



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Aplicación del SMED para incrementar la productividad del
proceso de producción de arena fina y gruesa en la empresa
Arica S.A.C., Arequipa, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL

AUTOR(ES):

Carcausto Arapa, Nelida Anali (ORCID: 0000-0001-5712-6403)

Huanqui Cruz, Dilman Rodolfo (ORCID: 0000-0002-2035-3394)

ASESOR:

MGRT. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-7188-119X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

Año

2021

DEDICATORIA

A Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por brindarme su apoyo incondicional, por recibir siempre de ellos los mejores consejos y sobre todo por ser siempre mi ejemplo para lograr cada meta trazada.

A mis hermanas por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida inculcándome el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Anali Carcausto A.

A mi padre, que desde el cielo me brinda sus fuerzas para seguir adelante en mis estudios, por ser un ejemplo de superación para mí.

A mi madre y hermana, porque creyeron en mí, dándome ejemplos dignos de superación y entrega.

A mi princesa A.C.A. por su cariño y apoyo que me brindo en esta etapa de mi vida, que me inspira a ser perseverante y cumplir con mis ideales.

rodolfo Huanqui C.

AGRADECIMIENTO

A Dios que nos guió a lo largo de la carrera por el camino correcto y seguro.

A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional y de manera muy fraterna a nuestros profesores por el apoyo y la dedicación brindada.

ÍNDICE

ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	17
III. METODOLOGIA.....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación	33
3.2. Operacionalización de las variables	36
3.3. Matriz de Coherencia.	37
3.4. Población, muestra y muestreo.....	38
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 39	
3.6. Métodos de análisis de datos.....	40
3.7. Aspectos éticos	41
3.8. Desarrollo de la propuesta	42
3.8.1. Situación actual	42
3.8.2. Propuesta de mejora	56
3.8.3. Ejecución de la propuesta	58
3.8.3.1. Etapas de la aplicación de la herramienta SMED	58
3.8.4. Resultados de la implementación	67
3.8.5. Análisis económico financiero	72
3.8.5.1. Inversión Total.....	73
3.8.5.2. Ingresos	74
3.8.5.3. Egresos.....	75
3.8.5.4. Flujo de Caja.....	76
IV. RESULTADOS	79
4.1. Análisis descriptivo.....	80
4.1.1. Productividad de la arena fina	80

4.1.2.	Eficiencia de la arena fina.....	83
4.1.3.	Eficacia de la arena fina	86
4.1.4.	Productividad de la arena gruesa	89
4.1.5.	Eficiencia de la arena gruesa	91
4.1.6.	Eficacia de la arena gruesa	95
4.2.	Análisis Inferencial	98
4.2.1.	Hipótesis general- Productividad en la producción de arena fina	98
4.2.2.	Hipótesis específica- Eficiencia en la producción de arena fina	100
4.2.3.	Hipótesis específica- Eficacia en la producción de arena fina	102
4.2.4.	Hipótesis general- Productividad en la producción de arena gruesa 104	
4.2.5.	Hipótesis específica- Eficiencia en la producción de arena gruesa	106
4.2.6.	Hipótesis específica- Eficacia en la producción de arena gruesa ...	108
	DISCUSIÓN	110
	CONCLUSIONES.....	114
	RECOMENDACIONES	115
	REFERENCIAS.....	116
	ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precio promedio de Áridos en canteras	6
Tabla 3. Matriz de Correlación.	9
Tabla 4. Tabla de frecuencia	10
Tabla 5. Frecuencia de Pareto	13
Tabla 6. Alternativa de solución	15
Tabla 7. Matriz de priorización.	16
Tabla 8. Operacionalización de variables	36
Tabla 9. Matriz de Coherencia.	37
Tabla 9. Toma de tiempos de la empresa ARICA SAC – PRE TEST.....	51
Tabla 10. Producción total de ARICA SAC – PRE TEST	52
Tabla 11. Producción Arena Fina de ARICA SAC – PRE TEST	52
Tabla 12. Producción Arena Gruesa de ARICA SAC – PRE TEST	53
Tabla 13. Tiempo efectivo en la producción antes del estudio del trabajo de arena de arena fina.....	54
Tabla 14. Tiempo efectivo en la producción antes del estudio del trabajo de arena gruesa.....	54
Tabla 15. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena fina	55
Tabla 16. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena gruesa...	56
Tabla 17. Cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto de investigación.....	57
Tabla 18. Distribución Actividades internas y externas	59
Tabla 19. Determinación de la metodología -análisis.....	60
Tabla 20. Plan de acción de prueba piloto	62
Tabla 21. Plan de Capacitación.....	66
Tabla 22. Tiempos/actividad de ARICA SAC – POST TEST	68
Tabla 23. Producción Total de ARICA SAC – POST TEST	69
Tabla 24. Producción Arena fina de ARICA SAC – POST TEST	69
Tabla 25. Producción de Arena Gruesa de ARICA SAC – POST TEST.....	70
Tabla 26. Tiempo efectivo en la producción después del estudio del trabajo de arena de arena fina	70

Tabla 27. Tiempo efectivo en la producción después del estudio del trabajo de arena gruesa.....	71
Tabla 28. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena fina	71
Tabla 29. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena gruesa...	72
Tabla 30. Capital Invertido	73
Tabla 31. Capital de trabajo	73
Tabla 32. Ingresos Antes.....	74
Tabla 33. Ingresos Después	74
Tabla 34. Ingresos mensuales.....	75
Tabla 35. Egresos.....	75
Tabla 36. Flujo de Caja de la Propuesta de implementación del SMED.....	76
Tabla 37. Comparación de la Productividad de la arena fina.....	81
Tabla 38. Medidas de tendencia central para la Productividad de la arena fina después de la aplicación del SMED	82
Tabla 39. Eficiencia de arena fina antes y después de la aplicación del SMED....	83
Tabla 40. Comparación de la Eficiencia de la arena fina.....	84
Tabla 41. Medidas de tendencia central para la Eficiencia de la arena fina después de la aplicación del SMED	85
Tabla 42. Eficacia de arena fina antes y después de la aplicación del SMED.....	86
Tabla 43. Comparación de la Eficacia de la arena fina	87
Tabla 44. Medidas de tendencia central para la Eficacia de la arena fina después de la aplicación del SMED	88
Tabla 45. Productividad de arena gruesa antes y después de la aplicación del SMED.....	89
Tabla 46. Comparación de la Productividad de la arena gruesa	90
Tabla 47. Medidas de tendencia central para la Productividad de la arena gruesa después de la aplicación del SMED	91
Tabla 48. Eficiencia de arena gruesa antes y después de la aplicación del SMED	92
Tabla 49. Comparación de la Eficiencia de la arena gruesa	93
Tabla 50. Medidas de tendencia central para la Eficiencia de la arena gruesa después de la aplicación del SMED	94
Tabla 51. Eficacia de arena gruesa antes y después de la aplicación del SMED.	95

Tabla 52. Comparación de la Eficacia de la arena gruesa	96
Tabla 53. Medidas de tendencia central para la Eficacia de la arena gruesa después de la aplicación del SMED	97
Tabla 54. Prueba de normalidad de los índices de Productividad.....	98
Tabla 55. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Productividad de la arena fina	99
Tabla 56. Diferencias emparejadas de índices de Productividad de la arena fina	99
Tabla 57. Prueba de normalidad de los índices de Eficiencia.....	100
Tabla 58. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficiencia de arena fina	101
Tabla 59. Diferencias emparejadas de índices de Eficiencia de arena fina.....	101
Tabla 60. Prueba de normalidad de los índices de Eficacia.....	102
Tabla 61. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia de la arena fina	103
Tabla 62. Diferencias emparejadas de índices de Eficacia de la arena fina	103
Tabla 63. Prueba de normalidad de los índices de Productividad.....	104
Tabla 64. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Productividad de la arena gruesa	105
Tabla 65. Diferencias emparejadas de índices de Productividad de la arena gruesa	105
Tabla 66. Prueba de normalidad de los índices de Eficiencia.....	106
Tabla 67. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficiencia de la arena gruesa.....	107
Tabla 68. Diferencias emparejadas de índices de Eficiencia de la arena gruesa	107
Tabla 69. Prueba de normalidad de los índices de Eficacia.....	108
Tabla 70. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia de la arena gruesa.....	109
Tabla 71. Diferencias emparejadas de índices de Eficacia de la arena gruesa...	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mensual de arena fina y gruesa a nivel nacional.....	4
Figura 2. Estructura de producción de arena por empresas	4
Figura 3. Canteras de áridos de la región Arequipa	5
Figura 4. Diagrama de Ishikawa.....	8
Figura 5. Diagrama de Pareto.	11
Figura 6. Diagrama de estratificación de Áridos Arequipa SAC	14
Figura 7. Maquinaria del proceso de carga	42
Figura 8. Diagrama del proceso de carga	43
Figura 9. Maquinaria del proceso de carga	44
Figura 10. Maquinaria del proceso de transporte	45
Figura 11. Diagrama del proceso de traslado.....	46
Figura 12. Diagrama del proceso de traslado.....	46
Figura 13. Diagrama de Operaciones del Proceso Actual.....	48
Figura 14. Diagrama de Análisis del Proceso Actual.....	49
Figura 15. Plano antes de la implementación.....	50
Figura 16. Distribución de almacén antes y después	62
Figura 17. Etiquetado de materiales en Almacén.....	63
Figura 18. Área de Ubicación de mandiles.....	63
Figura 19. Plano después de la implementación.....	65
Figura 20. Capacitación de operarios.....	67
Figura 21. Comparación de la Productividad de la arena fina	82
Figura 22. Comparación de la Eficiencia de la arena fina	85
Figura 23. Comparación de la Eficacia de la arena fina	88
Figura 24. Comparación de la Productividad de la arena gruesa.....	90
Figura 25. Comparación de la Eficiencia de la arena gruesa	93
Figura 26. Comparación de la Eficacia de la arena gruesa.....	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad aplicar el SMED en la producción de arena fina y gruesa, para incrementar la productividad, en una empresa ubicada en la ciudad de Arequipa, en el 2021, para este fin se aplicaron las herramientas, SMED, tiempo estándar, diagrama de flujo y tomas de tiempo.

El diseño de la investigación es Aplicada, Descriptiva, Explicativa, Cuasiexperimental, Cuantitativo y Longitudinal; la población 8 semanas de pre test y 8 semana de post test, la muestra está comprendida por la producción de toneladas de arena fina y gruesa y el tiempo de operatividad de la Zaranda vibratoria, durante los meses de noviembre y diciembre del año 2020 y los meses enero y febrero del 2021, no se tiene muestreo ya que la muestra es igual a la población, se recogió datos entre los meses de noviembre a febrero, y se desarrolló una ficha para el recojo de la información.

Las conclusiones de este trabajo de investigación son que la productividad se elevó a 74.47%, la eficiencia a 88.50Y% la eficacia mejoro hasta el 84.11Z%, el VAN fue de S/. 1.939,16, la TIR del 50%, el análisis Beneficio costo dieron como resultado 1.25. Para la productividad se utilizó la prueba fue de kolmogorov smirnov o shapiro wilk estadígrafo de t student y la prueba normal.

Palabras claves: SMED, Tiempo estándar, Productividad, Eficacia, Eficiencia.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to apply the SMED in the production of fine and coarse sand, to increase productivity, in a company located in the city of Arequipa, in 2021, for this purpose the tools, SMED, time were applied standard, flow chart and time frames.

The research design is Applied, Descriptive, Explanatory, Quasi-experimental, Quantitative and Longitudinal; the population 8 weeks of pre-test and 8 weeks of post-test, the sample is comprised of the production of tons of fine and coarse sand and the operating time of the vibrating screen, during the months of November and December of the year 2020 and the months January and February 2021, there is no sampling since the sample is equal to the population, data was collected between the months of November to February, and a form was developed to collect the information.

The conclusions of this research work are that productivity rose to 74.47%, efficiency to 88.50Y%, efficiency improved to 84.11Z%, NPV was S /. 1,939.16, the IRR of 50%, the cost benefit analysis gave as a result 1.25. For productivity, the kolmogorov smirnov or shapiro wilk test was used, the student's t-statistician and the normal test.

Keywords: SMED, Standard time, Productivity, Effectiveness, Efficiency.

I. INTRODUCCION

Según la actual problemática que sucede a nivel global, la gran mayoría de las organizaciones se encuentran en reestructuración para actuar de forma eficaz en una realidad que se torna más innovadora con el tiempo. Así mismo, la capacidad en cuanto al costeo de fabricación, incrementa bajo una capacidad de planta restringida, esto se ve enfocado en el resultado final de toda producción, incluyendo los estándares de tiempos equitativos. Entonces la única dirección que una empresa debe estar enfocada para lograr el crecimiento, optimizar el nivel de rentabilidad, a través de la mejora de la productividad. En consecuencia, el aumento de la productividad se enfoca con el incremento del nivel de producción. La medida principal que origina que productividad mejore, es la aplicación de metodologías de mejora de procesos.

La minería no metálica o explotación de agregados para la construcción no escapan de esta situación, se ven en la obligación de mejorar el nivel productivo de forma integral en todas sus actividades, así como los parámetros de seguridad y las condiciones óptimas para sus actividades si traer prejuicios ambientales. En consecuencia, estos parámetros necesitan de mejoras y optimizaciones constantes a fin de lograr que el negocio sea rentable a través de la modernización de los procesos para la obtener arena, para lo que es necesario realizar un análisis integral de la información actual referente a la explotación de la cantera, logrando el incremento de las utilidades.

A nivel mundial, es posible extraer 53 mil millones de toneladas de arena y grava, anuales; mientras que en España, se consume un total de 118,5 millones de toneladas en todo el 2019, lo cual equivale a una reducción del 80,6% en comparación a lo logrado en 2006, antes del estallido de la burbuja inmobiliaria. (OFICEMEN, 2020).

Hacia el 2019 Estados Unidos, se consolido como el líder en producción de arena y grava, con un total de 110 millones de toneladas métricas, aproximado, sobrepasando a los Países Bajos y España. China e India están edificando como

nunca antes. Así pues, la mayor parte del hormigón que se produce, y por tanto de la arena que se extrae, es para consumo regional. En total, China, India y el sudeste asiático suponen el 67% de la producción de hormigón mundial. El crecimiento poblacional y económico del subcontinente indio, África y Latinoamérica va a suponer, además, un nuevo incremento de la demanda para 2030.

A Nivel Nacional en los últimos años en el Perú el crecimiento del rubro de la construcción no tiene límites y junto a ella está el crecimiento de la industria de la producción de agregados a toda escala y con características diferentes. La explotación de agregados, que es encontrada dentro de la minería no metálica, es indispensable para la construcción y en los cuales se requieren de grandes cantidades de arenas y roca triturada tratadas. Actualmente, la industria peruana tiene desconocimiento acerca de métodos y técnicas que tengan como objetivo alcanzar resultados significativos, teniendo como base el estudio de los tiempos, la mejora del procesos productivo y la calidad, agilización de la producción entre otros.

La producción nacional de arena (gruesa/fina) ascendió en el mes de febrero del 2020 a 114,252 toneladas métricas, lo que significó una disminución del 26.7% de lo que se logró producir en el año anterior. Como resultado se obtuvo una acumulación de la producción de arena hasta febrero del 2019.

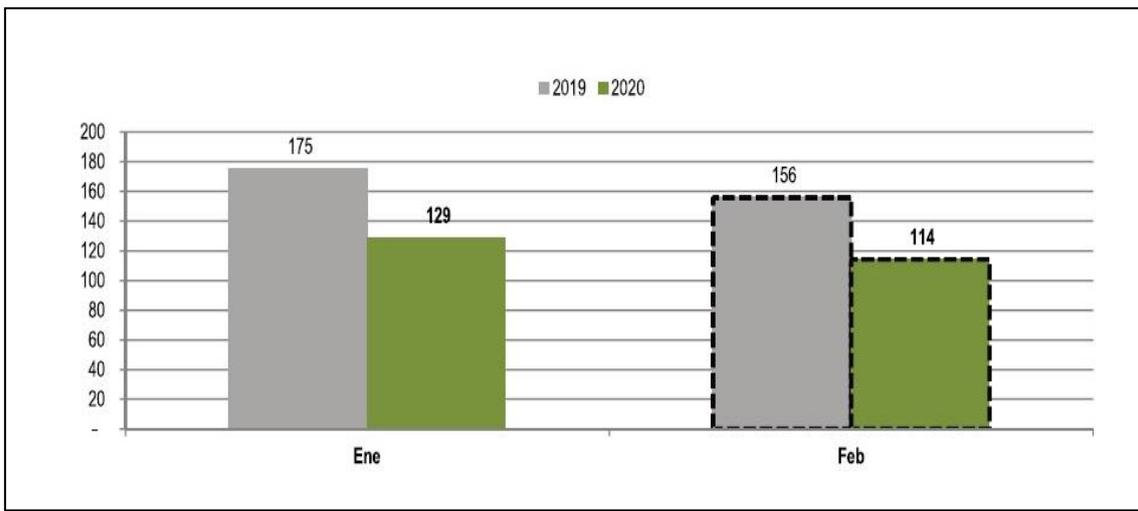
A nivel empresarial, Cowa Services Perú Sociedad Anónima Cerrada se consolidó como el líder en producción, alcanzando un 27.5% de participación en el total de producción, mientras que Compañía Minera Luren S.A y Cementos Pacasmayo S.A.A, quedaron rezagados el segundo y tercer lugar con un total de participación de 14.0% y 12.7%, respectivamente.

A nivel región, Lima es considerada como el principal productor de arena (gruesa/fina), alcanzando un total de 70.9% de participación; quedando el segundo y tercer puesto, La Libertad e Ica con 12.7% 5.1%, correspondientemente.

Es necesario resaltar que la producción del mineral en cuestión, ha sufrido una serie de descensos en su nivel productivo, los cuales se registran desde el último

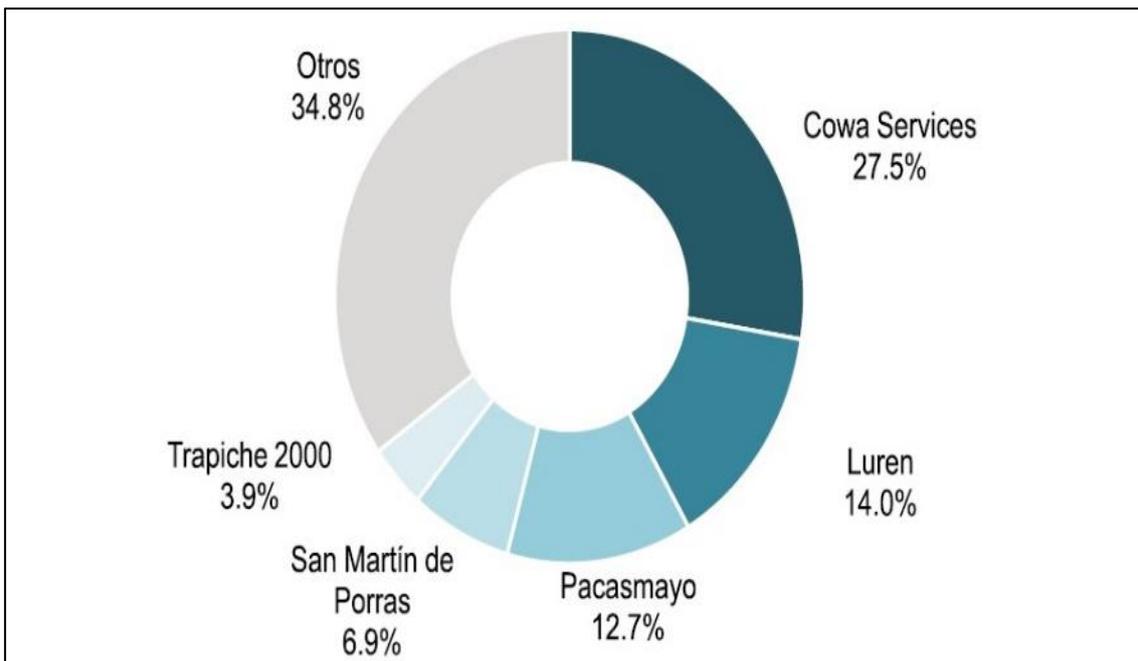
trimestre de 2019, siendo la principal causal, la disminución de la producción en las empresas de Alarcón León, así como el paro de actividades en las empresas de Guzmán Stagnaro. En efecto, estas dos firmas, acumularon el el 32.7% de la producción total de arena (gruesa/fina) nacional, hacia febrero del 2019 lo cual se reflejó en la disminución del total que se acumula a nivel nacional.

Figura 1. Producción mensual de arena fina y gruesa a nivel nacional



Fuente: Dirección de Gestión Minera, DGM 2020

Figura 2. Estructura de producción de arena por empresas

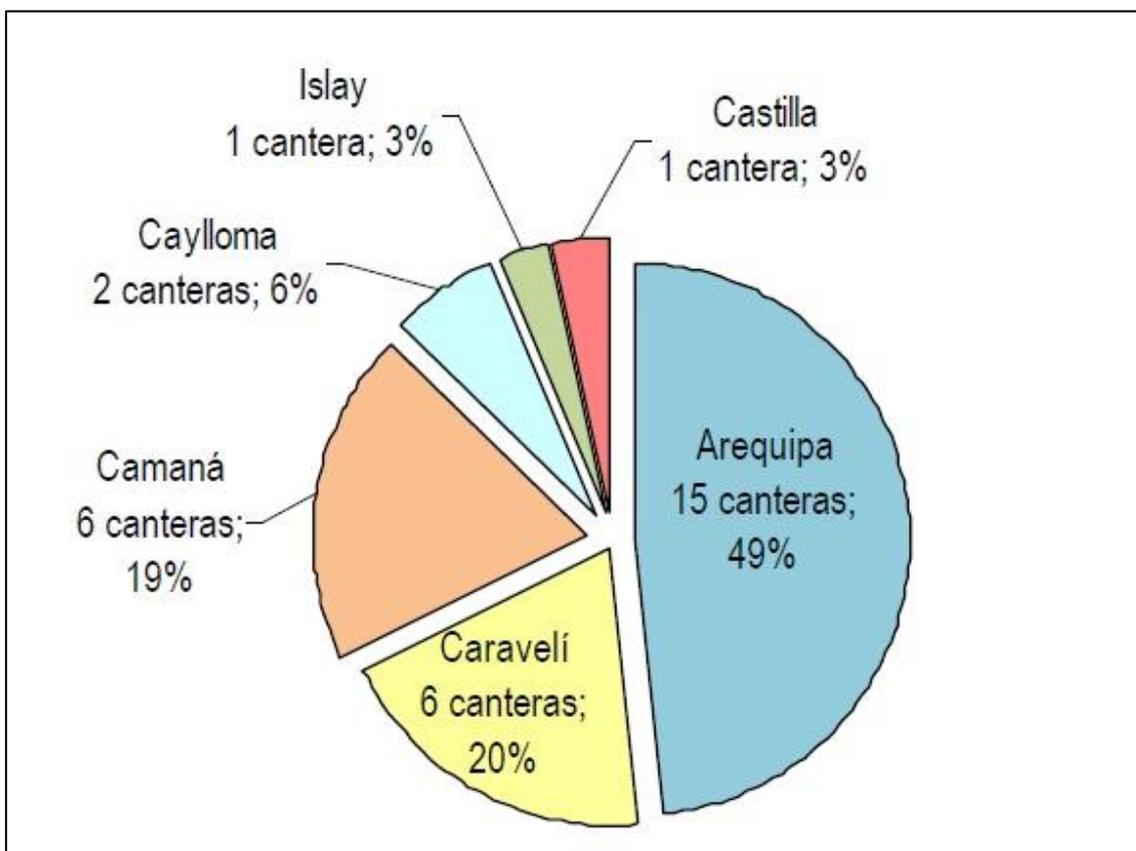


Fuente: Dirección de Gestión Minera, DGM 2020

A nivel local en Arequipa la actividad de explotación de canteras es considerada como una actividad de muy poca relevancia cuando realmente es una actividad que genera millones de soles en movimiento constante. En la actualidad la explotación de recursos minerales no metálicos constituye una importante actividad extractiva, debido a la gran demanda de estos recursos.

La producción de arena fina y gruesa en el año 2018 fue de 58,039 toneladas de todas sus canteras de áridos. Los cuales son explotados por medianos y pequeños productores artesanales.

Figura 3. Canteras de áridos de la región Arequipa



Fuente: Elaboración con la información de la DGM del Ministerio de Energía y Minas

A nivel local la Provincia de Arequipa cuenta con 7 canteras de los cuales 24 asociados conforman la Asociación de areneros de la quebrada San Lázaro, y actualmente poseen un total de producción cerca a las 150 y 200 toneladas diarios, incluyendo arena, hormigón y piedra de construcción; así mismo, hay existencia de

producción informal. El precio del agregado en la Region Arequipa, es variable, y se fijan en relación al nivel de calidad y cercanía de las canteras.

Tabla 1. Precio promedio de Áridos en canteras

Tipos de áridos	Extracción S/. / m3	Venta S/. / m3
Piedra Clasificada.	10 – 18	25 – 45
Hormigón.	15 – 20	20 – 30
Arenas	12 – 15	25 – 35

Fuente: Elaboración Propia

El total de las organizaciones tiene objetivos establecidos en función al ingreso por ventas; es decir, que la mayoría se enfoca en determinar el nivel de ventas mensuales y realizar. No obstante, es inusual el interés por la realización de actividades de supervisión acerca de su productividad.

