESUMEN

La implementación de la metodología de las 5S para mejorar la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora, es la investigación de esta tesis, con el objetivo de analizar en qué medida la implementación de la metodología 5's uniformiza la productividad del área de molienda.

La implantación de la metodología 5S en una organización está siempre relacionada con la mejora en aspectos tan importantes como la calidad, la productividad y la competitividad de la misma. (Campos, 2012).

La investigación es de tipo cuantitativo, descriptivo, explicativo y con diseño cuasi experimental, la población es el área de molienda de una planta concentradora, la muestra está constituida por las órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento los cuales conforman la población. La técnica utilizada es la revisión de base de datos con el instrumento de la ficha de recolección de datos y se realiza el proceso estadístico en el programa SPSS (Statistical package for social science), logrando la elaboración de la discusión, conclusiones y las recomendaciones.

Palabras clave: metodología 5's, productividad, eficiencia, eficacia.

ABSTRACT

The implementation of the 5S methodology to improve productivity in the grinding area in a concentrator plant is the investigation of this thesis, with the aim of analyzing to what extent the implementation of the 5's methodology standardizes the productivity of the area of grinding.

The implementation of the 5S methodology in an organization is always related to the improvement in aspects so important as its quality, productivity and competitiveness. (Campos, 2012).

The research is quantitative, descriptive, explanatory and with a quasi-experimental design, the population is the grinding area of a concentrator plant, the sample is made up of the operation and maintenance work orders that make up the population. The technique used is the review of the database with the instrument of the data collection sheet and the statistical process is carried out in the SPSS program (Statistical package for social science), achieving the elaboration of the discussion, conclusions and recommendations.

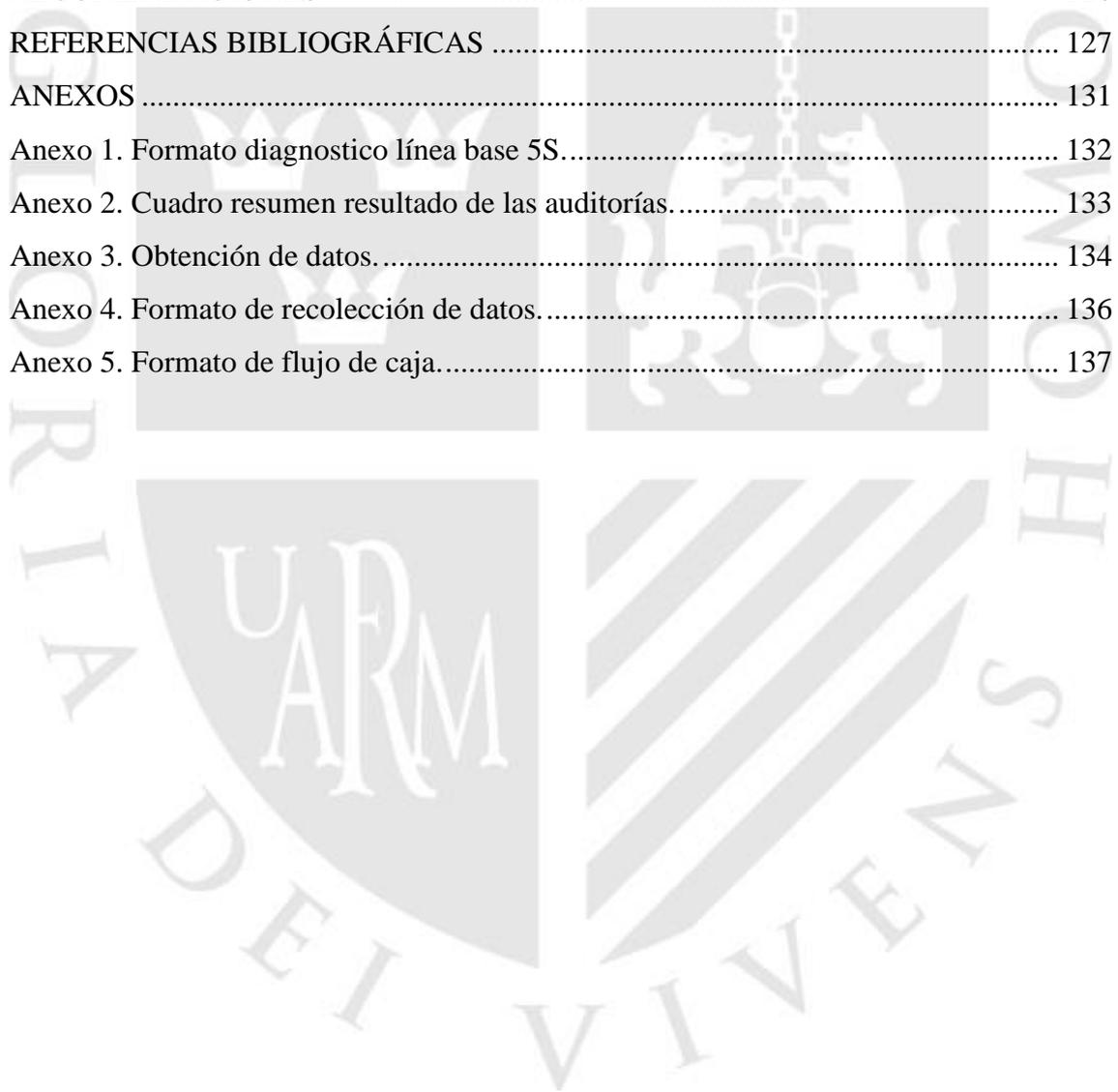
Keywords: 5S methodology, productivity, efficiency, effectiveness.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 Antecedentes	18
1.2 Problema de Investigación.....	20
1.3 Objetivos de la Investigación.....	20
1.3.1 Objetivo General.....	20
1.3.2 Objetivo Específicos	20
1.4 Justificación de la Investigación	21
1.4.1 Justificación Teórica	21
1.4.2 Justificación Práctica	21
1.4.3 Justificación Social	21
1.5 Alcance de la Investigación	22
1.6 Viabilidad del Estudio	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1 La Minería en el Mundo.	23
2.1.1 Situación Actual.....	24
2.1.2 Producción de Cobre en el Mundo.	24
2.2 La Minería en el Perú.....	25
2.2.1 Posición de la minería peruana a nivel mundial.	26
2.2.2 Situación actual.....	26
2.2.3 Producción de Cobre en el Perú.....	27
2.3 Metodología 5S.....	28
2.3.1 Eliminar (Seiri):	30
2.3.2 Ordenar (Seiton):	32

2.3.3 Limpieza e Inspección (Seiso):.....	33
2.3.4 Estandarización (Seiketsu):.....	34
2.3.5 Disciplina (Shitsuke):	34
CAPÍTULO III: PUNTOS A TRATAR	36
3.1 La Empresa Minera.....	36
3.2 Situación Actual.....	37
3.3 Plan de acción.	42
3.4 Cronograma de Actividades.....	43
3.5 Desarrollo e Implementación de Actividades.....	44
3.5.1 Fase 0: Actividades preliminares de implementación de 5S.	44
3.5.2 Fase 1: Primera S Seiri – Clasificar.	53
3.5.3 Fase 2: Segunda S Seiton – Organizar.....	63
3.5.4 Fase 3: Tercera S Seiso – Limpiar.	74
3.5.5 Fase 4: Cuarta S Seiketsu – Mantener o estandarizar.....	85
3.5.6 Fase 5: Quinta S Shitsuke – Seguir mejorando.....	90
3.6 Resultados.....	101
3.6.1 Resultados pre-implementación.....	102
3.6.2 Resultados post-implementación.	103
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONOMICO FINANCIERO.....	104
4.1 Beneficios de la implementación de la metodología 5S.	104
4.2 Costos de la implementación de la metodología 5S.	105
4.3 Evaluación Económica de la implementación de la metodología 5S.	107
CAPÍTULO V: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	109
5.1 Tipo de Investigación.....	109
5.2 Diseño de Investigación.....	110
5.3 Población y Muestra.	111
5.3.1 Descripción de la Población.	111
5.3.2 Selección de la Muestra.	111
5.4 Recolección de Datos y Diseño de Instrumentos.....	111
5.4.1 Definición Operacional de Variables.....	112
5.5 Procesamiento y Análisis de Datos.....	113
5.5.1 Análisis descriptivos.	113
5.5.1.1 Procesamiento de datos de la Productividad.....	113
5.5.1.2 Procesamiento de datos de la Eficiencia.....	115

5.5.1.3 Procesamiento de datos de la Eficacia.....	117
5.5.2 Análisis inferenciales.....	118
5.5.2.1 Análisis de la Hipótesis General - Productividad.....	119
5.5.2.2 Análisis de la Primera Hipótesis Específica - Eficiencia.....	120
5.5.2.3 Análisis de la Segunda Hipótesis Específica - Eficacia.....	122
CONCLUSIONES.....	124
RECOMENDACIONES.....	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
ANEXOS.....	131
Anexo 1. Formato diagnostico línea base 5S.....	132
Anexo 2. Cuadro resumen resultado de las auditorías.....	133
Anexo 3. Obtención de datos.....	134
Anexo 4. Formato de recolección de datos.....	136
Anexo 5. Formato de flujo de caja.....	137



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas de baja productividad.....	38
Tabla 2. Elaboración Diagrama Pareto.	38
Tabla 3. Alternativas de solución.....	42
Tabla 4. Cronograma de actividades 5S_1.	43
Tabla 5. Cronograma de actividades 5S_2.	44
Tabla 6. Programa de capacitación metodología 5S.	48
Tabla 7. Diagnóstico línea base inicial.	50
Tabla 8. Indicadores de auditoría.	51
Tabla 9. Programa de capacitación auditoría 5S.	51
Tabla 10. Programa de capacitación primera s.....	53
Tabla 11. Control de tarjetas rojas molienda	55
Tabla 12. Control de tarjetas rojas molienda	56
Tabla 13. Control de tarjetas rojas molienda	57
Tabla 14. Control de tarjetas rojas molienda	58
Tabla 15. Auditoría 1ª "S" SEIRI – Metodología 5S.	66
Tabla 16. Resultados Auditoría 1ª "S" SEIRI.	67
Tabla 17. Lista de mangueras en el área molienda.	68
Tabla 18. Inventario de herramientas caja de metal.....	71
Tabla 19. Lista de Herramientas.	73
Tabla 20. Programa de capacitación tercera S.	75
Tabla 21. Programa de limpieza.	77
Tabla 22. Auditoría 2ª "S" SEITON – Metodología 5S.	78
Tabla 23. Resultados auditoría 2ª "S" SEITON.	79
Tabla 24. Check list semanal de inspección de orden y limpieza	80

Tabla 25. Formato de inspección de mantenimiento.....	81
Tabla 26. Programa de limpieza – Responsables.	84
Tabla 27. Programa de capacitación inspectores cuarta s.	88
Tabla 28. Formato de inspección cruzada.	88
Tabla 29. Auditoria 4ª "S" SEIKETSU – Metodología 5S.	92
Tabla 30. Resultados auditoria 4ª "S" SEIKETSU	93
Tabla 31. Programa de capacitación quinta s.....	94
Tabla 32. Programa de levantamiento.	96
Tabla 33. Programa de levantamiento.	97
Tabla 34. Programa de levantamiento.	98
Tabla 35. Programa de levantamiento.	99
Tabla 36. Programa de levantamiento.	100
Tabla 37. Resultados pre-implementación.	102
Tabla 38. Resultados post-implementación.....	103
Tabla 39. Beneficio de la metodología 5S.....	105
Tabla 40. Costo de HH horas hombre.....	106
Tabla 41. Costos Totales – Inversión.....	106
Tabla 42. Flujo caja 5 meses.	107
Tabla 43. COK, VAN Y TIR	107
Tabla 44. Beneficio - Costo	108
Tabla 45. Definición de variables.	112
Tabla 46. Resultados de productividad.	114
Tabla 47. Datos procesados productividad.....	114
Tabla 48. Resultados estadísticos productividad.....	115
Tabla 49. Datos procesados eficiencia.	115
Tabla 50. Resultados estadísticos eficiencia.....	116
Tabla 51. Datos procesados eficacia.....	117
Tabla 52. Resultados estadísticos eficacia.....	118
Tabla 53. Prueba de normalidad productividad.....	119
Tabla 54. Contraste de medias de productividad.....	119
Tabla 55. Estadístico de prueba de T-student para la productividad.	120
Tabla 56. Prueba de normalidad eficiencia.....	120
Tabla 57. Contraste de medias de eficiencia.....	121

Tabla 58. Estadístico de prueba de Wilcoxon para la eficiencia.....	122
Tabla 59. Prueba de normalidad eficacia.	122
Tabla 60. Contraste de medias de eficacia.	123
Tabla 61. Estadístico de prueba de T-student para la eficacia.....	123



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción en miles de toneladas métricas de cobre 2018.	25
Figura 2. Producción minera de cobre 2009 – 2018.	28
Figura 3. Metodología 5S.	29
Figura 4. Diagrama de flujo Seiri.	30
Figura 5. Tarjeta roja Seiri.	31
Figura 6. Pautas para organización de artículos, herramientas, etc.	33
Figura 7. Diagrama Ishikawa de baja productividad en molienda.	37
Figura 8. Diagrama de Pareto	39
Figura 9. Falta de orden y limpieza.	39
Figura 10. Falta de limpieza.	40
Figura 11. Desorden de herramientas.	40
Figura 12. Desorden en almacenamiento.	40
Figura 13. Repuestos deteriorados.	41
Figura 14. Retraso de actividades	41
Figura 15. Mantenimiento correctivo.	41
Figura 16. Repuestos deteriorados.	42
Figura 17. Anuncio oficial 5S.	45
Figura 18. Video Promocional.	46
Figura 19. Carteles para operaciones y mantenimiento.	46
Figura 20. Comité 5S de molienda.	47
Figura 21. Capacitación de auditoría.	52
Figura 22. Tarjeta roja.	54
Figura 23. Mapa de ubicación tarjeta roja y recursos.	59
Figura 24. Almacenamiento de tarjetas rojas.	59

Figura 25. Falta de orden y limpieza	60
Figura 26. Retraso en mantenimiento	60
Figura 27. Desorden y falta de señalización.	61
Figura 28. Desorden en almacenamiento de repuestos.	61
Figura 29. Almacén temporal.	62
Figura 30. Almacén temporal desechable plataforma JK210.	63
Figura 31. Herramientas ordenadas	65
Figura 32. Ubicación de mangueras – Área molienda.	68
Figura 33. Almacenamiento de mangueras.	69
Figura 34. Plano de ubicación taller molinos	69
Figura 35. Mapa de distribución de plataforma JK210.	70
Figura 36. Plataforma JK210 almacén de repuestos.	70
Figura 37. Esquema de almacenamiento de caja de metal.	71
Figura 38. Almacenamiento correcto de herramientas.	72
Figura 39. Hoja de datos de Seguridad de Materiales.	72
Figura 40. Almacenamiento de herramientas.	73
Figura 41. Cartilla de mano 5S.	74
Figura 42. Entrenamiento de Limpieza.	76
Figura 43. Limpieza profunda parada larga.	81
Figura 44. Alimentación de cal a molienda.	82
Figura 45. Levantamiento de observación.	83
Figura 46. Mapas de limpieza.	83
Figura 47. Programa de reconocimiento.	85
Figura 48. Estandarización de pisos.	86
Figura 49. Estandarización de barandas.	86
Figura 50. Estandarización de estantería.	87
Figura 51. Estandarización de información visual.	87
Figura 52. Premiaciones por desempeño.	89
Figura 53. Estandarización visual 5S.	90
Figura 54. Campaña de sensibilización Shitsuke.	91
Figura 55. Histograma pre y post de la productividad.	114
Figura 56. Histograma pre y post de la eficiencia.	116
Figura 57. Histograma pre y post de la eficacia.	117

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objeto de estudio a una empresa minera con yacimiento de cobre; el producto final de la empresa es el concentrado de cobre. La productividad en las plantas concentradoras está definida básicamente por el tonelaje tratado en el área de molienda.

Para mejorar la productividad se tienen herramientas de gestión como: ciclo PDCA (planear, hacer, actuar, revisar), metodología 5S, gestión de activos. En esta tesis se presenta la aplicación de la metodología 5S, como propuesta para mejorar la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

Esta alternativa plantea como objetivos específicos: como la implementación de la metodología de las 5S mejora la eficiencia y la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora

El desarrollo de la tesis se da en cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

El primer capítulo, “Planteamiento del problema”, explica detalladamente los antecedentes, el problema, el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación (teórica, práctica y social), y alcance de la investigación. Asimismo, menciona la viabilidad del estudio.

El segundo capítulo, “Marco Teórico”, presenta la minería en el mundo y en el Perú, se detalla la producción de cobre del Perú y el mundo. También se detalla los conceptos fundamentales y pasos de la metodología 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke).

El tercer capítulo, “Puntos a tratar”, describe la empresa minera, situación actual, plan de acción, cronograma y desarrollo de actividades de la implementación de la metodología 5S, del mismo modo se observa los resultados pre y post implementación, basándose en las órdenes de trabajo.

El cuarto capítulo, “Análisis económico financiero”, sustenta beneficios de la implementación, costos y evaluación de la implementación de la metodología mostrando los indicadores de COK, VAN y TIR.

El quinto capítulo, “Metodología del estudio”, describe tipo, diseño, población y muestra, recolección de datos y procesamiento y análisis de datos. Se realiza un análisis descriptivo e inferencial con la ayuda del software SPSS (Statistical package for social science).

Finalmente se muestra conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este capítulo el planteamiento del problema considera exponer claramente la relevancia y oportunidad de estudio del tema elegido, se desarrolla los siguientes puntos: antecedentes, problema de Investigación, objetivos de la Investigación, justificación de la investigación, alcance de la investigación y viabilidad del estudio.

1.1 Antecedentes

En el Perú, el sector minero es una de las principales actividades económicas, este sector se mantiene en constante cambio tanto tecnológicos como condiciones de trabajo, siempre apuntando al aumento de productividad, la seguridad de los operadores y el cuidado del medio ambiente.

El área de molienda en las plantas concentradoras es un área vital para la producción final mineral, a mayor tonelaje procesado por esta área mayor será la oportunidad de la recuperación del mineral en la siguiente etapa de flotación.

En las plantas concentradoras de gran minería por el volumen de mineral tratado nace la necesidad de implementar técnicas Lean, una de ellas es la metodología 5S.

Pero, ¿pueden las mejoras de los productos llegar realmente a materializarse en plantas sucias? ¿Puede esperarse que las personas trabajen con su máximo potencial en entornos deprimentes? ¿Pueden las personas con mentes ordenadas e ideas frescas funcionar como podrían, en lugares de trabajo desordenados? Las respuestas son obvias y las soluciones simples.

Son necesarios la Organización, el Orden, la Limpieza, la Limpieza Estandarizada, y la Disciplina. Esto es lo que el Sr. Hirano denomina las “5S”: actividades simples que pueden ser de realización difícil. Y son actividades que se requieren para sobrevivir en los años del futuro. (Hirano, 1997).

Se ha evidenciado que 5S es una de las principales herramientas dentro de Toyota Production System y suele formar parte del primer stint en cualquier implantación Lean o TPS. Esto es debido a su fácil comprensión y la rápida visibilidad de sus resultados, aunque más allá de la metodología, su implantación no sea tarea sencilla. (Toyota, 2015).

Se ha evidenciado también que la metodología 5S, usada inicialmente en el área de manufacturas, ha demostrado generar mejoras en la productividad y seguridad del personal. Además, promueve la reducción en el uso de recursos para la gestión. (Ñañacchuari, 2017).

En el Perú en el sector minería desde hace 18 años PODEROSA implementa, como parte de la gestión de calidad, el programa COLPA aplicando las herramientas de mejora continua 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Prevenir y Autodisciplina). Con el compromiso de la alta dirección, PODEROSA ha logrado integrar la práctica del COLPA en todos los procesos de nuestra organización. (Minera Poderosa, 2017).

Estas herramientas pueden transformar el sistema y la cultura organizacional, gracias al compromiso del personal en el desarrollo de un servicio enfocado a la mejora continua que permite resultados sostenidos en el tiempo.

Desde el 2018, La Empresa Minera, desea implementar un método de gestión de campo con la finalidad de:

- Generar ahorro de tiempo y de materiales e insumos: Reduce costos de producción, aumenta la productividad.
- Eliminar las causas de los accidentes, se reducen los incidentes.
- Reducir y evitar daños a la propiedad.
- Aumentar el espacio disponible.
- Mejorar el clima laboral y las relaciones interpersonales
- Mejorar la imagen de la empresa.

1.2 Problema de Investigación

¿Es posible la implementación de la metodología de las 5S para mejorar la productividad en el área de molienda en una planta concentradora?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Establecer como la implementación de la metodología de las 5S mejora la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

1.3.2 Objetivo Específicos

- a. Establecer como la implementación de la metodología de las 5S mejora la eficiencia en el área de molienda en una planta de concentradora.
- b. Establecer como la implementación de la metodología de las 5S mejora la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora.
- c. Identificar y desarrollar los elementos conceptuales, metodológicos y teóricos que se utilizarán en el modelo a partir de los aportes de la metodología 5S.
- d. Realizar el análisis y diagnóstico de la situación actual, basado en la data e información de los procesos de la empresa. Identificar el problema y establecer sus causas y efectos.
- e. Definir y desarrollar las estrategias de la metodología 5S en el área de molienda de la planta concentradora.
- f. Validar la viabilidad de los resultados de la propuesta de implementación de las mejoras en un plan piloto.

1.4 Justificación de la Investigación

Además de los objetivos y las preguntas de investigación, es necesario justificar el estudio mediante la exposición de sus razones (el para qué del estudio o por qué debe efectuarse). La mayoría de las investigaciones se ejecutan con un propósito definido, pues no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

1.4.1 Justificación Teórica

Mediante la implementación de la metodología las 5S en el área de molienda de la planta concentradora se buscan lograr orden y la limpieza en todas las áreas de la empresa (oficinas, almacén, talleres, etc.) Creando una disciplina que a la larga se convierta en cultura y en práctica común.

1.4.2 Justificación Práctica

El mayor impacto de un lugar de trabajo limpio y ordenado, es que además de facilitar el control de los accidentes, se simplifica el trabajo y, se gestiona mejor la salud de los trabajadores, por lo tanto, se hace más productivo y agradable.

1.4.3 Justificación Social

La implementación de la metodología de las 5S está relacionada con:

- a. Nos permite colaborar para que la fuente de trabajo y de sostenimiento de nuestra familia sea competitiva y sobreviva en un entorno tan exigente.
- b. Nos permite trabajar en equipo con el fin de:
 - Aportar ideas para organizar nuestras áreas de trabajo
 - Hacer más gratas las horas de trabajo
 - Sentirnos orgullosos del lugar en donde invertimos la mayor parte de nuestra vida: el trabajo

- Nos ayuda a desempeñar nuestro trabajo, ganando rapidez en las respuestas (porque sabemos que cada cosa está en su lugar).

1.5 Alcance de la Investigación

El proyecto será desarrollado en el área de molienda de una planta concentradora. Posteriormente, luego de haber elegido la metodología más apropiada se procederá a las propuestas para su implementación, donde se considera la técnica propuesta, así como las diferentes fases (diagnóstico, procesos) y las definiciones de indicadores, permitiendo así identificar las actividades a implementar.

1.6 Viabilidad del Estudio

Es viable porque la alta dirección de la compañía está destinando las siguientes responsabilidades para el desarrollo de la Implementación de las 5S:

- a. Elaborar la política y los criterios de evaluación sobre la gestión en campo.
- b. Plan anual donde se consignent todas las actividades
- c. Programa de inspecciones tanto inopinadas como opinadas para tener una buena evaluación
- d. Recoger las buenas prácticas y difundirlas (al final del año).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El presente trabajo pretende dar a conocer la mejora en la productividad en el área de molienda de una planta concentradora, mediante la implementación de las 5S.

En el presente capítulo se describirá el contexto actual del sector minería en el mundo, la minería en el Perú, el desarrollo de conceptos y términos propios de la metodología 5S que facilitan su comprensión.

2.1 La Minería en el Mundo.

La minería es una de las principales actividades económicas en el mundo y la más antigua, se conoce que desde la prehistoria los humanos han utilizado utensilios de trabajo y armas para la caza o defensa.

La minería, como actividad económica, ha jugado un papel preponderante desde los orígenes de la humanidad, a partir de que el hombre comenzó a desarrollarla para elaborar herramientas que mejoraran su calidad de vida y permitieran su subsistencia.

Desde la revolución industrial hasta nuestros días, el uso de los metales se ha extendido a casi todas las aplicaciones de la vida diaria, desde la fabricación de maquinaria compleja hasta la de textiles. El crecimiento industrial mundial observado en las últimas décadas ha generado una mayor demanda de productos elaborados en base a metales, entre los que destacan computadoras, aviones, barcos, teléfonos celulares, instrumentos médicos, automóviles, edificaciones, etc. La lista de productos cotidianos que se basan en metales es tan extensa. (Tamayo, Salvador, Vásquez y Zurita, 2017)

2.1.1 Situación Actual.

Por el lado de los precios de los metales, estos disminuyeron en 2018, entre ellos el del cobre, en un entorno de mayor incertidumbre sobre el crecimiento mundial. Esta mayor incertidumbre recogió el escalamiento de las tensiones comerciales, sobre todo entre EEUU y China; señales más acentuadas de moderación del crecimiento mundial; y, en ese contexto, la continuación del ajuste monetario en EEUU.

Sin embargo, en lo que va de 2019, el panorama de precios mejoró: la Reserva Federal de EEUU ha adoptado un tono más cauteloso en el ajuste de las condiciones monetarias y hay señales de avance en las negociaciones comerciales entre EEUU y China.

Los elementos que en el corto plazo incidirán sobre el precio del cobre en nuestro escenario base son la moderación del crecimiento de China (que demanda alrededor de 50% de la producción mundial de cobre), la cercanía del fin del ajuste monetario en EEUU, preocupaciones sobre la desaceleración del crecimiento mundial que irán disipándose (sobre todo en el segundo semestre), tensiones comerciales que no escalarán más, problemas de oferta en algunas minas grandes, e inventarios que se ubican actualmente en niveles relativamente bajos. En el balance de estos elementos, anticipamos que el precio promedio anual del cobre se ubicará entre USD 2,80 y 2,85 por libra en 2019 (USD 2,96 por libra en 2018). Con estos precios, las minas peruanas actualmente en construcción son rentables.

Más adelante, el precio del cobre encontrará soporte en la creciente demanda de industrias como, por ejemplo, la de vehículos eléctricos. (Bbvaresearch, 2019)

Según el contexto descrito las empresas mineras tienen una oportunidad de desarrollo si se enfocan en la reducción de sus costos de producción y la mejora de sus procesos. Expertos indican que la mejor forma de afrontar esta crisis no es detener la producción sino trabajar en la reducción de costos y la mejora continua.

2.1.2 Producción de Cobre en el Mundo.

La principal fuerza extractiva de producción de cobre en el mundo se encuentra en Sudamérica así como lo muestran los últimos resultados del año 2018.

Esta estadística muestra un ranking (ver Figura 1) de los principales países productores de cobre a nivel mundial en 2018. En ese año, el primer país productor de cobre fue Chile, con aproximadamente 5,8 millones de toneladas métricas producidas, seguido de Perú, con una cifra de aproximadamente 2,4 millones de toneladas métricas.

El cobre es un elemento químico metálico, de color rojo pardo, brillante, maleable y excelente conductor del calor y la electricidad, abundante en la corteza terrestre. Se emplea en la industria eléctrica y en la fabricación de alambre, monedas y utensilios diversos. (Sevilla, 2019)

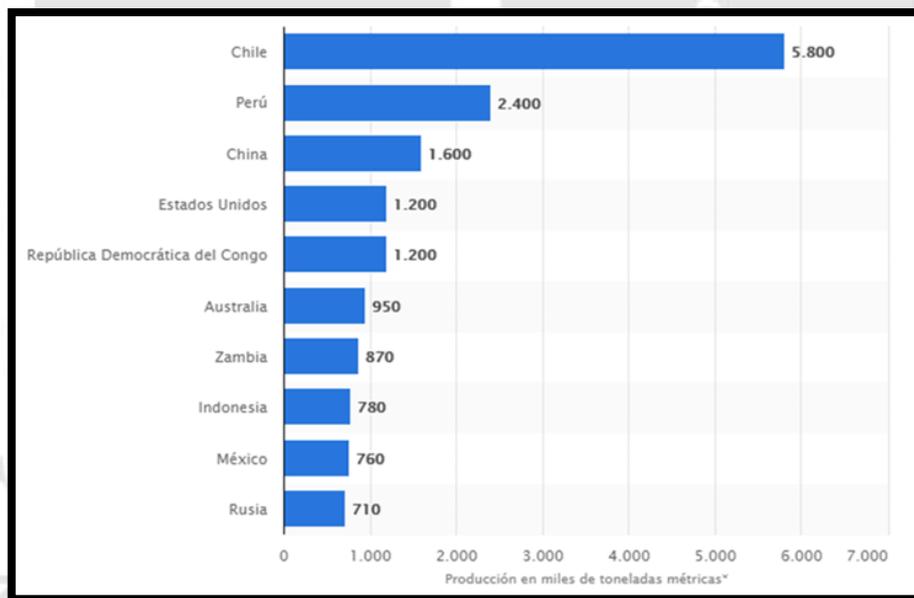


Figura 1. Producción en miles de toneladas métricas de cobre 2018.

Fuente: Statista (2019).

2.2 La Minería en el Perú.

La minería en el Perú desde hace muchos años es la principal actividad extractiva influyente para el desarrollo económico, dado la importancia del sector el Estado cumple un papel importante siendo promotor y normativo, buscando siempre el equilibrio entre lo económico, social y ambiental.

Perú es un país con grandes recursos económicos naturales. Gracias a su riqueza, la minería es uno de los sectores económicos más importantes del Perú. Este sector representa más del 50% de las divisas del país, 20% de la recaudación fiscal y 11.7% del

PIB (incluyendo actividades de procesamiento que son parte de las actividades secundarias). (Montoya, 2017)

2.2.1 Posición de la minería peruana a nivel mundial.

El Perú tiene distintos recursos naturales por su geografía y una de las más importantes es la variedad de minerales metálicos.

