

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

APLICACIÓN DE 5S Y TPM PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL CAOLÍN EN UNA CANTERA.

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniera Industrial

Presentan las Bachilleres:

MARILEY TANIA NUÑEZ MANDARACHI

MILI QUISPE MEZA

Presidente: Norman Estuardo Reyes Morales

Asesor: Jaime Enrique Molina Vélchez

Lector: José Alan Rau Álvarez

Lima – Perú

Noviembre 2023



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

Anexo N.º 3 - Reglamento General de Grados y Títulos de Pregrado y Posgrado
Aprobado por Resolución Rectoral N.º 194-2022-UARM-R y modificado por
Resolución Rectoral N.º 040-2023-UARM-R

INFORME DE ORIGINALIDAD

Señores
Consejo Universitario UARM
Presente.-

De nuestra consideración:

Por la presente nos dirigimos a ustedes para saludarlos e informar al Consejo Universitario sobre el producto académico elaborado por NUÑEZ MANDARACHI Mariley Tania y QUISPE MEZA Mili, quienes solicitan la obtención de su título de Ingenieras Industriales a través de la sustentación de una tesis.

El producto académico elaborado tiene como título "Aplicación de 5S y TPM para incrementar la productividad en el proceso de obtención del caolín en una cantera"

Por tanto, en nuestra condición de Asesor de producto académico y de integrante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Gestión respectivamente, declaramos que el producto académico de NUÑEZ MANDARACHI Mariley Tania y QUISPE MEZA Mili, ha sido examinado con el programa antiplagio *Turnitin* para identificar su nivel de coincidencias.

El resultado que arroja el programa es de 7% de similitud, el cual proviene de fuentes de información que han sido debidamente citadas o reconocidas utilizando las normas del sistema APA.

Sin otro particular, quedo de ustedes.

Firmado en Lima, el 16 del mes de octubre del 2023

Atentamente,

Jaime Enrique Molina Vilchez
Asesor

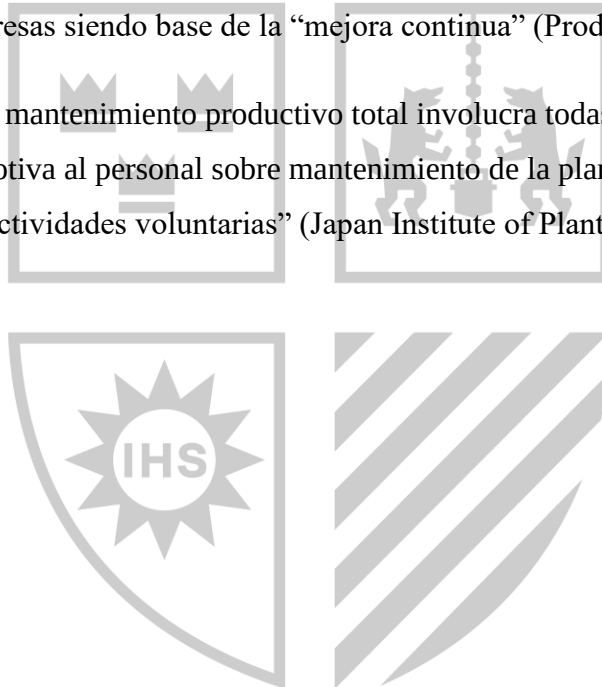
Bernardo Leonardo Meza Guzmán
Presidente Comisión de Grados y Títulos
Facultad de Ingeniería y Gestión

* Conforme a lo establecido en el documento de identidad

EPÍGRAFE

Los cinco pilares “5S” son un método simple y potente para la mejora de las empresas siendo base de la “mejora continua” (Productivity Press, 1996).

“El mantenimiento productivo total involucra todas las áreas y todos los niveles, motiva al personal sobre mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias” (Japan Institute of Plant Maintenance, 2022).



DEDICATORIA

NUÑEZ MANDARACHI, Mariley Tania

A Dios por mantenerme con vida y darme fuerzas todos los días. A mis padres, Jesús y Carmen por su apoyo incondicional que siempre me brindan. A mis hermanos Tabita y Joel por su aliento permanente para culminar esta investigación.

QUISPE MEZA, Mili

A mi familia que creyeron en mí y darme su apoyo incondicional en realizar este trabajo de investigación. Son mi motivo de seguir adelante como profesional.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios, que nos dio la fuerza para superar todas las dificultades presentadas durante la realización de esta investigación. Asimismo, a nuestros padres y hermanos que son nuestra inspiración y fuerza.

