

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Implementación de la Metodología *Lean Manufacturing* para Mejorar
el Proceso de Fabricación de Tanques de GLP en la Empresa
Full Conversiones a Gas S.A.C., Lurín, 2022

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Jhanery Josefina Camarena Alfaro

REVISOR

Julio Douglas Vergara Trujillo

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	JHANERY JOSEFINA
Apellidos	CAMARENA ALFARO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	71839162
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	JULIO DOUGLAS
Apellidos	VERGARA TRUJILLO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	10777769
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0003-1001-5671

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	5S, Kanban, Jidoka, implementación
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Industrial
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Industrial
Código del programa Consultar el listado: enlace	722026

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 024-2023-UCSS-FI/TPIIND

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Los Olivos, 10 de mayo de 2023

Siendo el día 27 de abril de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

“Implementación de la Metodología *Lean Manufacturing* para Mejorar el Proceso de Fabricación de Tanques de GLP en la Empresa Full Conversiones a Gas S.A.C., Lurín, 2022”

Presentado por la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Industrial de la Sede Lima:

CAMARENA ALFARO, JHANERY JOSEFINA

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Mg. DAVILA LAGUNA, RONALD FERNANDO
Mg. ROMAN CAHUE FLOR DEL ROCÍO

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

APROBADO

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue a la Bachiller CAMARENA ALFARO, JHANERY JOSEFINA el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

En señal de conformidad firmamos,



DAVILA LAGUNA, RONALD FERNANDO
Evaluador especialista 1



ROMAN CAHUE FLOR DEL ROCÍO
Evaluador especialista 2

Anexo 2**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 18 de setiembre de 2023

Señor

Roger Eugenio Ucañan Leyton

Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

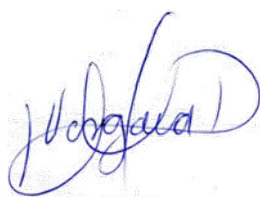
Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Implementación de la Metodología Lean Manufacturing para Mejorar el Proceso de Fabricación de Tanques de GLP en la Empresa Full Conversiones a Gas S.A.C., Lurín, 2022”**, presentado por CAMARENA ALFARO, JHANERY JOSEFINA con código 2013200380 y DNI 71839162 para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 9%**. * Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Julio Douglas Vergara Trujillo', is centered on the page.

Julio Douglas Vergara Trujillo
Docente Revisor
DNI N° 10777769
ORCID: 0000-0003-1001-5671
Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Resumen

El principal objetivo de esta investigación fue determinar que la Metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP en la empresa Full Conversiones a Gas S.A.C. en Lurín, 2022. Es así que se implementó la metodología *Lean Manufacturing*, aplicando tres herramientas: 5S, Kanban y Jidoka. La metodología de 5S se planteó para mejorar el orden, limpieza y disciplina dentro del área de producción, disminuyendo las fallas de 270 a 74; la herramienta Kanban para facilitar y disminuir los tiempos de transporte de valvulerías, materia prima, herramientas entre otros, obteniendo al inicio de la evaluación de 848 min, y disminuyendo a 466 min al erradicar tiempos muertos; la herramienta Jidoka se aplicó para reducir defectos en la calidad de un tanque de GLP, contando en un inicio con 368 defectos, y disminuyendo hasta llegar a 124 defectos. Implementando la metodología de *Lean Manufacturing* ayudó a mejorar el proceso de fabricación de un tanque de GLP comparando los resultados con el proceso inicial, manteniendo las auditorías de implementación hasta la fecha, capacitando y manteniendo un mejor flujo de comunicación con nuestros operarios.

Palabras claves: 5S, Kanban, Jidoka, implementación.

Abstract

The main objective of this research was to determine that the *Lean* Manufacturing Methodology improves the manufacturing process of an LPG tank in the company Full Conversiones a Gas S.A.C. in Lurin, 2022. Thus, the *Lean* Manufacturing methodology was implemented, applying 3 tools: 5S, Kanban and Jidoka. The 5S methodology was proposed to improve order, Leanliness and discipline within the production area, reducing failures from 270 to 74; the Kanban tool to facilitate and reduce the transport times of valves, raw materials, tools, among others, obtaining 848 min at the beginning of the evaluation, and decreasing to 466 min by eradicating dead times; The Jidoka tool was applied to reduce defects in the quality of a LPG tank, initially having 368 defects, and decreasing until reaching 124 defects. Implementing the *Lean* Manufacturing methodology helped to improve the manufacturing process of a LPG tank, comparing the results with the initial process, keeping the implementation audits up to date, training and maintaining a better flow of communication with our operators.

Keywords: 5S, Kanban, Jidoka, implementation.