El Perú es el primer productor de América Latina de oro, zinc, estaño, plomo, bismuto y telurio. También es el segundo productor mundial de plata y cobre y el tercer productor mundial de estaño. En el caso del oro el Perú está el sexto lugar. (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 2018)

2.2.2 Situación actual.

Lo más destacado en el sector minero peruano es el inicio de un nuevo ciclo de inversión, en particular en minas de cobre. La inversión se concentra principalmente en tres proyectos: Quellaveco (con una inversión total de más de USD 5 mil millones), Mina Justa (USD 1,6 mil millones), y la ampliación de Toromocho (USD 1,3 mil millones). (Bbvaresearch, 2019)

El inicio de este nuevo ciclo de inversión minera se da en un contexto en el que los precios de los metales cubren los costos de producción y en el que los costos de financiamiento aún son relativamente bajos.

La inversión minera aumentó el año pasado hasta cerca de los USD 5 mil millones (+26%) y seguirá incrementándose este año, superando los USD 6 mil millones. Este mayor gasto, que equivale a siete décimas de punto porcentual del PIB según nuestras estimaciones, le dará un soporte importante al crecimiento de la actividad en 2019. (Bbvaresearch, 2019)

Por el lado de la producción, la extracción de metales se estancó en 2018 por problemas transitorios de oferta en minas cupríferas (explotación de zonas de baja ley del mineral, problema geotécnico en una mina grande) y agotamiento de algunas unidades auríferas. (Bbvaresearch, 2019)

Estimamos que en 2019 la producción minera rebotará (expansión de poco más de 4%) debido a la normalización de la extracción de cobre y del ingreso en operación de las ampliaciones de Toquepala (cobre) y Marcona (hierro).

Más adelante, como resultado del auge actual de la inversión, la producción minera seguirá incrementándose. En el caso particular del cobre, la producción aumentará desde un nivel actual de TM 2,4 millones a más de TM 3 millones en 2024. (Bbvaresearch, 2019)

En los próximos años, los principales retos y desafíos que el sector minero deberá afrontar serán: el impulso al crecimiento del sector generando condiciones propicias para incentivar la inversión, la solución de conflictos mineros para un desarrollo socioeconómico sostenible y la adaptación del sector a un contexto internacional de menores precios internacionales de metales. El gran potencial minero que el Perú posee le otorga importantes posibilidades para crecer y continuar ofreciendo ingentes excedentes a la economía. Así, el país cuenta con una cartera de proyectos muy amplia. Por ejemplo, los proyectos mineros con Estudios de Impacto Ambiental (EIA) aprobados (algunos en construcción) suman, aproximadamente, US\$ 16 081 millones. (Tamayo, Salvador, Vásquez y Zurita, 2017)

Lo más importante para el crecimiento de la minería actual es la normativa que el Estado propone para así equilibrar los impactos sociales y ambientales que generarán el desarrollo de los distintos proyectos mineros.

2.2.3 Producción de Cobre en el Perú.

En el año 2018 la producción de las diferentes empresas cupríferas nos llevaron a ubicarnos en el segundo lugar a nivel mundial (ver Figura 2)

La producción nacional de cobre, el principal producto de exportación del Perú, alcanzó 2.43 millones de toneladas durante el 2018, una cifra que reflejó una disminución de 0.4% respecto del año anterior, según datos publicados hoy por el Ministerio de Energía y Minas (MEM).

Si bien la producción del metal rojo reportó un crecimiento interanual de 2.5% en diciembre, el MEM señaló que "los resultados negativos registrados en los meses anteriores por parte de minera Las Bambas, producto de la menor ley de mineral obtenido,

conllevaron a que la producción cuprífera al cierre de 2018 disminuya en 0.4% en comparación al año previo". (Gestión, 2018)

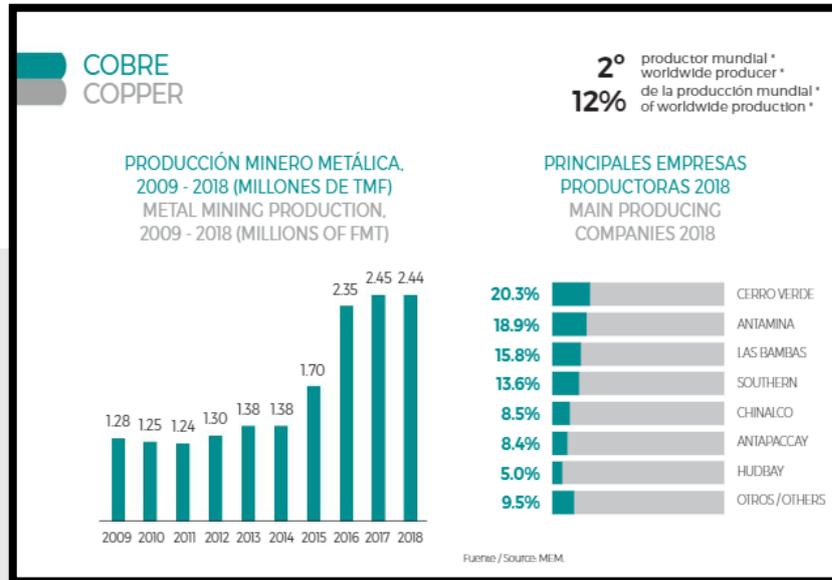


Figura 2. Producción minera de cobre 2009 – 2018.

Fuente: MEM (Ministerio de Energía y Minas).

2.3 Metodología 5S.

El método de las 5S, es una técnica de gestión basada en cinco principios simples. Se inició en Japón en los años 60's con el objetivo de obtener lugares de trabajo más ordenados y limpios de modo estable y de mayor productividad mejorando el entorno laboral (ver Figura 3).

La productividad y la eficiencia son objeto de una búsqueda constante por parte de las empresas modernas, y su consecución es la finalidad de la técnica japonesa de las 5 "S". El método de las cinco "S" para aumentar la productividad forma parte del conocido método Toyota, cuyo origen se ubica en Japón, durante las décadas de 1950 y 1960, en plena expansión japonesa tras la Segunda Guerra Mundial. El método Toyota fue adaptado posteriormente en Occidente bajo el término inglés, Lean Manufacturing o la táctica Just In Time (JIM). (Bortolotti, 2014)

El nombre de la metodología de las 5S, proviene de los términos japonés de los cinco elementos básicos del sistema: Seiri (selección), Seiton (sistematización), Seiso (limpieza), Seiketsu (normalización) y Shitsuke (autodisciplina). Seiri (seleccionar).

Seleccionar lo necesario y eliminar lo que no lo es. Seiton (orden). Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa. Seiso (limpiar). Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas. Seiketsu (estandarizar). Cómo mantener y controlar las tres primeras S. Shitsuke (autodisciplina). Convertir las 4S en una forma natural de actuar, creando hábitos en los todos los integrantes de la organización para una cultura de la calidad.

Las 5S “no son una moda” ni el “programa” del mes, sino una conducta de la vida diaria. Por tanto, todo proyecto kaizen necesita incluir pasos de seguimiento (Masaaki, 1998).

Aunque el término fue acuñado en 1980 por Takashi Osada (Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008; Ho, 1999); la herramienta 5S se origina en la filosofía japonesa (Falkowski & Kitowski, 2013), surgió después de la Segunda Guerra Mundial como parte del movimiento de calidad (Michalska & Szewieczek, 2007).

5's: se fundamenta en evitar principalmente la suciedad, el desorden y los elementos rotos. Su aplicación tiene las siguientes ventajas: facilita la comunicación, evita las reclamaciones, sintetiza conceptos y mejora procesos.

El principal objetivo de 5S es crear un entorno limpio y ordenado, un entorno donde hay un lugar para cada cosa y cada cosa está en su lugar. Más que esto, muchas compañías comienzan su transformación de manufactura esbelta con 5S, debido a que expone algunos de los ejemplos más obvios de desperdicios. Así mismo, ayuda a establecer la estructura y disciplina requeridas para buscar de manera exitosa otras iniciativas de mejora continua. (Brady, 2012)

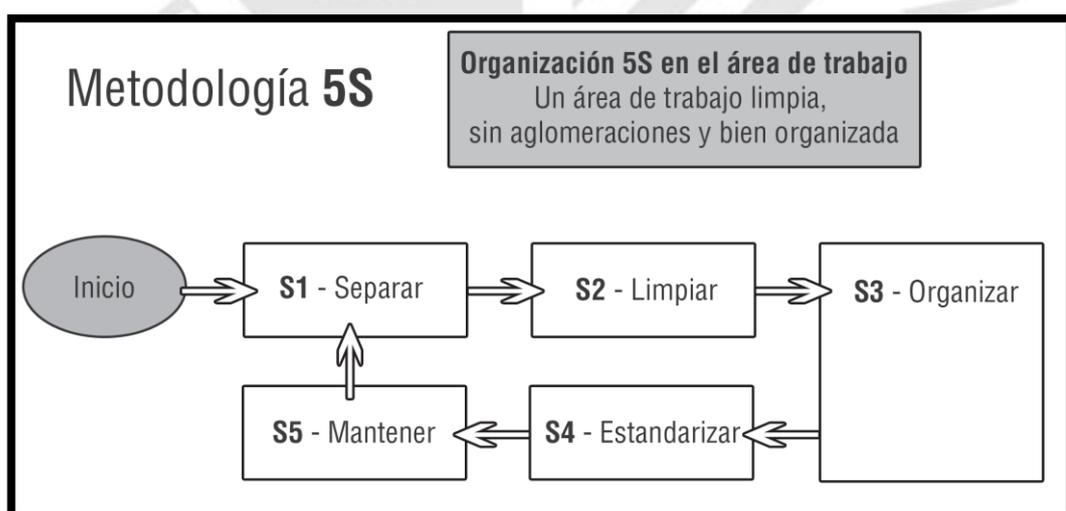


Figura 3. Metodología 5S.

Fuente: Brady 2012.

5S produce beneficios que se pueden medir. Una de las maneras más seguras para identificar estos beneficios es establecer y dar seguimiento a ciertos indicadores. Por ejemplo, medir el tiempo requerido para localizar objetos en el área de trabajo antes de 5S, y después medir el tiempo requerido después de que se han hecho las mejoras en el área de trabajo. Los beneficios a largo plazo también se pueden medir al monitorear el número de accidentes de trabajo reportados después de la implementación de 5S. No sólo disminuyen los accidentes de trabajo, sino también los costos por capacitación. Es más fácil y rápido capacitar a los empleados en un área de trabajo ordenada y bien identificada. (Brady, 2012).

Otra manera de medir los beneficios de 5S en el área de trabajo, es tomando fotografías. Las imágenes son una manera muy efectiva de señalar visualmente la apariencia y orden mejorados en el área de trabajo. Las medidas concretas son un complemento de las imágenes, lo que ayuda a mantener las mejoras de 5S. (Brady, 2012).

2.3.1 Eliminar (Seiri):

“Donde se identifica lo que es útil y lo que no es útil.”

Es retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para la operación de la planta. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, transferir, reparar o eliminar. (Brady, 2012).

Identificar elementos innecesarios, tal como indica en el diagrama de flujo a continuación (ver Figura 4):

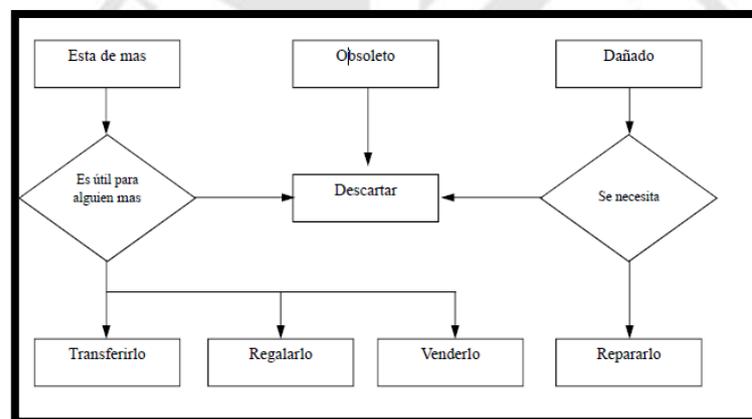


Figura 4. Diagrama de flujo Seiri.

Elaboración propia.

Separar se refiere a la práctica de revisar todas las herramientas, materiales, etc, en el área de trabajo y mantener sólo lo esencial; todo lo demás se almacena fuera del sitio o se desecha. Esto conlleva menos riesgos y menos confusión.

El objetivo es eliminar los elementos no esenciales del lugar de trabajo, a dichos elementos se les coloca una tarjeta roja y se almacenan en un área local para tarjetas rojas por un período específico de tiempo, normalmente de cinco días. Si no es reclamado por el grupo de trabajo, dichos elementos son trasladados a una de las centrales de la empresa llamadas zonas de tarjeta roja. Aquí todo el mundo puede entrar y buscar entre los elementos para ver si hay algo que necesitan. Cuando los elementos han estado en la zona central durante un período específico de tiempo, la empresa dispone de ellos para reventa, donación, reciclaje, o eliminación.

Establecer criterios de tarjetas rojas previene confusiones entre los trabajadores y reduce esfuerzos inútiles. El equipo debe discutir y crear directrices para decidir qué se queda y qué se va.

La frecuencia de uso es el criterio fundamental. Con ese fin, un equipo puede hacer las siguientes preguntas:

- ¿Qué es esto?
- ¿Cuándo fue la última vez que lo utilizó?
- ¿Es crítico o único en el departamento?
- Si es un objeto inventariado, ¿es esta la cantidad mínima necesaria para cumplir con los tiempos de producción? (Brady, 2012).



Figura 5. Tarjeta roja Seiri.

Fuente: Brady 2012.

2.3.2 Ordenar (Seiton):

“Todo en su sitio y un sitio para todo.”

Se clasifican los elementos que son necesarios, para poder encontrarlos fácilmente.

Disponer los artículos necesarios para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de ser usados. (Rey, 2015).

Lo que muestra distintos autores sobre Seiton es:

Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente.

Así pues, situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” (Rey, 2015).

Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.

Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes, de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente “da la impresión de que las cosas se hacen bien”, mejora el control de stocks de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos.

En la oficina facilita los archivos y la búsqueda de documentos, mejora el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información. (Vargas, 2004).

A continuación, se muestra unas pautas para la organización de artículos, herramientas, etc.

3.2.1 Pautas para organizar artículos necesarios	
FRECUENCIA DE USO	COLOCAR
Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible
Varias veces al día	Colocar cerca del usuario
Varias veces por semana	Colocar cerca del área de trabajo
Algunas veces al mes	Colocar en áreas comunes
Algunas veces al año	Colocar en almacén o en archivos
No se usa, pero podría usarse	Guardar etiquetado en archivo muerto o área para tales fines

Figura 6. Pautas para organización de artículos, herramientas, etc.

Fuente: (Cruz, 2010).

2.3.3 Limpieza e Inspección (Seiso):

“Con el objetivo de prevenir defectos.”

A continuación, se describen algunos conceptos para la implementación de Seiso como:

Limpiar: Mantener el área de trabajo impecable y libre de toda suciedad. Crear un ambiente de trabajo saludable y más seguro, mejorando los resultados operacionales. Inspección a través de una mirada crítica de los trabajadores para prevenir el deterioro y así contribuir a la sistemática eliminación de pérdidas.

Programa de limpieza: Es un programa donde se establece la frecuencia, responsables, número de personas, artículos de limpieza, duración, herramientas y otros, con el objetivo de definir sistemáticamente las actividades de limpieza.

Mapa de limpieza: Es un mapa del área en donde se visualiza la distribución del área para poder enfocar los trabajos de limpieza de forma más exacta.

Realizar limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y máquinas/equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo cómo son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

Así pues, hemos de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, etc., en el piso, ni en las máquinas y equipos. (Rey, 2015)

2.3.4 Estandarización (Seiketsu):

“De los procesos para lograr las metas.”

Es la metodología que logrará mantener los logros alcanzados con los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, organización y limpieza son mantenidas en las áreas de trabajo. (Brady, 2012)

Si no tenemos un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Durante esta fase de implementación, el equipo identifica maneras para establecer las prácticas mejoradas en el área de trabajo como un estándar. El objetivo de la estandarización es crear mejores prácticas y hacer que todos los miembros del equipo usen las mejores prácticas establecidas en la misma manera.

Para estandarizar, es necesario que los roles y responsabilidades se apliquen de manera clara y consistente. Esto se puede lograr mediante el uso de controles visuales como código de color, diagramas de flujo, listas de verificación y etiquetado, para ayudar a reforzar un enfoque uniforme.

Es necesario que los gerentes y supervisores se comprometan con la iniciativa para poder proporcionar una orientación, así como para proporcionar ayuda general al equipo. Los miembros del equipo por su parte deben adoptar los principios y prácticas de 5S con el fin de ayudar con la implementación de estos cambios en su área de trabajo. (Brady, 2012)

2.3.5 Disciplina (Shitsuke):

“Mantener el hábito de utilizar los métodos estandarizados.”

Significa el hábito de mantener correctamente los procedimientos adecuados, buscando la mejora continua manteniendo siempre las cuatro “S” anteriores.

Su aplicación nos garantiza la seguridad permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Mantener, es mantener la fuerza generada durante el evento o proyecto inicial. Se debe poner en práctica un proceso de auditoría de gestión para asegurar que los empleados comprendan que mantener el nivel de organización en el área de trabajo es la prioridad principal. Las auditorías de gestión se deben enfocar en asegurar que las rutinas y calendarios especificados en S4 Estandarizar se sigan de manera adecuada. La auditoría además proporciona una excelente oportunidad para hacer preguntas y dar sugerencias que generen más mejoras. (Brady, 2012)



CAPÍTULO III: PUNTOS A TRATAR

En este capítulo desarrollaremos los ítems la empresa minera, situación actual, cronograma, desarrollo e implementación de las actividades de la metodología 5s en el área de molienda de la planta concentradora.

3.1 La Empresa Minera

La Empresa Minera objeto de estudio de esta tesis, cuenta con un espíritu corporativo de lucha por la excelencia mediante la innovación y el trabajo competitivo. Promueve constantemente el desarrollo y la práctica de la responsabilidad social para construir una compañía con recursos eficientes, amigable con el ambiente y segura en sus operaciones.

La Empresa Minera no cuenta con un proceso de gestión de campo, y la implementación de las 5S, es la base para las futuras mejoras continuas.

La Empresa Minera en su planta concentradora opera aproximadamente 340 días del año, en el área de molienda se maximiza operación de equipos, personal y cuidado del medio ambiente, ya que en gran parte el concentrado final obtenido dependerá del tonelaje procesado en el área en mención.

La Empresa Minera en el área de molienda no llega a procesar su capacidad nominal de diseño, actualmente está aproximadamente a un 90% de su capacidad de diseño; frente a esta situación una mejora en la gestión de campo es primordial para ajustar esa brecha de 10%.

3.2 Situación Actual.

Se establece la situación actual de la empresa minera mediante la herramienta de Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto.

La información es tomada de 64 órdenes de trabajo entre los meses de agosto hasta diciembre de 2018 y está orientada a evaluar las especificaciones de la metodología 5S.

En la Figura 7 se presenta las principales causas de la baja productividad en el área de molienda de la planta concentradora de la empresa minera materia de estudio de la presente tesis.

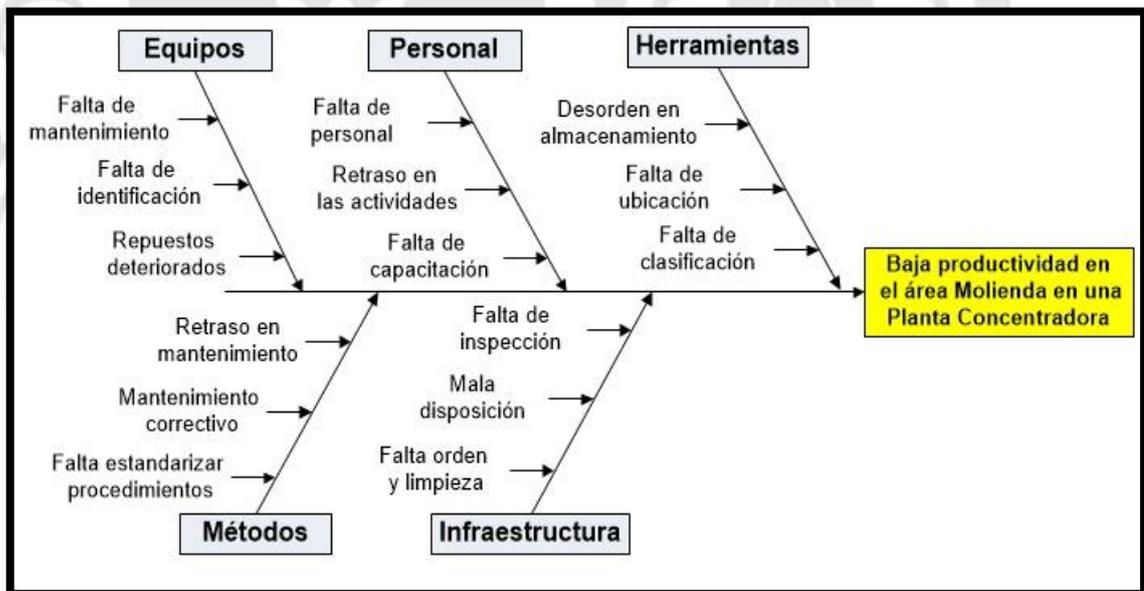


Figura 7. Diagrama Ishikawa de baja productividad en molienda.

Elaboración propia.

La mayor parte de estas causas llevan a la detención de equipos afectando significativamente la producción, estas paradas intempestivas disminuyen el tonelaje de mineral pasado por los molinos.

Para continuar con un análisis más detallado se elabora la Tabla 1 anotando el número de eventos que causan la baja productividad.

Tabla 1. Causas de baja productividad.

CAUSAS		EVENTOS
C1	Falta de mantenimiento	7
C2	Falta de identificación	2
C3	Repuestos deteriorados	3
C4	Falta de personal	2
C5	Retraso en las actividades	5
C6	Falta de capacitación	3
C7	Desorden en almacenamiento	7
C8	Falta de ubicación	4
C9	Falta de clasificación	4
C10	Retraso en mantenimiento	6
C11	Mantenimiento correctivo	5
C12	Falta estandarizar procedimientos	2
C13	Falta de inspección	3
C14	Mala disposición	3
C15	Falta orden y limpieza	8
Total		64

En la Tabla 2 se ordena de mayor a menor los eventos y se elabora el Diagrama Pareto para poder identificar las principales causas del problema objeto de estudio.

Tabla 2. Elaboración Diagrama Pareto.

CAUSAS		FRECUENCIA	FREC. ACC.	% RELATIVO	% RELATIVO ACC
C15	Falta orden y limpieza	8	8	13%	13%
C1	Falta de mantenimiento	7	15	11%	23%
C7	Desorden en almacenamiento	7	22	11%	34%
C10	Retraso en mantenimiento	6	28	9%	44%
C5	Retraso en las actividades	5	33	8%	52%
C11	Mantenimiento correctivo	5	38	8%	59%
C8	Falta de ubicación	4	42	6%	66%
C9	Falta de clasificación	4	46	6%	72%
C3	Repuestos deteriorados	3	49	5%	77%
C6	Falta de capacitación	3	52	5%	81%
C13	Falta de inspección	3	55	5%	86%
C14	Mala disposición	3	58	5%	91%
C2	Falta de identificación	2	60	3%	94%
C4	Falta de personal	2	62	3%	97%
C12	Falta estandarizar procedimientos	2	64	3%	100%
Total		64			

En la Figura 8 se muestra el grafico del desarrollo de la Tabla 2.

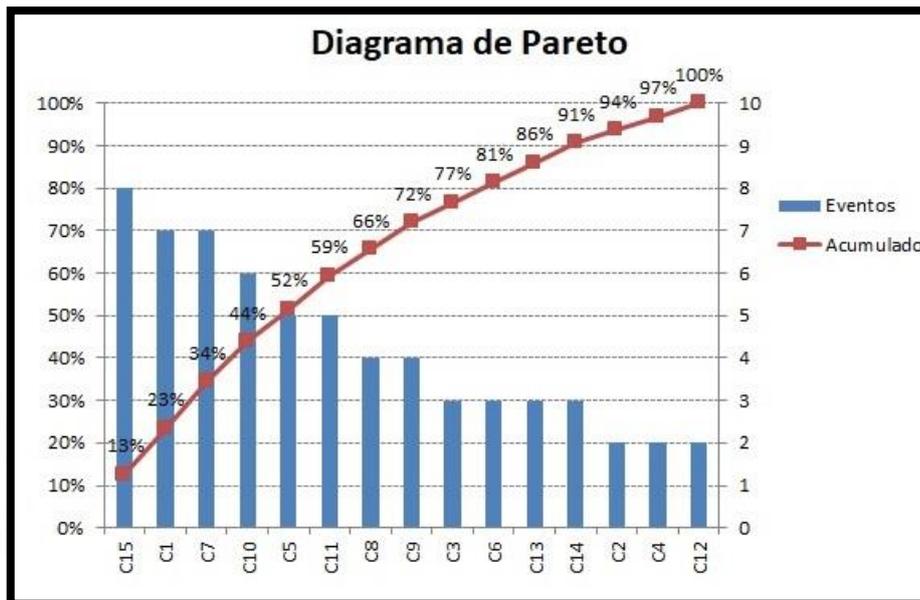


Figura 8. Diagrama de Pareto

Según la evaluación de la Tabla 2 y la Figura 8, se llegó a concluir que las causas de falta de orden y limpieza, falta de mantenimiento, desorden en almacenamiento, retraso en mantenimiento, retraso en las actividades, mantenimiento correctivo, falta de ubicación, falta de clasificación, repuestos deteriorados, falta de capacitación; están causando una baja en la productividad del área de molienda de la planta concentradora.

A continuación, se muestra las Figura 9, 10, 11, 12, 13, 14,15 y 16 son fotografías de la condición física actual de la empresa en la cual se puede observar falta de orden y limpieza, desorden de herramientas, desorden en almacenamiento, repuestos deteriorados, retraso de actividades y mantenimiento correctivo.



Figura 9. Falta de orden y limpieza.



Figura 10. Falta de limpieza.



Figura 11. Desorden de herramientas.

Elaboración propia (Fotografía).



Figura 12. Desorden en almacenamiento.

Elaboración propia (Fotografía).



Figura 13. Repuestos deteriorados.
Elaboración propia (Fotografía).



Figura 14. Retraso de actividades
Elaboración propia (Fotografía).

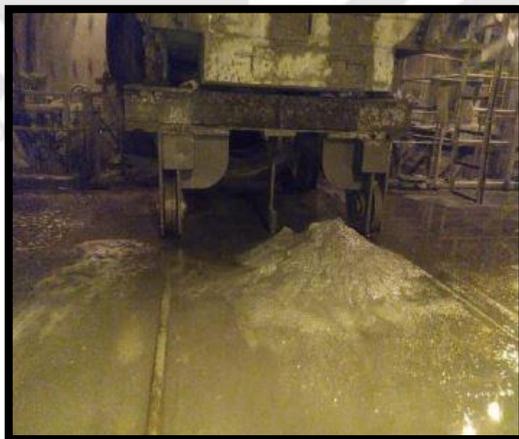


Figura 15. Mantenimiento correctivo.
Elaboración propia (Fotografía).



Figura 16. Repuestos deteriorados.
Elaboración propia (Fotografía).

3.3 Plan de acción.

En este punto se analiza tres alternativas diferentes que tenemos para la mejora. Se elabora la Tabla 3 con la participación del gerente de operaciones y el tesista. Para la evaluación ponderada se utilizará los números del 1-5 para la elección correcta.

Donde:

5: Excelente.

4: Muy bueno.

3: Bueno.

2: Regular.

1: Malo

Tabla 3. Alternativas de solución.

Alternativas de solución	Facilidad de la implementación	Sustentabilidad	Factibilidad	Costo de implementación	TOTAL
Ciclo PDCA	3	3	2	3	11
Metodología 5S	4	4	3	4	15
Gestión de activos	2	3	2	2	9

Según la evaluación se determinó que la metodología 5S es la mejor alternativa. Las 5s está sustentada en su teoría, antecedentes, manual de implementación y casos de éxito por lo que la empresa se decidió por la metodología.

3.4 Cronograma de Actividades.

En este ítem se muestra las actividades que se han llevado a cabo para la implementación de las 5S. El cronograma que se muestra en la Tabla 4 y Tabla 5 el cual elaborado por el comité 5s y aprobado por el gerente general.

En el cronograma se muestra las actividades a desarrollar estas divididas en 6 fases, a su vez cada fase esta subdividida de la siguiente forma fase 0 en 9 actividades, fase 1 en siete actividades, fase 2 en seis actividades, fase 3 en 9 actividades, fase 4 en 6 actividades y fase 5 en 8 actividades.

En la Tabla 4 se muestran las la Fase 0, Fase 1 y Fase 2.

Tabla 4. Cronograma de actividades 5S_1.

