

Design of 5S and ATS to reduce costs in a metal-mechanical company

Loretta Jasmir Murrieta Guillen, Bachelor of Engineering¹ , Maily Alva Alvarez, Bachelor of Engineering² ,
Marco Antonio Díaz Díaz, Máster of Science³ 

^{1,2,3} Universidad Privada del Norte, Perú, n00250683@upn.pe, n00207643@upn.pe, marco.diaz@upn.edu.pe

Abstract: The present work was developed with the purpose of solving the problems of a metal-mechanical company in the production and logistics areas. The first issue addressed was persistent disorder, while the second was labor incidents arising from unsafe practices by operators and lack of training. It is for this reason that there is a need to address these identified inconveniences. To achieve this, engineering tools such as Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, and Shitsuke (5S) were employed for disorder, and Job Safety Analysis (JSA) for labor incidents. Ultimately, an annual cost reduction of \$2,177.86 and a 69% reduction in downtime due to disorder were achieved. Additionally, the impact of implementing these tools was evaluated, yielding an internal rate of return (IRR) of 13.72%, a net present value (NPV) of \$636.73, and a benefit/cost ratio (B/C) of 1.49.

Keywords - 5S, JSA, economic analysis, metalworking, management.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Design of 5S and ATS to reduce costs in a metal-mechanical company

Loretta Jasmir Murrieta Guillen, Bachiller en Ingeniería Industrial¹ , Maily Alva Alvarez, Bachiller en Ingeniería Industrial² , Marco Antonio Díaz Díaz, Máster en Ciencias³ 

^{1,2,3} Universidad Privada del Norte, Perú, n00250683@upn.pe, n00207643@upn.pe, marco.diaz@upn.edu.pe

Abstract: *The present work was developed with the purpose of solving the problems of a metal-mechanical company in the production and logistics areas. The first issue addressed was persistent disorder, while the second was labor incidents arising from unsafe practices by operators and lack of training. It is for this reason that there is a need to address these identified inconveniences. To achieve this, engineering tools such as Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, and Shitsuke (5S) were employed for disorder, and Job Safety Analysis (JSA) for labor incidents. Ultimately, an annual cost reduction of \$2,177.86 and a 69% reduction in downtime due to disorder were achieved. Additionally, the impact of implementing these tools was evaluated, yielding an internal rate of return (IRR) of 13.72%, a net present value (NPV) of \$636.73, and a benefit/cost ratio (B/C) of 1.49.*

Keywords - 5S, JSA, economic analysis, metalworking, management.

Resumen– *El presente trabajo fue elaborado con la finalidad de solucionar los problemas de una empresa metalmecánica en las áreas de producción y logística, siendo el primero el problema del desorden persistente, y como el segundo problema se tuvo las incidencias laborales que surgen por prácticas inseguras de los operarios y la ausencia de capacitación. Es por este motivo, que existe la necesidad de poder dar solución a estos inconvenientes encontrados. Para ello, se emplearon las herramientas de ingeniería tales como: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke (5S) y Análisis de Trabajo Seguro (ATS), respectivamente para cada caso. Finalmente, se obtuvo una reducción anual de \$ 2,177.86 en costos y una reducción en tiempos muertos por desorden de un 69% y a la vez se evaluó el impacto de la implementación de las herramientas elaboradas, obteniendo una tasa interna de retorno (TIR) de 13.72%, un valor actual neto (VAN) de \$ 636.73 y un beneficio / costo (B/C) de 1.49.*

Palabras clave – 5S, ATS, análisis económico, metalmecánica, gestión.

I. INTRODUCCIÓN

A. Realidad Problemática

La empresa del sector metalmecánico destaca en la industria peruana debido a su especialización en la fabricación e instalación de estructuras para proyectos de gran envergadura en sectores como minería, energía, gas e hidrocarburos, así como en las industrias del cemento y la

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

construcción. Ha consolidado su posición como líder indiscutible en su ámbito al ofrecer una amplia variedad de soluciones adaptadas a las necesidades de sus clientes. Entre estas soluciones se incluyen la fabricación y montaje de estructuras metálicas para diversos propósitos, así como la producción de rejillas de piso y la distribución de productos de metal expandido.

Sin embargo, la empresa ha enfrentado desafíos que han impactado negativamente en sus costos operativos en los departamentos administrativos, almacén y producción, lo que ha conducido a una disminución en la generación de utilidades debido a una gestión deficiente.

