



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Las 5s para mejorar la productividad en el área de plasma de
acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Araujo Huarcaya, Aarón Saúl (ORCID: 0000-0001-6374-4259)
Romero Quispe, Datmna Nicohl (ORCID: 0000-0001-7802-8538)

ASESORA:

MSc. Delgado Montes, Mary Laura (ORCID: 0000-0001-9639-657X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, a nuestros padres y familiares por estar con nosotros, por su apoyo incondicional para lograr cumplir nuestros objetivos.

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo por contribuir con nuestro desarrollo académico. Además, un especial agradecimiento a la MSc. Delgado Montes Mary Laura por sus asesorías y paciencia durante desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

Índice de Contenidos

Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	10
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2 Variables y Operacionalización	21
3.3 Población, muestra y muestreo	25
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos.....	28
3.6 Método de análisis de datos	92
3.7 Aspectos éticos	92
IV. RESULTADOS.....	93
V. DISCUSIÓN	110
VI. CONCLUSIONES	114
VII. RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS	118
ANEXOS	122

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de correlación de causas de baja productividad.....	4
Tabla 2. Causas de baja productividad.....	5
Tabla 3. Matriz de decisión en base a valoración de criterios.....	8
Tabla 5. Escalas de medición de actividad.....	19
Tabla 6. Servicios de la empresa.....	30
Tabla 7. Resumen de la metodología 5S pretest.....	39
Tabla 8. Resumen de la calificación de la dimensión Seiri pretest.....	40
Tabla 9. Resumen de la calificación de la dimensión Seiton pretest.....	40
Tabla 10. Resumen de la calificación de la dimensión Seiso pretest.....	41
Tabla 11. Resumen de la calificación de la dimensión Seiketsu pretest.....	41
Tabla 12. Resumen de la calificación de la dimensión Seitsuke pretest.....	41
Tabla 13. Recopilación de eficiencia pretest.....	42
Tabla 14. Recopilación de eficacia pretest.....	43
Tabla 15. Recopilación de productividad pretest.....	44
Tabla 16. Matriz causa-solución.....	45
Tabla 17. Diagrama de Gantt de la aplicación de las 5S.....	46
Tabla 18. Lista de objetos necesarios.....	49
Tabla 19. Lista de objetos innecesarios.....	51
Tabla 20. Guía de ubicaciones de materiales.....	59
Tabla 21. Programa de limpieza.....	60
Tabla 22. Control de limpieza.....	61
Tabla 23. Procedimiento de limpieza.....	64
Tabla 24. Flujograma con documentos asociados.....	66
Tabla 26. Evaluación de las 5S.....	72
Tabla 29. Resumen de la calificación de la dimensión Seiri pretest.....	75
Tabla 30. Resumen de la calificación de la dimensión Seiton pretest.....	75
Tabla 31. Resumen de la calificación de la dimensión Seiso pretest.....	76
Tabla 32. Resumen de la calificación de la dimensión Seiketsu pretest.....	76
Tabla 33. Resumen de la calificación de la dimensión Seitsuke pretest.....	76
Tabla 34. Recopilación de eficiencia postest.....	77
Tabla 35. Recopilación de eficacia postest.....	78
Tabla 36. Recopilación de productividad pretest.....	79

Tabla 37. Comparación metodología 5S.....	80
Tabla 38. Comparación Seiri.....	81
Tabla 39. Comparación Seiton.....	81
Tabla 40. Comparación Seiso.....	82
Tabla 41. Comparación Seiketsu	83
Tabla 42. Comparación Shitsuke	83
Tabla 43. Comparación productividad.....	84
Tabla 44. Comparación eficiencia.....	85
Tabla 45. Comparación eficacia.....	86
Tabla 46. Inversión para aplicación 5S	87
Tabla 47. Ahorro por aplicación de las 5S	88
Tabla 48. Costo de mantenimiento de 5S	89
Tabla 49. Tasa de interés	90
Tabla 50. Flujo de caja.....	91
Tabla 52. Análisis descriptivo de Productividad	93
Tabla 53. Análisis descriptivo de eficiencia.....	96
Tabla 54. Análisis descriptivo de eficacia.....	101
Tabla 55. Reglas de decisión estadísticas	104
Tabla 56. Prueba de normalidad de productividad.....	105
Tabla 57. Prueba T Student para Productividad	105
Tabla 58. Prueba de muestras emparejadas de productividad	106
Tabla 59. Prueba de normalidad de eficiencia	107
Tabla 60. Prueba Z Wilcoxon.....	107
Tabla 61. Estadístico de contraste de eficiencia pretest y postest.....	107
Tabla 62. Prueba de normalidad eficacia.....	108
Tabla 63. Prueba T Student para eficacia.....	108
Tabla 64. Prueba de muestras emparejadas de eficacia	109

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diagrama de Ishikawa de la empresa Certimin S. A.....	3
Figura 2. Diagrama de Pareto de la empresa Certimin S.A	6
Figura 3. ESTATIFICACIÓN DE CAUSAS DE BAJA PRODUCTIVIDAD.....	7
Figura 4. Porcentaje de causas de baja productividad según área.....	7
Figura 5. Etapas de las 5S.....	13
Figura 6. La 5S de la mejora continua	13
Figura 7. Diagrama de flujo de primera S	14
Figura 8. Ejemplo de tarjeta roja	15
Fuente: Elaborado en base a Socconini (2019) Lean Manufacturing (p.137)	15
Figura 9. Formas de mejorar la productividad.....	17
Figura 10. División del tiempo de una operación	18
Figura 11. Tiempo total de ejecución de una tarea	19
Figura 12. Esquema de experimento y variables	20
Figura 13. Ubicación de la empresa CERTIMIN S.A	28
Figura 14. Organigrama de la empresa Certimin S.A.	29
Figura 15. Organigrama del área de estudio.....	30
Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en ICP pretest	32
Figura 17. Diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP pretest	33
Figura 18. Falta de limpieza en ICP	35
Figura 19. Falta de orden en ICP.....	35
Figura 20. Inapropiada distribución de área de trabajo ICP	36
Figura 21. Incorrecta disposición de materiales.....	36
Figura 22. Demora en la búsqueda de materiales	37
Figura 23. Falta de cuidado de equipo de laboratorio	37
Figura 24. Falta de clasificación de materiales	38
Figura 25. Falta de seguimiento de trabajo.....	38
Figura 26. Metodología 5S pretest.....	39
Figura 27. Diagrama de flujo de selección de materiales.....	48
Figura 28. Mesa ubicada en el pasadizo.....	51
Figura 29. Coche para muestras en la entrada de área ICP	52

Figura 30. Desorden en el área de trabajo de muestras	52
Figura 31. Área de trabajo de muestras ordenada.....	53
Figura 32. Falta de clasificación de materiales pretest	53
Figura 33. Orden mediante la clasificación de materiales en de sala de diluciones 1	54
Figura 34. Sala de diluciones 2 pretest.....	54
Figura 35. Sala de diluciones 2 ordenada.....	55
Figura 36. Estado de mesones pretest	55
Figura 37. Estado de mesones postest.....	56
Figura 38. Estado de plantillas pretest	56
Figura 39. Estado de plantillas postest	57
Figura 40. Estado de mesones y plantillas de muestras pretest	57
Figura 41. Estado de mesones y plantillas de muestras postest	58
Figura 42. Estado de gabinetes, mesones y escritorios pretest.....	62
Figura 43. Estado de gabinetes, mesones y escritorios postest	62
Figura 44. Control de limpieza de gabinetes, mesones y escritorios (1)	63
Figura 45. Control de limpieza de gabinetes, mesones y escritorios (2).....	63
Figura 46. Diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en ICP postest	69
Figura 47. Diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP postest	70
Figura 48. Codificación de muestras en plantillas.....	71
Figura 49. Codificación de muestras en gavetas	71
Figura 50. Metodología 5S postest	75
Figura 51. Comparación metodología 5S.....	80
Figura 52. Comparación Seiri	81
Figura 53. Comparación Seiton	82
Figura 54. Comparación Seiso.....	82
Figura 55. Comparación Seiketsu	83
Figura 56. Comparación Shitsuke	83
Figura 57. Comparación productividad	84
Figura 58. Comparación eficiencia.....	85
Figura 59. Comparación eficacia	86
Figura 60. Histograma de productividad pretest	94

Figura 61. Diagrama de cajas productividad pretest.....	95
Figura 62. Histograma de productividad postest.....	96
Figura 63. Diagrama de cajas productividad postest	96
Figura 64. Histograma de eficiencia pretest.....	98
Figura 65. Diagrama de cajas eficiencia pretest	99
Figura 66. Histograma de eficiencia postest	100
Figura 67. Diagrama de cajas eficiencia postest.....	100
Figura 68. Histograma de eficacia pretest.....	102
Figura 69. Diagrama de cajas eficiencia pretest	103
Figura 70. Histograma de eficacia postest.....	103
Figura 71. Diagrama de cajas eficacia postest	104

Resumen

La presente investigación se propuso como objetivo general determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021. El estudio se realizó en el área de acoplamiento inductivo, específicamente en el proceso de análisis de muestras minerales en donde se visualizó incorrecta disposición de materiales (15,38%); demora en la búsqueda de materiales (15,38%), falta de cuidado de equipo de laboratorio (15,38%), falta de limpieza (12,82) y falta de orden (12,82%). Así pues, la investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño y nivel preexperimental. La muestra de estudio estuvo conformada por las muestras de minerales que fueron analizadas en el periodo enero-abril del 2021. En esa línea, para dar solución al problema se aplicó la metodología 5S. Como consecuencia se concluye que la productividad mejoró en 15,31%. Así pues, por medio de la aplicación de la metodología 5S se visualizó que la significancia en el pretest y postes fue de 0,000, por lo que es posible afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoro la productividad en la empresa Certimin S. A.

Palabras clave: Metodología 5S, productividad, eficiencia, eficacia.

Abstract

The present research was proposed as a general objective to determine to what extent the application of the 5s methodology will improve productivity in the area of inductive coupling plasma in Certimin S.A, Lima 2021. The study was carried out in the area of inductive coupling, specifically in the process of sample analysis where incorrect material disposition was visualized (15.38%); delay in the search for materials (15.38%); lack of care of laboratory equipment (15.38%), lack of cleaning (12.82) and lack of order (12.82%). Thus, the research is quantitative, applied, design and pre-experimental level. The study sample was formed by the mineral samples that were analyzed in the period January-April 2021. In this line, the 5S methodology was applied to solve the problem. As a result, it is concluded that productivity improved by 15.31%. Thus, through the application of methodology 5S it was visualized that the significance in the pretest and posts was 0.000, so it is possible to affirm that the application of methodology 5S improved productivity in the company Certimin S. A.

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

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto internacional, con la crisis mundial ocasionada por la pandemia de la Covid-19, los índices de productividad no crecieron por el cambio en las cadenas de suministro. Cabe destacar que, a partir de la crisis financiera global del periodo 2007-2009, se visualizó una mayor desaceleración de la productividad de los últimos decenios. En tal sentido, la productividad global se desaceleró de manera más marcada en el 2009 a -0,4% y en el año 2018 registró un aumento de 1,8% por debajo de los promedios anteriores a la crisis financiera global (World Bank ,2021; Mogro, 2017).

Asimismo, la crisis financiera global impactó al 60% de las economías emergentes por lo que el crecimiento de la productividad en estos países se desaceleró desde su máximo registrado en 2007 de 6,6% a un mínimo de 3,1% en 2015 y subió hasta 3,5% en 2018(World Bank,2021). Así también, en América Latina y el Caribe se estimó un crecimiento en 2021, pero la crisis generada por la pandemia agudizó los problemas de productividad, informalidad, desocupación, desigualdad y pobreza en la región(CEPAL, 2021). Por otra parte, para Sprague (2021) en los últimos decenios la desaceleración de la productividad de Estados Unidos fue uno de los eventos económicos de mayor relevancia y representó un misterio económico que todavía no puede explicarse.

A nivel nacional, la recesión económica también negativamente a la productividad debido a que la desaceleración de las cadenas de suministro condicionó el uso de los factores de producción que las organizaciones tenían como disponibles marcando cambios drásticos en la producción(Jiménez ,2021). Al respecto, el sector minero peruano registró valores corrientes que aumentaron en 50,5%, esto por el crecimiento en la inversión del rubro desarrollo y preparación en 179,7%, infraestructura en 139,3%, exploración en 92,3%, planta y beneficio en 44,6% y otros en 19,1%; esto atenuado por el equipamiento minero que registró una disminución en 16,4%(MINEM,2021).

Así pues, la actividad de extracción de minerales y servicios conexos registró una recuperación de 46,9 debido a al incremento de los niveles de producción de hierro en 715,8%, estaño en 156,3%, zinc en 142,5%, plomo en 95,1%, plata en 94,7%, oro en 54,9%, cobre en 27,5% y molibdeno en 2,7%. Además, el valor

agregado bruto de minerales y servicios conexos, registró un crecimiento de 16,2%, sustentado por la mayor producción en la actividad de minerales y servicios conexos en 21,3%(INEI,2021).

En ese contexto, Certimin S.A es una empresa con 26 años de vigencia en el mercado, dedicada al soporte técnico en el rubro geoquímico a empresas del sector minero en la que se evidenció baja productividad en área de plasma de acoplamiento inductivo. Durante el periodo abril-mayo se visualizó falta de cuidado de equipo de laboratorio debido a que no se contaba con formatos de control; falta de clasificación de materiales evidenciado en la deficiente distribución de espacios; incorrecta disposición de materiales por el deficiente manejo de materiales; inapropiada distribución de área de trabajo por la falta de planificación; falta de seguimiento de trabajo por la no existencia de formatos de control de actividades; falta de limpieza por el deficiente control visual por medio de formatos de control de limpieza; falta de orden por la desorganización de espacios y falta de aprovechamiento de áreas que generó demoras en la búsqueda de materiales causando retrasos en el cumplimiento de requerimientos solicitados.

En ese sentido, al analizar el problema en cada una de las espinas del diagrama de Ishikawa (**Ver figura 1**) se identificó que el 25% de las causas correspondieron a medio ambiente, 25% a materiales, 13% a maquinaria, 13% a mano de obra y 13% a medición.

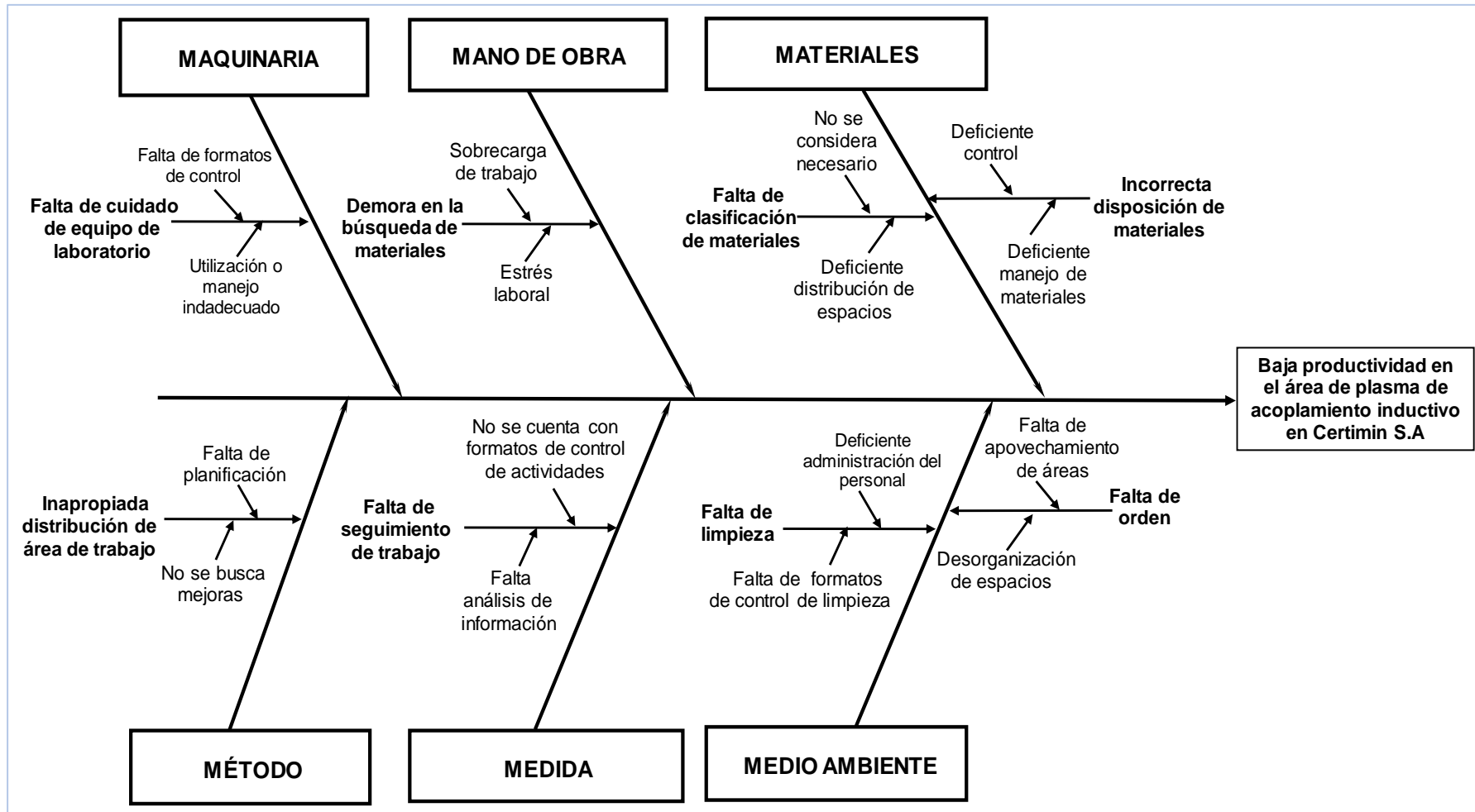


Figura 1. Diagrama de Ishikawa de la empresa Certimin

Así también, mediante la matriz de correlación de causas de baja productividad (**Ver tabla 1**), se obtuvo la criticidad de las causas del problema.

Tabla 1. Matriz de correlación de causas de baja productividad

CAUSAS		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	FRECUENCIA
C1	Incorrecta disposición de materiales	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
C2	Demora en la búsqueda de materiales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	16
C3	Falta de cuidado de equipo de laboratorio	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	7
C4	Falta de limpieza	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	13
C5	Falta de orden	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	9
C6	Falta de clasificación de materiales	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	7
C7	Inapropiada distribución de área de trabajo	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	5
C8	Falta de seguimiento de trabajo	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	6
C9	Espacios reducidos de trabajo	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
C10	Falta de señalización	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4
C11	Falta de Espacio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3
C12	Tiempos muertos entre procesos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
C13	Tiempo set-up elevados	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
C14	Materiales mal posicionados	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C15	Falta de planificación de pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
C16	Falta de estímulo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
C17	Ritmo de trabajo cambiante	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
C18	Incumplimiento en tiempos de entrega	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S. A

Además, mediante la clasificación de causas de baja productividad (**Ver tabla 2**) se determinó la frecuencia, el porcentaje simple y acumulado de las mismas.

Tabla 2. Causas de baja productividad

IT	CAUSAS DE PROBLEMAS	FRECUENCIA	%	%ACUMULADO
C1	Demora en la búsqueda de materiales	16	16,00%	16,00%
C2	Incorrecta disposición de materiales	15	15,00%	31,00%
C3	Falta de limpieza	13	13,00%	44,00%
C4	Falta de orden	9	9,00%	53,00%
C5	Falta de clasificación de materiales	7	7,00%	60,00%
C6	Falta de cuidado de equipo de laboratorio	7	7,00%	67,00%
C7	Falta de seguimiento de trabajo	5	5,00%	72,00%
C8	Inapropiada distribución de área de trabajo	5	5,00%	77,00%
C9	Espacios reducidos de trabajo	4	4,00%	81,0%
C10	Falta de señalización	4	4,00%	85,00%
C11	Tiempo set-up elevados	3	3,00%	88,00%
C12	Falta de Espacio	3	3,00%	91,00%
C13	Tiempos muertos entre procesos	2	2,00%	93,00%
C14	Ritmo de trabajo cambiante	2	2,00%	95,00%
C15	Incumplimiento en tiempos de entrega	2	2,00%	97,00%
C16	Falta de planificación de pedidos	1	1,00%	98,00%
C17	Falta de estímulo	1	1,00%	99,00%
C18	Materiales mal posicionados	1	1,00%	100,00%
TOTAL		100	100%	

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S. A

Asimismo, por medio del Diagrama de Pareto (**Ver figura 2**) se visualizó que demora en la búsqueda de materiales; incorrecta disposición de materiales; falta de limpieza; falta de orden; falta de clasificación de materiales; falta de cuidado de equipo de laboratorio; falta de seguimiento de trabajo e inapropiada distribución de área de trabajo., en relación al principio 80:20 representa el 77,00%, por lo cual se requiere eliminar prioritariamente las 8 primeras causas.

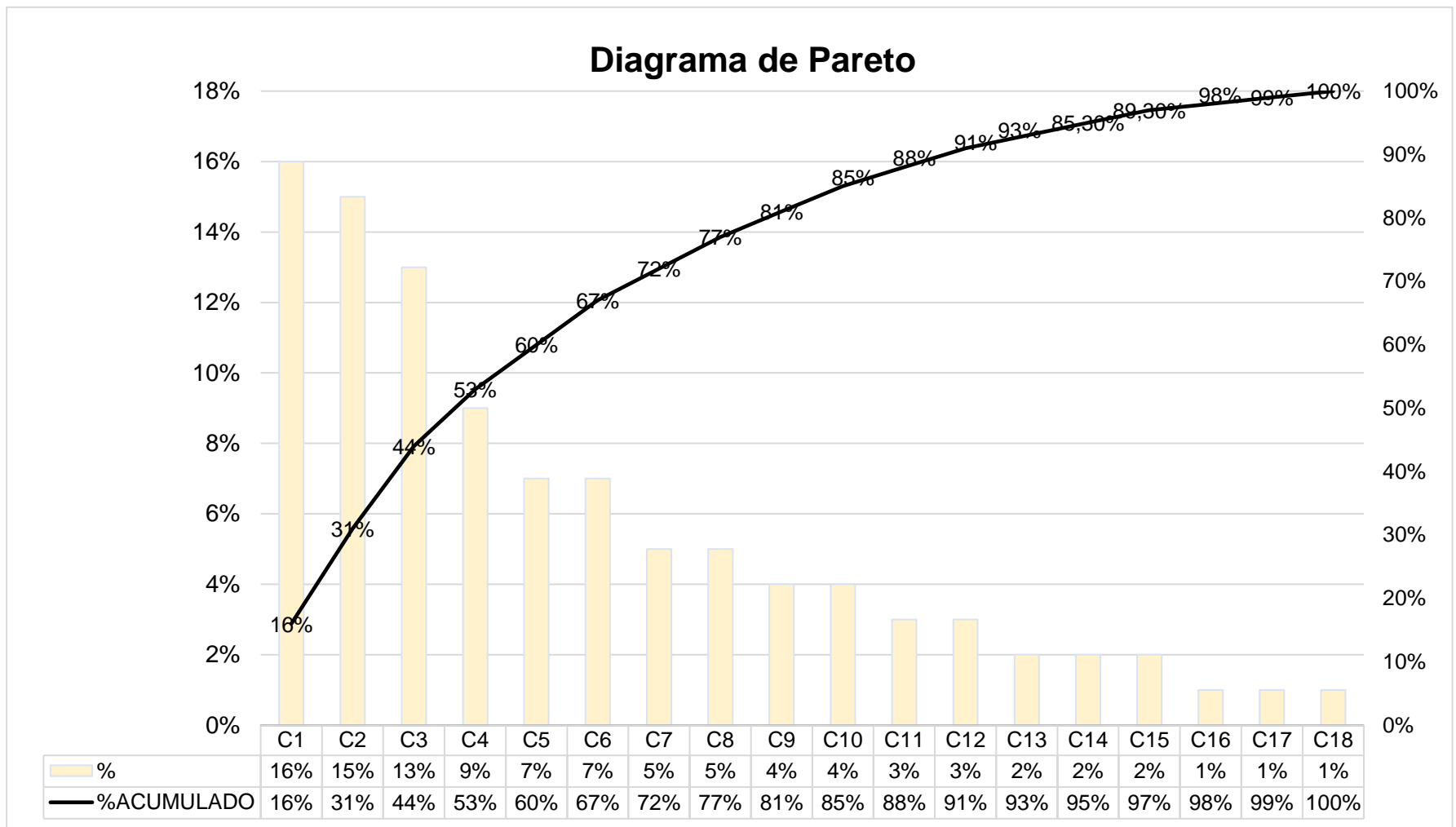


Figura 2. Diagrama de Pareto de la empresa Certimin S.A

Por otra parte, por medio de la estratificación de causas de baja productividad (**Ver figura 3**) se visualizó que las áreas de procesos, gestión y mantenimiento son las que tienen mayor impacto en la empresa Certimin S.A.

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	Método	Medición	Mano de obra	Medio Ambiente	Materiales	Maquinaria	NIVEL DE CRITICIDAD	Total de problemas	Tasa de porcentaje de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad
GESTIÓN	1	1	2	2	1	1	ALTO	8	44%	3	15	3
PROCESOS	1	1	1	1	1	1	MEDIO	6	33%	2	10	2
MANTENIMIENTO	1	1	0	1	0	1	MEDIO	4	22%	2	10	2
CALIDAD	0	0	0	0	0	0	BAJO	0	0%	0	5	0
TOTAL DE PROBLEMAS	3	3	3	4	2	3	-	18	100%	-	-	-

Figura 3. Estratificación de causas de baja productividad

Así pues, mediante la evaluación del porcentaje de causas de baja productividad según área (**Ver figura 4**) se observó que el 44% de incidencia del problema correspondía al área de gestión, el 33% al área de procesos y 22% al área de mantenimiento y 0% al área de calidad.

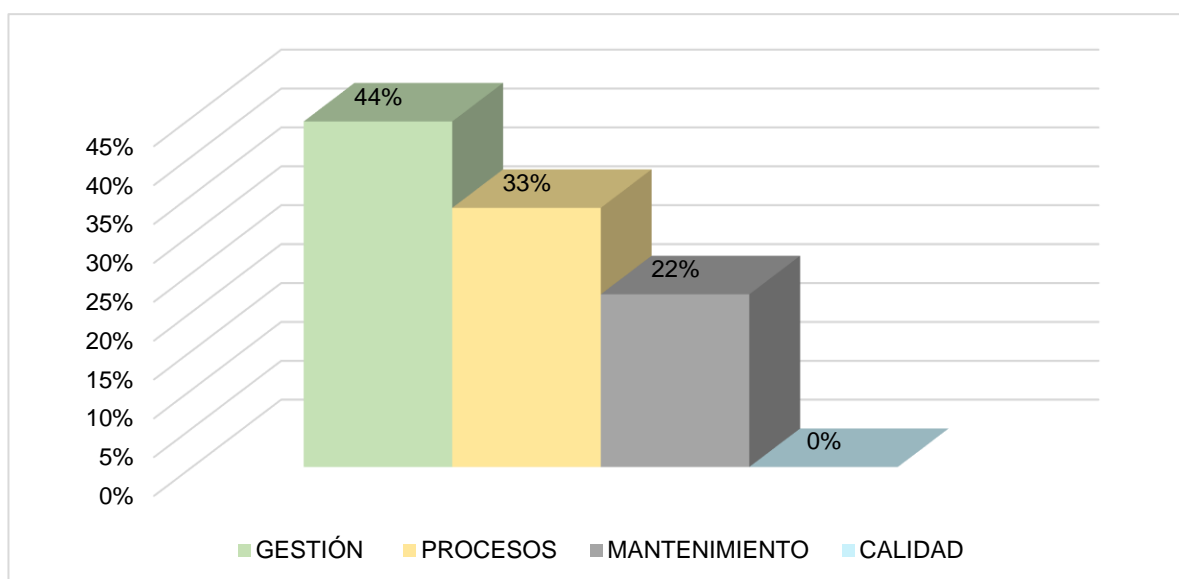


Figura 4. Porcentaje de causas de baja productividad según área

Cabe precisar que existen múltiples herramientas, metodologías y técnicas para mejorar la productividad, en la investigación se tuvo en cuenta una matriz de decisión en base a valoración de criterios (**Ver tabla 3**).

Tabla 3. Matriz de decisión en base a valoración de criterios

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	COSTO DE APLICACIÓN	VIABILIDAD DE APLICACIÓN	TOTAL
Metodología 8D	3	2	3	7
Metodología 5S	3	3	3	9
Metodología Kanban	3	3	2	8

Nota. Los criterios de evaluación tuvieron una valoración de bajo (1), bueno (2) y muy bueno (3).

Siendo así, respecto a las alternativas de solución Socconini (2019) sostuvo que las 8D es una metodología que permite resolver problemas de forma sistemática y por medio de la documentación, empleando el registro de acciones que se desarrollan en 8 pasos por un equipo multidisciplinario. En tal sentido, las 8D se emplea cuando se presentan problemas que se desconoce su origen, cuando no se ha podido cuantificar el problema, cuando la dirección de una empresa dedica recursos para la solución de problemas y cuando el problema que se presenta requiere ser solucionado por un equipo multidisciplinario.

Además, sobre Kanban Socconini (2019) señaló que es una herramienta de control de materiales y producción. Así, el enfoque Kanban se utiliza cuando es necesario un sistema de control de materiales y de gestión de la producción debido a una mezcla de productos diversa. Además, se emplea cuando se añaden variables de orden y limpieza.

Al respecto, el método de las 5S es una disciplina que permite aumentar la productividad a través de la estandarización de una cultura ordenada y limpia. Las 5S se utilizan en esta línea cuando es necesario visualizar las dificultades, crear un entorno de trabajo más seguro y agradable, potenciar la capacidad de producción, es decir, producir más con mayor calidad, y crear una conexión agradable y presentable para los clientes (Socconini, 2019).

Siendo así, se evidenció la necesidad de implementar mecanismos o metodologías, como las 5S para mejorar la productividad dentro del área de plasma de acoplamiento inductivo de la empresa CERTIMIN S.A. En ese sentido, se planteó como **problema general** del estudio: ¿En qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021? En esa línea, como

problemas específicos se planteó: ¿En qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021? Y ¿En qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021?

Al respecto, considerando las justificaciones planteadas por Fernández & Baptista (2014) el estudio presentó **justificación práctica** porque permitió mejorar la productividad. Además, tuvo **justificación metodológica** puesto que por medio de los instrumentos elaborados para la recolección de datos fue factible medir las variables de estudio. Por otro lado, tuvo **justificación social** porque al mejorar la productividad fue posible tener un mejor aprovechamiento de los recursos beneficiando a la empresa, trabajadores y clientes.

Por tanto, el **objetivo general** del estudio fue determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021. En ese sentido, como **objetivos específicos** se planteó: Determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021 y determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Además, la **hipótesis general** fue la aplicación de la metodología 5s mejora la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021. Asimismo, como **hipótesis específicas** se planteó: La aplicación de la metodología 5s mejora la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021 y la aplicación de la metodología 5s mejora la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional se encontraron estudios como el de Canales (2017) se planteó como objetivo proponer un plan de mejora de productividad utilizando la estrategia de trabajo 5S. Así pues, sostuvo que al diseñar y aplicar un plan de mejora basado en metodología 5S la productividad mejoró. En ese sentido, concluyó que, en el Seiri, Seiton y Seiso el promedio se mantuvo por debajo del 55%; pero es importante denotar que en el caso particular de la obra el Seiketsu y el Shitsuke tuvieron valores elevados alcanzando un promedio del 75%.

Barbosa & Hernandez (2016) se plantearon como objetivo implementar un programa de calidad 5S en la dependencia Casa Hogar "Hilda Ceballos de Moreno" del DIF Estatal Colima durante el semestre Febrero-junio del 2014. Concluyeron que en cuanto a la etapa de Seiri se alcanzó un promedio del 90.8% entre todas las áreas a las cuales fue aplicado; en relación con el Seiton las mejoras promedio fueron de 96%; en la etapa Seiso se evidenció una optimización promedio en virtud de la productividad del 96.8%, en la etapa Seiketsu la mejora alcanzó un nivel promedio del 100%.

Hernández (2016) se planteó como propósito implementar la herramienta de mejora continua 5s en los almacenes de los talleres aeronáuticos de reparación en Bogotá D.C – Colombia. Como resultado del estudio logró precisar que al aplicar el método 5S se obtuvo un aumento en el promedio de mejora pasando de 41% a 63%, además se redujo el tiempo en la búsqueda de materiales de 900 segundos a tan solo 180 segundos, lo que a su vez repercutió en un desempeño y eficiencia creciente en el almacén.