Índice General

Resumen.....	ii
Abstract.....	iii
Índice General.....	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras.....	vii
1. Introducción.....	10
2. Trayectoria del Autor.....	12
2.1. Descripción de la Empresa	12
2.2. Organigrama de la Empresa.....	13
2.3. Áreas y Funciones Desempeñadas.....	14
2.4. Experiencia Profesional Realizada en la Organización.....	26
3. Problemática.....	28
3.1. Planteamiento del Problema	28
3.2. Determinación del Problema	30
3.3. Objetivo General.....	30
3.4. Objetivo Especifico	31
3.5. Justificación	34
3.6. Alcances y Limitaciones.....	34
4. Marco Teórico	37
4.1. Antecedentes Bibliográficos.....	37
4.2. Bases Teóricas	41
4.3. Definición de Términos Básicos.....	47

5.	Propuesta de Solución.....	49
5.1.	Metodología de la Solución.....	49
5.2.	Desarrollo de la Solución.....	55
5.3.	Factibilidad Técnica-Operativa	86
5.4.	Cuadro de Inversión.....	87
6.	Análisis de Resultados.....	91
6.1.	Análisis Costos-Beneficio	91
7.	Aportes más Destacables a la Empresa.....	93
	Conclusiones	94
	Recomendaciones	96
	Referencias.....	97
	Anexos	100

Índice de Tablas

Tabla 1. Orden de las fallas en el proceso de armado de un tanque de GLP	33
Tabla 2. Residuos sólidos por áreas de trabajo de Full Conversiones a Gas	57
Tabla 3. Selección y clasificación de residuos del área de producción	58
Tabla 4. Residuos clasificados en generales por áreas de Full Conversiones a Gas.....	58
Tabla 5. Evaluación de fallas antes de la implementación de las 5S	71
Tabla 6. Tipos de desperdicio encontrados en el área de armado de un tanque de GLP	73
Tabla 7. Evaluación de fallas después de la implementación de las 5S.....	74
Tabla 8. Cuadro de comparación de la implementación Kanban.....	79
Tabla 9. Matriz de auto calidad.....	81
Tabla 10. Evaluación de personal del área de producción	83
Tabla 11. Evaluación de defectos antes y después de la implementación Jidoka.....	84

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama actualizado 2023 de Full Conversiones a Gas S.A.C.	13
Figura 2. Armado del tanque con soldadura tic	15
Figura 3. Área de soldadura de piezas y coplas	15
Figura 4. Máquina roladora industrial.....	16
Figura 5. Plano actual de Full Conversiones a Gas.....	18
Figura 6. Tanque de almacenamiento de GLP soterrado de 10.000 gal	19
Figura 7. Tanques de almacenamiento de GLP verticales y horizontales.....	19
Figura 8. Tanque de almacenamiento de combustible líquido.....	20
Figura 9. Tanque de combustible líquido sobre carretes.....	20
Figura 10. Contenedores de GLP para su transporte	21
Figura 11. El tanque de transporte de GLP terminado.....	21
Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) de fabricación de tanques de GLP.	24
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso DAP	25
Figura 14. Diagrama de Ishikawa	32
Figura 15. Diagrama de Pareto	33
Figura 16. Organigrama de implementación de las 5S	56
Figura 17. Tarjetas Rojas para la Clasificación de los materiales.....	59
Figura 18. Objetos Ordenados y rotulados en estante.....	60
Figura 19. Tanques de 15 gal., ordenados en almacén.....	60
Figura 20. Tanques de CO2 en orden	61
Figura 21. Cronograma de limpieza.....	62
Figura 22. Máquina de torno (HIRO) limpio.....	62
Figura 23. Máquina de taladro industrial	63
Figura 24. Área de armado limpio	63

Figura 25. Área de pintura limpia.....	64
Figura 26. Señalización de la fábrica.....	65
Figura 27. Formato de auditoría de las 5S.....	66
Figura 28. Evaluación auditoria 5S – Seiri.....	67
Figura 29. Evaluación auditoria 5S – Seiton.....	67
Figura 30. Evaluación auditoria 5S – Seiso.....	68
Figura 31. Evaluación auditoria 5S – Seiketsu.....	68
Figura 32. Evaluación auditoria 5S – Shitsuke.....	69
Figura 33. Comparación de auditorías 5S.....	69
Figura 34. Panel motivacional en el área de producción.....	70
Figura 35. Panel informativo de la implementación de las 5S.....	70
Figura 36. Gráfico de fallas antes de la implementación 5S.....	72
Figura 37. Gráfico de fallas después de la implementación 5S.....	75
Figura 38. Tarjeta de transporte Kanban del área de armado.....	76
Figura 39. Tarjeta de fabricación del área de producción.....	77
Figura 40. Layout actual del área de armado.....	78
Figura 41. Layout propuesto del área de armado.....	78
Figura 42. Imagen del manjol de un tanque de GLP.....	80
Figura 43. Manjol en medición.....	82
Figura 44. Manjol con medidas correctas.....	82
Figura 45. Diagrama de Gantt del periodo de la propuesta de implementación.....	85
Figura 46. Mapa de la ubicación de la empresa.....	86
Figura 47. Presupuesto de inversión materia prima e implementación.....	87
Figura 48. Costos fijos de mano de obra.....	88
Figura 49. Proyección de ingresos.....	88

Figura 50. Estimación de egresos de implementación.....	89
Figura 51. Estado de resultados de implementación.....	89
Figura 52. Flujo de caja proyectada.....	90
Figura 53. Financiamiento por préstamo	90
Figura 54. Cálculo del COK	91
Figura 55. Cálculo del WACC.....	91
Figura 56. Cálculo del VAN y TIR del flujo de caja económico.....	92
Figura 57. Cálculo del VAN y TIR del flujo de caja financiera	92

1. Introducción

En la actualidad, las empresas metalmecánicas tienden a tener una alta competencia en el mercado por la alta demanda de sus productos, es por ello que buscamos mejorar e innovar para poder brindarles a nuestros clientes un producto final con un alto índice de calidad. Por eso trabajamos en la implementación de la metodología *Lean Manufacturing* y sus herramientas en nuestra área de producción, eliminando errores, que producen pérdidas y gastos, de tal manera podamos aprovechar nuestras capacidades como fabricantes del sector metalmecánico.