Un agradecimiento especial a la empresa Transport Macazana, por brindarnos las facilidades de información y permitirnos desarrollar nuestra investigación. Así como a todo el personal que participó y permitió que la investigación se lleve a cabo con éxito.

También, agradecemos al Mg. Jaime Molina Vélchez por brindarnos sus conocimientos y ser nuestra guía en la realización de esta investigación.

RESUMEN

La aplicación de 5S y TPM para incrementar la productividad del proceso de obtención de caolín en la Unidad Minera no metálica denominada Cantera Fiorella 501, que pertenece a la compañía Minera Sayarumi S.A.C el cual es explotado por la empresa contratista Transport Macazana S.A.C. (en adelante Macazana) es el objetivo de esta tesis. Consta de los siguientes capítulos: introducción, planteamiento del problema, marco teórico, metodología, implementación de 5S y TPM, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones. El caolín se obtiene de cuatro subprocesos: extracción, carguío de material a granel-acarreo, chancado y carguío de material chancado. La investigación es de tipo cuantitativo, explicativo, diseño preexperimental y temporalidad longitudinal, porque se tiene datos del antes y después de la implementación de la mejora. Al realizar el diagnóstico inicial en la empresa se obtuvo 77.75% de productividad y con la implementación de 5S y TPM en sus tres dimensiones: capacitación y entrenamiento, mantenimiento autónomo y mejoras enfocadas se logró incrementar al 86.17%, mejorando los indicadores de eficacia de 87.42% a 93.74% y eficiencia de 88.94% a 91.71%. Se obtuvo el VAN de la inversión de S/.4,012 con un TIR mensual del 5.67% y costo/beneficio de 1.22.

Palabras clave: 5S, TPM, Productividad, Eficiencia, Eficacia

ABSTRACT

The implementation 5S and TPM to increase the productivity of the process of obtaining Kaolin in the non-metallic mining unit called Cantera Fiorella 501, which belongs to the company Minera Sayarumi S.A.C and is worked by the contractor company Transport Macazana S.A.C. is the objective of this research. It consists of the following chapters: introduction, theoretical basis, methodology, implementation 5S and TPM, results, discussion, conclusions, and recommendations. Kaolin is obtained from four sub-processes: extraction, loading of bulk material, crushing, and loading of crushed material. The research is quantitative, explanatory, of pre-experimental design and of longitudinal temporality, because there are data from before and after the implementation of the improvement. When making the initial diagnosis in the company was obtained a 77.75% of productivity and with the implementation 5S and TPM in its three dimensions: skills development (training), autonomous maintenance and continuous improvement, the productivity increased to 86.17%, improving effectiveness from 87.42% to 93.74% and efficiency from 88.94% to 91.71%. Finally, it was obtained the VAN of the investment S/.4,012 with a monthly TIR 5.67% and a cost/profit 1.22.

Keywords: 5S, TPM, productivity, efficiency, effectiveness

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	21
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
1.1 Problema de la investigación	31
1.2 Objetivos de la investigación.....	31
1.2.1 Objetivo General	31
1.2.2 Objetivo Específicos	31
1.3 Justificación de la investigación	31
1.3.1 Justificación práctica.....	32
1.3.2 Justificación metodológica.....	32
1.3.3 Justificación económica	32
1.3.4 Justificación Medio Ambiental	33
1.4 Hipótesis de la investigación	33
1.5 Alcance de la investigación	33
1.6 Viabilidad de la Investigación	33
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	34
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	34
2.2 Bases teóricas	38

2.2.1	Value Stream Mapping	39
2.2.2	5S o cinco eses	39
2.2.3	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	43
2.2.4	Productividad	50
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		52
3.1	Tipo de investigación.....	52
3.2	Variables y su operacionalización	54
3.2.1	Variable independiente	54
3.2.2	Variable dependiente	56
3.3	Población, muestra y muestreo	56
3.3.1	Población.....	56
3.3.2	Muestra	57
3.3.3	Muestreo	59
3.4	Técnicas de recojo de datos y sus instrumentos	59
3.4.1	Técnicas de recojo de datos	59
3.4.2	Instrumentos.....	60
3.4.3	Validez del instrumento	60
3.5	Procesamiento de datos	60
3.6	Consideraciones éticas.....	61
CAPÍTULO IV: IMPLEMENTACIÓN		62
4.1	Datos generales de la empresa.....	62
4.1.1	Misión	62
4.1.2	Visión.....	63
4.1.3	Valores	63
4.2	Ubicación de la cantera.....	63
4.2.1	Accesibilidad a la Unidad Minera.....	64
4.3	Sector económico	65