Dentro de los estudios previos nacionales se encontró a Sócola, Medina & Olaya (2020) que empleando como técnica la encuesta, observación y el análisis documental precisaron que aplicar el método estimula mejoras significativas, siendo la eficiencia antes del 37% y después del 89%; una eficacia antes del 56% y después del 94%; productividad total antes del 21% y después del 89%. En cuanto a cada herramienta del método el total se subdividió en cada una de las "S", para lo cual el 20% completo lo obtuvieron la clasificación, la limpieza y la disciplina, mientras que el orden obtuvo un 17% y la estandarización un 13%.

Manrique & Nevado (2017) se plantearon como objetivo implementar la metodología 5S para mejorar la productividad de la empresa MACRON S.R.L. Huaraz – 2019. Como resultado lograron demostrar que la productividad de la empresa se vio mejorada una vez desarrollado el programa. Así pues, concluyeron que la eficiencia pasó de un 65% a un 79%; la eficacia pasó de 61% a 76%; mientras que la productividad de la mano de obra presentó un aumento del 15% en el área gerencial, 26% en el área administrativa, 18% en el área operativa y 31% en el área de almacén.

Castro (2019) se planteó como objetivo conocer el impacto de la implementación técnica de 5S, sobre la productividad. RA. de la empresa. Como resultado se logró evidenciar que la productividad si logró incrementarse con la aplicación de este tipo de herramientas. Además, concluyó que la productividad total en el caso de estudio aumentó en un 4.98%. Por su parte los porcentajes manejados de mejoría en relación con cada herramienta del 5S se conoció que para la Seiri fue en promedio del 61.29%, de 45.16% para Seiton, en el caso de Seiso el promedio fue de 53.22% y para Seiketsu el promedio alcanzó el 30.65%.

Morales (2019) se planteó como objetivo establecer la manera en que la técnica de las “5S” se relaciona con la productividad en la empresa de Calzado Consorcio Perú inversiones S.A.C. Como resultado concluyó que la filosofía de las 5S se centra en la organización del trabajo eficaz y los procedimientos normalizados de trabajo. Además, precisó que la metodología ejerce una influencia positiva disminuyendo los retrasos y defectos; la evaluación efectuada a las 5S en la entidad demostró que el orden, limpieza, estandarización y disciplina poseían niveles bajos del 40%, 33%, 30% y 10% respectivamente; éstos mejoraron pasando a 53% para orden, 47% para limpieza, 70% para estandarización y 60% para disciplina. Teniendo finalmente una relación directa y positiva entre la metodología 5S y la productividad siendo el p-valor de 0,000.

Fuentes (2017) en su estudio se planteó como objetivo implementar la Metodología 5S para reducir los tiempos en la ubicación de documentos en el área de aseguramiento y control de la calidad de una entidad bancaria. Como resultado demostró que los beneficios tras aplicar esta metodología son innumerables, pero

están directamente asociados con sentido de compromiso de los trabajadores. Con respecto a la productividad, las herramientas disminuyen en hasta 99% los tiempos de búsqueda de documentación, asimismo también disminuyen los gastos por almacenamiento en un 51,65% ya que al organizar los espacios no se tiene la necesidad de contratar ambientes externos.

Después de haber presentado los hallazgos de antecedentes, se presenta las teorías relacionadas al tema se investigación. Al respecto, Socconini (2019) señaló que las **5S** constituyen una disciplina enfocada en la mejora de la productividad del área de trabajo por medio de la estandarización de practica constante de actividades de orden y limpieza. Además, Jaume, Lorente & Aldavert(2017) sostuvieron que las 5S están compuestas por 5 etapas que intervienen en la realización de un proyecto de mejora y cada S queda definida por medio una palabra en el idioma japonés iniciada con S.

Asimismo, Jaume, Lorente & Aldavert(2017) indicaron:

1. La primera S, **Seiri**, supone seleccionar, es decir separar los elementos necesarios de los que no son necesarios.
2. La segunda S, **Seiton**, en esta S corresponde ordenar los elementos que son necesarios en el área de trabajo.
3. La tercera S, **Seiso**, traducida al español significa limpiar y sanear el área de trabajo para identificar los problemas antes de que sucedan.
4. La cuarta S, **Seiketsu**, se fundamenta en la estandarización en base a normas elaboradas por los equipos.
5. La quinta S, **Shitsuke**, permite la dinamización de auditoría para realizar el seguimiento a los trabajos y la consolidación de la cultura de mejora continua.

De igual manera, Socconini (2019) presentó una esquematización de las etapas de las 5S(**Ver figura 5**).

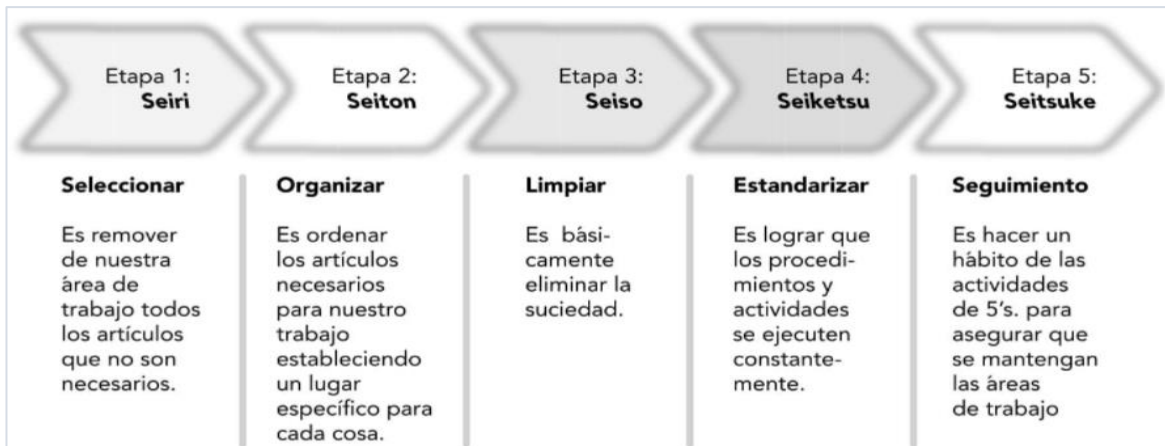


Figura 5. Etapas de las 5S

Fuente: Socconini (2019) Lean Manufacturing (p.131)

Así también, Jaume, Lorente & Aldavert(2017) señalaron que el objetivo de las 5S es realizar mejoras ágiles y rápidas, visualizando el largo plazo en la que se requiere la participación de todas las personas de la empresa al momento de implementar las mejoras. En esa línea, las 5S para la mejora continua (**Ver figura 6**) se subdivide en 2 grandes fases de implementación la primera fase operativa está conformada por las 3 primeras S y la segunda fase funcional conformada por la cuarta s y quinta S.

Fases de implementación	Las 5S	5S en japonés	5S en castellano	Representación gráfica
Eses Operativas	1ªS	<i>Seiri</i>	Seleccionar, Eliminar, Reducir	
	2ªS	<i>Seiton</i>	Ordenar, Clasificar, Identificar	
	3ªS	<i>Seiso</i>	Limpiar, Sanear, Anticipar	
Eses Funcionales	4ªS	<i>Seiketsu</i>	Estandarizar, Normalizar	
	5ªS	<i>Shitsuke</i>	Auditar, Autodisciplina, Hábito	

Figura 6. La 5S de la mejora continúa

Fuente: Lorente & Aldavert(2017) 5S para la mejora continua: La base del Lean (p.26).

Para Socconini (2019) la aplicación de las 5S permite conseguir:

- Mejor aprovechamiento de los recursos, es particular el tiempo de trabajo.
- Visualizar y evidenciar problemas.
- Disfrutar de un entorno laboral agradable y seguro.
- Aumentar la capacidad de producción de mejor calidad.
- Mejorar la imagen ante los clientes.

Además, para Socconini (2019) el procedimiento para implementar las 5S es el siguiente:

Etapa 0: Planificación y preparación.

- Se establece fecha de inicio de implementación.
- Se establece el responsable de cada etapa.
- Se fotografía área para establecer punto de partida.

Etapa 1: Implementación de la primera S(Seleccionar).

- Se evalúa las áreas de la empresa.
- Se retira los artículos no necesarios e los necesarios.
- Se establece criterios de clasificación

Tabla 4. Criterios de clasificación en la implementación de la primera S

Seleccionar	Frecuencia
Necesario	Lo que se usa más de una vez al mes
No necesario	Lo que se usa menos de una vez al mes

Nota. Tabla elaborado en base a Socconini (2019) Lean Manufacturing (p.135)

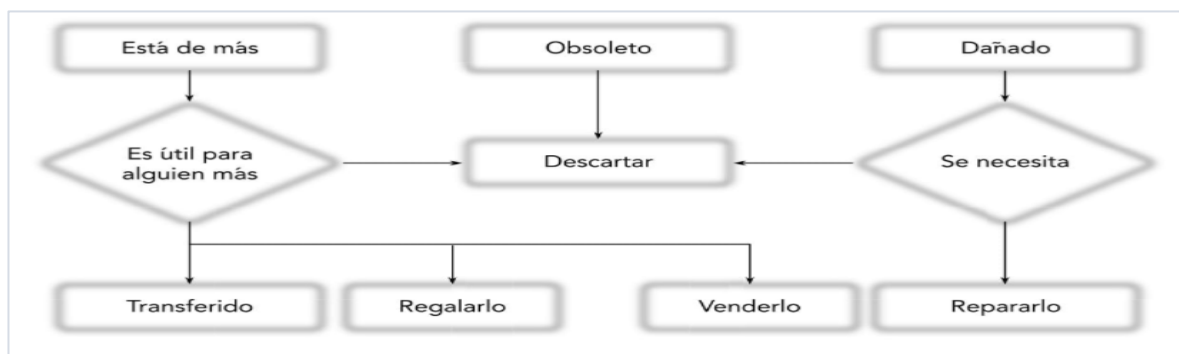


Figura 7. Diagrama de flujo de primera S

Fuente: Elaborado en base a Socconini (2019) Lean Manufacturing (p.136)

- Los objetos considerados no necesarios se colocan en un área de cuarentena, se puede incluir una tarjeta roja.
- El entregable para la primera S es una lista de objetos necesarios en cada área.

Etapas 2: Implementación de la segunda S(Ordenar)

- Se ordena los artículos seleccionados como necesarios, definiendo el lugar para cada cosa.
- Se divide el área de trabajo en partes adaptables y de fácil identificación.

TARJETA ROJA	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
CATEGORIA	
Accesorios o herramientas	
Cubetas, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Defectuosos	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable	
Fecha de decisión	
Destino final	
Fecha	

Figura 8. Ejemplo de tarjeta roja

Fuente: Elaborado en base a Socconini (2019) Lean Manufacturing (p.137)

- Realizar una guía de ubicaciones.
- Definir sitios para cada objeto.
- Delimitar los objetos en las áreas defendidas según colores.
- Fundamentalmente se debe ordenar los objetos de la lista de objetos necesarios.
- Designar lugares específicos en estantes, cajones, entre otros.

Etapa 3: Implementación de la tercera S(Limpiar).

- Diseñar el programa de limpieza.
- Definir método de limpieza.
- Establecer disciplina.
- Designar responsable de limpieza.
- Definir frecuencia y fechas de limpieza.
- Listar todas las actividades de limpieza a realizar.
- Listar artículos o equipos que se requiere para la limpieza.
- Documentar actividades de limpieza mediante un procedimiento.

Etapa 4: Implementación de la cuarta S (estandarizar).

Estandarizar es lograr la ejecución constante de procedimientos, prácticas, actividades para el aseguramiento consistente de la selección, organización y limpieza del área de trabajo(Socconini,2019).

- Integrar las actividades de la metodología 5S en el trabajo.
- Evaluar resultados.
- Es recomendable realizar un manual de estandarización de mantenimiento de las 5S para la continua existencia de estandarización de colores, codificaciones, guía de ubicaciones, estándares de organización, estándares de limpieza y reglamento.
- El entregable para la cuarta S es una guía de estandarización por áreas, en la que se encuentre información respecto a la ubicación de objetos, guía de estandarización de color y etiqueta, por ejemplo, el reglamento de seguimiento

Etapa 5: Implementación de la quinta S.

- Seguimiento se refiere a asumir como un hábito de realizar las actividades sen base a la filosofía 5S.
- Capitación continua
- Campañas de sensibilización
- Organizar reunión de seguimiento

La **productividad** implica una medida de actividad que cuantifica los bienes y servicios producidos con el propósito de medir el nivel de utilización de los recursos, por lo cual se calcula al dividir la producción obtenida con la cantidad de factor utilizado(Juez, 2020). Así también, la productividad es un indicador fundamental que debe medirse frecuentemente para evaluar los resultados de las mejoras (Socconini,2019). Por otra parte, la productividad es la generación de bienestar en base a la ética y la moral para que en conjunto se obtenga un beneficio social alineado al cuidado del medio ambiente. Así pues, la productividad es una medición de la capacidad que se calcula dividiendo la producción entre el tiempo(Cruelles, 2012).

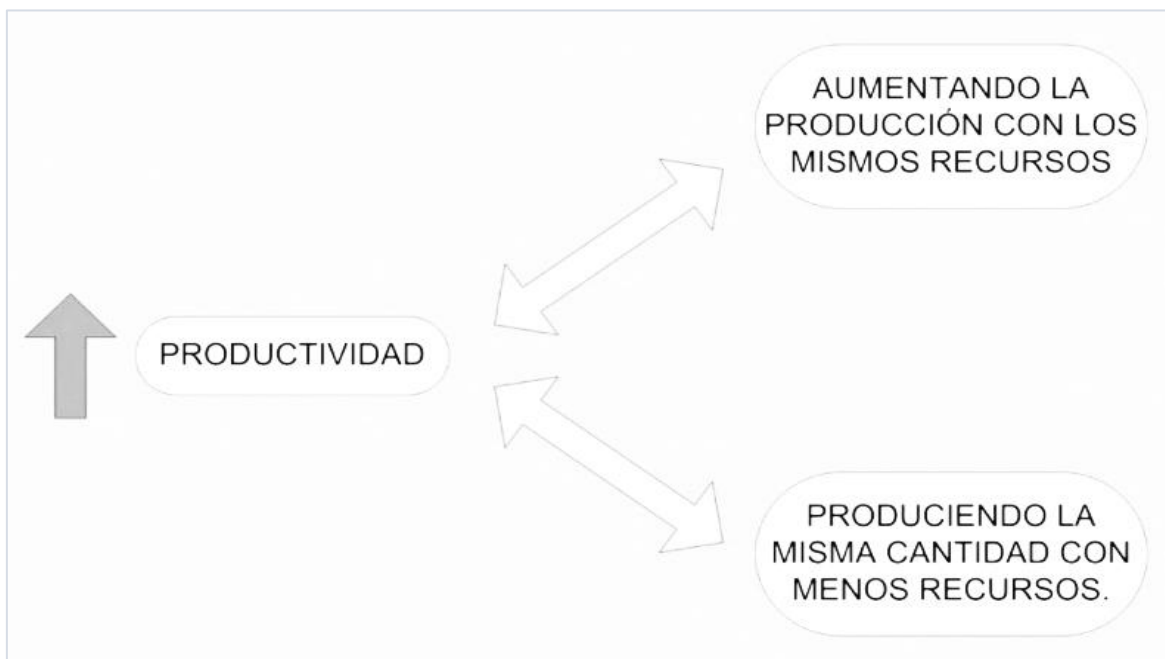


Figura 9. Formas de mejorar la productividad

Fuente: Cruelles (2012) Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumpla.

En diferentes casos, la productividad se enfoca en la evaluación y medida de la cantidad de algunos *inputs* empleados en el trabajo. A este respecto, la mejora de la productividad queda condicionada implícitamente a la reducción de la cantidad de trabajo que se invierte al momento de realizar una tarea o actividad, por lo que se requiere implementar un conjunto de técnicas para mejorar los métodos de trabajo, gestionar la capacidad, entre otros. Así pues, la **eficacia** es obtener el resultado, sin considerar los medios, mientras que la **eficiencia** es obtener el resultado con el mejor uso equilibrado de los recursos(Domínguez &Huertas, 2016).

En tal sentido, al enfocarse en tener una mejor eficiencia del uso de recursos es posible realizar actividades alinear a tener un mejor aprovechamiento eficaz de los recursos por lo que es posible eliminar las causas que generan baja productividad. Por tal razón, es necesario realizar la división del tiempo de una operación (**Ver figura 10**) para definir el contenido de trabajo productivo (contenido básico del trabajo) y el contenido improductivo de trabajo (contenido excesivo de trabajo) (Domínguez &Huertas, 2016).

Contenido básico de trabajo			Contenido básico de trabajo de la operación
Tiempo total de operación en las condiciones existentes	Contenido excesivo de trabajo	A	Contenido de trabajo adicional a causa de un mal diseño del producto o del servicio
		B	Contenido de trabajo adicional a causa de métodos operativos ineficientes
		C	Tiempo improductivo debido a métodos operativos ineficientes
		D	Tiempo improductivo imputable a los recursos humanos

Figura 10. División del tiempo de una operación

Fuente: Kanawaty(1996) Introducción al estudio del trabajo, OIT 4 Ed.

Tiempo de ejecución es el tiempo empleado para obtener una cantidad específica de un producto. Así pues el tiempo de ejecución es la suma del tiempo estándar, tiempo por bajo desempeño y tiempo por fallos de gestión e incidencias (Cruelles,2012).

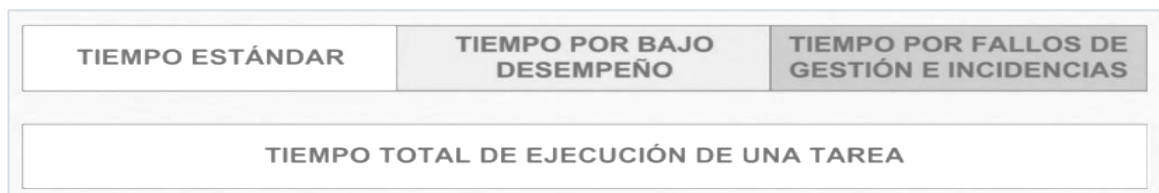


Figura 11. Tiempo total de ejecución de una tarea

Fuente: Cruelles (2012) Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumpla.

En esa línea Cruelles (2012) sostuvo que para para medir la actividad se debe considerar escalas de medición que se detallan a continuación:

Tabla 5. Escalas de medición de actividad

ACTIVIDAD				Descripción del desempeño	Velocidad en marcha comparable (km/h)
60-80	75-100	100-133	90-120		
Bedaux	BSI	Centesimal	MTM		
0	0	0	0	Actividad nula	0
40	50	67	60	Muy lento, el operario parece estar medio dormido y desinteresado en la tarea que realiza.	3,2
60	75	100	90	Constante, decidido y sin prisa, similar a un trabajador que no es remunerado a destajo pero que es dirigido y supervisado eficazmente.	4,5
80	100	133	120	Activo, con talento y remunerado a destajo, similar a un trabajador cualificado ordinario. Alcanza con calma el grado adecuado de precisión y calidad.	6,4
100	125	167	150	Muy rápido, el operario tiene un alto nivel de confianza, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del trabajador profesional ordinario.	8
120	150	200	180	Excepcionalmente rápido, una hazaña que sólo logran unos pocos empleados excepcionales.	9,6

Nota. Elaborado en base a Cruelles (2012) Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumpla.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Para Chorafas (2015) la investigación aplicada se enfoca en el análisis del problema para luego solucionarlo proporcionando datos confiables.

En una investigación aplicada se realiza la evaluación de la relación que existe entre la variable(s) independiente y la variable(s) dependiente (Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

Respecto a lo citado, la investigación fue de tipo aplicada de enfoque cuantitativo porque mediante la aplicación de la metodología 5S se logró mejorar la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A.

Diseño de investigación

En los estudios de diseño experimental se manipula la variable independiente (x) para generar efectos en la variable dependiente (y) que permitan dar solución al problema. En otras palabras, los diseños experimentales se emplean cuando el objetivo del estudio es obtener algún efecto en la variable problema (x) después de la manipulación de la variable de solución (y) (Sampieri, Fernández & Baptista, 2014) **(Ver figura 12).**

Las investigaciones de nivel preexperimental se enfocan en la administración de estímulos/tratamientos a un determinado grupo de interés (muestra) que después de ser tratados requieren una medición de los resultados obtenidos (Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

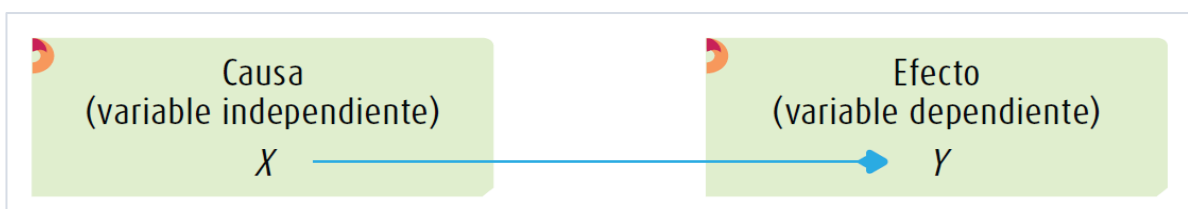


Figura 12. Esquema de experimento y variables

Fuente: Fernández & Baptista (2014)

Así pues, el presente estudio fue de diseño experimental de nivel preexperimental puesto que mediante la aplicación de la metodología 5S se mejoró la productividad teniendo como base el pretest y como resultado el postest.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente: Metodología 5S

Definición conceptual

Socconini(2019) señaló:

La 5S constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios a largo plazo. (p.131).

Definición operacional

Las 5S es una disciplina que permite mejorar el área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A; mediante 5 etapas interrelacionadas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Seitsuke.

Dimensiones

Dimensión 1: Seiri

Implica eliminar todas las cosas no esenciales de nuestro espacio de trabajo (Socconini,2019).

En esta etapa se realiza la clasificación de los materiales necesarios de los no necesarios en el área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A.

Indicadores

Porcentaje de Seiri

$$Sri = \frac{\sum P_{ri}}{Pe4} \times 100\%$$

Leyenda

Sri: Porcentaje de Seiri (%)

P_{ri}: Puntaje de Seiri(Puntos)

Pe1: Puntaje esperado en Seiri(Puntos)

Escala de medición

Razón

Dimensión 2: Seiton

Supone organizar los objetos necesarios para nuestro trabajo y asignar un lugar concreto a cada uno de ellos para que sea fácil reconocerlos, encontrarlos, organizarlos y devolverlos a su lugar original después de su uso (Socconini,2019).

En esta etapa se ordena los materiales que se necesita en el área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A.

Indicadores

$$Son = \frac{\Sigma P_{on}}{Pe2} \times 100\%$$

Leyenda

Son: Porcentaje de Seiton (%)

P_{on}: Puntaje de Seiton(Puntos)

Pe2: Puntaje esperado en Seiton(Puntos)

Escala de medición

Razón

Dimensión 3: Seiso

Implica eliminar la suciedad y evitar el desorden, pero teniendo en cuenta constantemente que también estamos examinando lo que estamos limpiando (Socconini,2019).

En esta etapa se realiza limpieza e inspección del área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A.

Indicadores

Porcentaje de Seiso

$$Sso = \frac{\Sigma P_{so}}{Pe3} \times 100\%$$

Leyenda

Sso: Porcentaje de Seiso (%)

P_{so}: Puntaje de Seiso(Puntos)

Pe3: Puntaje esperado en Seiso(Puntos)

Escala de medición

Razón

Dimensión 4: Seiketsu

Consiste en asegurar que los procedimientos, prácticas y actividades establecidas en las tres etapas anteriores se lleven a cabo de forma consistente y regular para mantener la selección, organización y limpieza del área de trabajo (Socconini,2019).

En esta etapa se realiza la estandarización del proceso de toma de muestras en el área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A.

Indicadores

Porcentaje de Seiketsu

$$Ssu = \frac{\Sigma P_{su}}{Pe4} \times 100\%$$

Leyenda

Ssu: Porcentaje de Seiketsu(%)

P_{su}: Puntaje de Seiketsu(Puntos)

Pe4: Puntaje esperado en Seiketsu(Puntos)

Escala de medición

Razón

Dimensión 5: Shitsuke

Implica desarrollar el hábito de realizar las tareas 5S y gestionar adecuadamente los procesos que se desarrollan como consecuencia de la dedicación de todos (Socconini,2019).

En esta etapa se realiza la sensibilización sobre el mantenimiento de la mejora en el área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A.

Indicadores

Porcentaje de Shitsuke

$$Ske = \frac{\Sigma P_{ke}}{Pe5} \times 100\%$$

Leyenda

Ske: Porcentaje de Shitsuke (%)

P_{ke}: Puntaje de Shitsuke (Puntos)

Pe5: Puntaje esperado en Shitsuke (Puntos)

Escala de medición

Razón

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual

Gutierrez (2010) sostuvo:

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos [...]es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. (p.21).

Definición operacional

La productividad hace referencia al logro de resultados mediante el uso adecuado de los recursos teniendo como dimensiones la eficiencia y la eficacia, por lo que al multiplicar la eficiencia y eficacia se obtiene como resultado la productividad antes y después.

Dimensiones

Dimensión 1: Eficiencia

Es simplemente el vínculo entre el resultado y los recursos empleados (Gutierrez, 2010).

En esta dimensión se mide restando el tiempo disponible para realizar las muestras con tiempo de descanso para luego dividirlo entre el tiempo disponible para realizar las muestras.

Indicadores

Porcentaje de eficiencia

$$EFN = \frac{TU}{TD} \times 100\%$$

Leyenda

EFN: Porcentaje de eficiencia (%)

TU: Tiempo útil(min)

TD: Tiempo disponible(min)

Escala de medición

Razón

Dimensión 2: Eficacia

La eficacia es el grado de realización de las acciones y los resultados planificados (Gutierrez, 2010).

En esta dimensión se divide el número de muestras realizadas en el tiempo pactado entre el número de muestras programadas.

Indicadores

Porcentaje de eficacia

$$EFC = \frac{Nmr}{Nmp} \times 100\%$$

Leyenda:

EFC: Porcentaje de eficiencia (%)

Nmr: Número de muestras realizadas (Und/Sem)

Nmp: Numero de muetras programas(Und/Sem)

Escala de medición

Razón

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

La población es un conjunto de elementos que involucran los datos de interés de una investigación. Es así que en los estudios de enfoque cuantitativo el objetivo es que a partir de la muestra de estudio se generalice los resultados de un grupo pequeño a un grupo grande(Sampieri, Fernandez & Baptista,2014).

La población es un conjunto finito o infinito de elementos con determinadas características semejantes para las que se establece conclusiones del estudio (Arias,2012).

- **Criterios de inclusión**

Registros de muestras del área de plasma de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A. del año 2021.

- **Criterios de exclusión**

Registros de muestras de otras áreas de la empresa Certimin S.A.

La población que se consideró en la investigación estuvo compuesta por las muestras de minerales que fueron analizadas en el área de plasma de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A.

Muestra

La muestra es un subconjunto de elementos de la población con características semejantes (Sampieri, Fernandez & Baptista,2014).

La muestra de estudio estuvo conformada por las muestras de minerales que fueron analizadas en el periodo enero-abril del 2021. Así pues, se consideró como pretest las muestras minerales analizadas en los meses abril-mayo-junio(pretest) en el cual se realizó el análisis del problema para luego aplicar la metodología 5S a fin de medir los resultados del tratamiento después de la aplicación de la mejora(postest).

Muestreo

Para la muestra en la investigación de enfoque cuantitativo existe el muestreo probabilístico en la cual se realizan cálculos matemáticos y el muestreo no probabilístico en el que según criterios del investigador se establecen criterios de inclusión y exclusión para la muestra de estudio(Sampieri, Fernandez & Baptista,2014).

En este caso, no se realizó muestreo pues la muestra no se calculó en base a estimaciones de probabilidad, sino que se eligió en base a criterios de conveniencia es decir se realizó muestreo no probabilístico.

Unidad de análisis

La unidad de análisis hace referencia a cada elemento que conforma la muestra de estudio (Sampieri, Fernandez & Baptista,2014).

Al respecto, en este caso la unidad de análisis estuvo conformada por cada muestra mineral analizada en el área de plasma de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A en el periodo abril-mayo 2021.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las metodologías y las herramientas utilizadas para recopilar datos deben ser adecuadas para probar las hipótesis y abordar las dificultades que ofrece el diseño del estudio (Arias,2012).

La técnica de investigación se entiende como el procedimiento por medio del cual se realiza la recopilación o la obtención de información y los instrumentos son cualquier formato que permite registrar o guardar información respecto las variables de estudio(Arias,2012).

Observación

La observación es una técnica que sirve para captar información por medio de la vista respecto a un fenómeno o situación que es observable y que se encuentra condicionada por los objetivos de investigación(Arias,2012).

Así pues, en este caso para recolectar información mediante la técnica de observación se empleó como instrumento las hojas de registro por medio de las cuales se logró recopilar información de la variable metodología 5S y productividad.

De forma detallada se especifica las fichas de registro utilizadas:

- Instrumentos para medir metodología 5S (**Ver anexo 5**).
- Instrumentos para medir productividad (**Ver anexo 8**).
- Instrumentos para medir eficiencia (**Ver anexo 9**).
- Instrumentos para medir eficacia (**Ver anexo 10**).

Así también, se realizó un instructivo para llenado de instrumentos para medir metodología 5S (**Ver anexo 11**); instructivo para llenado de instrumentos para medir productividad (**Ver anexo 12**) e instructivo para llenado de instrumentos para medir eficiencia (**Ver anexo 13**).

Confiabilidad

La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes, repetidamente. (Sampieri, Fernandez & Baptista,2014).

Validez

La validez hace referencia al grado en el que un instrumento permite medir de manera real la variable de estudio. Además, la validez de criterio se define en función de la comparación de los resultados considerando criterios externos(Sampieri, Fernandez & Baptista,2014).

3.5 Procedimientos

3.5.1. Situación actual de la empresa

CERTIMIN S.A es una empresa que dio inicio a sus actividades el 10 de julio de 1995. Como actividad principal realiza ensayos y análisis técnicos (CIU:7120) y como actividad secundaria realiza otras actividades profesionales, científicas y técnicas N.C.P(CIU:7490). Su domicilio fiscal es en AV. Las Vegas NRO. 845 Z.I. zona industrial Lima - Lima - San Juan de Miraflores.



Figura 13. Ubicación de la empresa CERTIMIN S.A

Misión

Formar colaboraciones estratégicas a largo plazo y mutuamente beneficiosas con nuestros clientes mediante la prestación de servicios geoquímicos, medioambientales y metalúrgicos especializados que cumplan los requisitos de máxima calidad y aporten valor adicional.

Visión

Constituirnos en la principal empresa de referencia técnica especializada del sector minero del mercado, manteniéndonos a la vanguardia del avance tecnológico y digital, diversificando nuestros servicios de manera innovadora hacia nuevos sectores que requieran y valoren un servicio personalizado de calidad superior.

3.5.1.1 Organigrama

La empresa está organizada por un directorio, teniendo a cargo la gestión la gerencia general que cuenta con el apoyo de la gestión de sistemas integrados, asesoría legal y mantenimiento SSOMA. Además, como áreas de gestión de apoyo cuenta con la gerencia de administración y finanzas, gerencia ambiental, gerencia comercial, gerencia de desarrollo, gerencia de laboratorios y gerencia de metalurgia.

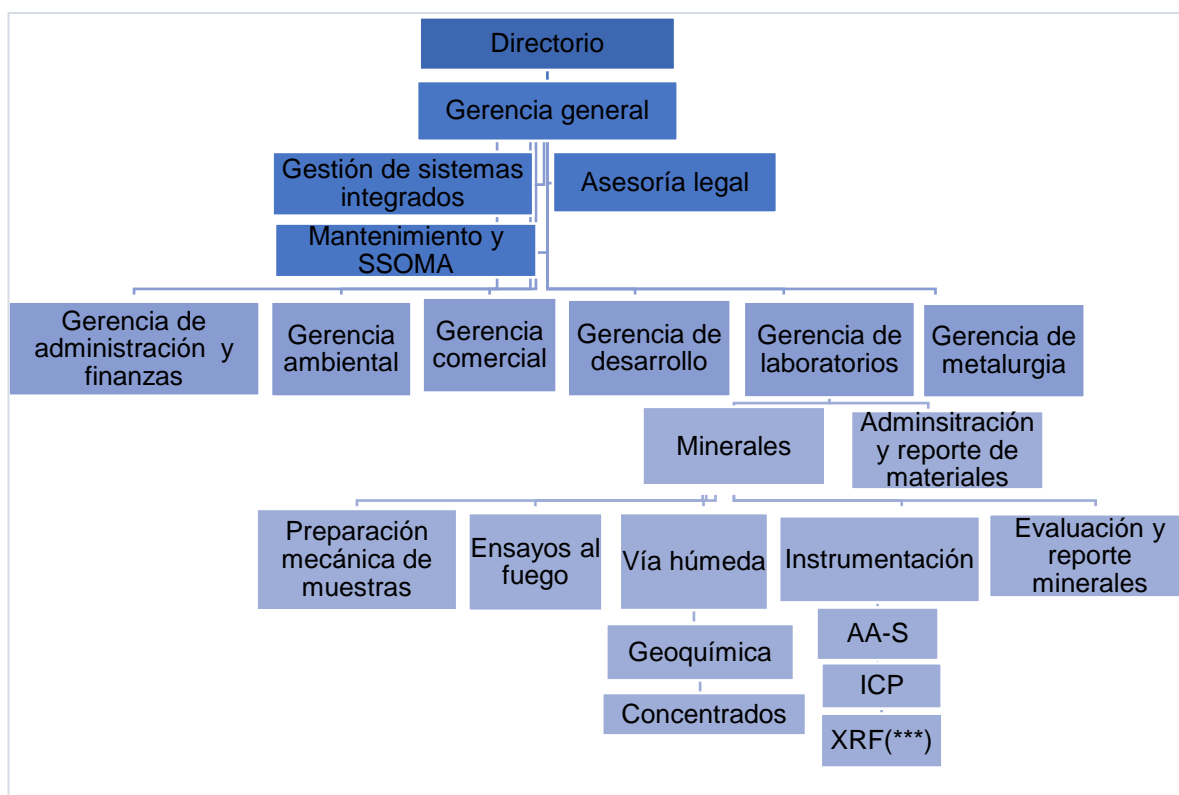


Figura 14. Organigrama de la empresa Certimin S.A.