ACTIVIDAD	Fecha	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
FASE 0: ACTIVIDADES PRELIMINARES DE IMPLEMENTACIÓN DE 5S								
a. Sensibilización de la alta gerencia.	7 - 8 /01/2019							
b. Anuncio oficial de inicio del proyecto 5s.	9/01/2019							
c. Campaña promocional.	10 -12 /01/2019							
d. Plan de estructuración de comités de las 5s (Comité Central del 5S o Leader Team, y subcomités o unidades ejecutoras).	13 - 14 /01/2019							
e. Entrenamiento de facilitadores.	15 -21 /01/2019							
f. Entrenamiento de personal involucrado.	22 -28 /01/2019							
g. Entrenamiento y verificación de competencias.	28-31 /01/2019							
h. Auditoria preliminar para diagnostico linea base y formación de auditores internos.	1 - 3/02/2019							
i. Elaboración de plan de trabajo.	4 -7 /02/2019							
FASE 1: SEIRL CLASIFICAR								
a. Entrenar en la fase 1 a los equipos de trabajo	8 - 10 /02/2019							
b. Aplicación de las "tarjetas rojas" en los articulos cuyo almacenamiento y utilización genera dudas	11 -14 /02/2019							
c. Identificar las áreas críticas a ser mejoradas	14 - 15 /02/2019							
d. Elaborar listado de articulos, equipos, herramientas y materiales innecesarios. Luego proceda a eliminarlos	16 - 17 /02/2019							
e. Establecer criterios para descartar articulos innecesarios	18 - 20 /02/2019							
f. Descartar articulos innecesarios conforme a criterio previamente establecido	21 - 23 /02/2019							
g. Realizar un almacenamiento temporal de los articulos desechados de las diferentes áreas /procesos intervenidos. Realizar reportaje fotografico del cúmulo de articulos desechados, para la posterior socialización de resultados	24 -28 /02/2019							
FASE 2: SEITON. ORGANIZAR								
a. Determinar la frecuencia y secuencia del uso de diversas herramientas y documentos.	1 - 3 /03/2019							
b. Auditoria de implementación de la fase 2	4 - 7/03/2019							
c. Establecer parámetros para organizar documentos, equipos, herramientas, objetos y materiales necesarios en el lugar de trabajo, basados en los mapas de proceso.	8 - 10 /03/2019							
d. Generación de ser necesario y según procedimiento y área un toolroom.	11 - 13 /03/2019							
e. Generación de paneles de herramientas para mostrarlas en forma visual y reducir tiempos de búsqueda.	14 - 15 /03/2019							
f. Desarrollo de controles visuales (señaléticas) e indicadores visuales (herramientas de control de fácil detección).	16 - 18 /03/2019							

En la Tabla 5 se muestran las la Fase 3, Fase 4 y Fase 5.

Tabla 5. Cronograma de actividades 5S_2.

ACTIVIDAD	Fecha	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
FASE 3: SEISO. LIMPIAR								
a. Entrenamiento en métodos de limpieza; usar y segregar herramientas por uso de importancia en un proceso productivo	19 - 21 /03/2019							
b. Entrenamiento y generación de un programa de inspección de mantenimiento	22 - 24/03/2019							
c. Auditoría de la fase 3	25 - 27/03/2019							
d. Generación de herramientas de control como Check List, etc	28 - 30 /03/2019							
e. Generación de un programa de inspección de mantenimiento	1 - 4 /04/2019							
f. Generación de programas (jornadas) de limpieza profunda	5 - 7 /04/2019							
g. Eliminar causas de suciedad para hacer sostenible la limpieza	8 - 10 /02/2019							
h. Desarrollo del mapa de 5s y asignación de roles	11 - 12 /04/2019							
i. Generación de un programa de reconocimiento	13 - 14 /04/2019							
FASE 4: SEIKETSU. MANTENER O ESTANDARIZAR								
1. En esta fase, se desarrollaran acciones para la estandarización de las fases 1,2 y 3, a fin de conservar y mejorar los resultados ya logrados.	15 - 18/04/2019							
2. Programa de capacitación y formación de inspectores de 5s para luego generar un programa de inspecciones internas cruzadas.	19 - 22/04/2019							
3. Programar por lo menos dos jornadas de limpieza profunda por año.	23 - 25/04/2019							
4. Desarrollo de un programa de competencias inter-áreas.	26 - 28 /04/2019							
5. Desarrollo de un programa de reconocimiento. Premiaciones por desempeño sobresaliente.	29 - 31 /04/2019							
6. Promover condiciones que contribuyan a controlar lo que ocurre en su área de trabajo de manera visual.	1 - 3/05/2019							
FASE 5: SHITSUKE. SEGUIR MEJORANDO								
1. Campaña de sensibilización para respetar y mantener lo logrado.	4 - 7 /05/2019							
2. Mantener el programa de inspecciones cruzadas.	8 - 10 /05/2019							
3. Auditoría de la fase 5.	10 - 12 /05/2019							
4. Generación de inspecciones internas.	13 - 15 /05/2019							
5. Generación de grupos para inspecciones sistemáticas.	16 - 18 /05/2019							
6. Generación de un programa de capacitación para las patrullas.	19 - 21 /05/2019							
7. Programa de auditorías internas.	22 - 25 /05/2019							
8. Programa de levantamiento de observaciones, control y seguimiento de los desvíos.	26 - 27 /05/2019							

3.5 Desarrollo e Implementación de Actividades.

3.5.1 Fase 0: Actividades preliminares de implementación de 5S.

Se desarrolla en 9 actividades:

a. Sensibilización de la alta gerencia.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa minera de esta manera se logró sensibilizar a la alta gerencia; se mostraron casos de empresas que tuvieron éxito, mejora de productividad, calidad y beneficios luego de aplicar la metodología 5s. Se desarrolló dos reuniones en las oficinas de molinos los días 7 y 8 de enero de 2019 con una duración de 3 horas cada una. En cada reunión participaron el gerente general, gerente de operaciones y mantenimiento, jefe general de operaciones, jefe general de mantenimiento, 2 jefes de guardia de

operaciones, 2 supervisores de operaciones, jefe de mecánicos y jefe de electricidad e instrumentación.

b. Anuncio oficial de inicio del proyecto 5S.

Se realizó el anuncio oficial en la charla 7@7 llevada a cabo el miércoles 9 de enero de 2019 con una duración de 2 horas con la participación de las 50 personas (ver Figura 17).

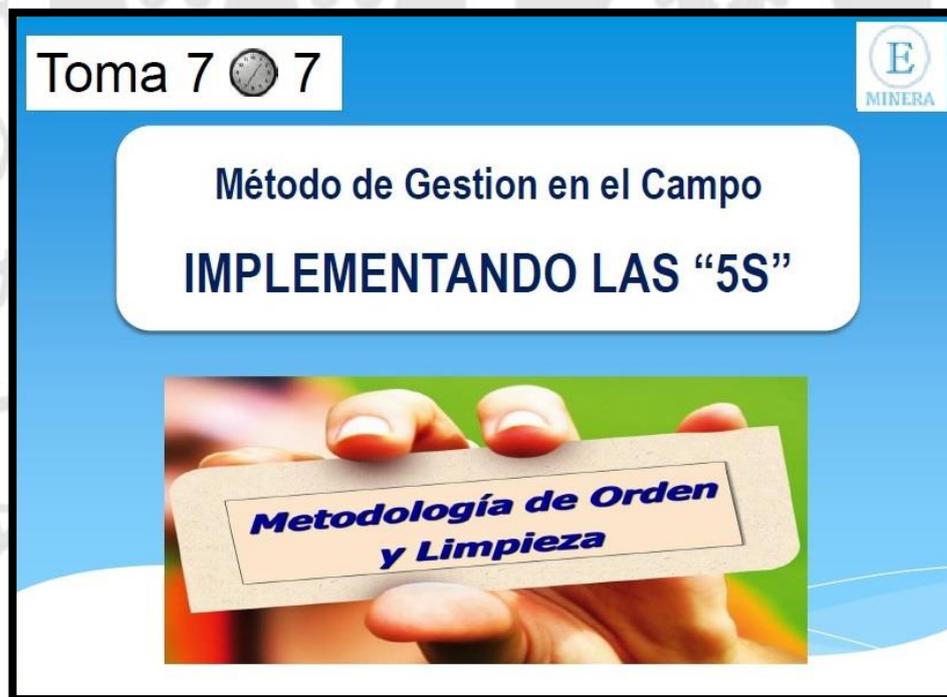


Figura 17. Anuncio oficial 5S.

Elaboración propia.

c. Campaña promocional.

Se desarrolló los días del 10 al 12 de enero de 2019 con una duración de 4 horas cada una y la participación de jefe general de operaciones, jefe general de mantenimiento, 2 jefes de guardia operaciones, 2 supervisores operaciones, jefe de mecánicos, jefe de electricidad e instrumentación, 4 operadores de operaciones, 2 técnicos mecánicos y 2 técnicos de electricidad e instrumentación.

Se realizó la difusión del video promocional del área de molienda, en la Figura 18 se muestra el inicio del video, y la implementación de carteles en operaciones y mantenimiento se muestra en la Figura 19.



Figura 18. Video Promocional.

Elaboración propia.



Figura 19. Carteles para operaciones y mantenimiento.

Elaboración propia.

d. Plan de estructuración de comités de las 5S (Comité Central del 5S o Leader Team, y subcomités o unidades ejecutoras).

Se desarrolló los días del 10 al 12 de enero de 2019 con una duración de 3 horas en la que participaron jefe general de operaciones y jefe general de mantenimiento.

Con base en la estructura organización se muestra en la Figura 12 el Comité 5S de mollienda integrados por Gerente General, Gerencia de Operaciones y Mantenimiento, los 2 Jefes Generales de Operaciones y los 2 Jefes Generales de Mantenimiento son los Directores 5S, los facilitadores son: los Jefes de Guardia y Supervisores de las 4 guardias de operaciones, además de los dos Jefes de Mecánicos y los dos Jefes de Electricidad e Instrumentación, los ejecutores están constituidos por los 16 operadores y 16 técnicos del área de mollienda. En la Figura 20 se muestra el Comité 5S de mollienda.

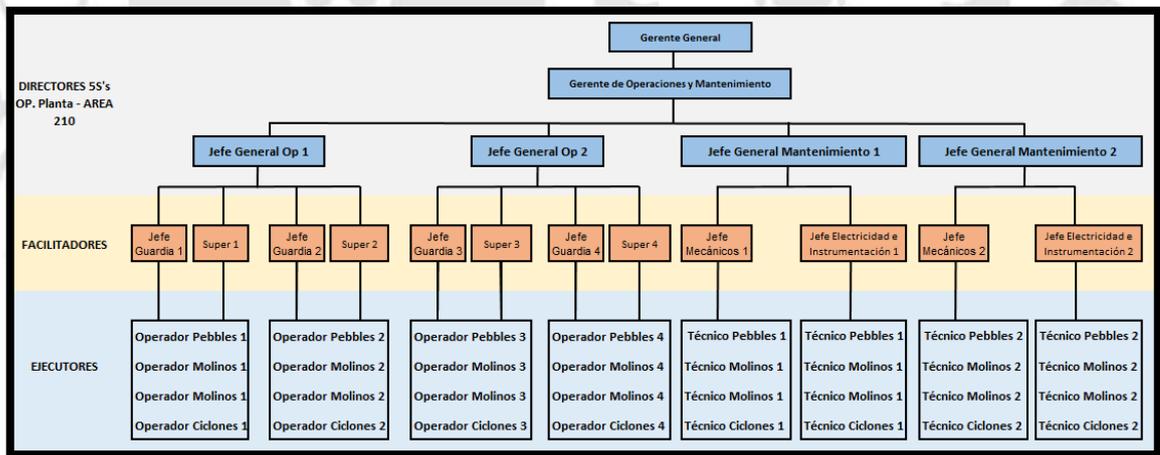


Figura 20. Comité 5S de mollienda.

Elaboración propia.

e. Entrenamiento de facilitadores.

Se realizó el entrenamiento respectivo en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 15 y 20 de enero de 2019 de 9 horas cada una para las cuatro guardias. En la Tabla 6 se muestra el programa de capacitación. En total 16 personas participaron de la capacitación.

Los facilitadores estarán integrados por 2 jefes generales, 2 jefe generales de mantenimiento, 4 jefes de guardia de operaciones, 4 supervisores de guardia de operaciones, 2 jefes de mecánicos y dos jefes de electricidad e instrumentación.

Tabla 6. Programa de capacitación metodología 5S.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN LA METODOLOGÍA 5S										
GERENCIA: OPERACIONES		AREA DE MOLIENDA								
Item	ACTIVIDADES	8:00 a	9:00 a	10:00 a	11:00 a	13:00 a	15:00 a	16:00 a	17:00 a	18:00 a
		9:00	10:00	11:00	12:00	14:00	16:00	17:00	18:00	19:00
1	Inicio del programa									
2	Conceptos básicos e indicadores									
3	Determinación de responsabilidades									
4	Presentación de la metodología 5S									
5	Primera S: Seiri. Clasificar									
6	Conceptos y ejemplos de su aplicación									
7	Taller práctico y evaluación en campo									
8	Segunda S: Seiton. Organizar									
9	Conceptos y ejemplos de su aplicación									
10	Taller práctico y evaluación en campo									
11	Tercera S: Seiso. Limpiar									
12	Conceptos y ejemplos de su aplicación									
13	Taller práctico y evaluación en campo									
14	Cuarta S y Quinta S: Seiketsu y Shitsuke Estandarizar y Seguir mejorando									
15	Conceptos y ejemplos de su aplicación									
16	Taller práctico y evaluación en campo									
17	Desarrollo de propuestas									
18	Evaluación final y cierre									

f. Entrenamiento de personal involucrado.

Se realizó el entrenamiento respectivo en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 23 y 27 de enero de 2019 de 9 horas cada una para las cuatro guardias, según el programa de la Tabla 6 anteriormente mostrada. En total 32 personas participaron de la capacitación.

g. Entrenamiento y verificación de competencias.

Se realizó el entrenamiento respectivo en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 29 y 30 de enero de 2019 de 4 horas cada una para las cuatro guardias. En total 48 personas participaron de la capacitación. En este punto se revisa el entrenamiento de la Tabla 6 y se verifica las competencias asignadas a facilitador y ejecutor teniendo como participación a ambos a través de los programas establecidos. También se cuenta con la participación del área de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) para sumar esfuerzos en los objetivos planteados.

h. Auditoria preliminar para diagnóstico línea base y formación de auditores Internos.

En la Tabla 7 se muestra el Diagnóstico Línea Base basado en el formato del Anexo 1 esto con el objetivo de tener un punto de partida de la metodología 5S.

Para la evaluación del formato se tiene en cuenta lo siguiente:

- 0 Inexistente: No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado de 0 - 25 %
- 1 Insuficiente: El grado de cumplimiento esta entre 25 - 50 %
- 2 Bien: El grado de cumplimiento esta entre 50 - 75 %
- 3 Excelente: El grado de cumplimiento esta entre 75 - 100 %

Tabla 7. Diagnóstico línea base inicial.

E MINERA		DIAGNÓSTICO LÍNEA BASE SS				Código:	
						Versión:	
EVALUADORES:	Erick Baja					FECHA:	2/01/2019
RESPONSABLE	Jefe General de Operaciones y Jefe General de Mantenimiento						
ÁREA:	Molienda						
PUNTAJACIÓN:							
0	Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado de 0 - 25 %						
1	Insuficiente - El grado de cumplimiento esta entre 25 - 50 %						
2	Bien - El grado de cumplimiento esta entre 50 - 75 %						
3	Excelente - El grado de cumplimiento esta entre 75 - 100 %						
		Puntaje			Porcentaje %		
SELECCIONAR							
	¿Han sido eliminados todos los elementos innecesarios?	X				25%	
	¿Existen instructivos para disponer de los elementos innecesarios?	X				25%	
	¿Se han separado las herramientas y equipos operativos de los defectuosos?		X			50%	
	¿El personal conoce y hace uso de la tarjeta roja?	X				25%	
	¿El personal aplica el instructivo para disponer de los elementos innecesarios?	X				25%	
	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	X				25%	
	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	X				25%	
	¿El control de tarjetas rojas se encuentra al día?	X				25%	
	¿Las herramientas se encuentra rotuladas con la cinta del mes?			X		75%	
	¿Se cuenta con los medios para disponer de los elementos innecesarios?	X				25%	
	Sub Total					33%	
ORDENAR							
	¿El personal vuelve a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?		X			50%	
	¿Las herramientas que se encuentran en uso pueden ser fácilmente ubicadas?	X				25%	
	¿El personal cuenta con la formación para llevar a cabo las actividades de orden?		X			50%	
	¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?	X				25%	
	¿Existe instructivos para realizar y mantener el orden en el área?	X				25%	
	¿El personal aplica el instructivo para realizar y mantener el orden en el área?	X				25%	
	¿Se cuenta con etiquetas y/o marcaciones en los lugares de almacenamiento?	X				25%	
	¿No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo?	X				25%	
	¿Los estantes y cajones están debidamente organizados?	X				25%	
	¿Hay líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	X				25%	
	Sub Total					30%	
LIMPIAR							
	¿Se dispone de un programa de limpieza en el área?		X			50%	
	¿Se cumple el programa de limpieza del área?		X			50%	
	¿Se cumple con los tiempos establecidos en el programa de limpieza?	X				25%	
	¿Los accesos, escaleras y pisos se encuentran limpios?	X				25%	
	¿Las estructuras y equipos de la planta se encuentran limpios?	X				25%	
	¿Se dispone de planes para atacar la causa raíz de la suciedad?	X				25%	
	¿Los sistemas de drenaje y canalización trabajan de forma apropiada?		X			50%	
	¿Se cuenta con un control operativo para evitar derrames?		X			50%	
	¿Se cuenta con una respuesta rápida para reparar fugas y desperfectos que causen derrames de mineral?		X			50%	
	¿Se coordina constantemente con las áreas involucradas, para que mantengan limpias, las zonas con las que interactúan?		X			50%	
	Sub Total					40%	
ESTANDARIZAR							
	¿El personal usa el EPP apropiado de acuerdo a sus labores?			X		75%	
	¿Todos los instructivos cumplen con el estándar?		X			50%	
	¿La capacitación está estandarizada para el personal del área?		X			50%	
	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	X				25%	
	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?		X			50%	
	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y vestuario?		X			50%	
	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?		X			50%	
	¿La señalización es estándar en las áreas de trabajo?	X				25%	
	¿Existen letreros para identificar las áreas y subáreas?		X			50%	
	¿La señalización es visible y se encuentra en buen estado?		X			50%	
	Sub Total					48%	
DISCIPLINA							
	Sub Total						
	Puntaje Total					38%	
Observaciones y/o recomendaciones							
Firma:		Firma:		Firma:			
Nombre:		Nombre:		Nombre:			
Evaluador 1		Evaluador 2		Responsable del área			

En cada auditoria se elaborará un cuadro resumen basado en el Anexo 2. Los indicadores que tomaremos como referencia se muestran en la Tabla 8. Para aprobar la auditoria se tiene que sacar puntaje mayor a 75%, esto significa que estamos cumpliendo el 75% de los ítems del formato línea base Anexo 1.

Tabla 8. Indicadores de auditoría.

	90-100%		75-90%		60-75%		40-60%		Menos de 40%
MUY BUENO		BUENO		REGULAR		ACEPTABLE		DEFICIENTE	

Para el cálculo de auditores se toma en cuenta la siguiente fórmula:

$$C = F * R * A$$

$$C = 1.2 * 4 \text{ guardias} * 2 \text{ áreas}$$

$$C = 9.6 \text{ auditores}$$

Donde:

C: Número de auditores.

C: Factor adicional de auditores 20%.

R: Cantidad de guardias.

A: Áreas mapeadas (operaciones y mantenimiento).

Se obtiene que requerimos al menos 8 auditores.

Se capacita a 12 auditores en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 1 y 3 de febrero de 2019 de 8 horas cada una para las cuatro guardias, según el programa de la Tabla 9.

Tabla 9. Programa de capacitación auditoría 5S.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AUDITORIAS 5S									
GERENCIA: OPERACIONES		AREA DE MOLIENDA							
Item	ACTIVIDADES	8:00 a 9:00	9:00 a 10:00	10:00 a 11:00	11:00 a 12:00	12:00 a 13:00	13:00 a 14:00	15:00 a 16:00	16:00 a 17:00
1	Inicio del programa	■							
2	Las auditorias 5S	■							
3	Fundamentos para una buena auditoria 5s		■						
4	Caracteristicas del auditor 5S			■					
5	Ventajas de ser auditor 5S			■					
6	Ventajas de der auditado				■				
7	Planeación de las auditorias					■			
8	Diferencia entre auditoria 3S y 5S						■		
9	Puntos clave para una buena auditoria de 5S							■	
10	Anexos y cierre.								■

En la Figura 21 se muestra la capacitación llevada en los días establecidos. Los auditores son los 4 jefes de guardia de operaciones, los 4 supervisores de operaciones, 2 jefes de mecánicos y dos jefes de electricidad e instrumentación.

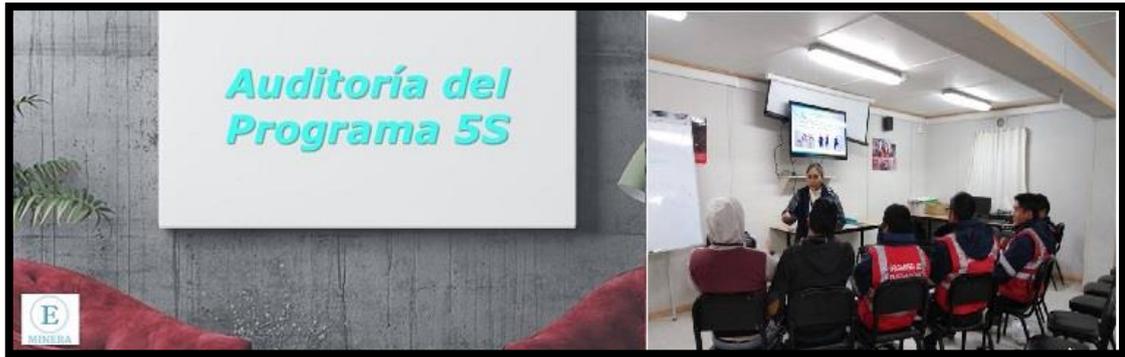


Figura 21. Capacitación de auditoría.

Elaboración propia.

Las auditorías de 5S han de cumplir con los siguientes objetivos:

- Medir el nivel actual de 5S y evaluar su evolución.
- Verificar el nivel actual de 5S y comparar con las metas establecidas.
- Generar las oportunidades de mejora de las áreas auditadas.
- Actuar como retroalimentación para evaluación del plan de implantación.
- Funcionar como herramienta de promoción continua de las 5S.
- Comparar la evolución del proceso de 5S por toda la empresa.
- Verificar el nivel de consolidación de la implantación de las 5S.

Las auditorías de 5S pueden ser rutinarias o provocadas por cambios significativos en el ambiente de trabajo.

Son realizadas por profesionales debidamente calificados para auditorías de 5S (auditores de 5S) y que no tienen relación directa con las áreas auditadas.

En las auditorías de 5S por norma no es necesaria la definición de plazos para la adopción de las medidas correctivas levantadas

Los resultados de las auditorías realizadas se utilizarán como referencia en las futuras, sin que se limiten a la evaluación de lo registrado

Los problemas que se mantengan en el tiempo dentro de las auditorías realizadas se registrarán en la nueva auditoría. Y el responsable del área justifica a su líder, y no al auditor.

i. Elaboración de plan de trabajo

Elaboración de informes de avance por los 4 jefes de guardia de operaciones, los 2 jefes de mecánicos y los 2 jefes de electricidad e instrumentación entre los días. Se empieza a implementar documentación in situ los días 4 al 7 de enero de 2019.

3.5.2 Fase 1: Primera S Seiri – Clasificar.

Se desarrolla en 7 actividades:

a. Entrenar en la fase 1 a los equipos de trabajo.

Se realizó el entrenamiento respectivo en la sala de reuniones de molinos en dos sesiones del 08 al 10 de febrero de 2019 de 5 horas cada una para las cuatro guardias, según la Tabla 10. En total 32 personas participaron de la capacitación.

Tabla 10. Programa de capacitación primera s.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PRIMERA S SEIRI CLASIFICAR						
GERENCIA: OPERACIONES		AREA DE MOLIENDA				
Item	ACTIVIDADES	8:00 a	9:00 a	10:00 a	11:00 a	13:00 a
		9:00	10:00	11:00	12:00	14:00
1	Inicio del programa					
2	Conceptos básicos e indicadores					
3	Presentación de la metodología 5S					
4	Primera S: Seiri. Clasificar					
5	Tarjeta Roja usos y aplicación					
6	Elaboración de la tarjeta roja					
7	Evaluación final y cierre					

b. Aplicación de las "tarjetas rojas" en los artículos cuyo almacenamiento y utilización genera dudas.

Los facilitadores elaboran la tarjeta roja el cual se muestra en la Figura 22, esto se llevó a cabo el día 11 de febrero de 2019.

La tarjeta roja básicamente se divide en tres partes:

- La primera parte se muestra los datos fecha, reportante, área, ítem y cantidad.

- La segunda parte se muestra la categoría donde se considera equipos, mineral, herramientas, repuestos, oficina, instrumentos, shelter (cabina de operador), instalaciones, trabajo en proceso, partes mecánicas y partes eléctricas.
- La tercera parte se muestra la acción sugerida las cuales son: eliminar, reubicar, reciclar y reparar.

No. _____

TARJETA ROJA

FECHA _____ / ____ / ____

REPORTANTE _____

AREA _____

ITEM _____

CANTIDAD _____

CATEGORÍA

<input type="checkbox"/> Equipos	<input type="checkbox"/> Mineral	<input type="checkbox"/> Estructuras
<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Repuestos	<input type="checkbox"/> Oficina
<input type="checkbox"/> Instrumentos	<input type="checkbox"/> Shelter	<input type="checkbox"/> Instalaciones
<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso	<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Partes eléctricas

ACCION SUGERIDA

<input type="checkbox"/> Eliminar	<input type="checkbox"/> Reubicar
<input type="checkbox"/> Reciclar	<input type="checkbox"/> Reparar

Comentarios: _____

Responsable de tarjeta: _____

Responsable de toma de decisión: _____

Fecha p/concluir acción _____ / ____ / ____

ENTENDIENDO LA 5'S

5S's

"Por un a planta más ordenada,
limpio, sano y seguro"

Figura 22. Tarjeta roja.

Elaboración propia.

Los ejecutores aplican la tarjeta roja a sus diferentes áreas desde el día 12 hasta el 14 de febrero de 2019. La colocación de las tarjetas rojas son evidenciadas en las siguientes Tablas 11, 12, 13 y 14. En estas tablas de control de tarjetas rojas molienda se colocan los ítems: fecha, descripción, fotografía, cantidad, ubicación inicial, acción sugerida y comentarios finales.

Tabla 11. Control de tarjetas rojas molienda

No.	Fecha	Descripción	Foto	Cantidad	Ubicación Inicial	Acción Sugerida	Comentarios
1	11/02/2019	Plancha Metalica		1	Costado de sistema lub. M. Bolas 02	Eliminar	Se realizo montaje de bandeja
2	11/02/2019	Costal con pernos		01 Costal	Costado de sistema lub. M. Bolas 02	Eliminar	Se reubico bolsa de pernos
3	11/02/2019	Tecele Mecánico		1	Costado de sistema lub. M. Bolas 02	Reubicar	Reubicar a un almacen
4	11/02/2019	Tanque Rotoplas		2	Costado de la purga sampler 01	Reubicar	Reubicar a un almacen
5	11/02/2019	Eslinga Colgada		1	Costado de sistema lub. M. Bolas 02	Reubicar	Reubicar a un almacen
6	11/02/2019	Plancha Metalica		4	Costado sistema Lubricación M. Bolas 01	Reubicar	Reubicar a un almacen o demarcar
7	12/02/2019	Plancha de madera		1	Costado sistema Lubricación M. Bolas 01	Eliminar	Reubicar a un almacen
8	12/02/2019	Estructura Metalica		2	Costado de 210CV005	Reubicar	Reubicar a un almacen

Tabla 12. Control de tarjetas rojas molienda

No.	Fecha	Descripción	Foto	Cantidad	Ubicación Inicial	Acción Sugerida	Comentarios
9	12/02/2019	Gratting y estructura		10 Gratting y 04 Estructuras	Debajo de 210CV005	Reubicar	Reubicar a un almacén o demarcar
10	12/02/2019	Isotanques		3	Cooling Tower Molinos	Reciclar	Reutilizar el contenedor o disponerlo
11	12/02/2019	Ciclones y Carcasas		04 Ciclones y 02 carcasas	Debajo del Sag nivel 0	Reubicar	Reubicar a un almacén o demarcar
12	12/02/2019	Andamios		Varios	Cooling Tower Molinos	Reubicar	Reubicar a un almacén
13	12/02/2019	Andamios		Varios	Debajo de 210CV001	Reubicar	Reubicar a un almacén
14	12/02/2019	Guarda		Varios	Contrapeso 210CV001	Reparar	Repara guarda en mal estado
15	12/02/2019	Tuberías y valvulas		Varios	Debajo de 210CV001	Reubicar	Reubicar a un almacén o demarcar
16	13/02/2019	Andamios		Varios	Lado alimentación molino de bolas 1	Reubicar	Reubicar a un almacén

Tabla 13. Control de tarjetas rojas molienda

No.	Fecha	Descripción	Foto	Cantidad	Ubicación Inicial	Acción Sugerida	Comentarios
17	13/02/2019	Tecele Mecanico		1	Al costado de la cola de la faja 210CV004	Reubicar	Reubicar a un almacén
18	13/02/2019	Covertor de plástico con piedras		Varios	Al frente de sala 10	Eliminar	Desechar
19	13/02/2019	Maderas y fierros		Varios	Al lado de la sala de lubricación del molino de bolas 2	Reubicar	Reubicar a un almacén
20	13/02/2019	Maderas, fierro, otros		Varios	Al costado de la bomba 4 de ciclones	Reubicar o eliminar	Reubicar a un almacén o desechar
21	13/02/2019	Fierros, maderas, contenedores		Varios	Al costado del cooling tower de molinos	Reubicar o eliminar	Reubicar a un almacén o desechar
22	13/02/2019	Cilindros de aceite y maderas		Varios	Al costado de la bomba 2 de ciclones	Reubicar o eliminar	Reubicar a un almacén o desechar
23	13/02/2019	Andamios		Varios	Al costado de la bomba 1 de ciclones	Reubicar	Reubicar a un almacén
24	13/02/2019	Andamios		Varios	Frente a Faja 4 (parte central)	Reubicar	Reubicar a un almacén

Tabla 14. Control de tarjetas rojas molienda

No.	Fecha	Descripción	Foto	Cantidad	Ubicación Inicial	Acción Sugerida	Comentarios
25	13/02/2019	Escalera		1	Cerca a polea de cola faja 4	Reubicar	Reubicar a un almacén
26	13/02/2019	Tablero eléctrico		1	Entre el nido 2 y nido 3	Reubicar	Reubicar a un almacén
27	13/02/2019	Carreta hidráulica		1	Entre el nido 2 y nido 3	Reubicar	Reubicar a un almacén
28	13/02/2019	Piso en esmeril		1	Taller de mantenimiento Molinos	Pintar	Delimitar área de trabajo
29	14/02/2019	Piso de container		1	Taller de mantenimiento Molinos	Pintar	Culminar el pintado de piso
30	14/02/2019	Almacén de herramientas		1	Almacén de mantenimiento Molinos	Rotular	Rotular herramientas
31	14/02/2019	Gabeta roja de herramientas		1	Almacén de mantenimiento Molinos	Identificar	Rotular identificación de gabeta
32	14/02/2019	Anaqueles de llaves mixtas		2	Almacén de mantenimiento Molinos	Rotular	Colocar número de llaves
33	14/02/2019	Mesas de trabajo		2	Taller de mantenimiento Molinos	Pintar	Pintado de mesas

En la Figura 23 se muestra el plano de ubicación de las tarjetas rojas están se almacenan en las oficinas de molienda, exactamente en la oficina de supervisión de operaciones y mantenimiento.