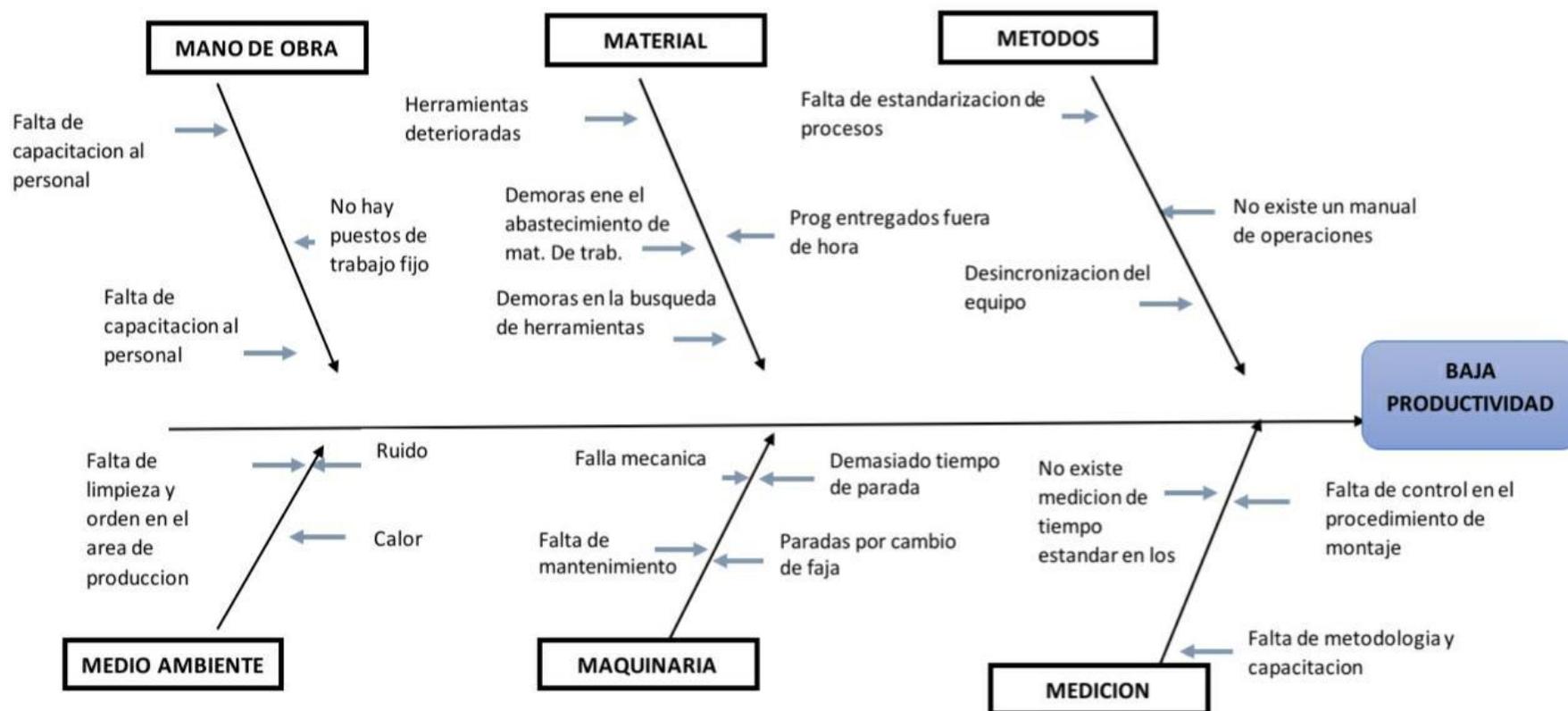
El actual mercado es muy competitivo, y origina que las asociaciones estén a la vanguardia de la tecnología en equipos modernos y la implementación de técnica que les permitan optimizar sus procesos productivos. La productividad en el sector industrial, así como la eficiencia se consolidan como indicadores indispensables para lograr una alta rentabilidad y una empresa muy competitiva.

Herramientas Estadísticas

El diagnóstico de las causas que originan la disminución de la productividad, se basa en la evaluación de la problemática teniendo en cuenta aquellos factores y causales que inciden en la demoras respecto a los cambios de referencia, ya sean en cuanto a tiempos muy prolongados, demora en la búsqueda de herramientas y en el procesos de abastecer los almacenes, escasa capacitación, presencia de materiales deteriorados, ausencia de control en los tiempos de cambio, entre otros. Así mismo, es necesario elaborar los diagramas de causa-efecto, también conocido como Ishikawa, adicionalmente se desarrolló el diagrama de Pareto, que serán presentados en breve.

Como se evidencia en la figura 4, el Diagrama de Ishikawa – las causales que dan origen a una productividad baja en la empresa Arica SAC. El diagrama fue realizado tomando en cuenta las 6M que son las causales principales que ocasionan una deficiente productividad, es decir, en la mano de obra, método, medio ambiente, maquina, medición y materia prima.

Figura 4. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE CORRELACIÓN

Tabla 2. Matriz de Correlación.

Causas de baja productividad			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	Frecuencia
1	Personal	Personal con poca experiencia	C1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	6
2	Personal	No hay puestos de trabajos fijos	C2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
3	Personal	Falta de capacitación al personal	C3	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	12
4	Maquina	Falta de mantenimiento	C4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	10
5	Maquina	Paradas por cambio de faja	C5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
6	Maquina	Demasiado tiempo de parada	C6	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	13
7	Maquina	Falla Mecánica	C7	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	9
8	Material	Herramientas deterioradas	C8	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9
9	Material	Demoras en la búsqueda de herramientas	C9	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	12
10	Material	Programas entregados fuera de hora	C10	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	13	
11	Material	Demoras en el abastecimiento de materiales de trabajo	C11	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	10	
12	Metodo	No existe un manual de operaciones	C12	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	8
13	Metodo	Desincronización del equipo	C13	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	10
14	Metodo	Falta de estandarización de procesos	C14	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	10
15	Mediciones	No existe medición de tiempo estándar en los procesos	C15	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	8
16	Mediciones	Falta de control en el procedimiento de montaje	C16	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	8
17	Mediciones	Falta de metodología y capacitación	C17	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	6
18	Medio Ambiente	Calor	C18	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4
19	Medio Ambiente	Ruido	C19	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
20	Medio Ambiente	Falta de limpieza y orden en el área de producción	C20	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8
																						172	

Elaboración: propia

La matriz de correlación muestra el nivel de relación causal que existe entre las causas de la baja productividad en Arica SAC. En este caso con un puntaje de 1, se considera que existe una relación causal, mientras que el valor 0 se considera como una relación causal nula. Asimismo, evalúa un puntaje total de cada causa, para determinar aquellas que tienen mayor incidencia en la baja productividad de la empresa.

TABLA DE FRECUENCIA

Tabla 3. Tabla de frecuencia

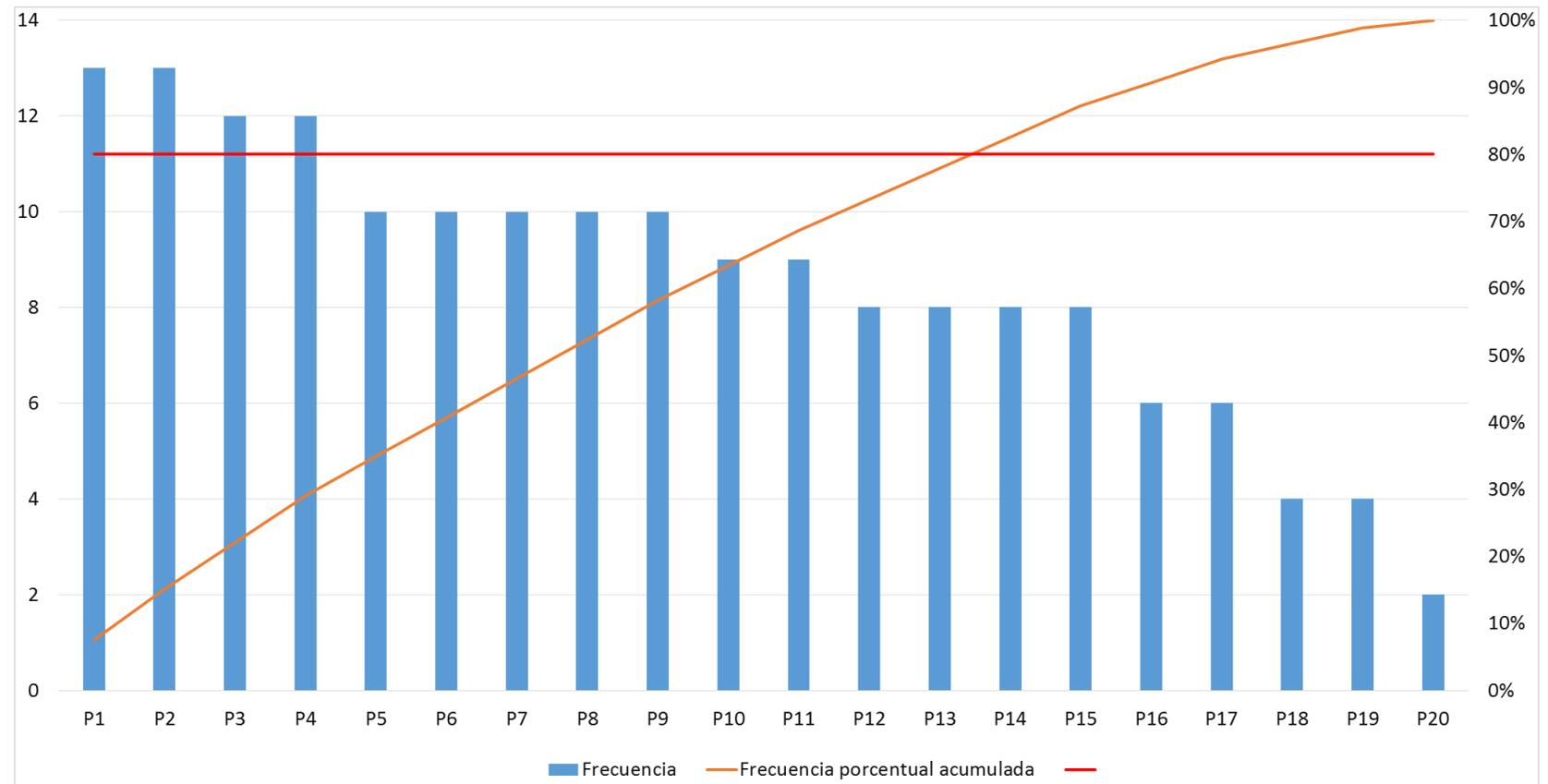
Causas de la baja productividad		Frecuencia	Frecuencia porcentual acumulada
1	Demasiado tiempo de parada	13	8%
2	Programas entregados fuera de hora	13	15%
3	Falta de capacitación al personal	12	22%
4	Demoras en la búsqueda de herramientas	12	29%
5	Falta de mantenimiento	10	35%
6	Paradas por cambio de faja	10	41%
7	Demoras en el abastecimiento de materiales de	10	47%
8	Desincronización del equipo	10	52%
9	Falta de estandarización de procesos	10	58%
10	Falla Mecánica	9	63%
11	Herramientas deterioradas	9	69%
12	No existe un manual de operaciones	8	73%
13	No existe medición de tiempo estándar en los	8	78%
14	Falta de control en el procedimiento de montaje	8	83%
15	Falta de limpieza y orden en el área de producción	8	87%
16	Personal con poca experiencia	6	91%
17	Falta de metodología y capacitación	6	94%
18	No hay puestos de trabajos fijos	4	97%
19	Calor	4	99%
20	Ruido	2	100%

Elaboración: Propia.

En la tabla 4 se puede observar la tabla de frecuencia, la cual tiene información que sirve de base para el diagrama de Pareto, ya que allí se identifican las causas principales de baja productividad en la empresa Arica SAC.

DIAGRAMA DE PARETO

Figura 5. Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en la fig. 05 mediante el diagrama de Pareto nos muestra las principales causales que necesitan un tiempo mayor en el proceso productivo de arena fina y gruesa son: demasiado tiempo de parada, programas entregados fuera de hora, falta de capacitación al personal, demoras en la búsqueda de herramientas, falta de mantenimiento, paradas por cambio de faja, demoras en el abastecimiento de materiales de trabajo, desincronización del equipo, falta de estandarización de procesos, falla mecánica, herramientas deterioradas, no existe un manual de operaciones, no existe medición de tiempo estándar en los procesos, en consecuencia, se propone la implementación de la metodología SMED, como solución a la deficiente productividad, siendo el propósito una mejora en el índice de eficiencia y eficacia, para en conjunto lograr el incremento de la productividad, puesto que esta metodología posee una respuesta factible frente a la variación de la demanda, estableciendo los requisitos forzosos para la baja de los tiempos de producción, tratando de disminuir las operaciones no indispensables.

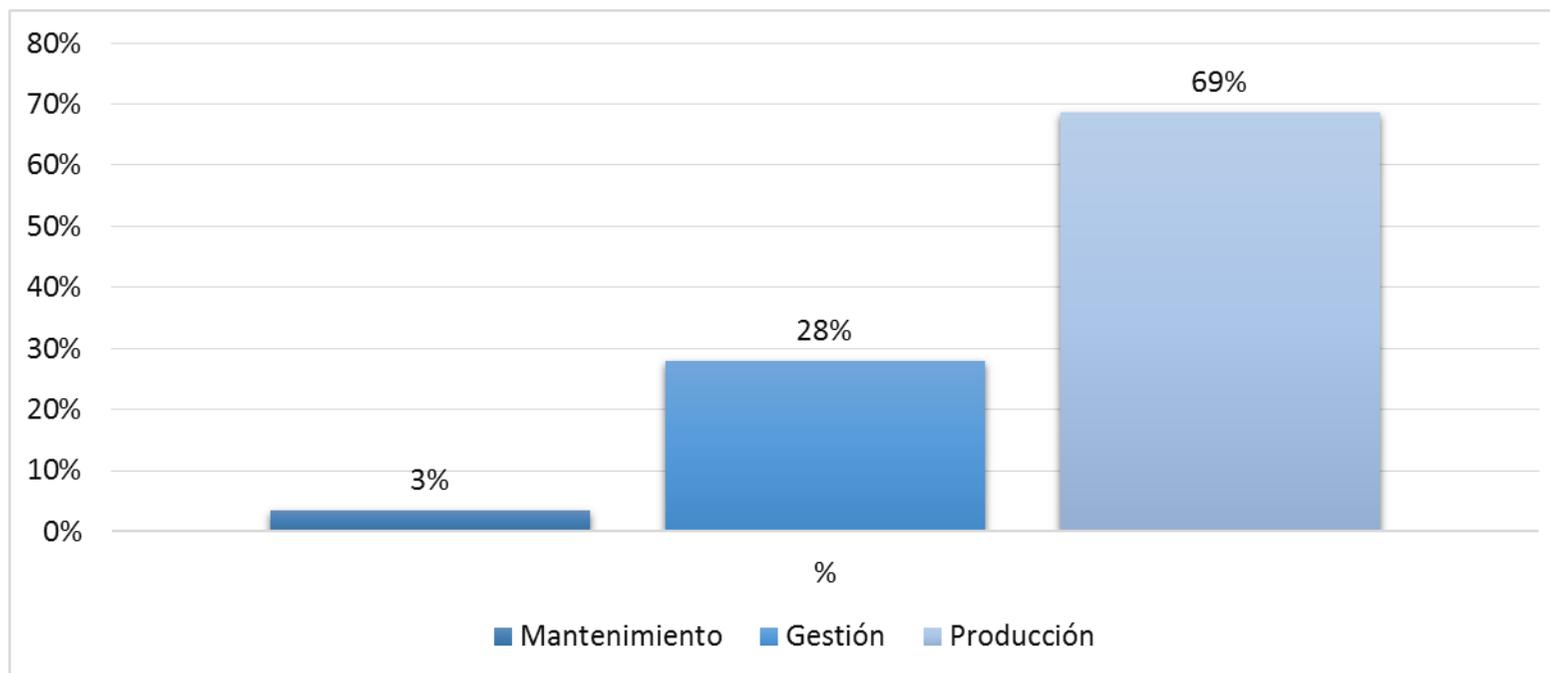
MATRIZ DE ESTRATIFICACIÓN

Tabla 4. Frecuencia de Pareto

Causas de la baja productividad	Área	Frecuencia	Frecuencia total	%	Frecuencia porcentual parcial	Frecuencia porcentual
Demasiado tiempo de parada	Producción	13	118	69%	8%	8%
Programas entregados fuera de hora		13			8%	15%
Falta de capacitación al personal		12			7%	22%
Demoras en la búsqueda de herramientas		12			7%	29%
Falta de mantenimiento		10			6%	35%
Paradas por cambio de faja		10			6%	41%
Demoras en el abastecimiento de		10			6%	47%
Desincronización del equipo		10			6%	52%
Falta de estandarización de procesos		10			6%	58%
Falla Mecánica		9			5%	63%
Herramientas deterioradas		9			5%	69%
No existe un manual de operaciones	Gestión	8	48	28%	5%	73%
No existe medición de tiempo estándar en los procesos		8			5%	78%
Falta de control en el procedimiento de		8			5%	83%
Falta de limpieza y orden en el área de		8			5%	87%
Personal con poca experiencia		6			3%	91%
Falta de metodología y capacitación		6			3%	94%
No hay puestos de trabajos fijos	4	2%	97%			
Calor	Mantenimiento	4	6	3%	2%	99%
Ruido		2			1%	100%

La tabla de frecuencias de Pareto, evidencia que el 69% de las causas que originan la baja productividad, se centran en el área de producción, es decir que, la propuesta de solución debe estar enfocada a mejorar esta área, ya que es ahí donde se encuentra el mayor número de factores que inciden en la disminución de la productividad de la empresa.

Figura 6. Diagrama de estratificación de Arica SAC



En el diagrama de estratificación se ubicaron las causas en determinadas áreas: Producción, gestión y mantenimiento. Se puede observar en la tabla 5 y en la figura que el 69% de las causas de la baja productividad, pertenece al área de Producción, estas causas representan el mayor efecto en el problema, obteniendo el porcentaje más alto, 28% al área de gestión y el 3% a mantenimiento.

MATRIZ DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Tabla 5. Alternativa de solución

Alternativa	Criterio			Total	
	Solución de la problemática	Costo de la aplicación	Facilidad de aplicación		Tiempo de aplicación
TPM	0	2	1	1	4
Mejora de procesos	1	2	2	1	6
SMED	2	2	2	2	8

No bueno	0
Bueno	1
Muy bueno	2

La matriz de alternativas de solución muestra tres posibles soluciones para mejorar la productividad de Áridos Arequipa SAC, teniendo en consideración un estudio de tiempos, una mejora de procesos y la aplicación de la técnica SMED. Para esta matriz se calificaron las alternativas de solución en función a que tan buena es su solución a la problemática, que tan factible es su costo de implementación, la facilidad de poder aplicarlo en la empresa, y el tiempo de aplicación. La matriz de soluciones dio como resultado a la aplicación de la técnica SMED como alternativa de solución óptima, ya que presento una mayor sumatoria de puntajes; en consecuencia esta será nuestra alternativa escogida para desarrollar la propuesta de solución a la mejora de la productividad de Arica SAC.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Tabla 6. Matriz de priorización.

	Personal	Maquina	Material	Metodo	Mediciones	Medio Ambiente	Nivel critico	Total de problemas	%	Impacto	Calificación	Prioridad	
Producción	13	43	40	20	10	0	ALTO	126	73%	10	1260	1	SMED
Gestión	6	0	0	8	16	10	MEDIO	40	23%	6	80	2	Mejora de procesos
Mantenimiento	4	0	0	0	0	2	BAJO	6	3%	2	36	3	TPM
Total de causas	23	43	40	28	26	12		172					

La matriz de priorizaciones nos muestra la frecuencia de las causas de problema, en función a las 6M del Diagrama de Ishikawa, y el tipo de área al que se encuentran relacionadas. En este caso se evidencia que el 73% de las causas están relacionadas con el área de producción, el 23% corresponde al área de gestión, mientras que solo el 3% se relacionan con el área de mantenimiento. Según este cuadro se reafirma que nuestra propuesta de solución para mejorar la productividad debe estar relacionada con el área de producción, ya que posee un nivel alto de priorización.

II. MARCO TEORICO

En la investigación se tiene como trabajos previos a las siguientes investigaciones nacionales:

ARROYO (2018), “Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de micro poroso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018”. Tesis de ingeniería industrial, 2018, Universidad César Vallejo Lima, Perú. En esta investigación la finalidad fue optimar la productividad en el área de prensado, perfeccionando el proceso de cambio de molde de las maquinas prensas de la empresa. Se logró identificar a la causa principal, el cual reside en altos tiempos de parada de máquina y constantes cambios de producto. Se tuvo un diseño cuasi experimental, el universo poblacional y la muestra fue de 44 permutas de turnos de 12 horas, las cuales se realizaron en un mes, en el área de prensada de 5 días turno noche y 6 días turno día. La observación se utilizó como técnica y una ficha de recolección como instrumento para la recolección de los datos necesarios. La recolección de datos fue realizada en dos momentos; antes y después del experimento o implementación del SMED. La data se presentó utilizando la estadística descriptiva a través de cuadros y gráficas, y la estadística Inferencial para realizar el contraste de hipótesis mediante el estadístico t-student. Se concluyó que la aplicación del SMED, ha mejorado la productividad en el área de prensado, dado que se optimizo tiempo y mejoro la productividad encontrada en un 1.77 y al aplicar la herramienta SMED, se obtuvo 3.11 de productividad.

RAMOS (2018), “Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa YCHIFORMAS S.A., La Victoria, 2018” Tesis de Ingeniería Industrial, 2018, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. El objeto del trabajo consistió en establecer como la aplicación del Single-Minute Exchange of Die, ejerce una mejoría en la productividad. Se realizó una investigación aplicada, de enfoque es cuantitativo, con nivel explicativo, con diseño experimental de corte longitudinal con pre y post test, puesto que es necesario realizar una medición antes de la herramienta SMED y después de su implementación. La población y muestra se conformó por el total

de órdenes de trabajo que se hayan realizado durante 20 días laborables. Como técnica se aplicó la observación directa y como instrumento una ficha de observación, registro DAP y un cronometro a fin de medir el tiempo en el que se ejecutan las actividades productivas. Se concluye que la aplicación del SMED ejerce una mejoría en la productividad de forma continua con un incremento del 26.39%, aumento de la eficiencia en un 5.50% y la eficacia en un 20.25%.

CHÁVEZ (2019), “Aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad del proceso de retorcido fantasía de una planta textil”, Tesis de Ingeniería Industrial 2019, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. En este trabajo la finalidad es implementar la técnica SMED para mejorar el nivel productivo en los procesos de retorcido fantasía en la plata textil. La metodología es del tipo descriptiva y explicativa, con un diseño documental y de campo. La población de estudio se enfoca al proceso productivo de retorcido fantasía de la empresa, siendo la técnica de recolección la observación, entrevistas a los trabajadores y la recaudación de data referida a los procesos de cambio de lote del área de retorcido fantasía. Se concluye en los resultados que los tiempos de cambio son de 4 horas y 50 minutos los cuales muestran una disminución en comparación a los tiempos antes de la implementación del SMED que ascendían a 8 horas y 21 minutos. Como consecuencia se registró una reducción del Costo de Mano de Obra de 17968.7 durante en tiempo de estudio y una mejora de la productividad promedio en 7.51%, el VAN ascendió a 13,984.80, el TIR fue de 101.99% y el costo beneficio de 1.17 lo que se resume en un proyecto rentable y factible.

TRINIDAD (2018), “Aplicación del single minute Exchange of die para incrementar la productividad en el área de formación de envases de vidrio de la empresa Owens Illinois S.A.” Tesis de Ingeniería Industrial 2018, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Tiene el propósito de implementar el SMED a detalle de forma óptima, a través del estudio y análisis de las pautas de su aplicación, convirtiendo las actividades internas en externas para que las condiciones de la maquinaria sean optimas, se minimice los tiempos de cambio y la disponibilidad de la maquina se maximice. El estudio se basó en un en un experimental del tipo

cuantitativo, con una población de estudio referida a la maquinaria del proceso de producción de envases de vidrio, siendo el modelo la maquina C1 con un periodo de estudio de 20 semanas. Como técnica se utilizó la observación y el análisis cuantitativo donde se emplea una ficha de recolección, siendo la herramienta de análisis de la data el programa Microsoft Excel y el programa SPSS V.24, utilizando los gráficos y tablas analizadas. Permite concluir que la aplicación del SMED logra la reducción de los tiempos de cambio empleados de 50 minutos a 30 min, con un incremento de la productividad de 0.81 a 0.90.

SÁNCHEZ, C. (2017), “Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad de la línea de recubridoras en la empresa Tepal SAC, año 2017”, Tesis de Ingeniería Industrial 2017, Universidad César Vallejo, Lima, Perú. El presente proyecto de investigación tuvo el objeto de establecer que la implementación del SMED, incide de forma positiva en la productividad de la empresa Tepal S.A.C. Esta implementación se llevó a cabo para optimizar las actividades consideradas como internas y externas, y como resultado obtener una medición objetiva acerca de los cambios de formatos y mejoras en cuanto a la calibración de la máquina del proceso productivo. La población de estudio fue el tiempo total de estudio de 12 semanas antes y después, en los cuales se analizan los indicadores de funcionamiento en las máquinas recubridoras. La tesis es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño cuasi - experimental. La data de análisis es paramétrica, en consecuencia, se utilizó la prueba T-Student para validar la hipótesis, siendo el resultado que la implementación del SMED incrementa la productividad en 32%, la eficiencia en un 20% y la eficacia 23% en promedio.

Respecto a las Antecedentes Internacionales se tiene los siguientes:

Guerra y Orozco (2017), “Diseño de una propuesta para la reducción de los tiempos de entrega en Indumetálicas Carz empleando herramientas de Lean Manufacturing”. Tesis de Ingeniería Industrial 2017, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. El objetivo de la investigación fue reducir los tiempos de entrega; por lo tanto, el grupo de trabajo decidió establecer una propuesta en la cual se reducirán los tiempos de ciclo usando metodología Lean Manufacturing.