Organigrama del área de estudio

Asimismo, la gerencia de laboratorios que corresponde al área de estudio esta conformada por el área de minerales y el área de administración y reporte de materiales. Cabe precisar que, el área de minerales está conformada las áreas de preparación mecánica de muestras, ensayos al fuego, vía húmeda, instrumentación y evaluación de reporte y materiales. En específico, la investigación se enfocó en el área de ICP (Plasma de acoplamiento inductivo).

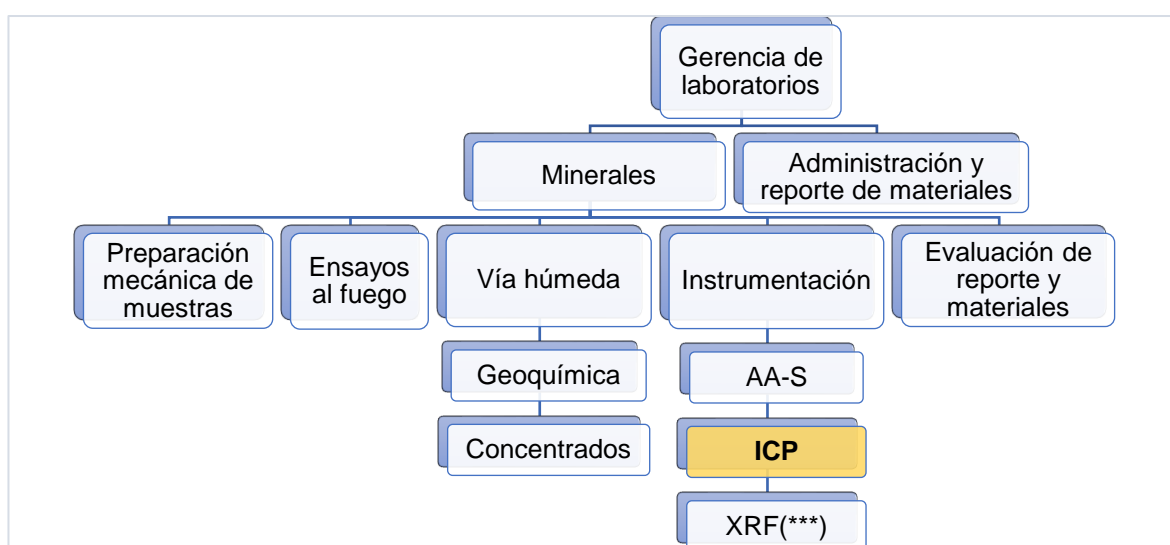


Figura 15. Organigrama del área de estudio

Servicios de la empresa

Certimin S.A, ofrece diversos servicios conexos a la minería, así a continuación se presenta una lista de los servicios de la empresa (**Ver tabla 6**).

Tabla 6. Servicios de la empresa

Servicios de la empresa CERTIMIN S. A	
1	Transporte y recepción de muestras.
2	Preparación mecánica de muestras.
3	Analítico (metales preciosos, metales base)
4	Diseño, Auditorías y Administración de Laboratorios.
5	Estudios de Investigación y/o Pruebas Metalúrgicas.
6	Servicio Analítico especializado.
7	suministro de equipos y repuestos para minería.

Nota. Elaboración propia en base a datos de la empresa

Proceso productivo

En la empresa Certimin S.A las actividades en el área de acoplamiento inductivo comienzan con la recepción de la orden de trabajo (O/T) y muestras para luego realizar la verificación de especificaciones a fin de proceder con la verificación del estado de conexiones eléctricas y procedimientos SSOMA. Luego se procede con la verificación de condiciones ambientales y verificación de que los equipos hayan cumplido con el plan de mantenimiento e inspección. Seguidamente se ejecuta la verificación de dispensadores y micropipetas para luego proceder a registrar el cambio o recarga de argón continuando con la verificación de operatividad del equipo.

Así también, se lleva el control de materiales de referencia utilizados para preparar los estándares. Asimismo, se verifica el volumen nominal de material de vidrio para la preparación de estándares de calibración y control de calidad de agua desionizada o agua ultrapura. Así pues, terminado la operación de control se prepara los estándares de calibración de acuerdo al método de lectura correspondiente.

Se sigue con la realización de la calibración de las muestras con el blanco y los estándares de acuerdo al instructivo de lectura en uso y verificación que las lecturas de los blancos cumplan con los criterios de aceptación de acuerdo al instructivo de lectura en uso. Se procede con la verificación de las calibraciones con las soluciones de control y se ejecuta el control de los posibles arrastres para luego asignar el trabajo no conforme en caso aplique. Se realiza el traslado de datos de la solución control al gráfico de control e información a plantilla de preparación de data para LIMS.

Después se realiza la revisión y envío de los resultados de las lecturas al sistema LIMS y se entrega la O/T o caso contrario se comunica que los resultados se encuentran en el LIMS para proceder a ordenar las muestras en el área de lavado después de ser leídas. Cabe precisar que, se designa un lugar en la sala de Diluciones² para almacenamiento de muestras de concentrados y muestras especiales para acto seguido eliminar residuos líquidos ácidos generados de los ICP. Finalmente, se realiza el traslado al almacén de residuos los frascos de vidrio de los insumos agotados.

Así pues, mediante el diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en (Ver figura 16) se representó las operaciones realizadas en el área de acoplamiento inductivo.

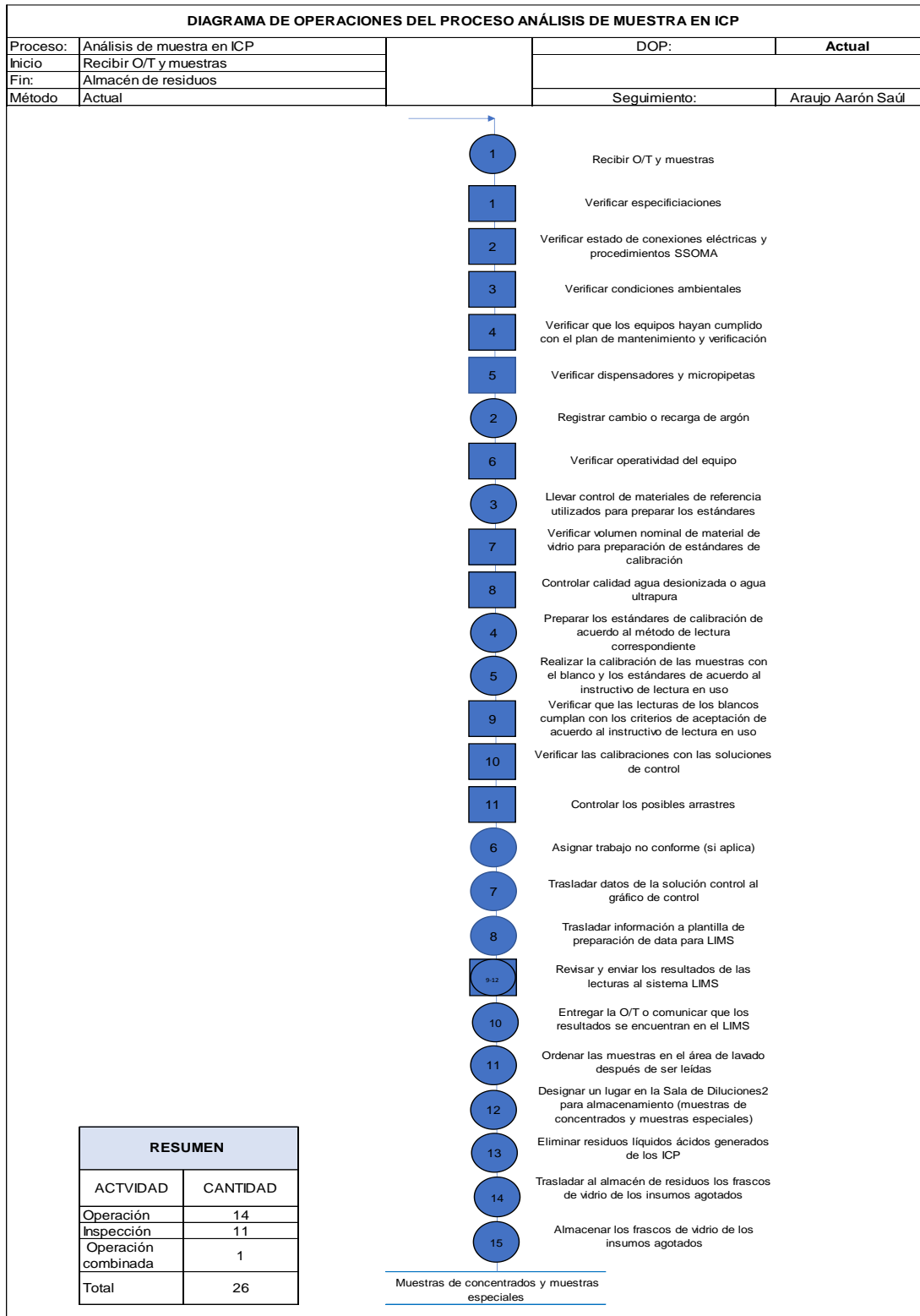


Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en ICP pretest

Adicionalmente, por medio del diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP (**Ver figura 17**) se representó las actividades realizadas en el área de acoplamiento inductivo.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO ANÁLISIS DE MUESTRA EN ICP										
OPERARIO		RESUMEN					OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO			
Diagrama num: 1	Hoja num:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA		Econom				
Objeto: ICP		Operación	10							
Actividad: Análisis de muestra		Transporte	3							
Metodo:Actual		Espera	0							
Lugar:		Actividad combinada	1							
Operario (s):		Inspección	11							
Realizado por:		Almacenamiento	0							
Aprobado por:		Distancia								
	Ficha num:	Tiempo (min)	1402,62							
	Fecha:	Costo								
	Fecha:	Mano de obra								
		Material								
N° Act.	ACTIVIDADES		TOTAL		SIMBOLOS			Parl/Sec	Observaciones	
		Cant	Dist	Tiempo	●	➔	●	■	▼	
1	Recibir O/T y muestras	45		31,2	●					
2	Verificar especificaciones	45		78,4667						
3	Verificar estado de conexiones eléctricas y procedimientos SSOMA	45		59,4444						
4	Verificar condiciones ambientales	45		35,2222						
5	Verificar que los equipos hayan cumplido con el plan de mantenimiento y verificación	45		51,0222						
6	Verificar dispensadores y micropipetas	45		65,4222						
7	Registrar cambio o recarga de argón	45		68,3333	●					
8	Verificar operatividad del equipo	45		68,0889						
9	Llevar control de materiales de referencia utilizados para preparar los estándares	45		48,2	●					
10	Verificar volumen nominal de material de vidrio para preparación de estándares de calibración	45		51,1556						
11	Controlar calidad agua desionizada o agua ultrapura	45		84						
12	Preparar los estándares de calibración de acuerdo al método de lectura correspondiente	45		54,1778	●					
13	Realizar la calibración de las muestras con el blanco y los estándares de acuerdo al instructivo de lectura en uso	45		32,4	●					
14	Verificar que las lecturas de los blancos cumplan con los criterios de aceptación de acuerdo al instructivo de lectura en uso	45		51,2889						
15	Verificar las calibraciones con las soluciones de control	45		52,0444						
16	Controlar los posibles arrastres	45		39,0889						
17	Asignar trabajo no conforme (si aplica)	45		63,1556	●					
18	Trasladar datos de la solución control al gráfico de control	45		84,4						
19	Trasladar información a plantilla de preparación de data para LIMS	45		80,3111						
20	Revisar y enviar los resultados de las lecturas al sistema LIMS	45		38,0889						
21	Entregar la O/T o comunicar que los resultados se encuentran en el LIMS	45		31,1778	●					
22	Ordenar las muestras en el área de lavado después de ser leídas	45		54,1556						
23	Designar un lugar en la Sala de Diluciones2 para almacenamiento (muestras de concentrados y muestras especiales)	45		68,3556						
24	Eliminar residuos líquidos ácidos generados de los ICP	45		38,2						
25	Trasladar al almacén de residuos los frascos de vidrio de los insumos agotados	45		75,2222						
Total		45		1402,62	10	3	0	1	11	0

Figura 17. Diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP pretest

Cálculo de la capacidad de proceso

Para el cálculo de la capacidad del proceso se tuvo en cuenta las horas disponibles en casa semana y el tiempo que se demora en realizar el análisis de una muestra mineral en el área de acoplamiento inductivo.

Datos:

Tiempo disponible semanal

Horas de trabajo/día= 8 horas

Días de trabajo semanal = 6, 5 días (Se trabaja de lunes a sábado)

Cálculo de tiempo disponible por semana (TDs)

$$TDs = 8 \times 6,5 \times 60 = 3120 \text{ minutos}$$

Donde:

TDs: Tiempo disponible por semana

Además, como dato se tuvo que 45 muestras minerales son analizadas en 1402,62 minutos. Siendo así realizando el cálculo, se obtuvo lo siguiente:

$$Tam = \frac{1402,62}{45} = 31,17 \text{ minutos}$$

Donde

Tam: Tiempo de análisis de una muestra.

Así pues, cada muestra mineral es analizada en 31,17 minutos.

Entonces:

$$Cp = \frac{3120}{31,17} = 100,09$$

Donde

Cp: Capacidad del proceso

Siendo así, por cada 3120 minutos es posible realizar el análisis de 100 muestras minerales.

3.5.2.1 Problemática

C1: Falta de Limpieza

Se visualizó material innecesario en mesas o gavetas, material irrelevante identificado a simple vista, esto debido a que no existen estándares para descartar materiales, no existen normas para desechar materiales y equipos.



Figura 18. Falta de limpieza en ICP

C2: Falta de Orden

Se observó falta de orden en el área de ICP debido a espacios ocupados por cajas, gavetas con mezcla de documentos y materiales sin afinidad de uso, así pues, no se evidenció criterios para la organización de documentos y equipos.



Figura 19. Falta de orden en ICP

C3: Inapropiada distribución de área de trabajo ICP

Se observó que no hay un lugar específico para las herramientas de limpieza, equipos de oficina con cables sueltos, presencia de polvo, grasa y suciedad.



Figura 20. Inapropiada distribución de área de trabajo ICP

C4: Incorrecta disposición de materiales

Se visualizó la inadecuada disposición de materiales debido a que los materiales no se ubicaban de manera adecuada.



Figura 21. Incorrecta disposición de materiales

C5: Demora en la búsqueda de materiales

Se observó demora en la búsqueda de materiales debido al desorden del área de ICP, sobrecarga de trabajo.



Figura 22. Demora en la búsqueda de materiales

C6: Falta de cuidado de equipo de laboratorio

Se observó falta de cuidado de equipo de laboratorio debido a la falta de formatos de control ya demás utilización inadecuado.



Figura 23. Falta de cuidado de equipo de laboratorio

C7: Falta de clasificación de materiales

Se evidenció que no se considera necesario la clasificación de materiales necesarios de los innecesarios y además la deficiente distribución de espacios impactaba en la entrega de muestras ICP.



Figura 24. Falta de clasificación de materiales

C8: Falta de seguimiento de trabajo

Se observó que no se contaba con formatos de control de actividades y, además, la falta análisis de información era un condicionamiento que generaba impacto en el problema. Así pues, por la falta de formatos de control visual no era posible identificar el área del problema.



Figura 25. Falta de seguimiento de trabajo

3.5.3 Pretest

Variable: Metodología 5S

Al evaluar el área ICP según la metodología 5S, se obtuvo que respecto al nivel de cumplimiento se obtuvo un el puntaje total de 28, lo cual en porcentaje significó un 28% de cumplimiento de las 5S.

Tabla 7. Resumen de la metodología 5S pretest

Fase	Puntaje acumulado pretest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiri	32	150	21%
Seiton	35	150	23%
Seiso	45	150	30%
Seiketsu	44	150	29%
Shitsuke	37	150	25%
Promedio	39	150	26%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

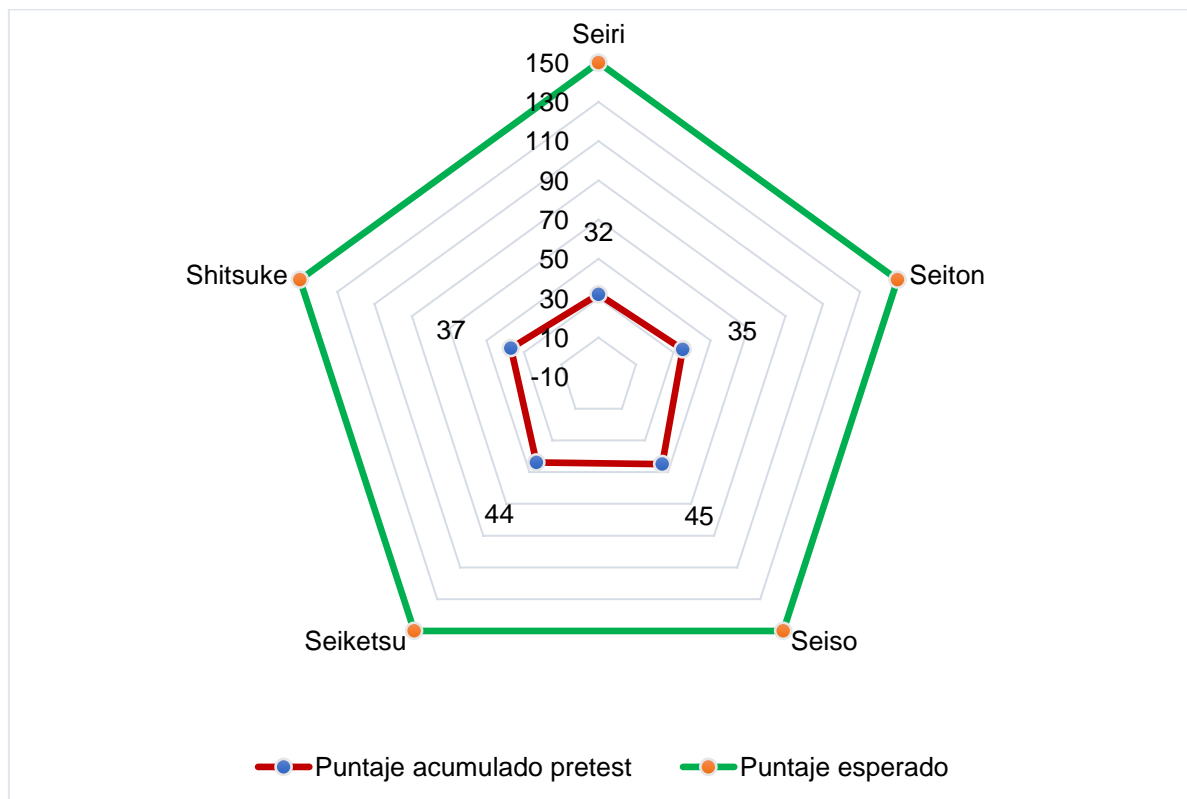


Figura 26. Metodología 5S pretest

Dimensiones

Dimensión 1: Seiri

La falta de clasificación de los materiales necesarios en mesas o gavetas, la falta de estándares para descartar materiales innecesarios, y la no existencia de normas para desechar materiales y equipos dieron como resultado una calificación de 65% en la dimensión Seiri.

Tabla 8. Resumen de la calificación de la dimensión Seiri pretest

Fase	Puntaje acumulado pretest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiri	32	150	21%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 2: Seiton

Los espacios de almacenamiento y equipos sin rotulado, documentos sin etiquetar, mezcla de documentos en las gavetas y materiales sin afinidad de uso y la falta de criterios para la organización de documentos y equipos dieron como resultado una calificación de 20% en la dimensión Seiton.

Tabla 9. Resumen de la calificación de la dimensión Seiton pretest

Fase	Puntaje acumulado pretest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiton	35	150	23%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 3: Seiso

La falta de un programa de limpieza sin un responsable de la verificación que se ejecute, además, la falta de un lugar específico para las herramientas de limpieza, dieron como resultado una calificación de 35% en la dimensión Seiso.

Tabla 10. Resumen de la calificación de la dimensión Seiso pretest

Fase	Puntaje acumulado pretest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiso	45	150	30%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 4: Seiketsu

La falta de identificación de recursos, la falta de procedimientos y guías para mantener la aplicación de las 3 primeras S, la falta de motivación de mantenimiento de las S, evidenció la falta de compromiso del personal dieron como resultado una calificación de 0% en la dimensión Seiketsu.

Tabla 11. Resumen de la calificación de la dimensión Seiketsu pretest

Fase	Puntaje acumulado pretest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiketsu	44	150	29%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 5: Seitsuke

La no existencia de evidencia respecto a la observancia estricta de las regulaciones y normas relacionadas con 5S, un entorno laboral poco agradable, el trato descortés entre los trabajadores, el poco cuidado por los recursos de la empresa y la falta de regulaciones sobre comer/beber/fumar en áreas no destinadas a tales fines dieron como resultado una calificación de 20% en la dimensión Seitsuke.

Tabla 12. Resumen de la calificación de la dimensión Seitsuke pretest

Fase	Puntaje acumulado pretest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Shitsuke	37	150	25%


Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Variable: Productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se restó el tiempo disponible para realizar las muestras con el tiempo de descanso, luego se dividió y se multiplicó por 100% obteniendo como resultado un promedio de 96,92%.


Tabla 13. Recopilación de eficiencia pretest

 Instrumento para medir la eficiencia			
Área de la empresa: Acoplamiento inductivo	$EFN = \frac{TU}{TD} \times 100\%$ EFN: Porcentaje de eficiencia (%) TU: Tiempo útil(min) TD: Tempo disponible(min)		
Proceso/operación: Análisis de muestras			
Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			
Semana	TU	TD	EFN
S01	2340	3120	75%
S02	2246,4	3120	72%
S03	2308,8	3120	74%
S04	2558,4	3120	82%
S05	2308,8	3120	74%
S06	2340	3120	75%
S07	2402,4	3120	77%
S08	2402,4	3120	77%
S09	2464,8	3120	79%
S10	2558,4	3120	82%
S11	2589,6	3120	83%
S12	2527,2	3120	81%
S13	2340	3120	75%
Promedio	2414,256	3120	77,38%
NOTA: Recopilación de datos de eficiencia pretest			

Dimensión 2: Eficacia


Para el cálculo de la eficacia se dividió el número de muestras realizadas entre el número de muestras programadas y se multiplicó por 100%, obteniendo como resultado un promedio de 79,85%.

Tabla 14. Recopilación de eficacia pretest

		Instrumento para medir la eficacia	
Área de la empresa: Acoplamiento inductivo		$EFC = \frac{Nmr}{Nmp} \times 100\%$ EFC: Porcentaje de eficiencia (%) Nmr: Número de muestras realizadas (Und/Sem) Nmp: Numero de muetras programadas(Und/Sem)	
Proceso/operación: Análisis de muestras			
Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			
Semana	<i>Nmr</i>	<i>Nmp</i>	EFC
S01	77	100	77%
S02	75	100	75%
S03	75	100	75%
S04	83	100	83%
S05	75	100	75%
S06	79	100	79%
S07	80	100	80%
S08	79	100	79%
S09	83	100	83%
S10	84	100	84%
S11	85	100	85%
S12	85	100	85%
S13	78	100	78%
Promedio	79,85	100	79,85%
NOTA: Recopilación de datos de eficacia pretest			

Así pues, para evaluar la productividad se consideró el porcentaje de eficiencia en el que se restó el tiempo disponible para realizar las muestras con el tiempo de descanso, luego se dividió y se multiplicó por 100% obteniendo como resultado un promedio de 96,92%. Por otra parte, para el cálculo de la eficacia se dividió el número de muestras realizadas entre el número de muestras programadas y se multiplicó por 100%, obteniendo como resultado un promedio de 79,85%. Así pues, al multiplicar el porcentaje de eficiencia por el porcentaje de eficacia se obtuvo como nivel porcentual de productividad un 77,38%.

Tabla 15. Recopilación de productividad pretest

		Instrumento para medir la productividad	
Área de la empresa: Acoplamiento inductivo		$Np = EFN \times EFC$	
Proceso/operación: Análisis de muestras			
Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			
		Np: Nivel porcentual de productividad (%). EFN: Porcentaje de eficiencia (%). EFC: Porcentaje de eficacia (%).	
Semana	EFN	EFC	Np
S01	75%	77%	75%
S02	72%	75%	72%
S03	74%	75%	74%
S04	82%	83%	82%
S05	74%	75%	74%
S06	75%	79%	75%
S07	77%	80%	77%
S08	77%	79%	77%
S09	79%	83%	79%
S10	82%	84%	82%
S11	83%	85%	83%
S12	81%	85%	81%
S13	75%	78%	75%
Promedio	77,38%	79,85%	77,38%
NOTA: Recopilación de datos de productividad pretest			

3.5.4 Propuesta de mejora

Tabla 16. Matriz causa-solución

CAUSAS DEL PROBLEMA		SOLUCION	ACCIONES A REALIZAR
1	Demora en la búsqueda de materiales	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Aplicación de Seiri <ul style="list-style-type: none"> • Se retira los artículos no necesarios e los necesarios. • Se establece criterios de clasificación
2	Inapropiada distribución de área de trabajo		Aplicación de Seiri <ul style="list-style-type: none"> • Se ordena los artículos seleccionados como necesarios, definiendo el lugar para cada cosa.
3	Incorrecta disposición de materiales		Aplicación de Seiton <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una guía de ubicaciones. • Definir sitios para cada objeto.
4	Falta de orden		Aplicación de Seiton <ul style="list-style-type: none"> • Delimitar los objetos en las áreas defendidas según colores. • Fundamentalmente se debe ordenar los objetos de la lista de objetos necesarios.
5	Falta de clasificación de materiales		Aplicación de Seiton <ul style="list-style-type: none"> • Designar lugares específicos en estantes, cajones, entre otros.
6	Falta de limpieza		Aplicación de Seiso <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar el programa de limpieza. • Definir método de limpieza. • Establecer disciplina. • Designar responsable de limpieza. • Definir frecuencia y fechas de limpieza. • Listar todas las actividades de limpieza a realizar. • Listar artículos o equipos que se requiere para la limpieza. • Documentar actividades de limpieza mediante un procedimiento.
7	Falta de cuidado de equipo de laboratorio		Aplicación de Shitsuke <ul style="list-style-type: none"> • Integrar las actividades de la metodología 5S en el trabajo. • Evaluar resultados.
8	Falta de seguimiento de trabajo		Aplicación de Seiketsu <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento se refiere a asumir como un hábito de realizar las actividades sen base a la filosofía 5S. • Capitación continua • Campañas de sensibilización • Organizar reunión de seguimiento

Nota. Elaborado como propuesta de solución para mejorar la productividad en la empresa Certimin S.A.

3.5.5 Desarrollo de la propuesta

La propuesta realizada se basó en Socconini (2019) quien planteo la aplicación de las 5S en 5 etapas .

Etapa 0: Planificación y preparación.

En esta etapa se estableció la fecha de inicio de implementación y el responsable de cada etapa (Ver tabla 20). Además, se tomó fotografías del área de acoplamiento inductivo (Ver figura 18, figura 19, figura 20, figura 21, figura 22, figura 23 y figura 24).

Etapa 1: Implementación de la primera S(Seleccionar).

Para la implementación de esta fase, y basándose en la información recopilada durante el diagnóstico, se ejecutó una selección de los ítems ubicados dentro de las instalaciones del laboratorio en dos grandes categorías: necesarios y no necesarios. Para este fin se diseñó un diagrama de flujo de selección de materiales (Ver figura 27).

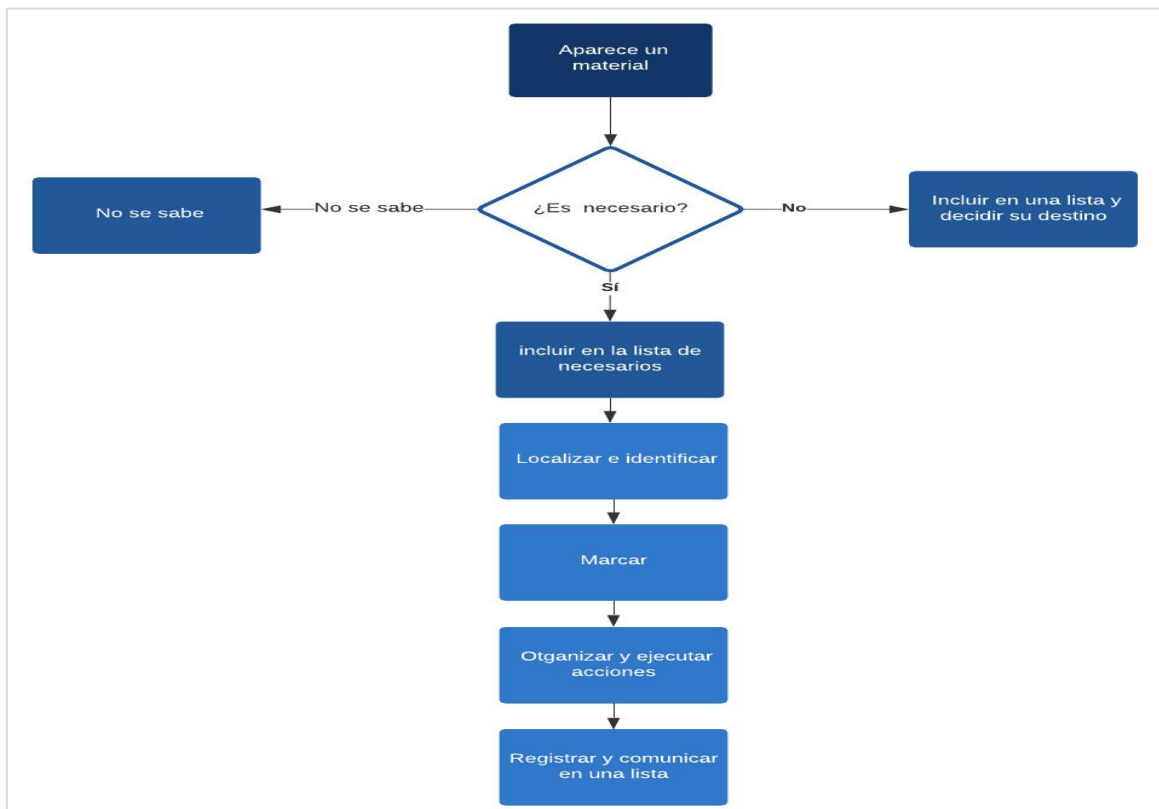



Figura 27. Diagrama de flujo de selección de materiales

Así pues, se ejecutó una sesión de “red-tagging”, en la que se colocó etiquetas (normalmente de color rojo) para identificar artículos, ítems o herramientas en el laboratorio y asignar una acción de disposición adecuada (vender, desechar, reubicar) o un sitio de almacenamiento. Algunos de los ítems identificados como no necesarios fueron:

Tabla 18. Lista de objetos necesarios


 Lista de objetos necesarios		Formato: F1-SRI-2021-MNE
Área Acoplamiento inductivo		
Nro	Objeto	Ubicación
1	Pipetas volumétricas de 1, 2, 4, 5,10, 20, 25 y 50 ml.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
2	Micropipeta de 100-1000 VII.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
3	Micropipeta de 500-5000 BI.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
4	Matraces aforados de 10, 25, 50, 100, 200, 250, 500, 1000 y 2000 ml.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
5	Probetas de 100 ml. y 500 ml.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
6	Tubos de vidrio de 16 x 100 mm.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
7	Tubos de plástico de 16 X100 mm.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
8	Gradillas para 60 tubos	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
9	Para lecturas de aguas se requiere en forma exclusiva de: Antorcha de bajo flujo, bonnet, cámara de rocío y nebulizador.	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
10	Para lecturas de sedimentos, lodos, suelos y soluciones se requiere en forma exclusiva de: antorcha de alto Flujo, bonnet, cámara de rocío y nebulizador	Lecturas de muestras ambientales ICP-OES
11	Pipetas volumétricas de 10 ml	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS
12	Micropipeta de 10-100 uL	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS
13	Micropipeta de 2-20 uL	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS
14	Micropipeta de 100-1000 uL	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS
15	Matraces aforados de 10, 25, 50, 100, 200, 250, 500, 1000 y 2000 ml.	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS

**Lista de objetos necesarios**Formato:
F1-SRI-2021-MNE**Área** Acoplamiento inductivo

Nro	Objeto	Ubicación
16	Tubos de propileno	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS
17	Gradillas	Lecturas de muestras ambientales ICP-MS
18	Pipetas de 5,10,25,50ml	Lecturas de muestras geoquímicas
19	Micropipetas de 100-1000 uL,25-250uL Y 2-20uL, 0.5-5 mL	Lecturas de muestras geoquímicas
20	Matraces aforados de 10, 25, 50, 100, 200, 250, 500, 1000 y 2000 ml.	Lecturas de muestras geoquímicas
21	Tubos de vidrio de 16 x 100 mm, 16x125 mm	Lecturas de muestras geoquímicas
22	Tubos de polipropileno 16x100 mm, 16x125 mm	Lecturas de muestras geoquímicas
23	Gradillas de 40, 60 tubos	Lecturas de muestras geoquímicas
24	Parafilm	Lecturas de muestras geoquímicas
25	Puntas de plástico descartables para micropipeta de 100-1000 mL y 0.5-5mL	Lecturas de muestras geoquímicas
26	Dispensadores de 5-50mL para ácidos y de 5-50 mL y/o 1-10mL para diluciones	Lecturas de muestras geoquímicas

Nota. Entregable producto de Seiri

Tabla 19. Lista de objetos innecesarios

		Lista de objetos innecesarios	Formato:
			F2-SRI-2021-MNONE
		Área	Acoplamiento inductivo
Nro	Objeto	Ubicación	
1	Cajas vacías de insumos	Área de reciclaje	
2	Galoneras plásticas de insumos	Área de reciclaje	
3	Contenedores deteriorados	Área de reciclaje	

Nota. Entregable producto de Seiri

Etaapa 2: Implementación de la segunda S (Ordenar)

Se ordenó los artículos seleccionados como necesarios, definiendo el lugar para cada cosa. Fundamentalmente se ordenó los objetos en las áreas defendidas según colores. En primer lugar, se ubicó un coche en la entrada del área de ICP, para recibir las muestras minerales provenientes del área de vía húmeda de geoquímica, vía húmeda concentras y ambientales. Así pues, se dio una correcta ubicación a las muestras ya leídas que se venían dejando en una mesa ubicada en el pasadizo en medio de la sala de diluciones 1 y sala ICP-OES, lo cual ocasionada obstrucción de espacios de transporte.