4.3.1	Único producto.....	65
4.3.2	Características técnicas del caolín	66
4.3.3	Método de explotación del yacimiento	66
4.4	Estructura Organizacional	67
4.4.1	Dotación de Personal	68
4.5	Mapa de Procesos (MACRO).....	68
4.6	Proceso productivo	70
4.6.1	Extracción	71
4.6.2	Carguío y acarreo de material a granel	74
4.6.3	Chancado.....	75
4.6.4	Carguío de material chancado.....	77
4.7	Dotación de equipos	77
4.8	Aspectos ambientales	78
4.9	Datos históricos (Pretest).....	80
4.9.1	Demanda y producción anual.....	80
4.9.2	Variable independiente	81
4.9.3	Variable dependiente	86
4.10	Implementación de 5S y TPM.....	87
4.10.1	Desarrollo del VSM	89
4.10.2	Fase 1: Preparación	91
4.10.3	Fase 2: Introducción.....	97
4.10.4	Fase 3: Implementación	98
4.10.5	Fase 4: Consolidación	119
4.11	Datos Post test	121
4.11.1	Metodología 5S.....	121
4.11.2	Sistema de TPM.....	122
4.11.3	Productividad, eficiencia y eficacia	124

4.12	Análisis económico y financiero	130
4.12.1	Inversión activos tangibles.....	130
4.12.2	Inversión de activos intangibles.....	132
4.12.3	Ingresos generados con la mejora	132
4.12.4	Análisis económico y financiero de la inversión	135
4.12.5	Cálculo de reducción de costo de mantenimiento en CH01	137
CAPÍTULO V: RESULTADOS		138
5.1	Análisis descriptivo	138
5.1.1	Variable independiente: 5S y TPM.....	138
5.1.2	Variable dependiente	141
5.2	Análisis inferencial.....	146
5.2.1	Contrastación de la hipótesis general.....	147
5.2.2	Contraste de hipótesis específicos	148
DISCUSIÓN		152
CONCLUSIONES		154
RECOMENDACIONES.....		155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		156
ANEXOS		159

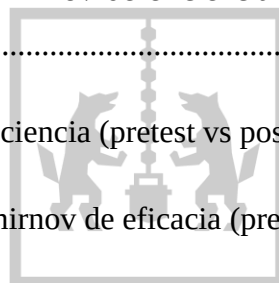
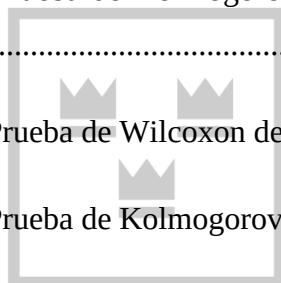
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de frecuencia de causas identificadas	24
Tabla 2 Matriz de Vester	24
Tabla 3 Ponderación Total.....	25
Tabla 4 Matriz de estratificación	26
Tabla 5 Herramientas de solución para el área procesal de mantenimiento	27
Tabla 6 Criterios de ponderación.....	28
Tabla 7 Matriz de priorización de solución	28
Tabla 8 Antecedentes considerados en investigación.....	38
Tabla 9 Coordenadas U.T.M de la cantera Fiorella 501.....	63
Tabla 10 Rutas de acceso a la cantera Fiorella 501	64
Tabla 11 Dotación de personal de la empresa	68
Tabla 12 Resumen de Diagrama de operación de proceso de obtención de caolín	70
Tabla 13 Dotación de equipos de la empresa	77
Tabla 14 Valorización de equipos de la empresa al cierre de año 2021.....	78