Inicialmente se planteó una caracterización enfocada a los tiempos de producción, utilidades, cuellos de botella, principales problemáticas en la producción (Pareto) y el ROIC actual de la organización. Posteriormente, se plantearon diferentes metodologías enfocadas a Lean (SMED, 5'S, Diseño y distribución en planta y VSM) en donde cada una de estas herramientas enfatizan aspectos totalmente diferentes ya que SMED está enfocada en el cambio rápido de las herramientas, 5'S enfatiza en la estandarización (kaizen), orden, limpieza y disciplina que debe tener una organización y la distribución en planta que está orientada a la reducción de las distancias en el proceso. Finalmente, se establece una evaluación financiera (ROIC) y así de determinar cuál de las metodologías planteadas es la mejor solución para la minimización de los tiempos de ciclo con el fin de cumplir con los tiempos establecidos con el cliente.

PERTUZ (2018), “Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla” Tesis de Ingeniero Industrial 2018, Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Puerto Colombia, Barranquilla. El objetivo de la investigación fue reducir el tiempo desperdiciado como tiempo muerto, el cual se genera en el proceso de registro de la maquina encapsuladora de una farmacéutica en Barranquilla, que inicialmente posee un estándar de tiempo de 240 minutos, el cual se quiere reducir a fin de que la maquinaria esté disponible y genere una productividad mejor. Se utilizó un enfoque de la investigación es deductivo, de tipo descriptivo, se utilizó la observación de los procesos que aíslan las capsulas de gelatina, así como detallar las actividades realizadas por los trabajadores y sus tiempos que tardan en ejecutarlas, haciendo uso del Diagrama de causas y efectos a fin de establecer el tiempo de demora y el recorrido. El estudio permitió estandarizar el proceso de alistamiento mediante una propuesta de nuevo proceso, donde se evidencio una disminución del tiempo de 240 minutos a 150 minutos.

VANEGAS (2016), “Diseño de investigación para la aplicación de la metodología SMED para mejorar el indicador en la realización de cambios de

molduras en vidriera Guatemalteca, S.A. Tesis de Ingeniero Mecánico Industrial 2016, Universidad de San Carlos, Guatemala. El propósito fue implementar el SMED a los cambios de moldura de la Vidriera Guatemalteca para optimizar los índices de ejecución. La investigación fue de enfoque cuantitativo y cualitativo, para analizar las actividades de producción involucradas, el alcance es descriptivo no experimental con el fin de tener un eficiente desempeño y una optimización de los indicadores de producción. Se efectuó un análisis retrospectivo; a fin de analizar la data histórica sobre las deducciones que se esperan lograr en el proceso de moldura hace un año, el análisis permitió determinar que existe un total de 40 cambios mensuales en los 6 meses últimos. Se concluye que la investigación es factible para su implementación puesto que la organización tiene un alto interés en mejorar las técnicas de moldeado, optimizar el tiempo y mantener la calidad de los productos final; como resultado, la aplicación del SMED contribuye a la mejora del control del inventario y la optimización de las técnicas en un largo plazo, el cual puede ser ampliado al restante de áreas en la empresa.

SANTODOMINGO Y RINCON (2018), “*Plan de mejora para el departamento de servicio técnico en la empresa IMOCOM SAS basado en Lean*” Tesis de Ingeniería Industrial, 2018, Universidad del Norte, Colombia. El objetivo fue plantear un plan de perfeccionamiento estratégico en el proceso productivo del Departamento de Servicios Técnicos de la empresa IMOCOM S.A.S. en su sede de Barranquilla, el cual se basa en los instrumentos del Lean Manufacturing, cuyo propósito es optimizar el desempeño y reducir los tiempos en las actividades y sus respectivos costos. Se llevó a cabo un diagnóstico de la actual situación de la organización de estudio a fin de establecer la problemática y tiempos desperdiciados en las actividades; siendo los principales el exceso de movimientos, defectos, desorden, mal inventario de materiales, deficiente capacitación. Como resultado se identificó que la propuesta optima es la ampliación de 34 m² en el taller, reubicación de los espacios para mejorar la movilidad de los obreros y el destinar un área de 43.1 m² para almacenaje, los recorridos se disminuyeron en promedio 2.2 metros; propuesta de un plan de residuos sólidos, y plan de capacitaciones respecto al 5^o y mejoras comerciales.

ABRIL, J. (2019), “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”, Tesis de Ingeniería Industrial, 2019, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Esta exploración tuvo el fin de mejorar el nivel productivo en una compañía del rubro de fabricación de envases de plástico con impresión en flexografía, puesto que existen tiempos excesivos e improductivos los cuales equivalen al 37% del total de los tiempos de producción, planteando como solución la herramienta SMED para reducir el tiempo no productivo. Se realizó la re clasificación de las actividades externas e internas, tomando en cuenta las que poseían un impacto significativo en los tiempos de cambio, haciendo uso de una metodología descriptiva y de exploración para cada actividad existente, en consecuencia se propuso una serie de mejoras que permitan el perfeccionamiento y la exactitud en cuanto el proceso formulación de tintas previo al cambio de formato prescindiendo así de la reformulación cuando la maquinaria se encuentra apagada.

A continuación, se definen aquellas teorías que se encuentran relacionadas con las variables que se estudiarán en la presente investigación.

SMED

Por lo general los sistemas nacen de una necesidad. Es así que el método SMED surge debido a la necesidad de mejorar de producción tipo Just time, siendo una de las técnicas de la fabricación de Toyota, donde fue utilizado en disminuir tiempos de la fabricación de máquinas, para que las necesidades de los usuarios estén satisfechas otorgando productos con altos estándares de calidad en menor costo y en menor tiempo de entrega. (Chávez, 2019)

SMED según sus siglas, tiene el significado de Single-Minute Exchange Of Die, es decir que explica que la cantidad de minutos del tiempo de es de una cifra sola, y debe ser menor a 10. Se considera un sistema de cambios de forma rápida, donde el propósito es aminorar el tiempo de cambio de las herramientas o de las piezas, donde se prioriza que el tiempo que toma cambiar la pieza tipo A y la primera pieza

que corresponde al tipo B, para lo cual más maquinarias deben estar correctamente acondicionadas a fin de lograr una producción lineal. (Chávez, 2019)

Es todo un conglomerado de técnicas que tienen en común la persecución de la disminución de tiempos para preparar un máquina, el cual se logra a través de un análisis a detalle de los procesos de cambio, sea radicales, de utillaje o de las herramientas a necesitar. Se toma en cuenta todos los ajustes innecesarios así como la estandarización de operaciones mediante la implementación de mecanismos innovadores. (Chávez, 2019)

Tomando como referencia los conceptos de SMED, se concluye que su objetivo primordial es la realización de cambios de herramientas, utillajes, piezas u otro parecido, los cuales deben llevarse a cabo en periodo menor a 10 minutos, y de forma rápida para lograr una producción en línea. Es necesario contar con una amplia participación de los trabajadores, para lo cual deben contar con capacitación constante y un amplio conocimiento acerca de los propósitos empresariales y de la técnica a implementar, a fin de que su implementación sea adecuada. Lo que se quiere lograr es una reducción significativa del tiempo a través de la clasificación de actividades internas y externas que se presentan en el proceso. (Chávez, 2019)

SMED tiene como tarea la reducción de los tiempos necesarios para preparar una maquinaria, evitando paradas en la producción. Esta disminución es importante puesto que a mayor tiempo de cambio, el lote de producción son mayores en cuanto a inversión, mientras que cuando el tiempo es reducido, es más fácil llegar a la cantidad óptima de producción estimada.

La herramienta SMED es utilizada cuando se necesita una reducción en el ciclo de producción, optimización del tiempo que se dispone para producción y utilizar un tiempo limitado para el cambio de herramientas. Por ello se dice que el cambio de materiales de una cifra se conocen mayormente como SMED, no obstante cada

preparación tiene una particularidad que no se puede completar en menos de diez minutos, siendo ese el objetivo de la herramienta.

Beneficios de la técnica SMED

- Permite que la organización obtenga un beneficio en el área de producción a implementar, tomando en cuenta el tiempo de cambio, tiempo de preparación y óptimos tiempos de ejecución.
- Establece un cambio de herramienta y utillaje óptimo y corto ejecutado por el trabajador de área, mitigando las paradas de producción y reduciendo los tiempos de preparación de maquinaria.
- Optimiza la producción, puesto que será posible realizar de forma simultánea tareas de preparación de maquinaria y actividades de producción, ya sea de una misma línea o diferente. Permite mayor flexibilidad de acuerdo a los requerimientos de cliente.
- Disminuye el desperdicio de los tiempos que antes se utilizaban en cambios. Preparaciones, búsqueda de herramientas, y tiempos muertos que se originan en los traslados y el transporte innecesario.
- Mejora la productividad, permitiendo que el cambio sea ejecutado rápidamente, ocasionando que el trabajador realice sus actividades eficientemente a través del correcto uso del tiempo.
- Disminuye el tiempo de entrega, ya que se logra que el cliente este satisfecho, debido a la entrega a tiempo de pedidos y en cantidades ya solicitadas.

Actividades internas

Son operaciones que corresponden a los cambios de productos, las cuales son capaces de ser realizadas con las maquinarias apagadas.

Asimismo se definen como aquellas operaciones que son realizadas cuando las máquinas están detenidas. (Chávez, 2019)

$$\%TAI = \frac{TiT - TAE}{TiT} \times 100$$

%TAI=Porcentaje de Tiempo de actividades internas

TiT= Tiempo Total

TAE= Tiempo de actividades externas

Actividades externas

Son operaciones que corresponden a los cambios de productos, las cuales deben ser realizadas con las maquinarias operando o encendidas.

También se definen como aquellas operaciones que son realizadas con la maquinaria funcionando. En donde se recomienda pre-alistar los materiales para el siguiente material, en otras palabras, se encuentra operativa. Por ejemplo, el afilar una cuchilla para implementar luego, cuando el producto este fuera de la máquina, otro podría ser como el desplazamiento de material para almacén o diferentes áreas para utilizarse en el siguiente lote. (Chávez, 2019)

$$\%TAE = \frac{TiT - TAI}{TiT} \times 100$$

TiT= Tiempo Total

TAI= Tiempo de actividades internas

%TAE=Porcentaje de Tiempo de actividades externas

Productividad

La productividad evalúa la concordancia existente entre aquellos recursos que son manejados y aquellos que solo cumplen la función de agregar el valor, es decir que establece que mientras el uso de recursos sea menor, la obtención de productos debería incrementarse, y por ende la productividad. (Acurio, 2017)

La productividad es el enfoque o relación que se tiene entre la total de insumos y productos obtenidos y el total de recursos empleados. En el proceso interno de fabricación, la productividad se utiliza como evaluación para hallar el beneficio de las actividades, como de las máquinas, los equipos de trabajo y los trabajadores en función. También podemos decir que la productividad es el rendimiento que tiene cada trabajador involucrado en su respectiva actividad. Es un enfoque sistemático que nos permite saber cuándo una maquina o trabajador es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. (Arroyo, 2018)

La productividad en una organización es el reflejo del óptimo uso de los recursos que son imprescindibles para producir bienes y servicios, los cuales deben ser usados de forma adecuada a fin de elaborar un producto con alta calidad y bajos recursos. (Diaz, 2017)

Ventajas de la productividad

- Utilidades mayores, ya que las ventas son mayores a lo pronosticado.
- Ingresos crecientes para los trabajadores, lo que se convierte en un incentivo para el óptimo desempeño de actividades.
- Mejor competitividad, puesto que los recursos de la organización se utilizan adecuadamente, recursos referidos a materia prima, recursos humanos y equipos.

Eficiencia

Se da cual el resultado de la organización es medido en función a los recursos existentes, es decir tomando en cuenta los resultados logrados y los costos asumidos en comparación a los recursos existentes. (Diaz, 2017)

Existen dos factores en la eficiencia, siendo el primero compuesto por el número de unidades que se han producido o los servicios brindados que se encuentran relacionados con los objetivos de la organización, mientras que el segundo se refiere a los costos en los que se incurre para producir los bienes o servicios, siendo la interrogante a cuánto asciende el ahorro de la organización por la producción de dichos bienes o servicios.

$$\%E = \frac{He}{HP} \times 100$$

%E=Porcentaje de Eficiencia.

He= Horas efectivas.

Hp= Horas programadas

Eficacia

Es la capacidad para lograr los efectos propuestos o esperados, sin tener que privar algunos recursos o medios a emplear. Se trata de una acepción que refiere al óptimo uso de recursos para el logro de los objetivos. (Gómez M., 2017)

La eficacia es el nivel en que la empresa lograr sus objetivos sin tener que realizar sobre esfuerzos, ni saturar su disponibilidad de recursos, ocasionando un buen nivel de productividad y organización, así como flexible y la eliminación de conflictos empresariales. Es necesario realizar un análisis de las particularidades que se desglosan de este nuevo concepto de eficacia en relación a los rasgos señalados de la empresa.

La eficacia está caracterizada por su acercamiento a la realidad, ya que proporciona índices poco arbitrarios y objetivos; incluso surgen como resultado de haber aplicado elementos y tener que relacionarlos con el actual sistema. En consecuencia tiene una correspondencia predeterminada con los resultados obtenidos.

Los objetivos de esta índice son fiables y validos debido a que le proporciona a la organización un resultado objetivo basado en información real, si el resultado es positivo refleja que la organización es óptima en sus actividades, mientras que si el resultado es insatisfactorio, refleja que la empresa posee desajustes que le impiden crecer constantemente.

$$\%E = \frac{Pr}{Pp} \times 100$$

%E=Porcentaje de Eficacia.

Pr= Producción Real.

Pp= Producción programada.

Formulación al Problema

Problema general

¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa?

Problemas específicos

- ¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa?
- ¿Cómo la aplicación del SMED mejora la eficacia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa?

Justificación del estudio

Justificación metodológica

Según Valderrama (2014) “Hace referencia a los métodos usados y las técnicas específicas que son un aporte para los trabajos de investigación de naturaleza muy similar, así como una posterior aplicación de otros autores”

Con la finalidad de llevar a cabo los objetivos en estudio, se aplicarán herramienta de estudio de tiempo y movimiento a fin de lograr incrementar la productividad, mediante los indicadores ya establecidos.

Justificación teórica

Según Valderrama (2014) “está referido a las inquietudes surgidas por la profundización de las teorías o enfoques referidos a la problemática de la investigación. A partir de esos enfoques, se espera avanzar en el conocimiento planteado”

La presente investigación, en conjunto con los conocimientos de teorías y conceptos de la herramienta del estudio de tiempo y movimiento se procura aportar recursos y resolver las interrogantes planteadas relacionadas con las teorías de la técnica SMED, productividad, eficacia y eficiencia.

Justificación practica

Según Valderrama (2014). “Se refiere a los intereses que tiene el autor porque sus conocimientos se perfeccionen o incrementen, con el fin de contribuir al ámbito académico y a la solución de diversos problemas que tienen repercusiones en las empresas a nivel privado y público.”

Con la presente implementación de la técnica SMED se logrará incrementar la productividad en la empresa ARIDOS AREQUIPA SAC, justifica su realización ya que esta investigación tiene como propósito mejorar el nivel productivo en la empresa mediante la aplicación de estudio de tiempo y movimiento.

Justificación económica

Según Gallardo, Helio. (2007), define como “El método económico y el cual necesita que los individuos inviertan su tiempo para impedir las perdidas en una institución”.

Con la aplicación de la técnica SMED se pretende generar un ahorro en el uso de los recursos del taller y en consecuencia poder reducir los tiempos improductivos, incrementando la productividad mejorando los tiempos y movimientos en la realización de operaciones.

Hipótesis

Hipótesis general

La aplicación del SMED mejora la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Hipótesis específica

- La aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.
- La aplicación del SMED mejora la eficacia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Objetivo

Objetivo general

Determinar como la aplicación del SMED incrementa la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Objetivos específicos

- Determinar como la aplicación del SMED aumenta la eficiencia de la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.
- Determinar como la aplicación del SMED mejora la eficacia de la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

III. MÉTODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Método de investigación

Behar (2018), en el método hipotético-deductivo el objetivo es determinar si lo propuesto en las hipótesis es una verdad o es falso, tomando como referencia las observaciones y pruebas a los enunciados en las problemáticas, los cuales se pueden deducir de forma directa”.

En consecuencia el estudio tendrá una base metodológica del tipo hipotético - deductivo para ejecutar la justificación de la hipótesis elaborada.

Tipo de investigación

Con base en los datos obtenidos para la investigación, podemos describir la investigación de la siguiente manera:

Por su finalidad: Aplicada.

Aplicada porque tiene el fin de aportar una mejora en la situación actual, maneja los hallazgos y aportes teóricos para proyectar una solución al problema con el objeto de instaurar bienestar a la sociedad. (Valderrama, 2015)

Esta investigación es de tipo aplicada ya que se enfoca en la teoría e investigación de la técnica SMED para mejorar el problema de la productividad en la empresa.

Por su nivel de investigación: Es Descriptiva – Explicativa.

El estudio descriptivo existe cuando se quiere delinear las características específicas descubiertas por las denominadas investigaciones exploratorias. (Díaz, 2016)

Descriptiva por que busca una respuesta a la relación existente entre las variables estudiadas y explicativa porque quiere explicar el causal por la que ocurre un problema. (Valderrama, 2015)

Es por esto que el estudio es a nivel descriptivo, pues medirá y describirá las características asociadas al ciclo productivo de arena fina y gruesa y la aplicación del SMED para incrementar su productividad.

Explicativa porque busca la explicación de cómo se relacionan dos o más variables con el propósito de conocer el problema de investigación. (Valderrama, 2015)

La investigación es de nivel explicativo porque quiere revelar como la variable independiente (SMED) está relacionada con la variable dependiente (productividad) detectando las causas de la problemática.

Por su enfoque: Cuantitativo.

Cuantitativa por que usa la recolección y el análisis de los datos para contestar a la formulación del problema de investigación; utiliza, además, los métodos o técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis (Valderrama, 2015).

El estudio utiliza un método cuantitativo porque los datos se recopilarán en base a mediciones numéricas y análisis estadísticos, antes y después de la implementación del SMED.

Diseño de investigación

Cuasi-Experimental.

Se denomina cuasi experimental al diseño de una investigación donde no se ejerce un completo control de las fuentes de investigación, tiene la particularidad de tener un esquema no aleatorio, con una pre-prueba y un post-prueba. (Valderrama, 2015)

Mediante la aplicación de la técnica SMED, se realizara el “pre-test”, previo al análisis de los puntos críticos, que ocasionan una productividad deficiente. El segundo es denominado “pos-test” donde se analiza los resultados de la aplicación del SMED, la reducción de los tiempos, flujos optimizados y la propuesta de mejora. Finalmente se realiza el contraste de las pruebas y las actividades internas y externas, y su respectivo impacto en la productividad..

Por su alcance temporal: Longitudinal.

Longitudinal por que se recolecta a través del tiempo, en puntos o periodos especificados, para hacer diferencia con respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (Valderrama, 2015)

El marco de tiempo es longitudinal, porque al implementar SMED, los datos se recopilarán en diferentes momentos para hacer inferencias sobre cambios o mejoras.

Esquema del diseño:

$$G = O_1, O_2, \dots, O_{50} - X - O_{51}, O_{27}, \dots, O_{100}$$

Donde:

O1 = Pre-Test

X= Tratamiento.

O2 = Post-Test

Es por ello que la presente investigación es cuasi experimental porque la muestra de investigación será a conveniencia, y la misma se medirá antes y después de la investigación.

3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 7. Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	indicador	Escala
Variable Independiente SMED	"El SMED se traduce, literalmente, como <<cambio de utillajes en minutos de un solo digito>> es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de 10 minutos" (Santos, Wysk y Torres, 2010).	La técnica que nos permite disminuir el tiempo de las actividades internas y de las actividades externas.	Actividades Internas	$\%TAI = \frac{T_{iT} - T_{AE}}{T_{iT}} \times 100$ %TAI=Porcentaje de Tiempo de actividades internas T _i T= Tiempo Total TAE= Tiempo de actividades externas	Razón
			Actividades Externas	$\%TAE = \frac{T_{iT} - T_{AI}}{T_{iT}} \times 100$ %TAE=Porcentaje de Tiempo de actividades externas T _i T= Tiempo Total TAI= Tiempo de actividades internas	Razón
Variable Dependiente Productividad	La productividad mide la relación entre los recursos utilizados y los productos logrados que agregan valor, es decir si se utilizan menos recursos y se obtienen más productos, mayor será la productividad obtenida. (Acurio, 2017)	La productividad es la relación entre los resultados y los insumos donde implica la eficiencia y la eficacia,	Eficiencia	$\%Efic = \frac{H_e}{H_p} \times 100$ %Efic =Porcentaje de Eficiencia H _e = Horas efectivas utilizadas H _p = Horas programadas	Razón
			Eficacia	$\%Ef = \frac{Pr}{Pp} \times 100$ %Ef =Porcentaje de Eficacia. Pr=Producción Real. Pp= Producción programada	Razón

Fuente: Elaboración propia

3.3. Matriz de Coherencia.

Tabla 8. Matriz de Coherencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
Generales		
¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa?	Determinar como la aplicación del SMED incrementa la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.	La aplicación del SMED mejora la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.
Específicos		
¿De qué manera la aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa?	Determinar como la aplicación del SMED aumenta la eficiencia de la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.	La aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.
¿Cómo la aplicación del SMED mejora la eficacia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa?	Determinar como la aplicación del SMED mejora la eficacia de la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.	La aplicación del SMED mejora la eficacia en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Población, muestra y muestreo

Población

“La población es el conjunto total de individuos, objetos o eventos que tienen las mismas características y sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016)

Para esta investigación, la población está constituida por la cantidad de toneladas de arena fina y gruesa producida y el tiempo del proceso de fabricación de arena fina y gruesa, de 56 días laborales antes y de 56 días laborales después.

Muestra

Para una investigación cuantitativa, la muestra se denomina a aquel subgrupo de la población total a investigar que se define y delimita de acuerdo a parámetros estadísticos de la investigación, además de caracterizarse por ser representativo de la población total del estudio. Igualmente, los autores; Hernández, Fernández y Baptista (2016) sostienen que solo en caso de censos se incluye a la totalidad de la población o el universo ya que es necesario contar con el resultado veraz.

La muestra se denomina censal ya que incluye al total poblacional y en ese sentido la población es igual a la muestra de la investigación, es decir, la producción de toneladas de arena fina y gruesa y el tiempo de operatividad de la Zaranda vibratoria, durante los meses de noviembre y diciembre del año 2020 y los meses enero, febrero, marzo del 2021.

Muestreo

No se tiene muestreo ya que la muestra es igual a la población.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según Arias (2016), la técnica de observación comprende la visualización sistemática de los hechos o situaciones que se suscitan en la naturaleza y sociedad tomando en cuenta el objetivo de la investigación”.

Se utilizará como técnica a la observación a fin de captar visualmente la data de estudio, a nivel sistemático, las actividades que se realizan en el proceso de producción de arena fina y gruesa de la empresa.

De igual forma se utilizó la revisión documental o bibliográfica para recolectar la data más importante de la empresa a investigar.

Instrumentos

“Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.” (Arias, 2016)

La ficha de observación, es un instrumento que consiste en anotar o escribir de forma pausada, reflexiva y minuciosa, con el propósito de captar plenamente todo lo observado. (Carrasco, 2013)

La ficha de observación, nos permitirá medir el tiempo de las actividades internas en un cambio de formato y la cantidad de cambios. Mediante:

- ✓ F01: Ficha de observación N°1: “Ficha de observación del tiempo” (Ver Anexo 2)

- ✓ F02: Ficha de registro N°2: “Ficha de registro de la producción” (Ver Anexo 3)

Se utilizará un cronómetro para medir el tiempo en el que se desarrollan los procesos establecidos en la investigación, entre ellos la búsqueda de la información y el tiempo de registro. Se empleará este instrumento para conocer el tiempo transcurrido antes y después de la aplicación del SMED en la máquina: zaranda vibratoria.

Para la información obtenida en la revisión documental o bibliográfica, se utilizarán fichas donde se transcribirá toda la información que se considere de importancia para la investigación, así como de la fuente de donde se obtuvo la información.

Validez

La validez de los instrumentos está determinada por el método de juicio de expertos, Considerando la colaboración de tres profesores de la Facultad de Ingeniería Industrial Universidad Cesar Vallejo.

- ✓ Mgrt. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo.
- ✓ Dr. Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez.
- ✓ Mgrt. Lino Rolando Rodríguez Alegre.

Confiabilidad

La confiabilidad del presente trabajo de investigación en relación a los datos recolectados es creíble, gracias a que se tiene un sistema de producción que nos ofrece los datos reales, y que tienen la posibilidad de ser obtenidos en el instante que se requiera

3.6. Métodos de análisis de datos

Análisis descriptivo

A través del análisis descriptivo se utilizará la representación de medidas, gráficas y cuadros, lo cual es fundamental para establecer variables, permitiendo recolectar, organizar y representar datos para visualizar los requerimientos y defectos del problema, y se considerarán datos cuantitativos.

La información recolectada a través de la ficha de observación será analizada y presentada mediante la estadística descriptiva utilizando para tal fin los cuadros y gráficos estadísticos.

Análisis inferencial

La estadística inferencial nos brinda la justificación de la investigación teniendo como punto inicial la prueba de hipótesis, usando la estadística para probar la proposición que se posee para resolver la problemática y utilizará datos numéricos para ser verificados.

La estadística inferencial nos permite probar que la hipótesis es verdadera o falsa. El uso de estadística inferencial corresponde a los datos obtenidos previamente antes y después de la aplicación del SMED.

3.7. Aspectos éticos

Según las normas y el reglamento establecido por la Universidad Cesar Vallejo, los investigadores dan fe que los datos en la cual se ha elaborado el trabajo de investigación se han utilizado datos reales, porque el proceso de recolección de datos es el análisis e investigación de los diferentes autores nombrados en la bibliografía, por consiguiente, se desecha cualquier clase de creencia de plagio o copia

3.8. Desarrollo de la propuesta

3.8.1. Situación actual

En la empresa ARICA SAC, se realizan las siguientes operaciones para la producción de arena fina y gruesa:

- Cargue

Se desarrolla luego de arrancar la maquinaria y reside en poner el material en el medio que se encargara del transporte mecánico entre ellos los camiones. Esta operación se realiza en las canteras, a través del uso de palas mecánicas ubicadas en cada frente de preparación y explotación, con el uso de una retroexcavadora de tipos Caterpillar 345 C, la cual posee orugas de capacidad de cuchara de 1,8 m³. Esta maquinas realizan el cargue al camión Caterpillar 769, con una capacidad de 15 m³ de la tara para mineral caliza.