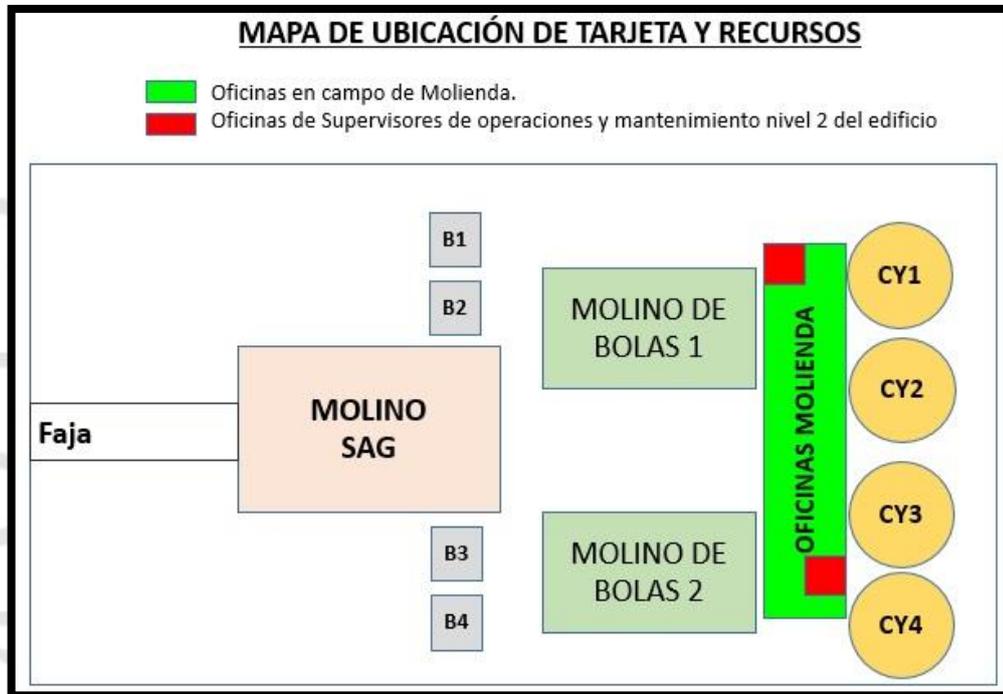


Figura 23. Mapa de ubicación tarjeta roja y recursos.

Elaboración propia.

En la Figura 24 se muestra la ubicación de las tarjetas rojas éstas se almacenan en los cajones de los escritorios de los supervisores de operaciones y mantenimiento, si se acaban las tarjetas cada facilitador podrá imprimir y enmarcar lo necesario.



Figura 24. Almacenamiento de tarjetas rojas.

Elaboración propia (Fotografía).

c. Identificar las áreas críticas a ser mejoradas.

Se identificó que en toda el área de molienda tanto el personal de operaciones y mantenimiento tiene materiales en desuso que no han sido dispuestos correctamente.

El personal de operaciones no mantiene el orden y la limpieza en el área dificultando muchas veces el retraso en un mantenimiento correctivo, en las Figuras 25 y 26 se muestra el antes y después.

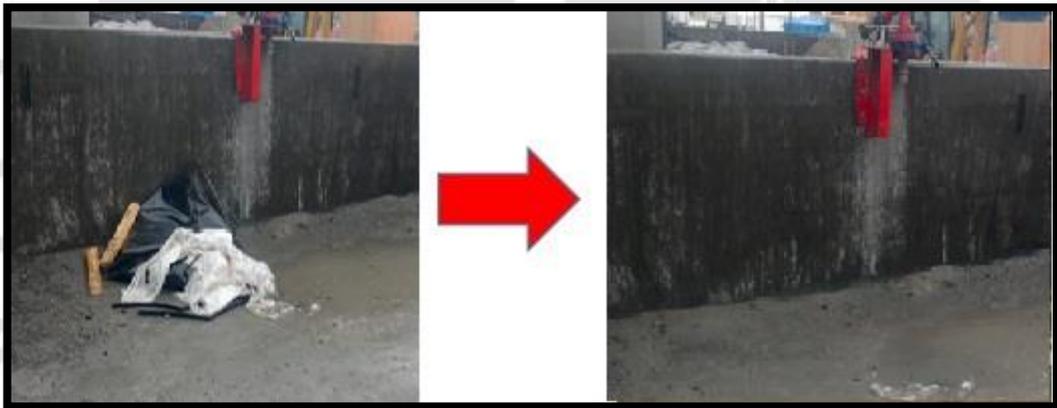


Figura 25. Falta de orden y limpieza
Elaboración propia (Fotografía).

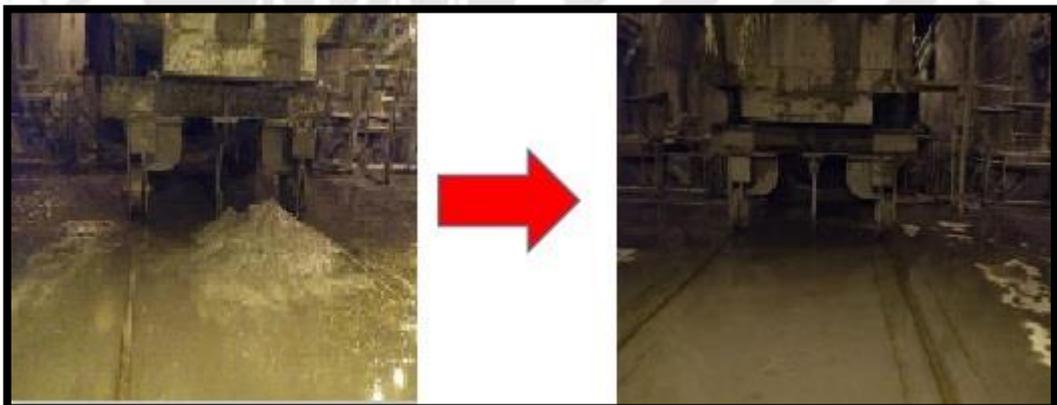


Figura 26. Retraso en mantenimiento
Elaboración propia (Fotografía).

El taller del personal de mantenimiento no está delimitado e identificado el almacenamiento de herramientas y repuestos, en la Figura 27 y 28 se muestra el antes y el después.

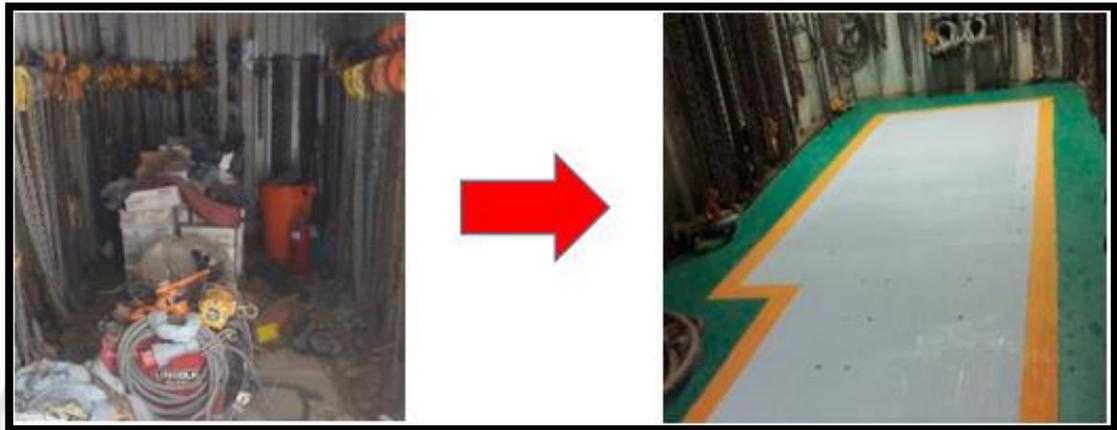


Figura 27. Desorden y falta de señalización.
Elaboración propia (Fotografía).



Figura 28. Desorden en almacenamiento de repuestos.
Elaboración propia (Fotografía).

d. Elaborar listado de artículos, equipos, herramientas y materiales innecesarios. Luego proceda a eliminarlos.

Se realizó en la colocación de las tarjetas rojas según Tablas 11, 12, 13 y 14.

e. Establecer criterios para descartar artículos innecesarios.

Las preguntas habituales que se deben hacer para identificar si existe una herramienta, equipos o materiales innecesarios son las siguientes:

- Es necesario este elemento.

- Si es necesario, en que cantidad.
- Si es necesario, tiene que estar localizado aquí.

Criterios para la asignación de la tarjeta roja son:

- Herramientas que no tienen mucha rotación, uso o simplemente no tienen un fin de uso en el área, se desechan, reasignan o almacenan en un lugar diferente, previa identificación.
- Herramientas deterioradas se etiquetan para ser enviadas a reparación.
- Herramientas que requieren calibración se etiquetan para ser enviadas a un servicio de calibración.
- La utilidad de la herramienta para realizar el trabajo previsto; Si la herramienta se encuentra en mal estado debe descartarse.
- La frecuencia con la que se necesita la herramienta; si es necesario pero con poca frecuencia puede almacenarse fuera del área de trabajo. (herramientas que no tengan una frecuencia de uso mayor a 30 días).
- La cantidad del elemento necesario para realizar el trabajo. Si es necesario en cantidad limitada el exceso puede desecharse o almacenarse fuera del área de trabajo.
- Aplique la tarjeta roja a equipos, artículos, herramientas, o materiales sobre cuya utilización se tiene dudas.
- En el caso de los inventarios o existencias en exceso (innecesarias) se aplicará la tarjeta roja siempre (cuando el inventario exceda de 7 unidades del mismo tipo).
- Los artículos etiquetados con tarjeta roja de ser posible se agruparan en un almacén temporal manteniendo las buenas prácticas de almacenamiento así como se muestra en la Figura 29.



Figura 29. Almacén temporal.
Elaboración propia (Fotografía).

- f. Descartar artículos innecesarios conforme a criterio previamente establecido.**

Se realiza el descarte de los artículos innecesarios según las Tablas 11, 12, 13 y 14.

- g. Realizar un almacenamiento temporal de los artículos desechados de las diferentes áreas/procesos intervenidos. Realizar reportaje fotográfico del cúmulo de artículos desechados, para la posterior socialización de resultados.**

Se escoge la plataforma JK210 para colocar los artículos desechados, así como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Almacén temporal desechable plataforma JK210.

Elaboración propia (Fotografía).

3.5.3 Fase 2: Segunda S Seiton – Organizar.

Se desarrolla en 6 actividades:

a. Determinar la frecuencia y secuencia del uso de diversas herramientas y documentos.

- El equipo de técnicos Mecánicos del área de Molienda designara mediante un plano de ubicación áreas asignadas a: Herramientas, mesas de trabajo, cajas de herramientas de uso personal, anaqueles de herramientas con alta rotación.
- Se delimitarán la zona de tránsito, las mesas de trabajo y cajas de herramientas (ver Figura 34).
- Cada cajón de herramientas estará rotulado interiormente indicando la disposición específica de cada herramienta y se ordenará respetando criterios de rotación y ergonomía de los técnicos.
- El equipo de técnicos Mecánicos del área de Molienda, designara anaqueles para herramientas de acuerdo a cada bahía colocando las herramientas necesarias para cada equipo y trabajo específico, teniendo en cuenta la frecuencia de uso y cantidades específicas.
- Se aplicará el orden teniendo como criterio el uso, la maniobrabilidad, peso y ergonomía de los técnicos.
- Se aplicará un orden y un rotulado alfa numérico.
- Se colocara un inventario en la parte exterior definiendo cantidades, herramientas y orden de las herramientas por niveles
- Se aplicará el orden considerando la frecuencia y cantidad de herramientas de acuerdo al uso de las mismas.
- Se aplicará las tarjetas rojas de acuerdo a las necesidades altas, media y baja de cada herramienta.
- Para llevar una gestión visual de cada anaquel se colocarán imágenes, rotulado del orden por niveles.
- En la Figura 31 se observa el correcto almacenamiento de las herramientas en el taller de molienda teniendo en cuenta los puntos anteriormente descritos.



Figura 31. Herramientas ordenadas
Elaboración propia (Fotografía).

b. Auditoría de implementación de la fase 2.

En la Tabla 15 se muestra la auditoría del día 07 de marzo de 2019 basado en el formato del Anexo 1.

Tabla 15. Auditoria 1ª "S" SEIRI – Metodología 5S.

E		AUDITORIA 1ª "S" SEIRI - METODOLOGÍA 5S				Código:
MINERA						Versión:
EVALUADORES:	Erick Barja	FECHA:				7/03/2019
RESPONSABLE	Jefe General de Operaciones y Jefe General de Mantenimiento					
ÁREA:	Molienda					
PUNTUACIÓN:						
0	Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado de 0 - 25 %					
1	Insuficiente - El grado de cumplimiento esta entre 25 - 50 %					
2	Bien - El grado de cumplimiento esta entre 50 - 75 %					
3	Excelente - El grado de cumplimiento esta entre 75 - 100 %					
		Puntaje		Porcentaje %		
SELECCIONAR		0	1	2	3	
1.¿Han sido eliminados todos los elementos innecesarios?					X	95%
2.¿Existen instructivos para disponer de los elementos innecesarios?				X		100%
3.¿Se han separado las herramientas y equipos operativos de los defectuosos?					X	95%
4.¿El personal conoce y hace uso de la tarjeta roja?		X				50%
5.¿El personal aplica el instructivo para disponer de los elementos innecesarios?					X	90%
6.¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?		X				50%
7.¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?				X		75%
8.¿El control de tarjetas rojas se encuentra al día?				X		75%
9.¿Las herramientas se encuentra rotuladas con la cinta del mes?					X	100%
10.¿Se cuenta con los medios para disponer los elementos innecesarios?				X		75%
Sub Total						81%
ORDENAR						
1.¿El personal vuelve a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?						0%
2.¿Las herramientas que se encuentran en uso pueden ser fácilmente ubicadas?						0%
3.¿El personal cuenta con la formación para llevar a cabo las actividades de orden?						0%
4.¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?						0%
5.¿Existe instructivos para realizar y mantener el orden en el área?						0%
6.¿El personal aplica el instructivo para realizar y mantener el orden en el área?						0%
7.¿Se cuenta con etiquetas y/o marcaciones en los lugares de almacenamiento?						0%
8.¿No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo?						0%
9.¿Los estantes y cajones están debidamente organizados?						0%
10.¿Hay líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?						0%
Sub Total						0%
LIMPIAR						
1.¿Se dispone de un programa de limpieza en el área?						0%
2.¿Se cumple el programa de limpieza del área?						0%
3.¿Se cumple con los tiempos establecidos en el programa de limpieza?						0%
4.¿Los accesos, escaleras y pisos se encuentran limpios?						0%
5.¿Las estructuras y equipos de la planta se encuentran limpios?						0%
6.¿Se dispone de planes para atacar la causa raíz de la suciedad?						0%
7.¿Los sistemas de drenaje y canalización trabajan de forma apropiada?						0%
8.¿Se cuenta con un control operativo para evitar derrames?						0%
9.¿Se cuenta con una respuesta rápida para reparar fugas y desperfectos que causen derrames de mineral?						0%
10.¿Se coordina constantemente con las áreas involucradas, para que mantengan limpias, las zonas con las que interactúan?						0%
Sub Total						0%
ESTANDARIZAR						
1.¿El personal usa el EPP apropiado de acuerdo a sus labores?						0%
2.¿Todos los instructivos cumplen con el estándar?						0%
3.¿La capacitación está estandarizada para el personal del área?						0%
4.¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?						0%
5.¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?						0%
6.¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y vestuario?						0%
7.¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?						0%
8.¿La señalización es estándar en las áreas de trabajo?						0%
9.¿Existen letreros para identificar las áreas y subáreas?						0%
10.¿La señalización es visible y se encuentra en buen estado?						0%
Sub Total						0%
DISCIPLINA						
Sub Total						
Puntaje Total						81%
Observaciones y/o recomendaciones						
Firma:		Firma:		Firma:		
Nombre:		Nombre:		Nombre:		
Evaluador 1		Evaluador 2		Responsable del área		

Después de realizado la auditoria se elabora un cuadro resumen como se muestra en la Tabla 16 con los siguientes resultados.

Para la primera auditoria se obtiene 81% de 90% esperado, con este resultado continuamos con la implementación de la metodología 5S.

Tabla 16. Resultados Auditoria 1ª "S" SEIRI.

RESULTADOS AUDITORIA 1ª "S" SEIRI - METODOLOGÍA 5S									
Nº "S".	RESULTADO ESPERADO EN %.	RESULTADO OBTENIDO EN %.	EMOTICÓN.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 0-1.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 0-1.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 1-2.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 1-2.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 2-3.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 2-3.
1ª "S" SEIRI	90%	81%		0	0	2	4,6	8	1-3,5,7-10
2ª "S" SEITON	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3ª "S" SEISO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4ª "S" SEIKETSU	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5ª "S" SHITSUKE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	90-100%		75-90%		60-75%		40-60%		Menosde 40%

Las recomendaciones después de la primera auditoria son:

- Continuar con las inspecciones documentales de control de tarjetas rojas.
- Continuar haciendo seguimiento a los listados de tarjetas rojas.
- Difundir y recordar en las charlas de seguridad diarias la importancia de la implementación de la metodología 5S.

c. Establecer parámetros para organizar documentos, equipos, herramientas, objetos y materiales necesarios en el lugar de trabajo, basados en los mapas de proceso.

En la Figura 32 se muestra el mapa de la distribución de las mangueras en el área molienda, este mapa será difundido entre los facilitadores y ejecutores de la metodología.

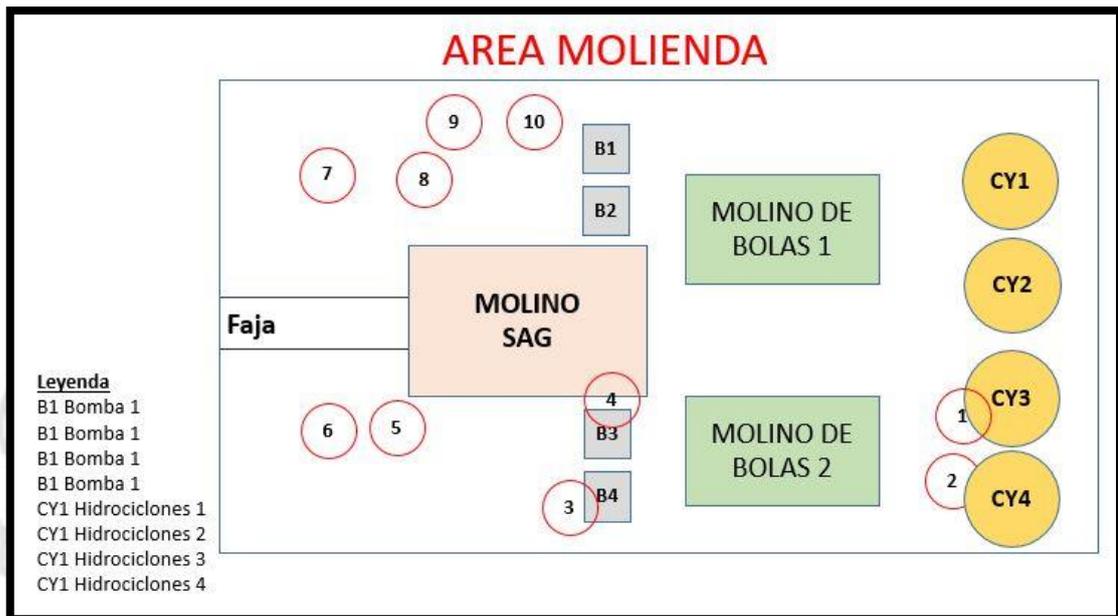


Figura 32. Ubicación de mangueras – Área molienda.

Elaboración propia.

Se dispone el mapa de porta mangueras en un lugar visible y verificar que se encuentre actualizado. Se realiza la lista de mangueras. (Ver Tabla 17).

Tabla 17. Lista de mangueras en el área molienda.

Puntos	Mangueras	Porta Mangueras	Adaptadores	Cadena Antilátigo	Conexión
1	1	1	1	0	Agua
2	1	1	0	1	Agua
3	1	1	1	1	Agua
4	1	1	1	0	Agua
5	1	1	1	0	Agua
6	1	1	1	0	Agua
7	1	1	1	0	Agua
8	1	1	1	1	Agua
9	1	1	0	0	Agua
10	1	1	0	0	Ninguna

Usando el mapa de porta mangueras, acercarse a los diferentes puntos y verificar la señalización sobre ellas. De no contar con señalización o presentarse en mal estado coordinar con el supervisor del área, para levantar esta observación.

Las mangueras enrolladas que se encuentren sobre el piso, o las que estén conectadas, pero no se estén usando deben ser enrolladas, en las porta mangueras.

En la figura 33 se muestra el adecuado almacenamiento de mangueras y señalización del porta mangueras esto aplica para los 10 puntos (Tabla 18), según el mapa de ubicación de mangueras en el área de molienda.



Figura 33. Almacenamiento de mangueras.

Elaboración propia (Fotografía).

d. Generación de ser necesario y según procedimiento y área, un toolroom.

Se desarrolla plano de ubicación áreas asignadas a: herramientas, mesas de trabajo, cajas de herramientas de uso personal, anaqueles de herramientas con alta rotación (ver Figura 34).

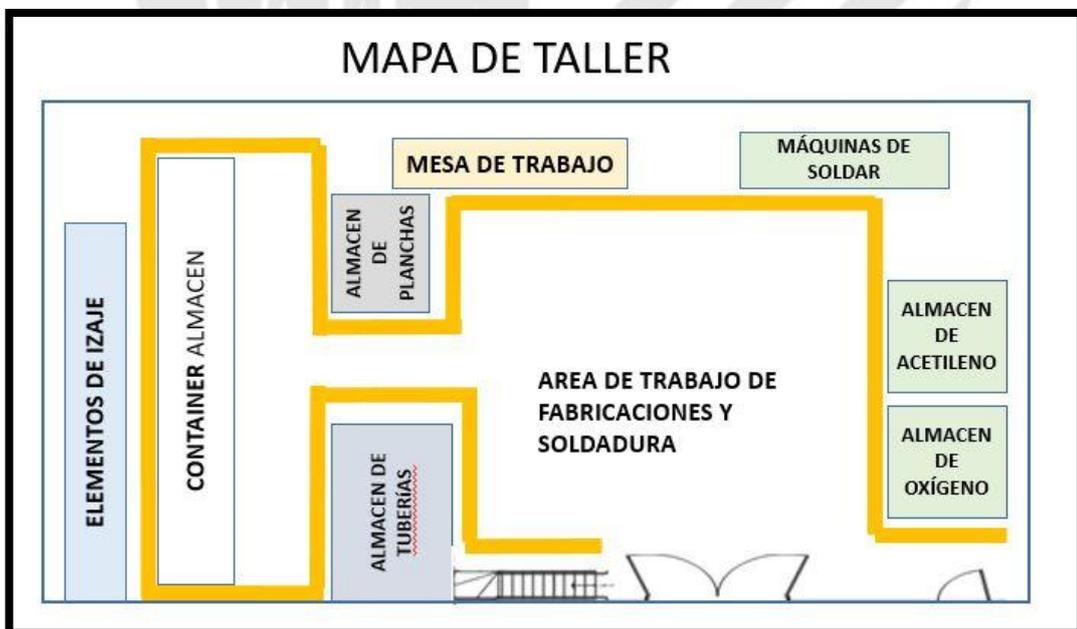


Figura 34. Plano de ubicación taller molinos

Elaboración propia

En la Figura 35 se muestra mapa de distribución de la plataforma JK210 zona de almacenamiento de repuestos del área de mantenimiento.

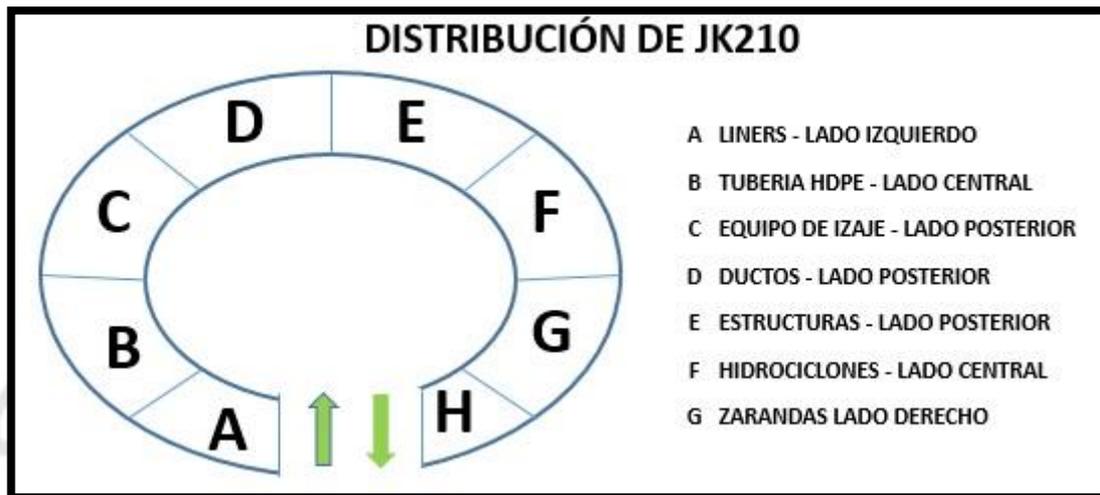


Figura 35. Mapa de distribución de plataforma JK210.

Elaboración propia.

En la Figura 36 se muestran fotografías de la plataforma JK210 según el mapa de distribución de la Figura 35.



Figura 36. Plataforma JK210 almacén de repuestos.

Elaboración propia.

e. **Generación de paneles de herramientas para mostrarlas en forma visual y reducir tiempos de búsqueda.**

- Desarrollar esquema de ambiente de almacenamiento.

- Disponer el esquema de ambiente de almacenamiento en un lugar visible y verificar que se encuentre actualizado (ver Figura 37).

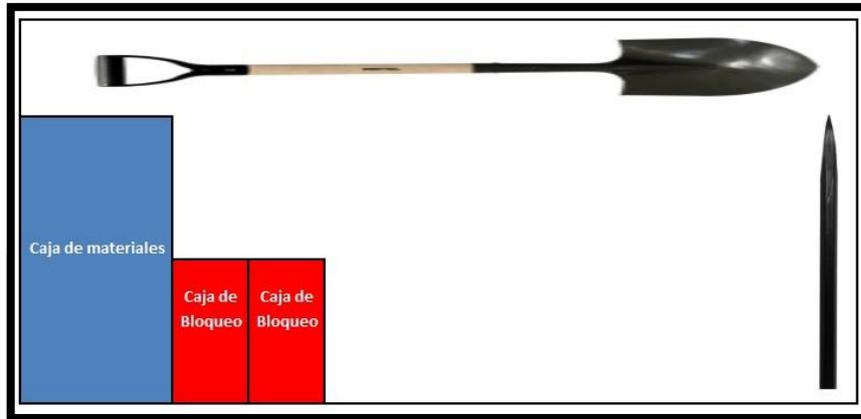


Figura 37. Esquema de almacenamiento de caja de metal.

Elaboración propia.

Se realiza una lista de herramientas para su rápida ubicación como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Inventario de herramientas caja de metal.

INVENTARIO CAJA DE METAL	
Palanas	2
Cajas de bloqueo	2
Barreta Pequeña	1
Espátula	1
Bolsa con presintos	1
Cinta masquin	1
Cinta gris	1
Cadenas	3
Pitonera	1
Palas pequeñas	2
Pinza de bloqueo Naranja	1

Acercarse al ambiente de almacenamiento, y usando el esquema de ambiente de almacenamiento, verificar la señalización y etiquetado. De no contar con señalización y etiquetado o presentarse en mal estado coordinar con el supervisor del área, para levantar esta observación.

Las herramientas, materiales y otros colocados sobre los anaqueles, deben seguir el criterio de que lo más pesado debe estar en los niveles inferiores de los anaqueles y lo más liviano en los niveles superiores. En la Figura 38 se muestra el correcto almacenamiento de las herramientas en el taller de mecánicos del área molienda.



Figura 38. Almacenamiento correcto de herramientas.

Elaboración propia (Fotografía).

El almacenaje de materiales en estantes, repisas o pisos debe ser ordenado, permitiendo su fácil acceso por cualquier trabajador o equipo de carga. Todas las repisas deben estar ancladas. Se debe disponer de escaleras para el fácil acceso a las repisas que excedan uno punto setenta (1.70) metros de altura.

En cuanto a los productos químicos almacenados, se debe contar las hojas MSDS, así como también contar con un kit para control de derrames.

En la Figura 39 se muestra la caja transparente ubicada en la oficina de molinos, en estas cajas se almacenan las MSDS (Material Safety Data Sheet) Hoja de datos de seguridad de materiales.