Figura 28. Mesa ubicada en el pasadizo



Figura 29. Coche para muestras en la entrada de área ICP

En la sala de diluciones 1 se observó un desorden a la hora de trabajar las muestras por la falta de una cultura de orden. Así pues, se limpió e indicó el lugar de los materiales de trabajo y se ordenó el espacio de la sala de diluciones 1.



Figura 30. Desorden en el área de trabajo de muestras



Figura 31. Área de trabajo de muestras ordenada

Así pues, se designó lugares específicos en estantes para la colocación de productos.



Figura 32. Falta de clasificación de materiales pretest



Figura 33. Orden mediante la clasificación de materiales en de sala de diluciones 1
En la sala de diluciones 2 se encontraron galoneras vacías de insumos en las que se visualizó que algunas de ellas estaban sin identificar. En este caso, a las galoneras se les dio la disposición adecuada, mientras que las muestras, antes esparcidas encima de la mesa, se almacenaron en un espacio anteriormente utilizado para guardar los guardapolvos del personal del área.



Figura 34. Sala de diluciones 2 pretest



Figura 35. Sala de diluciones 2 ordenada



Figura 36. Estado de mesones pretest



Figura 37. Estado de mesones postest



Figura 38. Estado de plantillas pretest



Figura 39. Estado de plantillas postest




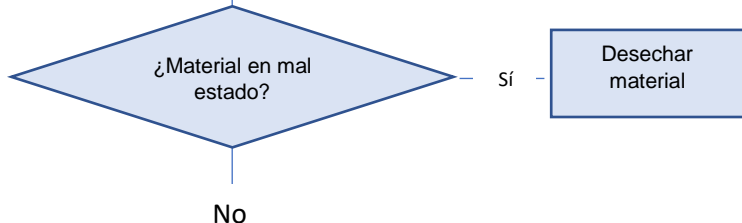
Figura 40. Estado de mesones y plantillas de muestras pretest



Figura 41. Estado de mesones y plantillas de muestras postest

Se realizó una guía de ubicaciones de materiales (**Ver tabla 20**) en la cual se definió el responsable de ejecutarla.

Tabla 20. Guía de ubicaciones de materiales

	Guía de ubicaciones de materiales	Elaborado por:	Formato:	
		Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl	F1-SON-2021-GU	
1. ALCANCE				
Realizar ubicaciones de los objetos en cada área de ubicación establecida				
2. PRINCIPIO DEL METODO				
Según el tipo de muestra se guardará los materiales necesarios según corresponda				
3. PROCEDIMIENTO				
1	Identificar tipo de material			
2	Verificar que los materiales se encuentren en buen estado			
3	Desechar material en mal estado (En caso se requiera)			
4	Guardar tipo de material según lista de materiales necesarios (Ver formato F1-SRI-2021-MNE)			
Diagrama de flujo de clasificación de materiales				
Etapa	Actividades	Responsable	Formato y/o registro	Comentario
1	Inicio	Analista Auxiliar		
2	Identificar tipo de material	Analista Auxiliar		
3	Verificar estado de material	Analista Auxiliar		
4		Analista Auxiliar		Desechar material en caso se requiera
5	Guardar material	Analista Auxiliar	F1-SRI-2021-MNE	


4. CONDICIONES GENERALES
Los materiales deben estar correctamente desinfectados antes de ser ubicados en el área que corresponde.
Debe realizarse la limpieza de los estantes o mesas de guardado antes de ubicar los materiales
Se debe utilizar guantes, bata y tapabocas para la manipulación de los materiales
Se debe comunicar al analista de laboratorio sobre los materiales en mal estado en caso se hayan encontrado casos.

Nota. Guía elaborada en relación al formato F1-SRI-2021-MNE (Ver tabla 18)

Etapa 3. Implementación de la tercera S(Limpiar)


Se realizó un programa de limpieza y se estableció la disciplina mediante formatos de control (**Ver tabla 25**) supervisados por el responsable de limpieza designado. Además, se definió la frecuencia y fechas de limpieza y se listó los artículos que se requieren para la limpieza y se documentó las actividades de limpieza mediante un procedimiento.

Tabla 21. Programa de limpieza

		FORMATO DE PROGRAMA DE LIMPIEZA													Formato:							
		Elaborado por:			Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl										F1-SSO-2021-PL							
Área	Actividad	Condición	Frecuencia	Responsable	JUNIO																	
					14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Pisos	Limpieza	Escoba	Diario	Personal de limpieza																		
Paredes y puertas	Limpieza	Trapero desinfectante + solución según recomendaciones del fabricante	Semanal	Personal de limpieza																		
Gabinetes	Limpieza	Paño, guantes, tapabocas y agua	Trimestral	Personal de laboratorio																		
Mesones	Limpieza	Paño desinfectante+solución (Según recomendaciones del fabricante)	Diario	Personal de laboratorio																		
Escritorios	Limpieza	Paño+detergente diluido en agua	Diario	Personal de limpieza																		

Nota. Formato de programa de limpieza complementado con el formato de control de limpieza (**Ver tabla 22**)

Tabla 22. Control de limpieza

		FORMATO DE CONTROL DE LIMPIEZA			Formato:	
		Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			F1-SSO-2021-CL	
Fecha:14/06/2021		Día: 21			Mes: Junio	Año:2021
Área	Actividad	Condición	Frecuencia	Responsable	Cumplimiento	
Pisos	Limpieza	Escoba	Diario	Personal de limpieza	✓	
Paredes y puertas	Limpieza	Trapero desinfectante + solución según recomendaciones del fabricante	Semanal	Personal de limpieza	✓	
Gabinetes	Limpieza	Paño, guantes, tapabocas y agua	Trimestral	Personal de laboratorio	✓	
Mesones	Limpieza	Paño desinfectante+solución (Según recomendaciones del fabricante)	Diario	Personal de laboratorio	✓	
Escritorios	Limpieza	Paño+detergente diluido en agua	Diario	Personal de limpieza	✓	

Nota. El control de limpieza se realizó de acuerdo al programa de limpieza **(Ver tabla 21)**.

Se realizó limpieza de gabinetes, mesones y escritorios según el programa de limpieza **F1-SSO-2021-PL**.



Figura 42. Estado de gabinetes, mesones y escritorios pretest



Figura 43. Estado de gabinetes, mesones y escritorios posttest

Después de realizar limpieza de gabinetes, mesones y escritorios según el programa de limpieza **F1-SSO-2021-PL** (Ver tabla 24) se registró las actividades realizadas en el formato **F1-SSO-2021-CL** (Ver tabla 25).




Figura 44. Control de limpieza de gabinetes, mesones y escritorios (1)



Figura 45. Control de limpieza de gabinetes, mesones y escritorios (2)

Para que se mantenga las actividades de limpieza se elaboró un procedimiento de limpieza (**Ver tabla 26**).

Tabla 23. Procedimiento de limpieza

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA</p>	<p style="text-align: center;">Formato:</p>
		<p style="text-align: center;">F1-SSO-2021-PL</p>
<p>Elaborado por:</p>	<p>Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl</p>	
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Establecer las actividades de limpieza en el área de acoplamiento inductivo a fin de disminuir la carga contaminante ambiental.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Este procedimiento aplica para el área de limpieza de acoplamiento inductivo que debe ser manejado por personal de laboratorio y personal de limpieza</p> <p>3. DEFINICIONES</p> <p>Limpieza: es el proceso que se sigue para eliminar polvo o desinfectar áreas a fin de reducir la carga bacteriana y mantener un entorno de trabajo saludable.</p> <p>4. CONDICIONES GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • La limpieza de los mesones debe realizarse antes del desarrollo de las actividades, esto es al iniciar la jornada laboral para evitar una contaminación cruzada. • La limpieza de los equipos de laboratorio es responsabilidad del analista auxiliar • Se debe ubicar los materiales de acuerdo al F1-SON-2021-GU. • La preparación de las soluciones de limpieza deberá realizarse de acuerdo a especificaciones del fabricante. • El control de las actividades de limpieza se registra en el formato F1-SSO-2021-CL. 		

5. FRECUENCIA Y CONDICIONES DE LIMPIEZA

Área	Actividad	Condición	Frecuencia	Responsable
Pisos	Limpieza	Escoba	Diario	Personal de limpieza
Paredes y puertas	Limpieza	Trapero desinfectante + solución según recomendaciones del fabricante	Semanal	Personal de limpieza
Gabinetes	Limpieza	Paño, guantes, tapabocas y agua	Trimestral	Personal de laboratorio
Mesones	Limpieza	Paño desinfectante+solución (Según recomendaciones del fabricante)	Diario	Personal de laboratorio
Escritorios	Limpieza	Paño+detergente diluido en agua	Diario	Personal de limpieza

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

N°	Descripción	Área	Responsable
1	Preparar las soluciones de limpieza desinfectante.	ICP	Personal de limpieza
2	Limpia piso con la escoba.	ICP	Personal de limpieza
3	Frota mesones y gabinetes humedeciéndolos con agua	ICP	Personal de limpieza
4	Frota el piso con el trapeador limpio.	ICP	Personal de limpieza
5	Retira reactivos de los gabinetes empleando guantes de seguridad.	ICP	Personal de laboratorio
6	Ubica materiales según formato F1-SON-2021-GU.	ICP	Personal de laboratorio
7	Registra actividades de limpieza F1-SSO-2021-CL.	ICP	Personal de laboratorio

Etapa 4: Implementación de la cuarta S (estandarizar).

Para la implementación de esta fase, se revisó los flujos de trabajo actualmente existentes, a fin de verificar si existe alguna oportunidad de mejora eliminando o disminuyendo tiempos muertos. A los fines de identificar rápidamente cualquier irregularidad en las labores y corregirla, se desarrolló un flujograma con documentos asociados (**Ver tabla 24**) y comentarios adicionales que permitan verificar todos los puntos críticos de control de la actividad.


Tabla 24. Flujograma con documentos asociados

Item	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	RESPONSABLE	REGISTRO	COMENTARIOS
1	INICIO	----	----	----
2	Recepción de muestras y O/T	Analistas	FC-09-02-32 FC-09-04-01 FC-09-02-75 FC-09-02-78	Se verifica lo siguiente: Recepción de las muestras para lecturas en registro Ingreso de muestras para ICP O/T de muestras ambientales O/T de muestras minerales - Presentadas en solución, debidamente identificadas, numeradas por orden correlativo y tapadas. - Los controles de proceso de acuerdo al tipo de ensayo deben ser entregados junto con las muestras, preparados en las mismas condiciones que estas. - El medio de las soluciones que no provienen de CERTIMIN, utilizando papel indicador de pH
3	Controles antes de iniciar las Lecturas	Analistas	FC-09-02-10 FC-09-04-42 FC-11-01-01 FC-11-01-35 FC-11-01-49 FC-09-02-44 FC-09-02-80 FC-11-01-51 FC-11-01-41 FC-11-01-58 FC-09-02-60	Verificación de los siguientes temas: - Control de Gases - Condiciones Ambientales - Condiciones de Mantenimiento y Calibración de los Equipos - Operatividad del Equipo OES - Operatividad de equipo ICPMS - Materiales de Referencia - Trazabilidad de Estándares de Calibración y/o Soluciones preparadas Informe de Verificación de material de vidrio y plástico Verificación de los dispensadores/Micropipeta Tablas de corrección Evaluación de Certificado /Informe
4	Lecturas por ICP	Analistas	FC-09-02-59	Ver ítem 5,2, Registrar control de lecturas por ICP...
5	Controles en el proceso de Lectura	Analistas	FC-13-01-04	Verificar que las lecturas de los blancos cumplan con los criterios de aceptación de acuerdo al instructivo de lectura en uso. Si se detectara algún problema con las lecturas se registra un TNC
6	Reporte de Lecturas	Analistas	FC-09-02-32	Revisa y envía los resultados de las lecturas al sistema LIMS, registra en la orden de trabajo su firma y la fecha de salida, también se registra la salida en formato de Control de Muestras para lecturas por ICP..., Ver ítem 5,7,
7	Manejo de Residuos	Supervisor /Auxiliar de Laboratorio/Analista	FC-09-02-25 FC-24-01-17	Los Residuos generados de los ICP serán neutralizados y posteriormente eliminados y se registra en el formato indicado, Ver ítem 5,8
8	FIN	----	----	----

Nota. Flujograma con documentos asociados de análisis de muestras en el área de ICP

Para el cálculo del tiempo estándar se tuvo en cuenta el tiempo observado, la valoración, el tiempo básico y el suplemento. Así pues, se realizó las observaciones correspondientes (**Ver anexo 16**).

Tabla 25. Estudio de tiempos

 FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS								Formato: F1-SKE-2021-ET																					
Elaborado por:								Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl																					
N°	Descripción de la actividad	Tipo de operación	Nombre del Operario	Tiempo observado (min)	Valoración	Tiempo básico (min)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recibir O/T y muestras	MAN		28,375	1,10	31,213	1,120	34,958	29	31	28	26	31	27	27	28	30	27	6	31	28	26	31	27	27				
2	Verificar especificaciones	MAN		76,563	0,90	68,906	1,120	77,175	75	78	75	74	79	78	88	68	77	79	6	75	74	75	78	75	77				
3	Verificar estado de conexiones eléctricas y procedimientos SSOMA	MAN		53,333	1,10	58,667	1,120	65,707	54	59	52	55	50	52	51	50	52	58	5	50	52	54	59	52					
4	Verificar condiciones ambientales	MAN		32,294	1,10	35,524	1,120	39,786	30	35	30	30	32	35	31	32	34	36	7	30	30	32	32	34	36	30			
5	Verificar que los equipos hayan cumplido con el plan de mantenimiento y verificación	MAN		49,933	1,00	49,933	1,120	55,925	52	51	45	44	51	50	51	50	48	52	5	51	50	51	52	51					
6	Verificar dispensadores y micropipetas	MAN		62,818	1,00	62,818	1,130	70,985	62	65	62	61	60	64	62	61	65	64	1	65									
7	Registrar cambio o recarga de argón y verificar operatividad del equipo	MAN		95,273	0,90	85,745	1,120	96,035	97	92	97	96	98	94	95	96	93	94	1	96									
8	Llevar control de materiales de referencia utilizados para preparar los estándares	MAN		45,643	1,00	45,643	1,120	51,120	43	48	44	43	45	49	48	44	48	43	4	49	44	43	48						
9	Verificar volumen nominal de material de vidrio para preparación de estándares de calibración	MAN		45,538	1,00	45,538	1,120	51,003	45	43	46	45	47	49	44	43	42	47	3	45	47	49							

Al respecto, se realizó una propuesta de un nuevo diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en ICP (Ver figura 46) en el que se combinó el registro de cambio o recarga de argón con la verificación de operatividad del equipo, por lo que se tuvo 13 operaciones, 10 inspecciones y 2 operaciones combinadas.

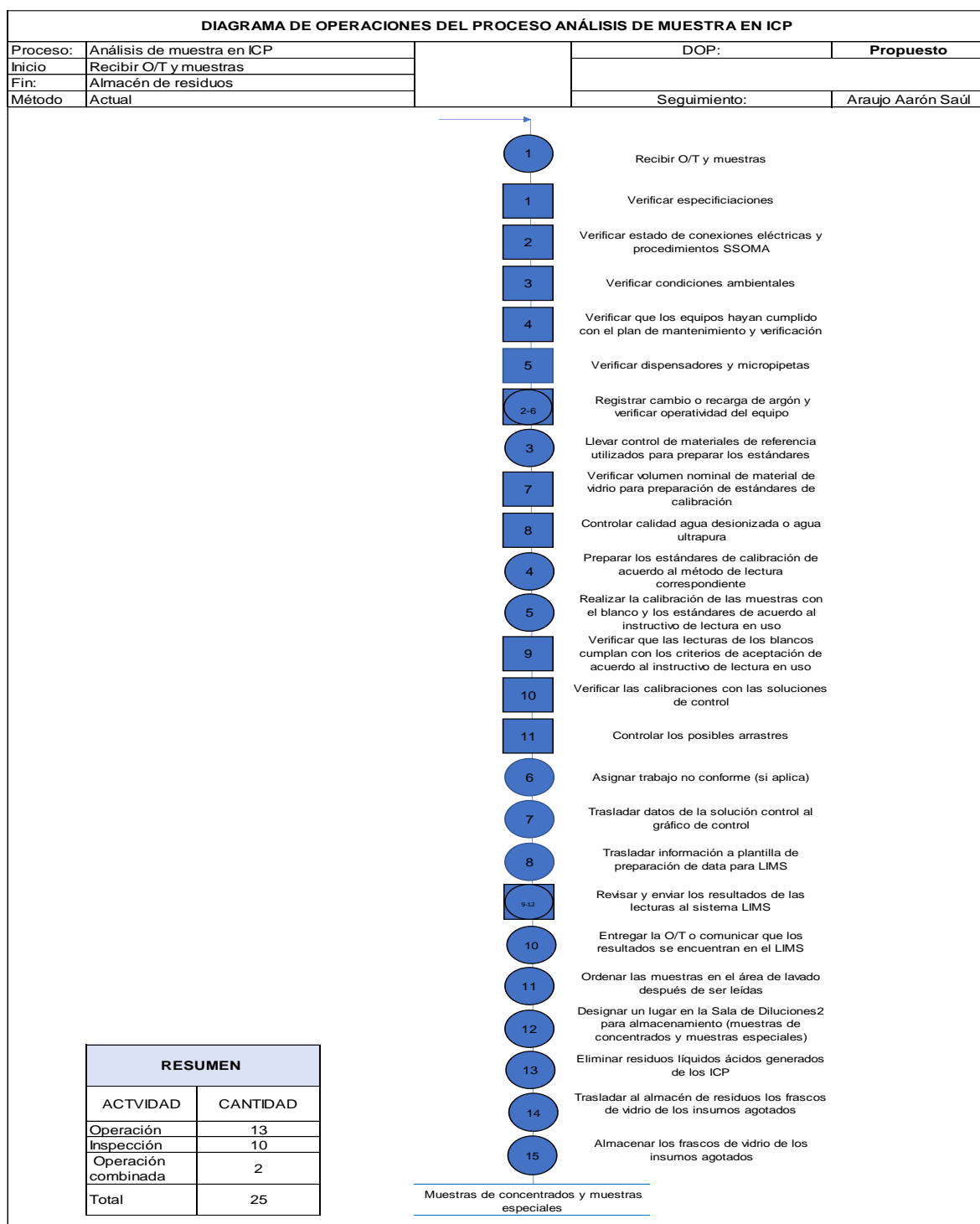


Figura 46. Diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en ICP postest

Además, se realizó una propuesta de un nuevo diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP (**Ver figura 47**) en base al tiempo estándar que se obtuvo en el formato de estudio de tiempos. Así pues, al combinar la operación 2 y la inspección 6 se redujo el tiempo del proceso. En tal sentido, se obtuvo como tiempo se operación estándar de análisis de muestra 1388,4 minutos.












DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO ANÁLISIS DE MUESTRA EN ICP											
OPERARIO		RESUMEN			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
Diagrama num: 1	Hoja num:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	Econom						
Objeto: ICP		Operación 	10	9							
Actividad: Análisis de muestra		Transporte 	3	3							
		Espera 	0	0							
Metodo: Actual		Actividad combinada 	1	2							
Lugar:		Inspección 	11	10							
		Almacenamiento 	0	0							
Operario (s):	Ficha num:	Distancia									
Realizado por:	Fecha:	Tiempo (min)	1402,6	1388,447736							
Aprobado por:	Fecha:	Costo									
		Mano de obra									
		Material									
Nº Act.	ACTIVIDADES	TOTAL		SIMBOLOS		Parl/Sec					
		Cant	Dist	Tiempo	    						
1	Recibir O/T y muestras	45		34,958							
2	Verificar especificaciones	45		77,175							
3	Verificar estado de conexiones eléctricas y procedimientos SSOMA	45		65,707							
4	Verificar condiciones ambientales	45		39,786							
5	Verificar que los equipos hayan cumplido con el plan de mantenimiento y verificación	45		55,925							
6	Verificar dispensadores y micropipetas	45		70,985							
7	Registrar cambio o recarga de argón y verificar operatividad del equipo	45		96,035							
9	Llevar control de materiales de referencia utilizados para preparar los estándares	45		51,120							
10	Verificar volumen nominal de material de vidrio para preparación de estándares de calibración	45		51,003							
11	Controlar calidad agua desionizada o agua ultrapura	45		89,600							
12	Preparar los estándares de calibración de acuerdo al método de lectura correspondiente	45		54,880							
13	Realizar la calibración de las muestras con el blanco y los estándares de acuerdo al instructivo de lectura en uso	45		27,587							
14	Verificar que las lecturas de los blancos cumplan con los criterios de aceptación de acuerdo al instructivo de lectura en uso	45		58,647							
15	Verificar las calibraciones con las soluciones de control	45		50,493							
16	Controlar los posibles arrastres	45		35,840							
17	Asignar trabajo no conforme (si aplica)	45		51,613							
18	Trasladar datos de la solución control al gráfico de control	45		70,747							
19	Trasladar información a plantilla de preparación de data para LIMS	45		61,973							
20	Revisar y enviar los resultados de las lecturas al sistema LIMS	45		84,305							
21	Entregar la O/T o comunicar que los resultados se encuentran en el LIMS	45		31,755							
22	Ordenar las muestras en el área de lavado después de ser leídas	45		37,333							
23	Designar un lugar en la Sala de Diluciones2 para almacenamiento (muestras de concentrados y muestras especiales)	45		59,618							
24	Eliminar residuos líquidos ácidos generados de los ICP	45		59,280							
25	Trasladar al almacén de residuos los frascos de vidrio de los insumos agotados	45		72,080							
	Total	45		1388,4	9	3	0	2	10	0	

Figura 47. Diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP postest

Además, se realizó codificaciones de muestras y se organizó en plantillas de colores.

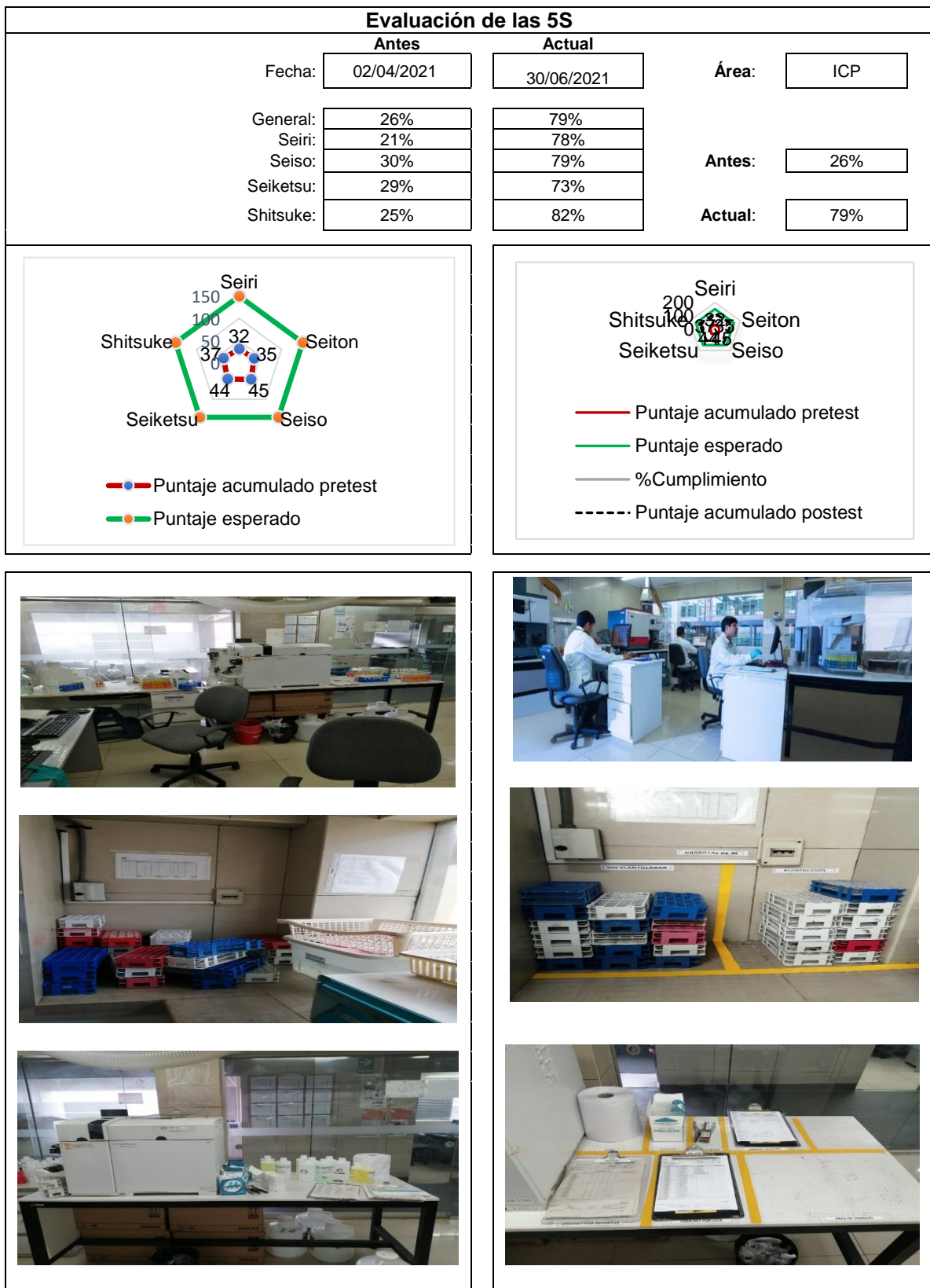


Figura 48. Codificación de muestras en plantillas.



Figura 49. Codificación de muestras en gavetas

Tabla 26. Evaluación de las 5S



Nota. Entregable de la aplicación de la cuarta S el área de acoplamiento inductivo (ICP).

Etapa 5: Implementación de la quinta S(Seguimiento)

Se realizó el seguimiento de las actividades mediante control visual a través de un formato de lista de verificación de limpieza.

A diferencia de las otras cuatro etapas, esta quinta y última fase de la metodología 5S se enfocó en actividades a mediano y/o largo plazo: mantener las condiciones de 5S, así como cumplir y hacer cumplir los estándares de trabajo desarrollados para las actividades del área de ICP. Para esto, se estableció un cronograma de capacitaciones e inspecciones para dotar al personal del área no sólo con la responsabilidad del sostenimiento de las acciones, sino también con las competencias actitudinales y aptitudinales requeridas para la exitosa implementación de la metodología de las 5S.

Tabla 27. Cronograma de capacitaciones e inspecciones

	CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES E INSPECCIONES											
	Formato:											
	F1-SKU-2021-FCI											
Elaborado por:				Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl								
Actividad	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Set 21	Oct 21	Nov 21	Dic 21	Ene 22	Feb 22	Mar 22	Abr 22	May 22
Jornadas Orden y Limpieza	X			X			X			X		
Capacitaciones		X			X			X			X	
Inspecciones			X			X			X			X

Nota. El cronograma incluye actividades a mediano y/o largo plazo.

3.5.6 Sostenimiento de la propuesta

Para el sostenimiento de la propuesta será necesario realizar la lista de objetos necesarios y no necesarios, utilizando los formatos **F1-SRI-2021-MNE (Ver tabla 18)** y **F2-SRI-2021-MNONE (Ver tabla 19)**. En tal sentido, se deberá seguir la guía de ubicaciones de materiales **F1-SON-2021-GU (Ver tabla 20)**. Asimismo, será necesario cumplir con el programa de limpieza **F1-SSO-2021-PL (Ver tabla 21)**. Al respecto, para verificar el cumplimiento del programa será necesario emplear el formato de control de limpieza **F1-SSO-2021-CL (Ver tabla 22)**. Así también se deberá seguir con el procedimiento de limpieza **F1-SSO-2021-PL (Ver tabla 23)**. Además, se deberá identificar rápidamente cualquier irregularidad en las labores y corregirla (**Ver tabla 24**). Adicionalmente, se deberá cumplir con el cronograma de capacitaciones e inspecciones **F1-SKU-2021-FCI (Ver tabla 26)**.

3.5.7 Posttest

Variable: Metodología 5S

Al evaluar el área ICP según la metodología 5S, se obtuvo que respecto al nivel de cumplimiento se obtuvo un puntaje total de 62, lo cual en porcentaje significó un 74% de cumplimiento de las 5S.

Tabla 28. Resumen de la metodología 5S posttest

Fase	Puntaje acumulado posttest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiri	117	150	78%
Seiton	128	150	85%
Seiso	118	150	79%
Seiketsu	109	150	73%
Shitsuke	123	150	82%
Promedio	119	150	79%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

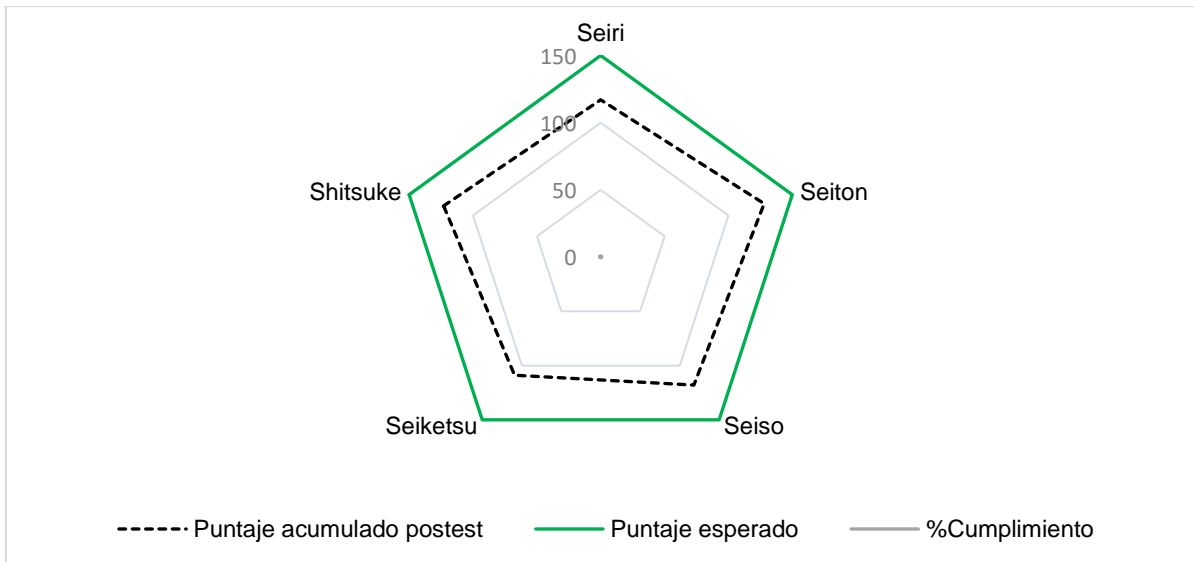


Figura 50. Metodología 5S posttest

Dimensiones

Dimensión 1: Seiri

Después de la clasificación de los materiales necesarios en mesas o gavetas se descartó los materiales innecesarios teniendo como resultado una calificación de 78% en la dimensión Seiri.