El primer problema encontrado en la empresa es el desorden persistente en el área de trabajo y en la parte administrativa, con un impacto cuantificable en términos de incidentes y pérdida de tiempo laboral. Cada mes se registran de 1 a 3 tropiezos debido a la acumulación desorganizada de materiales de oficina (dossiers) y a la colocación inapropiada de elementos como vigas y columnas en los pasadizos. Esta situación no solo representa un riesgo para la seguridad de los trabajadores, sino que también tiene consecuencias económicas tangibles. Se estima que los trabajadores (operarios), cuyos salarios promedian \$326.53 y trabajan 48 horas semanales, pierden alrededor de 5 horas, lo que equivale al 10% del tiempo muerto perdido a la semana debido al desorden, generando una pérdida económica de horas hombre de \$37.01 por cada operador en el mes. Considerando estas cifras, queda claro que abordar la ineficiencia en la organización del espacio de trabajo no solo mejorará la seguridad laboral, sino que también tendrá un impacto positivo en la eficacia operativa y los resultados financieros del proyecto.

El segundo problema involucra accidentes e incidentes laborales debido a diversas circunstancias, como la falta de avisos o señales de prevención, prácticas inseguras por parte de los operarios, uso incorrecto de las herramientas de trabajo y la inadecuada utilización de Equipos de Protección Personal (EPP). En relación con los accidentes e incidentes laborales, se generaron los siguientes costos estimados: \$29.71 por día o \$653.71 por mes para la empresa.

TABLA 1
RESUMEN DE COSTOS DE PROBLEMAS

Problema	Costo
Desorden en el área administrativa	\$ 37.01
Accidentes laborales	\$ 653.71

B. Antecedentes de la Investigación:

La referencia [1] menciona que su objetivo es implementar la metodología de las 5S para mejorar las áreas productivas. La investigación es descriptiva y se basa en un estudio de caso, dividido en cinco etapas: diagnóstico de la empresa, concientización y capacitación del personal, desarrollo de un plan para la implementación de las 5S, aplicación de las 5S y evaluación de los resultados. La población estudiada son los trabajadores del área de producción (los artesanos). Los resultados muestran una mejora del 32% en los tiempos muertos, lo que se traduce en una mejora de la productividad. Además, se observa una mejora en la calidad de los productos terminados y una reducción en su tiempo de fabricación.

La referencia [2] describe que, a través de una metodología descriptiva, analizan la literatura y artículos sobre las 5S en diversas industrias. La población de estudio comprende a los empleados directamente involucrados en el área de implementación. Concluyen que la productividad mejora significativamente tras la implementación de las 5S, y que sucesivas implementaciones continúan mejorando la efectividad. Los resultados muestran un aumento del 27.69% en la productividad (en kg/h-h), una reducción del 8% en el tiempo operativo general, una reducción del 18% en el tiempo de soplado, una reducción del 14.38% en el tiempo de fraguado de bloques, y una disminución del 700% en las quejas, pasando de 8 a 1 por mes. El estudio se centra en el personal del almacén, con resultados favorables observados tanto en la implementación de las 5S como en el método ABC.

En la referencia [3] se discute la necesidad de controlar los riesgos laborales en organizaciones, especialmente en empresas de fabricación metalmecánica en el contexto legal peruano. El estudio analiza la gestión de seguridad industrial y salud ocupacional para reducir riesgos laborales en un área productiva específica relacionada con operaciones metalmecánicas. Se realizó un estudio preexperimental con 16 observaciones sobre los registros operativos de una empresa en Puente Piedra, Perú, en 2016. Los resultados muestran que la gestión de Seguridad y Salud Ocupacional tuvo un impacto significativo en la reducción del riesgo laboral. Antes de la implementación, la puntuación media fue de 92.46, disminuyendo drásticamente a 18.49 después de la implementación ($p < 0.05$). Esta reducción impactó

positivamente en aspectos financieros y competitivos de la empresa, y se observó una notable disminución tanto en incidentes como en accidentes en el área productiva. La puntuación media de incidentes bajó de 237.93 a 0.00 ($p < 0.05$), y la de accidentes también disminuyó de 147.71 a 0.00 ($p < 0.05$), resaltando la importancia de una gestión efectiva de seguridad industrial y salud ocupacional en el sector metalmecánico.