MSDS

HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

CALERA NUEVO AMANECER SAC

HOJA DE SEGURIDAD (Material Safety Data Sheet)
CAL APAGADA (HIDRÓXIDO DE CAL CIO)

IDENTIFICACIÓN

Nombre del producto	Cal apagada
Nombre comercial	Cal apagada, Hidróxido de Calcio.
Sinónimos	Cal hidratada, Hidróxido de calcio, Miram de calcio, Cal muera, Cal de construcción, Cal agrícola
Nombre químico y fórmula	Hidróxido de Calcio, $Ca(OH)_2$
Clase de ataque peligroso y riesgo secundario	Clase 8. Sustancia corrosiva.
Disposiciones especiales	SP 105: Clasificada como peligrosa sólo para transporte aéreo.
Diseño de envase/etiqueta	H: Etiqueta peligrosidad.
Usos	El hidróxido de calcio se utiliza como regulador de pH en la industria minera, manufactura de hormigón, yeso, cemento y otros materiales de construcción; álcali, casero, fluidos de perforación, lubricantes, petroquímica, pesticidas, pulpa y papel, pinturas basadas en agua, blanqueadores y otros productos químicos; desacidificante, agente de la refinación del azúcar, agente de la neutralización de ácidos, tratamiento de agua y afianzante industrial, suplemento y aditivo alimenticio.
Presentación	En sacos de 50.00 Kg.
Granulometría	Mulda; irregular

Figura 39. Hoja de datos de Seguridad de Materiales.

Elaboración propia (Fotografía).

Las herramientas, materiales y otros colocados sobre anaqueles y a nivel del suelo, deben contar con etiquetado, código o color para cada clase de artículo. En la Figura 40 se muestran el orden en las herramientas desde pistolas neumáticas, cajas de bloqueo, llaves mixtas, combas, eslingas, acoples neumáticos y cajas de herramientas.

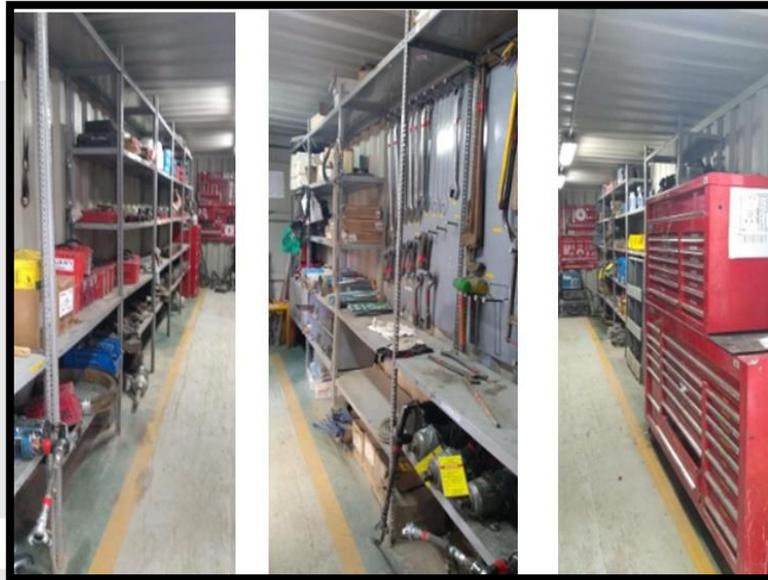


Figura 40. Almacenamiento de herramientas.

Elaboración propia (Fotografía).

En la Tabla 19 se muestra la lista básica de herramientas del container de mantenimiento del área de molienda

Tabla 19. Lista de Herramientas.

LISTA DE HERRAMIENTAS					
Ubicación	Container Molienda	Fecha Actualiz.	14-Mar-19		
ITEM	HERRAMIENTA	MARCA	CANTIDAD	Ubicación	
1	Alicate Universal 8"	KNIPEX	04	B102	
2	Alicate Corte 5,5"	KNIPEX	04	B102	
3	Llave francesa 10 "	KNIPEX	02	B102	
4	Alicate de punta 8"	KNIPEX	05	B102	
5	Alicate pico de loro 10"	KNIPEX	01	B102	
6	Destornillador estrella PH0	KNIPEX	05	B102	
7	Destornillador estrella PH1	KNIPEX	04	B102	
8	Destornillador estrella PH2	KNIPEX	02	B102	
9	Destornillador estrella PH3	KNIPEX	03	B102	
10	Destornillador estrella PH4	KNIPEX	04	B102	
11	Destornillador plano 3,0 x 3,5 mm	KNIPEX	03	B102	
12	Destornillador plano 2,5 x 0,4 mm	KNIPEX	02	B102	
13	Destornillador plano 0,4 x 0,8 mm	KNIPEX	08	B102	
14	Destornillador plano 6,5 x 1,2 mm	KNIPEX	07	B102	
15	Destornillador plano 3,5 x 0,6 mm	KNIPEX	05	B102	
16	Destornillador plano 5,5 x 1,0 mm	KNIPEX	06	B102	
17	llave de tablero mixta	KNIPEX	05	B102	
18	Kits de destornilladores y alicates	KNIPEX	01	B102	
19	Juego de llaves hexagonales metricas	PROTO	03	B102	
20	Juego de llaves hexagonales pulgadas	PROTO	03	B102	
21	Juego de llaves torx	Eklind	03	B102	
22	Cintas de impresora portatil 114548-Y958908	Brady	01	A50	
23	Cintas de impresora portatil 115084-Y1173384	Brady	10	A50	
24	Pelacables 20 -10 AWG	Greenlee	01	B102	
25	Wincha 3 metros	Stanley	04	B102	
26	Cuchilla hoja fija	Stanley	03	B102	
27	Juego de llave mixtas 17 Unid x pulg	Westward	01	B102	
28	Juego de llave mixtas 17 Unid x mm	Westward	01	B102	
29	VisualFaultLocator	Fluke	02	A50	
30	Maleta de Nylon de herramientas	Westward	05	A50	

f. Desarrollo de controles visuales (señaléticas) e indicadores visuales (herramientas de control de fácil detección).

Se realiza una cartilla de mano para ser difundida entre todos los colaboradores del área de molienda (ver Figura 41).

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S

OBJETIVOS DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5S

- Disminuir la accidentabilidad.
- Incrementar la Productividad.
- Mejorar la Calidad de las actividades realizadas.
- Poder encontrar cualquier cosa en menos de 30 segundos, sean objetos físicos o información en computadora.

FACILITADOR
Es la persona que va a coordinar el proyecto, guiando al equipo en la implantación de la metodología. Ser un experto conocedor de la metodología 5S, formarse continuamente y aprovechar todas las oportunidades de aprendizaje que se presentan.

EJECUTOR
Ejecutar las acciones acordadas en cada fase del proceso de implantación. Proponer ideas de mejora y decidir en grupo las soluciones a implantar. Proponer acciones correctivas ante las desviaciones en el orden y limpieza.

METODOLOGÍA DE LAS 5S

SEIRI SELECCIONAR	Solo lo que se necesita, en la cantidad necesaria y cuando se necesite.
SEITON ORDEN	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
SEISO LIMPIEZA	El lugar más limpio, no es el que más se asea, si no el que menos se ensucia.
SEIKETSU ESTANDARIZAR	Di lo que haces, haz lo que dices, y demuéstalo.
SHITSUKE DISCIPLINA	Hábito de mantener correctamente los procedimientos adecuados, buscando la mejora continua.

Diagrama de las 5S: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar), Shitsuke (Disciplina).

Figura 41. Cartilla de mano 5S.

Elaboración propia.

3.5.4 Fase 3: Tercera S Seiso – Limpiar.

Se desarrolla en 9 actividades:

a. Entrenamiento en métodos de limpieza; usar y segregar herramientas por uso de importancia en un proceso productivo.

Se realizó el entrenamiento respectivo en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 20 y 21 de marzo de 2019 de 5 horas cada una para las cuatro guardias, según el programa de la Tabla 20. En total 32 personas participaron de la capacitación.

Tabla 20. Programa de capacitación tercera S.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TERCERA S SEISO LIMPIAR						
GERENCIA: OPERACIONES		AREA DE MOLIENDA				
Item	ACTIVIDADES	8:00 a	9:00 a	10:00 a	11:00 a	13:00 a
		9:00	10:00	11:00	12:00	14:00
1	Inicio del programa					
2	Conceptos básicos de limpieza					
3	Productos de limpieza a utilizar					
4	Tercera S: Seiso. Limpiar					
5	Programas y Mapas de limpieza					
6	Evaluación final y cierre					

- El equipo de técnicos del área de mantenimiento de Molienda, realizara una limpieza semanal de todas las áreas de trabajo verificando que las áreas estén completamente libres de contaminantes, polvo, grasa, etc.
- Para este trabajo se usarán herramientas de limpieza, desengrasantes y los aspectos que se generen se dispondrán cumpliendo las normas medio ambientales vigentes en la operación.
- Se usarán herramientas de limpieza como son: Escobas, escobillas, jalador de agua, trapeador, trapo industrial y desengrasante.

b. Entrenamiento y generación de un programa de inspección de mantenimiento.

Se desarrolla el entrenamiento práctico y la elaboración del programa de limpieza el cual se muestra en la Figura 45 y la Tabla 21. Se lleva a cabo un simulacro de limpieza de una celda de flotación.



Figura 42. Entrenamiento de Limpieza.
Elaboración propia (Fotografía).

Tabla 21. Programa de limpieza.

LISTA DE RESPONSABILIDADES PROGRAMA DE LIMPIEZA - PINTURA - MOLINOS								
ÁREA	ZONA DEL ÁREA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	ELEMENTOS DE LIMPIEZA	EPP	TIEMPO ESTIMADO DE LIMPIEZA	FOTOGRAFIA DEL ESTANDAR	OBSERVACIONES
Taller	Mesas de trabajo	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	Interdiario	Desengrasante, trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes	1 hora		
Taller	Locker de productos inflamables	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x semana.	Desengrasante, trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes	1 hora		
Taller	Container herramientas	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x semana.	Escoba, trapo industrial	Gafas, mascarillas, guantes	3 horas		
Taller	Escaleras	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x semana.	Desengrasante, trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes	1 hora		
Taller	Rack de fasteners (pernería)	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x semana.	Trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes	3 horas		
Taller	Oficina de molinos	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x semana.	Escoba, trapo industrial	Gafas, mascarillas, guantes	30 minutos		
Taller	Loza de carga y descarga de componentes	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x semana.	Escoba, trapo industrial	Gafas, mascarillas, guantes	1 hora		
Taller	Pisos de taller	Técnico Molinos 1 Técnico Molinos 2	1 x mes	Pintura	Gafas, mascarillas, guantes	6 horas		
Pebbles	Contenedor Pebbles	Técnico Pebbles 1 Técnico Pebbles 2	1 x semana.		Gafas, mascarillas, guantes	3horas		
Pebbles	Contenedor Pebbles	Técnico Pebbles 1 Técnico Pebbles 2	1 x semana.	Desengrasante, trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes	3horas		
Pebbles	Contenedor Pebbles	Técnico Pebbles 1 Técnico Pebbles 2	1 x semana.	Escoba, trapo industrial	Gafas, mascarillas, guantes vinilo.	3 horas		
Ciclones	Ciclones	Técnico Ciclones 1 Técnico Ciclones 2	1 x semana.	Desengrasante, trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes	3horas		
Ciclones	Ciclones	Técnico Ciclones 1 Técnico Ciclones 2	1 x semana.	Desengrasante, trapo industrial.	Gafas, mascarillas, guantes vinilo.	3horas		
Ciclones	Ciclones	Técnico Ciclones 1 Técnico Ciclones 2	1 x semana.	Escoba, trapo industrial	Gafas, mascarillas, guantes vinilo.	3 horas		

c. Auditoria de la fase 3.

En la Tabla 22 se muestra la auditoria del día 27 de marzo de 2019 basado en el formato del Anexo 1.

Tabla 22. Auditoria 2ª "S" SEITON – Metodología 5S.

E		AUDITORIA 2ª "S" SEITON - METODOLOGÍA 5S				Código:	
MINERA						Versión:	
EVALUADORES:	Erick Barja					FECHA:	27/03/2019
RESPONSABLE	Jefe General de Operaciones y Jefe General de Mantenimiento						
ÁREA:	Molienda						
PUNTUACIÓN:							
0	Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado de 0 - 25 %						
1	Insuficiente - El grado de cumplimiento esta entre 25 - 50 %						
2	Bien - El grado de cumplimiento esta entre 50 - 75 %						
3	Excelente - El grado de cumplimiento esta entre 75 - 100 %						
						Puntaje	
						Porcentaje %	
SELECCIONAR							
		0	1	2	3		
1.¿Han sido eliminados todos los elementos innecesarios?					X	100%	
2.¿Existen instructivos para disponer de los elementos innecesarios?					X	100%	
3.¿Se han separado las herramientas y equipos operativos de los defectuosos?					X	95%	
4.¿El personal conoce y hace uso de la tarjeta roja?				X		75%	
5.¿El personal aplica el instructivo para disponer de los elementos innecesarios?					X	90%	
6.¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?			X			75%	
7.¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?					X	95%	
8.¿El control de tarjetas rojas se encuentra al día?					X	95%	
9.¿Las herramientas se encuentra rotuladas con la cinta del mes?					X	100%	
10.¿Se cuenta con los medios para disponer los elementos innecesarios?					X	75%	
Sub Total						90%	
ORDENAR							
1.¿El personal vuelve a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?				X		75%	
2.¿Las herramientas que se encuentran en uso pueden ser fácilmente ubicadas?					X	95%	
3.¿El personal cuenta con la formación para llevar a cabo las actividades de orden?				X		75%	
4.¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?				X		75%	
5.¿Existe instructivos para realizar y mantener el orden en el área?					X	100%	
6.¿El personal aplica el instructivo para realizar y mantener el orden en el área?		X				50%	
7.¿Se cuenta con etiquetas y/o marcaciones en los lugares de almacenamiento?					X	90%	
8.¿No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo?		X				50%	
9.¿Los estantes y cajones están debidamente organizados?					X	95%	
10.¿Hay líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?		X				50%	
Sub Total						76%	
LIMPIAR							
1.¿Se dispone de un programa de limpieza en el área?						0%	
2.¿Se cumple el programa de limpieza del área?						0%	
3.¿Se cumple con los tiempos establecidos en el programa de limpieza?						0%	
4.¿Los accesos, escaleras y pisos se encuentran limpios?						0%	
5.¿Las estructuras y equipos de la planta se encuentran limpios?						0%	
6.¿Se dispone de planes para atacar la causa raíz de la suciedad?						0%	
7.¿Los sistemas de drenaje y canalización trabajan de forma apropiada?						0%	
8.¿Se cuenta con un control operativo para evitar derrames?						0%	
9.¿Se cuenta con una respuesta rápida para reparar fugas y desperfectos que causen derrames de mineral?						0%	
10.¿Se coordina constantemente con las áreas involucradas, para que mantengan limpias, las zonas con las que interactúan?						0%	
Sub Total						0%	
ESTANDARIZAR							
1.¿El personal usa el EPP apropiado de acuerdo a sus labores?						0%	
2.¿Todos los instructivos cumplen con el estándar?						0%	
3.¿ La capacitación está estandarizada para el personal del área?						0%	
4.¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?						0%	
5.¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?						0%	
6.¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y vestuario?						0%	
7.¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?						0%	
8.¿La señalización es estándar en las áreas de trabajo?						0%	
9.¿Existen letreros para identificar las áreas y subáreas?						0%	
10.¿ La señalización es visible y se encuentra en buen estado?						0%	
Sub Total						0%	
DISCIPLINA							
Sub Total							
Puntaje Total						83%	
Observaciones y/o recomendaciones							
Firma:		Firma:		Firma:			
Nombre:		Nombre:		Nombre:			
Evaluador 1		Evaluador 2		Responsable del área			

Después de realizado la auditoria se elabora un cuadro resumen como se muestra en la Tabla 23 con los siguientes resultados.

Para la segunda auditoria se obtiene 90% de 90% en Seiri y 76% de 90% esperado en Seiton, con estos resultados continuamos con la implementación de la metodología 5S.

Tabla 23. Resultados auditoria 2ª "S" SEITON.

RESULTADOS AUDITORIA 2ª "S" SEITON - METODOLOGÍA 5S									
Nº "S".	RESULTADO ESPERADO EN %.	RESULTADO OBTENIDO EN %.	EMOTICÓN.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 0-1.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 0-1.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 1-2.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 1-2.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 2-3.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 2-3.
1ª "S" SEIRI	90%	90%		0	0	0	0	10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
2ª "S" SEITON	90%	76%		0	0	3	6,8,10	7	1-5,7,9
3ª "S" SEISO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4ª "S" SEIKETSU	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5ª "S" SHITSUKE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	90-100%		75-90%		60-75%		40-60%		Menos de 40%

Las recomendaciones después de la segunda auditoria son:

- Realizar charlas semanales recordando cada uno de las actividades de 5S para interiorizar el mensaje y aclarar dudas que vayan presentándose.
- Continuar con las inspecciones documentales de control de tarjetas rojas.
- Continuar haciendo seguimiento a los listados de tarjetas rojas.
- Difundir y recordar en las charlas de seguridad diarias la importancia de la implementación de la metodología 5S.

d. Generación de herramientas de control como Check List, etc.

En la Tabla 24 se muestra el check list de orden y limpieza considerando locales, suelos y/o pasillos, almacenaje, maquinaria y/o equipos y herramientas.

Tabla 24. Check list semanal de inspección de orden y limpieza

CHECK LIST SEMANAL DE INSPECCION DE ORDEN Y LIMPIEZA				
	SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE
1 LOCALES				
1.1 Las escaleras y plataformas estan limpias, en buen estado y libres de obstáculos.				
1.2 Las paredes están limpias y en buen estado.				
1.3 Las ventanas y tragaluces están limpias y no impiden la entrada de luz natural.				
1.4 El sistema de iluminación esta mantenido de forma eficiente y limpio.				
1.5 Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidos.				
1.6 Los medios de extinción están en su lugar de ubicación, visibles y accesibles.				
2. SUELOS Y PASILLOS				
2.1 Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios de material innecesario.				
2.2 Están las vías de circulación de personas y vehiculos diferenciadas y señalizadas.				
2.3 Los pasillos, zonas de tránsito y vías de evacuación están libres de obstáculos.				
2.4 Las carretillas están aparcadas en los lugares destinados a dichos elementos.				
3. ALMACENAJE				
3.1 Las areas de almacenamiento y disposición de materiales están señalizadas.				
3.2 Los materiales y sustancias almacenados se encuentran correctamente identificados.				
3.3 Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso.				
3.4 Los materiales se apilan y cargan de manera segura, limpia y ordenada.				
4. MAQUINARIA Y EQUIPOS				
4.1 Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo material innecesario.				
4.2 Se encuentran libres de fugas de aceites y grasas.				
4.3 Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad requeridos				
5. HERRAMIENTAS				
5.1 Están almacenados en cajas o paneles adecuados.				
5.2 Se guardan limpias de aceite y grasa.				
5.3 Las herramientas eléctricas tienen sus cables y conexiones en buen estado.				
5.4 Están en condiciones seguras para el trabajo.				
6. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL Y ROPA DE TRABAJO				
6.1 Se encuentran marcados o codificados para poderlos identificar por su usuario.				
6.2 Se guardan en lugares especificos de uso personal (taquillas).				
6.3 Se encuentran limpios y en buen estado.				
6.4 Cuando son desechables, se depositan en los contenedores adecuados.				
7. RESIDUOS				
7.1 Los contenedores están colocados próximos y accesibles a lugares de trabajo.				
7.2 Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales.				
7.3 Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos cerrados.				
7.4 Los residuos incompatibles se recogen en contenedores separados.				
7.5 Se evita el rebose de los contenedores.				
7.6 La zona alrededor de los contenedores de residuos está limpia.				
7.7 Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área.				

e. Generación de un programa de inspección de mantenimiento.

Se desarrolla el programa de inspección de mantenimiento el cual se da cumplimiento una vez en cada guardia de 12 horas, en este punto se reforzará con el cumplimiento del programa de limpieza de la Tabla 21.

En la Tabla 25 se muestra el formato de inspección de mantenimiento donde se tienen en cuenta los principales equipos del área de molienda, en el momento de la inspección el encargado también deberá verificar los equipos auxiliares y cualquier condición anormal deberá reportarlo mediante el formato mostrado.

Tabla 25. Formato de inspección de mantenimiento.

Formato de Inspección Mantenimiento 5S's		
Área:	Molienda	
Fecha:		Turno: _____
RESPONSABLES:		
Facilitador:	_____	
Ejecutor 1:	_____	
Ejecutor 2:	_____	
Item	Descripción	Observaciones
	Inspección de apron feeder	
1	Inspección alimentador de bolas	
2	Inspección de soplador de cal	
3	Inspección decolector de cal	
4	Inspección soplador de sello de polvo	
5	Inspección de belt feeder	
6	Inspección de chancadoras pebbles	
7	Inspección de faja 1	
8	Inspección de faja 5	
9	Inspección de magneto 3 y 4	
10	Inspección de faja 4	
11	Inspección de bombas de ciclones	
12	Inspección de molino SAG	
13	Inspección de molinos de bolas	
14	Inspección de zaranda	
15	Inspección de Faja 9	
16	Inspección de Faja 10	

f. Generación de programas (jornadas) de limpieza profunda.

Las limpiezas profundas programadas coincidirán con las paradas largas de mantenimiento marzo y setiembre de cada año. En la Figura 43 se muestra las fotografías del antes y después de la limpieza profunda después de una parada larga.

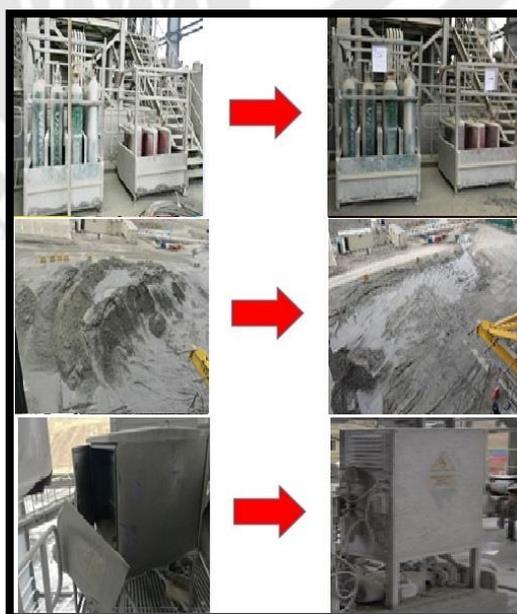


Figura 43. Limpieza profunda parada larga
Elaboración propia (Fotografía).

g. Eliminar causas de suciedad para hacer sostenible la limpieza.

Se realiza una inspección visual encontrándose que la causa primordial de la suciedad en el área de molinos es la polución de cal, esto se da porque la dosificación de cal es a granel mediante dos tornillos helicoidales, los cuales descargan de un silo hacia la faja de alimentación de mineral del molino SAG (Semiautógeno). En la Figura 44 se muestra la fotografía de la descripción anterior.

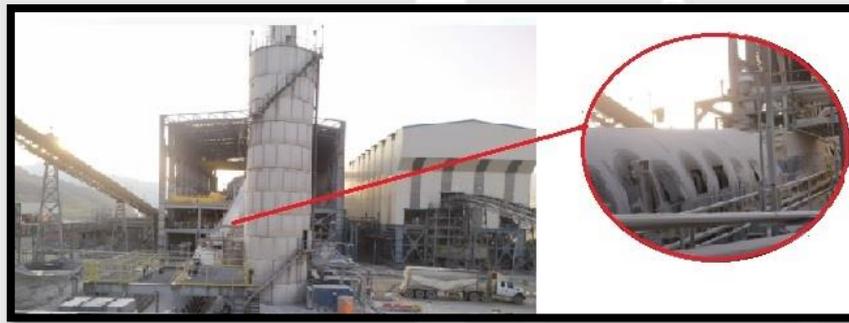


Figura 44. Alimentación de cal a mollienda.

Elaboración propia (Fotografía).

Se deriva la causa al área de ingeniería para el diagnóstico y evaluación para la implementación de una planta de lechada de cal.

Las áreas que por motivos de trabajo hagan uso de las instalaciones de la planta, tienen el deber de entregar el área completamente limpia luego de culminar sus actividades.

Si el personal de operaciones observa, que el espacio que fue utilizado por personal de otras áreas, se ha dejado con desperdicios o residuos, lo reportará a su supervisor inmediatamente, para que se envíe un correo al supervisor del área involucrada, y se levante la condición en un plazo no mayor a dos días así como lo muestra la Figura 45.



Figura 45. Levantamiento de observación.

Elaboración propia (Fotografía).

h. Desarrollo del mapa de 5s y asignación de roles.

Se elabora en el mapa y programa de limpieza teniendo como participación a facilitador y ejecutor.

En la Figura 46 de muestra el mapa de limpieza para cuatro actividades:

- Limpieza piso debajo del molino SAG nivel 0.
- Limpieza de cabeza de la faja 1 y piso del molino SAG.
- Limpieza del pasadizo al frente de la sala 10.
- Limpieza de desechos en todo el edificio de molienda

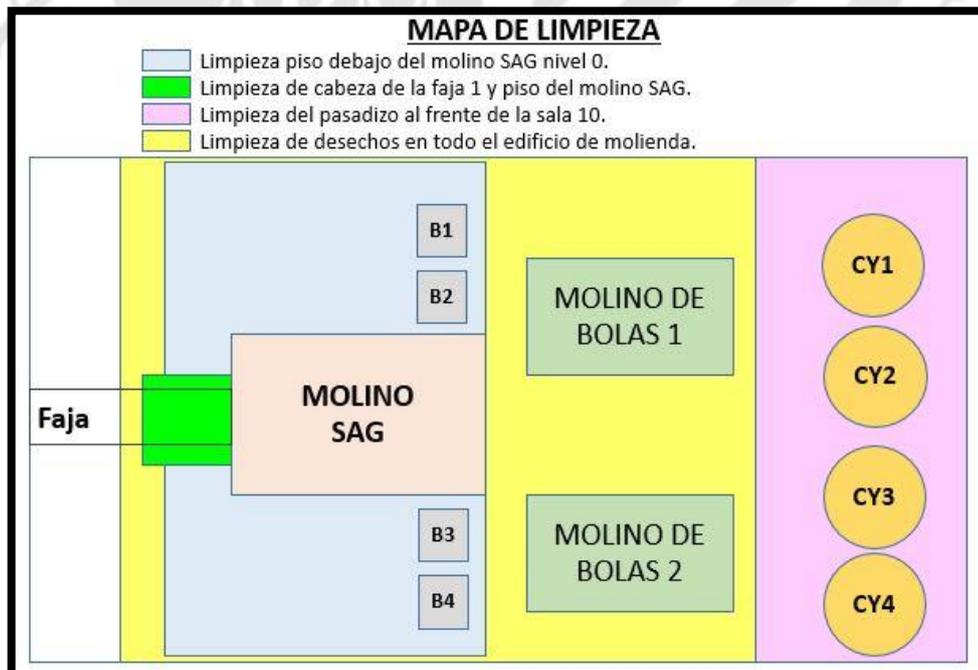


Figura 46. Mapas de limpieza.

Elaboración propia.

A continuación, se muestra en la Tabla 26 el programa de limpieza y la designación de responsables basado en el mapa de limpieza.

Tabla 26. Programa de limpieza – Responsables.

PROGRAMA DE LIMPIEZA ÁREA MOLINOS								
ACTIVIDAD	RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	FRECUENCIA	ARTICULOS DE LIMPIEZA	TIEMPO	N° DE PERSONAS	ÁREAS RELACIONADAS	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	CUMPLIMIENTO
Limpeza de desechos en todo el edificio de molienda	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	1 vez por semana	Bolsas	3 horas	1	•Mantenimiento •Servicios Generales	•Jalador	
Limpeza de cabeza de la Faja 1	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	1 vez por semana		3 horas	2		•Manguera de agua	
Limpeza del pasadizo al frente de la Sala 10	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	1 vez por semana		2horas	1		•Manguera de agua •Palana	
Limpeza piso debajo del molino SAG, nivel cero.	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	2 veces por semana		6 horas	1	•Mantenimiento •Servicios Generales	•Manguera de agua •Minicargador	
Limpeza del Trench	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	Diario		4 horas	1- 2	•Mantenimiento •Servicios Generales	•Mangueras de agua • Bomba Drag Flow • Bomba Drag Flow	
Limpeza de desechos en todo el edificio de chancado Pebbles	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	1 veces por semana	Bolsas	1 hora	1	•Mantenimiento •Servicios Generales	•Jalador	
Limpeza de pisos del edificio de Chancado Pebbles	•Supervisor - Guardia 1 •Supervisor- Guardia 2 •Supervisor- Guardia 3 •Supervisor - Guardia 4	1 veces por semana		6 horas	1		•Manguera de agua •Minicargador	

i. Generación de un programa de reconocimiento.

Se realiza un reconocimiento a los ejecutores y facilitadores de la implementación de la metodología 5S (ver Figura 47).



Figura 47. Programa de reconocimiento.
Elaboración propia (Fotografía).

3.5.5 Fase 4: Cuarta S Seiketsu – Mantener o estandarizar.

Se desarrolla en 9 actividades:

a. En esta fase, se desarrollarán acciones para la estandarización de las fases 1,2 y 3, a fin de conservar y mejorar los resultados ya logrados.

- Antes de iniciar con el proceso de estandarización, previamente se deberá haber aplicado o desarrollado las 3 primeras S's en el área de Molinos.
- Una vez implementadas las 3 primeras S's se deberá identificar los puntos a estandarizar los cuales para nuestro caso será:
- Estandarización de pisos.

Todos los pisos referentes a áreas de manipulación de herramientas y/o elementos para los trabajos mecánicos (sea almacén de herramientas, almacén de elementos de izaje, patio de taller, etc.) deberán ser pintados y señalizados de la siguiente manera:

Los pisos deberán ser pintados de color verde con pintura para tráfico. Las delimitaciones de los estantes, mesas, etc. se deberán

pintar de color amarillo con pintura para tráfico. El espesor de la línea de demarcación deberá ser de aproximadamente 3". En la Figura 48 se muestra fotografías del cumplimiento de la estandarización de pisos.