Tabla 29. Resumen de la calificación de la dimensión Seiri pretest

Fase	Puntaje acumulado postest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiri	117	150	78%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 2: Seiton

Al ordenar los materiales necesarios en las gavetas y mesones en base a la lista de materiales necesarios se tuvo una calificación de 85%.

Tabla 30. Resumen de la calificación de la dimensión Seiton pretest

Fase	Puntaje acumulado postest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiton	128	150	85%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 3: Seiso

Al realizar un programa de limpieza, designar un responsable de la verificación de las actividades de limpieza y organizar las herramientas de limpieza, se obtuvo una calificación de 79% en la dimensión Seiso.

Tabla 31. Resumen de la calificación de la dimensión Seiso pretest

Fase	Puntaje acumulado postest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiso	118	150	79%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 4: Seiketsu

Después de realizar procedimientos, guías, formatos de control de limpieza, cronograma de limpieza y el cronograma de capacitación se tuvo como resultado una calificación de 73% en la dimensión Seiketsu.

Tabla 32. Resumen de la calificación de la dimensión Seiketsu pretest

Fase	Puntaje acumulado postest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Seiketsu	109	150	73%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Dimensión 5: Seitsuke

Con la existencia de formatos de control y el programa de capacitaciones se tuvo una una calificación de 70% en la dimensión Seitsuke.

Tabla 33. Resumen de la calificación de la dimensión Seitsuke pretest

Fase	Puntaje acumulado postest	Puntaje esperado	%Cumplimiento
Shitsuke	123	150	82%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.


Variable: Productividad

La productividad se calculó multiplicando la eficiencia por la eficacia, esto según lo planteado por Gutiérrez (2010).

Dimensión 1: Eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se restó el tiempo disponible para realizar las muestras con el tiempo de descanso, luego se dividió y se multiplicó por 100% obteniendo como resultado un promedio de 98,38%.


Tabla 34. Recopilación de eficiencia postest

		Instrumento para medir la eficiencia	
Área de la empresa: Acoplamiento inductivo		$EFN = \frac{TU}{TD} \times 100\%$ <p>EFN: Porcentaje de eficiencia (%) TU: Tiempo útil(min) Tde: Tiempo disponible (min)</p>	
Proceso/operación: Análisis de muestras			
Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			
Semana	TU	TD	EFN
S01	3057,6	3120	98%
S02	3088,8	3120	99%
S03	3088,8	3120	99%
S04	3088,8	3120	99%
S05	3057,6	3120	98%
S06	3057,6	3120	98%
S07	3057,6	3120	98%
S08	3057,6	3120	98%
S09	3057,6	3120	98%
S10	3088,8	3120	99%
S11	3088,8	3120	99%
S12	3057,6	3120	98%
S13	3057,6	3120	98%
Promedio	3069,456	3120	98,38%
NOTA: Recopilación de datos de eficiencia postest			

Dimensión 2: Eficacia


Para el cálculo de la eficacia se dividió el número de muestras realizadas entre el número de muestras programadas y se multiplicó por 100%, obteniendo como resultado un promedio de 90,64%.

Tabla 35. Recopilación de eficacia postest

		Instrumento para medir la eficacia	
Área de la empresa: Acoplamiento inductivo		$EFC = \frac{Nmr}{Nmp} \times 100\%$ EFC: Porcentaje de eficiencia (%) Nmr: Número de muestras realizadas (Und/Sem) Nmp: Numero de muetras programadas(Und/Sem)	
Proceso/operación: Análisis de muestras			
Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			
Semana	<i>Nmr</i>	<i>Nmp</i>	EFC
S01	87	100	87%
S02	89	100	89%
S03	92	100	92%
S04	94	100	94%
S05	91	100	91%
S06	91	100	91%
S07	95	100	95%
S08	93	100	93%
S09	85	100	85%
S10	91	100	91%
S11	88	100	88%
S12	91	100	91%
S13	91	100	91%
Promedio	90,64	100	90,64%
NOTA: Recopilación de datos de eficacia postest			

Así pues, para evaluar la productividad se consideró como dimensiones la eficiencia y la eficacia. Siendo así, al multiplicar el porcentaje de eficiencia por el porcentaje de eficacia se obtuvo como nivel porcentual de productividad un 89,16%.

Tabla 36. Recopilación de productividad pretest

		Instrumento para medir la productividad	
Área de la empresa: Acoplamiento inductivo		$N_p = EFN \times EFC$ <p>Np: Nivel porcentual de productividad (%). EFN: Porcentaje de eficiencia (%). EFC: Porcentaje de eficacia (%).</p>	
Proceso/operación: Análisis de muestras			
Elaborado por: Araujo Huarcaya, Aarón Saúl Romero Quispe, Datmna Nicohl			
Semana	EFN	EFC	Np
S01	98%	87%	85%
S02	99%	89%	88%
S03	99%	92%	91%
S04	99%	94%	93%
S05	98%	91%	89%
S06	98%	91%	90%
S07	98%	95%	93%
S08	98%	93%	91%
S09	98%	85%	84%
S10	99%	91%	90%
S11	99%	88%	87%
S12	98%	91%	89%
S13	98%	91%	90%
Promedio	98,38%	90,64%	89,16%
NOTA: Recopilación de datos de productividad posttest			

3.5.8 Análisis comparativo

Variable: Metodología 5S

Se observó en el pretest de la metodología 5S una calificación de 25,73% y en el posttest se visualizó 79,33%.

Tabla 37. Comparación metodología 5S

Comparación	Pretest	Posttest
5S	25,73%	79,33%

Nota. Elaboración propia en base al estudio del área de acoplamiento inductivo en la empresa Certimin S.A.

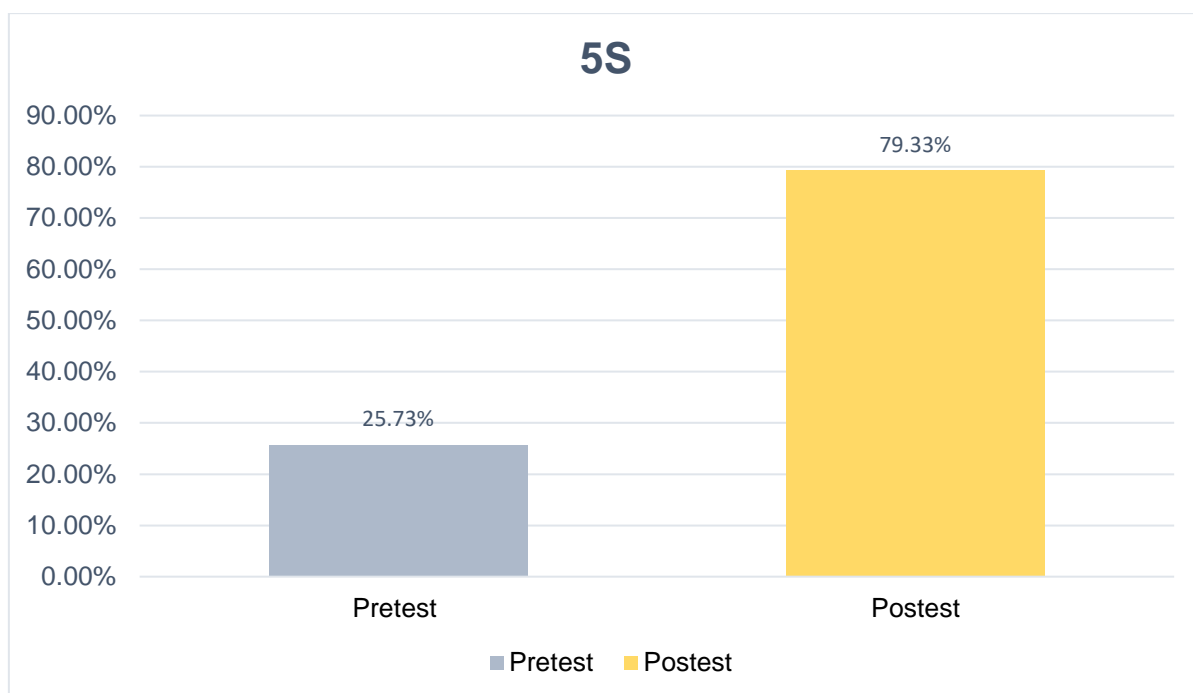


Figura 51. Comparación metodología 5S

Dimensión 1: Seiri

Se observó que en el pretest Seiri tuvo una calificación de 23,33% y en el posttest se visualizó 78%.

Tabla 38. Comparación Seiri

Comparación	Pretest	Postest
SEIRI	23,33%	78,00%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

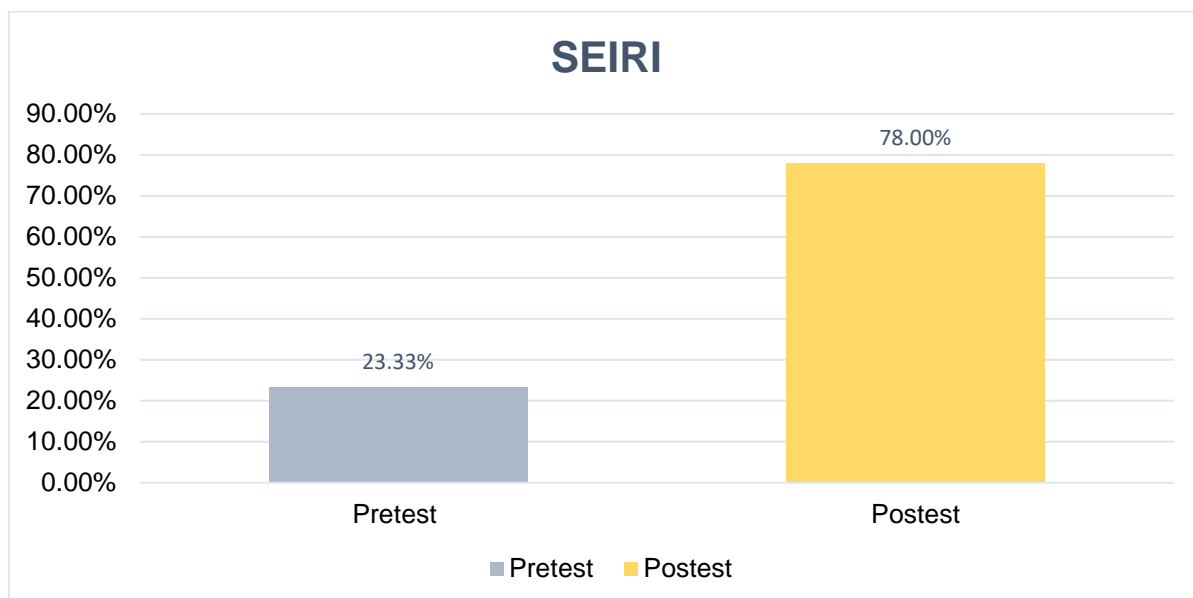


Figura 52. Comparación Seiri

Dimensión 2: Seiton

Se observó que en el pretest Seiton tuvo una calificación de 23,33% y en el postest se visualizó 85,33%.

Tabla 39. Comparación Seiton

Comparación	Pretest	Postest
SEITON	23,33%	85,33%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

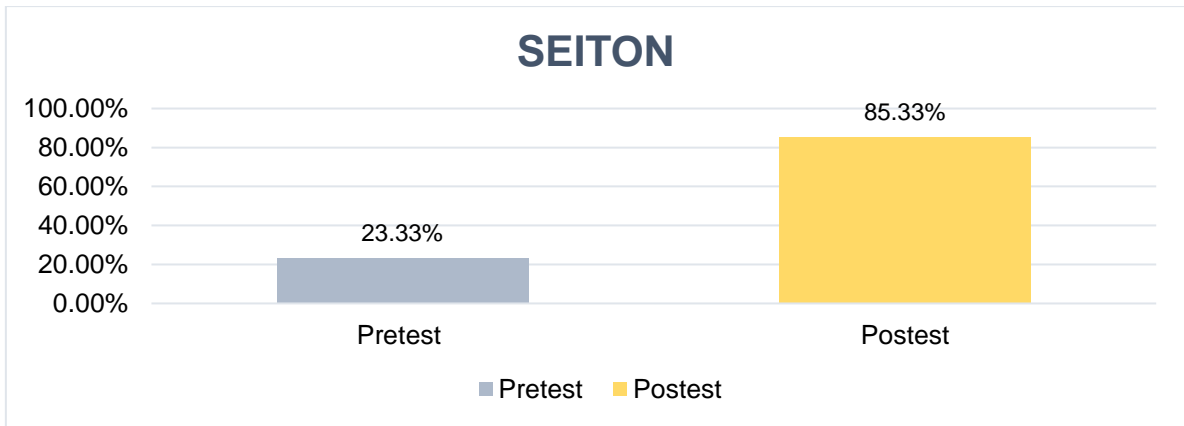


Figura 53. Comparación Seiton

Dimensión 3: Seiso

Se observó que en el pretest Seiso tuvo una calificación de 30% y en el posttest se visualizó 78,67%.

Tabla 40. Comparación Seiso

Comparación	Pretest	Posttest
SEISO	30,00%	78,67%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

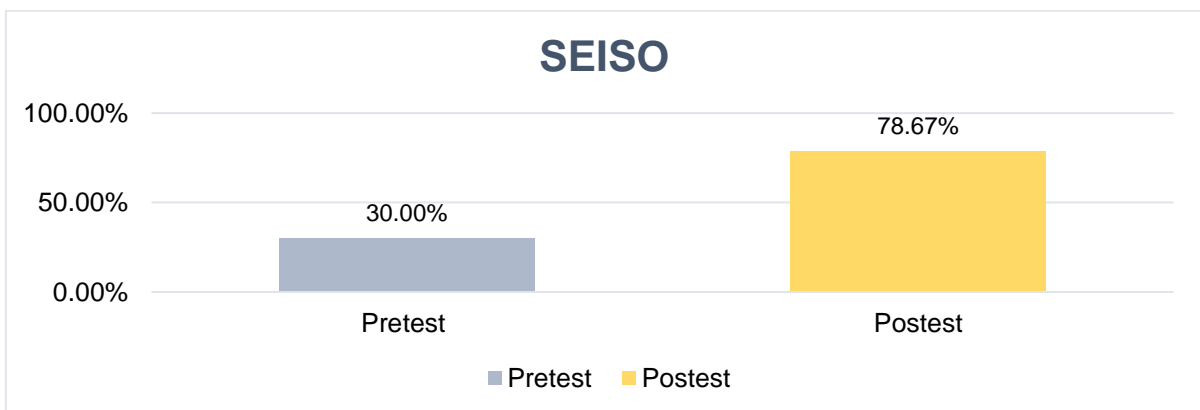


Figura 54. Comparación Seiso

Dimensión 4: Seiketsu

Se observó que en el pretest Seiketsu tuvo una calificación de 29,38% y en el posttest se visualizó 72,67%.

Tabla 41. Comparación Seiketsu

Comparación	Pretest	Postest
SEIKETSU	29,33%	72,67%

Nota. Elaboración propia en base al estudio del área de acoplamiento inductivo en la empresa Certimin S.A.

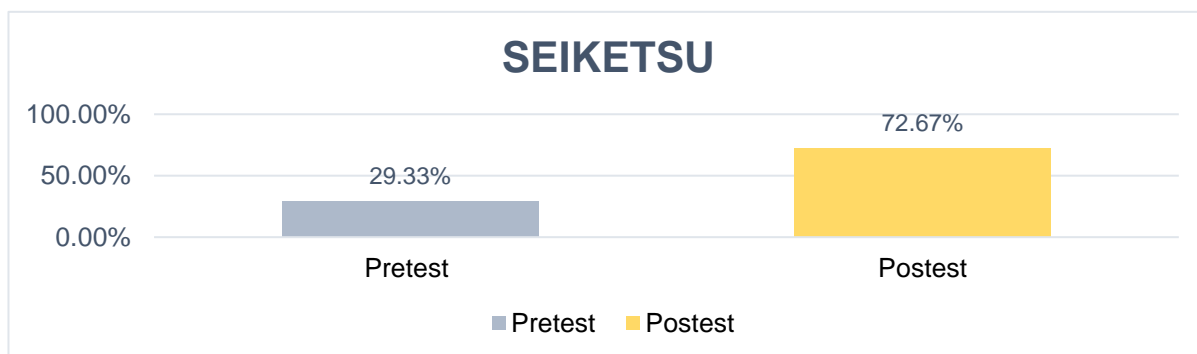


Figura 55. Comparación Seiketsu

Dimensión 5: Shitsuke

Se observó que en el pretest Shitsuke tuvo una calificación de 24,67% y en el postest se visualizó 82%.

Tabla 42. Comparación Shitsuke

Comparación	Pretest	Postest
SHITSUKE	24,67%	82,00%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

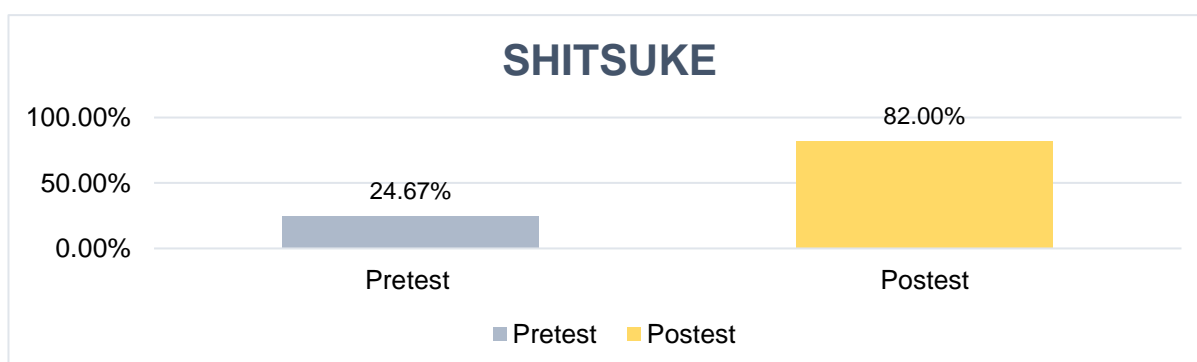


Figura 56. Comparación Shitsuke

Variable: Productividad

Se observó en la productividad pretest un nivel porcentual de 25,73% y en el postest se visualizó 79, 33%

Tabla 43. Comparación productividad

Semana	Productividad pretest	Productividad postest
S01	75%	85%
S02	72%	88%
S03	74%	91%
S04	82%	93%
S05	74%	89%
S06	75%	90%
S07	77%	93%
S08	77%	91%
S09	79%	84%
S10	82%	90%
S11	83%	87%
S12	81%	89%
S13	75%	90%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

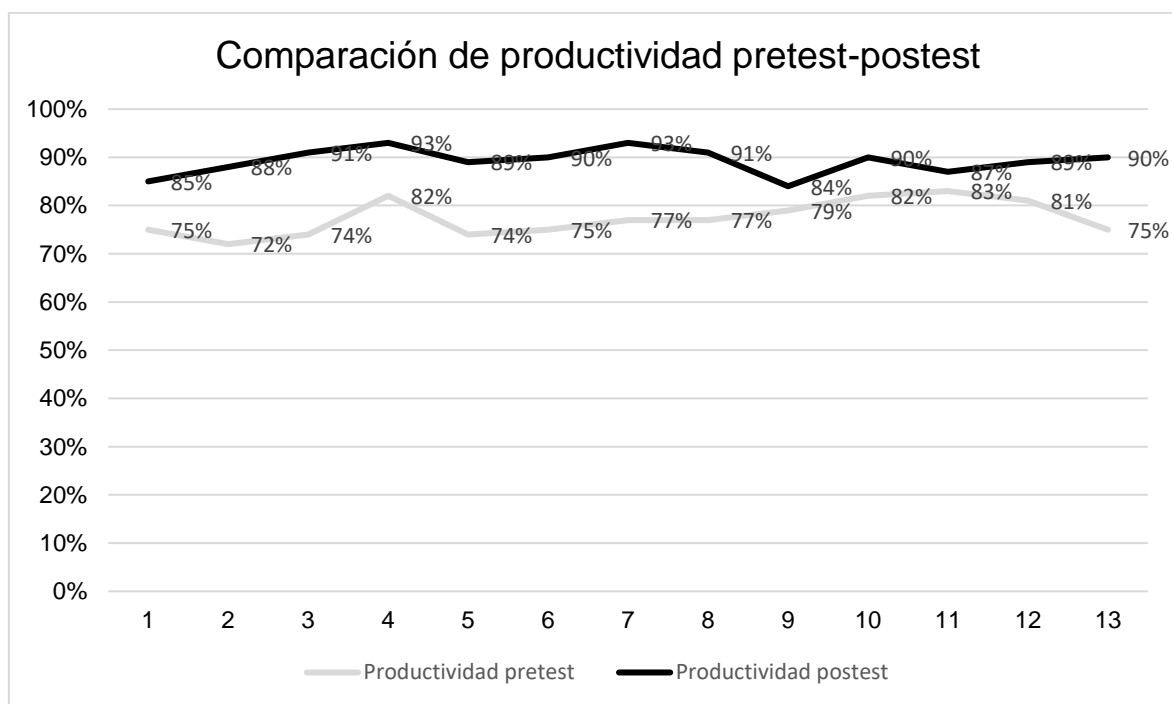


Figura 57. Comparación productividad

Dimensión 1: Eficiencia

Se observó que en el pretest eficiencia fue de 96,92% y en el postest se visualizó 98,38%.

Tabla 44. Comparación eficiencia

Semana	Eficiencia pretest	Eficiencia postest
S01	97%	98%
S02	96%	99%
S03	98%	99%
S04	99%	99%
S05	99%	98%
S06	95%	98%
S07	96%	98%
S08	98%	98%
S09	95%	98%
S10	98%	99%
S11	97%	99%
S12	96%	98%
S13	96%	98%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

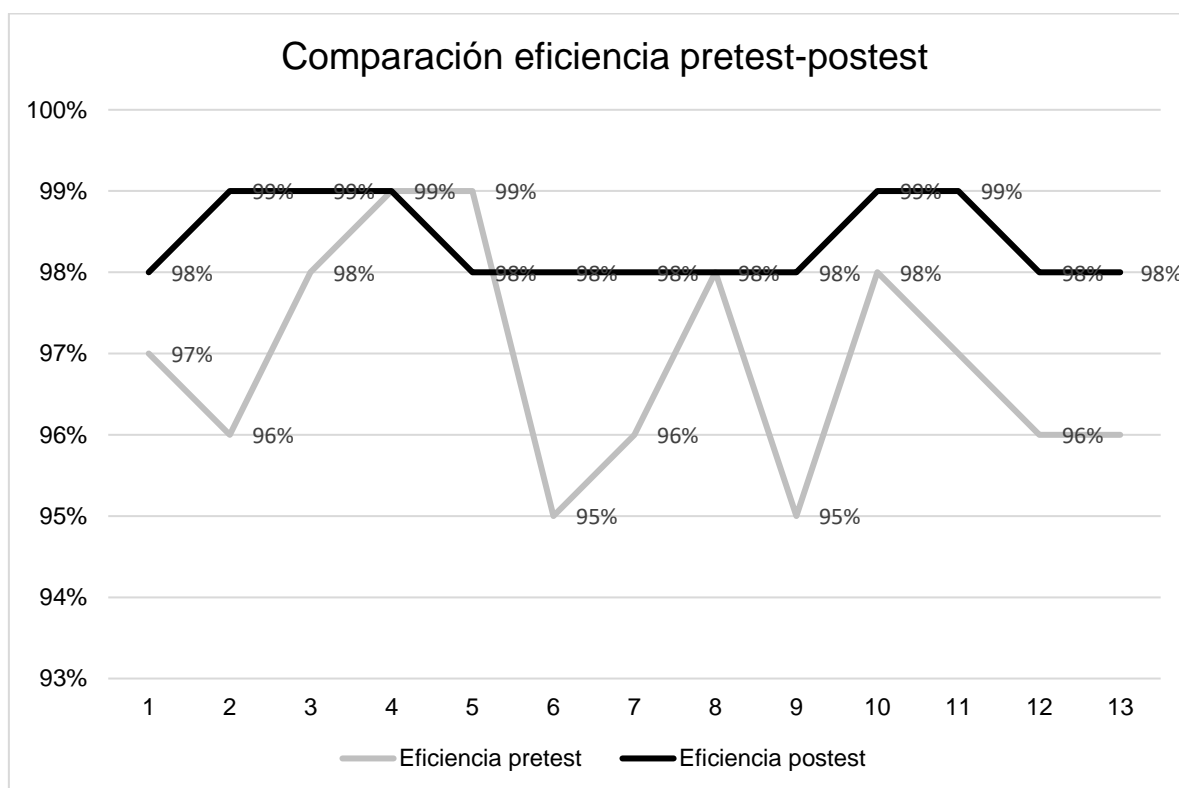


Figura 58. Comparación eficiencia

Dimensión 2: Eficacia

Se observó que en el pretest eficacia fue de 79,85% y en el postest se visualizó 90,64%.

Tabla 45. Comparación eficacia

Semana	Eficacia pretest	Eficacia postest
S01	77%	87%
S02	75%	89%
S03	75%	92%
S04	83%	94%
S05	75%	91%
S06	79%	91%
S07	80%	95%
S08	79%	93%
S09	83%	85%
S10	84%	91%
S11	85%	88%
S12	85%	91%
S13	78%	91%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

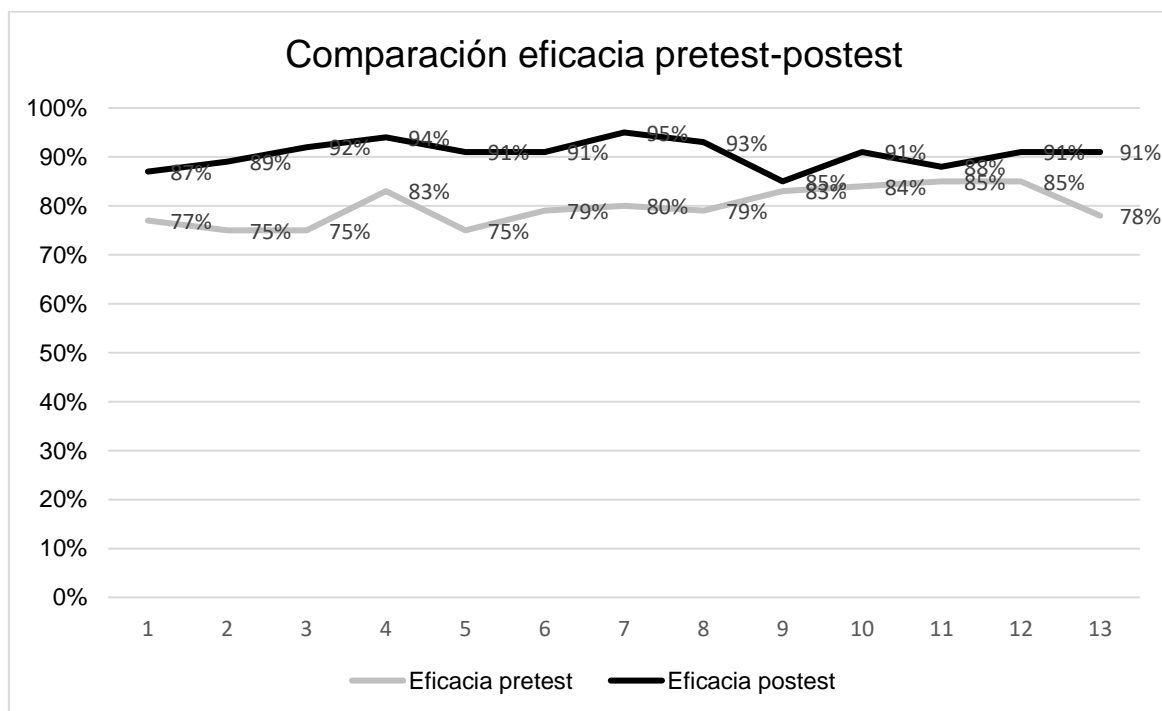


Figura 59. Comparación eficacia

3.5.9 Análisis económico

Costeo de propuesta

Se calculó una inversión de 615 soles para la aplicación de las 5S.

Tabla 46. Inversión para aplicación 5S

	Actividades	Costo
1	Aplicación de SEIRI	
	Se retira los artículos no necesarios e los necesarios.	50
	Se establece criterios de clasificación	25
	Aplicación de SEITON	
2	Realizar una guía de ubicaciones.	40
	Definir sitios para cada objeto.	20
	Delimitar los objetos en las áreas defendidas según colores.	50
	Fundamentalmente se debe ordenar los objetos de la lista de objetos necesarios.	70
	Designar lugares específicos en estantes, cajones, entre otros.	10
	Aplicación de SEISO	
3	Diseñar el programa de limpieza.	10
	Definir método de limpieza.	5
	Establecer disciplina.	20
	Designar responsable de limpieza.	5
	Definir frecuencia y fechas de limpieza.	10
	Listar todas las actividades de limpieza a realizar.	10
	Listar artículos o equipos que se requiere para la limpieza.	10
Documentar actividades de limpieza mediante un procedimiento.	20	
	Aplicación de SEIKETSU	
4	Integrar las actividades de la metodología 5S en el trabajo.	50
	Evaluar resultados.	70
	Aplicación de SHITSUKE	
5	Seguimiento se refiere a asumir como un hábito de realizar las actividades sen base a la filosofía 5S.	50
	Capitación continua	40
	Campañas de sensibilización	30
	Organizar reunión de seguimiento	20
	Total	615

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Ahorro

En el pretest el tiempo de análisis por 45 muestras fue de 1402,6, así pues, en el postest 1388,45, lo que significó que por cada 45 muestras hubo un ahorro de 0,2834 minutos.

Tabla 47. Ahorro por aplicación de las 5S

Número de muestras realizadas pretest	Número de muestras realizadas postest	Diferencia de número de muestras postest-pretest	Ahorro de tiempo/muestra	Ahorro de tiempo/muestra/min	Ahorro de tiempo/muestra/hora	Costo/hora	Total
3583	2707	-876	0,28	-248,26	-4,14	9,5	-39,31
5636	3960	-1676	0,28	-474,98	-7,92	9,5	-75,20
2474	9976	7502	0,28	2126,07	35,43	9,5	336,63
3816	9369	5553	0,28	1573,72	26,23	9,5	249,17
5905	5259	-646	0,28	-183,08	-3,05	9,5	-28,99
6170	4311	-1859	0,28	-526,84	-8,78	9,5	-83,42
5956	8212	2256	0,28	639,35	10,66	9,5	101,23
8061	7255	-806	0,28	-228,42	-3,81	9,5	-36,17
2614	2384	-230	0,28	-65,18	-1,09	9,5	-10,32
4201	7388	3187	0,28	903,20	15,05	9,5	143,01
6081	7840	1759	0,28	498,50	8,31	9,5	78,93
6557	13551	6994	0,28	1982,10	33,03	9,5	313,83
4695	6851	2156	0,28	611,01	10,18	9,5	96,74
Total				6607,1876	110,119793	123,5	1046,14

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Tabla 48. Costo de mantenimiento de 5S

	Actividades	Costo
Aplicación de SEIRI		
1	Se retira los artículos no necesarios e los necesarios.	10
	Se establece criterios de clasificación	10
Aplicación de SEITON		
2	Realizar una guía de ubicaciones.	10
	Definir sitios para cada objeto.	10
	Delimitar los objetos en las áreas defendidas según colores.	10
	Fundamentalmente se debe ordenar los objetos de la lista de objetos necesarios.	20
	Designar lugares específicos en estantes, cajones, entre otros.	10
Aplicación de SEISO		
3	Diseñar el programa de limpieza.	10
	Definir método de limpieza.	5
	Establecer disciplina.	10
	Designar responsable de limpieza.	5
	Definir frecuencia y fechas de limpieza.	10
	Listar todas las actividades de limpieza a realizar.	0
	Listar artículos o equipos que se requiere para la limpieza.	5
	Documentar actividades de limpieza mediante un procedimiento.	10
Aplicación de SEIKETSU		
4	Integrar las actividades de la metodología 5S en el trabajo.	10
	Evaluar resultados.	5
Aplicación de SHITSUKE		
5	Seguimiento se refiere a asumir como un hábito de realizar las actividades sen base a la filosofía 5S.	20
	Capitación continua	20
	Campañas de sensibilización	20
	Organizar reunión de seguimiento	10
Total		220

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

Se observó que el costo de mantenimiento de las 5S es de 220 soles. Así pues, se consideró la tasa de interés (**Ver tabla 55**) de 9 bancos peruanos, a fin de tener un promedio de la tasa de interés a considerar para calcular los indicadores económicos.