-

- Este procedimiento da inicio con el proceso para verificar si el material cuenta con un tamaño adecuado para realizar el cargue de la tara en el camión de transporte y termina con la ejecución de carguío que luego son trasladados a la zona de operación de beneficio de arena fina y gruesa.

Figura 7. Maquinaria del proceso de carga



El objetivo es realizar el cargue de la piedra que proviene del patio donde fue acopiado el mineral calcáreo hasta donde se realiza las operaciones de beneficio, específicamente la realización de triturado de la caliza. Se recomienda el uso constante de los E.P.P. entre ellos Mascarilla contra polvos, protectores auditivos, casco de seguridad, gafas de seguridad, mamelucos, botas y guantes, así como realizar verificaciones antes y después de cada zona de trabajo, revisión de los equipos a utilizar, y la firma de reportes de forma diaria.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso de carga de la empresa ARICA SAC:

Figura 8. Diagrama del proceso de carga

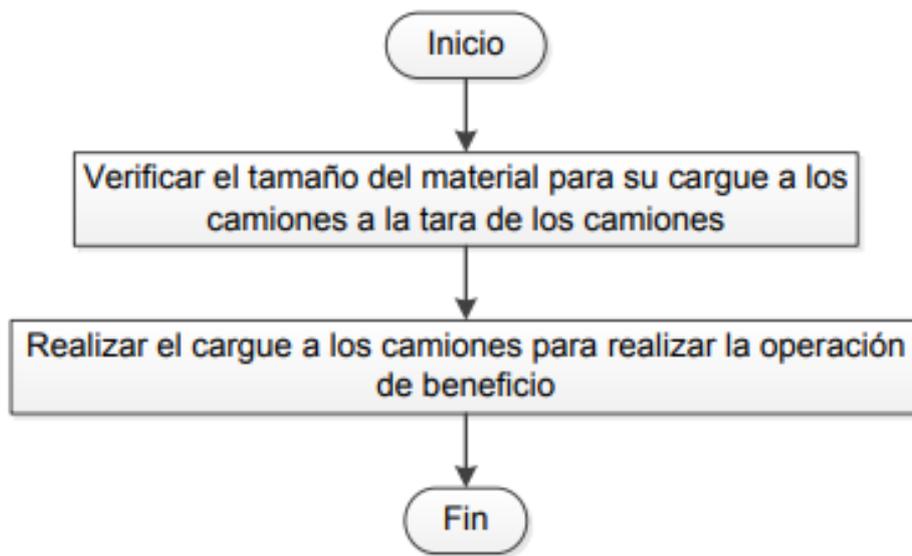


Figura 9. Maquinaria del proceso de carga



- Transporte

Esta operación es realizada a posteriori del proceso de carga, con el uso de camiones Caterpillar 769, para transportar los materiales. Estos vehículos son utilizados para trasladar la caliza desde la zona de explotación hacia las áreas destinadas para el acopio.

Este proceso, consiste básicamente en trasladar la piedra hacia la tolva de alimentación de máquina de trituración, donde se realizará el descargue. El

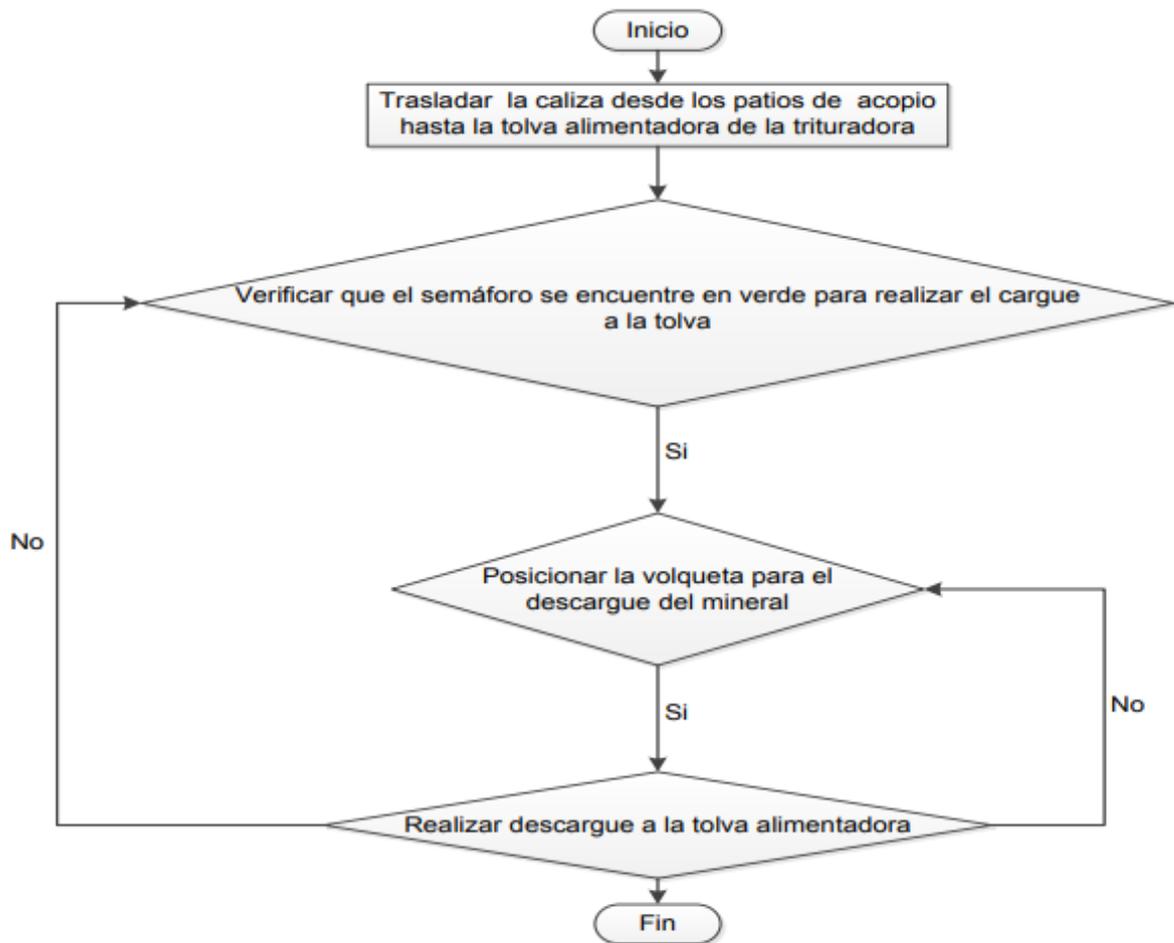
objetivo es realizar el traslado de la materia a las tolvas que alimentan la máquina de trituración con el uso de camiones Caterpillar 769. Se recomienda el uso constante de los E.P.P. entre ellos Mascarilla contra polvos, protectores auditivos, casco de seguridad, gafas de seguridad, mamelucos, botas y guantes, así como realizar verificaciones antes y después de cada zona de trabajo, revisión de los equipos a utilizar, y la firma de reportes de forma diaria.

Figura 10. Maquinaria del proceso de transporte



A continuación, se muestra el flujograma del proceso de traslado de la empresa ARICA SAC:

Figura 11. Diagrama del proceso de traslado



- Trituración

Se refiere a la actividad de reducir la materia prima a un tamaño óptimo; tiene como objetivo esencial la obtención del producto de acuerdo el tamaño deseado, ya sea en arena fina o gruesa. Este proceso básicamente se encarga de la reducción de la piedra a una granulometría propia para su acopio en la planta. La actividad comienza con la reducción de la piedra, para ser trasladada hacia los silos de alimentación donde serán despachadas. Se recomienda el uso constante de los E.P.P. entre ellos Mascarilla contra polvos, protectores auditivos, casco de seguridad, gafas de seguridad, mamelucos, botas y guantes, así como realizar verificaciones antes y después de cada zona de trabajo, revisión de los equipos a utilizar, y la firma de reportes de forma diaria.

Se muestra el flujograma del proceso de trituración de la empresa ARICA SAC:

Figura 12. Diagrama del proceso de traslado

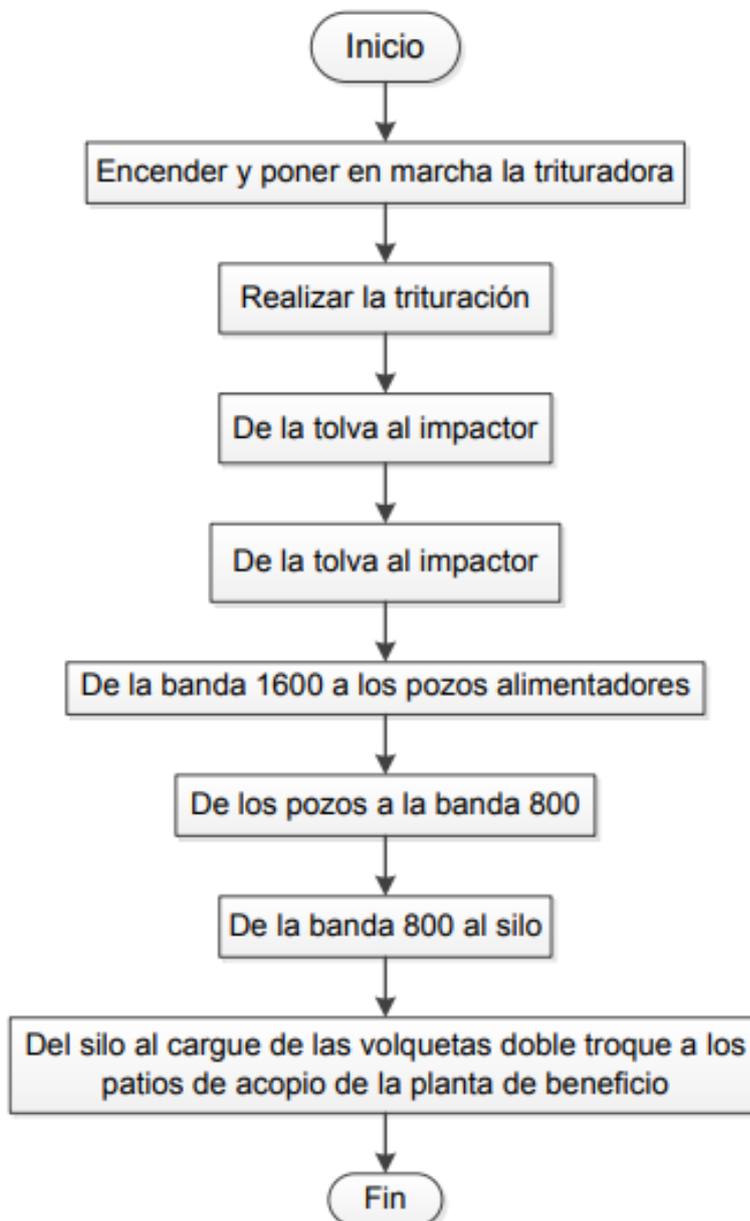
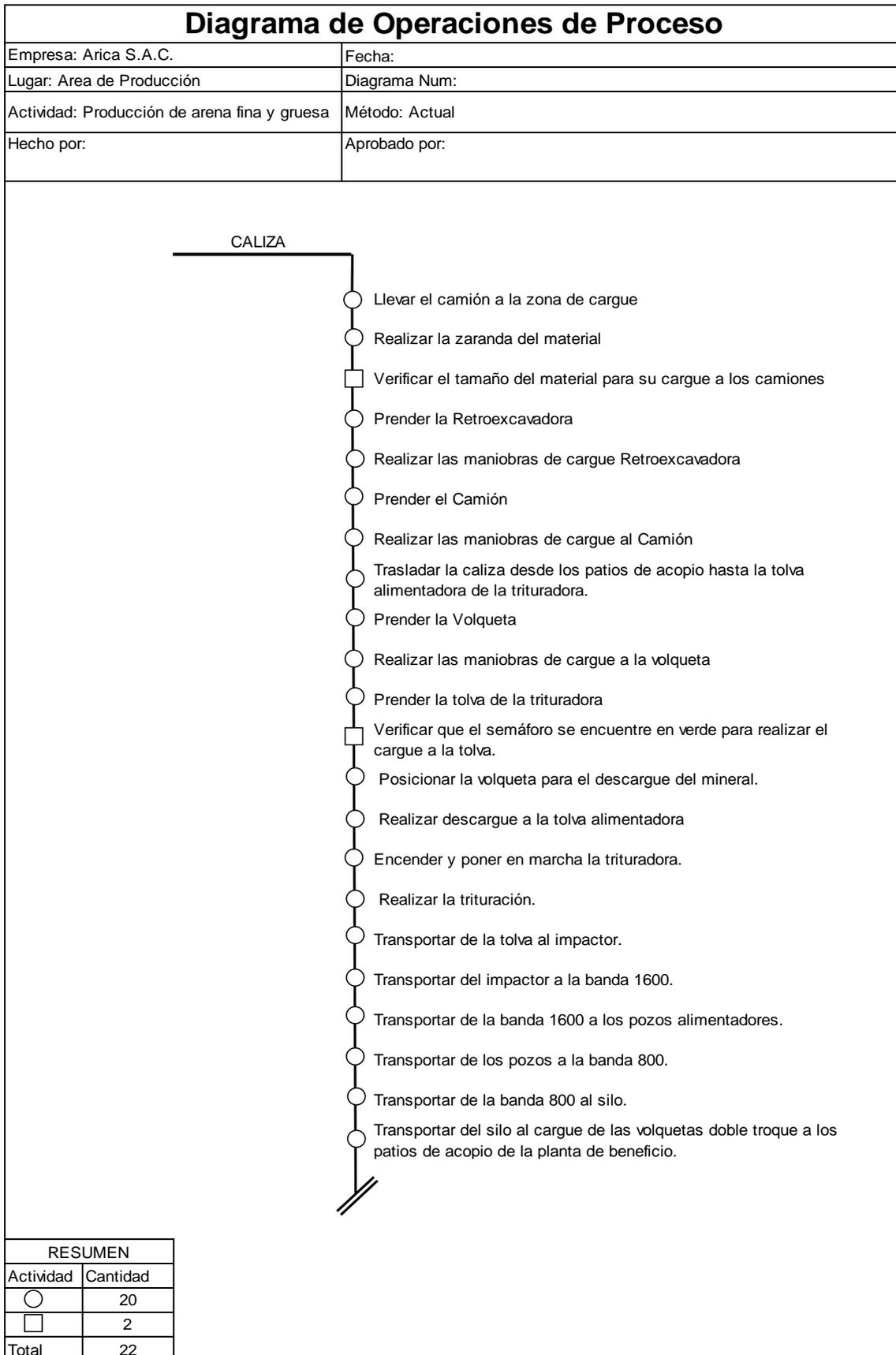


Figura 13. Diagrama de Operaciones del Proceso Actual



Elaboración: Fuente propia

Para realizar el proceso de diagnósticos, se analiza el tiempo y movimiento que se utiliza para la actividad de cargue y transporte, los cuales fueron tomados en cuenta en base a la situación actual, y maquinaria existente en la empresa ARICA SAC, con el uso de un cronometro para tomar los tiempos de forma objetiva, y los instrumentos de la investigación. Se tomó en cuenta un proceso productivo de producción de 1 tonelada de arena fina o gruesa.

Figura 14. Diagrama de Análisis del Proceso Actual

Diagrama de Analisis de Proceso							
Diagrama Num:	Fecha:	Resumen					
Empresa: Aridos Arequipa S.A.C.		Actividad	Actual	Tiempo			
Actividad: Producción de arena fina y gruesa		Operación	12	4:28:09			
Método: Actual		Transporte	8	2:53:31			
Lugar: Area de Producción		Espera					
Hecho por:		Inspección	2	0:15:33			
Aprobado por:		Almacenamiento					
		Distancia (m)					
		Tiempo (min-hombre)					
		Total	22	7:37:13			
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones
Llevar el camión a la zona de cargue		00:15:41		○	□	▷	
Realizar la zaranda del material		00:25:04		○	□	▷	
Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones		00:10:15		○	□	▷	
Prender la Retroexcavadora		00:12:34		○	□	▷	
Realizar las maniobras de cargue Retroexcavadora		00:25:38		○	□	▷	
Prender el Camión		00:15:18		○	□	▷	
Realizar las maniobras de cargue al Camión		00:35:26		○	□	▷	
Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora.		00:23:13		○	□	▷	
Prender la Volqueta		00:12:25		○	□	▷	
Realizar las maniobras de cargue a la volqueta		00:15:17		○	□	▷	
Prender la tolva de la trituradora		00:08:24		○	□	▷	
Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva.		00:05:18		○	□	▷	
Posicionar la volqueta para el descargue del mineral.		00:05:43		○	□	▷	
Realizar descargue a la tolva alimentadora		00:28:15		○	□	▷	
Encender y poner en marcha la trituradora.		00:08:24		○	□	▷	
Realizar la trituración.		01:15:41		○	□	▷	
Transportar de la tolva al impactor.		00:18:39		○	□	▷	
Transportar del impactor a la banda 1600.		00:12:34		○	□	▷	
Transportar de la banda 1600 a los pozos alimentadores.		00:23:14		○	□	▷	
Transportar de los pozos a la banda 800.		00:26:51		○	□	▷	
Transportar de la banda 800 al silo.		00:14:58		○	□	▷	
Transportar del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.		00:38:21		○	□	▷	
Total		7:37:13		12	2	8	

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Plano antes de la implementación

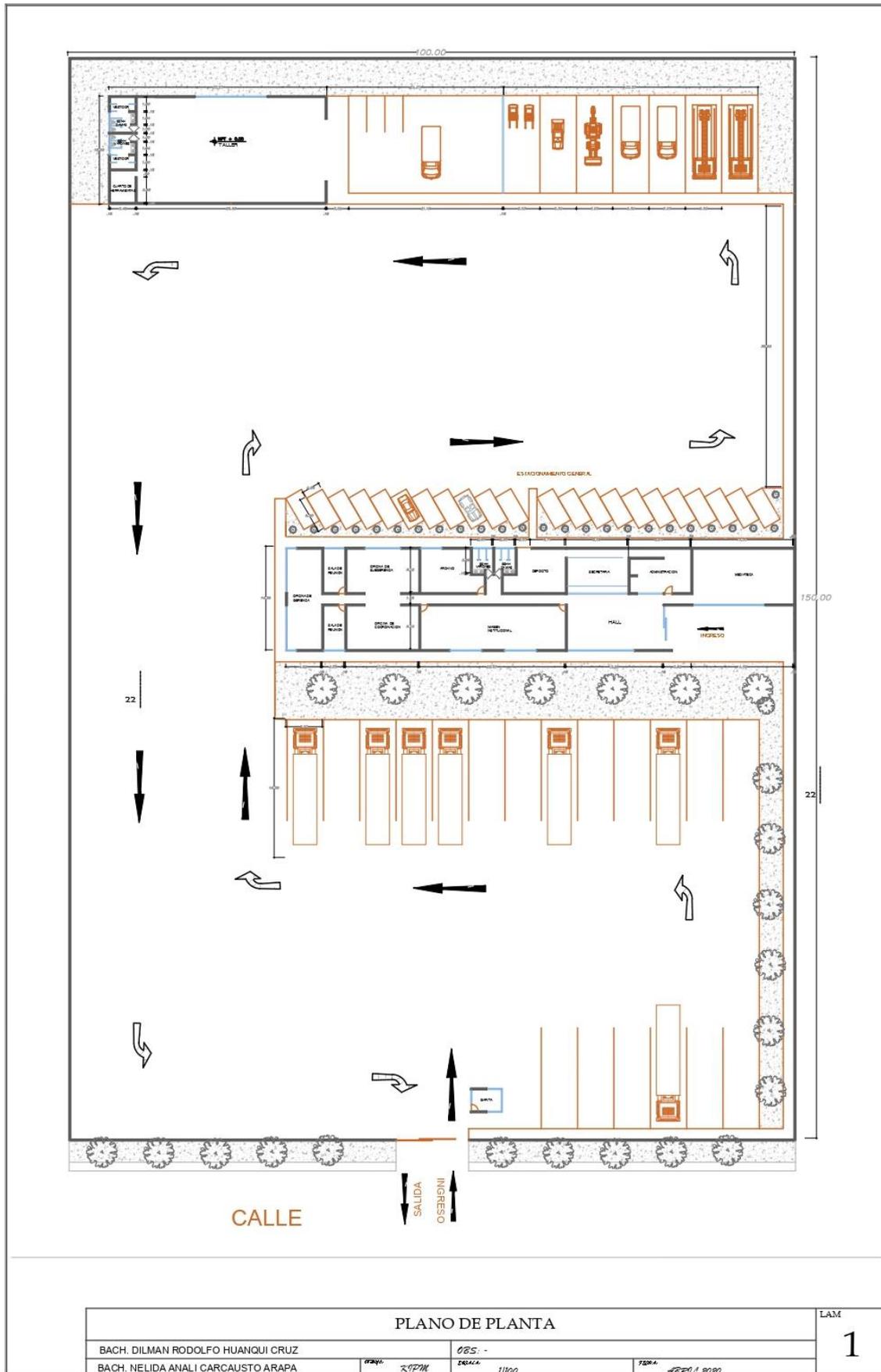


Tabla 9. Toma de tiempos de la empresa ARICA SAC – PRE TEST

Ficha de observación del tiempo					
Descripción del producto		Inicio de Operación	Final de Operación		
Producción arena fina o gruesa		0.00.00	7:37:13		
Operador:					
° N	Actividades		Análisis del tiempo		
			Inicio	Final	Resultado
CARGUE	1	Llevar el camión a la zona de cargue	0:00:00	0:15:41	0:15:41
	2	Realizar la zaranda del material	0:15:41	0:40:45	0:25:04
	3	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones	0:40:45	0:51:00	0:10:15
	4	Prender la Retroexcavadora	0:51:00	1:03:34	0:12:34
	5	Realizar las maniobras de cargue Retroexcavadora	1:03:34	1:29:12	0:25:38
	6	Prender el Camión	1:29:12	1:44:30	0:15:18
	7	Realizar las maniobras de cargue al Camión	1:44:30	2:19:56	0:35:26
TRASLADO	8	Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora.	2:19:56	2:43:09	0:23:13
	9	Prender la Volqueta	2:43:09	2:55:34	0:12:25
	10	Realizar las maniobras de cargue a la volqueta	2:55:34	3:10:51	0:15:17
	11	Prender la tolva de la trituradora	3:10:51	3:19:15	0:08:24
	12	Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva.	3:19:15	3:24:33	0:05:18
	13	Posicionar la volqueta para el descargue del mineral.	3:24:33	3:30:16	0:05:43
	14	Realizar descargue a la tolva alimentadora	3:30:16	3:58:31	0:28:15
TRITURACION	15	Encender y poner en marcha la trituradora.	3:58:31	4:06:55	0:08:24
	16	Realizar la trituración.	4:06:55	5:22:36	1:15:41
	17	De la tolva al impactor.	5:22:36	5:41:15	0:18:39
	18	Del impactor a la banda 1600.	5:41:15	5:53:49	0:12:34
	19	De la banda 1600 a los pozos alimentadores.	5:53:49	6:17:03	0:23:14
	20	De los pozos a la banda 800.	6:17:03	6:43:54	0:26:51
	21	De la banda 800 al silo.	6:43:54	6:58:52	0:14:58
	22	Del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.	6:58:52	7:37:13	0:38:21
Suma de resultados obtenidos					7:37:13

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se evidencia los tiempos necesarios para cada una de las acciones en el proceso productivo de arena fina y gruesa de la

empresa ARICA SAC; en la cual se evidencia que el proceso de Carga conlleva un total de 2 hora con 19 minutos y 56 segundos; el proceso de Transporte 1 hora con 38 minutos y 35 segundos, mientras que el proceso de Trituración se toma 3 horas con 38 minutos y 42 segundos.

En total todo el proceso se toma 7 horas con 37 minutos y 13 segundos; lo cual equivale a un tiempo excesivo de producción, ya que se toma más del 50% del día laboral en producir 1 tonelada de Arena fina o gruesa, siendo la meta 1.5 toneladas diarias. En cuanto a la cantidad producida, se tomaron en cuenta datos históricos de la empresa, así como la toma de datos, mediante fichas de observación en el último mes. En la siguiente tabla se muestra el conglomerado de la producción en dos meses del presente año.

Tabla 10. Producción total de ARICA SAC – PRE TEST

	Arena Fina	Arena Gruesa
MES 1	25.17	23.30
MES 2	26.75	23.02

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se plasma un desagregado de la producción por tipo de producto, a fin de visualizar a detalle la producción semanal de arena fina y gruesa.

Tabla 11. Producción Arena Fina de ARICA SAC – PRE TEST

Ficha de registro de la producción		
Fecha	Descripción del producto	Inicio de Operación
2021	Arena Fina	Noviembre-Diciembre

Operador:		
Mes	Actividades	Análisis de la producción
		Arena fina
Mes 1	Producción de arena fina	25.17
Sem 1	Producción de arena fina	6,54
Sem 2	Producción de arena fina	6,23
Sem 3	Producción de arena fina	6,09
Sem 4	Producción de arena fina	6,31
Mes 2	Producción de arena fina	26.75
Sem 1	Producción de arena fina	6.87
Sem 2	Producción de arena fina	6.44
Sem 3	Producción de arena fina	6.48
Sem 4	Producción de arena fina	6.96
Suma de resultados obtenidos		51.92

Fuente: Elaboración propia

Referente a la producción de arena fina, se logra una producción 25.17 Toneladas y 26.75 Toneladas, entre los meses de noviembre y diciembre proporcionalmente. En conjunto se tiene una producción de 51.92 Toneladas de arena Fina en la empresa ARICA SAC.