La referencia [4] se menciona los riesgos laborales en la minería. Su objetivo principal es identificar componentes y herramientas del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (D.S. 024-2016-EM) que contribuyan a esta mejora. Utilizando una metodología de análisis detallado de los capítulos del Título III, se destaca que, de los 27 capítulos, el 37% se clasifican como componentes de seguridad y el 19% como herramientas de gestión. Esta clasificación influye positivamente en la gestión de riesgos laborales, permitiendo establecer prioridades y jerarquías en la atención de los elementos del sistema. Además, se identifican 12 capítulos (44%) como aspectos complementarios. En resumen, el estudio ofrece una estructura definida de componentes y herramientas de gestión para reducir accidentes laborales en la minería.

La referencia [5] menciona que los objetivos incluyen analizar el trabajo seguro, evaluar el riesgo biomecánico, desarrollar un holograma como herramienta de medición del riesgo, y aplicar acciones preventivas. Se utilizan técnicas experimentales, como el método REBA para evaluar la ergonomía del puesto de trabajo, con los trabajadores involucrados en estas actividades como población de estudio. La puntuación final del método REBA fue 7, indicando un riesgo medio que requiere intervención y análisis adicionales. El estudio resalta la importancia del análisis de trabajo seguro y la evaluación del riesgo biomecánico para mejorar la seguridad y la confiabilidad en estas operaciones, recomendando cambios en el diseño del puesto de trabajo y un seguimiento continuo para verificar la efectividad de las mejoras implementadas.

El presente estudio inició al identificar problemas en la empresa, con relación a la implementación de prácticas de gestión eficientes en el sector de metalmecánica. Se observó que, a pesar de la amplia disponibilidad de herramientas como las 5S y el ATS, estas alternativas no han sido aplicadas de manera significativa en dicho sector. Esta constatación apunta no solo a deficiencias operativas, sino también a posibles implicaciones en términos de seguridad laboral asegurando la calidad del producto y satisfacción del cliente interno y externo. Este hallazgo resalta la importancia de considerar no solo los aspectos financieros, sino también los operativos y de gestión en la búsqueda de soluciones efectivas en el sector.

C. Problema

¿Cuál es el impacto del diseño de la metodología 5S y ATS para reducir costos en la empresa metalmeccánica?

D. Objetivo

Determinar el impacto del diseño de 5S y ATS sobre los costos de la empresa metalmeccánica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño de la Investigación

La presente investigación es de carácter experimental de grado Pre – Experimental, donde la unidad de estudio fue desorden en el área administrativa, productos defectuosos, accidentes laborales y exceso de inventario.

B. Alternativas de Solución e identificación de restricciones

Para poder resolver los problemas mencionados anteriormente, se plantearon 4 alternativas integrales de solución descritas en la tabla 2.

TABLA 2
RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Problema	Alternativas de solución	
Desorden área administrativa	5S	Kanban
Accidentes laborales	Matriz ATS	Matriz IPERC

C. Identificación y descripción de Restricciones Realistas

Para seleccionar la solución más adecuada para cada uno de los problemas, se realizaron evaluaciones considerando restricciones realistas. Estas restricciones actúan como límites que orientan la elección de la mejor alternativa, teniendo en cuenta el objetivo del proyecto.

TABLA 3
COMPARACIÓN DE RESTRICCIONES PARA EL DESORDEN EN EL ÁREA ADMINISTRATIVA

Restricciones	Implementación de 5S	Implementación KABAN
Costo de Implementación	\$ 232.65	\$ 220.21
Tiempo de Implementación	1 semanas	1 semanas
Accesibilidad	55%	45%
Facilidad de uso	60%	40%
Funcionalidad	56%	35%
Adaptación	50%	70%

TABLA 4
COMPARACIÓN DE RESTRICCIONES REALISTAS PARA PROBLEMA DE ACCIDENTES LABORALES

Restricciones	Matriz ATS	Matriz IPERC
Costo de Implementación	\$ 123.81	\$ 141.5
Tiempo de Implementación	3 días	4 días
Accesibilidad	65%	65%
Facilidad de uso	82%	68%
Funcionalidad	74%	63%
Adaptación	93%	87%

D. Selección de la mejor alternativa

Tras un análisis comparativo de las propuestas de mejora para cada problema identificado, se seleccionaron las siguientes soluciones:

Para abordar el desorden en el área administrativa, se optó por implementar la metodología 5S. Este enfoque, reconocido por su capacidad para mejorar la organización y limpieza en el entorno laboral, se orienta hacia la eficiencia, el orden y la creación de un entorno de trabajo impecable.