Figura 48. Estandarización de pisos.

Elaboración propia (Fotografía).

- Estandarización de estructuras y barandas.

Todas las barandas de los pasillos deberán contar con rodapiés y ser pintadas de color amarillo con pintura para tráfico (ver Figura 49). Las estructuras del taller y/o lugares en los cuales se corre el riesgo de tener un choque ya sea mediante vehículos o a pie, se deberá señalar con cinta reflectiva color amarillo fosforescente.



Figura 49. Estandarización de barandas.

Elaboración propia (Fotografía).

- Estandarización de estantería.

Todos los estantes en los cuales se almacenan repuestos deberán ser rotulados y mapeados de la siguiente manera:

Deberán contar con un rotulo vertical (designado por letras) y horizontal (designado por números), para de esta manera identificar cada recuadro del estante e identificar que elementos irán almacenados en dichos recuadros. (ver Figura 50).



Figura 50. Estandarización de estantería.

Elaboración propia (Fotografía).

- Estandarización de información visual.

Toda la información correspondiente a mantener la estandarización deberá estar visible para todo el personal, esta información básicamente deberá ser (ver Figura 51):

- Carteles de identificación de zonas, herramientas y repuestos.
- Lista de responsables de orden, clasificación y limpieza.
- Definiciones y ayudas sobre 5s.
- Plan de limpieza.



Figura 51. Estandarización de información visual.

Elaboración propia. (Fotografía).

b. Programa de capacitación y formación de inspectores de 5s para luego generar un programa de inspecciones internas cruzadas.

Se realizó el entrenamiento de inspectores en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 20 y 21 de abril de 2019 de 5 horas cada una para las cuatro guardias, según el programa de la Tabla 27. En total 12 personas participaron de la capacitación conformados por supervisores y jefes de guardia.

Tabla 27. Programa de capacitación inspectores cuarta s.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CUARTA S MANTENER O ESTANDARIZAR						
GERENCIA: OPERACIONES		AREA DE MOLIENDA				
Item	ACTIVIDADES	8:00 a	9:00 a	10:00 a	11:00 a	12:00 a
		9:00	10:00	11:00	12:00	13:00
1	Inicio del programa					
2	CUARTA S: Seiketsu. Mantener o estandarizar					
3	Inspecciones cruzadas					
4	Responsabilidades del inspector					
5	Accciones del inspector					
6	Importancia de la metodología en la productividad					
7	Taller de inspecciones cruzadas					
8	Evaluación y cierre.					

En el ítem 6 del programa de capacitación inspectores se muestra el análisis económico financiero de la importancia de la aplicación de la metodología 5S en la productividad del área molienda. El análisis económico se muestra en el capítulo 5 de la presente tesis.

Se desarrolla el formato para inspecciones cruzadas como se muestra en la Tabla 28, las inspecciones se realizan entre el área de operaciones y mantenimiento.

Tabla 28. Formato de inspección cruzada.

Formato de Inspección Semanal del área, orientado a 5S's		
Área:	Molienda	
Fecha:	Turno: _____	
RESPONSABLES:		
Facilitador:	_____	
Ejecutor 1:	_____	
Ejecutor 2:	_____	
Item	Observación	Responsable de Ejecutar
1		
2		
3		

c. Programar por lo menos dos jornadas de limpieza profunda por año.

Las limpiezas profundas programadas coincidirán con las paradas largas de mantenimiento marzo y setiembre de cada año.

d. Desarrollo de un programa de competencias inter-áreas.

Se desarrolla reportes del área de operaciones y mantenimiento semanales. Los archivos de los reportes son almacenados en la carpeta: Z:\Gerencia de Procesos\Presentaciones Metodología 5S.

e. Desarrollo de un programa de reconocimiento. Premiaciones por desempeño sobresaliente.

Se premia a las personas que mejor tienen el área de trabajo. Se realiza un reconocimiento a los ejecutores y facilitadores de la implementación de la metodología 5S (ver Figura 23).



Figura 52. Premiaciones por desempeño.

Elaboración propia (Fotografía).

- f. **Promover condiciones que contribuyan a controlar lo que ocurre en su área de trabajo de manera visual.**

Se desarrolla la estandarización de información visual indicada en la Figura 53 dando a conocer a los responsables y facilitadores de 5S en el área molienda.



Figura 53. Estandarización visual 5S.
Elaboración propia (Fotografía).

3.5.6 Fase 5: Quinta S Shitsuke – Seguir mejorando.

- a. **Campaña de sensibilización para respetar y mantener lo logrado.**

Se coloca carteles en los principales accesos para continuar con la implementación permanente de la metodología 5S (ver Figura 54).



Figura 54. Campaña de sensibilización Shitsuke.
Elaboración propia (Fotografía).

b. Mantener el programa de inspecciones cruzadas.

Se continúa con las inspecciones cruzadas según formato de la Tabla 28, manteniendo una frecuencia mensual. Los facilitadores del área de operaciones inspeccionarán el área de mantenimiento y los facilitadores del área de mantenimiento inspeccionarán el área de operaciones.

c. Auditoria de la fase 5.

Se realiza la auditoria el día 27 de marzo de 2019 (ver Tabla 29).

Tabla 29. Auditoria 4ª "S" SEIKETSU – Metodología 5S.

E MINERA		AUDITORIA 4ª "S" SEIKETSU - METODOLOGÍA 5S				Código:	
						Versión:	
EVALUADORES:		Erick Barja		FECHA:		12/05/2019	
RESPONSABLE		Jefe General de Operaciones y Jefe General de Mantenimiento					
ÁREA:		Molienda					
PUNTUACIÓN:							
0	Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado de 0 - 25 %						
1	Insuficiente - El grado de cumplimiento esta entre 25 - 50 %						
2	Bien - El grado de cumplimiento esta entre 50 - 75 %						
3	Excelente - El grado de cumplimiento esta entre 75 - 100 %						
						Puntaje	
						0	1
						2	3
						Porcentaje %	
SELECCIONAR							
1.¿Han sido eliminados todos los elementos innecesarios?						X	100%
2.¿Existen instructivos para disponer de los elementos innecesarios?						X	100%
3.¿Se han separado las herramientas y equipos operativos de los defectuosos?						X	95%
4.¿El personal conoce y hace uso de la tarjeta roja?						X	95%
5.¿El personal aplica el instructivo para disponer de los elementos innecesarios?						X	90%
6.¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?						X	90%
7.¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?						X	95%
8.¿El control de tarjetas rojas se encuentra al día?						X	95%
9.¿Las herramientas se encuentra rotuladas con la cinta del mes?						X	100%
10.¿Se cuenta con los medios para disponer los elementos innecesarios?						X	95%
Sub Total							96%
ORDENAR							
1.¿El personal vuelve a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?						X	95%
2.¿Las herramientas que se encuentran en uso pueden ser fácilmente ubicadas?						X	100%
3.¿El personal cuenta con la formación para llevar a cabo las actividades de orden?						X	95%
4.¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?						X	95%
5.¿Existe instructivos para realizar y mantener el orden en el área?						X	100%
6.¿El personal aplica el instructivo para realizar y mantener el orden en el área?					X		75%
7.¿Se cuenta con etiquetas y/o marcaciones en los lugares de almacenamiento?						X	90%
8.¿No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo?						X	90%
9.¿Los estantes y cajones están debidamente organizados?						X	95%
10.¿Hay líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?						X	90%
Sub Total							93%
LIMPIAR							
1.¿Se dispone de un programa de limpieza en el área?						X	100%
2.¿Se cumple el programa de limpieza del área?						X	100%
3.¿Se cumple con los tiempos establecidos en el programa de limpieza?					X		75%
4.¿Los accesos, escaleras y pisos se encuentran limpios?					X		75%
5.¿Las estructuras y equipos de la planta se encuentran limpios?					X		75%
6.¿Se dispone de planes para atacar la causa raíz de la suciedad?						X	95%
7.¿Los sistemas de drenaje y canalización trabajan de forma apropiada?						X	100%
8.¿Se cuenta con un control operativo para evitar derrames?						X	95%
9.¿Se cuenta con una respuesta rápida para reparar fugas y desperfectos que causen derrames de mineral?						X	90%
10.¿Se coordina constantemente con las áreas involucradas, para que mantengan limpias, las zonas con las que interactúan?						X	95%
Sub Total							90%
ESTANDARIZAR							
1.¿El personal usa el EPP apropiado de acuerdo a sus labores?						X	100%
2.¿Todos los instructivos cumplen con el estándar?						X	100%
3.¿La capacitación está estandarizada para el personal del área?					X		75%
4.¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?					X	X	100%
5.¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?					X		75%
6.¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y vestuario?						X	95%
7.¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?						X	90%
8.¿La señalización es estándar en las áreas de trabajo?						X	75%
9.¿Existen letreros para identificar las áreas y subáreas?						X	75%
10.¿La señalización es visible y se encuentra en buen estado?						X	95%
Sub Total							88%
DISCIPLINA							
Sub Total							
Puntaje Total							
92%							
Observaciones y/o recomendaciones							
Firma:		Firma:		Firma:			
Nombre:		Nombre:		Nombre:			
Evaluador 1		Evaluador 2		Responsable del área			

Después de realizado la auditoria se realizó la Tabla 30 con los siguientes resultados.

Para la tercera auditoria se obtiene 96% de 100% esperado en Seiri, 93% de 95% esperado en Seiton, 90% de 90% esperado en Seiso y 88% de 90% esperado en Seiketsu con estos resultados continuamos con la implementación de la metodología 5S.

Tabla 30. Resultados auditoria 4ª "S" SEIKETSU

RESULTADOS AUDITORIA 4ª "S" SEIKETSU - METODOLOGÍA 5S									
Nº "S".	RESULTADO ESPERADO EN %.	RESULTADO OBTENIDO EN %.	EMOTICÓN.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 0-1.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 0-1.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 1-2.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 1-2.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 2-3.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 2-3.
1ª "S" SEIRI	100%	96%		0	0	0	0	10	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
2ª "S" SEITON	95%	93%		0	0	0	0	10	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
3ª "S" SEISO	90%	90%		0	0	0	0	10	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
4ª "S" SEIKETSU	90%	88%		0	0	0	0	10	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
5ª "S" SHITSUKE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	90-100%		75-90%		60-75%		40-60%		Menos de 40%

Las recomendaciones después de la tercera auditoria son:

- Realizar charlas semanales recordando cada uno de las actividades de 5S para interiorizar el mensaje y aclarar dudas que vayan presentándose.
- Continuar con las inspecciones documentales de control de tarjetas rojas.
- Continuar haciendo seguimiento a los listados de tarjetas rojas.
- Difundir y recordar en las charlas de seguridad diarias la importancia de la implementación de la metodología 5S.
- Apoyarnos en las 5S relacionándola con la SBC (Seguridad Basada en el Comportamiento) para mejorar ambos puntos en toda la planta.

d. Generación de inspecciones internas.

Se continúa con el desarrollo de reportes del área de operaciones y mantenimiento semanales. Los archivos de los reportes son almacenados en la carpeta: Z:\Gerencia de Procesos\Presentaciones Metodología 5S.

e. Generación de grupos para inspecciones sistemáticas.

Se integrará los supervisores de operaciones y mantenimiento para continuar realizando las inspecciones cruzadas basándose en el formato de la Tabla 28.

f. Generación de un programa de capacitación para las patrullas.

Se realizó el entrenamiento respectivo para el fortalecimiento de la implementación de la metodología 5S en la sala de reuniones de molinos, en dos sesiones el 20 y 21 de mayo de 2019 de 5 horas cada una para las cuatro guardias, según el programa de la Tabla 31. En total 32 personas participaron de la capacitación.

Tabla 31. Programa de capacitación quinta s.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN QUINTA S SEGUIR MEJORANDO						
GERENCIA: OPERACIONES		AREA DE MOLIENDA				
Item	ACTIVIDADES	8:00 a	9:00 a	10:00 a	11:00 a	12:00 a
		9:00	10:00	11:00	12:00	13:00
1	Inicio del programa					
2	Quinta S: Shitsuke. Seguir mejorando					
3	Funciones de facilitador en esta etapa					
4	Funciones de ejecutador en esta etapa					
5	Evaluación de resultados hasta esta etapa					
6	Replicar lo aprendido con otras áreas					
7	Experto en metodología 5S					
8	Anexos y cierre.					

g. Programa de auditorías internas

Se continúa con el programa de auditorías mensuales para verificar el cumplimiento de la metodología 5S.

h. Programa de levantamiento de observaciones, control y seguimiento de los desvíos.

A continuación, se muestra el reporte de levantamiento de observaciones, control y seguimiento de los desvíos en las Tablas 32, 33, 34, 35 y 36.



Tabla 32. Programa de levantamiento.

ITEM	ÁREA A INTERVENIR			JUSTIFICACIÓN	DIAGNÓSTICO DE LINEA BASE	ALCANCE	DESARROLLO		
	FOTO DEL ÁREA	DESCRIPCIÓN	DESPUÉS				5 S's	ACCIONES A REALIZAR	
1		Barreras plásticas frente a acceso a sala 10 de mollienda.		Si solo se usan en paradas de planta y trabajos específicos, no deben estar en ese lugar.	Requiere un lugar donde se guarden hasta su próximo uso.	A todo el personal de MCP pero sobre todo a mecánicos quienes son usuarios de estos materiales.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Estandarizar la acción de sacarse y guardarse solo cuando se van a usar Verificar el cumplimiento de la estandarización
2		Piso inferior debajo de escalera principal de acceso a edificio de mollienda se encuentra con acumulación de carga.		Es el lugar principal de acceso al edificio, debe de estar presentable siempre	Requiere una limpieza permanente	A todo los operadores de MCP del área de mollienda	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Proceder al manguereo de la carga acumulada
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Estandarizar la limpieza una hora y su frecuencia Verificar el cumplimiento de la estandarización
3		Pared y espacio frente a escalera principal de acceso a edificio de mollienda. Se observan materiales metálicos y tubos.		No es un lugar para almacenar materiales, no hay señalización	Requiere clasificación y almacenamiento en un lugar adecuado.	A todo el personal de MCP, contratistas mecánicos, quienes son los usuarios de estos materiales	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material que se va a volver a usar
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a su lugar de acuerdo a la selección
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de materiales o desechos. Verificar el cumplimiento de la estandarización
4		Estructura al costado este de sala de lubricación de BM1. Materiales en las paredes		No es un lugar para almacenar materiales, no hay señalización	Requiere clasificación y almacenamiento en un lugar adecuado.	A todo el personal de MCP, contratistas mecánicos, quienes son los usuarios de estos materiales	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material que se va a volver a usar
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a su lugar de acuerdo a la selección
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de materiales o desechos. Verificar el cumplimiento de la estandarización
5		Estructuras detrás de estacionamiento de camionetas en parqueo de mollienda		No es un lugar para almacenar materiales, no hay señalización	Requiere clasificación y almacenamiento en un lugar adecuado.	A todo el personal de MCP, contratistas mecánicos, quienes son los usuarios de estos materiales	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material si es reusable o desecho
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar el material a un lugar adecuado de acuerdo a la selección
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de materiales o desechos. Verificar el cumplimiento de la estandarización
6		Piso principal frente a sala eléctrica N°10. Manguera desenrollada.		Se debe de mantener la manguera enrollada en un lugar adecuado después de usarse.	Requiere habilitar un lugar adecuado para enrollar la manguera	A todo el personal de MCP y contratistas que usan esta manguera	SEIRI	Seleccionar	Enrollar la manguera mientras no se usa
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Preparar un lugar adecuado para mantener enrollada la manguera cuando no se usa
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización.
7		Lado sur-este de la sala de lubricación de BM2. Tuberías metálicas en el piso.		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU SHITSUKE	Estandarizar Disciplina	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales Verificar el cumplimiento de la estandarización

Tabla 33. Programa de levantamiento.

ITEM	ÁREA A INTERVENIR			JUSTIFICACIÓN	DIAGNÓSTICO DE LINEA BASE	ALCANCE	D E S A R R O L O		
	FOTO DEL ÁREA	DESCRIPCIÓN	DESPUÉS				5 S's	ACCIONES A REALIZAR	
8		Lado sur-este de la sala de lubricación de BM2. Tuberías metálicas en el piso.		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	0	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
9		Interior de sala de lubricación de BM2		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
10		Área de estacionamiento de camionetas de molienda. Los topes están casi enterrados y no cumplen la función de tope de las llantas posteriores		No es un estandar el estar en esta estado los topes. Deben de permanecer limpios.	Requiere una limpieza y mantenimiento de los topes libres sin carga para que cumplan su función.	A todo el personal de MCP usuario de estos parques.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Limpiar la carga acumulada en los topes
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar el periodo o frecuencia de limpieza de los topes
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
11		Piso inferior de BM1, acceso a tubería de línea de bombeo, Maeriales mecánicos almacenados.		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estos materiales.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
12		Piso inferior entre BM1 y BM2. Manguera gruesa usada para limpieza tendida en el piso y accesos		La manguera es muy grande (larga) y requiere estar estirada para su uso. Debe de estandarizarse las longitudes o poner algún accesorio dispensador de agua para no llegar a usarla y estar de esa manera.	Manguera demasiado larga, requiere estirarse para que trabaje adecuadamente	A todo el personal operador de MCP y contratistas que son usuarios de estas mangueras a necesidad.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	Acomodar lo mejor posible la manguera para que no estorbe el libre tránsito en el pasillo y acceso
							SEISO	Limpiar	
							SEIKETSU	Estandarizar	Preparar o instalar un dispensador de agua fijo en ese lugar
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
13		Piso interior de sala de lubricación de BM1		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEISO	Limpiar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SEIKETSU	Estandarizar	
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
14		Pared Oeste de sala de lubricación de BM1		No es un lugar de almacenamiento de desechos. Están dejados sobre los kit de derrames. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estos materiales.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización

Tabla 34. Programa de levantamiento.

ITEM	ÁREA A INTERVENIR			JUSTIFICACIÓN	DIAGNÓSTICO DE LINEA BASE	ALCANCE	D E S A R R O L O		
	FOTO DEL ÁREA	DESCRIPCIÓN	DESPUÉS				5 S's	ACCIONES A REALIZAR	
15		Pared exterior lado sur de sala de lubricación de BM1		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
16		Piso frente a cola de faja N°5.		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
17		Piso lateral inferior a faja N°5		Demasiada acumulación de Chips y Pebbles. Mantener limpio el piso	No había sido considerado la acumulación de Pebbles (debido a magnetita) en este lugar.	A personal de servicios quienes tienen el control del retiro del material.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material a ser retirado
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Limpiar el material constantemente sin permitir la acumulación
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar para no acumular carga
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
18		Piso lateral norte de la sala de lubricación del molino SAG.		Demasiada acumulación de Chips y Pebbles. Mantener limpio el piso	No había sido considerado la acumulación de Pebbles (debido a magnetita) en este lugar.	A personal de servicios quienes tienen el control del retiro del material.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Limpiar el material constantemente sin permitir la acumulación
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar para no acumular carga
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
19		Pared lateral sur de la sala de lubricación del molino SAG		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
20		Piso inferior debajo de molino SAG		Acumulación de lodos. Tdo el lavado de la parte superior discurre hacia el piso.	Requiere identificar los derrames en la parte superior y tener habilitados la canalización o entubado de los flujos para que no llegues de esta manera hacia el piso.	A personal operativo de MCP	SEIRI	Seleccionar	Identificar los puntos donde se generan derrames.
							SEITON	Ordenar	Ordenar o mejorar la distribución de los flujos de derrame y llevarlos a un sol lugar
							SEISO	Limpiar	Limpiar la carga acumulada en el piso
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar para no acumular carga
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización
21		Piso frente a transformadores de molino SAG		No es un lugar de almacenamiento de residuos. No deben de estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son generadores de estos residuos.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización

Tabla 35. Programa de levantamiento.

ITEM	ÁREA A INTERVENIR			JUSTIFICACIÓN	DIAGNÓSTICO DE LINEA BASE	ALCANCE	D E S A R R O L O		
	FOTO DEL ÁREA	DESCRIPCIÓN	DESPUÉS				5 S's	ACCIONES A REALIZAR	
22		Piso frente a transformadores de molino SAG		No es un lugar de almacenamiento de materiales. No deben estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estos andamios.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEISO	Limpiar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SEIKETSU	Estandarizar	Verificar el cumplimiento de la estandarización
23		Piso entre transformadores de SAG y Cooling Tower de Molienda		Demasiada acumulación de carga y sin retirar.	Mantener este lugar libre de carga	A personal de servicios quienes tienen el control del retiro del material.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	Limpiar el material constantemente sin permitir la acumulación
							SEISO	Limpiar	Buscar manejo adecuado de carga
							SEIKETSU	Estandarizar	Verificar el cumplimiento de la estandarización
24		Piso de acceso a escaleta en la parte sur oeste al edificio de molienda.		Acumulación de carga y lodo en el piso de acceso a la escalera. Debe de mantenerse limpio, sin lodo y seco.	Condición de peligro por posibles rebalones y caídas al mismo nivel.	A personal MCP de operaciones, responsabilidad de mantener limpio esta zona.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Mantener limpia la zona
							SEIKETSU	Estandarizar	Tener un adecuado manejo de material
25		Escalera de acceso a válvulas de agua hacia molino SAG y Zaranda.		LA escalera se encuentra con acumulación de carga hacia la parte superior. Debe de estar la escalera libre de material.	Condición de peligro por posibles rebalones y caídas al mismo nivel.	A personal MCP de operaciones, responsabilidad de mantener limpio esta zona.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Mantener limpia la zona
							SEIKETSU	Estandarizar	Control adecuado de material
26		Piso lateral sur a bomba de ciclones N°3		No es un lugar de almacenamiento de residuos. No deben estar estos materiales en este lugar.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento o desecho final.	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son generadores de estos residuos.	SEIRI	Seleccionar	Seleccionar el material de acuerdo a su uso
							SEITON	Ordenar	Retirar los materiales a un lugar adecuado de acuerdo a su selección
							SEISO	Limpiar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de esos materiales
							SEIKETSU	Estandarizar	Verificar el cumplimiento de la estandarización
27		Piso frente a bomba de ciclones N°3		No es un lugar de almacenamiento de cajas o cajones de herramientas. El cajón no está rotulado.	Requiere ser llevado a un lugar de almacenamiento	A todo el personal de MCP y contratistas mecánicos que son usuarios de estas tuberías.	SEIRI	Seleccionar	Retirar el cajón a un lugar adecuado.
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Estandarizar que este lugar no es lugar de almacenamiento de estos cajones
							SEIKETSU	Estandarizar	Verificar el cumplimiento de la estandarización
28		Piso lateral a base de bomba de ciclones N°3		Acumulación de carga en el piso. Debe de mantenerse limpio.	Requiere limpieza permanente	A personal MCP de operaciones	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Limpiar la carga acumulada
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar manejo de residuos
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización

Tabla 36. Programa de levantamiento.

ITEM	ÁREA A INTERVENIR			JUSTIFICACIÓN	DIAGNÓSTICO DE LINEA BASE	ALCANCE	DESARROLLO		
	FOTO DEL ÁREA	DESCRIPCIÓN	DESPUÉS				5 S's	ACCIONES A REALIZAR	
29		Piso lado sur frente a bombas de ciclones N°3 y N°4.		Manguera de aire usada para enfriar prensaestopa de bomba de ciclones N°3 tendida por el piso. Debe tenderse cosas provisionales de tal manera que no obstaculice el libre tránsito y se vea el	Ordenar las mangueras tendidas en el piso	A personal MCP mecánico quien pones o usa estas mangueras para el fin ya mencionado.	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	Ordenar la manguera por un lugar adecuado.
							SEISO	Limpiar	
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandarizar el uso de las mangueras provisionales.
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización.
30		Piso lado oeste de bomba de ciclones N°4		Hay mangera desenrollada en el piso. Las mangueras tienen un lugar para estar enrolladas cuando no se usan.	Concientización al personal sobre este tema	A personal de peraciones de MCP	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	Ordenar las mangueras cuando no se usan
							SEISO	Limpiar	
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandaizar manejo y acomodo de mangueras
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización.
31		Piso rampa frente a bomba de ciclones N°3		Hay acumulación de material. Este lugar debe de mantenerse limpio.	Pisos, accesos, etc deben de mantenerse libres de cargas.	Al personal de MCP de operaciones	SEIRI	Seleccionar	
							SEITON	Ordenar	
							SEISO	Limpiar	Limpiar carga acumulada
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandaizar manejo de material y carga
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización.
32		Sumidero de Molinos		Hay acumulacion de carga, mangueras, bombas y otros componentes en desorden, estructuras dañadas	El area debe mantener ordenada, libre de elementos no desados, componentes que se usan para limpieza ordenados, con accesos adecuados para tránsito. Mantener la mínima carga de transición	Al personal de MCP de operaciones y Contratistas.	SEIRI	Seleccionar	Revisar elementos del area
							SEITON	Ordenar	Iniciar el ordenamiento de la zona
							SEISO	Limpiar	Limpiar material del entorno y componentes del entorno
							SEIKETSU	Estandarizar	Estandaizar manejo de material y carga.
							SHITSUKE	Disciplina	Verificar el cumplimiento de la estandarización.

3.6 Resultados

Para un análisis cuantitativo se obtiene datos del software RMES (Solución para la gestión del desempeño de activos) del área de operaciones y mantenimiento. En el Anexo 3 se detalla la obtención de los reportes de datos personalizados.

Los reportes personalizados que obtendremos serán de equipos inoperativos, repuestos deteriorados, repuestos rotulados, ubicaciones disponibles racks, área de trabajo, capacitaciones realizadas y cumplimiento de actividades.

Las muestras pre-implementación de la metodología serán tomadas entre los meses agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, en cada mes se toma muestras quincenales que en total harán 10 muestras (AGO1, AGO2, SEP1, SEP2, OCT1, OCT2, NOV1, NOV2, DIC1 y DIC2)

Las muestras post-implementación de la metodología serán tomadas entre los meses enero, febrero, marzo, abril y mayo, en cada mes se toma muestras quincenales que en total harán 10 muestras (ENE1, ENE2, FEB1, FEB2, MAR1, MAR2, ABR1, ABR2, MAY1 y MAY2)

Estos datos se basan en el formato de recolección de datos del Anexo 4.

3.6.1 Resultados pre-implementación.

En la Tabla 37 se observa el análisis pre-implementación llevada a cabo de agosto a diciembre de 2018.

Tabla 37. Resultados pre-implementación.

VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S															
DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	UNIDAD DE MEDIDA	META	PRE PRUEBA										PROMEDIO
					AGO1	AGO2	SEP1	SEP2	OCT1	OCT2	NOV1	NOV2	DIC1	DIC2	
Clasificar	Equipos Inoperativos (EI)	$EI = \frac{\#EI}{TER} \times 100\%$ EI : # Equipos inoperativos TER: Total de equipos registrados	%	<=20%	650 de 2658	678 de 2658	589 de 2658	655 de 2658	788 de 2658	650 de 2658	673 de 2658	650 de 2658	680 de 2658	664 de 2658	25%
	Repuestos Deteriorados (RD)	$RD = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Repuestos Deteriorados TRR: Total de repuestos registrados	%	<=2%	89 de 645	99 de 645	98 de 645	109 de 645	81 de 645	105 de 645	103 de 645	89 de 645	98 de 645	99 de 645	
Ordenar	Repuestos Rotulados (RR)	$RR = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Repuestos Rotulados TRR: Total de repuestos registrados	%	>=96%	529 de 645	522 de 645	614 de 645	539 de 645	534 de 645	529 de 645	592 de 645	538 de 645	559 de 645	543 de 645	85%
	Ubicaciones Disponibles Racks (UD)	$UD = \frac{\#UD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Ubicaciones Disponibles Rack TUE: Total de ubicaciones existente	%	<=10%	60 de 86	67 de 86	71 de 86	74 de 86	62 de 86	69 de 86	76 de 86	68 de 86	70 de 86	44 de 86	
Limpiar	Área de Trabajo (AT)	$AT = \frac{\#AT}{ATE} \times 100\%$ AT : # Área de trabajo adecuado. ATE: Área de trabajo existente	%	>=96%	10 de 60	13 de 60	5 de 60	11 de 60	12 de 60	10 de 60	9 de 60	14 de 60	15 de 60	10 de 60	18%
Estandarizar	Capacitaciones Realizadas (CR)	$CR = \frac{\#CR}{TCP} \times 100\%$ CR : # Capacitaciones Realizadas TCP: Total de capacitaciones programadas	%	>=96%	3 de 5	1 de 5	2 de 5	1 de 5	2 de 5	0 de 5	1 de 5	1 de 5	3 de 5	0 de 5	28%
Disciplina	Cumplimiento de Actividades (CA)	$CA = \frac{\#CA}{CAP} \times 100\%$ AT : # Cumplimiento de actividades establecidas CAP: Cumplimiento de actividades programadas	%	>=96%	200 de 250	205 de 250	211 de 250	210 de 250	197 de 250	208 de 250	203 de 250	200 de 250	210 de 250	224 de 250	83%
VARIABLE DEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S															
Eficiencia	Optimización de Tiempos (OT)	$OT = \frac{TTE}{TTP} \times 100\%$ TTE : Tiempo Total Ejecutado TTP: Tiempo Total Programado	%	>=96%	619 de 720	680 de 720	665 de 720	645 de 720	675 de 720	667 de 720	675 de 720	652 de 720	668 de 720	665 de 720	92%
Eficacia	Cumplimiento de Trabajos (CT)	$CT = \frac{TTE}{TTP} \times 100\%$ TTE : Total de Trabajos Ejecutados TTP: Total de Trabajos Programados	%	>=100%	255 de 270	252 de 270	256 de 270	255 de 270	257 de 270	251 de 270	258 de 270	254 de 270	267 de 270	253 de 270	94%
VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S															
INDICADORES	FÓRMULAS		UNIDAD DE MEDIDA	PRE PRUEBA										PROMEDIO	
Productividad	$Prod = (Eficiencia \times Eficacia) \times 100\%$		%	81%	88%	88%	85%	89%	86%	90%	85%	88%	87%	87%	

3.6.2 Resultados post-implementación.

En la Tabla 38 se observa el análisis post-implementación llevada a cabo de enero a mayo de 2018.