Tabla 12. Producción Arena Gruesa de ARICA SAC – PRE TEST

Ficha de registro de la producción		
Fecha	Descripción del producto	Inicio de Operación
2021	Arena Gruesa	Enero
Operador:		
Mes	Actividades	Análisis de la producción
		Arena Gruesa
Mes 1	Producción de arena gruesa	23.30
Sem 1	Producción de arena gruesa	5.15
Sem 2	Producción de arena gruesa	5.93
Sem 3	Producción de arena gruesa	5.98
Sem 4	Producción de arena gruesa	6.24
Mes 2	Producción de arena gruesa	23.02
Sem 1	Producción de arena gruesa	5.72
Sem 2	Producción de arena gruesa	5.77
Sem 3	Producción de arena gruesa	6.02
Sem 4	Producción de arena gruesa	5.51
Suma de resultados obtenidos		46.32

Fuente: Elaboración propia.

Referente a la producción de arena gruesa, se logra una producción de 23.30 Toneladas y 23.02 Toneladas, entre los meses de enero y febrero correspondientemente. En conjunto se tiene una producción de 46.32 Toneladas de arena Gruesa en la empresa ARICA SAC.

Para el índice de eficiencia y eficacia se toma los tiempos de las horas empleadas en el proceso productivo de arena fina o gruesa y de la cantidad de material planificada de forma semanal.

Seguido se evidencia el índice de eficiencia por producción de arena fina:

Tabla 13. Tiempo efectivo en la producción antes del estudio del trabajo de arena de arena fina

Semana	Horas de trabajo semanal	Horas programadas	Eficiencia
1	35.88	48.00	74.75
2	34.20	48.00	71.25
3	32.45	48.00	67.61
4	32.60	48.00	67.92
5	37.64	48.00	78.42
6	34.37	48.00	71.60
7	34.54	48.00	71.96
8	37.12	48.00	77.33
Promedio	34.85	48.00	72.60

Fuente: Elaboración propia

Seguido se evidencia el índice de eficiencia por producción de arena gruesa:

Tabla 14. Tiempo efectivo en la producción antes del estudio del trabajo de arena gruesa

Semana	Horas de trabajo semanal	Horas programadas	Eficiencia
1	34.78	48.00	72.46

2	36.25	48.00	75.52
3	36.45	48.00	75.94
4	37.60	48.00	78.33
5	35.34	48.00	73.63
6	35.77	48.00	74.52
7	37.09	48.00	77.27
8	35.12	48.00	73.17
Promedio	36.05	48.00	75.10

Fuente: Elaboración propia

Seguido se evidencia el índice de eficacia por producción de arena fina:

Tabla 15. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena fina

Semana	Tn producida semanal	Cant. programada	Eficacia
1	6.54	9.00	72.67
2	6.23	9.00	69.22
3	6.09	9.00	67.67
4	6.31	9.00	70.11
5	6.87	9.00	76.33
6	6.44	9.00	71.56
7	6.48	9.00	72.00
8	6.96	9.00	77.33
Promedio	6.49	9.00	72.11

Fuente: Elaboración propia

Seguido se evidencia el índice de eficacia por producción de arena gruesa:

Tabla 16. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena gruesa

Semana	Tn producida semanal	Cant. programada	Eficacia
1	5.15	9.00	57.22
2	5.93	9.00	65.89
3	5.98	9.00	66.44
4	6.24	9.00	69.33
5	5.72	9.00	63.56
6	5.77	9.00	64.11
7	6.02	9.00	66.89
8	5.51	9.00	61.22
Promedio	5.79	9.00	64.33

Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Propuesta de mejora

La tabla 17, muestra el cronograma de las actividades a desplegar en el proceso de desarrollo del análisis de la producción de arena fina y gruesa, partiendo de inicio con la planificación, elaborar una propuesta de implementación del SMED, así como una prueba piloto que se desarrolla en el área de producción de arena fina y gruesa de la Empresa ARICA SAC, para la evaluación del resultado y el impacto de su implementación en la organización.

Tabla 17. Cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto de investigación

Fases	Actividades	Nov.				Dic.				Enero				Febrero				Marzo				Abril
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Planificación	Análisis de la situación actual	■																				
	Formar el equipo de trabajo		■																			
	Análisis del proceso actual e identificación de problemas			■																		
	Análisis de las herramientas y equipos			■																		
	Elaboración de los formatos para aplicación smed			■																		
	Ejecución de la toma de tiempos en planta			■	■	■	■	■	■	■	■											
	Análisis de las actividades del proceso de producción									■	■											
	Desarrollo de la propuesta d mejora aplicando el SMED										■	■										
Implementación de prueba piloto	Elaboración del plan de acción de la prueba piloto										■	■										
	Capacitación de los colaboradores										■	■										
	Facilitar las herramientas										■	■										
	Entrenamiento y seguimiento al nuevo procedimiento										■	■	■	■								
Análisis y evaluación de los resultados	Toma de tiempos del nuevo procedimiento smed										■	■	■	■	■	■	■	■				
	Análisis de los tiempos de la propuesta																			■		
	Evaluación de la mejora																			■		
	Documentar los resultados																			■		
Presentación	Presentación de los resultados a la empresa																			■	■	

3.8.3. Ejecución de la propuesta

3.8.3.1. Etapas de la aplicación de la herramienta SMED

a) Etapa preliminar

Para dar inicio a la implementación de mejora iniciar el proceso del perfeccionamiento se tuvo que hacer un rastreo anterior a la zona de producción de arena fina y gruesa de Arica SAC, con lo que se obtuvo el resultado del tiempo exacto muerto o excesivos. Tal cual se observó en el diagnóstico, los tiempos muertos están presentes en todo el proceso productivo.

- Se dispuso previa coordinación con el encargado la fecha para iniciar con la aplicación del SMED, según las actividades de producción de la empresa.
- Se establecieron las actividades que serán llevadas a cabo como parte del estudio, estableciendo compromisos a cada miembro del equipo.
- Se recogieron las herramientas que se van a necesitar en el estudio: las cuales fueron detalladas en la parte metodológica.
- Se efectúa la presentación y respectivo plan de capacitación a los involucrados en el estudio acerca del SMED y los propósitos de la investigación.

b) Primera etapa

Se determinaron aquellas actividades que están presentes en el proceso productivo de arena fina y gruesa por una Toneladas. La toma de tiempos en el pre test del proceso de producción de arena fina y gruesa se realiza realizó a partir del mes de diciembre por 20 días.

c) Segunda etapa

Se clasifica lo antes detallado en actividades internas y externas. Siendo las internas aquellas que deben llevarse a cabo con la maquinaria sin encender, puesto que no existe otra opción para su realización debido a

factores de seguridad y procedimientos, mientras que las externas se refieren a aquellas que son efectuadas con la maquinaria encendida

Después de analizar las actividades, se evidencia una clasificación nueva de las mismas, las cuales serán posteriormente revisadas para su conversión a fin de reducir el tiempo de cambio.

Tabla 18. Distribución Actividades internas y externas

N°	Actividades	Actividades Internas	Actividades Externas	
CARGUE	1	Llevar el camión a la zona de cargue	x	
	2	Realizar la zaranda del material	x	
	3	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones	x	
	4	Prender la Retroexcavadora		x
	5	Realizar las maniobras de cargue Retroexcavadora	x	
	6	Prender el Camión		x
	7	Realizar las maniobras de cargue al Camión	x	
TRASLADO	8	Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora.	x	
	9	Prender la Volqueta		x
	10	Realizar las maniobras de cargue a la volqueta	x	
	11	Prender la tolva de la trituradora	x	
	12	Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva.	x	
	13	Posicionar la volqueta para el descargue del mineral.	x	
	14	Realizar descargue a la tolva alimentadora	x	
TRITURACION	15	Encender y poner en marcha la trituradora.		x
	16	Realizar la trituración.	x	
	17	De la tolva al impactor.	x	
	18	Del impactor a la banda 1600.	x	
	19	De la banda 1600 a los pozos alimentadores.	x	
	20	De los pozos a la banda 800.	x	
	21	De la banda 800 al silo.	x	
	22	Del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.	x	

Fuente: Elaboración propia

Después, en conjunto con el equipo involucrado, se realiza la observación del proceso y su respectivo análisis de cada actividad, pudiendo identificar puntos críticos de mejoría, clasificando aquellas acciones que no aportan valor agregado al proceso y deben ser desechadas, reestructuradas o combinadas para facilitar su efectividad y la reducción del tiempo de cambio de forma significativa.

Tabla 19. Determinación de la metodología -análisis

N°	Actividades situación Actual	Metodología análisis					
		Operación a convertir a externa	Operación a eliminar	Operación a combinar	Operación a modificar	Operación a facilitar	
CARGUE	1	Llevar el camión a la zona de cargue					x
	2	Realizar la zaranda del material	x				
	3	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones	x				
	4	Prender la Retroexcavadora					
	5	Realizar las maniobras de cargue Retroexcavadora					
	6	Prender el Camión					
	7	Realizar las maniobras de cargue al Camión					
TRASLADO	8	Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora.	x				
	9	Prender la Volqueta					
	10	Realizar las maniobras de cargue a la volqueta					
	11	Prender la tolva de la trituradora	x				
	12	Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva.	x				
	13	Posicionar la volqueta para el descargue del mineral.					
TRITURACION	14	Realizar descargue a la tolva alimentadora					
	15	Encender y poner en marcha la trituradora.					x
	16	Realizar la trituración.					
	17	De la tolva al impactor.					
	18	Del impactor a la banda 1600.					
	19	De la banda 1600 a los pozos alimentadores.					
	20	De los pozos a la banda 800.					
	21	De la banda 800 al silo.					
	22	Del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.	x				

Fuente: Elaboración propia

Según este análisis se tomaron las siguientes decisiones para mejorar el procedimiento de producción de arena fina y gruesa.

Operaciones para convertir a externas

Se determina que en las acciones de mejora debe existir un equipo de apoyo conformado por los obreros, quienes se deben encargar de los

encendidos y apagados de las maquinarias en referencia a otras acciones, para lo cual debe aproximarse a la maquinaria media hora antes de cada proceso para que las maquinas estén listas para su uso, es decir que se realizaran actividades de preparación previas a los procesos.

Operaciones para facilitar

Se aprovecha la disponibilidad privilegiada del personal de apoyo, se incluirá el traslado de los camiones al inicio del proceso a fin de minimizar el tiempo, así como la verificación de la máquina trituradora.

- Se destina un área de camiones vacíos a fin de mitigar el traslado de los trabajadores de forma excesiva, así como una mejor organización de las herramientas para que puedan ser ubicadas fácilmente, finalmente la instalación de una fuente de agua en el área para la limpieza.
- Las actividades de zaranda y verificación del material se realizan en simultáneo por el personal de apoyo, de manera que cada uno realiza la mitad del trabajo.

d) Tercera etapa

Después de la identificación de oportunidades para mejorar, se realiza la preparación del plan de trabajo para implementar la prueba piloto en el proceso productivo de arena gruesa y fina, lo cual requiere de modificaciones en la planta, plan de capacitación, y monitoreo de acuerdo a los nuevos procedimientos instalados de cambio de personal. En consecuencia se contara con personal capacitado, que se adapte fácilmente a las propuestas y se podrá ejecutar el estudio de tiempos de forma eficiente y realizar una medición objetiva de lo implementado según el SMED.

Tabla 20. Plan de acción de prueba piloto

Problema identificado	Acciones a tomar	Responsable	Avance	Tiempo Invertido
Falta de organización y cercanía de herramientas y equipos	Organizar manuales de operación para fácil ubicación	Operario	100%	4 Horas
	Dar ubicación fija y cercana a la máquina a las herramientas.	Supervisor	100%	1 Horas
	Instalar un fuente de agua en el área para la limpieza	Operario	100%	5 Horas
	Asignar una zona para carros parados en el área	Supervisor	100%	2 Horas
Las funciones del operario y el apoyo no están bien definidas	Definir las operaciones a realizar por cada procedimiento.	Supervisor	100%	4 Horas
Falta de estandarización de procedimientos	Estandarización del procedimiento	Supervisor	100%	5 Horas
Falta de control	Seguimiento al proceso de producción de arena fina y gruesa controlando los tiempos	Supervisor	-	Continuo
	Implantación de un Check-list de limpieza	Supervisor	100%	4 Horas

Fuente: Elaboración propia

Plan de trabajo

En este apartado se utiliza herramientas que permitan la disminución de traslados de los trabajadores, ya que se propone una mejor organización de la zona de trabajo, así como equipos para realizar ciertas actividades, optimización de las ubicaciones de materiales a fin de reducir los tiempos de búsqueda o de caminata.

Figura 16. Distribución de almacén antes y después



Figura 17. Etiquetado de materiales en Almacén



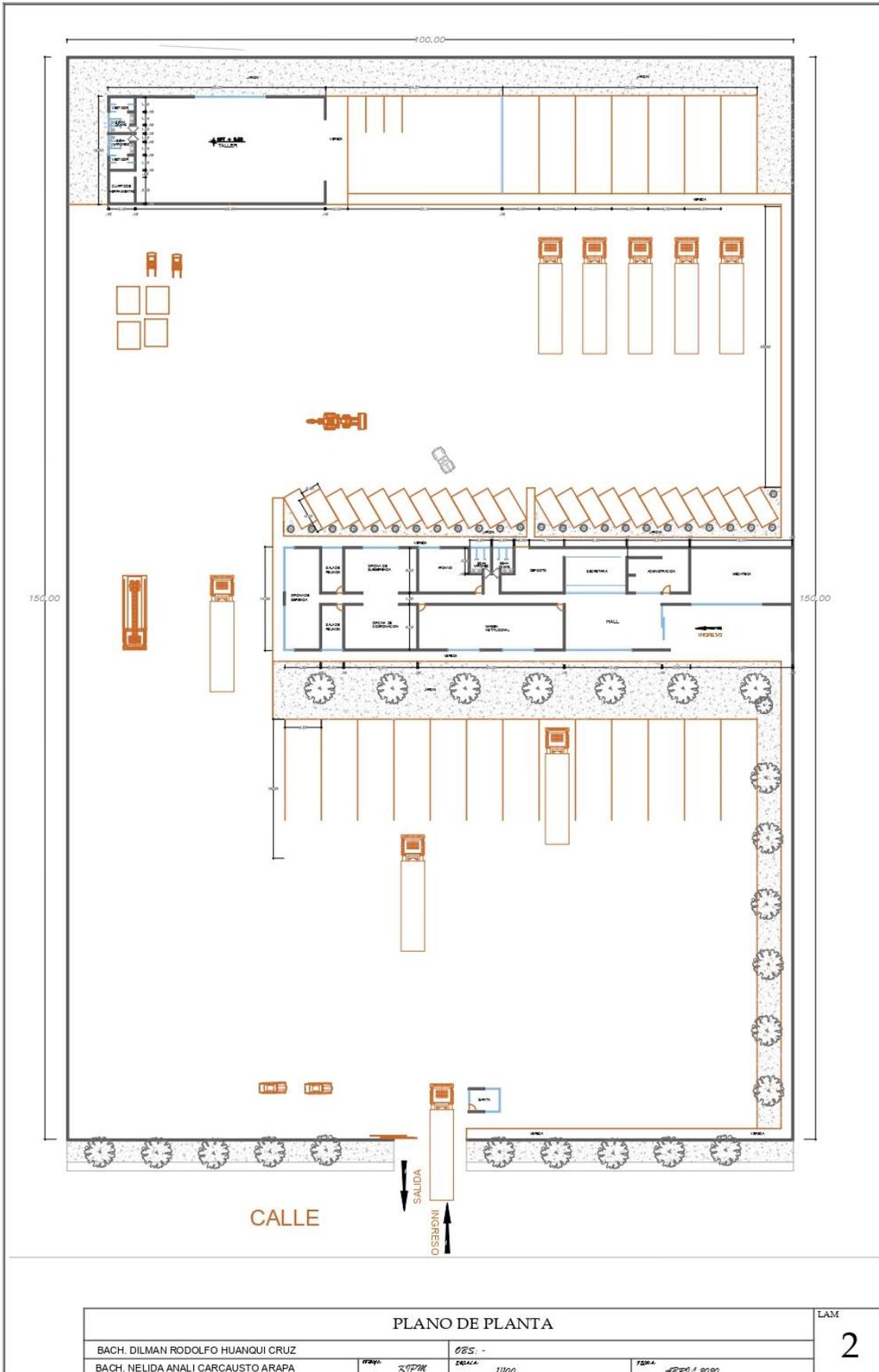
Figura 18. Área de Ubicación de mandiles



Las herramientas no cuentan con ubicaciones determinadas, en consecuencia son guardadas en distintas zonas, provocando una pérdida de tiempo para poder encontrarlas. Como punto de solución se propuso una zona fija para los implementos con diferentes usos, instalando colgadores para facilitar el orden.

- Las unidades de carga, como los camiones y volquetas utilizadas en el proceso productivo, en ocasiones no disponen de áreas de descanso, por lo cual no están disponibles para su uso, cerca de la zona a las cual se les requiere, por lo que los supervisores se ven obligados a realizar solicitudes o realizar búsquedas autónomas, ocasionando pérdida de tiempo. Como solución de planteo la asignación de un área para vehículos de carga donde será indispensable contar con al menos una unidad disponible para su uso.

Figura 19. Plano después de la implementación



- El análisis permitió determinar que los operarios y personal de apoyo no cuentan con funciones bien establecidas, por lo cual se establecieron las actividades a realizar lo cual se verá reflejado en el análisis post culminación de la propuesta de mejora.

Tabla 21. Plan de Capacitación

Fecha de la capacitación	Tema de la capacitación	Responsable	Lugar	Tiempo a invertir	Avance
12/01/2021	Capacitación en maniobras de maquinarias	Supervisor	Sala de capacitaciones	2 Horas	100%
15/01/2021	Capacitación teórica en seguridad	Supervisor	Sala de capacitaciones	2 Horas	100%
19/01/2021	Evaluación teórica de maniobras y seguridad	Supervisor	Sala de capacitaciones	2 Horas	100%
22/01/2021	Capacitación en nuevo procedimiento de producción de arena fina y gruesa	Supervisor	Sala de capacitaciones	3 Horas	100%
22/01/2021	Evaluación teórica y práctica del nuevo procedimiento,	Supervisor	Sala de capacitaciones	2 Horas	100%
TOTAL				11 Horas	100%

Fuente: Elaboración propia

- Se realizaron las programaciones de capacitaciones para optimizar el proceso de implementación, tomando de referencias temas importantes en el proceso de producción de arena fina y gruesa. Primero el supervisor capacitó a los operarios en la ejecución de maniobras de maquinaria de forma rápida, y seguridad en todos los procesos, y las respectivas evaluaciones del nuevo procedimiento. Preparando el entendimiento de la información, será posible reducir el tiempo y los errores que se dan en el proceso de fabricación de arena fina y gruesa.

Figura 20. Capacitación de operarios



3.8.4. Resultados de la implementación

Después de implementar la mejora se volvieron a realizar las mediciones de tiempo y producción en la Empresa ARICA SAC, a fin de conocer si se logró una mejora con la propuesta. Se muestra la toma de tiempos en las actividades productivas de arena fina y gruesa, por 1 Toneladas de producción.

Tabla 22. Tiempos/actividad de ARICA SAC – POST TEST

Ficha de observación del tiempo					
Descripción del producto		Inicio de Operación	Final de Operación		
Producción arena fina o gruesa		0.00:00	7:37:13		
Operador:					
N°	Actividades		Análisis del tiempo		
			Inicio	Final	Resultado
CARGUE	1	Llevar el camión a la zona de cargue	0:00:00	0:05:41	0:05:41
	2	Realizar la zaranda del material	0:05:41	0:26:22	0:25:28
	3	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones	0:05:41	0:31:09	0:10:15
	4	Prender la Retroexcavadora	0:31:09	0:36:27	0:05:18
	5	Realizar las maniobras de cargue Retroexcavadora	0:36:27	0:57:05	0:20:38
	6	Prender el Camión	0:57:05	1:02:19	0:05:14
	7	Realizar las maniobras de cargue al Camión	1:02:19	1:32:46	0:30:27
TRASLADO	8	Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora.	1:32:46	1:50:49	0:18:03
	9	Prender la Volqueta	1:50:49	1:56:14	0:05:25
	10	Realizar las maniobras de cargue a la volqueta	1:56:14	2:09:18	0:13:04
	11	Prender la tolva de la trituradora	2:09:18	2:14:59	0:05:41
	12	Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva.	2:14:59	2:17:07	0:02:08
	13	Posicionar la volqueta para el descargue del mineral.	2:17:07	2:20:50	0:03:43
	14	Realizar descargue a la tolva alimentadora	2:20:50	2:40:57	0:20:07
TRITURACION	15	Encender y poner en marcha la trituradora.	2:40:57	2:42:59	0:02:02
	16	Realizar la trituración.	2:42:59	3:03:11	0:20:12
	17	De la tolva al impactor.	3:03:11	3:19:09	0:15:58
	18	Del impactor a la banda 1600.	3:19:09	3:29:44	0:10:35
	19	De la banda 1600 a los pozos alimentadores.	3:29:44	3:49:59	0:20:15
	20	De los pozos a la banda 800.	3:49:59	4:13:16	0:23:17
	21	De la banda 800 al silo.	4:13:16	4:25:27	0:12:11
	22	Del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.	4:25:27	5:00:46	0:35:19
Suma de resultados obtenidos					5:00:46

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra los tiempos que toma cada una de las actividades en el proceso productivo de arena fina y gruesa de la empresa ARICA SAC; en la cual se evidencia que el proceso de Carga conlleva un total de 1 hora con 32 minutos y 46 segundos; el proceso de Transporte 1 hora, 08 minutos y 11 segundos, mientras que el proceso de Trituración se toma 2 horas con 19 minutos y 46 segundos. En total todo el proceso se toma 5 horas con 46 segundos, se evidencia una reducción con respecto a los datos del pre test donde el tiempo ascendía a 7 horas con 37 minutos y 13 segundos; lo cual equivale a un tiempo óptimo de producción, ya que se toma casi el 50% del día laboral en producir 1 tonelada de Arena fina o gruesa, siendo la meta 1.5 toneladas diarias.

En cuanto a la cantidad producida, se tomaron en cuenta datos en base a la disminución de los tiempos. En la siguiente tabla se evidencia el conglomerado de la producción en dos meses.

Tabla 23. Producción Total de ARICA SAC – POST TEST

	Arena Fina	Arena Gruesa
MES 1	30.43	29.53
MES 2	33.54	31.03

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se ejecuta un desagregado de la producción por tipo de producto, a fin de visualizar a detalle la producción semanal de arena fina y gruesa.

Tabla 24. Producción Arena fina de ARICA SAC – POST TEST

Ficha de registro de la producción		
Fecha	Descripción del producto	Inicio de Operación
2021	Arena Fina	Noviembre-Diciembre
Operador:		
Mes	Actividades	Análisis de la producción Arena fina
Mes 1	Producción de arena fina	30.43
Sem 1	Producción de arena fina	7,13
Sem 2	Producción de arena fina	7,35
Sem 3	Producción de arena fina	7,91
Sem 4	Producción de arena fina	8,04
Mes 2	Producción de arena fina	33.54
Sem 1	Producción de arena fina	8,14
Sem 2	Producción de arena fina	8,25
Sem 3	Producción de arena fina	8,36
Sem 4	Producción de arena fina	8,79
Suma de resultados obtenidos		63.97

Fuente: Elaboración propia

Referente a la producción de arena fina, se logra una producción de 30.43 Toneladas y 33.54 Toneladas, en los dos meses respectivamente. En conjunto se tiene una producción de 63.97 Toneladas de arena Fina en la

empresa ARICA SAC, que en comparación con la producción Post test, se evidencia una mejora.

Tabla 25. Producción de Arena Gruesa de ARICA SAC – POST TEST

Ficha de registro de la producción		
Fecha	Descripción del producto	Inicio de Operación
2021	Arena Gruesa	Enero - Febrero
Operador:		
Mes	Actividades	Análisis de la producción Arena Gruesa
Mes 1	Producción de arena gruesa	29.53
Sem 1	Producción de arena gruesa	7,19
Sem 2	Producción de arena gruesa	7,33
Sem 3	Producción de arena gruesa	7,47
Sem 4	Producción de arena gruesa	7,54
Mes 2	Producción de arena gruesa	31.03
Sem 1	Producción de arena gruesa	7,61
Sem 2	Producción de arena gruesa	7,78
Sem 3	Producción de arena gruesa	7,81
Sem 4	Producción de arena gruesa	7,83
Suma de resultados obtenidos		60.56

Fuente: Elaboración propia

Referente a la producción de arena gruesa, se logra una producción de 29.53 Toneladas y 31.03 Toneladas, en los dos meses respectivamente. En conjunto se tiene una producción de 60.56 Toneladas de arena gruesa en la empresa ARICA SAC, que en comparación con la producción Post test, se evidencia una mejora.

Para los resultados de la ejecución de la mejora se muestran los índices de eficiencia y eficacia en la producción de arena fina y arena gruesa.