En cuanto al manejo de incidentes laborales, se decidió elaborar un Análisis de Trabajo Seguro (ATS). Esta herramienta tiene como objetivo identificar los peligros potenciales o inherentes que puedan surgir durante las operaciones de la empresa. Cuando se utiliza adecuadamente, el ATS se convierte en un recurso eficaz para capacitar y guiar a los nuevos trabajadores en el entorno laboral al que se enfrentarán.

III. DISEÑO

A. Implementación de 5S

Para el desarrollo de la metodología, se seguirán los pasos Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Inicialmente, se plantea la creación de un calendario detallado que abarcará todas las actividades programadas durante la semana de implementación. Este será compartido con las partes interesadas, incluyendo al gerente y al personal administrativo, con el propósito de que todos los involucrados en la ejecución de la metodología estén informados acerca de los pasos a seguir, minimizando así la posibilidad de contratiempos e incertidumbres.

1) FASE 1 (Actividades pre-aplicación):

- Reunión con el gerente y los trabajadores
- Evaluación del área
- Preparar material de capacitación
- Adecuación de espacio para capacitación
- Capacitación inicial a los trabajadores

2) FASE 2: 5S

1. Seiri (Clasificar): En esta etapa, se clasificaron los materiales presentes en el área administrativa utilizando tarjetas rojas, tal como se evidencia en la figura 35, para identificar distintos elementos dentro del área y separar lo esencial de lo innecesario. Se identificaron zonas altamente desordenadas donde los empleados suelen dejar objetos fuera de su lugar designado, como dossiers, documentos, folders, lapiceros, entre otros. Se elaboró un diagrama para clasificar los objetos en el área.

REGISTRO DE CLASIFICACIÓN (SEIRI)								
Responsable:			Cargo:			Fecha:		
Nº	Descripción	Cantidad	¿Necesario o innecesario?	Tipo	Clasificar	Descartar	Reciclar	Reparar
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Fig. 1 Registro de clasificación

2. Seiton (Ordenar): Se procedió a la organización de los materiales conservados y la eliminación de los desechables en el espacio de trabajo, además del diseño de un layout para definir la ubicación de estantes y espacios de orden. Para este diseño se consideraron los siguientes criterios:

- Asignación de Ubicaciones: Se agruparon los materiales por tipo, como equipos electrónicos, archivos, útiles de oficina y papelería, con el fin de lograr una organización efectiva.
- Estándares Visuales: Se implementaron marcas, etiquetas y señalización para indicar las ubicaciones y garantizar una fácil identificación y mantenimiento del orden.
- Espacios Personales: Se establecieron espacios asignados para cada colaborador, con el objetivo de evitar el desorden y la mezcla de objetos personales en los lugares de trabajo.
- Ubicación Estratégica de Equipos Electrónicos: Se ubicaron estratégicamente los equipos electrónicos cerca de espacios con carga eléctrica para evitar que los cables obstruyan las áreas de tránsito.
- Ubicación Intuitiva de Objetos: Se dispusieron los objetos de manera intuitiva para que estén al alcance y disponibles para todos.
- Inventario para Evitar Acumulación: Creación de un inventario de equipos y materiales para prevenir la acumulación y asegurar que los equipos sean devueltos a sus lugares de trabajo.



Fig. 2 Diseño de layout para el área administrativa

3. Seiso (Limpiar): Se llevó a cabo la implementación de hábitos de limpieza con el objetivo de mejorar la productividad y la calidad de vida en el área. Se realizó una limpieza completa del área, y se colocaron botes de basura diferenciados para promover el reciclaje.

- Verde: Para vidrios
- Azul: Para papeles y cartón
- Negro: Para residuos generales
- Amarillo: Para plástico
- Naranja: Para orgánicos

Dado que la compañía cuenta con un equipo de 8 trabajadores, se establecerá un programa diario para las limpiezas generales. Cada trabajador será responsable de realizar la limpieza del área al finalizar su jornada laboral.