Tabla 49. Tasa de interés

Bancos	Tasa de Interés (TEA/TREA)
CrediScotia	1.99%
Mibanco	1.95%
Scotiabank	0.40%
BCP	0.20%
CrediScotia	2.00%
Banco Azteca	4.90%
Banco Pichincha	3.00%
Banco de Comercio	2.75%
Banco Falabella	2.00%
Promedio	1.91%

Nota. Datos recopilados en la empresa Certimin S.A.

En el flujo de caja se visualizó que el flujo efectivo neto en el octavo mes fue de 134,67 soles y el flujo neto acumulado fue de 86,67 soles.

Tabla 50. Flujo de caja

	0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
INGRESOS													
Ahorro	0		348,67	349,67	350,67	351,67	352,67	353,67	354,67	355,67	356,67	357,67	358,67
Total ingresos	0	0	348,67	349,67	350,67	351,67	352,67	353,67	354,67	355,67	356,67	357,67	358,67
EGRESOS													
Inversión	615	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento de la mejora	0	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Total egresos	615	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
FLUJO EFECTIVO NETO	-615	-220	128,67	129,67	130,67	131,67	132,67	133,67	134,67	135,67	136,67	137,67	138,67
FLUJO NETO ACUMULADO	-615	-835	-706,33	-576,67	-446,00	-314,33	-181,67	-48,00	86,67	222,33	359,00	496,67	635,33

Nota. Flujo de caja elaborado a partir de los ingresos y egresos de la aplicación de las 5S

Además, se obtuvo un VAN de 619,31 soles, lo cual significó que la aplicación de las 5S es más rentable que el ahorro en depósitos a plazo. Así también, la TIR fue de 9,28%, lo cual indicó que el proyecto es rentable, esto porque la TIR fue mayor que la tasa de interés (tasa de descuento).

Tabla 51. Indicadores económicos

Indicadores económicos			
TASA DE INTERES	0,1586%	BENEFICIO	S/ 3,853,39
VAN	619,31	COSTO	S/ 3,227,98
TIR	9,28%	B/C	S/ 1,19

Nota. Indicadores económicos de evaluación del proyecto

3.6 Método de análisis de datos

Se empleó como método de análisis de datos, el análisis descriptivo y la inferencial, así pues, en el análisis descriptivo se analizó las variables de manera gráfica. Además, se realizó medidas de tendencia central como la media aritmética, mediana, moda y medidas de dispersión como la varianza y la desviación estándar. Para el análisis inferencial se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk y la prueba Wilcoxon para 2 muestras relacionadas.

3.7 Aspectos éticos

Los datos empelados en la investigación fueron extraídos directamente de la empresa Certimin S.A específicamente del área de plasma de acoplamiento inductivo. Asimismo, para la recopilación de los datos solicito información a la empresa mediante la carta de autorización para uso de información (**Ver anexo 15**). Además, de acuerdo a la normativa de la escuela se empleó para las citas la normativa Apa y a la normativa ISO para las referencias que fueron automatizadas con Mendeley.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo

Tabla 52. Análisis descriptivo de Productividad

		Estadístico	Desv. Error	
Productividad pretest	Media	,7738	,01010	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7518	
		Límite superior	,7958	
	Media recortada al 5%	,7737		
	Mediana	,7700		
	Varianza	,001		
	Desv. Desviación	,03641		
	Mínimo	,72		
	Máximo	,83		
	Rango	,11		
	Rango intercuartil	,07		
	Asimetría	,308	,616	
	Curtosis	-1,354	1,191	
	Productividad postest	Media	,8923	,00752
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,8759	
		Límite superior	,9087	
Media recortada al 5%		,8931		
Mediana		,9000		
Varianza		,001		
Desv. Desviación		,02713		
Mínimo		,84		
Máximo		,93		
Rango		,09		
Rango intercuartil		,04		
Asimetría		-,554	,616	
Curtosis		-,056	1,191	

Nota. Datos procesados en SPSS

Se observó que la productividad en el pretest tuvo una media de 0,77, presentando una desviación típica 0,026 y la mediana es decir la mitad de los datos de

productividad tuvo un valor de 0,77. Así pues, el rango definido por el máximo y mínimo indico que hubo una diferencia de 0,11. Además, la asimetría fue de 0,308 por lo que se presentó una asimetría positiva y la curtosis negativa de -1,354, lo que significó que la distribución es plana correspondiendo a la productividad pretest una curtosis platicúrtica. Por otro parte, la productividad en el postest tuvo una media de 0,89, presentando una desviación típica 0,027 y la mediana es decir la mitad de los datos de productividad tuvo un valor de 0,90. Al respecto, el rango definido por el máximo y mínimo indico que hubo una diferencia de 0,09. Asimismo, la asimetría fue de -0,554 por lo que se presentó una asimetría negativa y la curtosis negativa de -1,056, lo que significó que la distribución es plana correspondiendo a la productividad postest una curtosis platicúrtica.

En el histograma de productividad pretest (**Ver figura 60**) se observó una distribución asimétrica positiva, por lo que se evidenció que la mayoría de los datos de la productividad en el pretest se encontraron separados de media hacia la derecha. Asimismo, media fue de 0,77 con desviación estándar de 0,036 y la cantidad de casos que se procesó fueron 13.

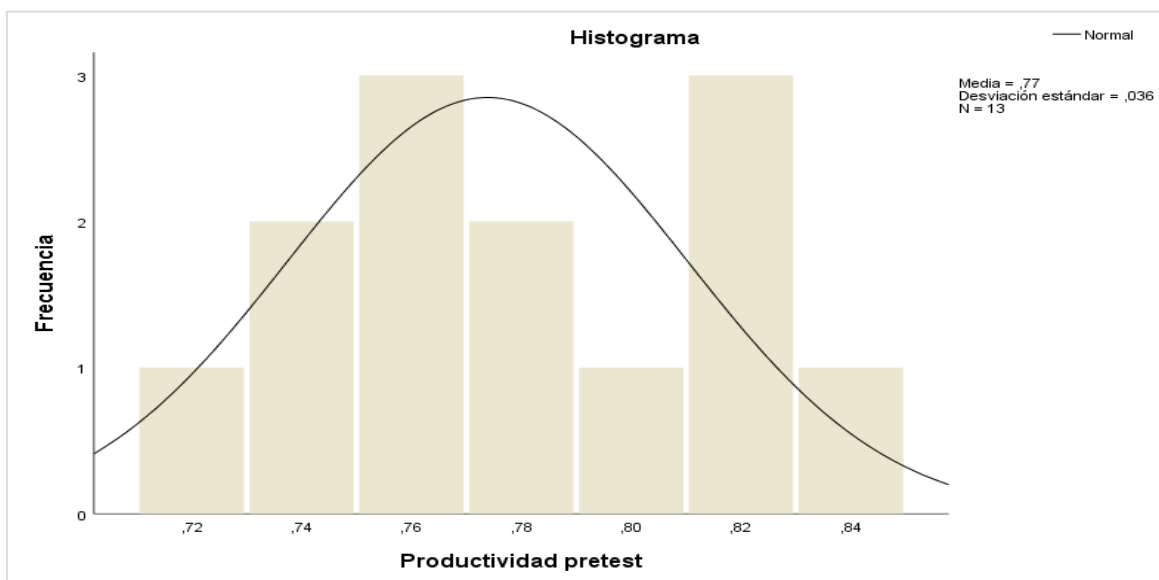


Figura 60. Histograma de productividad pretest

En el diagrama de cajas productividad pretest (**Ver figura 61**) no se observó datos atípicos. También se visualizó que la parte inferior de la caja fue menor que la parte

superior, esto mostró que los datos de la parte superior están más sesgados hacia la derecha por lo que la distribución que se presentó fue asimétrica positiva, siendo así la mediana se ubicó más cerca al cuartil dos. El valor del cuartil uno (Q1) fue de 0,72 y el valor de cuartil tres(Q3) fue de 0,83, por lo que el 50% central de productivo estuvo comprendida entre 0,72 y 0,83

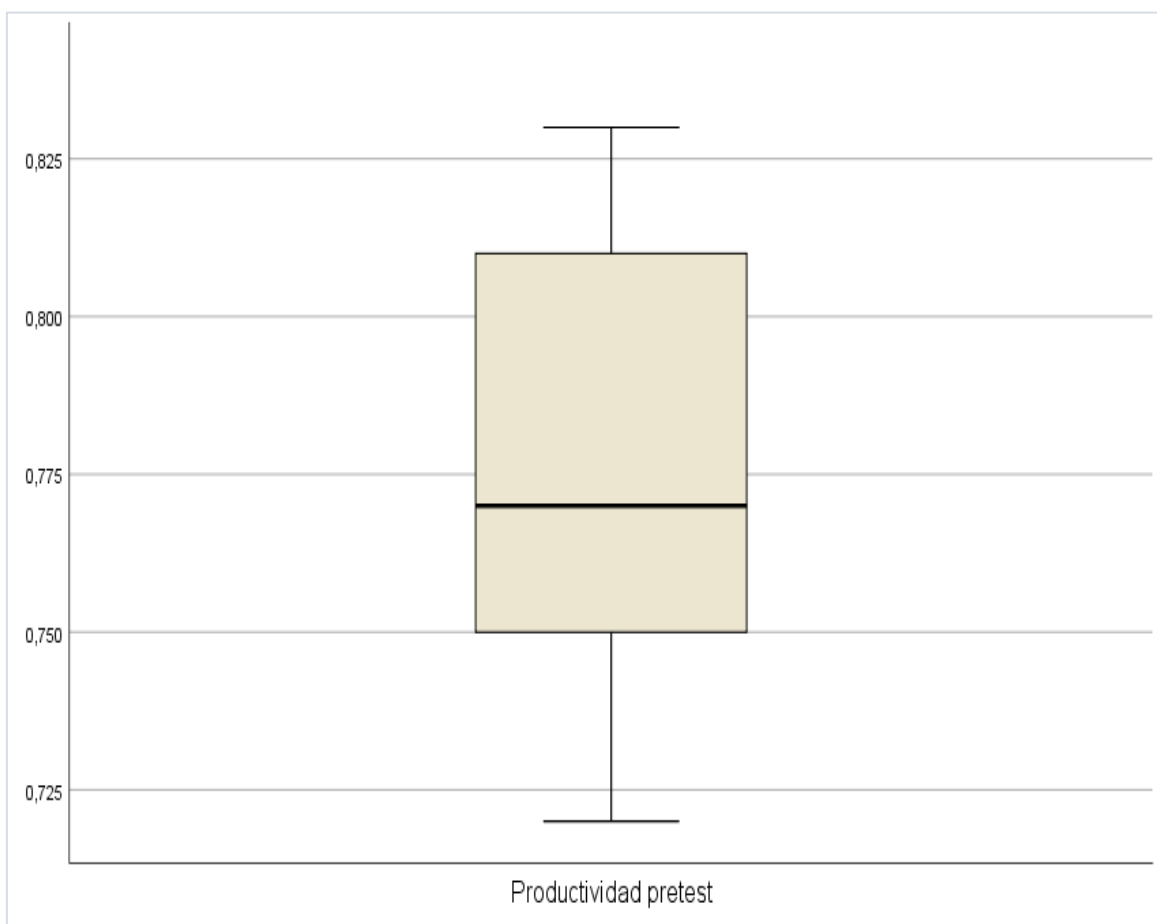


Figura 61. Diagrama de cajas productividad pretest

En el histograma de productividad postest (**Ver figura 62**) se observó una distribución asimétrica negativa, por lo que se evidenció que la mayoría de los datos de la productividad en el pretest se encontraron separados de media hacia la derecha. Asimismo, media fue de 0,89 con desviación estándar de 0,027 y la cantidad de casos que se procesó fueron 13.

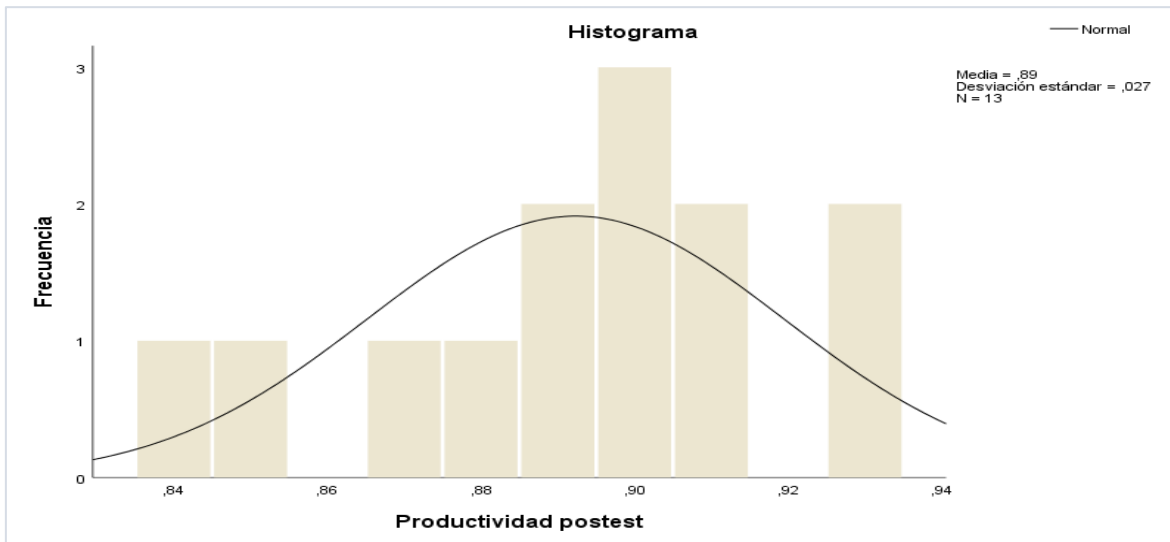


Figura 62. Histograma de productividad postest

En el diagrama de cajas productividad postest (**Ver figura 63**) no se observó datos atípicos. También se visualizó que la parte superior de la caja fue menor que la parte inferior, esto mostró que los datos de la parte superior están más sesgados hacia la izquierda por lo que la distribución que se presentó fue asimétrica negativa, siendo así la mediana se ubicó más cerca al cuartil uno. El valor del cuartil uno (Q1) fue de 0,72 y el valor de cuartil tres(Q3) fue de 0,83, por lo que el 50% central de productivo estuvo comprendida entre 0,84 y 0,93.

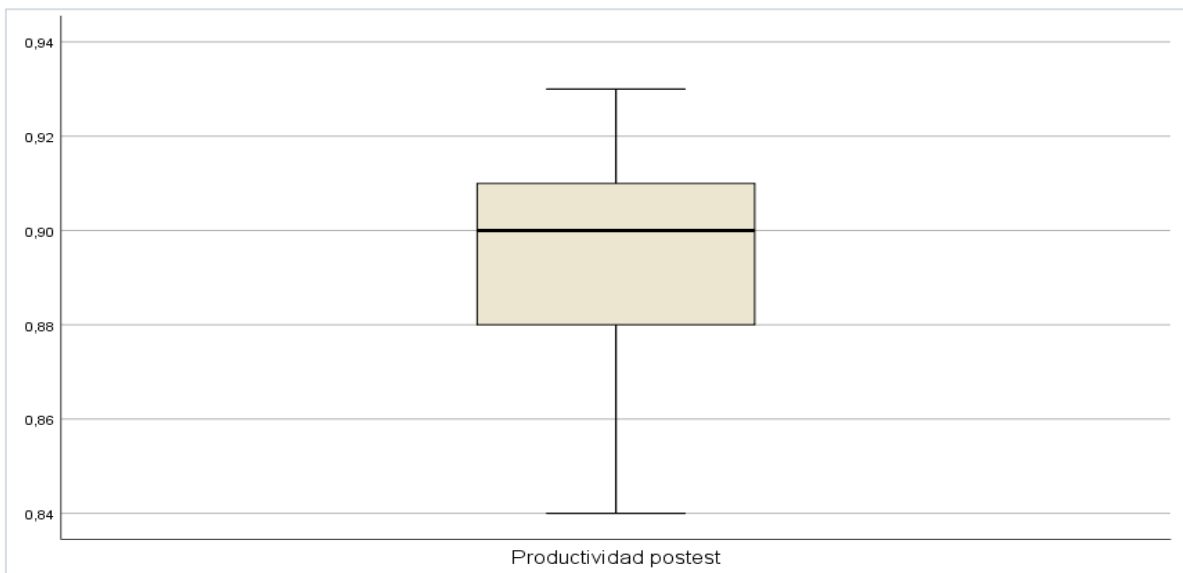


Figura 63. Diagrama de cajas productividad postest

Tabla 53. Análisis descriptivo de eficiencia

		Estadístico	Desv. Error	
Eficiencia pretest	Media	,9692	,00383	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,9609 ,9776	
	Media recortada al 5%	,9691		
	Mediana	,9700		
	Varianza	,000		
	Desv. Desviación	,01382		
	Mínimo	,95		
	Máximo	,99		
	Rango	,04		
	Rango intercuartil	,02		
	Asimetría	,160	,616	
	Curtosis	-1,225	1,191	
	Eficiencia postest	Media	,9838	,00140
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,9808 ,9869
Media recortada al 5%		,9837		
Mediana		,9800		
Varianza		,000		
Desv. Desviación		,00506		
Mínimo		,98		
Máximo		,99		
Rango		,01		
Rango intercuartil		,01		
Asimetría		,539	,616	
Curtosis		-2,056	1,191	

Nota. Datos procesados en SPSS

Se observó que la eficiencia en el pretest tuvo una media de 0,97, presentando una desviación típica 0,014 y la mediana es decir la mitad de los datos de eficiencia tuvo un valor de 0,77. Así pues, el rango definido por el máximo y mínimo indicó que hubo una diferencia de 0,04. Además, la asimetría fue de 0,16 por lo que se presentó una asimetría positiva y la curtosis negativa de -1,23, lo que significó que

la distribución es plana; correspondiendo a la eficiencia pretest una curtosis platicúrtica. Por otro parte, la eficiencia el postest tuvo una media de 0,98, presentando una desviación típica 0,05 y la mediana es decir la mitad de los datos de productividad tuvo un valor de 0,90. Al respecto, el rango definido por el máximo y mínimo indico que hubo una diferencia de 0,01. Asimismo, la asimetría fue de 0,54 por lo que se presentó una asimetría positiva y la curtosis negativa de -2,056, lo que significó que la distribución es plana correspondiendo a la eficiencia postest una curtosis platicúrtica.

En el histograma de eficiencia pretest (**Ver figura 64**) se observó una distribución asimétrica positiva, por lo que se evidenció que la mayoría de los datos de la eficiencia en el pretest se encontraron separados de media hacia la derecha. Asimismo, media fue de 0,97 con desviación estándar de 0,014 y la cantidad de casos que se procesó fueron 13.

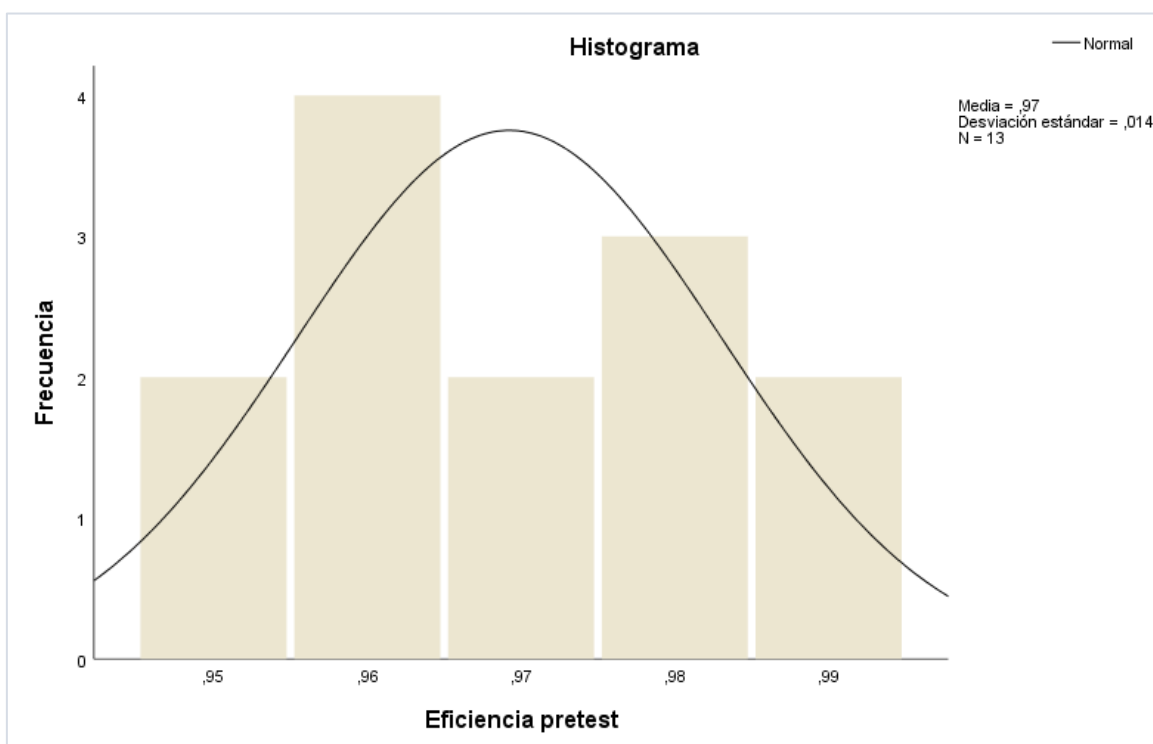


Figura 64. Histograma de eficiencia pretest

En el diagrama de cajas eficiencia pretest (**Ver figura 65**) no se observó datos atípicos. También se visualizó que la mediana se ubicó en la parte central de la

caja. Además, el valor del cuartil uno (Q1) fue de 0,95 y el valor de cuartil tres(Q3) fue de 0,99, por lo que el 50% central de productivo estuvo comprendida entre 0,95 y 0,99

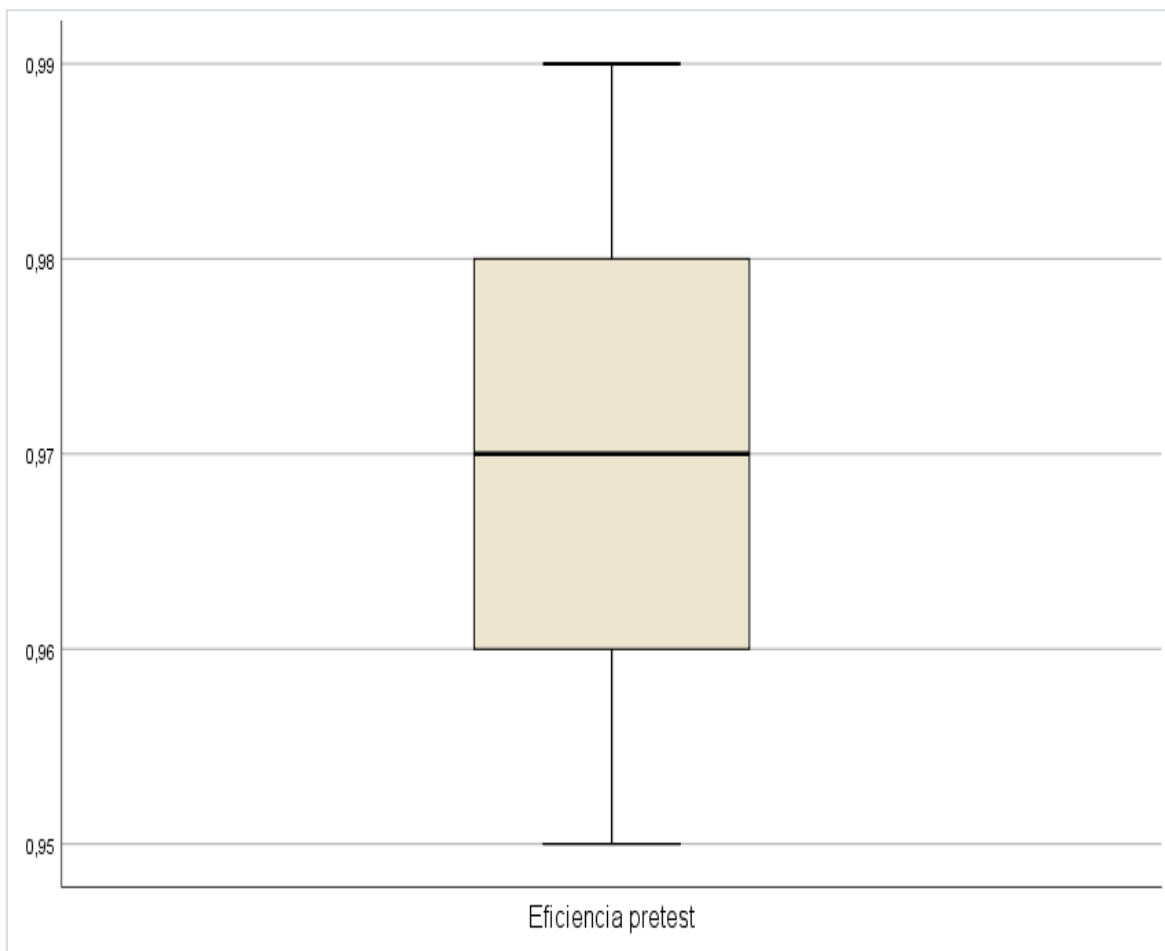


Figura 65. Diagrama de cajas eficiencia pretest

En el histograma de eficiencia postest (**Ver figura 66**) se observó una distribución asimétrica positiva, por lo que se evidenció que la mayoría de los datos de la eficiencia en el postest se encontraron separados de media hacia la derecha. Asimismo, media fue de 0,98 con desviación estándar de 0,005 y la cantidad de casos que se procesó fueron 13.

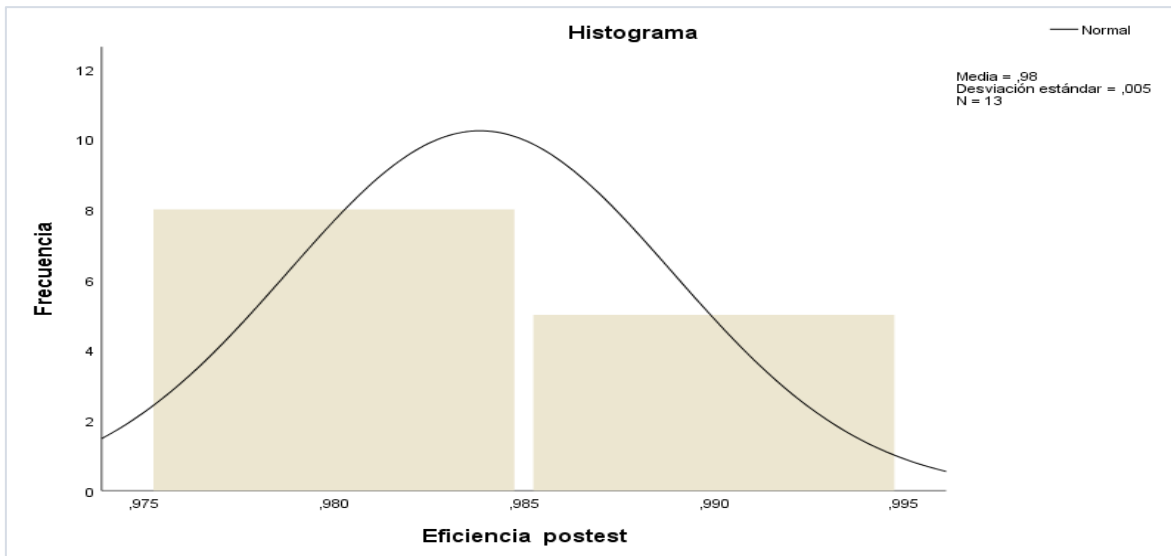


Figura 66. Histograma de eficiencia posttest

En el diagrama de cajas eficiencia posttest (**Ver figura 67**) no se observó datos atípicos. También se visualizó que tanto en la parte superior como inferior de la caja no se presentaron bigotes. Asimismo, el valor del cuartil uno (Q1) fue de 0,98 y el valor de cuartil tres (Q3) fue de 0,99, por lo que el 50% central de productivo estuvo comprendida entre 0,98 y 0,99

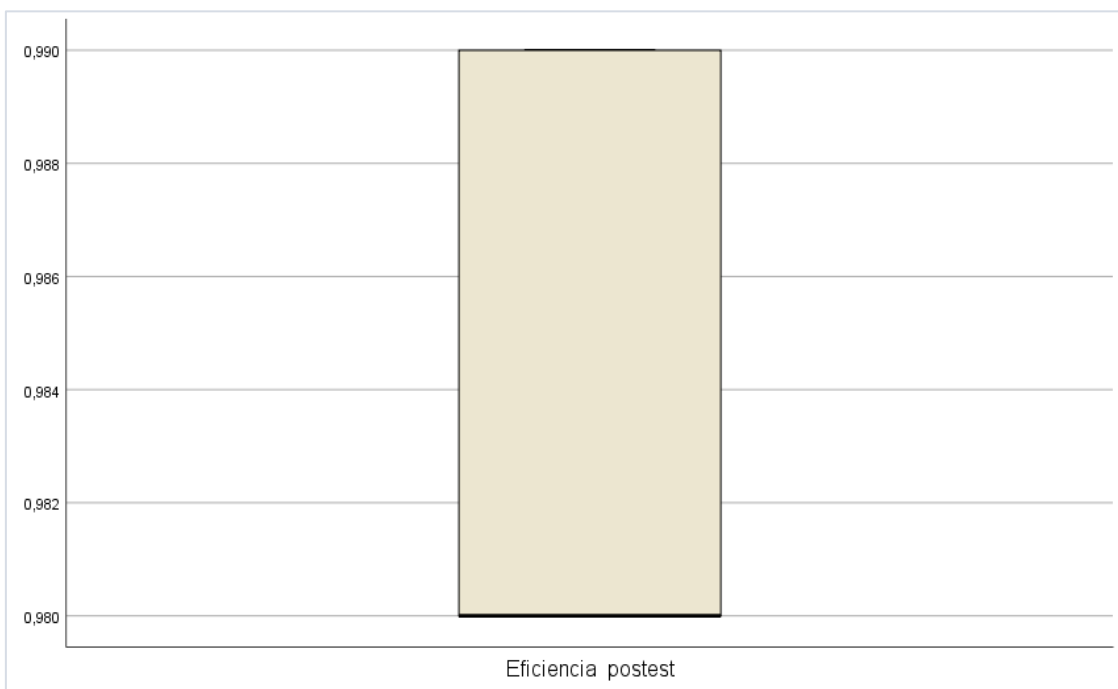


Figura 67. Diagrama de cajas eficiencia posttest

Tabla 54. Análisis descriptivo de eficacia

		Estadístico	Desv. Error	
Eficacia pretest	Media	,7985	,01055	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,7755 ,8215	
	Media recortada al 5%	,7983		
	Mediana	,7900		
	Varianza	,001		
	Desv. Desviación	,03805		
	Mínimo	,75		
	Máximo	,85		
	Rango	,10		
	Rango intercuartil	,07		
	Asimetría	,065	,616	
	Curtosis	-1,532	1,191	
	Eficacia postest	Media	,9062	,00772
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,8893 ,9230
Media recortada al 5%		,9068		
Mediana		,9100		
Varianza		,001		
Desv. Desviación		,02785		
Mínimo		,85		
Máximo		,95		
Rango		,10		
Rango intercuartil		,04		
Asimetría		-,487	,616	
Curtosis		,096	1,191	

Nota. Datos procesados en SPSS

Se observó que la eficacia en el pretest tuvo una media de 0,79, presentando una desviación típica 0,038 y la mediana es decir la mitad de los datos de eficacia tuvo un valor de 0,79. Así pues, el rango definido por el máximo y mínimo indicó que hubo una diferencia de 0,10. Además, la asimetría fue de 0,065 por lo que se

presentó una asimetría positiva y la curtosis negativa de -1,53, lo que significó que la distribución es plana; correspondiendo a la eficacia pretest una curtosis platicúrtica. Por otro parte, la eficacia el postest tuvo una media de 0,91, presentando una desviación típica 0,028 y la mediana es decir la mitad de los datos de eficacia tuvo un valor de 0,91. Al respecto, el rango definido por el máximo y mínimo indico que hubo una diferencia de 0,10. Asimismo, la asimetría fue de -0,49 por lo que se presentó una asimetría negativa y una curtosis positiva de 0,096, lo que significó que la distribución es más elevada que la curva normal por lo que se presentó una curtosis leptocúrtica.