Se muestran los resultados de Eficiencia después de la propuesta:

Tabla 26. Tiempo efectivo en la producción después del estudio del trabajo de arena de arena fina

Semana	Horas de trabajo semanal	Horas programadas	Eficiencia
--------	--------------------------	-------------------	------------

1	40,63	48,00	84,65
2	40,69	48,00	84,77
3	40,83	48,00	85,06
4	40,97	48,00	85,35
5	41,32	48,00	86,08
6	41,85	48,00	87,19
7	41,73	48,00	86,94
8	41,97	48,00	87,44
Promedio	41,25	48,00	85,93

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Tiempo efectivo en la producción después del estudio del trabajo de arena gruesa

Semana	Horas de trabajo semanal	Horas programadas	Eficiencia
1	41,10	48,00	85,63
2	41,77	48,00	87,02
3	42,06	48,00	87,63
4	42,33	48,00	88,19
5	42,86	48,00	89,29
6	43,13	48,00	89,85
7	43,26	48,00	90,13
8	43,32	48,00	90,25
Promedio	42,48	48,00	88,50

Fuente: Elaboración propia

Seguido se evidencia el índice de eficacia por producción de arena fina:

Tabla 28. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena fina

Semana	Tn producida semanal	Cant. programada	Eficacia
1	7,13	9,00	79,22

2	7,35	9,00	81,67
3	7,91	9,00	87,89
4	8,04	9,00	89,33
5	8,14	9,00	90,44
6	8,25	9,00	91,67
7	8,36	9,00	92,89
8	8,79	9,00	97,67
Promedio	8,00	9,00	88,85

Fuente: Elaboración propia

Seguido se muestra el índice de eficacia por producción de arena gruesa:

Tabla 29. Toneladas producidas antes del estudio del trabajo de arena gruesa

Semana	Tn producida semanal	Cant. programada	Eficacia
1	7,19	9,00	79,89
2	7,33	9,00	81,44
3	7,47	9,00	83,00
4	7,54	9,00	83,78
5	7,61	9,00	84,56
6	7,78	9,00	86,44
7	7,81	9,00	86,78
8	7,83	9,00	87,00
Promedio	7,57	9,00	84,11

Fuente: Elaboración propia

3.8.5. Análisis económico financiero

3.8.5.1. Inversión Total

Para elaborar los Flujos de costos, se considera el monto capital para la inversión y los costos tomar en cuenta para la implementación:

Tabla 30. Capital Invertido

ITEMS	C UNIT.	TOTAL	COSTO
Tapers Organizadores	12,00	25,00	300,00
Ganchos y colgadores	7,00	2,20	15,40
Instalación Sist. de tubería (llave de agua)	1,00	160,00	160,00
Letrero de señalización de zonas	12,00	22,00	264,00
Stickers en vinil	12,00	3,00	36,00
Impresión de formatos de Checklists de limpieza	60,00	0,20	12,00
Plan de Capacitación			3000,00
Pizarra Acrílica	1,00	39,90	39,90
Artículos de escritorio	2,00	40,00	80,00
			3.907,30

Fuente: Elaboración propia

La inversión requerida para que la propuesta se ponga en marcha, se lo conoce como capital de trabajo, e involucra los gastos en intangibles, materiales y otros requeridos para desarrollar óptimamente la propuesta.

Tabla 31. Capital de trabajo

Capital de trabajo	Horas	Horas efectivas	Costo/Hora	Costo Total
--------------------	-------	-----------------	------------	-------------

Capacitaciones para las maniobras de maquinarias en 2 grupos	4	2	37,50	150,00
Capacitación teórica en seguridad en 2 grupos	4	2	37,50	150,00
Evaluación teórica de maniobras y seguridad en 2 grupos	3	2	37,50	112,50
Capacitación en nuevo procedimiento de producción de arena fina y gruesa en 1 grupo	3	3	37,50	112,50
Evaluación teórica y práctica del nuevo procedimiento en 1 grupo	2	2	37,50	75,00
Material impreso para las capacitaciones y evaluaciones	30		1.50	45.00
TOTAL	16	11		600,00

Fuente: Elaboración propia

3.8.5.2. Ingresos

Para el análisis económico, se evalúan los ingresos antes de la propuesta y su evolución después de la implementación.

Tabla 32. Ingresos Antes

Ingresos x 2 meses								
FINA				GRUESA				INGRESO TOTAL ANTES
M3	Tn	Cubos	S/.	M3	Tn	Cubos	S/.	
4	1,762	4,000	240,00	4	1,762	4,00	240,00	
438	193,100	438,337	26300,22	492	216,900	492,36	29541,78	55842,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Ingresos Después

Ingresos x 2 meses

FINA				GRUESA				INGRESO TOTAL ANTES
M3	Tn	Cubos	S/.	M3	Tn	Cubos	S/.	
4	1,76	4,00	240,00	4	1,76	4,00	240,00	
727	320,11	726,65	43598,98	819	360,89	819,22	49153,22	92752,20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Ingresos mensuales

	Tn	Ingreso (USD)	Diferencia x dos meses	Diferencia Ingreso Mensual
ANTES	410	55842,00	36910,20	18455,1
DESPUES	681,00	92752,20		

Fuente: Elaboración propia

3.8.5.3. Egresos

Se considera como egreso todo aquello que incide como pérdida económica, las cuales se generan después de la implementación de la propuesta, involucran los gastos en el plan de capacitación.

Tabla 35. Egresos

TN X DIA	Nº TRAB	Tn x Trab	S/. X Tn
8	16	0,5	136,20

Nro. de trabajadores	Horas. De capacitación. por trabajador	Tn/Perdidos	S/. Perdidos
15	16	82,5	11.237
1	11	5,5	749.00

Fuente: Elaboración propia

3.8.5.4. Flujo de Caja

Tabla 36. Flujo de Caja de la Propuesta de implementación del SMED

RUBRO	MES					
	Factor	0,1	0,20	0,3	0,4	0,5
	0	1	2	3	4	5
Inversión	-4507,30					
Ingreso		18455,10	18824,20	19008,75	19193,30	19377,86
Impuesto general a las ventas = 18% d		3321,92	3388,36	3421,58	3454,79	3488,01
Costos de implementación		11836,50	11836,50	11836,50	11836,50	11836,50
Beneficios brutos		3296,68	3599,35	3750,68	3902,01	4053,34
Impuesto a la renta = 27%		890,10	971,82	1012,68	1053,54	1094,40
Beneficios netos		2406,58	2627,52	2737,99	2848,47	2958,94
Depreciación						
Recuperación de KW						0,00
Valor de reventa = 0.15KIF						0,00
Flujo de caja anual	-4507,30	2406,58	2627,52	2737,99	2848,47	2958,94
Flujo de caja acumulado		-2100,72	526,80	3264,79	6113,26	9072,20

Fuente: Elaboración propia

- VAN

El VAN se calcula mediante la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

V_t : representa los flujos de caja en cada periodo

I_0 : es el valor de desembolso inicial de la inversión

N: es el número de periodos considerado.

K: es el tipo de interés.

$$VAN = \frac{2406,58}{(1 + 0.3)} + \frac{2627,52}{(1 + 0.3)^2} + \frac{2737,99}{(1 + 0.3)^3} + \frac{2848,47}{(1 + 0.3)^4} + \frac{2958,94}{(1 + 0.3)^4} - 4507,30$$

VAN =S/. 1.939,16

Se observa que el VAN de la implementación es positivo, el cual ha sido calculado tomando en cuenta la tasa mínima exigida del 30%, en consecuencia el proyecto es factible.

- **TIR**

Determina el porcentaje del retorno de la inversión, a través de la siguiente formula:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

Donde:

V_t: representa los flujos de caja en cada periodo

I₀: es el valor de desembolso inicial de la inversión

N: es el número de periodos considerado.

T: es el periodo

$$VAN = \frac{2406,58}{(1 + TIR)} + \frac{2627,52}{(1 + TIR)^2} + \frac{2737,99}{(1 + TIR)^3} + \frac{2848,47}{(1 + TIR)^4} + \frac{2958,94}{(1 + TIR)^4} - 4507,30$$

TIR: 50%, el cual es mayor a cero y esto nos indica que es factible el proyecto.

- **Costo Beneficio**

El costo beneficio asciende a 1.25, reflejando que el proyecto tiene rentabilidad del 25% y es factible poder implementarlo.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

4.1.1. Productividad de la arena fina

La tabla presentada a continuación, establece la comparativa de los índices de productividad de la arena fina calculados antes de la aplicación del SMED, por el espacio de noviembre hasta diciembre (8 semanas) del año 2020 y el después (8 semanas) que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 29. Productividad de arena fina antes y después de la aplicación del SMED

Mes	Semana	Productividad	Mes	Semana	Productividad
Noviembre	1	54,32	Enero	9	67,06
	2	49,32		10	69,23
	3	45,75		11	74,76
	4	47,62		12	76,25
Diciembre	5	59,86	Febrero	13	77,86
	6	51,23		14	79,92
	7	51,81		15	80,76
	8	59,80		16	85,40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se detalla como el índice de productividad de la arena fina se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del SMED, y como se incrementaron luego de la implementación.

Seguido, se evidencia la tabla con la comparación de los índices de productividad mensual de la arena fina obtenida antes de la aplicación del SMED, por el tiempo de noviembre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 37. Comparación de la Productividad de la arena fina

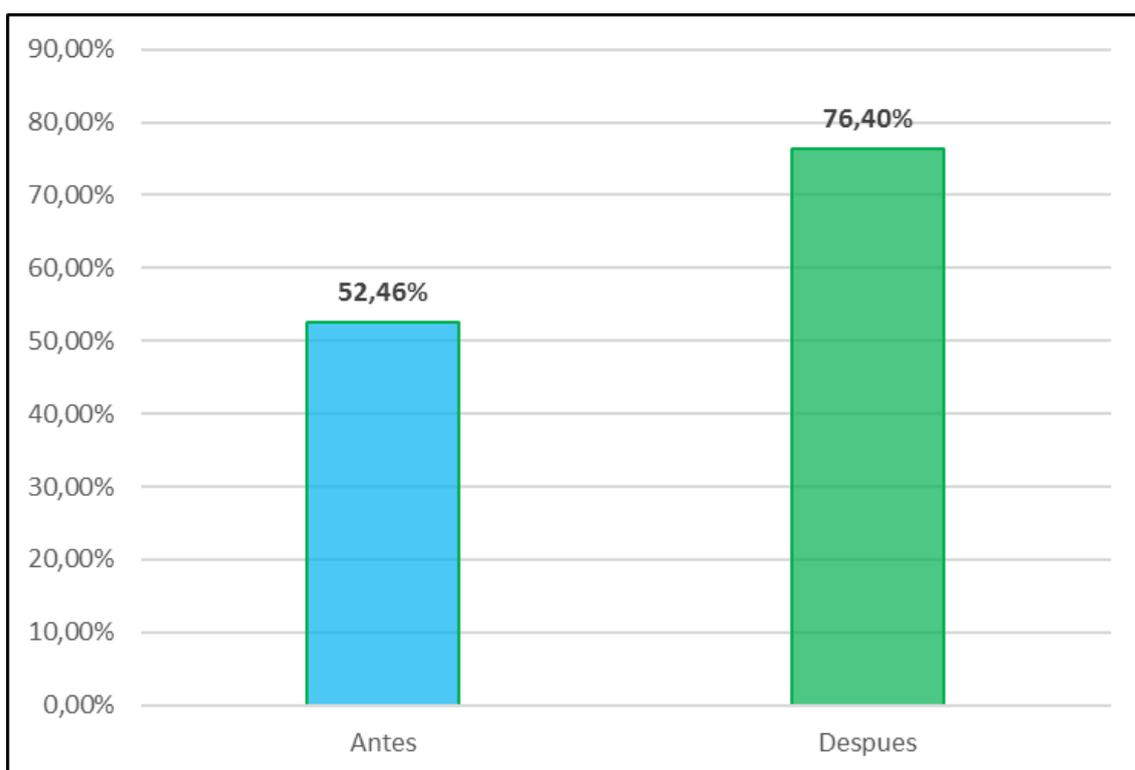
Mes	Antes	Mes	Después
Noviembre	49.25	Enero	71.82
Diciembre	55.68	Febrero	80.98
Promedio	52.46	Promedio	76.40

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se detalla como el índice de productividad de la arena fina se desarrolló en el periodo de la investigación realizada, resaltando que para los dos primeros meses o antes de la aplicación de las técnicas SMED fue de 52.46% y posterior a dicha implementación fue de 76.40%, lo que permite observar como la implementación de la técnica SMED ocasiono que la productividad de arena fina de la constructora presente un incremento.

De igual manera en la figura que se encuentra a continuación se detalla de manera gráfica como la productividad de la arena fina se desarrolló durante el periodo en estudio, resaltando que antes de la implementación de las estrategias fue de 52.46% y posterior a dicha implementación fue de 76.40%, lo que permite observar como la aplicación de las técnicas SMED ocasiono que la productividad de arena fina de la empresa se incremente.

Figura 21. Comparación de la Productividad de la arena fina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Medidas de tendencia central para la Productividad de la arena fina después de la aplicación del SMED

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
76.4050	77.0550	6.04611	36.555

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber aplicado el SMED en la organización, la productividad de la arena fina obtuvo un promedio de 76.40%, una mediana de 77.05%, desviación estándar 6.05% y una varianza 36.55%.

4.1.2. Eficiencia de la arena fina

La tabla presentada a continuación, establece la comparativa de los índices de eficiencia de la arena fina calculados antes de la aplicación del SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre (8 semanas) del año 2020 y el después (8 semanas) que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 39. Eficiencia de arena fina antes y después de la aplicación del SMED

Mes	Semana	Eficiencia	Mes	Semana	Eficiencia
Noviembre	1	74,75	Enero	9	84,65
	2	71,25		10	84,77
	3	67,61		11	85,06
	4	67,92		12	85,35
Diciembre	5	78,42	Febrero	13	86,08
	6	71,60		14	87,19
	7	71,96		15	86,94
	8	77,33		16	87,44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se detalla como el índice de eficiencia de la arena fina se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del SMED, y como se incrementaron luego de la implementación.

Seguidamente, se evidencia la tabla con la comparación de los índices de eficiencia mensual de la arena fina obtenida antes de aplicar el SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 40. Comparación de la Eficiencia de la arena fina

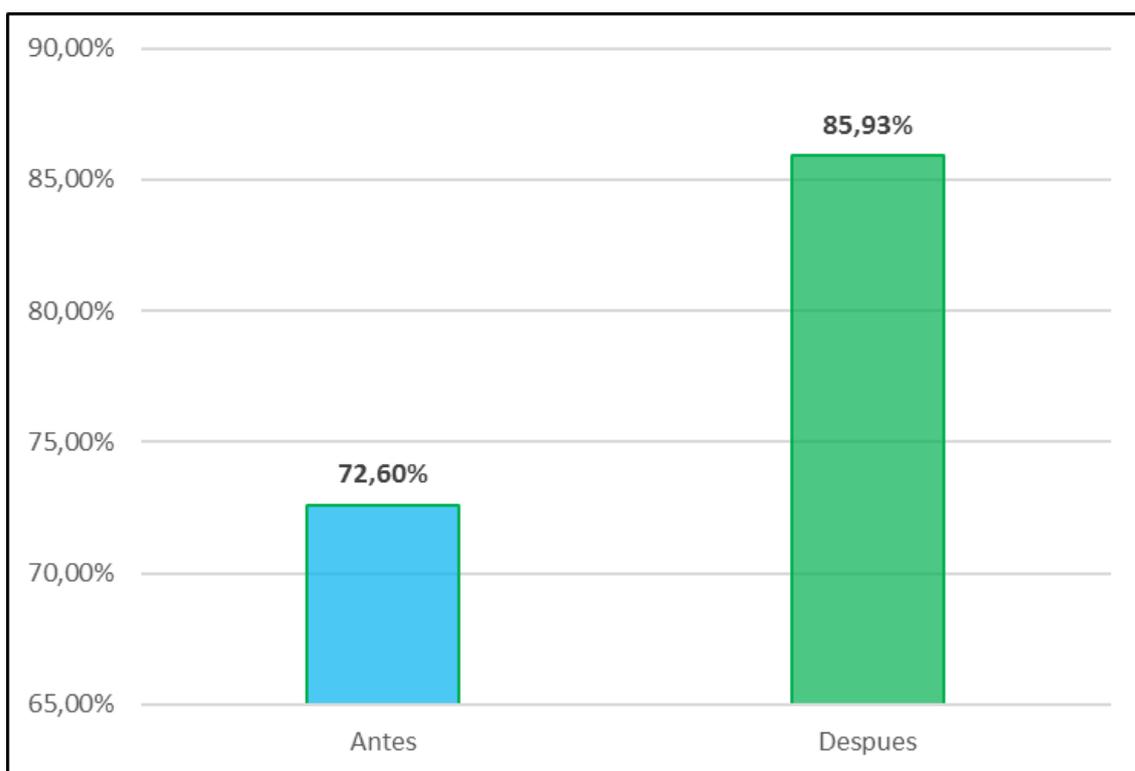
Mes	Antes	Mes	Después
Noviembre	70.38	Enero	84.96
Diciembre	74.83	Febrero	86.91
Promedio	72.60	Promedio	85.93

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se detalla como el índice de eficiencia de la arena fina se desarrolló en el periodo de la investigación realizada, resaltando que para los dos primeros meses o antes de la aplicación de las técnicas SMED fue de 72.60% y posterior a dicha implementación fue de 85.93%, lo que permite observar como la aplicación del SMED ocasiono que la eficiencia productividad de arena fina de la constructora presente un incremento.

De igual manera en la figura que se encuentra a continuación se detalla de manera gráfica como la eficiencia de la arena fina se desarrolló durante el periodo en estudio, resaltando que antes de la implementación de las estrategias fue de 72.60% y posterior a dicha implementación fue de 85.93%, lo que permite observar como la aplicación de las técnicas SMED ocasiono que la eficiencia de arena fina de la empresa se incremente.

Figura 22. Comparación de la Eficiencia de la arena fina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Medidas de tendencia central para la Eficiencia de la arena fina después de la aplicación del SMED

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
85.9350	85.7150	1.13310	1.284

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber aplicado el SMED en la organización, la eficiencia de la arena fina obtuvo un promedio de 85.93%, una mediana de 85.71%, desviación estándar 1.13% y una varianza 1.28%.

4.1.3. Eficacia de la arena fina

La tabla presentada a continuación, establece la comparativa de los índices de eficacia de la arena fina calculados antes de la aplicación del SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre (8 semanas) del año 2020 y el después (8 semanas) que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 42. Eficacia de arena fina antes y después de la aplicación del SMED

Mes	Semana	Productividad	Mes	Semana	Productividad
Noviembre	1	72,67	Enero	9	79,22
	2	69,22		10	81,67
	3	67,67		11	87,89
	4	70,11		12	89,33
Diciembre	5	76,33	Febrero	13	90,44
	6	71,56		14	91,67
	7	72,00		15	92,89
	8	77,33		16	97,67

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se detalla como el índice de eficacia de la arena fina se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del SMED, y como se incrementaron luego de la implementación.

Seguido, se evidencia la tabla con los índices comparados de eficacia mensual de la arena fina obtenida antes de aplicar el SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 43. Comparación de la Eficacia de la arena fina

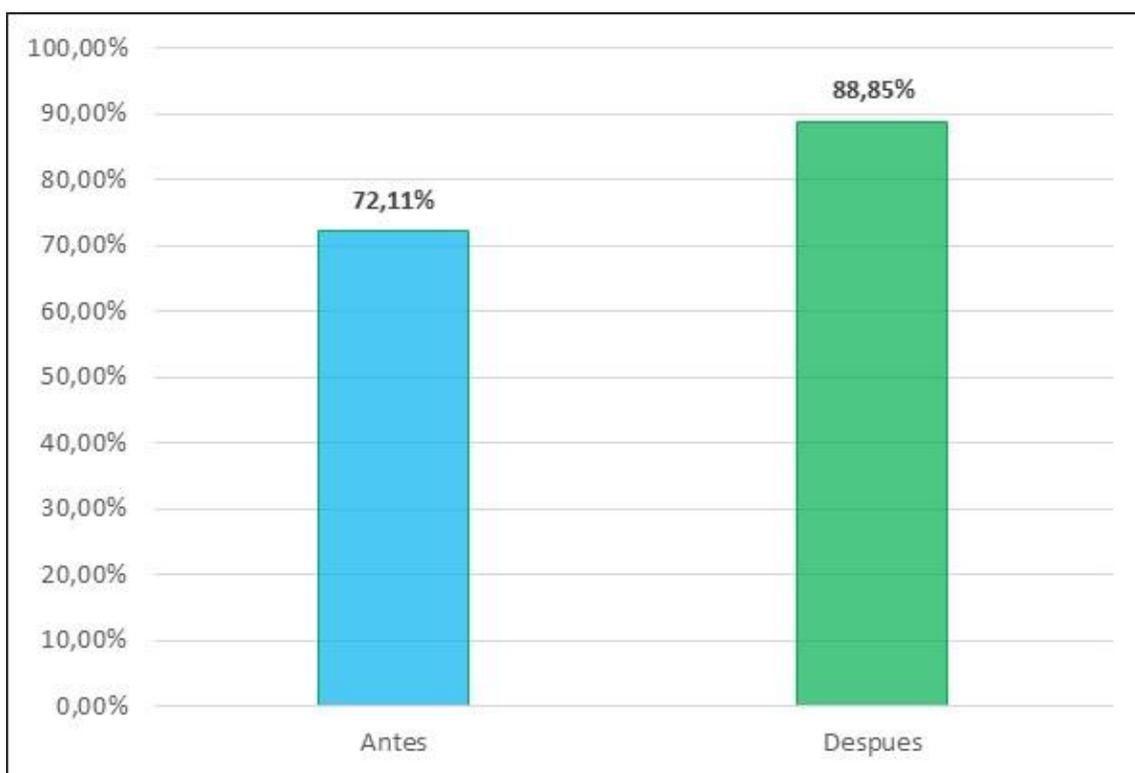
Mes	Antes	Mes	Después
Noviembre	69.92	Enero	84.53
Diciembre	74.31	Febrero	93.17
Promedio	72.11	Promedio	88.85

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se detalla como el índice de eficacia de la arena fina se desarrolló en el periodo de la investigación realizada, resaltando que para los dos primeros meses o antes de la aplicación de las técnicas SMED fue de 72.11% y posterior a dicha implementación fue de 88.85%, lo que permite observar como la aplicación de la técnica SMED ocasiono que la eficacia de arena fina de la empresa presente un incremento.

De igual manera en la figura que se encuentra a continuación se detalla de manera gráfica como la eficacia de la arena fina se desarrolló durante el periodo en estudio, resaltando que antes de la implementación de las estrategias fue de 72.11% y posterior a dicha implementación fue de 88.85%, lo que permite observar como la aplicación de las técnicas SMED ocasiono que la eficacia de arena fina de la empresa se incremente.

Figura 23. Comparación de la Eficacia de la arena fina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Medidas de tendencia central para la Eficacia de la arena fina después de la aplicación del SMED

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
88.8475	89.8850	5.97657	35.719

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber aplicado el SMED en la organización, la eficacia de la arena fina obtuvo un promedio de 88.85%, una mediana de 89.88%, desviación estándar 5.98% y una varianza 35.72%.

4.1.4. Productividad de la arena gruesa

La tabla presentada a continuación, establece la comparativa de los índices de productividad de la arena gruesa calculados antes de aplicar el SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre (8 semanas) del año 2020 y el después (8 semanas) que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 45. Productividad de arena gruesa antes y después de la aplicación del SMED

Mes	Semana	Productividad	Mes	Semana	Productividad
Noviembre	1	41,46	Enero	9	68,40
	2	49,76		10	70,87
	3	50,46		11	72,73
	4	54,31		12	73,88
Diciembre	5	46,79	Febrero	13	75,50
	6	47,78		14	77,67
	7	51,69		15	78,21
	8	44,79		16	78,52

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se detalla como el índice de productividad de la arena gruesa se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del SMED, y como se incrementaron luego de la implementación.

A continuación, se presenta una tabla con la comparación de los índices de productividad mensual de arena gruesa obtenida antes de la aplicación del

SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 46. Comparación de la Productividad de la arena gruesa

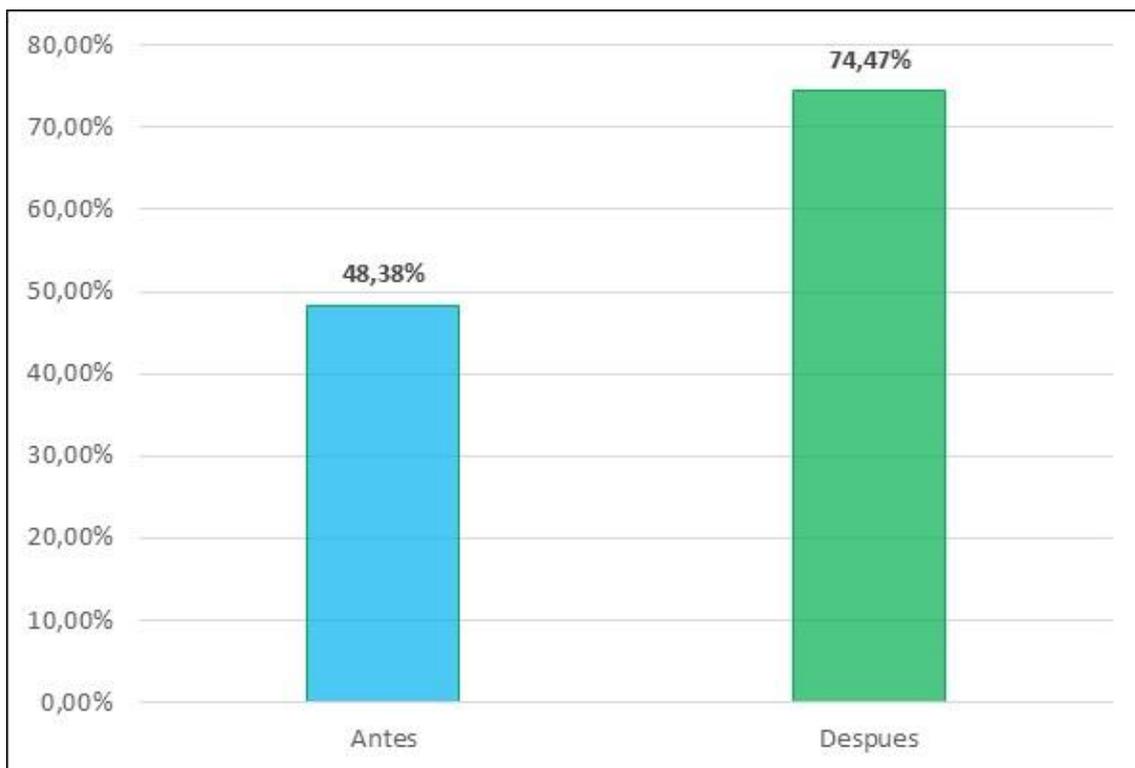
Mes	Antes	Mes	Después
Noviembre	49.00	Enero	71.47
Diciembre	47.76	Febrero	77.48
Promedio	48.38	Promedio	74.47

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se detalla como el índice de productividad de la arena gruesa se desarrolló en el periodo de la investigación realizada, resaltando que para los dos primeros meses o antes de la aplicación de las técnicas SMED fue de 48.38% y posterior a dicha implementación fue de 74.47%, lo que permite observar como la aplicación de la técnica SMED ocasiono que la productividad de arena gruesa de la empresa aumente.