Tabla 38. Resultados post-implementación.

VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S															
DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	UNIDAD DE MEDIDA	META	POST PRUEBA										PROMEDIO
					ENE1	ENE2	FEB1	FEB2	MAR1	MAR2	ABR1	ABR2	MAY1	MAY2	
Clasificar	Equipos Inoperativos (EI)	$EI = \frac{\#EI}{TER} \times 100\%$ EI : # Equipos inoperativos TER: Total de equipos registrados	%	#	250 de 2658	255 de 2658	249 de 2658	250 de 2658	238 de 2658	222 de 2658	193 de 2658	250 de 2658	247 de 2658	244 de 2658	9%
	Repuestos Deteriorados (RD)	$RD = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Repuestos Deteriorados TRR: Total de repuestos registrados	%	#	19 de 645	19 de 645	15 de 645	19 de 645	13 de 645	20 de 645	11 de 645	15 de 645	12 de 645	9 de 645	2%
Ordenar	Repuestos Rotulados (RR)	$RR = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Repuestos Rotulados TRR: Total de repuestos registrados	%	#	603 de 645	615 de 645	624 de 645	600 de 645	634 de 645	603 de 645	622 de 645	609 de 645	605 de 645	636 de 645	95%
	Ubicaciones Disponibles Racks (UD)	$UD = \frac{\#UD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Ubicaciones Disponibles Rack TUE: Total de ubicaciones existentes	%	#	10 de 86	11 de 86	11 de 86	9 de 86	8 de 86	10 de 86	6 de 86	8 de 86	7 de 86	9 de 86	10%
Limpiar	Área de Trabajo (AT)	$AT = \frac{\#AT}{ATE} \times 100\%$ AT : # Área de trabajo adecuado. ATE: Área de trabajo existente	%	#	54 de 60	53 de 60	52 de 60	55 de 60	57 de 60	52 de 60	56 de 60	55 de 60	57 de 60	58 de 60	92%
	Capacitaciones Realizadas (CR)	$CR = \frac{\#CR}{TCP} \times 100\%$ CR : # Capacitaciones Realizadas TCP: Total de capacitaciones programadas	%	#	4 de 5	4 de 5	4 de 5	5 de 5	5 de 5	4 de 5	5 de 5	5 de 5	4 de 5	5 de 5	88%
Disciplina	Cumplimiento de Actividades (CA)	$CA = \frac{\#CA}{CAP} \times 100\%$ AT : # Cumplimiento de actividades establecidas CAP: Cumplimiento de actividades programadas	%	#	235 de 250	248 de 250	238 de 250	235 de 250	241 de 250	239 de 250	243 de 250	238 de 250	235 de 250	245 de 250	96%
VARIABLE DEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S															
Eficiencia	Optimización de Tiempos (OT)	$OT = \frac{TTE}{TTP} \times 100\%$ TTE: Tiempo Total Ejecutado TTP: Tiempo Total Programado	%	#	671 de 720	678 de 720	688 de 720	675 de 720	705 de 720	675 de 720	705 de 720	675 de 720	698 de 720	708 de 720	96%
Eficacia	Cumplimiento de Trabajos (CT)	$CT = \frac{TTE}{TTP} \times 100\%$ TTE: Total de Trabajos Ejecutados TTP: Total de Trabajos Programados	%	#	257 de 270	256 de 270	256 de 270	258 de 270	263 de 270	258 de 270	265 de 270	259 de 270	258 de 270	268 de 270	96%
INDICADORES		FÓRMULAS	UNIDAD DE MEDIDA	POST PRUEBA										PROMEDIO	
Productividad		$Prod = (Eficiencia \times Eficacia) \times 100\%$	%	ENE1	ENE2	FEB1	FEB2	MAR1	MAR2	ABR1	ABR2	MAY1	MAY2	92%	

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONOMICO FINANCIERO

En el presente capítulo se muestra los beneficios de la aplicación de la metodología. Asimismo, se presenta los costos que involucraron la implementación, además se detalla la evaluación con los indicadores COK, VAN y TIR.

4.1 Beneficios de la implementación de la metodología 5S.

Para la evaluación de beneficios obtenidos después de la implementación de la metodología 5s se analizará la productividad.

La productividad está definida por el producto de la eficiencia y la eficacia.

Productividad: mejoramiento continuo del sistema. Más que producir rápido, se trata de producir mejor. (Gutiérrez, 2010).

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{eficacia}$$

En la Tabla 37 se puede observar que la productividad pre implementación de la metodología para los 5 meses es 87%

En la Tabla 38 se puede observar que la productividad post implementación de la metodología para los 5 meses es 92%

Entonces se puede observar claramente que la productividad se incrementó de 87% a 92%.

En la Tabla 39 se muestra el análisis del beneficio obtenido por la implementación de la metodología 5S.

En la primera columna se muestra la productividad ganada desde enero hasta mayo estos datos son obtenidos de la Tabla 38.

En la segunda columna se muestra el tonelaje por hora de mineral ganado con el incremento de la productividad, esto teniendo como base el tonelaje promedio de 4200 ton/hr con una productividad de 87% para los meses de agosto a diciembre de 2018.

En la tercera columna se muestra el tonelaje por hora de cobre fino ganado, los datos son obtenidos teniendo en cuenta una ley de 0.5% de cobre y una recuperación de 75%.

En la cuarta columna se muestra la utilidad ganada por cada tonelada de cobre fino a un precio de US\$ 6050 dólares americanos. (Bbvaresearch, 2019).

En la quinta columna se muestra el beneficio total en dólares americanos.

Tabla 39. Beneficio de la metodología 5S

MES	Productividad ganada (%)	Tonelaje de mineral ganado (ton/h)	Tonelaje de cobre fino ganado (ton/h)	Utilidad a un precio de cobre 6050 US\$ x ton. (US\$)	Beneficio Total US\$ X mes
ENERO	89.0%	84.00	0.32	\$1,905.75	\$1,372,140.00
FEBRERO	90.5%	147.00	0.55	\$3,335.06	\$2,401,245.00
MARZO	92.5%	231.00	0.87	\$5,240.81	\$3,773,385.00
ABRIL	93.0%	252.00	0.95	\$5,717.25	\$4,116,420.00
MAYO	95.5%	357.00	1.34	\$8,099.44	\$5,831,595.00

4.2 Costos de la implementación de la metodología 5S.

Se considera horas hombre (HH), publicidad, insumos, asesoría y personal externo.

En la Tabla 40 se muestra el costo de las horas hombre en dólares requeridos para la implementación de la metodología, las horas consideradas básicamente son de capacitaciones, reuniones e inspecciones, para la evaluación se tiene en cuenta que la HH promedio es de US\$ 27.58 dólares americanos.

Tabla 40. Costo de HH horas hombre.

FASE	Total horas	Total de personas	HH Totales	Costo HH Total US\$
FASE 0	107	222	23754	\$655,135.32
FASE 1	53	204	10812	\$298,194.96
FASE 2	25	56	1400	\$38,612.00
FASE 3	68	148	10064	\$277,565.12
FASE 4	41	88	3608	\$99,508.64
FASE 5	35	148	5180	\$142,864.40

En la Tabla 41 se muestra el costo de publicidad, insumos por cada fase de la implementación de la metodología.

Para la publicidad se considera carteles a todo nivel; carteles de promoción, carteles de identificación, tarjetas rojas, tarjetas de mano, video promocional, etc.

En los insumos están considerados pinturas, brochas, trapos industriales, escobas, recogedores, mangueras, lampas, picos carretillas, maletas de herramientas, etc.

Tabla 41. Costos Totales – Inversión.

FASE	Costo HH	Costo Publicidad	Costo Insumos	Total US\$
FASE 0	\$655,135.32	\$47,508.00	\$237,540.00	\$940,183.32
FASE 1	\$298,194.96	\$21,624.00	\$108,120.00	\$427,938.96
FASE 2	\$38,612.00	\$2,800.00	\$14,000.00	\$55,412.00
FASE 3	\$277,565.12	\$20,128.00	\$100,640.00	\$398,333.12
FASE 4	\$99,508.64	\$7,216.00	\$36,080.00	\$142,804.64
FASE 5	\$142,864.40	\$10,360.00	\$51,800.00	\$205,024.40
INVERSION TOTAL				\$2,169,696.44

También debemos considerar lo siguiente:

- El sostenimiento mensual de la metodología 5S cuesta US\$. 400 000 dólares americanos por mes, estará dado en un 25% con recursos propios de la Empresa Minera, el otro 75% estará dado por una empresa de apoyo con un contrato marco, ésta empresa se encargará de: capacitaciones al inicio, fabricación y colocación de letreros 5S, transporte de carga, desecho de residuos, compra de estantes,

auditorias en las diferentes fases de implementación, capacitaciones continuas para el sostenimiento de las 5S. La empresa de apoyo por el contrato marco cobra US\$. 300 000 dólares americanos por mes.

4.3 Evaluación Económica de la implementación de la metodología 5S.

Para el análisis se elabora la Tabla 42 donde se muestra un flujo de caja para los 5 primeros meses basados en el formato del Anexo 5.

Tabla 42. Flujo caja 5 meses.

MESES	INVERSIÓN	BENEFICIOS	SOSTENIMIENTO	FLUJO EFECTIVO NETO
0	\$2,169,696.44			-\$2,169,696.44
1		\$1,372,140.00	\$400,000.00	\$972,140.00
2		\$2,401,245.00	\$400,000.00	\$2,001,245.00
3		\$3,773,385.00	\$400,000.00	\$3,373,385.00
4		\$4,116,420.00	\$400,000.00	\$3,716,420.00
5		\$5,831,595.00	\$400,000.00	\$5,431,595.00
TOTAL	\$2,169,696.44	\$17,494,785.00	\$2,000,000.00	\$13,325,088.56

De la tabla anterior se puede observar la inversión; los beneficios, se toman del aumento de productividad de la Tabla 39; el costo sostenimiento mensual y el flujo efectivo neto. Por lo tanto, para lograr tener un beneficio costo y que no exista perdidas se procede a evaluar la implementación en 5 meses con la ayuda de Excel. La tasa de interés COK está siendo evaluada en 10%, es la tasa promedio del mercado peruano, con ello se procede a calcular el VAN y TIR. El VAN mide la rentabilidad absoluta neta de un proyecto simple como no simple, mientras que la TIR puede presentar inconsistencias en la evaluación de estos últimos. En la Tabla 43 se muestra el COK, VAN y TIR.

Tabla 43. COK, VAN Y TIR

COK	10%
VAN	\$8,813,420.78
TIR	86%

De la tabla 42, se realizó la sumatoria de los beneficios y la sumatoria de la inversión más el sostenimiento de las 5s, en 5 meses; existe un beneficio costo de 4.20 ya que, para garantizar un beneficio de la implementación, la relación del Beneficio – Costo debe ser mayor a uno.

Tabla 44. Beneficio - Costo

Σ BENEFICIOS	\$17,494,785.00
Σ INVERSION + Σ SOSTENIMIENTO	\$4,169,696.44
BENEFICIO / COSTO	4.20

Con el beneficio costo se puede decir que la ganancia es 4.2 veces la inversión, también se puede observar que los beneficios de la implementación de la metodología son a partir del primer mes.



CAPÍTULO V: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El enfoque metodológico de esta investigación consiste en la expresión de la Matriz de Operacionalización de las Variables, la cual es una guía de estudio del desarrollo de Tesis la determinación del tipo y diseño de la investigación ; además de definir la población, muestra y muestreo que serán puntos claves para el análisis del estudio. Para el análisis descriptivo e inferencial nos apoyamos del software SPSS (Statistical package for social science)

5.1 Tipo de Investigación.

Es una investigación explicativa porque cuando apliquemos la variable 5S va a provocar un efecto en la variable Productividad.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

5.2 Diseño de Investigación.

El presente estudio es de diseño cuasi experimental, ya que contamos con dos momentos de medición pre test y post test, midiendo el impacto que tuvo la variable independiente en este caso las 5S, frente a la dependiente productividad.

Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Por su finalidad es aplicativa, debido a que vamos a utilizar los fundamentos y técnicas de las 5s para obtener una mejora de la productividad en el área de molienda.

Se llama investigación aplicada la que tiene por objeto, modificar algo de la realidad; es decir, utilizar el conocimiento científico en algo material, modificándolo o cambiándolo. Esta investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de la teoría científica (Garcés, 2000).

Por su enfoque es cuantitativa, pues la investigación está basada en procesos secuenciales, relacionadas entre sí, iniciando con una idea o problemática que va acotándose, que una vez definido se crean objetivos y puntos específicos a la investigación.

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Además es longitudinal por su comparación, estos se encargan de analizar a través del tiempo, con el fin de relacionar variables. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

5.3 Población y Muestra.

Población: totalidad de un fenómeno de estudio (cuantificado).

Muestra: parte representativa de una población (Tamayo y Tamayo, 2003)

La población del presente proyecto de investigación se enfocó a los 10 meses donde se sustrajo información pre implementación y post implementación de la mejora.

La muestra fue considerada por el total de la población, las ordenes de trabajo del área de operaciones y mantenimiento en los 10 meses, para la etapa de pre implementación se considera desde agosto hasta diciembre de 2018 y para la etapa post implementación se considera desde enero hasta mayo de 2019.

5.3.1 Descripción de la Población.

La Empresa Minera cuenta con su planta concentradora, subdividida en cuatro áreas: Molienda, Flotación, Espesadores y Relaves, Filtros.

El área de objeto de investigación será el área de Molienda.

5.3.2 Selección de la Muestra.

No se seleccionará el tipo de muestreo, debido a que el número de muestra para el proyecto es el 100% de la población.

5.4 Recolección de Datos y Diseño de Instrumentos.

La recolección de los datos depende en gran parte del tipo de investigación y del problema planteado para la misma, y puede efectuarse desde la simple ficha bibliográfica, observación, entrevista, cuestionarios o encuestas y aun mediante ejecución de investigaciones para este fin. (Tamayo y Tamayo, 2003).

La recolección de datos se realizará mediante la inspección del formato DLB (Diagnostico Línea Base 5S) el cual se muestra en el Anexo 1, este formato nos permitirá realizar la medición en dos momentos pre y post implementación.

5.4.1 Definición Operacional de Variables.

A continuación, se muestra la matriz operacional de la variable independiente en este caso las 5S, frente a variable dependiente productividad, el cual nos permitirá medir los resultados obtenidos después de la implementación de la metodología.

Tabla 45. Definición de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	ESCALA DE MEDICIÓN
VI. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	"Es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/ grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad" (Rey, 2005)	La estrategia de las 5S se mide de acuerdo a las siguientes dimensiones: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y la disciplina cuyos indicadores son: Herramientas disponibles, materiales innecesarios, equipos organizados, rotular equipos, área de trabajo, cumplimiento de actividades. Con las fichas de recolección de datos se obtendrá la información cuantitativa.	Clasificar	Equipos Inoperativos (EI)	$EI = \frac{\#EI}{TER} \times 100\%$ EI: # Equipos inoperativos TER: Total de equipos registrados	Razón
				Repuestos Deteriorados (RD)	$RD = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD: # Repuestos Deteriorados TRR: Total de repuestos registrados	Razón
			Ordenar	Repuestos Rotulados (RR)	$RR = \frac{\#RR}{TRR} \times 100\%$ RD: # Repuestos Rotulados TRR: Total de repuestos registrados	Razón
				Ubicaciones Disponibles Racks (UD)	$UD = \frac{\#UD}{TUE} \times 100\%$ RD: # Ubicaciones Disponibles Rack TUE: Total de ubicaciones existente	Razón
			Limpiar	Área de Trabajo (AT)	$AT = \frac{\#AT}{ATE} \times 100\%$ AT: # Área de trabajo adecuado. ATE: Área de trabajo existente	Razón
			Estandarizar	Capacitaciones Realizadas (CR)	$CR = \frac{\#CR}{TCP} \times 100\%$ CR: # Capacitaciones Realizadas TCP: Total de capacitaciones programadas	Razón
			Disciplina	Cumplimiento de Actividades (CA)	$CA = \frac{\#CA}{CAP} \times 100\%$ AT: # Cumplimiento de actividades establecidas CAP: Cumplimiento de actividades programadas	Razón
VD. PRODCUTIVIDAD	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que 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. (Gutierrez, 2010).	La productividad se mide con sus dimensiones eficiencia y eficacia, cuyos indicadores son: optimización de tiempos y cumplimiento de trabajos. A través de las fichas de recolección de datos se obtendrá la información cuantitativa	Eficiencia	Optimización de Tiempos (OT)	$OT = \frac{ITE}{ITP} \times 100\%$ ITE: Tiempo Total Ejecutado ITP: Tiempo Total Programado	Razón
			Eficacia	Cumplimiento de Trabajos (CT)	$CT = \frac{ITE}{ITP} \times 100\%$ ITE: Total de Trabajos Ejecutados ITP: Total de Trabajos Programados	Razón

5.5 Procesamiento y Análisis de Datos.

Para la recolección de datos se toma como referencia las ordenes de trabajo desde agosto 2018 hasta mayo 2019. Estos datos fueron mostrados en las Tablas 37 y 38 de los resultados de pre y post implementación.

Después de la recolección de datos se utilizará el software SPSS (Statistical package for social science); donde se obtendrán tablas con datos descriptivos, histogramas, distribución de frecuencia, diagrama de dispersión, etc.

Se desarrolló un análisis pre y post implementación de las variables independientes y dependientes teniendo como base el formato del Anexo 3.

5.5.1 Análisis descriptivos.

Según las escalas de los indicadores de la investigación (razón), se procederá a calcular su media, mediana, desviación estándar, varianza, etc., tabulando los datos en tablas.

5.5.1.1 Procesamiento de datos de la Productividad.

La productividad está definida por el producto de la eficiencia y la eficacia.

Para el procesamiento de los datos de productividad se obtiene el resultado de la productividad de los resultados pre y pos implementación como se puede ver en la Tabla 30.

Productividad: mejoramiento continuo del sistema. Más que producir rápido, se trata de producir mejor. (Gutiérrez, 2010).

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{eficacia}$$

Tabla 46. Resultados de productividad.

INDICADORES		FÓRMULAS									
Productividad		$Prod = (Eficiencia \times Eficacia) \times 100\%$									
UNIDAD DE MEDIDA	PRE PRUEBA										PROMEDIO
	AGO1	AGO2	SEP1	SEP2	OCT1	OCT2	NOV1	NOV2	DIC1	DIC2	
%	43%	46%	31%	50%	43%	40%	33%	43%	47%	46%	42%
UNIDAD DE MEDIDA	POST PRUEBA										PROMEDIO
	ENE1	ENE2	FEB1	FEB2	MAR1	MAR2	ABR1	ABR2	MAY1	MAY2	
%	90%	91%	91%	90%	95%	90%	96%	90%	93%	98%	92%

En la Tabla 47 se muestra el número de datos procesados y la evaluación de la variable productividad.

Tabla 47. Datos procesados productividad.

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad_Pre	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Productividad_Post	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

El uso del histograma (ver Figura 55) nos servirá para reflejar el comportamiento de forma gráfica, así como también la media y la desviación estándar.

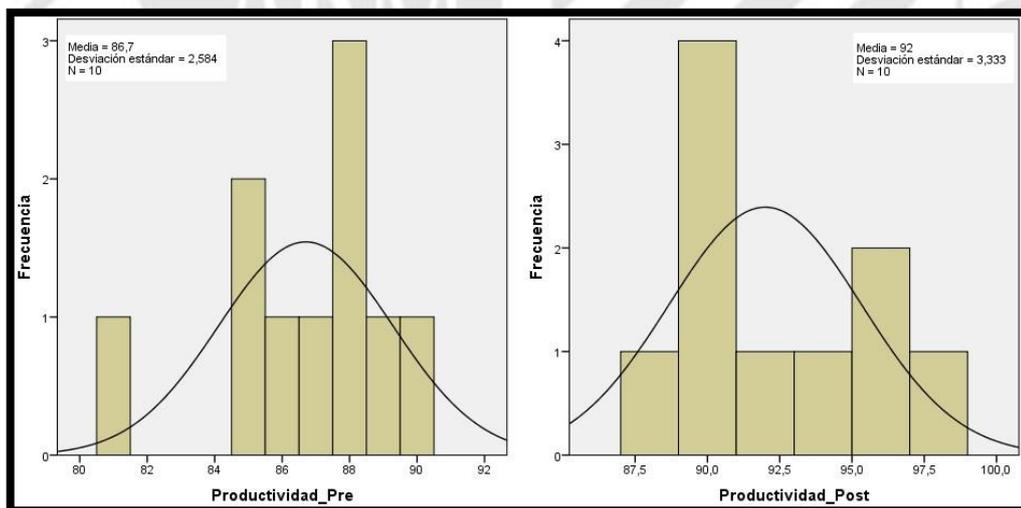


Figura 55. Histograma pre y post de la productividad.

Elaboración propia.

En la Tabla 48 se muestra las medidas de dispersión.

Tabla 48. Resultados estadísticos productividad.

		Estadístico	Error estándar	
Productividad_Pre	Media	86.70	.817	
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	84.85	
		Límite superior	88.55	
	Media recortada al 5%	86.83		
	Mediana	87.50		
	Varianza	6.678		
	Desviación estándar	2.584		
	Mínimo	81		
	Máximo	90		
	Rango	9		
	Rango intercuartil	3		
	Asimetría	-1.132	.687	
	Curtosis	1.670	1.334	
	Productividad_Post	Media	92.00	1.054
95% de intervalo de confianza para la		Límite inferior	89.62	
		Límite superior	94.38	
Media recortada al 5%		91.89		
Mediana		90.50		
Varianza		11.111		
Desviación estándar		3.333		
Mínimo		88		
Máximo		98		
Rango		10		
Rango intercuartil		6		
Asimetría		.720	.687	
Curtosis		-7.68	1.334	

En la Tabla 48 se obtiene lo siguiente:

- La Media de la productividad pre fue de 86,70% y del post 92,00%.
- La Mediana pre fue de 87,50% y post es de 90,50%.
- El valor mínimo y máximo fue de 81,00% y 90,00% pre en tanto que, post el valor mínimo y máximo es de 88,00% y 98,00% respectivamente.
- La desviación estándar pre fue de 2,58 en tanto que post es de 3,33.

5.5.1.2 Procesamiento de datos de la Eficiencia

En la Tabla 49 se muestra el número de datos procesados y la evaluación de la variable eficiencia.

Tabla 49. Datos procesados eficiencia.

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia_Pre	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Eficiencia_Post	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

El uso del histograma (ver Figura 56) nos servirá para reflejar el comportamiento de forma gráfica, así como también la media y la desviación estándar.

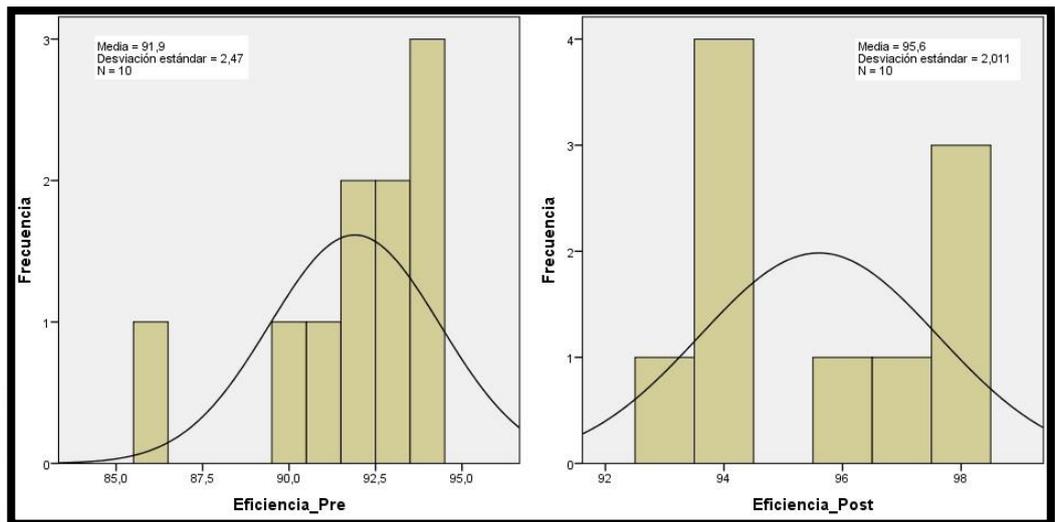


Figura 56. Histograma pre y post de la eficiencia.
Elaboración propia.

En la Tabla 50 se muestra las medidas de dispersión.

Tabla 50. Resultados estadísticos eficiencia.

		Estadístico	Error estándar	
Eficiencia_Pre	Media	91.90	.781	
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	90.13	
		Límite superior	93.67	
	Media recortada al 5%	92.11		
	Mediana	92.50		
	Varianza	6.100		
	Desviación estándar	2.470		
	Mínimo	86		
	Máximo	94		
	Rango	8		
	Rango intercuartil	3		
	Asimetría	-1.683	.687	
	Curtosis	3.208	1.334	
	Eficiencia_Post	Media	95.60	.636
95% de intervalo de confianza para la		Límite inferior	94.16	
		Límite superior	97.04	
Media recortada al 5%		95.61		
Mediana		95.00		
Varianza		4.044		
Desviación estándar		2.011		
Mínimo		93		
Máximo		98		
Rango		5		
Rango intercuartil		4		
Asimetría		.176	.687	
Curtosis		-2.000	1.334	

En la Tabla 50 se obtiene lo siguiente:

- La Media de la eficiencia pre fue de 91,90% y del post 95,60%.
- La Mediana pre fue de 92,50% y post es de 95,00%.

- El valor mínimo y máximo fue de 86,00% y 94,00% pre en tanto que, post el valor mínimo y máximo es de 93,00% y 98,00% respectivamente.
- La desviación estándar pre fue de 2,47 en tanto que post es de 2,01.

5.5.1.3 Procesamiento de datos de la Eficacia.

En la Tabla 35 se muestra el número de datos procesados la evaluación de la variable eficacia.

Tabla 51. Datos procesados eficacia.

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia_Pre	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%
Eficacia_Post	10	100.0%	0	0.0%	10	100.0%

El uso del histograma (ver Figura 57) nos servirá para reflejar el comportamiento de forma gráfica, así como también la media y la desviación estándar.

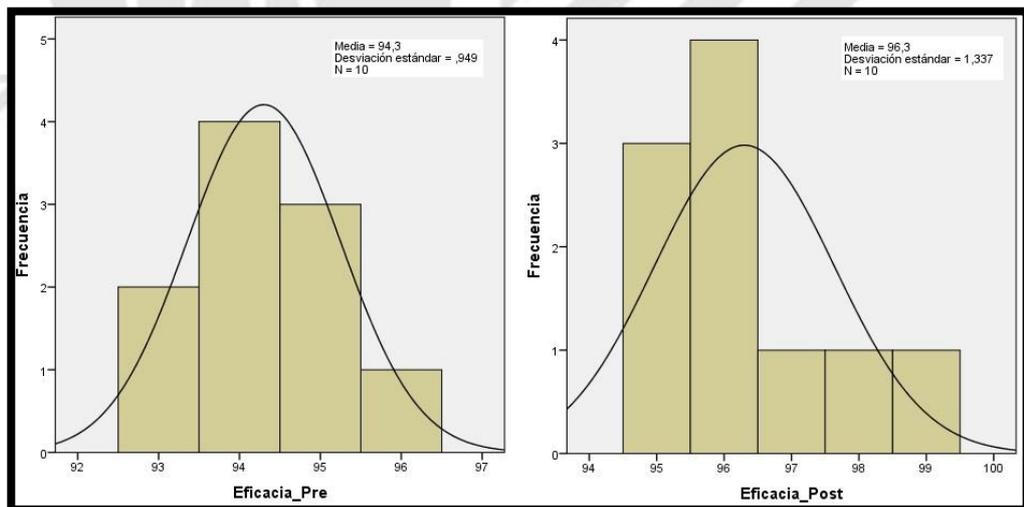


Figura 57. Histograma pre y post de la eficacia.

Elaboración propia.

En la Tabla 52 se muestra las medidas de dispersión.

Tabla 52. Resultados estadísticos eficacia.

		Estadístico	Error estándar	
Eficacia_Pre	Media	94.30	.300	
	95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	93.62	
		Límite superior	94.98	
	Media recortada al 5%	94.28		
	Mediana	94.00		
	Varianza	.900		
	Desviación estándar	.949		
	Mínimo	93		
	Máximo	96		
	Rango	3		
	Rango intercuartil	1		
	Asimetría	.234	.687	
	Curtosis	-.347	1.334	
	Eficacia_Post	Media	96.30	.423
95% de intervalo de confianza para la	Límite inferior	95.34		
	Límite superior	97.26		
Media recortada al 5%	96.22			
Mediana	96.00			
Varianza	1.789			
Desviación estándar	1.337			
Mínimo	95			
Máximo	99			
Rango	4			
Rango intercuartil	2			
Asimetría	1.059	.687		
Curtosis	4.58	1.334		

En la Tabla 52 se obtiene lo siguiente:

- La Media de la eficacia pre fue de 94,30% y del post 96,30%.
- La Mediana pre fue de 94,50% y post es de 96,00%.
- El valor mínimo y máximo fue de 93,00% y 96,00% pre en tanto que, post el valor mínimo y máximo es de 95,00% y 99,00% respectivamente.
- La desviación estándar pre fue de 0,94 en tanto que post es de 1,34.

5.5.2 Análisis inferenciales.

Con la finalidad de realizar la contrastación de las hipótesis se determina que la prueba de normalidad aplicada es el estadígrafo de Shapiro-Wilk debido a que: $n=10$.

Cuando el tamaño muestral es igual o inferior a 50 la prueba de contraste de bondad de ajuste a una distribución normal es la prueba de Shapiro-Wilks (Romero, 2016).