En el histograma de eficacia pretest (**Ver figura 68**) se observó una distribución asimétrica positiva, por lo que se evidenció que la mayoría de los datos de la eficacia en el pretest se encontraron separados de media hacia la derecha. Asimismo, media fue de 0,80 con desviación estándar de 0,038 y la cantidad de casos que se procesó fueron 13.

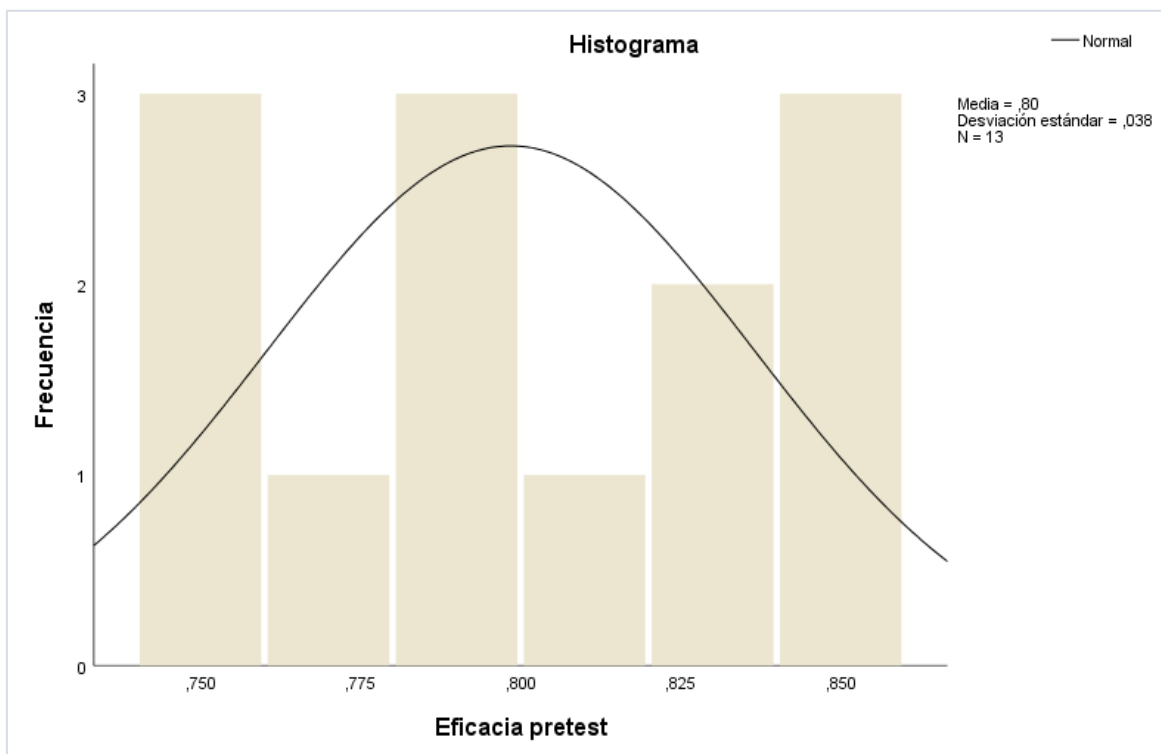


Figura 68. Histograma de eficacia pretest

En el diagrama de cajas eficiencia pretest (**Ver figura 69**) no se observó datos atípicos. También se visualizó que la mediana se ubicó más cerca a la parte inferior de la caja, esto mostró que los datos de la parte inferior están más sesgados hacia la derecha por lo que la distribución que se presentó fue asimétrica positiva. Además, el valor del cuartil uno (Q1) fue de 0,75 y el valor de cuartil tres (Q3) fue de 0,85, por lo que el 50% central de productivo estuvo comprendida entre 0,75 y 0,85.



Figura 69. Diagrama de cajas eficiencia pretest

En el histograma de eficacia postest (**Ver figura 70**) se observó una distribución asimétrica positiva, por lo que se evidenció que la mayoría de los datos de la eficacia en el postest se encontraron separados de media hacia la derecha. Asimismo, media fue de 0,91 con desviación estándar de 0,028 y la cantidad de casos que se procesó fueron 13.

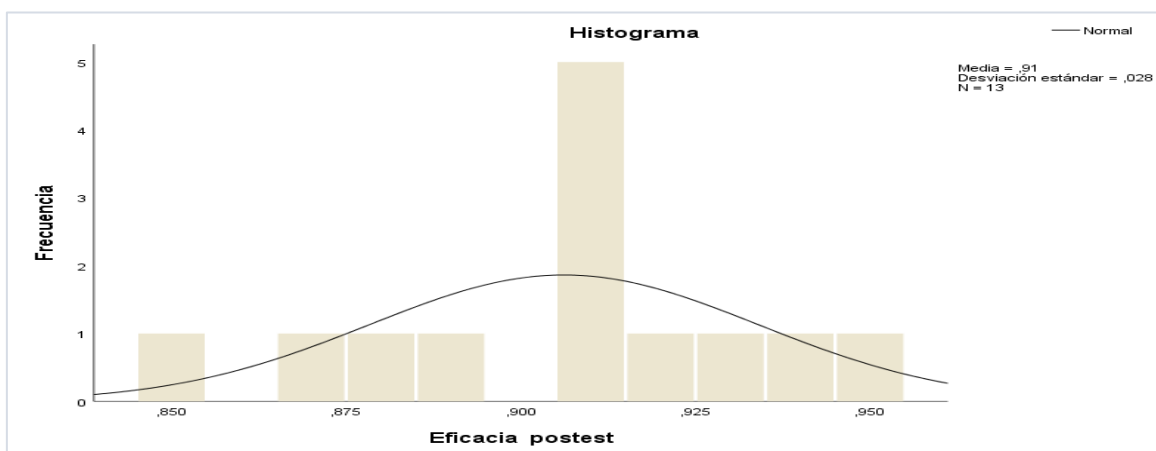


Figura 70. Histograma de eficacia postest

En el diagrama de cajas eficacia posttest (**Ver figura 71**) no se observó datos atípicos. También se visualizó que la parte superior de la caja fue menor que la parte inferior, esto mostró que los datos de la parte superior están más sesgados hacia la izquierda por lo que la distribución que se presentó fue asimétrica negativa, siendo así la mediana se ubicó más cerca al cuartil uno. El valor del cuartil uno (Q1) fue de 0,85 y el valor de cuartil tres(Q3) fue de 0,95, por lo que el 50% central de productivo estuvo comprendida entre 0,85 y 0,95.

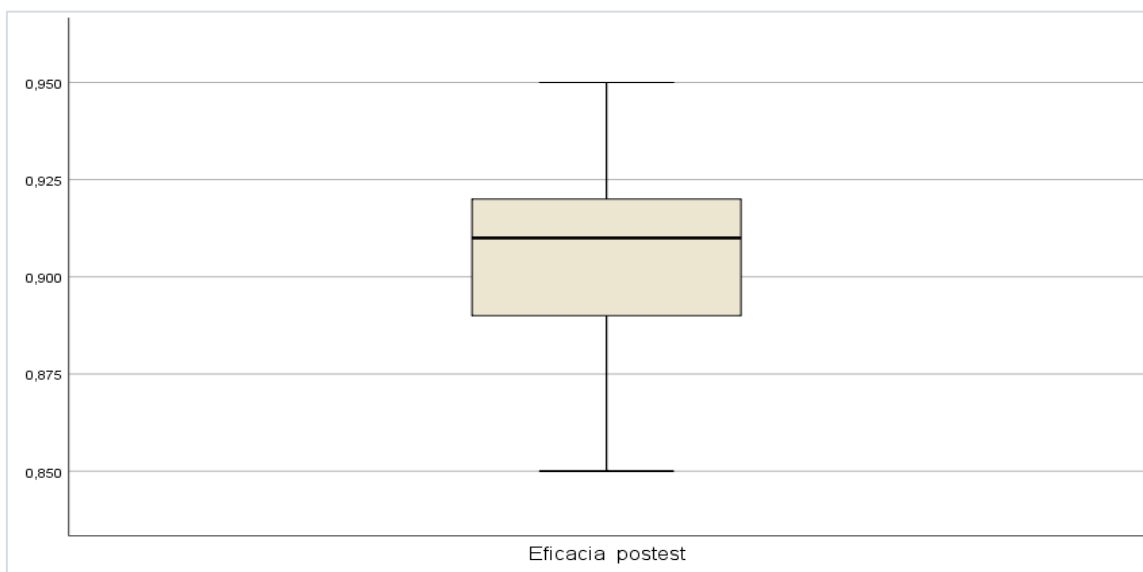


Figura 71. Diagrama de cajas eficacia posttest

4.2 Análisis inferencial

Tabla 55. Reglas de decisión estadísticas

Reglas de decisión estadísticas	
Sig. ≤ 0.05	Aceptar hipótesis alterna (Ha) y rechazar la hipótesis nula (Ho).
Sig. > 0.05	Aceptar hipótesis nula (Ho) y rechazar la hipótesis alterna (Ha).
gl < 30	Estadístico de prueba Shapiro-Wilk.
gl > 30	Estadístico de prueba Kolmogórov-Smirnov.
Sig. ≤ 0.05	No paramétrico, se realiza la prueba Z Wilcoxon.
Sig. > 0.05	Paramétrico, se realiza la prueba T Student.
$\mu_{Pv_a} \geq \mu_{Pv_d}$	Se acepta la hipótesis nula (Ho)
$\mu_{Pv_a} < \mu_{Pv_d}$	Se acepta la hipótesis alterna (Ha)

Nota. Reglas estadísticas para prueba de hipótesis.

Evaluación de la hipótesis general

H0: La aplicación de la metodología 5s no mejora la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Ha: La aplicación de la metodología 5s mejora la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Tabla 56. Prueba de normalidad de productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Productividad pretest	,914	13	,206
Productividad posttest	,943	13	,492

En la tabla 56 se muestra que sig. es mayor que 0.05 en la productividad pretest y posttest, por lo que según reglas de decisión estadísticas (**Ver tabla 55**) corresponde a realizar la prueba paramétrica T Student.

Tabla 57. Prueba T Student para Productividad

	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error Promedio
Par 1 Productividad pretest	,7738	13	,03641	,01010
Productividad posttest	,8923	13	,02713	,00752

En la tabla 57 se observa que la media de productividad en el pretest fue de 0,77 y en el posttest de 0,89, esto evidenció una mejora. Además, considerando las reglas de decisión estadísticas (**Ver tabla 55**) se aceptó la Ha.

Tabla 58. Prueba de muestras emparejadas de productividad

		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 pretest - Productividad posttest	-,11846	,04451	,01234	-,14536	-,09157	-9,597	12	,000

Los resultados en la tabla 58 muestran que sig.<0.05 por lo cual según las reglas de decisión **(Ver tabla 55)** se acepta la Ha, siendo así se puede afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la productividad en el área de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A, 2021.

Evaluación de la hipótesis específica 1

H0: La aplicación de la metodología 5s no mejora la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Ha: La aplicación de la metodología 5s mejora la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Tabla 59. Prueba de normalidad de eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pretest	,912	13	,194
Eficiencia posttest	,628	13	,000

En la tabla 59 se muestra que sig. de la eficiencia en el pretest es mayor que 0,05 y sig. de la eficiencia en el posttest es menor que 0,050, por lo que según las reglas de decisión (**Ver tabla 55**) corresponde a realizar la prueba no paramétrica Z Wilcoxon.

Tabla 60. Prueba Z Wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia posttest - Eficiencia pretest	Rangos negativos	1 ^a	2,50	2,50
	Rangos positivos	10 ^b	6,35	63,50
	Empates	2 ^c		
	Total	13		

a. Eficiencia posttest < Eficiencia pretest

b. Eficiencia posttest > Eficiencia pretest

c. Eficiencia posttest = Eficiencia pretest

En la tabla 60 se observó que se analizaron 13 pares, en el que se visualizó que hubo 1 rango negativos, 10 rangos positivos y 2 empates.

Tabla 61. Estadístico de contraste de eficiencia pretest y posttest

	Eficiencia postest - Eficiencia pretest
Z	-2,745 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,006

En la tabla 61 se observó que Sig. asintótica(bilateral) es igual a 0,006 por lo que al ser menor que 0,05 se acepta la Ha, siendo así se puede afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la productividad en el área de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A.

Evaluación de la hipótesis específica 2

H0: La aplicación de la metodología 5s mejora la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Ha: La aplicación de la metodología 5s mejora la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.

Tabla 62. Prueba de normalidad eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia pretest	,897	13	,122
Eficacia postest	,950	13	,599

En la tabla 62 se muestra que sig. es mayor que 0.05 en la eficacia pretest y postest, por lo que según reglas de decisión estadísticas (**Ver tabla 55**) corresponde a realizar la prueba paramétrica T Student.

Tabla 63. Prueba T Student para eficacia

		Media	N	Desv.	Desv. Error
				Desviación	promedio
Par 1	Eficacia pretest	,7985	13	,03805	,01055
	Eficacia postest	,9062	13	,02785	,00772

En la tabla 63 se observó que la media de eficacia en el pretest fue de 0,79 y en el postest de 0,90, esto evidenció una mejora. Además, considerando las reglas de decisión estadísticas (Ver tabla 59) se aceptó la Ha.

Tabla 64. Prueba de muestras emparejadas de eficacia

		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 pretest - Eficacia postest	-,10769	,04885	,01355	-,13721	-,07818	-7,949	12	,000

Los resultados en la tabla 64 muestran que $\text{sig.} < 0.05$ por lo cual según las reglas de decisión (**Ver tabla 55**) se acepta la H_a , siendo así se puede afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la eficacia en el área de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A, 2021.

V. DISCUSIÓN

La literatura sobre la metodología 5S es amplia puesto que al ser una herramienta operativa de *Lean Manufacturing* la convierte en una de las bases del Sistema de Producción Toyota (TPS). Así pues, Socconini (2019) indicó que las 5S permite mejorar la productividad del área de trabajo mediante la estandarización de la práctica constante de actividades de orden y limpieza. Desde otra perspectiva, Juez(2020) señaló que la aplicación de las 5S implica una medida de la actividad que cuantifica los bienes y servicios producidos con el propósito de medir el nivel de utilización de los recursos. Además, Jaume, Lorente & Aldavert(2017) señalaron que las 5S se subdivide en 2 grandes fases de implementación la primera fase operativa está conformada por las 3 primeras S y la segunda fase funcional conformada por la cuarta S y quinta S por lo que el objetivo de las 5S es realizar mejoras ágiles y rápidas.

Respecto a la productividad Socconini (2019) sostuvo que la productividad es un indicador fundamental que debe medirse frecuentemente para evaluar los resultados de las mejoras. Asimismo, Juez(2020) precisó que la productividad implica una medida de actividad que cuantifica los bienes y servicios producidos con el propósito de medir el nivel de utilización de los recursos. Así pues, (Cruelles, 2012) indicó que existen dos maneras de mejorar la productividad, la primera es aumentando la producción con los mismos recursos y la segunda produciendo la misma cantidad con menos recursos. En ese orden de ideas, como en la empresa Certimin S.A se evidenció una baja productividad debido a la incorrecta disposición de materiales(15,38%), demora en la búsqueda de materiales(15,38%), falta de cuidado de equipo de laboratorio(15,38%), falta de limpieza falta de orden(12,82%), falta de clasificación de materiales(12,82%), inapropiada distribución de área de trabajo(10,26%) y falta de seguimiento de trabajo (7,69%); se aplicó las 5S en base al procedimiento planteado por Socconini (2019) quien planteó la aplicación de las 5S en 5 etapas.

Así pues, en la etapa 0 de planificación y preparación, se estableció la fecha de inicio de implementación y el responsable de cada etapa. Además, se tomó fotografías del área de acoplamiento inductivo. Después de culminar con la etapa

0, se pasó a la etapa 1 en la cual se aplicó la primera S (Seleccionar) teniendo como base la información recopilada en la etapa 0. Así pues, se ejecutó una selección de los ítems ubicados dentro de las instalaciones del laboratorio en dos grandes categorías: necesarios y no necesarios. Para este fin se diseñó un diagrama de flujo de selección de materiales. Asimismo, se ejecutó una sesión de “red-tagging”, en la que se colocó etiquetas (normalmente de color rojo) para identificar artículos, ítems o herramientas en el laboratorio y asignar una acción de disposición adecuada (vender, desechar, reubicar) o un sitio de almacenamiento.

Una vez que se culminó con la etapa 1 se pasó a la etapa 2 en la que se aplicó la segunda S(Ordenar) ordenando los artículos seleccionados como necesarios y definiendo el lugar para cada cosa. Fundamentalmente se ordenó los objetos en las áreas defendidas según colores. En primer lugar, se ubicó un coche en la entrada del área de ICP, para recibir las muestras minerales provenientes del área de vía húmeda de geoquímica, vía húmeda concentras y ambientales. Así pues, se dio una correcta ubicación a las muestras ya leídas que se venían dejando en una mesa ubicada en el pasadizo en medio de la sala de diluciones 1 y sala ICP-OES, lo cual ocasionada obstrucción de espacios de transporte. Además, como en la sala de diluciones 1 se observó un desorden a la hora de trabajar las muestras por la falta de una cultura de orden, se limpió e indicó el lugar de los materiales de trabajo y se ordenó el espacio de la sala de diluciones 1. Por otra parte, como en la sala de diluciones 2 se encontraron galoneras vacías de insumos en las que se visualizó que algunas de ellas estaban sin identificar, se les dio la disposición adecuada, mientras que las muestras, antes esparcidas encima de la mesa, se almacenaron en un espacio anteriormente utilizado para guardar los guardapolvos del personal del área. Como producto de esta S se realizó una guía de ubicaciones de materiales en la cual se definió el responsable de ejecutarla.

Por otra parte, en la tercera S(Limpiar) realizó un programa de limpieza y se estableció la disciplina mediante formatos de control supervisados por el responsable de limpieza designado. Además, se definió la frecuencia y fechas de limpieza y se listó los artículos que se requieren para la limpieza y se documentó las actividades de limpieza mediante un procedimiento. Asimismo, se realizó limpieza de gabinetes, mesones y escritorios según el programa de limpieza.

Después de realizar limpieza de gabinetes, mesones y escritorios según el programa de limpieza se registró las actividades realizadas en el formato de control. En esta etapa para que se mantenga las actividades de limpieza se elaboró un procedimiento de limpieza.

Así pues, después de la aplicación de las 3 primeras S operativas en la cuarta S (Estandarizar) que corresponde a la fase funcional, se revisó los flujos de trabajo actualmente existentes, a fin de verificar si existe alguna oportunidad de mejora eliminando o disminuyendo tiempos muertos. Así también, para identificar rápidamente cualquier irregularidad en las labores y corregirla, se desarrolló un flujograma con documentos asociados. Al respecto, se realizó una propuesta de un nuevo diagrama de operaciones del proceso análisis de muestra en ICP en el que se combinó la operación 2 y la inspección 6 para reducir el tiempo del proceso. Además, se realizó una propuesta de un nuevo diagrama de actividades del proceso análisis de muestra en ICP en base al tiempo estándar que se obtuvo en el formato de estudio de tiempos. Así pues, al combinar la operación 2 y la inspección 6 se obtuvo como tiempo de operación estándar de análisis de muestra 1388,4 minutos. Como producto de esta S se realizó la valuación de las 5S.

Por último, en la etapa 5 se aplicó la quinta S, en la cual se realizó el seguimiento de las actividades mediante control visual a través de un formato de lista de verificación de limpieza. Siendo así, a diferencia de las otras cuatro etapas, esta quinta y última fase de la metodología 5S se enfocó en actividades a mediano y/o largo plazo: mantener las condiciones de 5S, así como cumplir y hacer cumplir los estándares de trabajo desarrollados para las actividades del área de ICP. Para esto, se estableció un cronograma de capacitaciones e inspecciones para dotar al personal del área no sólo con la responsabilidad del sostenimiento de las acciones, sino también con las competencias actitudinales y aptitudinales requeridas para la exitosa adopción de la metodología de las 5S.

En suma, para el sostenimiento de la propuesta se consideró necesario realizar la lista de objetos necesarios y no necesarios, utilizando los formatos. En tal sentido, se resaltó la importancia de la guía de ubicaciones de materiales y lo fundamental que es cumplir con el programa de limpieza. Al respecto, para verificar el cumplimiento del programa se recomendó emplear el formato de control de limpieza.

Así también se valoró seguir el procedimiento de limpieza y el cumplimiento del cronograma de capacitaciones e inspecciones.

Respecto a los hallazgos de investigaciones previas Canales (2017) sostuvo que al diseñar y aplicar un plan de mejora basado en metodología 5S la productividad mejoró. En ese sentido, señaló que, en el Seiri, Seiton y Seiso el promedio se mantuvo por debajo del 55%; pero es importante denotar que en el caso particular de la obra el Seiketsu y el Shitsuke tuvieron valores elevados alcanzando un promedio del 75%. Además, Barbosa & Hernandez (2016) concluyeron que en cuanto a la etapa de Seri se alcanzó un promedio del 90.8% entre todas las áreas a las cuales fue aplicado; en relación con el Seiton las mejoras promedio fueron de 96%; en la etapa Seiso se evidenció una optimización promedio en virtud de la productividad del 96.8%, en la etapa Seiketsu la mejora alcanzó un nivel promedio del 100%. También Castro (2019) logró evidenciar que la productividad si logró incrementarse con la aplicación de este tipo de herramientas por lo que concluyó que la productividad total en el caso de estudio aumentó en un 4.98%. Por su parte los porcentajes manejados de mejoría en relación con cada herramienta del 5S se conoció que para la Seiri fue en promedio del 61.29%, de 45.16% para Seiton, en el caso de Seiso el promedio fue de 53.22% y para Seiketsu el promedio alcanzó el 30.65%.

Así también, Morales (2019) como resultado concluyó que la filosofía de las 5S se centra en la organización del trabajo eficaz y los procedimientos normalizados de trabajo. Además, precisó que la metodología ejerce una influencia positiva disminuyendo los retrasos y defectos; la evaluación efectuada a las 5S en la entidad demostró que el orden, limpieza, estandarización y disciplina poseían niveles bajos del 40%, 33%, 30% y 10% respectivamente; éstos mejoraron pasando a 53% para orden, 47% para limpieza, 70% para estandarización y 60% para disciplina. Teniendo finalmente una relación directa y positiva entre la metodología 5S y la productividad siendo el p-valor de 0,000. Asimismo, Hernández (2016) como resultado del estudio logró precisar que al aplicar el método 5S se obtuvo un aumento en el promedio de mejora pasando de 41% a 63%, además se redujo el tiempo en la búsqueda de materiales de 900 segundos a tan solo 180 segundos.

Adicionalmente, Manrique & Nevado (2017) como resultado lograron demostrar que se mejoró la productividad con la implementación del programa 5S. Así pues, concluyeron que la eficiencia pasó de un 65% a un 79%; la eficacia pasó de 61% a 76%; mientras que la productividad de la mano de obra presentó un aumento del 15% en el área gerencial, 26% en el área administrativa, 18% en el área operativa y 31% en el área de almacén. Por su parte, Sócola, Medina & Olaya (2020) precisaron que aplicar el método de las 5S estimula mejoras significativas, siendo la eficiencia antes del 37% y después del 89%; una eficacia antes del 56% y después del 94%; productividad total antes del 21% y después del 89%. En cuanto a cada herramienta del método el total se subdividió en cada una de las “S”, para lo cual el 20% completo lo obtuvieron la clasificación, la limpieza y la disciplina, mientras que el orden obtuvo un 17% y la estandarización un 13%. A este respecto, Fuentes (2017) como resultado demostró que los beneficios tras aplicar esta metodología son innumerables, pero están directamente asociados con sentido de compromiso de los trabajadores.

Así pues, en relación con estos resultados presentados en investigaciones anteriores, en la presente investigación se redujo de 1402,6 minutos a 1388,45 minutos el proceso de análisis de ICP. Además, se obtuvo una mejora de la productividad en 11%, teniendo una mejora de 2% en eficiencia y 9% en eficacia. A este respecto, en la evaluación de 5S pretest se obtuvo 26%, 21%, 30% y 29% y 25% respectivamente. Así también, se obtuvo que la media de productividad en el pretest fue de 0,77 y en el posttest de 0,89, esto evidenció una mejora. A este respecto, al evaluar la productividad mediante prueba de muestras emparejadas se tuvo una significancia menor que 0,05 por lo que al tener esta significancia existió evidencia significativa para afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la productividad en el área de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S.A, 2021.

VI. CONCLUSIONES

1. La empresa Certimin S.A. presentó baja productividad a causa de la demora en la búsqueda de materiales y la incorrecta disposición de materiales. Así

pues, para dar solución al problema se aplicó la metodología 5S. En consecuencia, como resultado de la investigación se concluye que mediante la aplicación de las 5s se logró mejorar la productividad en 15,31%. Además, se obtuvo que las 5S en el pretest tuvo un porcentaje de 26% y en postest 79% por lo que se tuvo una variación porcentual de 47%. En tal sentido, se visualizó que la media productividad en el pretest fue de 77% y en el postest de 89%, esto evidenció una mejora. Al respecto, para comprobar la hipótesis general se realizó el procesamiento de datos en el SPSS. Así pues, en la prueba de normalidad se tuvo que sig. en la productividad pretest y postest fue mayor que 0.05, por lo que en base a la regla de decisión se aplicó la prueba paramétrica T Student. Seguidamente, al realizar la comparación de medias se obtuvo que la significancia (Sig) fue menor que 0.05 por lo cual se aceptó la hipótesis alterna (Ha). Siendo así se obtuvo evidencia significativa para afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la productividad en el área de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S. A.

2. La falta de limpieza, falta de orden y falta de clasificación de materiales impacto en la eficiencia por lo que se aplicó Seiri para seleccionar los materiales necesarios de los no necesarios y se realizó una lista en la que se especificó el área de guardado. Además, se aplicó Seiton para ordenar los materiales necesarios y Seiso para realizar la limpieza fundamentada en un procedimiento de limpieza. Al respecto, como resultado de la investigación se obtuvo que en el pretest Seiri tuvo un porcentaje de cumplimiento de 21% y en el postest 78%; Seiso 23% en el pretest obteniendo 85% en el postet y Seiso 29%. en el pretest teniendo 79% en el postest. Asimismo, se observó que la media de eficiencia en el pretest fue de 96% y en el postest de 98%, esto evidenció una mejora de 2%. Siendo así para comprobar la hipótesis se evaluó los resultados mediante estadísticos de prueba. Seguidamente en la prueba de normalidad se tuvo que sig. fue mayor que 0.05 en eficiencia pretest y menor que 0,05 en el postest, por lo que según la regla de decisión se realizó la prueba no paramétrica Z Wilcoxon. Así pues, luego de realizar la comparación de

medias se obtuvo que la significancia (sig) fue menor que 0.05 por lo que se aceptó la H_a . Siendo así se obtuvo evidencia significativa para afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la eficiencia en el área de acoplamiento inductivo Certimin S. A.

3. La falta de cuidado de equipo de laboratorio, la falta de seguimiento de trabajo y la inapropiada distribución de área de trabajo impactó en la eficacia por lo que se aplicó Seiketsu para estandarizar mediante una guía estándar y se realizó una lista de verificación de cumplimiento de actividades. Además, se aplicó Shitsuke para dar seguimiento a las acciones de mejora realizadas. Al respecto, como resultado de la investigación se obtuvo que en el pretest Seiketsu tuvo un porcentaje de cumplimiento de 29% y en el posttest 73%; Shitsuke 25% en el pretest obteniendo 82% en el posttest. Asimismo, se observó que la media de eficacia en el pretest fue de 79,83% y en el posttest de 90,62%, esto evidenció una mejora de 13,49%. Siendo así para comprobar la hipótesis se evaluó los resultados mediante estadísticos de prueba. Seguidamente, en la prueba de normalidad se tuvo que sig. fue mayor que 0.05 en eficacia pretest y posttest, por lo que según la regla de decisión se realizó la prueba paramétrica T Student. Así pues, luego de realizar la comparación de medias se obtuvo que la significancia (sig) fue menor que 0.05 por lo que se aceptó la H_a . Siendo así se obtuvo evidencia significativa para afirmar que la aplicación de la metodología 5S mejoró la eficacia en el área de acoplamiento inductivo de la empresa Certimin S. A.

VII. RECOMENDACIONES

- Al gerente general de la empresa Cerimin S.A se recomienda mantener la evaluación de las 5S para valorar el porcentaje de cumplimiento de actividades de esta metodología y así poder implementar medidas que permitan mantener el progreso de implementación de las 5S. En tal sentido, para futuras investigaciones se recomienda aplicar la administración mediante cadenas de flujo de valor. Sin embargo, para lograr resultados exitosos es necesario que se aplique herramientas de mejora en base al contexto de la empresa puesto que cada organización maneja diferentes recursos.
- Al gerente general de la empresa se recomienda implementar herramientas de control visual, puesto que estas ayudan a tener un mejor control del progreso de implementación de la metodología. Asimismo, se recomienda actualizar guías de guardado de productos necesarios y no necesarios para mantener la eficiencia en el área de acoplamiento inductivo de la empresa.
- Al gerente general se recomienda aplicar nuevos eventos Kaizen, hacer seguimiento del cumplimiento de las actividades ejecutas. Al respecto, para mantener la mejora de la eficacia se recomienda aplicar la clasificación ABC de análisis de muestras realizadas en base a los requerimientos para clasificar los materiales necesarios y así lograr gestionar una constante mejora continua.

REFERENCIAS

- ARIAS, F.G., 2012. *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9800785299. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION.
- BARBOSA, J., & HERNANDEZ, J., 2016. *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora en la productividad, mediante la aplicación del método japonés de las 5s del albergue Hilda Ceballos de Moreno* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/346/residenciaCORRECTO.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CANALES BRAVO, A.A., 2017. *Mejoramiento de la productividad de una cuadrilla de trabajadores de moldajes metálicos en edificación en altura de hormigón armado, mediante la metodología 5S* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/4599>.
- CASTRO PEREZ, C.C., 2019. *Impacto de implementar 5S en la productividad del área de producción de manufactura Handy Shoes* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://1library.co/document/eqomod7z-impacto-implementar-productividad-area-produccion-manufactura-handy-shoes.html>.
- CEPAL, 2021. América Latina y el Caribe crecerá 5,9% en 2021, reflejando un arrastre estadístico que se modera a 2,9% en 2022. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/america-latina-caribe-crecera-59-2021-reflejando-un-arrastre-estadistico-que-se-modera>.
- CHORAFAS, D., 2015. *Science and Technology* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=09CEBAAAQBAJ&lpg=PA7&dq=applied research definition&hl=es&pg=PR5#v=onepage&q=applied research definition&f=false>.
- CRUELLES RUIZ, A.J., 2012. *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. S.l.: s.n.
- DOMÍNGUEZ GALCERÁN, ROSA; HUERTAS GARCÍA, R., 2016. *Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios turísticos* [en línea]. S.l.: Universidad de Barcelona. ISBN 9788447539147.

- Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=Mv1SDAAAQBAJ&lpg=PA61&dq=productividad%2Beficiencia%2Beficacia&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=productividad+eficiencia+eficacia&f=false>.
- FUENTES, K., 2017. Implementación de la metodología 5s para reducir los tiempos en la ubicación de documentos en el área de Aseguramiento y Control de la Calidad de una entidad bancaria. [en línea], pp. 113. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6871/Fuentes_lik.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- GUTIERREZ, P.H., 2010. *Calidad total y productividad* [en línea]. 3. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.academia.edu/38931538/Calidad_Total_y_Productividad_Humberto_Gutierrez_Pulido_MC_Graw_Hill_Ed.
- HERNÁNDEZ, C.J.A., 2016. Propuesta de implementación de la herramienta de mejora continua 5S en los almacenes de los talleres aeronáuticos de reparación en Bogotá. [en línea], pp. 1-69. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15453/HernandezCastañedaJesicaAndrea2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- INEI, 2021. Comportamiento de la Economía Peruana en el Segundo Trimestre de 2021. [en línea]. S.l.: Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/03-informe-tecnico-pbi-ii-trim-2021.pdf.
- JAUME, A.E.V., LORENTE, J.J. y ALDAVERT, X., 2017. *5S para la mejora continua: La base del Lean* [en línea]. 3. S.l.: s.n. ISBN 9788494691904. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=BFENyAEACAAJ&lpg=PA1&hl=es&pg=PA4#v=onepage&q&f=false>.
- JIMÉNEZ, F., 2021. Cambio tecnológico, productividad y producto de largo plazo de Perú. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía* [en línea], vol. 52, no. Especial. ISSN 0301-7036. DOI 10.22201/iiec.20078951e.2021.especial.69802. Disponible en: <https://www.probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/view/69704/61566>.
- JUEZ, J., 2020. *Productividad Extrema: Como ser más eficiente, producir más y*

- Mejor*. S.l.: s.n. ISBN 9780415475976.
- KANAWATY, 1996. *Introducción al Estudio del trabajo - Kanawatypdf* [en línea]. 1996. S.l.: Organización Internacional del Trabajo. Disponible en: <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>.
- MANRIQUE ALAMO, L.Y. y NEVADO ROMERO, E.T.V., 2017. Implementación de la metodología 5s para mejorar la productividad de la empresa Macron S.R.L., Huaraz, 2019 TESIS. *Universidad Andina del Cusco* [en línea], pp. 94. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MINEM, 2021. Mine 2021:Grandes expectativas, aprovechando el mañana. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://www.pwc.pe/es/publicaciones/PwC-Mine-2021-esp.pdf>.
- MOGRO, S.C., 2017. Estimación de una función de producción y análisis de la productividad: el sector de innovación global en mercados locales. *Estudios Gerenciales* [en línea], vol. 33, no. 145, pp. 400-411. ISSN 26656744. DOI 10.1016/j.estger.2017.10.004. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/cuantificación-del-papel-sector-manufacturero-en/docview/2403814031/se-2?accountid=37408>.
- MORALES SOSA JOSÉ, 2019. Técnica de la 5S y la productividad en la empresa de calzado Consorcio Perú Inversiones S.A.C. [en línea], Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4137/MORALES_SOSA_POSGRADO_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- SAMPIERI, H.R., FERNANDEZ., C.C. y P., B.L., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. 3 ed. S.l.: s.n. ISBN 9781456223960. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- SOCCONINI, L.V., 2019. *Lean Company. Más allá de la manufactura*. S.l.: Marge Book. ISBN 9788417313982.
- SÓCOLA LÓPEZ, A.H., MEDINA MARCHENA, A. y OLAYA GUERRERO, L.M., 2020. Las 5S, herramienta innovadora para mejorar la productividad. *Revista*

Metropolitana [en línea], Disponible en:
<https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/307/332>.

SPRAGUE, S., 2021. The U . S . productivity slowdown : an economy-wide and industry-level analysis. *Monthly Labor Review* [en línea]. 2021. pp. 1-46.
Disponible en: <https://doi.org/10.21916/mlr.2021.4>.

WORLD BANK, 2021. Global Productivity: Trends, Drivers, and Policies. [en línea].
S.l.: Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/07/14/productivity-growth-threatened-by-covid-19-disruptions>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Metodología 5s	"Socconini (2019) señaló: La 5S constituye una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios a largo plazo. (p.131)."	Las 5S es una disciplina que permite mejorar el área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A; mediante 5 etapas interrelacionadas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Seitsuke.	Dimensión 1: Seiri "Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios" (Socconini,2019, p.132).	Porcentaje de Seiri $Sri = \frac{\sum P_{ri}}{Ptr} \times 100\%$ Leyenda <i>Sri</i> : Porcentaje de Seiri (%) <i>P_{ri}</i> : Puntaje de Seiri(Puntos) <i>Pe1</i> : Puntaje esperado en Seiri(Puntos)	Razón
			Dimensión 2: Seiton "Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y vuelta al mismo lugar después de usarla" (Socconini,2019, p.132).	Porcentaje de Seiton $Son = \frac{\sum P_{on}}{Ptr} \times 100\%$ Leyenda <i>Son</i> : Porcentaje de Seiton (%) <i>P_{on}</i> : Puntaje de Seiton(Puntos) <i>Pe2</i> : Puntaje esperado en Seiton(Puntos)	Razón
			Dimensión 3: Seiso "Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que, al limpiar, también estamos inspeccionando lo que limpiamos" (Socconini,2019, p.132).	Porcentaje de Seiso $Sso = \frac{\sum P_{so}}{Ptr} \times 100\%$ Leyenda <i>Sso</i> : Porcentaje de Seiso (%) <i>P_{so}</i> : Puntaje de Seiso(Puntos) <i>Pe3</i> : Puntaje esperado en Seiso(Puntos)	Razón
			Dimensión 4: Seiketsu	Porcentaje de Seiketsu	

			<p>“Cosiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo” (Socconini,2019, p.132).</p>	$Ssu = \frac{\sum P_{su}}{Ptr} \times 100\%$ <p>Leyenda <i>Ssu</i>: Porcentaje de Seiketsu(%) <i>P_{su}</i>: Puntaje de Seiketsu(Puntos) <i>Pe4</i>: Puntaje esperado en Seiketsu(Puntos)</p>	Razón
			<p>Dimensión 5: Seitsuke “Consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5S, manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos [...] resultan de las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo” (Socconini,2019, p.132).</p>	$Ske = \frac{\sum P_{ke}}{Ptr} \times 100\%$ <p>Leyenda <i>Ske</i>: Porcentaje de Shitsuke (%) <i>P_{ke}</i>: Puntaje de Shitsuke(Puntos) <i>Pe5</i>: Puntaje esperado en Shitsuke(Puntos)</p>	Razón
Productividad	Gutierrez (2010) sostuvo: La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos [...] es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. (p.21).	La productividad hace referencia al logro de resultados mediante el uso adecuado de los recursos teniendo como dimensiones la eficiencia y la eficacia, por lo que al multiplicar la eficiencia y eficacia se obtiene como resultado la productividad antes y después.	<p>Dimensión 1: Eficiencia “[...] es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (Gutiérrez, 2010, p.21).</p>	<p>Porcentaje de eficiencia</p> $EFN = \frac{T_{di} - T_{de}}{T_{di}} \times 100\%$ <p>Leyenda EFN: Porcentaje de eficiencia (%) <i>T_{di}</i>: Tiempo disponible(min) <i>T_{de}</i>: Tempo de descanso(min)</p>	Razón
			<p>Dimensión 2: Eficacia “[...] la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (Gutiérrez, 2010, p.21).</p>	<p>Porcentaje de eficacia</p> $EFC = \frac{N_{mr}}{N_{mp}} \times 100\%$ <p>Leyenda: EFC: Porcentaje de eficiencia (%) Nmr: Número de muestras realizadas (Und/Sem) Nmp: Numero de muetras programas(Und/Sem)</p>	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
General:	General:	General:	Variable Independiente: Metodología 5S	1. Tipo de Investigación: - Aplicada - Cuantitativa - Correlacional 2. Diseño de Investigación - Experimental - Pre experimental (Medición a único grupo con pre-test y pos-test) - 3. Población. Registros de producción del área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A durante dos periodos de 03 meses cada uno. Muestreo: No Probabilístico a Conveniencia Muestra Registros de producción del área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A durante dos periodos de 03 meses cada uno. 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: - Técnicas de recolección de datos es la observación - Instrumento de recolección de datos ficha de datos 5. Técnicas de Análisis de Datos: - Análisis de relación entre variables: Estadístico Descriptivo, comparativo y Deductivo
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021?	Determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.	La aplicación de la metodología 5s mejora la productividad en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.	. Seiri (organización)	
Específicos:	Específicos:	Específicos:	. Seiton (orden)	
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021?	Determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021	La aplicación de la metodología 5s mejora la eficiencia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021	. Seiso (limpieza)	
¿En qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021?	Determinar en qué medida la aplicación de la metodología 5s mejorará la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.	La aplicación de la metodología 5s mejora la eficacia en el área de plasma de acoplamiento inductivo en Certimin S.A, Lima 2021.	. Seiketsu (estandarización)	
			. Shitsuke (disciplina)	
			Variable Dependiente: Productividad	
			. Eficiencia	
			. Eficacia	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 3. Diagnóstico para diagrama de Causa - Efecto

5°.- ¿Cuáles son las Causas?				Propuestas	Herramientas / Metodologías	Solución (VI)
Principales	Secundarias	Causa relacionada	Frecuencia	6°.- ¿Cuáles son las Propuestas?	7°.- ¿Qué herramientas necesito?	8°.- ¿En conclusión?
Ambiente	Espacios reducidos de trabajo	GESTION	15	Ampliar el espacio disponible	Aplicar Metodología 5S	La propuesta más relevante es: mejorar el área de trabajo en cuanto a orden, limpieza y distribución a través de las 5S
	Falta de limpieza	GESTION	16	Realizar jornadas recurrentes de limpieza		
	Falta de orden		7			
	Falta de señalización	GESTION	13	Implementar señales visibles en cada área		
Maquinas	Inapropiada distribución del área de trabajo	GESTION	9	Distribuir adecuadamente los equipos para maximizar espacios		
	Falta de Espacio	GESTION	7	Proponer ampliar los espacios de trabajo		
Medición	Tiempos muertos entre procesos	GESTION	5	Disminuir el tiempo muerto entre los procesos		
	Tiempo set-up elevados	MANTENIMEINTO	4	Disminuir el tiempo set-up		
Materiales	Incorrecta disposición de materiales	GESTION	4	Ordenar adecuadamente los materiales		
	Materiales mal posicionados	GESTION	3	Distribuir los materiales de acuerdo a su uso		
	Falta de planificación de pedidos	GESTION	2	Desarrollar fichas de solicitud de materiales		

	Falta de cuidado de equipo de laboratorio	GESTION	3			
Mano de Obra	Falta de estímulo	GESTION	1	Motivar al personal		
	Falta de seguimiento de trabajo	GESTION	1	Incluir el compromiso hacia el trabajo en los empleados		
	Ritmo de trabajo cambiante	GESTION	1	Coordinar adecuación en los horarios de trabajo		
Métodos	Incumplimiento en tiempos de entrega	PRODUCCIÓN	2	Ejecutar fichas de seguimiento para cumplir con las entregas		
	demora en la búsqueda de materiales	GESTION	2	Posicionar los materiales por tipo de proceso para su mejor ubicación		
	Falta de clasificación de los materiales	GESTION	1	Inventariar y clasificar los materiales		

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del área plasma de acoplamiento inductivo (ICP) de la empresa CERTIMIN S.A, 2021

Anexo 4. Manual de Implementación de las 5s

	MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S	
	OCTUBRE 2021	1ª Edición

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S



Jonathan Campbell Femandini	Romero Quispe, Dalmira Nicolí
APROBADO	REALIZADO

DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN POR ETAPA DE LA 5 S

5 S	LIMPIEZA INICIAL	OPTIMIZACIÓN	FORMALIZACIÓN	PERPETUIDAD
	1	2	3	4
CLASIFICAR	Separar lo que es útil de lo inútil.	Clasificar las cosas útiles.	Revisar y establecer las normas de orden.	ESTABILIZAR MANTENER MEJORAR EVALUAR (AUDITORIA 5`S)
ORDEN	Tirar lo que es inútil.	Definir la manera de dar un orden a los objetos.	Colocar a la vista las normas así definidas.	
LIMPIEZA	Limpiar las instalaciones.	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución.	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas.	
ESTANDARIZAR	Eliminar lo que no es higiénico.	Determinar las zonas sucias.	Implantar las gamas de limpieza.	
DISCIPLINA	ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5`S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO			

Fuente: Manual de implementación programa 5 S, p. 25.

EXPLICACIÓN DEL DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN POR ETAPAS

Primera etapa (limpieza inicial)

Se centra principalmente en una limpieza dentro del área de trabajo, esto nos dice que se debe de retirar todo lo que no sirve del área de trabajo, limpiando todos los equipos y materiales de tal manera dejando un ejemplo de cómo se debe de mantener el área de trabajo.

Segunda etapa (optimización)

Se refiere a la mejora de lo logrado dentro de la primera etapa de la implementación esto quiere decir que se debe de identificar los sitios de trabajo con problemas de limpieza. Debido a esto se debe de analizar como perfeccionar lo que esta correctamente clasificado, donde hay un orden adecuado y determinar los focos que crean la suciedad.

Tercera etapa (formalización)

En esta etapa de la implementación se formaliza lo logrado en las etapas anteriores, eliminando los focos que originan todo tipo de suciedad, de tal manera estableciendo normas y procedimientos a la vista del personal.

Cuarta y última etapa (perpetuidad)

En la última etapa de la implementación consiste en poder conservar todo lo logrado dando una viabilidad de todo el proceso y de tal manera poder ofrecer un superior servicio al cliente.

SEIKETSU	Duración	Puntuación Asignada							Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %	
	Puntos											
TOTAL												

Observaciones:


Anexo 6: Registro de datos en instrumento para medir metodología 5S pretest

CUADRO DE VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S											
Tema: Aplicación de 5S											
Área: Plasma de acoplamiento inductivo											
Jefe	JP										
Asistente	AP										
Operario	MP										
Operario	H										
Operario	O1										
Operario	O2										
Puntaje a asignar o valorar	1 a 5	Valoración/ Puntuación de Cumplimiento									
		Puntuación Asignada									
Duración		J P	A P	M P	H	O1	O2				
SEIRI								Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %	
Archivos		3	1	2	1	1	2	32	150	21%	
Escritorios		1	0	1	1	1	2				
Control visual		0	1	1	2	1	1				
Estándares para descartar		0	2	1	1	2	2				
Regla para desechar		2	0	0	0	0	0				
		Puntos									
		6	4	5	5	5	7				
SEITON		Duración	Puntuación Asignada						Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Rótulos en lugares de almacenamiento		2	2	3	1	1	2	35	150	23%	
Etiquetas de documentos		1	0	2	1	1	2				
Gavetas de escritorio		2	2	0	0	2	1				
Organización de equipos y documentos		0	1	0	1	1	1				
Documentos y equipos		1	0	1	1	2	1				
		Puntos									
		6	5	6	4	7	7				
SEISO		Duración	Puntuación Asignada								
Piso		3	3	3	2	1	3				
Polvo y sucio		1	1	2	1	1	1				

Limpieza habitual		0	1	0	0	1	1	45	150	30%
Herramientas de limpieza		2	2	1	1	2	2			
Equipos de oficina		2	1	1	2	2	2			
	Puntos	8	8	7	6	7	9			
SEIKETSU	Duración	Puntuación Asignada						Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Evidencia de sostenibilidad de las tres primeras S		2	1	2	1	2	2	44	150	29%
Evidencia de patrullas o auditorías de 5S		1	1	2	3	2	1			
Evidencia de algún tipo de incentivo por avance de 5S logrados		0	1	1	1	1	1			
Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5S		1	2	2	2	2	2			
Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados		2	1	2	1	1	1			
	Puntos	6	6	9	8	8	7			
SHITSUKE	Duración	Puntuación Asignada						Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Regulaciones y normas		3	1	2	1	0	1	37	150	25%
Interacción entre compañeros		0	2	2	3	3	3			
Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.		1	0	1	2	0	1			
Equipos de oficina		2	2	2	1	2	1			
Comer, beber, fumar		0	1	0	0	0	0			
	Puntos	6	6	7	7	5	6			
TOTAL										

Observaciones:

Anexo 7. Registro de datos en instrumento para medir metodología 5S postest

CUADRO DE VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S										
Tema: Aplicación de 5S										
Área: Plasma de acoplamiento inductivo										
Jefe	JP									
Asistente	AP									
Operario	MP									
Operario	H									
Operario	O1									
Operario	O2									
Puntaje a asignar o valorar	1 a 5	Valoración/ Puntuación de Cumplimiento								
		Puntuación Asignada								
Duración		J P	A P	M P	H	O1	O2			
SEIRI								Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Archivos		4	4	5	4	3	4	117	150	78%
Escritorios		3	4	5	4	4	4			
Control visual		3	5	5	5	4	5			
Estándares para descartar		2	5	4	4	4	4			
Regla para desechar		3	4	2	3	4	3			
Puntos		15	22	21	20	19	20			
SEITON		Puntuación Asignada						Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Rótulos en lugares de almacenamiento		5	5	5	5	5	5	128	150	85%
Etiquetas de documentos		5	5	5	5	5	5			
Gavetas de escritorio		3	4	3	2	2	3			
Organización de equipos y documentos		4	5	5	5	4	4			
Documentos y equipos		3	5	4	3	4	5			
Puntos		20	24	22	20	20	22			
SEISO		Puntuación Asignada								
Piso		4	4	4	3	4	3	118	150	79%
Polvo y sucio		5	4	4	5	3	4			

Limpieza habitual		5	5	5	5	5	5			
Herramientas de limpieza		3	4	4	3	4	3			
Equipos de oficina		2	3	4	4	4	3			
	Puntos	19	20	21	20	20	18			
SEIKETSU	Duración	Puntuación Asignada						Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Evidencia de sostenibilidad de las tres primeras S		4	4	5	5	4	5	109	150	73%
Evidencia de patrullas o auditorías de 5S		3	3	2	3	4	3			
Evidencia de algún tipo de incentivo por avance de 5S logrados		4	3	4	4	3	4			
Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5S		3	4	4	5	3	4			
Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados		3	3	2	4	3	4			
	Puntos	17	17	17	21	17	20			
SHITSUKE	Duración	Puntuación Asignada						Puntaje Acumulado	Puntaje Esperado	Cumplimiento %
Regulaciones y normas		4	4	5	4	3	4	123	150	82%
Interacción entre compañeros		5	5	5	5	5	5			
Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.		4	3	4	3	3	2			
Equipos de oficina		4	5	4	5	4	5			
Comer, beber, fumar		3	4	4	3	5	4			
	Puntos	20	21	22	20	20	20			
TOTAL										

Observaciones:

Anexo 11. Instructivo para llenado de instrumentos para medir metodología 5S

	Formato	Código de formato
	Instrumentos para medir metodología 5S	F5S-001
N°	Campo	Descripción
1	Tema	Registrar tema de investigación
2	Área	Registrar nombre área de estudio de la empresa
3	Proceso/operación	Registrar nombre del proceso/operación de estudio de la empresa
4	Elaborado por	Registrar nombre de las personas que elabora el instrumento
5	Fórmula	Registrar la fórmula de los indicadores establecidos respecto a la variable de estudio
6	Puntuación Asignada	Registrar puntuación de valoración de los trabajadores evaluados
7	Puntaje Acumulado	Registrar suma total de la puntuación asignada

8	Puntaje Esperado	Registrar la puntuación esperada
9	Cumplimiento %	Registrar porcentaje según el cálculo realizado con la fórmula del indicador
10	Observaciones	Registrar observaciones en caso de que se registre algún problema, caso particular en el proceso evaluado.
11	JP	Registrar puntuación asignada a jefe
12	AP	Registrar puntuación asignada a asistente
13	MP	Registrar puntuación asignada a operario de materia prima
14	H	Registrar puntuación asignada a operario
15	O1	Registrar puntuación asignada a operario
16	O1	Registrar puntuación asignada a operario

Nota. Elaboración propia

Anexo 12. Instructivo para llenado de instrumentos para medir productividad

	Formato	Código de formato
	Instrumentos para medir productividad	FP-002
N°	Campo	Descripción
1	Área de la empresa	Registrar nombre área de estudio de la empresa
2	Proceso/operación	Registrar nombre del proceso/operación de estudio de la empresa
3	Elaborado por	Registrar nombre de las personas que elabora el instrumento
4	Fórmula	Registrar la fórmula de los indicadores establecidos respecto a la variable de estudio
5	Semana	Registrar las semanas de evaluación según corresponda en el estudio antes de la mejora y después de la mejora

6	EFN	Registrar porcentaje de eficiencia de cada semana
7	EFC	Registrar porcentaje de eficacia de cada semana
8	Np	Registrar nivel porcentual de productividad
9	Promedio	Registrar el promedio de las semanas de evaluación
10	Nota	Registrar una nota de observación en caso de que se registre algún problema, caso particular en el proceso evaluado

Nota. Elaboración propia

Anexo 13. Instructivo para llenado de instrumentos para medir eficiencia

	Formato	Código de formato
	Instrumentos para medir eficiencia	FP-003
N°	Campo	Descripción
1	Área de la empresa	Registrar nombre área de estudio de la empresa
2	Proceso/operación	Registrar nombre del proceso/operación de estudio de la empresa
3	Elaborado por	Registrar nombre de las personas que elabora el instrumento
4	Fórmula	Registrar la fórmula de los indicadores establecidos respecto a la variable de estudio
5	Semana	Registrar las semanas de evaluación según corresponda en el estudio antes de la mejora y después de la mejora

6	<i>TU</i>	Registrar tiempo útil de cada semana
7	<i>TD</i>	Registrar tiempo disponible de cada semana
8	EFN	Registrar porcentaje de eficiencia
9	Promedio	Registrar el promedio de las semanas de evaluación
10	Nota	Registrar una nota de observación en caso de que se registre algún problema, caso particular en el proceso evaluado

Nota. Elaboración propia

Anexo 14. Instructivo para llenado de instrumentos para medir eficacia

	Formato	Código de formato
	Instrumentos para medir eficacia	FP-004
N°	Campo	Descripción
1	Área de la empresa	Registrar nombre área de estudio de la empresa
2	Proceso/operación	Registrar nombre del proceso/operación de estudio de la empresa
3	Elaborado por	Registrar nombre de las personas que elabora el instrumento
4	Fórmula	Registrar la fórmula de los indicadores establecidos respecto a la variable de estudio
5	Semana	Registrar las semanas de evaluación según corresponda en el estudio antes de la mejora y después de la mejora

6	<i>Nmr</i>	Registrar número de muestras realizadas de cada semana
7	<i>Nmp</i>	Registrar números de muestras programadas de cada semana
8	EFC	Registrar porcentaje de eficacia
9	Promedio	Registrar el promedio de las semanas de evaluación
10	Nota	Registrar una nota de observación en caso de que se registre algún problema, caso particular en el proceso evaluado

Nota. Elaboración propia

Anexo 15. Carta de autorización para uso de información



CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN

Lima, 05 de Noviembre del 2021

Sr. Campbell Fernandini, Jonathan
Gerente General Adjunto de la empresa CERTIMIN S.A.
Dirección: Av. las Vegas 845, Lima 15801. San Juan de Miraflores

Por medio de la presente carta nos place extenderles un cordial saludo, en ocasión de solicitarle que los estudiantes de la Universidad César Vallejo de la carrera de Ingeniería Industrial, Araujo Huarcaya, Aarón Saúl y Romero Quispe, Datmna Nicohl, identificados con el DNI: 75607945 y 74870395 puedan tener el debido permiso de usted para realizar el Proyecto de Tesis en su prestigiosa empresa Certimin S.A. y acceso a la misma con fines de obtener información que nos permita desarrollar nuestra tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial.

Dado que Certimin S.A. es una empresa grande y consolidada en el sector minero del mercado, los estudiantes mencionados han decidido trabajar en sus instalaciones para obtener información que les permitan completar su tesis sobre el tema de investigación relacionado a la **“Aplicación de la metodología 5s para mejorar la productividad del área de plasma de acoplamiento inductivo en la empresa Certimin S.A, Lima-2021”**. En adición considerando oportuno para la empresa, la sociedad y para ellos que se realice su proyecto de tesis en la misma, y cuya investigación **contribuirá e impactara en dicha organización positivamente, brindado al personal una nueva cultura de trabajo** en el sentido de orden, limpieza y evitando posibles accidente e incidentes en el área de trabajo.

Con saludos cordiales y a tiempo de agradecerles su atención a esta solicitud, aprovechamos la oportunidad para reiterarles nuestra más alta consideración y estima.

Atentamente
Araujo Huarcaya, Aarón Saúl.

CERTIMIN S.A.
.....
JONATHAN CAMPBELL FERNANDINI
APODERADO

Anexo 16.

It	5.2.1	5.2.2	5.3.1	5.3.2	5.3.3	5.3.4	5.3.5	5.3.6	5.3.7	5.3.8	5.3.9	5.4.1	5.4.2	5.5.1	5.5.2	5.5.3	5.5.4	5.5.5	5.6.1	5.6.2	5.6.3	5.7.1	5.7.2	5.7.3	5.7.4	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	Total
1	26	75	56	30	45	62	64	63	43	45	78	49	28	47	46	34	58	81	76	32	26	48	64	33	70	101	486	77	266	134	215	1279
2	31	78	59	35	51	65	68	68	48	51	84	54	32	51	52	39	63	84	80	38	31	54	68	38	75	109	529	86	289	149	235	1397
3	26	75	56	30	45	62	64	63	44	46	78	49	29	47	46	34	58	81	76	32	26	49	65	33	70	101	488	78	266	134	217	1284
4	26	74	55	30	44	61	63	62	43	45	77	48	28	46	45	33	57	80	75	32	25	48	64	33	70	100	480	76	261	132	215	1264
5	17	68	49	21	34	55	55	53	35	35	67	39	21	39	35	24	47	74	68	21	16	38	57	24	61	85	404	60	219	105	180	1053
6	43	87	68	47	65	74	79	80	59	64	98	67	41	62	66	51	76	93	91	52	44	67	77	50	87	130	634	108	348	187	281	1688
7	43	88	68	48	66	75	80	81	60	65	99	67	42	62	67	52	77	94	91	53	44	68	78	50	88	131	642	109	352	188	284	1706
8	18	68	50	22	35	56	56	54	35	36	68	40	22	39	36	25	48	75	68	22	17	39	58	25	62	86	412	62	223	107	184	1074
9	31	78	59	35	51	65	68	68	48	51	84	54	32	51	52	39	63	84	80	38	31	54	68	38	75	109	529	86	289	149	235	1397
10	39	85	65	43	61	72	76	77	56	61	94	63	39	59	62	48	72	90	88	48	40	64	75	46	84	124	605	102	331	176	269	1607
11	27	75	56	31	46	62	65	64	44	46	79	50	29	48	47	35	59	81	77	33	27	49	65	34	71	102	493	79	270	137	219	1300
12	30	78	59	34	50	65	67	67	47	50	83	53	32	51	51	38	62	84	80	37	30	53	68	37	74	108	522	85	286	147	232	1380
13	36	82	63	40	57	69	73	74	53	57	90	60	36	56	58	45	69	88	85	44	37	60	72	43	80	118	576	96	316	166	255	1527
14	45	89	69	49	68	75	81	82	61	67	100	69	43	63	68	53	78	94	93	54	46	70	79	52	89	134	652	112	356	193	290	1737
15	37	83	63	41	58	69	73	74	54	57	91	60	37	56	59	45	69	88	85	45	37	60	73	44	81	120	580	97	317	167	258	1539
16	35	81	62	39	56	68	72	72	52	56	89	59	36	55	57	43	68	87	84	43	36	59	72	42	79	116	566	95	310	163	252	1502
17	24	73	54	27	42	60	61	60	41	42	75	46	26	44	43	31	54	79	73	29	23	45	62	31	67	97	462	72	251	125	205	1212
18	23	72	54	27	41	59	61	60	40	42	74	45	26	44	42	31	54	78	73	28	22	45	62	30	67	95	458	71	249	123	204	1200
19	25	74	55	29	44	61	63	62	43	44	77	48	28	46	45	33	57	80	75	31	25	47	64	33	69	99	478	76	261	131	213	1258
20	40	85	66	44	62	72	77	78	57	62	95	64	40	59	63	49	73	91	88	49	41	65	75	47	84	125	613	104	335	178	271	1626
21	19	69	51	23	36	56	57	55	36	37	69	41	23	40	37	26	49	75	69	24	18	40	59	26	63	88	420	64	227	111	188	1098
22	27	75	56	31	45	62	64	63	44	46	78	49	29	47	47	34	58	81	76	33	26	49	65	34	70	102	489	78	267	135	218	1289

It	5.2.1	5.2.2	5.3.1	5.3.2	5.3.3	5.3.4	5.3.5	5.3.6	5.3.7	5.3.8	5.3.9	5.4.1	5.4.2	5.5.1	5.5.2	5.5.3	5.5.4	5.5.5	5.6.1	5.6.2	5.6.3	5.7.1	5.7.2	5.7.3	5.7.4	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	Total
23	35	82	62	39	56	68	72	73	52	56	89	59	36	55	57	44	68	87	84	43	36	59	72	42	79	117	567	95	311	163	252	1505
24	30	78	59	34	50	65	68	67	47	50	83	53	32	51	51	38	62	84	80	37	30	53	68	37	74	108	523	85	286	147	232	1381
25	31	78	59	35	50	65	68	67	48	50	83	53	32	51	51	38	62	84	80	37	30	53	68	38	75	109	525	85	286	147	234	1386
26	36	82	63	40	57	69	73	73	53	57	90	60	36	56	58	44	69	88	85	44	37	60	72	43	80	118	575	96	315	166	255	1525
27	33	80	61	37	53	67	70	70	50	53	86	56	34	53	54	41	65	86	82	40	33	56	70	40	77	113	547	90	299	155	243	1447
28	17	68	49	21	34	55	55	53	34	35	67	39	21	38	35	24	47	74	67	21	16	38	57	24	61	85	403	60	218	104	180	1050
29	22	71	53	26	40	59	60	58	39	40	73	44	25	43	41	29	53	78	72	27	21	43	61	29	66	93	448	69	244	120	199	1173
30	47	90	71	51	70	77	83	85	64	69	103	71	45	66	71	56	81	96	95	57	48	72	81	54	91	137	673	116	370	200	298	1794
31	20	70	51	24	37	57	58	56	37	38	70	42	23	41	39	27	50	76	70	25	19	41	59	27	64	90	428	65	233	114	191	1121
32	40	85	66	44	61	72	76	77	56	61	94	63	39	59	62	48	73	91	88	48	40	64	75	46	84	125	607	102	333	176	269	1612
33	19	69	50	22	35	56	56	55	36	36	69	40	22	40	37	26	49	75	69	23	17	39	58	26	62	88	415	62	227	109	185	1086
34	25	74	55	29	43	61	62	61	42	44	76	47	27	45	44	32	56	80	74	30	24	47	63	32	69	99	473	74	257	128	211	1242
35	39	84	65	43	60	71	75	76	56	60	93	62	38	58	61	47	72	90	87	47	39	63	74	46	83	123	599	100	328	173	266	1589
36	44	89	69	49	67	75	81	82	61	67	100	69	43	63	68	53	78	94	92	54	46	70	79	51	89	133	651	112	356	192	289	1733
37	38	83	64	42	59	70	74	75	55	59	92	61	38	57	60	46	70	89	86	46	38	62	73	45	82	121	590	99	322	170	262	1564
38	21	71	52	25	39	58	59	58	38	39	72	43	24	42	40	29	52	77	71	26	20	42	60	28	65	92	440	67	240	117	195	1151
39	36	82	63	40	56	69	72	73	53	56	89	59	36	55	57	44	68	88	84	43	36	59	72	43	80	118	571	95	312	163	254	1513
40	26	75	56	30	45	62	64	63	43	45	78	49	28	47	46	34	58	81	76	32	26	48	64	33	70	101	486	77	266	134	215	1279
41	33	80	61	37	54	67	70	70	50	54	87	56	34	53	55	41	66	86	82	41	33	57	70	40	77	113	550	90	301	156	244	1454
42	37	83	64	41	58	70	74	74	54	58	91	60	37	57	59	45	70	89	86	45	37	61	73	44	81	120	584	97	320	168	259	1548
43	43	87	68	47	65	74	79	80	60	65	98	67	42	62	66	51	76	93	91	52	44	68	78	50	87	130	636	109	348	187	283	1693
44	45	89	70	50	69	76	82	83	62	68	101	70	44	64	69	54	79	95	93	55	47	71	80	52	90	134	661	114	361	195	293	1758
45	19	69	51	23	36	56	57	55	36	37	69	41	23	40	37	26	49	75	69	23	18	40	59	26	63	88	420	64	227	110	188	1097

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

n es el tamaño de la muestra

Z es el nivel de confianza

p es la variabilidad positiva

q es la variabilidad negativa

E es la precisión o error

Tabla Z	
Confianza	Valor Z
99%	2,58
98%	2,38
97%	2,25
96%	2,12
95%	1,96
94%	1,88
93%	1,81
92%	1,75
91%	1,69
90%	1,65
80%	1,28

DATOS PARA EL CALCULO	
Nivel de confianza solicitado	95%
Nivel de error permitido	5,0%
p: probabilidad de que ocurra	50,0%
q: probabilidad de que no ocurra	50,0%

100%

Definición variables	
n	
Z	1,96
p	0,5
q	0,5
E	0,05

Sino hay información previa p y q valdrán el 50% cada uno.
se descome la población

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

n	Tamaño de la muestra
Z	Nivel de confianza
p	Variabilidad positiva
q	Variabilidad negativa
E	Nivel de error permitido
N	Tamaño población (mediciones)
σ	Sigma

OBSERVACIONES ALEATORIAS

ESCALA DE TIEMPO TURNO



													Hora Desc.					
Hora	06:00	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	01:00	01:30	02:00	02:30
Observacion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13	14	15	16