TABLA 5
FORMATO PARA EL REGISTRO DE LIMPIEZA

PERSONAL DESIGNADO PARA LA LIMPIEZA EN EL ÁREA		
NOMBRE Y APELLIDO	FECHA	FIRMA
Trabajador 1		
Trabajador 2		
Trabajador 3		

4. Seiketsu (Estandarizar): Establecimiento y mantenimiento de estándares a través de revisiones periódicas. Utilización de un formato de revisión 5S para verificar la aplicación correcta de los pasos y prevenir desorden.

FORMATO DE REVISION PERIODICA (5S)		
Marcar con un check las actividades que se llevaron correctamente.		
SEIRI	Existen materiales o herramientas que no son necesarios en el área.	
	Existen equipos electrónicos que son necesarios en el área.	
	Existen dispositivos, plantillas o mobiliaria que sí son necesarios.	
	Se tomaron medidas para trasladar lo que no es útil.	
	Existen reglas o normas para separar las cosas innecesarias.	
SEITON	Existen reglas o normas para separar las cosas innecesarias.	
	Existe un lugar definido para colocar herramientas o materiales auxiliares.	
	Las maquinarias y equipos están identificados y colocados en el área correspondiente.	
	No existe obstaculización.	
SEISO	El área de trabajo está libre de desperdicios, papeles u otro tipo de materiales.	
	Las maquinaria y mobiliaria se encuentran limpias.	
	Se tienen los implementos para realizar la limpieza y aseo personal y en un buen estado.	
	Los trabajadores realizan la limpieza del lugar.	
	Los trabajadores poseen su uniforme o ropa de trabajo en correcto estado y limpio	
Inspeccionado por: _____		

Fig. 3 Formato de revisión periódica 5S

5. Shitsuke (Mantener): Se buscará la consolidación a largo plazo de los logros a través de capacitaciones y actividades de seguimiento. Se implementará un checklist para evaluar el cumplimiento continuo de las 5S por parte del personal.

B. Implantación de MATRIZ ATS

Para comenzar este proceso, se seguirá el cronograma de fases para la implementación del ATS.

1) FASE 1 (Actividades pre-aplicación):

- Se establecerá un equipo de trabajo responsable de la implementación del ATS, preferiblemente compuesto por el comité de seguridad y salud en el trabajo.
- Se llevará a cabo una evaluación inicial de riesgos en todas las áreas de la empresa.
- Se expondrá esto con el propósito de obtener la aprobación y el compromiso del gerente general para la implementación de la herramienta ATS

2) FASE 2: CAPACITACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

- Se identificará y capacitará a los colaboradores participantes de la implementación del ATS, sobre su importancia.

- Se iniciará la capacitación de todos los trabajadores en ATS y seguridad laboral.
- Se realizará campañas de concientización sobre seguridad y salud en el trabajo.

3) FASE 3: IDENTIFICACIÓN DE TAREAS CRÍTICAS

- Se identificarán las tareas más críticas en todas las áreas de la empresa.
- Se priorizarán las tareas críticas en función de los riesgos y la frecuencia.
- Se iniciará el desarrollo de ATS para las tareas críticas identificadas.

4) FASE 4: DESARROLLO DE ATS

- Se desarrollará la herramienta ATS para las tareas críticas, identificando peligros y medidas de control.
- Los ATS serán revisados y validados con la participación de trabajadores y supervisores de la empresa.
- Se preparará documentación y procedimientos para la implementación inicial.

5) FASE 5: IMPLEMENTACIÓN INICIAL DE ATS

- Implementar los ATS en las tareas críticas seleccionadas.
- Supervisar las medidas de control según sea necesario.
- Evaluar la efectividad de la implementación inicial y recopilar retroalimentación de los trabajadores.

6) FASE 6: EXPANSIÓN Y REVISIÓN CONTINUA

- Continuar la implementación de ATS en más tareas y áreas de la empresa.
- Revisar y actualizar los ATS existentes según los comentarios y la retroalimentación de los trabajadores.
- Evaluar el progreso y la efectividad global del programa de ATS y preparar recomendaciones para la mejora continua.