En pleno siglo XXI, el sector industrial se encuentra en una intensa competencia con otras empresas como la nuestra, y es habitual que la mayoría de fabricantes opten por implantar el *Lean Manufacturing* para no quedarse atrás. Los métodos prometedores llevan el éxito organizacional a la cima y logran el liderazgo en el mercado.

El objetivo de la metodología *Lean Manufacturing* es optimizar los recursos y eliminar todo lo que genera desperdicio en el proceso productivo. Es un sistema que se inició en la industria del automóvil y se ha trasladado a todo tipo de empresas. Su éxito en la mejora de la competitividad de las empresas ha demostrado que es un activo importante para la supervivencia de las organizaciones. Esta metodología también conocida como *Lean Production*, es un sistema de gestión que se enfoca en mejorar el sistema de producción, y se basa en la eliminación de aquellas actividades que no agregan valor al proceso ni al cliente. Estos se denominan mermas e incluyen sobreproducción, largos tiempos de espera o daños en los productos

Uno de esos métodos para lograr la eficiencia es la metodología 5S, porque el objetivo de este enfoque es aumentar la calidad de la organización a partir de cada tarea, donde el responsable asignado a la tarea debe promover la implementación de mejoras en su trabajo diario

Esta metodología, tiene como objetivo crear mayor compromiso del personal mostrando iniciativa, en la identificación de problemas para lo cual se le brinda capacitación constante en el uso de las herramientas de *Lean Manufacturing*, y evaluando sus progresos mediante indicadores.

Asimismo, Murillo (2017), postula que el empleo eficaz de una determinada teoría industrial tendrá consecuencias directas en la práctica por parte de las personas que son parte de los equipos de trabajo.

El presente trabajo de investigación, aplicado en la empresa Full Conversiones a Gas, tiene como objetivo mejorar el proceso de fabricación de tanques de GLP, implementando la metodología 5S de manera continua en el área de armado, donde se presenta el mayor número de fallas.

Para por ello, en este estudio se elaboró una propuesta de mejora que fue aprobada por la empresa. Se aplicó la metodología de *Lean Manufacturing*, realizando una previa evaluación exclusivamente en el área de armado de un tanque de GLP, para poder evaluar los resultados de la aplicación de la metodología. Ante las fallas detectadas en la evaluación inicial, se tomó la decisión de que la mejor opción era implementar las herramientas de 5S, Kanban y Jidoka, con la finalidad de corregirlas gradualmente, y así poder optimizar el proceso, mejorando el armado de un tanque de GLP con la colaboración de todos los operarios y la alta dirección.

2. Trayectoria del Autor

2.1. Descripción de la Empresa

La empresa de Full Conversiones a Gas S.A.C. es una empresa industrial en cuyas instalaciones se desarrolla la fabricación, reparación y mantenimiento de tanques de GLP, a través de las actividades de corte, soldadura, esmerilado, doblado en frío de piezas metálicas. También incluye las reparaciones en general de tanques de GLP.

Full Conversiones a Gas S.A.C. tiene 18 años de experiencia en la ingeniería e instalaciones de equipamiento y fabricación de recipientes a presión, así como el mantenimiento de instalaciones industriales relacionadas al uso de equipo y recipientes fabricados de una manera integral. Cuenta con una planta de fabricación y ensamblaje propios, y con personal calificado en el rubro metalmecánico con muchos años de experiencia.

La planta inicia sus actividades productivas en enero del 2005 y desarrolla sus actividades en un terreno industrial de 1,013.89 m². Las actividades que se desarrollan en la planta se pueden resumir en tres fases:

- Evaluación y diseño
- Construcción, y habilitación de piezas y estructuras
- Montaje, y acabados de pieza y estructuras