Para evaluar el comportamiento paramétrico o no paramétrico. Por consiguiente, se realizará la comparación de medias a través de la prueba T- Student:

- Si $\rho \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Y la prueba Wilcoxon:

- Si $\rho > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

5.5.2.1 Análisis de la Hipótesis General - Productividad.

El análisis de la hipótesis general del presente estudio es:

Hipótesis Alterna (Ha): El desarrollo de las 5'S aumenta la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

En la Tabla 53 se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Tabla 53. Prueba de normalidad productividad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Pre	.913	10	.303
Productividad_Post	.906	10	.257

Según la tabla 53, se puede observar que la significancia de la productividad pre es de 0.303 y post de 0.257 y como ambas son mayores a 0.05, entonces, según la regla de decisión descrita, se determina que el comportamiento es paramétrico, por lo tanto, para este caso se aplica la prueba de T-student.

Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis Nula (Ho): El desarrollo de las 5'S no aumenta la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

Hipótesis Alterna (Ha): El desarrollo de las 5'S aumenta la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

Regla de Decisión

$$H_0: \mu_{pre} \geq \mu_{post}$$

$$H_a: \mu_{pre} < \mu_{post}$$

Donde:

μ_{pre} : Es la media de productividad pre.

μ_{post} : Es la media de productividad post.

Tabla 54. Contraste de medias de productividad.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad_Pre	86.70	10	2.584	.817
	Productividad_Post	92.00	10	3.333	1.054

De la tabla 54, se observa que la media de la productividad pre 86,70% es menor que la media de la productividad post 92,00% por lo tanto no se cumple, en consecuencia se refuta la hipótesis nula, y se admite la hipótesis alterna, por lo tanto queda comprobado que El desarrollo de las 5'S aumenta la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

Con el objetivo de confirmar esta hipótesis, se realiza un análisis más detallado para su legitimidad, mediante el estadístico de prueba de T-student para ambas productividades como se muestra en la Tabla 39, teniendo en cuenta:

Regla de decisión:

- Si $\rho \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $\rho > 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Tabla 55. Estadístico de prueba de T-student para la productividad.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad_Pre - Productividad_Post	-5.300	2.627	.831	-7.179	-3.421	-6.380	9	.000

De la tabla 55, se confirma que la significancia de la prueba T-student, aplicado al indicador de productividad pre y post, muestra un valor de 0.000, por consecuencia y de acuerdo a la regla de decisión descrita, se refuta la hipótesis nula, y se admite la hipótesis del investigador, es decir, se admite que El desarrollo de las 5'S aumenta la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

5.5.2.2 Análisis de la Primera Hipótesis Específica - Eficiencia.

El análisis de la primera hipótesis específica del presente estudio es:

Hipótesis Alterna (Ha): El desarrollo de las 5'S aumenta la eficiencia en el área de molienda en una planta de concentradora.

En la Tabla 56 se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Tabla 56. Prueba de normalidad eficiencia.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Pre	.820	10	.026
Eficiencia_Post	.828	10	.032

Según la tabla 56, se puede observar que la significancia de la productividad pre es de 0.026 y post de 0.032 y como ambas son menores a 0.05, entonces, según la regla de decisión descrita, se determina que el comportamiento es no paramétrico, por lo tanto, para este caso se aplica la prueba Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica.

Hipótesis Nula (Ho): El desarrollo de las 5'S no aumenta la eficiencia en el área de molienda en una planta de concentradora.

Hipótesis Alterna (Ha): El desarrollo de las 5'S aumenta la eficiencia en el área de molienda en una planta de concentradora.

Regla de Decisión:

$$H_0: \mu_{pre} \geq \mu_{post}$$

$$H_a: \mu_{pre} < \mu_{post}$$

Donde:

μ_{pre} : Es la media de eficiencia pre.

μ_{post} : Es la media de eficiencia post.

Tabla 57. Contraste de medias de eficiencia.

	N	Media	Desviación estándar
Eficiencia_Pre	10	91.900	2.470
Eficiencia_Post	10	95.600	2.011

De la tabla 57, se observa que la media de la eficiencia pre 91,90% es menor que la media de la productividad post 95,60% por lo tanto no se cumple, en consecuencia, se refuta la hipótesis nula, y se admite la hipótesis alterna, por lo tanto queda comprobado que El desarrollo de las 5'S aumenta la productividad en el área de molienda en una planta de concentradora.

Con el objetivo de confirmar esta hipótesis, se realiza un análisis más detallado para su legitimidad, mediante el estadístico de prueba de Wilcoxon para ambas productividades como se muestra en la Tabla 58, teniendo en cuenta:

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p > 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Tabla 58. Estadístico de prueba de Wilcoxon para la eficiencia.

	Eficiencia_Post - Eficiencia_Pre
Z	-2,714 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	.007

De la tabla 58, se confirma que la significancia de la prueba Wilcoxon, aplicado al indicador de productividad pre y post, muestra un valor de 0.007, por consecuencia y de acuerdo a la regla de decisión descrita, se refuta la hipótesis nula, y se admite la hipótesis del investigador, es decir, se admite que El desarrollo de las 5'S aumenta la eficiencia en el área de molienda en una planta de concentradora.

5.5.2.3 Análisis de la Segunda Hipótesis Específica - Eficacia.

El análisis de la segunda hipótesis específica del presente estudio es:

Hipótesis Alterna (Ha): El desarrollo de las 5'S incrementa la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora.

En la Tabla 59 se muestra la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Tabla 59. Prueba de normalidad eficacia.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Pre	.911	10	.287
Eficacia_Post	.855	10	.067

Según la tabla 59, se puede observar que la significancia de la eficacia pre es de 0.287 y post de 0.067 y como ambas son mayores a 0.05, entonces, según la regla de decisión descrita, se determina que el comportamiento es paramétrico, por lo tanto, para este caso se aplica la prueba de T-student.

Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis Nula (Ho): El desarrollo de las 5'S no incrementa la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora.

Hipótesis Alterna (Ha): La desarrollo de las 5'S incrementa la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora.

Regla de Decisión:

$$H_0: \mu_{pre} \geq \mu_{post}$$

$$H_a: \mu_{pre} < \mu_{post}$$

Donde:

μ_{pre} : Es la media de eficacia pre.

μ_{post} : Es la media de eficacia post.

Tabla 60. Contraste de medias de eficacia.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficacia_Pre	94.30	10	.949	.300
	Eficacia_Post	96.30	10	1.337	.423

De la tabla 60, se observa que la media de la eficacia pre 94,30% es menor que la media de la productividad post 96,30% por lo tanto no se cumple, en consecuencia se refuta la hipótesis nula, y se admite la hipótesis alterna, por lo tanto queda comprobado que La implementación de las 5'S aumenta la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora.

Con el objetivo de confirmar esta hipótesis, se realiza un análisis más detallado para su legitimidad, mediante el estadístico de prueba de T-student para ambas productividades como se muestra en la Tabla 61, teniendo en cuenta:

Regla de decisión:

- Si $\rho \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $\rho > 0.05$ se acepta la hipótesis nula.

Tabla 61. Estadístico de prueba de T-student para la eficacia.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia_Pre - Eficacia_Post	-2.000	1.333	.422	-2.954	-1.046	-4.743	9	.001

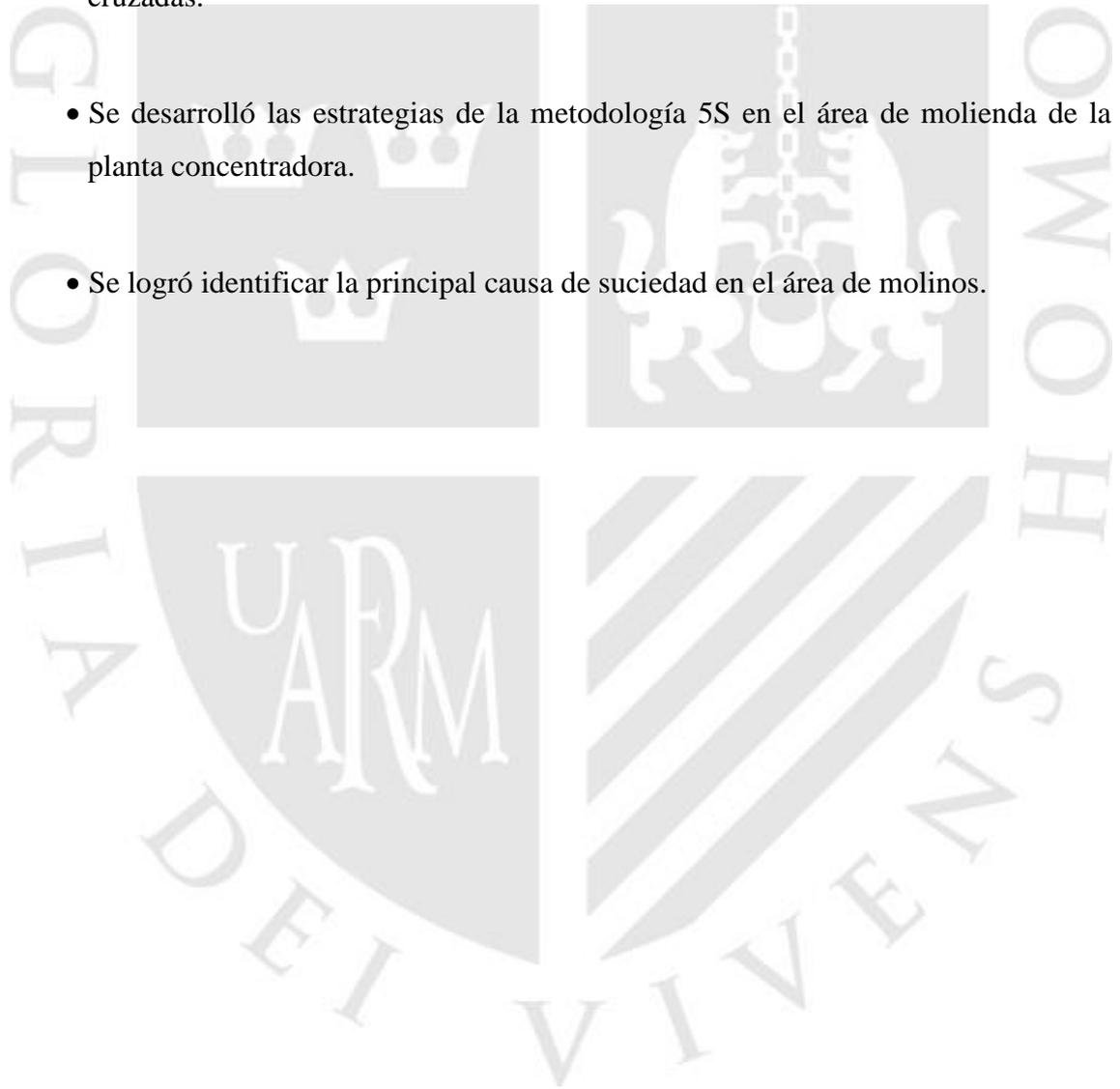
De la tabla 61, se confirma que la significancia de la prueba T-student, aplicado al indicador de productividad pre y post, muestra un valor de 0.001, por consecuencia y de acuerdo a la regla de decisión descrita, se refuta la hipótesis nula, y se admite la hipótesis del investigador, es decir, se admite que la implementación de las 5'S aumenta la eficacia en el área de molienda en una planta de concentradora.

CONCLUSIONES

Luego de finalizar la implementación de la metodología 5S surge una serie de conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados, las cuales se presentan a continuación:

- Se demostró que mediante la implantación de la metodología 5s en el área de molienda de la planta concentradora se incrementa la productividad de 86.70% a 92.00%, por lo tanto se infiere que la productividad incrementó en un 5,30%.
- Se demostró que mediante la implantación de la metodología 5s en el área de molienda de la planta concentradora se incrementa la eficiencia de 91.90% a 95.60%, por lo tanto se infiere que la productividad incrementó en un 3.70%.
- Se demostró que mediante la implantación de la metodología 5s en el área de molienda de la planta concentradora se incrementa la eficacia de 94,30% a 96,30%, por lo tanto se infiere que la productividad incrementó en un 2,0%.
- Para la viabilidad de los resultados de la propuesta de implementación de la metodología 5s se realizó una evaluación pre y post implementación.

- Se desarrolló los elementos conceptuales, metodológicos y teóricos que se utilizarán en el modelo a partir de los aportes de la metodología 5S según el cronograma de implementación.
- Para la implementación de la metodología 5S se realizó el análisis y diagnóstico línea base, para la evaluación de resultados se implementó auditorías e inspecciones cruzadas.
- Se desarrolló las estrategias de la metodología 5S en el área de molienda de la planta concentradora.
- Se logró identificar la principal causa de suciedad en el área de molinos.



RECOMENDACIONES

Como hemos visto hasta este momento, el desarrollo de esta tesis es una tarea que implica bastante tiempo, dedicación y experiencia seguido de unos buenos conocimientos metodológicos.

- Continuar el uso y control de las tarjetas rojas, éste es el primer paso para mantener la disciplina en la metodología 5S.
- Continuar ejecutando el programa de limpieza involucrando también a contratistas.
- Continuar con la capacitación del personal de molienda y la sensibilización de la importancia de la metodología 5S.
- Se recomienda la implementación de la metodología 5S en otras áreas de la planta como flotación, relaves y filtros de la planta; para la mejora de productividad en conjunto.
- Realizar un seguimiento a la implementación de la planta de lechada de cal el cual reemplazara la dosificación de cal a granel (principal causante de la suciedad en el área de molienda).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aires, E (2017). *Implementación de la metodología de las 5's para mejorar la productividad en el área de recepción de mercadería de la empresa Sódimac S.A., San Juan de Miraflores,*

Consultado

de:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17720/AIRES_RE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bbvaresearch. (2019). *Situación del sector minero.*

Consultado

de:

https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2019/02/Peru_SituacionSectorMinero.pdf

Bortolotti. (2014). *El método de las 5 «S» de Toyota: productividad y eficiencia.*

Consultado de:

<https://www.iebschool.com/blog/metodo-de-las-5-s-agile-scrum/>

Brady. (2012). *Manual de las 5S.*

Consultado

de:

http://www.bradylatinamerica.com/es-mx/downloads?filename=5S_Handbook_Latin_America.pdf

Campos, J. (2012). *Las 5S, la dieta adecuada para tu sistema **productivo** (TPM, Lean Manufacturing,...).*

Consultado

de: <http://www.euskalit.net/gestion/?p=674>

- Cruz, J. (2010) *Manual para la implementación sostenible de las 5S*. Consultado de: <https://es.scribd.com/document/225445451/Manual-Para-La-Implementacion-Sostenible-de-Las-5Ss>
- Falkowski, P. & Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. PhD interdisciplinary Journal, 3. Consultado de: http://sdpg.pg.gda.pl/pij/files/2013/10/03_2013_18-falkowski.pdf
- Garcés, H. (2000) *Investigación Científica*. Consultado de: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1356&context=abya_yala
- Gestión. (2019) *Producción anual de cobre en Perú disminuyó 0.4% durante 2018*. Consultado de: <https://gestion.pe/economia/produccion-anual-cobre-peru-disminuyo-0-4-2018-258081-noticia/>
- Gutierrez, H. (2010) *Calidad Total y Productividad*. (Tercera Edición) México Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, R, Fernández, C., Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. México Editorial Mc Graw Hill.
- Hirano, Hiroyuki. (1997) *5 Pilares de la fábrica visual*. España Editorial TGP Hoshin, S.L.
- Imai, M. (1998). *Como Implementar el Kaizen en el Sitio de Trabajo (Gemba)*. Bogotá: McGRAW-HILL Interamericana.
- Gapp, R.; Fisher, R. & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. Management Decision. Consultado de: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00251740810865067/full/html>

Michalska, J. & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organization. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2). Consultado de:

http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol24_2/24247.pdf

Minera Poderosa. (2017). *PODEROSA gana el Premio Nacional 5S por cuarto año consecutivo*. Consultado

de:

https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/batolito/Batolito_47.pdf

Montoya P, Juan David. (2019) *Las Actividades económicas de Perú*. Consultado

de:

<https://www.actividadeseconomicas.org/2017/07/actividades-economicas-de-peru.html>

Ñañacchuari, P. (2017). *Implementación de las 5s para mejorar la productividad en el área de almacén de la empresa Pinturas Bicolor SAC, Los Olivos 2017*. Consultado de:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/2000/%C3%91a%C3%B1acchuari_SP.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rey, F. (2015). *Las 5s. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo*. Consultado de:

https://books.google.com.pe/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

ROMERO SALDAÑA, Manuel. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. Consultado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>

Sevilla, B. (2019) *Las Ranking de los principales países productores de cobre a nivel mundial en 2018 (en miles de toneladas métricas)*. Consultado

de:

<https://es.statista.com/estadisticas/635359/paises-lideres-en-la-produccion-de-cobre-a-nivel-mundial/>

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA (2018). *Posición de la minería peruana a nivel mundial*.

Consultado de: <http://www.exploradores.org.pe/mineria/la-mineria-en-el-peru/posicion-de-la-mineria-peruana-a-nivel-mundial.html>

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. EDITORIAL LIMUSA, S.A. - México

TAMAYO, J., SALVADOR, J, VÁSQUEZ, A. y ZURITA, V. (2017). *La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país*. Osinergmin. Lima-Perú. Consultado

de:

https://books.google.com.pe/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Toyota. (2015). *El verdadero valor de las 5S*.

Consultado

de:

<https://blog.toyota-forklifts.es/el-verdadero-valor-5s>

Vargas, H. (2004). *MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN PROGRAMA 5S*. Consultado de:

<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf>



Anexo 1. Formato diagnostico línea base 5S.

DIAGNÓSTICO LÍNEA BASE 5S		Código:
		Versión:
EVALUADORES:		FECHA:
RESPONSABLE		
ÁREA:	Molienda	
PUNTUACIÓN:		
0	Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado de 0 - 25 %	
1	Insuficiente - El grado de cumplimiento esta entre 25 - 50 %	
2	Bien - El grado de cumplimiento esta entre 50 - 75 %	
3	Excelente - El grado de cumplimiento esta entre 75 - 100 %	
		Puntaje
		Porcentaje %
SELECCIONAR		
	¿Han sido eliminados todos los elementos innecesarios?	0 1 2 3
	¿Existen instructivos para disponer de los elementos innecesarios?	
	¿Se han separado las herramientas y equipos operativos de los defectuosos?	
	¿El personal conoce y hace uso de la tarjeta roja?	
	¿El personal aplica el instructivo para disponer de los elementos innecesarios?	
	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	
	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	
	¿El control de tarjetas rojas se encuentra al día?	
	¿Las herramientas se encuentra rotuladas con la cinta del mes?	
	¿Se cuenta con los medios para disponer los elementos innecesarios?	
	Sub Total	
ORDENAR		
	¿El personal vuelve a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?	Puntaje
	¿Las herramientas que se encuentran en uso pueden ser fácilmente ubicadas?	
	¿El personal cuenta con la formación para llevar a cabo las actividades de orden?	
	¿Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente?	
	¿Existe instructivos para realizar y mantener el orden en el área?	
	¿El personal aplica el instructivo para realizar y mantener el orden en el área?	
	¿Se cuenta con etiquetas y/o marcaciones en los lugares de almacenamiento?	
	¿No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo?	
	¿Los estantes y cajones están debidamente organizados?	
	¿Hay líneas amarillas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	
	Sub Total	
LIMPIAR		
	¿Se dispone de un programa de limpieza en el área?	Puntaje
	¿Se cumple el programa de limpieza del área?	
	¿Se cumple con los tiempos establecidos en el programa de limpieza?	
	¿Los accesos, escaleras y pisos se encuentran limpios?	
	¿Las estructuras y equipos de la planta se encuentran limpios?	
	¿Se dispone de planes para atacar la causa raíz de la suciedad?	
	¿Los sistemas de drenaje y canalización trabajan de forma apropiada?	
	¿Se cuenta con un control operativo para evitar derrames?	
	¿Se cuenta con una respuesta rápida para reparar fugas y desperfectos que causen derrames de mineral?	
	¿Se coordina constantemente con las áreas involucradas, para que mantengan limpias, las zonas con las que interactúan?	
	Sub Total	
ESTANDARIZAR		
	¿El personal usa el EPP apropiado de acuerdo a sus labores?	Puntaje
	¿Todos los instructivos cumplen con el estándar?	
	¿La capacitación está estandarizada para el personal del área?	
	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	
	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	
	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y vestuario?	
	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	
	¿La señalización es estándar en las áreas de trabajo?	
	¿Existen letreros para identificar las áreas y subáreas?	
	¿La señalización es visible y se encuentra en buen estado?	
	Sub Total	
DISCIPLINA		
	Sub Total	Puntaje
	Puntaje Total	0
Observaciones y/o recomendaciones		
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Evaluador 1	Evaluador 2	Responsable del área

Anexo 2. Cuadro resumen resultado de las auditorías.

RESULTADOS AUDITORIAS - METODOLOGÍA 5S									
Nº "S".	RESULTADO ESPERADO EN %.	RESULTADO OBTENIDO EN %.	EMOTICÓN.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 0-1.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 0-1.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 1-2.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 1-2.	TOTAL DE PREGUNTAS CON Puntuación ENTRE 2-3.	Nº DE LA PREGUNTA CON Puntuación ENTRE 2-3.
1ª "S" SEIRI									
2ª "S" SEITON									
3ª "S" SEISO									
4ª "S" SEIKETSU									
5ª "S" SHITSUKE									
	90-100%		75-90%		60-75%		40-60%		Menosde 40%

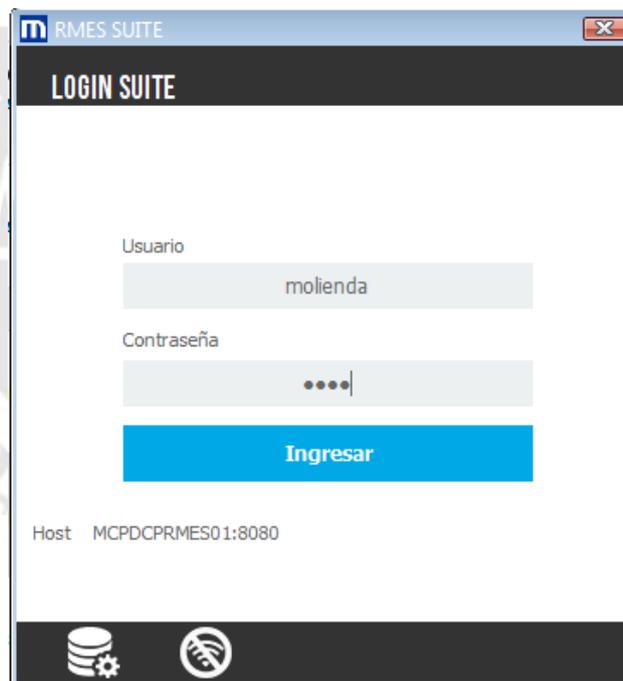
Anexo 3. Obtención de datos.

Para la obtención de datos se realiza los siguientes pasos:

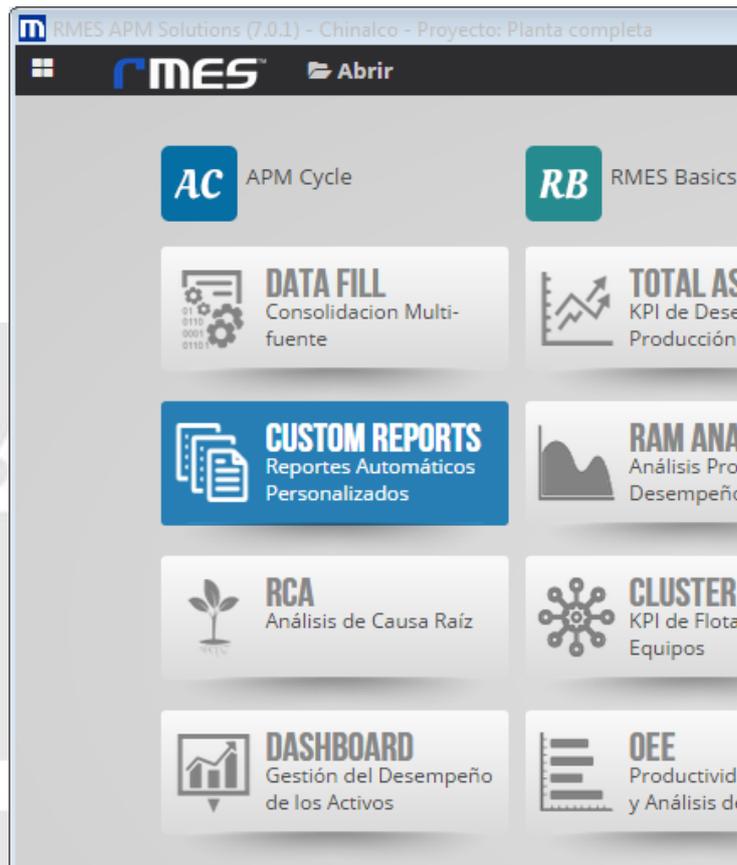
1. Se apertura el software rmes.



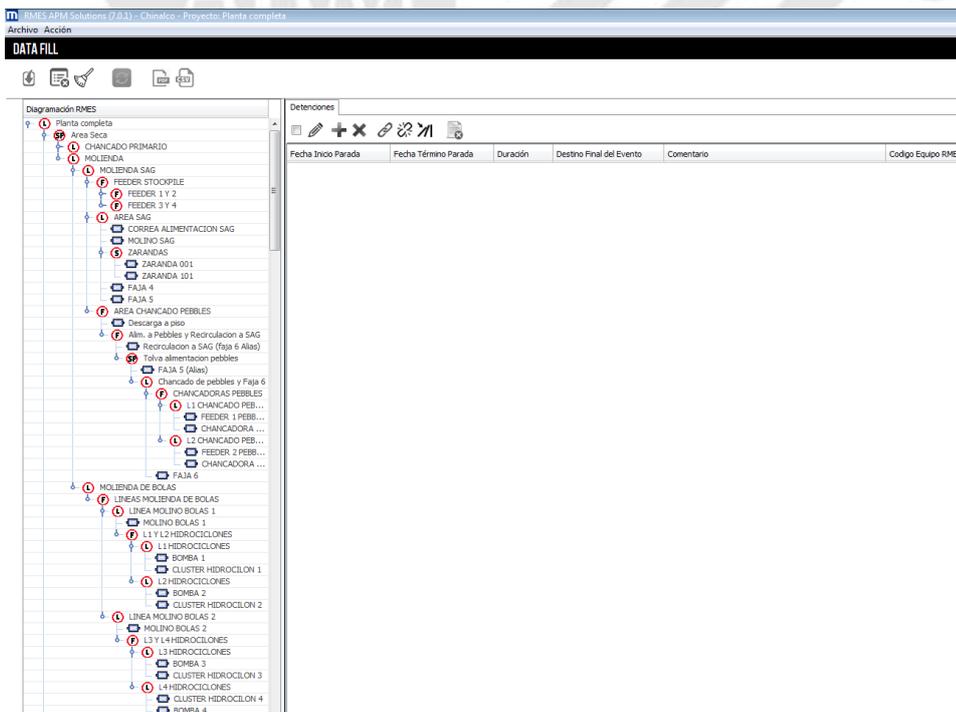
2. Se ingresa usuario y contraseña de área.



3. Se escoge la opción Custom Reports para la obtención de reportes personalizados.



4. Se puede elegir un reporte detallado por equipo si lo deseamos para un análisis más específico.



Anexo 4. Formato de recolección de datos.

VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S														
DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	UNIDAD DE MEDIDA	META	PRE PRUEBA								PROMEDIO	
					AGO1	AGO2	SEP1	SEP2	OCT1	OCT2	NOV1	NOV2		DIC1
Clasificar	Equipos Inoperativos (EI)	$EI = \frac{\#EI}{TER} \times 100\%$ EI : # Equipos inoperativos TER: Total de equipos registrados	%	# <=20%										
	Repuestos Deteriorados (RD)	$RD = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Repuestos Deteriorados TRR: Total de repuestos registrados	%	# <=2%										
Ordenar	Repuestos Rotulados (RR)	$RR = \frac{\#RD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Repuestos Rotulados TRR: Total de repuestos registrados	%	# >=96%										
	Ubicaciones Disponibles Racks (UD)	$UD = \frac{\#UD}{TRR} \times 100\%$ RD : # Ubicaciones Disponibles Rack TUE: Total de ubicaciones existente	%	# <=10%										
Limpiar	Área de Trabajo (AT)	$AT = \frac{\#AT}{ATE} \times 100\%$ AT : # Área de trabajo adecuado. ATE: Área de trabajo existente	%	# >=96%										
Estandarizar	Capacitaciones Realizadas (CR)	$CR = \frac{\#CR}{TCP} \times 100\%$ CR : # Capacitaciones Realizadas TCP: Total de capacitaciones programadas	%	# >=96%										
Disciplina	Cumplimiento de Actividades (CA)	$CA = \frac{\#CA}{CAP} \times 100\%$ AT : # Cumplimiento de actividades establecidas CAP: Cumplimiento de actividades programadas	%	# >=96%										
VARIABLE DEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S														
Eficiencia	Optimización de Tiempos (OT)	$OT = \frac{TTE}{TTP} \times 100\%$ TTE : Tiempo Total Ejecutado TTP: Tiempo Total Programado	%	# >=96%										
Eficacia	Cumplimiento de Trabajos (CT)	$CT = \frac{TTE}{TTP} \times 100\%$ TTE : Total de Trabajos Ejecutados TTP: Total de Trabajos Programados	%	# >=100%										
VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGIA 5 S														
INDICADORES	FÓRMULAS	UNIDAD DE MEDIDA	PRE PRUEBA								PROMEDIO			
			AGO1	AGO2	SEP1	SEP2	OCT1	OCT2	NOV1	NOV2		DIC1	DIC2	
Productividad	$Prod = (Eficiencia \times Eficacia) \times 100\%$	%												

Anexo 5. Formato de flujo de caja.

MESES	INVERSIÓN	BENEFICIOS	SOSTENIMIENTO	FLUJO EFECTIVO NETO
0				
1	ENERO			
2	FEBRERO			
3	MARZO			
4	ABRIL			
5	MAYO			
TOTAL				