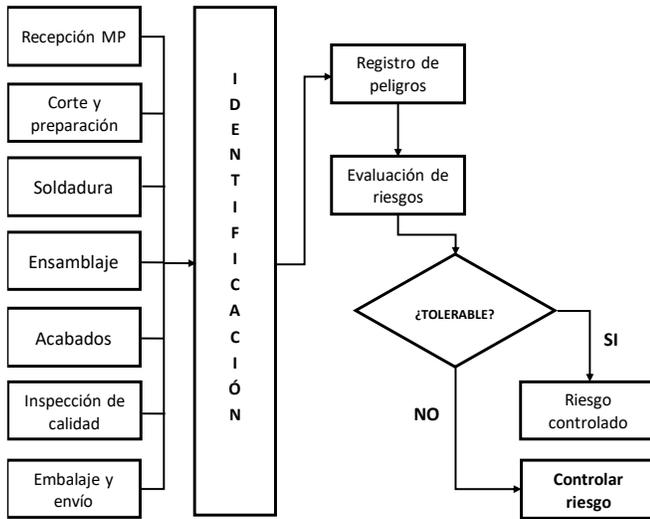


Fig. 4 Cuadro de identificación de peligro en base a las operaciones.

Guía para el desarrollo de programas y capacitaciones	
Inducción específica en el área de trabajo	Recorrido de reconocimiento del área.
	Reconocimiento de ATS del área específica de trabajo
	Revisión de normas generales y específicas aplicables a su trabajo
	Responsabilidades del empleado
	Estándares obligatorios de Salud y Seguridad
	Requerimientos de EPP. Uso y cuidados.
Inducción de seguridad y salud	Objetivos de la inducción.
	Vista general a Suministros FERMAR SAC
	Reglas de seguridad patrimonial de Suministros FERMAR SAC
	Peligros a la Salud y Equipo de Protección Personal
	Evaluación de Riesgos a Nivel de Campo
	Procedimientos de emergencia
	Permisos de trabajo
	Señalización
	Primeros Auxilios (básico)
	Otros según su análisis de necesidades de entrenamiento
Capacitación inicial para el trabajo	Uso de formatos ATS.
	Entrenamiento en todos los procedimientos aplicables al puesto
	Entrenamiento en el correcto uso de maquinarias, equipos y herramientas.
	Normas Legales en base a la Ley 29783.
	Otros que se identifiquen
Entrenamiento para el trabajo	Conocimientos de las tareas asignadas
	Cursos de perfeccionamiento
	Otros según su análisis de necesidades de entrenamiento

Fig. 5 Guía de desarrollo de programas y capacitaciones

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1) Evaluación Económica:

Para el desarrollo de la evaluación económica, primero se detallan las inversiones ejecutadas para el diseño, la mano de obra, la implementación y la capacitación de las herramientas durante un período inicial y los 12 meses posteriores.

TABLA 6
EGRESOS EXPRESADOS EN DOLARES JUN – NOV

MES	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
EGRESOS	1	2	3	4	5	6
Diseño	1,338.82					
Mano de Obra	59.21	59.21	59.21	59.21	59.21	59.21
Implem.	989.12					
Capa.	1,543.77	863.50	863.50	863.50	863.50	863.50
TOTAL, EGRESOS	3,930.92	922.71	922.71	922.71	922.71	922.71

TABLA 7
EGRESOS EXPRESADOS EN DOLARES DIC – MAY

MES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
EGRESOS	7	8	9	10	11	12
Diseño						
Mano de Obra	59.21	59.21	59.21	59.21	59.21	59.21
Implem.						
Capa.	863.50	863.50	863.50	863.50	863.50	863.50
TOTAL, EGRESOS	922.71	922.71	922.71	922.71	922.71	922.71

A continuación, se presentarán los beneficios obtenidos después de la implementación de cada una de las herramientas durante un período de 12 meses. Además, se mostrará el flujo de caja final.

TABLA 8
BENEFICIOS EXPRESADOS EN DOLARES JUN - NOV

MES	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
BENE	1	2	3	4	5	6
5S	-	-	1.37	-	4.22	20.13
ATS	-	28.41	56.81	99.43	142.04	170.45
TOTAL	-	28.41	58.18	99.43	146.26	190.58

TABLA 9
BENEFICIOS EXPRESADOS EN DOLARES DIC - MAY

MES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
BENE	7	8	9	10	11	12
5S	45.71	65.61	76.97	86.92	98.29	102.55
ATS	170.45	184.65	198.86	198.86	213.06	213.06
TOTA	216.16	250.26	275.83	285.78	311.35	315.61

A través de la aplicación de las alternativas de mejora para la mitigación de las problemáticas, se determina que estas son viables. A continuación, se presentan los siguientes resultados:

TABLA 10
RESULTADOS SOLES

TMAR	1.53%
VAN	636.73
TIR	13.72%
B/C	1.49
VAN Beneficios	1,943.95
VAN Egresos	1,307.48

2) *Discusión de Resultados:*

Para abordar el desorden en el área administrativa de la empresa, se identificó que el 10.71% del tiempo se perdía debido a desplazamientos. El estándar ideal se estableció en un 0%. Se empleó regresión lineal y simulación de diciembre a mayo basada en datos históricos de junio a noviembre. La implementación de la Metodología 5S redujo este indicador a un 4.83%, lo que demostró beneficios notables en orden y limpieza. La correcta organización mejoró la movilidad, el flujo de trabajo y el acceso a herramientas, lo que resultó en la reducción de los tiempos de desplazamiento y la mitigación de pérdidas económicas.

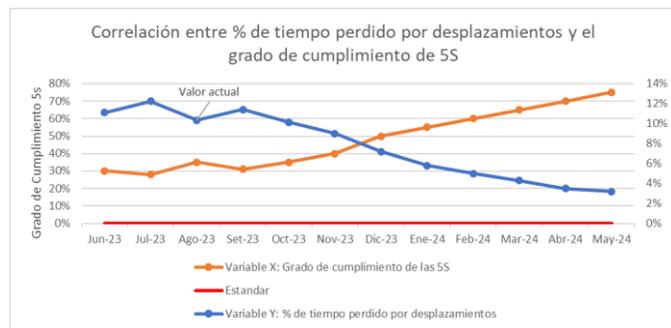


Fig. 6 Correlación entre % de tiempo perdido vs el grado de cumplimiento de 5S

Por otro lado, el segundo problema en la empresa implicaba una alta frecuencia de accidentes laborales. Se identificó un indicador de 496 accidentes, mientras que el estándar deseado es 0, lo que indica la necesidad de aplicar medidas efectivas para reducir los accidentes. Se implementó la herramienta de Análisis de Trabajo Seguro (ATS) para alcanzar el estándar. La simulación en Excel, considerando los resultados de la herramienta, mostró una reducción a una puntuación de 0 en el índice de frecuencia, lo que demuestra que la implementación realizada beneficia el bienestar de los

colaboradores al minimizar o erradicar los accidentes laborales.

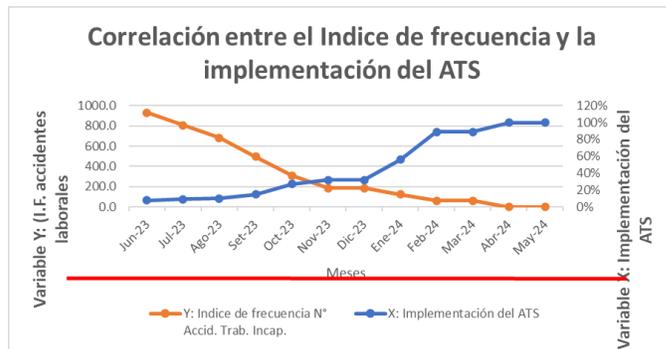


Fig. 7 Índice frecuencia vs implementación del ATS.

V. CONCLUSIONES

- Se detectaron problemas en las áreas de producción y logística de la empresa metalmecánica, así como desorden en el área administrativa e incidentes laborales, lo que ha generado impactos económicos negativos mensuales.
- Se consideraron alternativas como 5S, Kanban, ATS e Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles (IPERC), evaluadas bajo restricciones realistas, y se seleccionaron las herramientas 5S y ATS para abordar los problemas identificados, aplicando estrategias específicas para cada una.
- Se compararon los diseños con estándares de ingeniería y se establecieron indicadores para medir cada problema, siguiendo normativas internacionales y locales.
- Se implementó la técnica 5S para reducir el tiempo perdido, con resultados cercanos al estándar deseado, lo que generó una reducción en los gastos de \$122.66 en 6 meses. Para los accidentes laborales, se logró un índice de 0 accidentes, generando un beneficio de \$681.8 en 6 meses.
- Se determinó el impacto económico de la propuesta, concluyendo su viabilidad con indicadores positivos como el VAN, TIR y el coeficiente de costo beneficio (1.49). También se identificaron impactos no económicos, como la reducción de tiempos, pasando de una pérdida de 5 horas semanales por operario a 1.54, representando una reducción del 69% en la búsqueda de equipos en el área administrativa, y una reducción en el número de accidentes laborales, pasando de 15 accidentes a 0, lo que representa una reducción del 100%.