De igual manera en la figura que se encuentra a continuación se detalla de manera gráfica como la productividad de la arena gruesa se desarrolló durante el periodo en estudio, resaltando que antes de la implementación de las estrategias fue de 48.38% y posterior a dicha implementación fue de 74.47%, lo que permite observar como la aplicación de las técnicas SMED ocasiono que la productividad de la arena gruesa de la empresa se incremente.

Figura 24. Comparación de la Productividad de la arena gruesa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Medidas de tendencia central para la Productividad de la arena gruesa después de la aplicación del SMED

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
74.4725	74.6900	3.68145	13.553

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber aplicado el SMED en la organización, la productividad de la arena gruesa obtuvo un promedio de 74.47%, una mediana de 74.69%, desviación estándar 3.68% y una varianza 13.55%.

4.1.5. Eficiencia de la arena gruesa

La tabla presentada a continuación, establece los índices comparados en cuanto a la eficiencia de la arena gruesa calculados antes de aplicar el SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre (8 semanas) del año 2020 y el después (8 semanas) que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 48. Eficiencia de arena gruesa antes y después de la aplicación del SMED

Mes	Semana	Productividad	Mes	Semana	Productividad
Noviembre	1	72,46	Enero	9	85,63
	2	75,52		10	87,02
	3	75,94		11	87,63
	4	78,33		12	88,19
Diciembre	5	73,63	Febrero	13	89,29
	6	74,52		14	89,85
	7	77,27		15	90,13
	8	73,17		16	90,25

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se detalla como el índice de eficiencia de la arena gruesa se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del SMED, y como se incrementaron luego de la implementación.

A continuación, se presenta una tabla con la comparación de los índices de eficiencia mensual de arena gruesa obtenida antes de la aplicación del SMED,

por el periodo de noviembre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 49. Comparación de la Eficiencia de la arena gruesa

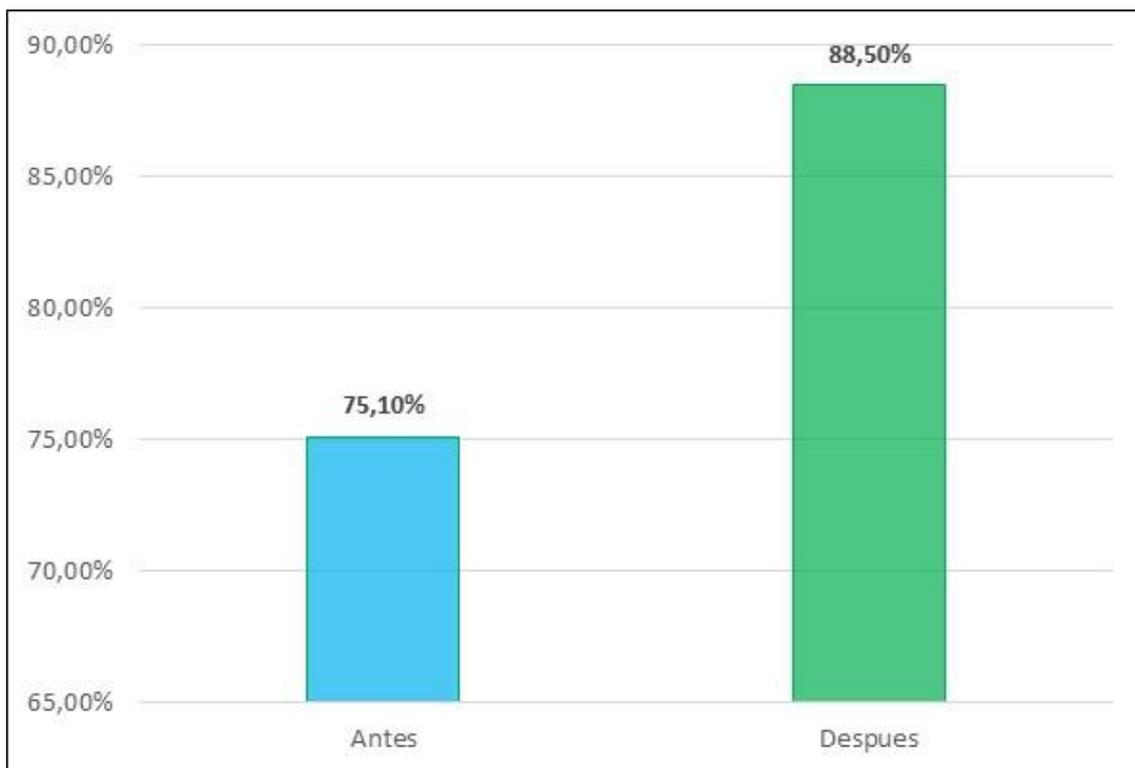
Mes	Antes	Mes	Después
Noviembre	75.56	Enero	87.11
Diciembre	74.65	Febrero	89.88
Promedio	75.10	Promedio	88.50

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se detalla como el índice de eficiencia de la arena gruesa se desarrolló en el periodo de la investigación realizada, resaltando que para los dos primeros meses o antes de la aplicación de las técnicas SMED fue de 75.10% y posterior a dicha implementación fue de 88.50%, lo que permite observar como la aplicación de la técnica SMED ocasiono que la eficiencia de arena gruesa de la empresa aumente.

De igual manera en la figura que se encuentra a continuación se detalla de manera gráfica como la eficiencia de la arena gruesa se desarrolló durante el periodo en estudio, resaltando que antes de la implementación de las estrategias fue de 75.10% y posterior a dicha implementación fue de 88.50%, lo que permite observar como la aplicación de las técnicas SMED ocasiono que la eficiencia de la arena gruesa de la empresa se incremente.

Figura 25. Comparación de la Eficiencia de la arena gruesa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Medidas de tendencia central para la Eficiencia de la arena gruesa después de la aplicación del SMED

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
88.4988	88.7400	1.66675	2.778

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber aplicado el SMED en la organización, la eficiencia de la arena gruesa obtuvo un promedio de 88.50%, una mediana de 88.74%, desviación estándar 1.67% y una varianza 2.78%.

4.1.6. Eficacia de la arena gruesa

La tabla presentada a continuación, establece la comparativa de los índices de eficacia de la arena gruesa calculados antes de aplicar el SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre (8 semanas) del año 2020 y el después (8 semanas) que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 51. Eficacia de arena gruesa antes y después de la aplicación del SMED

Mes	Semana	Productividad	Mes	Semana	Productividad
Noviembre	1	57,22	Enero	9	79,89
	2	65,89		10	81,44
	3	66,44		11	83,00
	4	69,33		12	83,78
Diciembre	5	63,56	Febrero	13	84,56
	6	64,11		14	86,44
	7	66,89		15	86,78
	8	61,22		16	87,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se detalla como el índice de eficacia de la arena gruesa se desarrolló durante el periodo en estudio en la organización, resaltando los bajos índices de antes de la aplicación del SMED, y como se incrementaron luego de la implementación.

A continuación, se presenta una tabla comparando los índices de eficacia mensual de arena gruesa obtenida antes de aplicar el SMED, por el periodo de noviembre hasta diciembre del año 2020 y el después que está compuesto desde enero hasta febrero del año 2021.

Tabla 52. Comparación de la Eficacia de la arena gruesa

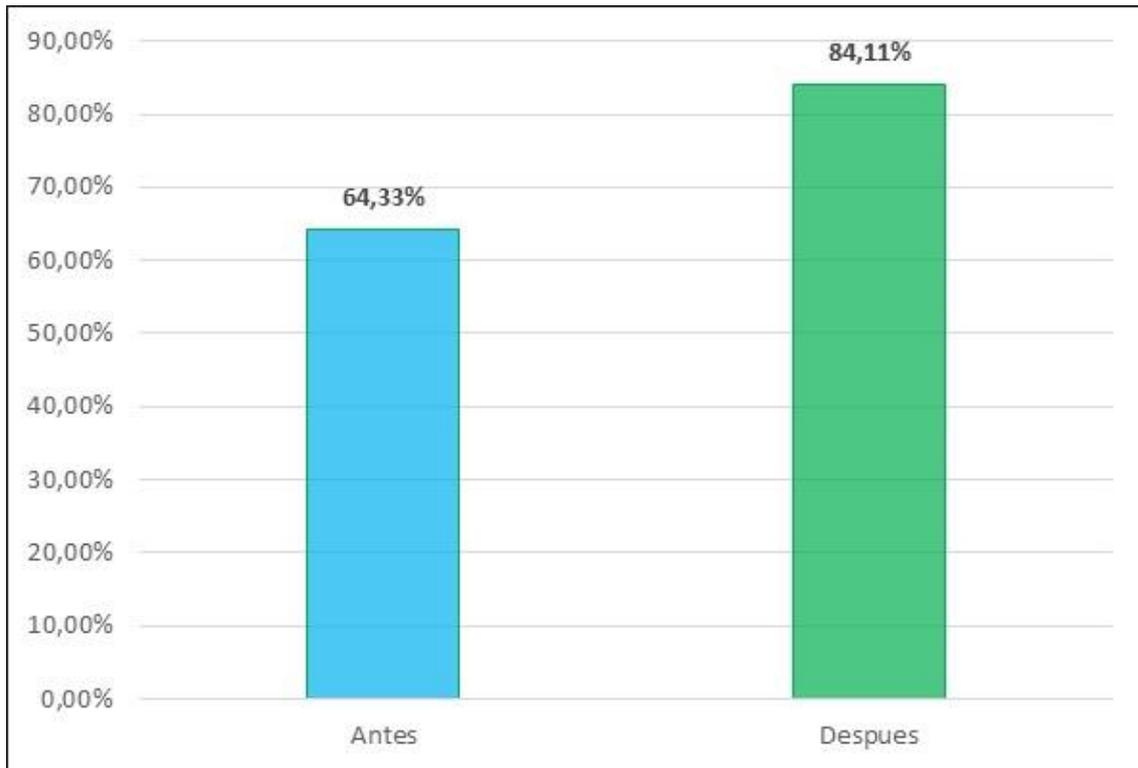
Mes	Antes	Mes	Después
Noviembre	64.72	Enero	82.03
Diciembre	63.94	Febrero	86.19
Promedio	64.33	Promedio	84.11

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se detalla como el índice de eficacia de la arena gruesa se desarrolló en el periodo de la investigación realizada, resaltando que para los dos primeros meses o antes de la aplicación de las técnicas SMED fue de 64.33% y posterior a dicha implementación fue de 84.11%, lo que permite observar como la aplicación de la técnica SMED ocasiono que la eficacia de arena gruesa de la empresa aumente.

De igual manera en la figura que se encuentra a continuación se detalla de manera gráfica como la eficacia de la arena gruesa se desarrolló durante el periodo en estudio, resaltando que antes de la implementación de las estrategias fue de 64.33% y posterior a dicha implementación fue de 84.11%, lo que permite observar como la aplicación de las técnicas SMED ocasiono que la eficacia de la arena gruesa de la empresa se incremente.

Figura 26. Comparación de la Eficacia de la arena gruesa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Medidas de tendencia central para la Eficacia de la arena gruesa después de la aplicación del SMED

Media	Mediana	Desviación estándar	Varianza
84.1113	84.1700	2.60194	6.770

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior permite visualizar, posteriormente de haber aplicado el SMED en la organización, la eficacia de la arena gruesa obtuvo un promedio de 84.11%, una mediana de 84.17%, desviación estándar 2.60% y una varianza 6.77%.

4.2. Análisis Inferencial

4.2.1. Hipótesis general- Productividad en la producción de arena fina

Previo a recurrir a una prueba para comparar la productividad de la arena fina antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

Prueba de Normalidad

H_0 : Los datos de la variable Productividad de la arena fina provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos de la variable Productividad de la arena fina no provienen de una distribución normal.

Si el p -valor es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el p -valor es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 54. Prueba de normalidad de los índices de Productividad

Arena Fina	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	.968	8	.882
Productividad Después	.919	8	.425

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica la tabla 54, el nivel de significancia (Sig.) 0.882 y 0.425 es mayor al nivel crítico ($p > 0.05$); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la productividad de la arena fina se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

Hipótesis general – Productividad en la producción de arena fina

H_0 : La aplicación del SMED no mejora la productividad en la producción de arena fina en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

H_1 : La aplicación del SMED mejora la productividad en la producción de arena fina en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Si el p -valor es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el p -valor es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 55. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Productividad de la arena fina

Productividad	Media	N	Desviación estándar	Media del error estándar
Después	76.4050	8	6.04611	2.13762
Antes	52.4638	8	5.24186	1.85328

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Diferencias emparejadas de índices de Productividad de la arena fina

Productividad	Media	Desviación estándar	Media del error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Después - Antes	23.94125	6.26879	2.21635	18.70041	29.18209	10.802	7	0.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla 56, evidencia que los resultados alcanzados con un p valor de .000 (Sig. Bilateral) donde $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad de la arena fina antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 23.94%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del SMED presenta incidencia sobre la productividad de la arena fina.

4.2.2. Hipótesis específica- Eficiencia en la producción de arena fina

Previo a recurrir a una prueba para comparar la eficiencia de la arena fina antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

Prueba de Normalidad

H_0 : Los datos de la variable Eficiencia de la arena fina provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos de la variable Eficiencia de la arena fina no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 57. Prueba de normalidad de los índices de Eficiencia

Arena Fina	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	.887	8	.221
Eficiencia Después	.929	8	.507

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica la tabla 57, el nivel de significancia (Sig.) 0.887 y 0.929 es mayor al nivel crítico ($p > 0.05$); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la productividad de la arena fina se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

Hipótesis específica – Eficiencia en la producción de arena fina

H_0 : La aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena fina en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

H_1 : La aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena fina en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Si el p -valor es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el p -valor es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 58. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficiencia de arena fina

Eficiencia	Media	N	Desviación estándar	Media del error estándar
Después	85.9350	8	1.13310	.40061
Antes	72.6050	8	3.98035	1.40727

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Diferencias emparejadas de índices de Eficiencia de arena fina

Eficiencia	Media	Desviación estándar	Media del error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Después - Antes	13.33000	3.70198	1.30885	10.23506	16.42494	10.185	7	0.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla, evidencia que los resultados alcanzados con un p valor de .000 (Sig. Bilateral) donde $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad de la arena fina antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 13.33%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del SMED presenta incidencia sobre la eficiencia de la arena fina.

4.2.3. Hipótesis específica- Eficacia en la producción de arena fina

Previo a recurrir a una prueba para comparar la eficacia de la arena fina antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

Prueba de Normalidad

H_0 : Los datos de la variable Eficacia de la arena fina provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos de la variable Eficacia de la arena fina no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 60. Prueba de normalidad de los índices de Eficacia

Arena Fina	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	.953	8	.742
Eficacia Después	.944	8	.650

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica la tabla 12, el nivel de significancia (Sig.) 0.742 y 0.650 es mayor al nivel crítico ($p > 0.05$); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la eficacia de la arena fina se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

Hipótesis específica – Índice de Eficacia de la arena fina

H_0 : La aplicación del SMED no incrementará la eficacia de la arena fina.

H_1 : La aplicación del SMED incrementará la eficacia de la arena fina.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 61. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia de la arena fina

Eficacia	Media	N	Desviación estándar	Media del error estándar
Después	88.8475	8	5.97657	2.11304
Antes	72.1113	8	3.33275	1.17831

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Diferencias emparejadas de índices de Eficacia de la arena fina

Eficacia	Media	Desviación estándar	Media del error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Después - Antes	16.73625	5.19556	1.83691	12.39265	21.97985	9.111	7	0.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla, evidencia que los resultados alcanzados con un *p* valor de .000 (Sig. Bilateral) donde $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad de la arena fina antes y después, además de una optimización del índice de eficacia de 16.74%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del SMED presenta incidencia sobre la eficacia de la arena fina.

4.2.4. Hipótesis general- Productividad en la producción de arena gruesa

Previo a recurrir a una prueba para comparar la productividad de la arena gruesa antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

Prueba de Normalidad

H_0 : Los datos de la variable Productividad de la arena gruesa provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos de la variable Productividad de la arena gruesa no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 63. Prueba de normalidad de los índices de Productividad

Arena Gruesa	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	.932	8	.531
Productividad Después	.989	8	.994

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica la tabla 12, el nivel de significancia (Sig.) 0.531 y .994 es mayor al nivel crítico ($p > 0.05$); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la productividad de la arena gruesa se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

Hipótesis general – Índice de Productividad de la arena gruesa

H_0 : La aplicación del SMED no mejora la productividad en la producción de arena fina en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

H_1 : La aplicación del SMED mejora la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 64. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Productividad de la arena gruesa

Productividad	Media	N	Desviación estándar	Media del error estándar
Después	74.4725	8	3.68145	1.30159
Antes	48.3800	8	4.07105	1.43934

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Diferencias emparejadas de índices de Productividad de la arena gruesa

Productividad	Media	Desviación estándar	Media del error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Después - Antes	26.09250	4.81789	1.70338	22.06464	30.12036	15.318	7	0.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla, evidencia que los resultados alcanzados con un p valor de .000 (Sig. Bilateral) donde $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad de la arena gruesa antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 26.09%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del SMED presenta incidencia sobre la productividad de la arena gruesa.

4.2.5. Hipótesis específica- Eficiencia en la producción de arena gruesa

Previo a recurrir a una prueba para comparar la productividad de la arena gruesa antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

Prueba de Normalidad

H_0 : Los datos de la variable Eficiencia de la arena gruesa provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos de la variable Eficiencia de la arena gruesa no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 66. Prueba de normalidad de los índices de Eficiencia

Arena Gruesa	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	.920	8	.431
Eficiencia Después	.965	8	.856

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica la tabla 12, el nivel de significancia (Sig.) 0.431 y 0.856 es mayor al nivel crítico ($p > 0.05$); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la eficiencia de la arena gruesa se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

Hipótesis específica – Eficiencia en la producción de arena gruesa

H_0 : La aplicación del SMED no mejora la eficiencia en la producción de arena gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

H_1 : La aplicación del SMED mejora la eficiencia en la producción de arena gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 67. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficiencia de la arena gruesa

Eficiencia	Media	N	Desviación estándar	Media del error estándar
Después	88.4988	8	1.66675	.58928
Antes	75.1050	8	2.04295	.72229

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Diferencias emparejadas de índices de Eficiencia de la arena gruesa

Eficiencia	Media	Desviación estándar	Media del error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Después - Antes	13.39375	2.44321	.86380	11.35118	15.43632	15.506	7	0.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla, evidencia que los resultados alcanzados con un *p* valor de .000 (Sig. Bilateral) donde $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad de la arena gruesa antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 13.39%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del SMED presenta incidencia sobre la eficiencia de la arena gruesa.

4.2.6. Hipótesis específica- Eficacia en la producción de arena gruesa

Previo a recurrir a una prueba para comparar la eficacia de la arena gruesa antes y después, se requiere en primera instancia determinar si existe o no, una distribución de tipo normal en las puntuaciones de los datos de cada muestra; en consecuencia, dicha verificación fue realizada a través el test de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que la muestra se encuentra conformada por menos de 50 datos. En los anexos se encuentra la base de datos y los resultados del SPSS.

Prueba de Normalidad

H_0 : Los datos de la variable Eficacia de la arena gruesa provienen de una distribución normal.

H_1 : Los datos de la variable Eficacia de la arena gruesa no provienen de una distribución normal.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 69. Prueba de normalidad de los índices de Eficacia

Arena Gruesa	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	.930	8	.513
Eficacia Después	.952	8	.736

Fuente: Elaboración propia

Tal como indica la tabla 12, el nivel de significancia (Sig.) 0.513 y 0.736 es mayor al nivel crítico ($p > 0.05$); por lo tanto, lleva a concluir la existencia de normalidad en los datos; entonces, para determinar la existencia de una diferencia entre el antes y después de la eficacia de la arena gruesa se utilizó una prueba paramétrica, en específico la prueba *t-student* para diferencias de medias.

Hipótesis específica – Eficacia en la producción de arena gruesa

H_0 : La aplicación del SMED no mejora la eficacia en la producción de arena fina en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

H_1 : La aplicación del SMED mejora la eficacia en la producción de arena gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa.

Si el *p-valor* es $>$ a 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Si el *p-valor* es $<$ a 0.05 se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 70. Estadísticas de muestras emparejadas de índices de Eficacia de la arena gruesa

Eficacia	Media	N	Desviación estándar	Media del error estándar
Después	84.1113	8	2.60194	.91993
Antes	64.3325	8	3.76648	1.33165

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Diferencias emparejadas de índices de Eficacia de la arena gruesa

Eficacia	Media	Desviación estándar	Media del error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Después - Antes	19.77875	3.94652	1.39531	16.47937	23.07813	14.175	7	0.000

Fuente: Elaboración propia

La tabla, evidencia que los resultados alcanzados con un *p* valor de .000 (Sig. Bilateral) donde $p < 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 , quiere decir que existe una diferencia significativa entre los índices de eficacia de la arena gruesa antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 19.78%, en consecuencia, se puede concluir que la aplicación del SMED presenta incidencia sobre la eficacia de la arena gruesa.

DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentará el detalle de los resultados obtenidos en esta tesis y se confrontará con el estudio de los trabajos:

En el análisis estadístico de la Hipótesis General, como se muestra en la Tabla 56 y Table 65, se obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, lo cual indica que existe una diferencia significativa entre los índices de productividad de la arena gruesa y fina antes y después, además de una optimización del índice de productividad de 26.09% y 23.94%, respectivamente. En consecuencia, se puede concluir que la aplicación de la técnica SMED presenta incidencia sobre la productividad de la arena gruesa la cual se incrementó de 48.38% a 74.47%, mientras que la productividad de la arena fina mejoro de 52.46% a 76.40%.

Estos resultados tienen una relación estrecha con lo que determina Arroyo (2018) en su tesis Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de micro poroso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018, donde establece que cuando se realiza una implementación de la metodología SMED y se analiza a través de estadística descriptiva a través de cuadros y gráficas, y la estadística Inferencial para realizar el contraste de hipótesis mediante el estadístico t-student, se mejora la productividad en el área de prensado, optimizando el tiempo y mejorando la productividad de 1.77 a 3.11.

Así mismo CHÁVEZ (2019), en su tesis “Aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad del proceso de retorcido fantasía de una planta textil”, ratifica que el SMED reduce el tiempo de producción, teniendo una influencia directa en la reducción de Costos de Mano de Obra por S/.17968.70 soles y un incremento de la productividad media de 7.51%. De igual forma, Guerra y Orozco (2017), en su tesis “Diseño de una propuesta para la reducción de los tiempos de entrega en Indumetálicas Carz empleando herramientas de Lean Manufacturing”. Donde busco reducir los tiempos de entrega metodología Lean Manufacturing enfocada a los tiempos de producción, utilidades, cuellos de botella, se plantearon soluciones con el uso de las herramientas SMED, la cual se direcciona en el cambio rápido de las herramientas, como la mejor solución para la minimización de los tiempos de ciclo con el fin de cumplir con los tiempos

establecidos con el cliente, reduciendo el tiempo de ciclo productivo en 25.9% y el incremento de la capacidad productiva en 2.8%, con lo que se demuestra la eficacia de la metodología aplicada.

En el análisis estadístico de la primera Hipótesis Específica, como se muestra en la Tabla 59 y Tabla 68, se obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, lo cual indica que existe una diferencia significativa entre los índices de eficiencia de la arena fina y gruesa antes y después, además de una optimización del índice de eficiencia de 13.33% y 13.39%, respectivamente. En consecuencia, se puede concluir que la aplicación de la técnica SMED mejora la eficiencia de la producción de arena fina de 72.60% a 85.93%; mientras que la eficiencia de la arena gruesa incremento de 75.10% a 88.50%, como producto de la disminución de tiempos en las actividades.

Estos resultados tienen una relación estrecha con lo que determina RAMOS (2018), en su tesis “Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa YCHIFORMAS S.A., La Victoria, 2018”, donde se planteó como solución la implementación del SMED realizando una pre y post medición a los tiempos de 20 días laborables, en la línea de producción de formularios continuos aplicando herramientas como el DAP, fichas de observación, la medición de tiempos de todas las actividades que ocurren en los procesos. Estableció que esta técnica mejora la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa en un 26.39%, asimismo logró aumentar la eficiencia en un 5.50% lo cual concuerda con los resultados de la actual investigación.

Por otro lado TRINIDAD (2018), “Aplicación del single minute Exchange of die para incrementar la productividad en el área de formación de envases de vidrio de la empresa Owens Illinois S.A.”, determino la correcta aplicación del SMED convirtiendo las actividades internas a externas a fin de lograr la reducción de tiempos y tener mayor disponibilidad de maquinaria. Es estudio que duro 20 semanas, permitió la disminución de tiempos de 1.15 horas a 50 minutos, el incremento de la productividad de 81% a 90%, demostrando la eficacia del uso del SMED. Así mismo, PERTUZ (2018), en su tesis “Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de

Barranquilla” coincide en la aplicación del método SMED como herramienta para reducir el tiempo muerto en los procesos de producción para tener mayor disponibilidad de maquinaria y productividad. El tiempo inicial fue de 240 minutos, aplica herramientas como el Diagrama de Espagueti el cual permitió de la estandarización de los tiempos y los reduciéndolo a 150 minutos y mejorando la eficiencia en 15%, demostrando que la herramienta SMED es efectiva.

Finalmente ABRIL, J. (2019), en su tesis “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”, afirma que se puede mejorar la baja productividad con la aplicación del SMED, a fin de reducir el 37% de tiempos muertos existente, a través de la determinación de actividades internas y toma de tiempos dando como resultado una eliminación de los tiempos muertos ya la mejora de la eficiencia en 10.3%.