Tabla 15 Criterios de evaluación de línea base 5S	82
Tabla 16 Evaluación escrita (pretest)	84
Tabla 17 Tipo de fallas y averías en la CH01 del periodo 2021.....	85
Tabla 18 Resumen del registro de averías del 2021	86
Tabla 19 Resumen de variables productividad, eficiencia y eficacia del 2021 (pretest).....	86
Tabla 20 Resultado de cálculo de fórmulas de VSM de la empresa	90
Tabla 21 Despiece de chancadora CH01	98
Tabla 22 Componentes de lubricación de chancadora CH01	113
Tabla 23 Actividades de lubricación de chancadora CH01	113
Tabla 24 Actividades eléctricas de chancadora CH01.....	113
Tabla 25 Actividades mecánicas chancadora CH01.....	114
Tabla 26 Costo de repuestos de equipos del 2021	117
Tabla 27 Horas paradas de equipos en 2021	117
Tabla 28 Costo anual de repuestos de chancadora CH01 en 2021	118
Tabla 29 Costo total de chancadora CH01 en 2021	118
Tabla 30 Resumen de costos de mantenimiento de chancadora CH01	119
Tabla 31 Eficiencia de chancadora CH01 antes de la mejora.....	119
Tabla 32 Criterio de evaluación de 5S (post test).....	122
Tabla 33 Capacitación y entrenamiento (post test).....	123
Tabla 34 Eficiencia de chancadora CH01 (post test).....	124
Tabla 35 Eficiencia, eficacia y productividad de CH01 – agosto 2022.....	124

Tabla 36	Eficiencia, eficacia y productividad de CH01 – setiembre 2022 ...	125
Tabla 37	Eficiencia, eficacia y productividad de CH01 – octubre 2022	126
Tabla 38	Eficiencia, eficacia y productividad de CH01 – noviembre 2022..	126
Tabla 39	Resumen de eficiencia, eficacia y productividad de 2022.....	127
Tabla 40	Cuadro comparativo de variable productividad, eficiencia y eficacia entre 2021 vs 2022.....	127
Tabla 41	Gastos de útiles de escritorio en la empresa	130
Tabla 42	Gastos de materiales en implementación de 5S y TPM	131
Tabla 43	Gastos de capacitación de 5S y TPM	131
Tabla 44	Gastos de personal de 5S y TPM.....	131
Tabla 45	Otros gastos	132
Tabla 46	Cálculo de horas paradas de chancadora CH01.....	132
Tabla 47	Cálculo de producción perdida de caolín en 2021 vs 2022 en CH01	133
Tabla 48	Comportamiento de costos de producción perdida en CH01	134
Tabla 49	Cálculo de utilidad ganada en CH01 (post test)	134
Tabla 50	Cálculo de ahorro de mantenimiento correctivo de CH01	137
Tabla 51	Resultados de implementación de 5S (pretest vs post test)	139
Tabla 52	Resultados de capacitación y entrenamiento (pretest vs post test).	140
Tabla 53	Resultados de mantenimiento autónomo (post test)	140
Tabla 54	Resultados de mejoras enfocadas (pretest vs post test)	141
Tabla 55	Nivel de incumplimiento de 2022 (post test).....	141

Tabla 56 Estadística descriptiva de variable productividad (pretest vs post test)	141
Tabla 57 Estadística descriptiva de eficiencia (pretest vs post test).....	143
Tabla 58 Estadística descriptiva de eficacia (pretest vs post test).....	145
Tabla 59 Prueba de Kolmogorov Smirnov de productividad (pretest vs post test)	147
Tabla 60 Prueba de Wilcoxon de productividad (pretest vs post test)	147
Tabla 61 Prueba de Kolmogorov Smirnov de eficiencia (pretest vs post test)	148
Tabla 62 Prueba de Wilcoxon de eficiencia (pretest vs post test)	149
Tabla 63 Prueba de Kolmogorov Smirnov de eficacia (pretest vs post test).	150
Tabla 64 Prueba de Wilcoxon de eficacia (pretest vs post test)	150



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa para identificar causas de baja productividad	23
Figura 2 Diagrama de Pareto	26
Figura 3 Modelo 5 eses.....	40
Figura 4 Clasificación de las 6 grandes pérdidas de un sistema TPM	44
Figura 5 Etapas comprendidas en cada fase de la implementación de un sistema TPM.....	46
Figura 6 Pilares de sistema TPM.....	47
Figura 7 Etapas de implementación de mantenimiento autónomo.....	49
Figura 8 Productividad diaria con datos atípicos del año 2021.....	58
Figura 9 Productividad diaria sin datos atípicos del año 2021.....	59
Figura 10 Ubicación minera de la cantera Fiorella 501.....	64
Figura 11 Único producto: Caolín Blanco.....	65
Figura 12 Características técnicas del caolín blanco	66
Figura 13 Submétodo de terrazas en canteras	67
Figura 14 Estructura organizacional de la empresa.....	67