REFERENCIAS

- [1] Zubia Flores, S. G., Brito Laredo, J., & Ferreiro Martínez, V. V. (2018). Mejora Continua: Implementación De Las 5S En Una Microempresa (Continuous Improvement and the Implementation of 5S in a Microenterprise). *Revista Global de negocios*, 6(5), 97-110.
- [2] Castañeda, J. R. C., Ayala, G. M. M., & Cárdenas, G. A. M. (2022). 5S Methodology: literature review and implementation analysis. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, 3(2), 47-55.
- [3] Zambrano Falcón, J. D. (2023). Gestión de seguridad industrial y salud ocupacional: reducción de riesgos laborales. *Investigación e Innovación en Geociencias y Geoingeniería*, Vol 25 N°49, (1-7).
- [4] Tomas Florez Salas, J. L., Quino Villanueva, G., Ramos Saira, E. M., & Condori Paucar, C. M. (2023). Identificación de componentes y herramientas para la gestión de seguridad del título III del reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería que influyen en la mejora de la gestión de riesgos laborales de la actividad minera. *Ciencia & Labor*, Vol 6 N°3, (1-30).
- [5] Cárcamo-Coronado, T., Castilla-Perez, M-M., Gutiérrez-Suarez, K-V., Martínez-Santana, N., Rodríguez-Escobar, G-A., Suarez-Marengo, M-K., & Ortiz Barrios, M. Á. (2023). Análisis de Trabajo Seguro Como Soporte para la Evaluación del Riesgo Biomecánico Durante el Transporte de Mercancía con Montacargas: Un Caso De Estudio. *Boletín de Innovación Logística y operaciones*, vol.05 (1-12).
- [6] Paredes Sanchez, A. (2019). Gestión de calidad con el uso de las 5S como herramienta administrativa en las micro y pequeñas empresas del sector comercio-rubro venta minorista de artículos de ferretería, en la Av. Aija, Distrito de Huarmey, Región Ancash, pg 25.
- [7] Mendoza Mendranda G., (2018). Propuesta de la metodología 5S en la empresa Andec SA. Con el fin de mejorar los métodos de trabajo y productividad en el área de máquinas herramientas, pg. 47.
- [8] Vásquez Gamarra, J., Ardela Cabrera, Jefferson. (2019). Aplicación de las 5S para mejorar la productividad en el área administrativa de la empresa Envirotest SAC, San Martín de Porres, pg 108.
- [9] Caballero León, A. (2017). Implementación de la metodología 5S para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa RIF NIKE de la ciudad de Jauja, pg 87.
- [10] Chirinos Coaguila, C. Rondon Cusirramos, D. (2021). Aplicación de la metodología 5S para incrementar la productividad en el área de flota de la empresa Hagemsa, Arequipa, pg 33.
- [11] Cuadros Yucra, G. (2017). Estudio para la mejora en el área de producción de la empresa Textiles MAG y M SAC: Aplicando la metodología 5S, pg 92.
- [12] Muñiz Mendoza, V. (2022). Aplicación de análisis de trabajo seguro "ATS" en área de bodega de alumbrado público de la empresa eléctrica CNEL del cantón milagro, pg 22.
- [13] Huamán Vega, M. (2017). Implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para disminuir los incidentes y accidentes laborales de los trabajadores de la empresa RyW constructora y servicios generales: Un enfoque al análisis de trabajo seguro, pg 53.
- [14] Herrera Yepes, J. (2019). Diseño de análisis de trabajo seguro (ATS) para los cargos críticos del Hotel Zuana Beach Resort en la ciudad de San Marta, pg 108.
- [15] Lazo Barreda, A. (2019). Aplicación del análisis de trabajo seguro para la mejora en el plan de gestión en seguridad y salud ocupacional en la construcción de la pista hípica del distrito de Velille- Provincia Chumbivilcas- Cusco, pg 136.
- [16] Rodríguez Valladarez, L. (2022). Propuesta de aplicación del método 5S para mejorar la productividad del área administrativa en empresa metalmecánica, Chimbote, pg 46.
- [17] Hidalgo Castro, D. (2018). Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio, pg 63.
- [18] Reyna Castillo, D. (2018). Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad en el área de operaciones de la empresa Multiservicios DyH, Los Olivos, pg 62.