Información general

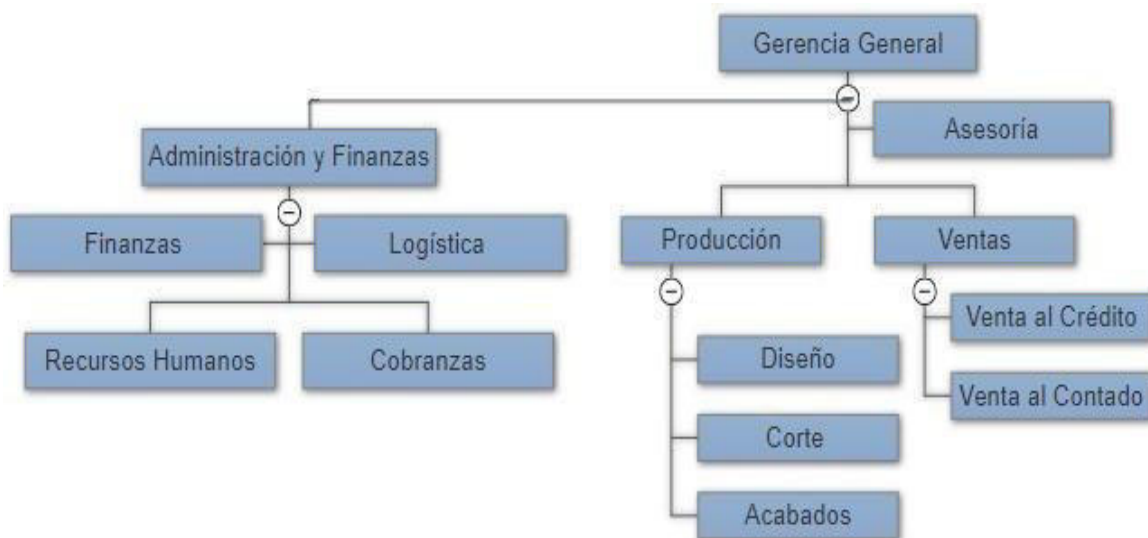
- Actividad principal: Fabricación, reparación y mantenimiento de tanques de GLP
- Razón social: Full Conversiones a Gas S.A.C.
- RUC: 20604213666
- Dirección: Calle La Calera MZ. A LT.4 - Surquillo
- Sede: Lurín y Villa El Salvador
- Departamento: Lima
- Provincia: Lima

- Gerente general: Francisco José, Schuler Barinotto.
- Misión: Según Full Conversiones a Gas (2023). “Su misión es poder satisfacer las necesidades de nuestros clientes, entregando productos en un corto tiempo posible y a precios razonables, garantizando la más alta calidad y seguridad durante el proceso de fabricación del tanque requerido, así como la entrega del producto final de acuerdo con los lineamientos establecidos.”
- Visión: Según Full Conversiones a Gas (2023), “Su visión es convertirse en el líder del sector de fabricación, reparación y mantenimiento de tanques de GLP y continuar expandiendo la empresa y así mantener un posicionamiento cada vez mayor en el mercado nacional”

2.2. Organigrama de la Empresa

Figura 1

Organigrama actualizado 2023 de Full Conversiones a Gas S.A.C.



Nota. El organigrama de la empresa representa las diferentes áreas en el proceso de fabricación de un tanque de GLP.

2.3. Áreas y Funciones Desempeñadas

En las instalaciones de la planta de Full Conversiones a Gas, se encuentran; el almacén demateriales y equipos, oficinas administrativas y servicios auxiliares, área de soldadura, área de reparación y montaje, y área de acabado, donde se desarrollan las actividades de producción.

Infraestructura productiva

La infraestructura productiva de la planta se halla delimitada en función a las operaciones que se desarrollan en ella, apreciándose las siguientes áreas:

- **Áreas administrativas:** en donde se desarrollan actividades de diseño de piezas y se lleva el control administrativo y financiero de la empresa, incluyen cuatro ambientes de oficinas, entre ellas está el almacén de equipos (contiguo a la puerta de ingreso a planta) donde se guardan piezas, repuestos, herramientas y equipos de soldadura y compresoras.
- **Patio de maniobras:** área donde se estacionan los vehículos a los cuales se acondicionarán los tanques, cisternas y carrocerías (remolques y semirremolques).
- **Área de montaje:** en él se desarrollan diversas actividades y operaciones como el de soldadura y armado de estructuras (remolques, semirremolques, carrocerías, tolva de carga, cisternas y otros depósitos).
- **Zona de soldado:** En ella se desarrollan operaciones de unión térmica de metales, de acuerdo al tipo o calidad del producto a fabricar.

Figura 2

Armado del tanque con soldadura tic



Nota. Visualizamos la unión de las partes del cuerpo de un cilindro de GLP, tanto el soldador como el ayudante cuentan con el EPP completo.

Figura 3

Área de soldadura de piezas y coplas



Nota. El área de soldadura cuenta con un EPP completo para evitar quemaduras.

- **Zona de rolado:** es el lugar donde se doblan las planchas, tubos y materiales metálicos, y recipientes a fabricar que se requieren de forma curvada.
- **Zona de compresoras:** lugar donde se alimenta de aire comprimido a las operaciones de la planta.

Figura 4

Máquina roladora industrial



Nota. Podemos observar como la plancha de acero es rodada, hasta tener una forma curva requerida para formar el tanque de GLP.

- **Zona de prensado:** lugar donde se realizan las operaciones de reducción de volumen de los materiales de acuerdo a diseño.