Figura 15 Mapa de procesos de la cantera Fiorella 501	69
Figura 16 Diagrama de Operación de proceso de obtención de caolín	70
Figura 17 Proceso productivo de obtención de caolín.....	71
Figura 18 Máquina perforadora	72
Figura 19 Diseño de malla.....	72
Figura 20 Carga de explosivos	73
Figura 21 Material volado y martillado	74
Figura 22 Zona de carguío.....	74
Figura 23 Descarga de material a granel en acopio 01.....	75
Figura 24 Zaranda y chancadora de mandíbulas	75
Figura 25 Material chancado de caolín blanco	76
Figura 26 Carguío de material chancado de caolín blanco.....	77
Figura 27 Residuos sólidos de la empresa.....	79
Figura 28 Monitoreo ambiental de la empresa	79
Figura 29 Demanda vs producción de caolín desde 2018 al 2022	80
Figura 30 Demanda vs producción de caolín en el periodo 2021	81
Figura 31 Matriz de evaluación de 5S	83
Figura 32 Resultado de cuestionario de línea base TPM	83
Figura 33 Mapeo de cadena de valor de cantera Fiorella 501	88
Figura 34 Reunión con Gerencia de la empresa	91
Figura 35 Capacitación al personal sobre introducción a 5S	92

Figura 36 Capacitación al personal sobre introducción a TPM	92
Figura 37 Estructura promocional de 5S y TPM.....	93
Figura 38 Conformación de facilitadores de 5S y TPM.....	94
Figura 39 Política de 5S y TPM	95
Figura 40 Plan Maestro de sistema TPM para la empresa	96
Figura 41 Difusión de arranque formal de 5S	97
Figura 42 Difusión de arranque formal de TPM	97
Figura 43 Despiece de chancadora CH01 – Parte 1	99
Figura 44 Despiece de chancadora CH01 – Parte 2	99
Figura 45 Despiece de chancadora CH01 – Parte 3	100
Figura 46 Boletín informativo de 7 pasos de implementación Mantenimiento Autónomo	100
Figura 47 Campañas por cada S	101
Figura 48 Formato de tarjeta rojas de 5S.....	102
Figura 49 Uso de tarjetas rojas de 5S en áreas de la empresa (Seiri).....	102
Figura 50 Capacitación de la primera S (Seiri)	103
Figura 51 Herramientas ordenadas en área de trabajo.....	104
Figura 52 Materiales y repuestos ordenados en área trabajo.....	104
Figura 53 Capacitación de segunda S (Seiton).....	105
Figura 54 Capacitación de tercera S	106
Figura 55 Limpieza de chancadora CH01	106
Figura 56 Capacitación de cuarta S	107

Figura 57 Rotulado de herramientas en área de trabajo	107
Figura 58 Control visual de 5S y TPM en empresa.....	108
Figura 59 Check list de mantenimiento de CH01	109
Figura 60 Check list diario de chancadora CH01.....	110
Figura 61 Capacitación de quinta S.....	111
Figura 62 Programa de auditoría interna de 5S y TPM.....	112
Figura 63 Cronograma de limpieza de chancadora CH01.....	115
Figura 64 Cronograma de lubricación de chancadora CH01	115
Figura 65 Cronograma de ajustes de componentes de chancadora CH01.....	116
Figura 66 Reconocimiento al personal en 5S y TPM.....	120
Figura 67 Chancadora CH01 después de implementar 5S	121
Figura 68 Matriz de evaluación de 5S (post test)	122
Figura 69 Cronograma de seguimiento de MLLA (post test)	123
Figura 70 Comportamiento de productividad entre 2021 vs 2022	128
Figura 71 Comportamiento de eficacia entre 2021 vs 2022.....	128
Figura 72 Comportamiento de eficiencia entre 2021 vs 2022.....	129
Figura 73 Análisis Económico y Financiero del proyecto de mejora 5S y TPM	136
Figura 74 Matriz de evaluación 5S (pretest vs post test).....	139
Figura 75 Curva normal de variable productividad (pretest 2021)	142
Figura 76 Curva normal de variable productividad (post test 2022).....	143
Figura 77 Curva normal de eficiencia (pretest).....	144

Figura 78 Curva normal de eficiencia (post test)	144
Figura 79 Curva normal de eficacia (pretest)	145
Figura 80 Curva normal de eficacia (post test)	146