En el análisis estadístico de la tercera Hipótesis Especifica, como se muestra en la Tabla 62 y Tabla 71, se obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, lo cual indica que existe una diferencia significativa entre los índices de eficacia de la arena fina y gruesa antes y después, además de una optimización del índice de eficacia de 16.74% y 19.78%, respectivamente. En consecuencia, se puede concluir que la aplicación de la técnica SMED mejora la eficacia de la producción de arena fina de 72.11% a 88.85%; mientras que la eficacia de la arena gruesa incremento de 64.33% a 84.11%, como producto de la disminución de tiempos en las actividades

Estos resultados tienen una relación estrecha con lo que determina Arroyo (2018) en su tesis Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de micro poroso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018, donde establece que cuando se realiza una implementación de la metodología SMED y se analiza a través de estadística descriptiva a través de cuadros y gráficas, y la estadística Inferencial para realizar el contraste de hipótesis mediante el estadístico t-student, se mejora la eficacia en el área de prensado, reduciendo los tiempos en un 13.6%.

Finalmente ABRIL, J. (2019), en su tesis “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”, afirma que se puede mejorar la baja productividad con la aplicación del SMED, a fin de reducir el tiempos muertos existente y mejorando la eficacia, a través de la determinación de actividades internas y toma de tiempos dando como resultado una eliminación de los tiempos muertos y mejora de la eficacia el 40.2%.

Asimismo SÁNCHEZ, C. (2017), en su tesis “Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad de la línea de recubridoras en la empresa Tepal SAC, año 2017”, plantea, al igual que la presente investigación, la demostración de que la metodología SMED mejora la eficacia a través de la mejora de las actividades internas y externas y la reducción de tiempos en un periodo de 12 semanas, estableciendo resultados similares a los encontrados con una mejora de la eficiencia del 23% promedio y un consecuente incremento de la productividad de la empresa Tepal S.A.C. También coincidió en sus resultados VANEGAS (2016), en su tesis “Diseño de investigación para la aplicación de la metodología SMED para mejorar el indicador en la realización de cambios de molduras en vidriera Guatemalteca, S.A., donde se aplicó la metodología SMED para mejorar los indicadores de ejecución en el proceso productivo. A diferencia de nuestra investigación, se realizó un análisis retrospectivo; basándose en información histórica de un año antes y después, aplicando un total de 40 modificaciones en seis meses entre el pre y post test. Esta investigación realizó un análisis más completo permitiendo visualizar la objetividad de la aplicación de la herramienta SMED la cual mejora el control del inventario y asegura una optimización de la eficacia en 12.3% en todas las áreas existentes en la empresa

CONCLUSIONES

1. La aplicación del SMED logro incrementar la productividad en la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica SAC, en las siguientes proporciones: el índice de productividad de la arena fina creció de 52.46% a 76.40%, mientras que la productividad de la arena gruesa mejoro de 48.38% a 74.47%, lo cual permite evidenciar que la aplicación de la técnica SMED trae una influencia positiva en el nivel productivo de la empresa con un incremento de las Tn de producción.
2. La aplicación del SMED logro incrementar la eficiencia de la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica SAC, en las siguientes proporciones: la eficiencia de la producción de arena fina mejoro de 72.60% 85.93%; mientras que la eficiencia de la arena gruesa incremento de 75.10% a 88.50%, como producto de la disminución de tiempos en las actividades.
3. La aplicación del SMED logro incrementar la eficacia de la producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica SAC, en las siguientes proporciones: la eficacia de la producción de arena fina mejoro de 72.11% a 88.85%; mientras que la eficacia de la arena gruesa incremento de 64.33% a 84.11%, como producto de la disminución de tiempos en las actividades.

RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis constantes, para monitorear la existencia de nuevos puntos críticos en los procesos productivo de arena fina y gruesa, a fin se seguir optimizando los tiempos y actividades de la empresa Arica SAC Arequipa.
2. Realizar estudios acerca de riesgos de seguridad y salud ocupacional, impacto ambiental y otros factores que no se toman en cuenta en la actual investigación, con el propósito de tener un amplio panorama de la situación de la empresa y su influencia en las actividades del proceso productivo.
3. Realizar evaluaciones trimestrales acerca del Costo beneficio de la propuesta implementada en el proceso productivo de arena fina y gruesa, a fin de determinar si es posible la implementación de nuevas propuestas de mejora.

REFERENCIAS

- Abril Jiménez, Jefferson Bolívar. 2019.** Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfica para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles. Guayaquil - Ecuador. : Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., 2019.
- Acurio, Roger. 2017.** Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en el área de moldeo de chocolate en la empresa Compañía Nacional de Chocolates de Perú S.A, Lima 2017. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.
- Apak, S., Tozan, H. y Vayvay, O. 2016.**A new systematic approach for warehouse management system evaluation. S.I.: Tehnicki Vjesnik, 2016, Technical Gazette, pág. 23(5).
- Arias, Fidias. 2016.** El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6ta edición. Caracas: Editorial Episteme, 2016.
- Arroyo, Carol. 2018.** Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de micro poroso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2018. Tesis Ingeniería Industrial.
- Ashif, M, Goyal, S. y Shastri, A. 2015.**Implementation of Lean Tools-Value Stream Mapping & SMED for Lead Time Reduction in Industrial Valve Manufacturing Company. 4, s.I.: Trans Tech Publications, 2015, Vol. 813.
- Behar, Daniel. 2015.** Metodología de la Investigación. 1era edición. Bogotá: Editorial Shalom, 2015.
- Bernal, César. 2015.** Metodología de la Investigación. 3era. Bogotá. Colombia: Pearson, 2015.

- Bond, J. 2018.** Warehouse basics: Automated storage systems embrace new roles: Distribution and fulfillment applications are looking to automated storage to do what it does best—plus a little bit more. 2018, Modern Materials Handling, pág. 73.
- Bragança, Sara. 2019.** An industrial application of the smed methodology and other lean production tools. Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems. Guimarães, Portugal: s.n., 2019.
- Carrasco, Sergio. 2015.** Metodología de la Investigación Científica. 1era. Lima. Perú: San Marcos, 2015.
- Chávez, Diana. 2019.** Aplicación de la técnica SMED para incrementar la productividad del proceso de retorcido fantasía de una planta textil. Universidad Católica de Santa María. Arequipa. Perú: s.n., 2019. Tesis de Ingeniería Industrial.
- Cornejo, Jorge. 2015.** Optimización en la producción de agregados de construcción -unidad minera no metálica Jesús de Nazaret. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa. Perú: s.n., 2015. Tesis ingeniería de Minas.
- Costa, Eric, y otros. 2015** An industrial application of the SMED methodology and other Lean Production tools. Portugal: s.n., 2015.
- Diaz, Deyanira. 2017.** Aplicación de la técnica SMED para mejorar la Productividad en el Área de Torno de la empresa Sergo Industrial S.A, Lima 2016. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.
- Diaz. 2016** Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. 1, España: Revista Ciencias de la Salud, 2016, Vol. 14.
- Fitzmaurice, Ian. 2015.** The effects of implementing a Lean Six Sigma tool, Visual Process Controls, to improve month-end activities in a finance department -

An Empirical Case Study. Galway, Galway, Ireland: National University of Ireland, 2015.

Gómez, Mijail. 2017. Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la empresa Corporación Visión SAC., Lima 2017. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.

Gómez, Sergio. 2016. Metodología de la Investigación. 1era edición. México: Editorial Red Tercer Milenio, 2016.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2016. Metodología de la Investigación. 6ta edición. México: Editorial McGraw Hill Interamericana, 2016.

Herrera, Adonix. 2019. Explotación de la cantera Papujune para el abastecimiento de los agregados a las operaciones de la mina Quellaveco. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa. Perú: s.n., 2019. Tesis Ingeniería de Minas.

Julca, Diana. 2018. Aplicación de la herramienta SMED para mejorar la productividad en la línea 3 del área de conversión en una empresa de consumo masivo, Puente Piedra, 2018. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2018. Tesis Ingeniería Industrial.

Khushee, Ram, Sanjeev, Kumar y Singh, D. P. 2015. Industrial benefits from a SMED methodology on high speed press in a punching machine: A review. 9, EEUU: Pelagia Research Library, 2015, Vol. 6.

Mendoza, Jonnathan. 2017. Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad en el cambio de formato de la línea de corte en la empresa Interforest SAC, Lurigancho 2017. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.

MOHAMMAD, AZIM. 2015. Reduction of change over time applying smed under lean manufacturing: a case study. Department of Industrial and Production

Engineering, Bangladesh University of Engineering and Technology. 2015. pág. 90.

NEMATÍ, Ali. 2016. Lean tools selection for mining: an occupational health and safety approach. Montreal: AT ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE, 2016.

Niño, Víctor. 2015. Metodología de la Investigación: Diseño y ejecución. 1era. Bogotá: Ediciones de la U, 2015.

Olaya, Luis. 2017. Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.

Oliveira Teixeira da Mota, Ana Cristina. 2018. Application of the SMED Methodology in a Casemaker Production Line. Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, Universidade Do Porto. Brasil: s.n., 2018.

Ortega, Alberto. 2015. La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador: s.n., 2015. Tesis Ingeniería Civil.

Palacios, Rosmeri. 2017. Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad del área de etiquetado de la empresa Industrias Alimentarias S.A.C, Lima 2017. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.

Pertuz, Armando. 2018. Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla. Colombia: UNAD, 2018.

Pinto, Pedro. 2019. Study and implementation of SMED methodology and its impact in a production line. Universidad Superior Técnica de Lisboa. Lisboa: IST, 2019.

- Ramos, Alexander. 2018.** Implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción de formularios continuos de la empresa Ychiformas S.A., La Victoria, 2018. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2018. Tesis Ingeniería Industrial.
- Ribeiro, D., y otros. 2019.** An Application of the SMED Methodology in an Electric Power Controls Company. Guimaraes, Portugal: University of Minh, 2019.
- Rodriguez, Víctor. 2017.** Aplicación del sistema smed para incrementar la productividad del proceso de envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AJEPER SA. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis ingeniería Industrial.
- Rojas, Laura y Cortez, Carlos. 2016.** Aplicación de la metodología SMED para el cambio de bobina de semielaborado en una maquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Colombia: s.n., 2016. Tesis Ingeniería Industrial.
- Saint, Ford. 2017.** The development and implementation of the Single Minute Exchange Of Die (SMED) methodology applied to the Degiorgis Company. EEUU: s.n., 2017.
- Sánchez Castillo, Hugo Israel. 2017.** Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad de la línea de recubridoras en la empresa Tepal SAC, año 2017. Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- Santo Domingo y Rincón. 2018.** Plan de mejora para el departamento de servicio técnico en la empresa IMOCON SAS basado en lean. Colombia: UNC, 2018.
- Santos, Javier, WYSK, Richard A. y TORRES, José Manuel. 2016.** Mejorando la producción con lean thinking. Madrid: Ediciones Pirámide; 2016. I.S.B.N.: 978-84-368-3282-2 320 p.
- Silva, y otros. 2020.** And other lean production tools. 1, s.l.: Elsevier B.V., 2020, Procedia Manufacturing, Vol. 51, págs. 1355-1362.

- Sobero, Jhon. 2017.** Aplicación del sistema SMED para mejorar la productividad de la línea de envasado de la empresa Gloria S.A. Lurigancho- 2017. Universidad César Vallejo. Lima. Perú: s.n., 2017. Tesis Ingeniería Industrial.
- Soria, David. 2016.** Diseño de explotación de la cantera Río Granobles, ubicada en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador: s.n., 2016. Tesis Ingeniería de Minas.
- Talavera, Andrés. 2016.** Estudio de pre-factibilidad de una planta procesadora de agregados en el cauce del río Rímac para Lima metropolitana y Callao. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú: s.n., 2016. Tesis Ingeniería Industrial.
- Tamayo, Mario. 2016.** El proceso de la Investigación Científica. 4ta. México: LIMUSA, 2016.
- Taype, Edgar. 2016.** Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú: s.n., 2016. Tesis Ingeniería Civil.
- Valderrama, Santiago. 2015.** Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima. Perú: San Marcos, 2015.
- Vilca, Sulma. 2019.** La producción de arena y sus efectos ambientales al suelo y agua en la jurisdicción de Sacra Familia del distrito de Simón Bolívar de Rancas-2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco. Perú: s.n., 2019. Tesis Ingeniería Ambiental.
- Viren, Parwani. 2020.** Improving Manufacturing Supply Chains by Integrating Lean Six Sigma and Production Scheduling. : Industrial and Manufacturing Systems Engineering, Iowa State University. Ames, Iowa: Cy Cardinal, 2020.

ANEXOS

Anexo 3. Registro de capacitaciones

ARICA SAC	CAPACITACIONES IMPLEMENTACION SMED	Versión: 0
		RE-SST-XX
	REGISTRO DE ASISTENCIA	Fecha 01/2021
		Página 1 de 1

HORA DE INICIO 3:00 PM HORA FINALIZACIÓN 5:00 PM

TIPO Capacitación
x

Reunión

TEMA DE
CAPACITACIÓN

CAPACITACIONES IMPLEMENTACION SMED

No.	NOMBRE	NUMERO DE CEDULA	DE CARGO	¿Asisti ó 12/01?	¿Asisti ó 15/01?	¿Asisti ó 19/01?	¿Asisti ó 22/01?
1	Trabajador 1	S/N	Gerente	si	si	si	si
2	Trabajador 2	S/N	Supervisor 1	si	si	si	si
3	Trabajador 3	S/N	Supervisor 2	si	si	si	si
4	Trabajador 4	S/N	Operario 1	si	si	si	si
5	Trabajador 5	S/N	Operario 2	si	si	si	si
6	Trabajador 6	S/N	Operario 3	si	si	si	si
7	Trabajador 7	S/N	Operario 4	si	si	si	si
8	Trabajador 8	S/N	Operario 5	si	si	si	si
9	Trabajador 9	S/N	Operario 6	si	si	si	si
10	Trabajador 10	S/N	Operario 7	si	si	si	si
11	Trabajador 11	S/N	Operario 8	si	si	si	si
12	Trabajador 12	S/N	Operario 9	si	si	si	si
13	Trabajador 13	S/N	Operario 10	si	si	si	si
14	Trabajador 14	S/N	Operario 11	si	si	si	si
15	Trabajador 15	S/N	Operario 12	si	si	si	si
Asistió el Capacitador				si	si	si	si
Observaciones				Ningun a	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Anexo 4. Base de datos Arena Fina

No.	ARENA FINA													
	Horas efec trabajadas	Horas programadas	Eficiencia Antes	Horas efec trabajadas	Horas programadas	Eficiencia Despues	Toneladas producidas	Toneladas programadas	Eficacia Antes	Toneladas producidas	Toneladas programadas	Eficacia Despues	Productividad Antes	Productividad Despues
1	35,88	48,00	74,75	40,63	48,00	84,65	6,54	9,00	72,67	7,13	9,00	79,22	54,32	67,06
2	34,20	48,00	71,25	40,69	48,00	84,77	6,23	9,00	69,22	7,35	9,00	81,67	49,32	69,23
3	32,45	48,00	67,61	40,83	48,00	85,06	6,09	9,00	67,67	7,91	9,00	87,89	45,75	74,76
4	32,60	48,00	67,92	40,97	48,00	85,35	6,31	9,00	70,11	8,04	9,00	89,33	47,62	76,25
5	37,64	48,00	78,42	41,32	48,00	86,08	6,87	9,00	76,33	8,14	9,00	90,44	59,86	77,86
6	34,37	48,00	71,60	41,85	48,00	87,19	6,44	9,00	71,56	8,25	9,00	91,67	51,23	79,92
7	34,54	48,00	71,96	41,73	48,00	86,94	6,48	9,00	72,00	8,36	9,00	92,89	51,81	80,76
8	37,12	48,00	77,33	41,97	48,00	87,44	6,96	9,00	77,33	8,79	9,00	97,67	59,80	85,40

Anexo 5. Base de datos Arena Gruesa

ARENA GRUESA													
Horas efec trabajadas	Horas programadas	Eficiencia Antes	Horas efec trabajadas	Horas programadas	Eficiencia Despues	Toneladas producidas	Toneladas programadas	Eficacia Antes	Toneladas producidas	Toneladas programadas	Eficacia Despues	Productividad Antes	Productividad Despues
34,78	48,00	72,46	41,10	48,00	85,63	5,15	9,00	57,22	7,19	9,00	79,89	41,46	68,40
36,25	48,00	75,52	41,77	48,00	87,02	5,93	9,00	65,89	7,33	9,00	81,44	49,76	70,87
36,45	48,00	75,94	42,06	48,00	87,63	5,98	9,00	66,44	7,47	9,00	83,00	50,46	72,73
37,60	48,00	78,33	42,33	48,00	88,19	6,24	9,00	69,33	7,54	9,00	83,78	54,31	73,88
35,34	48,00	73,63	42,86	48,00	89,29	5,72	9,00	63,56	7,61	9,00	84,56	46,79	75,50
35,77	48,00	74,52	43,13	48,00	89,85	5,77	9,00	64,11	7,78	9,00	86,44	47,78	77,67
37,09	48,00	77,27	43,26	48,00	90,13	6,02	9,00	66,89	7,81	9,00	86,78	51,69	78,21
35,12	48,00	73,17	43,32	48,00	90,25	5,51	9,00	61,22	7,83	9,00	87,00	44,79	78,52

Anexo 6. Resultados de SPSS para el análisis inferencial de la Productividad de la arena fina

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Despues Arena Fina	,143	8	,200*	,968	8	,882
Productividad Antes Arena Fina	,175	8	,200*	,919	8	,425

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

Fuente: SPSS versión 25

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad Despues Arena Fina	76,4050	8	6,04611	2,13762
	Productividad Antes Arena Fina	52,4638	8	5,24186	1,85328

Fuente: SPSS versión 25

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Despues Arena Fina - Productividad Antes Arena Fina	23,94125	6,26879	2,21635	18,70041	29,18209	10,802	7	,000

Fuente: SPSS versión 25

Anexo 7. Resultados de SPSS para el análisis inferencial de la Eficiencia de la arena fina

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
→ Eficiencia Despues Arena Fina	,197	8	,200 [*]	,887	8	,221
Eficiencia Antes Arena Fina	,189	8	,200 [*]	,929	8	,507

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

Fuente: SPSS versión 25

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
→ Par 1	Eficiencia Despues Arena Fina	85,9350	8	1,13310	,40061
	Eficiencia Antes Arena Fina	72,6050	8	3,98035	1,40727

Fuente: SPSS versión 25

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
→ Par 1	Eficiencia Despues Arena Fina - Eficiencia Antes Arena Fina	13,33000	3,70198	1,30885	10,23506	16,42494	10,185	7	,000

Fuente: SPSS versión 25

Anexo 8. Resultados de SPSS para el análisis inferencial de la Eficacia de la arena fina

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Despues Arena Fina	,186	8	,200 [*]	,953	8	,742
Eficacia Antes Arena Fina	,183	8	,200 [*]	,944	8	,650

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

Fuente: SPSS versión 25

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia Despues Arena Fina	88,8475	8	5,97657	2,11304
	Eficacia Antes Arena Fina	72,1113	8	3,33275	1,17831

Fuente: SPSS versión 25

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia Despues Arena Fina - Eficacia Antes Arena Fina	16,73625	5,19556	1,83691	12,39265	21,07985	9,111	7	,000

Fuente: SPSS versión 25

Anexo 9. Resultados de SPSS para el análisis inferencial de la Productividad de la arena gruesa

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Despues Arena Gruesa	,182	8	,200 [*]	,932	8	,531
Productividad Antes Arena Gruesa	,133	8	,200 [*]	,989	8	,994

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

Fuente: SPSS versión 25

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad Despues Arena Gruesa	74,4725	8	3,68145	1,30159
	Productividad Antes Arena Gruesa	48,3800	8	4,07105	1,43934

Fuente: SPSS versión 25

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Despues Arena Gruesa - Productividad Antes Arena Gruesa	26,09250	4,81789	1,70338	22,06464	30,12036	15,318	7	,000

Fuente: SPSS versión 25

Anexo 10. Resultados de SPSS para el análisis inferencial de la Eficiencia de la arena gruesa

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
→ Eficiencia Despues Arena Gruesa	,183	8	,200*	,920	8	,431
Eficiencia Antes Arena Gruesa	,140	8	,200*	,965	8	,856

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

Fuente: SPSS versión 25

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
→ Par 1	Eficiencia Despues Arena Gruesa	88,4988	8	1,66675	,58928
	Eficiencia Antes Arena Gruesa	75,1050	8	2,04295	,72229

Fuente: SPSS versión 25

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
→ Par 1	Eficiencia Despues Arena Gruesa - Eficiencia Antes Arena Gruesa	13,39375	2,44321	,86380	11,35118	15,43632	15,506	7	,000

Fuente: SPSS versión 25

Anexo 11. Resultados de SPSS para el análisis inferencial de la Eficacia de la arena gruesa

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
→ Eficacia Despues Arena Gruesa	,190	8	,200*	,930	8	,513
Eficacia Antes Arena Gruesa	,169	8	,200*	,952	8	,736

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

Fuente: SPSS versión 25

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
→ Par 1	Eficacia Despues Arena Gruesa	84,1113	8	2,60194	,91993
	Eficacia Antes Arena Gruesa	64,3325	8	3,76648	1,33165

Fuente: SPSS versión 25

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
→ Par 1	Eficacia Despues Arena Gruesa - Eficacia Antes Arena Gruesa	19,77875	3,94652	1,39531	16,47937	23,07813	14,175	7	,000

Fuente: SPSS versión 25

Anexo 12. Validación de instrumentos



c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el metodo smed y la productividad.

N°	VARIABLES/DIMENSIONES	Coherencial		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si.	No.	Si.	No.	Si.	No.	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED							
	DIMENSION 1: Activides Internas. $\%TAI = \frac{TiT - TAE}{TiT} \times 100$ %TAI=Porcentaje de Tiempo de actividades internas TiT= Tiempo Total TAE= Tiempo de actividades externas	x		x		x		
	DIMENSION 2: Actividades Externas. $\%TAE = \frac{TiT - TAI}{TiT} \times 100$ %TAE=Porcentaje de Tiempo de actividades externas TiT= Tiempo Total TAI= Tiempo de actividades internas	x		x		x		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad.							
	DIMENSION 1: Efeciencia. $\%E = \frac{He}{Hp} \times 100$ %E=Porcentaje de Eficiencia. He= Horas efectivas. Hp= Horas Programadas	x		x		x		
	DIMENSION 2: Eficacia. $\%E = \frac{Pr}{Pp} \times 100$ %E=Porcentaje de Eficacia. Pr= Producción Real. Pp= Producción programada.	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: **Ing Lino Rodriguez Alegre** DNI 06535058

Especialidad del validador: **Ing Pesquero Tecnólogo Mag administración**

17 de marzo .del 2021

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

 Firma del Experto Informante.

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el metodo smed y la productividad.

N°	VARIABLES/DIMENSIONES	Coherencial		Relevancia ¹		Claridad ³		Sugerencias
		Si.	No.	Si.	No.	Si.	No.	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED	Si.	No.	Si.	No.	Si.	No.	
	DIMENSION 1: Actividades Internas. $\%TAE = \frac{TiT - TAE}{TiT} \times 100$ %TAE=Porcentaje de Tiempo de actividades internas TiT= Tiempo Total TAE= Tiempo de actividades externas	x		x		x		
	DIMENSION 2: Actividades Externas. $\%TAE = \frac{TiT - TAI}{TiT} \times 100$ %TAE=Porcentaje de Tiempo de actividades externas TiT= Tiempo Total TAI= Tiempo de actividades internas	x		x		x		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad.	Si.	No.	Si.	No.	Si.	No.	
	DIMENSION 1: Eficiencia. $\%E = \frac{He}{Hp} \times 100$ %E=Porcentaje de Eficiencia. He= Horas efectivas. Hp= Horas programadas	x		x		x		
	DIMENSION 2: Eficacia. $\%E = \frac{Pr}{Pp} \times 100$ %E=Porcentaje de Eficacia. Pr= Producción Real. Pp= Producción Programada.	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ **SI HAY** _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg:**JORGE MALPARTIDA GUTIERREZ**.....

DNI:.....10400346.....

Especialidad del validador:.....**ING. INDUSTRIAL**.....

...22.....de.....03.....del 2021....

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específicos del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



.....
Firma del Experto Informante.

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el metodo smed y la productividad.

N°	VARIABLES/DIMENSIONES	Coherencial		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si.	No.	Si.	No.	Si.	No.	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED							
	DIMENSION 1: Activides Internas. $\%TAI = \frac{TiT - TAE}{TiT} \times 100$ %TAI=Porcentaje de Tiempo de actividades internas TiT= Tiempo Total TAE= Tiempo de actividades externas	X		X		X		
	DIMENSION 2: Actividades Externas. $\%TAE = \frac{TiT - TAI}{TiT} \times 100$ %TAE=Porcentaje de Tiempo de actividades externas TiT= Tiempo Total TAI= Tiempo de actividades internas	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad.							
	DIMENSION 1: Efeciencia. $\%E = \frac{He}{Hp} \times 100$ %E=Porcentaje de Efeciencia. He= Horas efectivas. Hp= Horas Programadas	X		X		X		
	DIMENSION 2: Eficacia. $\%E = \frac{Pr}{Pp} \times 100$ %E=Porcentaje de Eficacia. Pr= Producción Real. Pp= Producción programada.	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 14 de marzo del 2021

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

ANEXO 13 Porcentaje de similitud del turnitin

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del SMED para incrementar la productividad del proceso de producción de arena fina y gruesa en la empresa Arica S.A.C., Arequipa, 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

AUTOR(ES):
Carcausto Arapa, Nelida Anali (Orcid: 0000-0001-5712-6403)
Huanqui Cruz, Dilman Rodolfo (Orcid: 0000-0002-2035-3394)

ASESOR:
MGRT: Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo (Orcid: 0000-0001-7188-119X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Gestión Empresarial y Productiva

Lima – Perú

Año
2021

Resumen de coincidencias ✕

24 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	10 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %	>
3	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
5	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>