Equipos

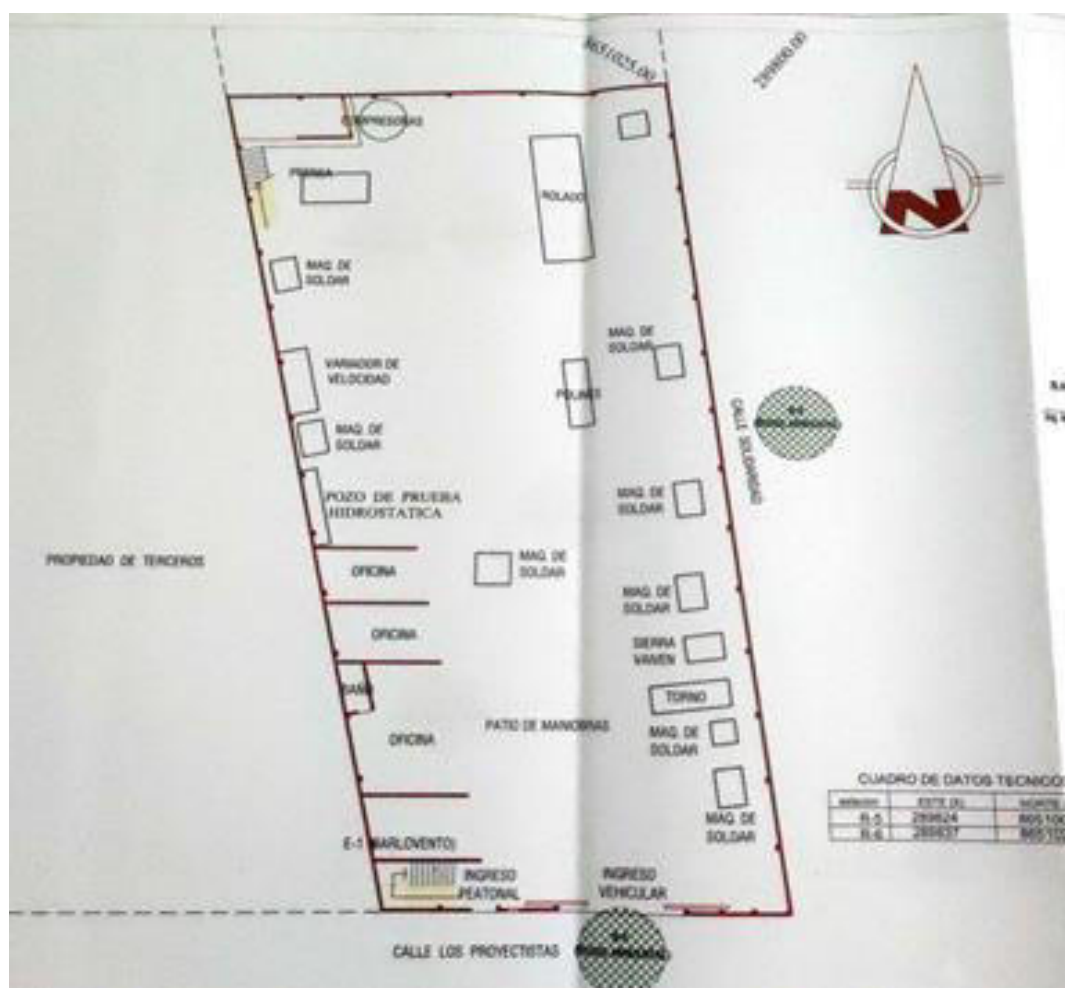
Para la fabricación de los productos de planta se tienen los siguientes equipos:

- 01 guillotina, para corte de planchas de 2.40 m
- 01 plegadora

- Taladro de banco radial
- Sierra eléctrica
- Soldaduras portátiles
- Equipo oxicorte
- Equipo de soldadura de acetileno
- Prensa hidráulica y prensa manual
- 02 compresoras: una fija y una móvil
- Caballete con tecla
- Equipo de pintura
- Equipo para prueba hidrostática
- Plancha de acero de tipo estructural ASTM A-36
- Soldadura AWS E0011
- Soldadura AWS E7018
- Soldadura ferrocito 24 AWS E7024
- Pinturas anticorrosivas
- Pintura esmalte
- Pintura acrílica
- Thinner
- Oxígeno
- Fierro redondo de 2"
- Fierro redondo de 1"

Figura 5

Plano actual de Full Conversiones a Gas



Nota. Se muestra el plano original de la empresa Full Conversiones a Gas S.A.C., señalando las áreas de producción.

Descripción de producción en planta

La fabricación de tanques y recipientes metálicos a presión es realizada por Full Conversiones a Gas en base a las especificaciones de diseño de planta, de acuerdo al pedido y/o según diseño establecidos por el cliente. Cumplimos con la normatividad vigente que nos establecen Osinergmin e Inacal para el tipo de producto que fabricamos.

- **Tanques cilíndricos horizontales y verticales con cabezales formados;** son usados cuando la presión de vapor del líquido manejado requiere un diseño más resistente. Varios

códigos han sido desarrollados por medio de los esfuerzos de la API y el ASME para el diseño de tales recipientes. Una gran variedad de cabezales formados son usados para cerrar los extremos de los recipientes cilíndricos. Los cabezales formados incluyen la semiesfera, elíptica, y cabezales estándares. Para propósitos especiales de placas planas son usadas para cerrar un recipiente abierto.

Figura 6

Tanque de almacenamiento de GLP soterrado de 10.000 gal.



Figura 7

Tanques de almacenamiento de GLP verticales y horizontales



Nota. Los tanques horizontales y verticales de almacenamiento de GLP que se encuentran en proceso de fabricación.

- **Tanque cisterna o cisterna;** es un depósito que se utiliza para contenedores líquidos y otros fluidos (agua, hidrocarburos y otros), se acondicionan en vehículos terrestres denominados camión cisterna.

Figura 8

Tanque de almacenamiento de combustible líquido.



Nota. El tanque de almacenamiento de combustible líquido se puede diferenciar por sus extremos planos.

Figura 9

Tanque de combustible líquido sobre carretes



Nota. Se visualiza el manjol o ingreso de verdulería en la parte de arriba.

- **Tanques o contenedores;** son recipientes de carga para el transporte terrestre de dimensiones normalizadas para facilitar su manipulación, y son acondicionados en vehículos terrestres. En las instalaciones de la planta se realizan sus actividades decorte, soldadura, esmerilado, doblado en frio de piezas metálicas para la fabricación de estos tanques de diversos tipos.

Figura 10

Contenedores de GLP para su transporte



Nota. Se termina el armado del tanque y después pasa al emparejado con la carrocería del vehículo.

Figura 11

El tanque de transporte de GLP terminado



Nota. El tanque de transporte se dirige de la planta de gas a los grifos.

Fabricación de tanques y cisternas

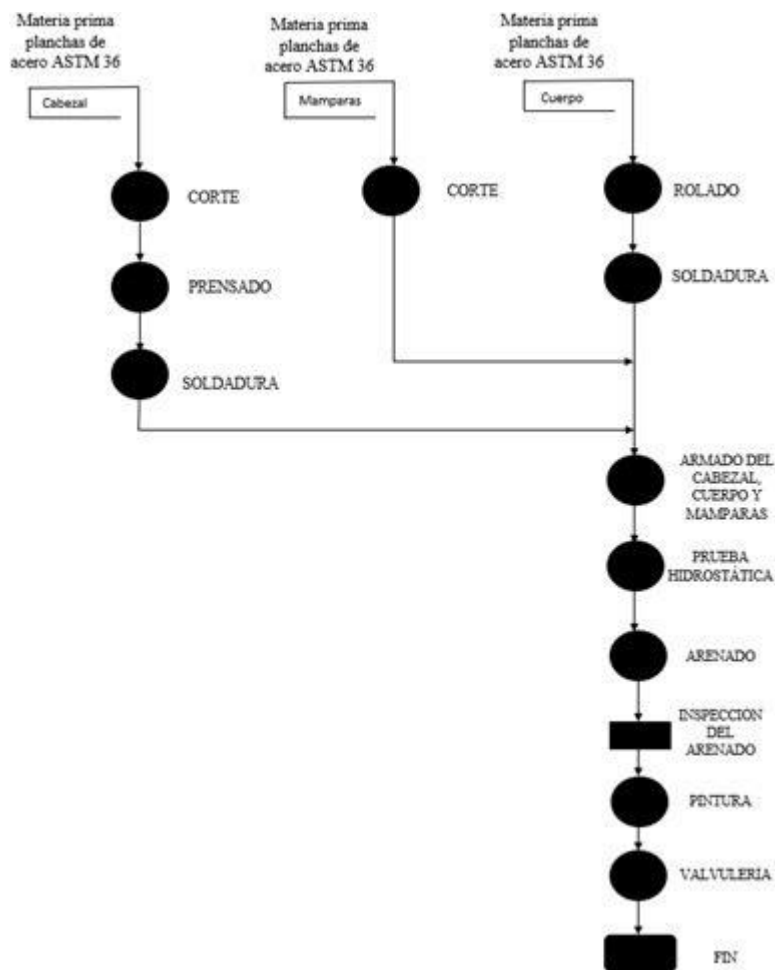
En la línea de fabricación de tanques y cisternas se tiene el siguiente flujo de proceso:

- **Diseño del producto;** se realiza el diseño del producto, se elaboran los planos isométricos y en función a ello se realiza los cálculos de materiales e insumos necesarios.
- **Selección de materia prima;** se usa acero del tipo estructural ASTM 36, el cual es un producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto. Se utiliza en la fabricación de estructuras de acero para los tanques y cisternas. Además, se utilizan planchas de acero de espesores variables, entre ellos $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, y 1”
- **Preparación;** el material seleccionado se prepara en las calidades y cantidades requeridas, marcándolas y diseñándolas según los esquemas aprobados en el diseño.
- **Corte;** los materiales se cortan en la cizalla y cortadora de acuerdo a los tamaños específicos.
- **Acondicionamiento,** los materiales son acondicionados para utilizarlos en la fase de armado. Las operaciones básicas de acondicionado son:
 - **Limpieza,** previo al inicio de operaciones, los materiales son sometidos a operaciones de limpieza para quitarle manchas y suciedades de corrosión.
 - **Lijado,** es una operación que tiene la función de preparar el material para uniformizar su superficie y garantizar la unión y soldado posterior.
 - **Doblado y Rolado,** los tubos y planchas cortados se doblan de acuerdo a diseño. Las planchas se rolan de acuerdo con la forma final del tanque o cisterna; en forma cilíndrica para el cuerpo y circular para las bases o extremos. Si la forma de la cisterna es semiesférica, las planchas se rolarán contemplando dichas formas.
 - **Armado de cisterna,** los materiales acondicionados son armados de acuerdo al diseño pre establecido.

- **Soldado del cuerpo del tanque o cisterna**, las piezas se van soldando para unir estructuras y planchas en base a fusión con el uso de electrodos. La planta cuenta con soldadores experimentados siguiendo y las características del proceso como se muestra a continuación:
 - Armado del cuerpo cilíndrico o semiesférico.
 - Soldado de la parte lateral para cisterna y colocación de la cubierta para tanque.
 - Armado de las dos tapas semiesféricas del tanque cisterna; colocación de las dos bases semicirculares en el tanque cisterna.
- **Prueba hidrostática**, Zona donde se realiza la prueba de hermeticidad del tanque, la prueba puede ser con agua o aire a una presión de 325 psi, de esa manera se corrobora que bajo la presión a la que se somete, las mamparas y el recipiente en su totalidad resistan.
- **Pintado y secado**, en esta fase final del proceso productivo se aplican varias capas de pintura epóxica, pero antes de ello se pasa un acondicionador de metal que sirve como antioxidante para prevenir la corrosión por la exposición al medio ambiente y diferentes temperaturas. El secado se realiza en base a exposición al medio ambiente con aplicación de aire seco.
- **Despacho**, Una vez terminado la producción del tanque, se traslada al patio de maniobras para su despacho bajo una guía de remisión de la empresa.

Figura 12

Diagrama de operaciones del proceso (DOP) de fabricación de tanques de GLP.



Nota. Se observan los procesos de fabricación de un tanque de GLP desde el inicio hasta el final de la empresa Full Conversiones a Gas S.A.C.

Figura 13

Diagrama de flujo del proceso DAP

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO (DAP)								
Diagrama No.	Hoja No. 008	OPERARIO	<input type="checkbox"/>	MATERIAL	<input type="checkbox"/>	EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/>	
Objetivo: Revisión de		RESUMEN						
Procesos de fabricación de tanque de glp		ACTIVIDAD	ACTUAL					
Proceso analizado:		Operación	11					
Calidad		Transporte	2					
Metodo:		Espera	0					
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Inspección	3					
Localización: FULL CONVERSIONES A GAS S.A.C.		Almacenamiento	1					
		Distancia (m)	70					
		Tiempo (hr/hombre)	848					
Operario: Trabajador								
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios						
CAMARENA ALFARO, JHANERY	19/01/2021							
Aprobado por:	Fecha:							
	22/01/2021							
Descripción	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (min)	Símbolo				
Traslado de planchas de acero	4	30	10					
Inspección de planchas de acero	1		8					
Rolado de planchas desde 1/4 hasta 1"	4		35					
Soldadura la plancha rolada	4		30					
traslado del cuerpo soldado al area de armado	1	40	10					
Prensado de tapas o cabezales del tanque	7		45					
Soldadura de los paños del cabezal	7		45					
Armado del tanque	3		50					
Prueba hidrostática	1		40					
Inspección del tanque sin fugas	1		10					
Arenado del tanque	1		120					
Inspección del tanque arenado	1		10					
Macillado del tanque	1		45					
Pulido del tanque	1		45					
Pintura del tanque	1		120					
Colocar valvulería	4		180					
Producto final	1		45					
TOTAL	43	70	848	11	2	0	3	1

Nota. Se muestra el DAP de un tanque de GLP, con la descripción del proceso, cantidades requeridas, detalle de distancia a recorrer y tiempos utilizados en el proceso.

2.4. Experiencia Profesional Realizada en la Organización

Comencé a trabajar en la empresa Full Conversiones a Gas en el año 2019, me inicié como practicante siendo asistente administrativo y gerencial. Después de las dificultades que tuvimos que afrontar por la pandemia mundial, en el año 2020, comencé como practicante profesional en el departamento de ingeniería de la mano del jefe de producción el Ing. Aldave Nino, que me guió en los procesos de producción de un tanque de GLP, y me brindó la confianza necesaria para ser analista de producción y prevencionista de seguridad y salud ocupacional, cargo que ejerzo hasta la actualidad. También asumo el rol de jefe de producción cuando el titular se encuentra de viaje en algún proyecto de instalación de tanques en plantas industriales en provincia.

Realizo el monitoreo de la producción de tanques soterrados graneleros, de transporte, tanto verticales como horizontales de más de 14000 galones. Es aquí donde tengo que demostrar mis habilidades y competencia como profesional capacitado de ingeniería para proponer e implementar mejoras en la empresa, contando con 25 operarios a mi cargo.

Mis principios éticos siempre los he resaltado desde el primer día que me dieron la oportunidad de trabajar con ellos, resaltando mucho mi proactividad y ganas de aprender constantemente. He realizado varias propuestas de mejora que se han implementado en la empresa en los últimos años. Gané experiencia en realizar informes de trazabilidad, evaluación de esfuerzos y resistencias de ciertas piezas metálicas, con el apoyo de mis compañeros de trabajo y mi jefe, reforzando así mis estudios adquiridos en la universidad.

Analista de producción (prevención, planificación e implementación)

Full Conversiones a Gas S.A.C. - Lima, enero-octubre 2022

- Investigación, diseño y desarrollo de soluciones
- Creatividad y capacidad analítica
- Supervisión de operarios

- Prevención con lineamientos contra el COVID 19
- Elaboración de documentos con certificaciones ante Osinergmin
- Plano isométrico de los tanques de GLP (granelero, soterrado y transporte)
- Memoria de cálculo
- Esquemas de trazabilidad
- Minimizar los riesgos en planta
- Elaboración de matriz IPERC
- Propuestas de mejora continua
- Elaboración de plan de contingencia
- Ejecución de proyectos
- Supervisión de producción
- Evaluación y charlas informativas de prevención.
- Charlas de capacitación a operarios
- Apoyo directo del jefe de operaciones

3. Problemática

3.1. Planteamiento del Problema

La metodología de las 5S es una de las herramientas más aplicadas en las empresas, específicamente en fábricas debido a que al trabajar en procesos productivos se requiere orden, limpieza y disciplina para poder mantener un mejor control del área productiva. Esto permite eliminar los obstáculos y las pérdidas de materiales. Esta herramienta aporta un mejor clima organizacional y motiva a los operarios al trabajar en mejores ambientes de trabajo, mejorando su estado de ánimo y por tanto, elevando su productividad.-

Actualmente se está elevando la competencia entre empresas, y esto provoca que todos quieran realizar mejoras en sus procesos productivos, aplicando herramientas de mejora continua, y así poder elevar sus estándares como fabricantes o productores. Cada vez se hace más imperiosa la necesidad de realizarla, por ser el sector industrial metal mecánico un mercado tan competitivo, donde se busca la lealtad de los clientes, y como acrecentar su cartera.

Del mismo modo, a nivel mundial, la implementación de la metodología *Lean Manufacturing* es importante también para una empresa metalmecánica porque aporta a su crecimiento con la mejora continua, incrementando la productividad y por tanto, la gestión empresarial.

Así mismo, Doberossan (2017) menciona: “En el mundo globalizado y competitivo que hoy nos toca vivir, ninguna empresa puede desconocer las herramientas que utilizan aquellas que se destacan y triunfan dentro del sistema.”

Por otra parte, Hernández e Idoipe (2013) manifiestan que Kaizen significa una transformación en la conducta de las personas en busca de la mejora continua, con una cultura flexible y de cambio constante para encontrar la mejor forma de realizar los procesos. Consiste en pequeñas acciones y mejoras que pueden realizar desde los directivos

hasta los mismos empleados, lo cual impulsa la calidad del producto, eliminar despilfarros o tareas que no contribuyen en un valor añadido para el producto, aminorar gastos y ofrecer tiempos de respuesta y entrega al cliente más breves. Con este enfoque se busca la resolución rápida y eficaz de los problemas que puedan presentarse en los procesos de producción.

En cuanto a la empresa Full Conversiones a Gas S.A.C., fabrica; tanques de GLP, tanques de almacenamiento de líquidos y gas, tanques soterrados verticales y horizontales, tanques graneleros y tanques de transporte. Así mismo, les brinda mantenimiento, y reparación ante algún accidente que se pueda presentar de manera fortuita. La empresa cuenta con una amplia cartera de clientes en provincia tanto en el norte y sur.

En los últimos 4 años la empresa ha reducido su producción, y aumentado los tiempos de espera, por efecto de la pandemia de COVID 19. Hemos sufrido pérdidas directas en el personal calificado, por esta razón se contrató personal, el cual no tenía la calificación requerida, puesto que el personal calificado en esa área es muy escaso, y tuvo que entrenarse sobre la marcha con operarios que contaban con experiencia pero sin formación formal, con las consiguientes consecuencias.

Además, muchos de los procesos de producción han sido adaptados de acuerdo a la experiencia de trabajo. La infraestructura ha ido creciendo con el tiempo de forma modular, de acuerdo a las necesidades, por lo que el flujo de operaciones y de materiales no es el adecuado.

Asimismo, se pudo observar que los nuevos operarios no dejaban sus herramientas y materiales de trabajo en el lugar correspondiente, simplemente las dejaban en el suelo o cualquier otra parte, lo que ocasionaba que se malogren o pierdan, y la empresa tenía que reponerlas. Entre estas podemos mencionar; amoladoras grandes y pequeñas, lijadoras, puntal de soldaduras, discos de desbaste y corte, equipo de EPP, pernos y tuercas de grado 8,

alambre tubular 1.2, entre otros. Lo cual nos generaba una pérdida de materiales y herramientas.

Para poder evaluar cuál era el problema principal se elaboró el diagrama de Ishikawa, de tal forma se encontraron 18 causas en el proceso de producción de un tanque de GLP, las cuales se contrastaron con el análisis de Pareto.

Se pudo concluir que las causas principales que afectaban el proceso de fabricación de un tanque de GLP era: falta de orden, limpieza y disciplina, falta de capacitación y compromiso del personal, aumento en los defectos de calidad del producto terminado.

3.2. Determinación del Problema

Problema Principal

¿Cómo la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP en una empresa metalmecánica en Lurín, 2022?

Problemas Secundarios

¿Cómo la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP según la dimensión metodología 5S en una empresa metalmecánica en Lurín, 2022?

¿Cómo la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP según la dimensión Kanban en una empresa metalmecánica en Lurín,2022?

¿Cómo la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP según la dimensión Jikoda en una empresa metalmecánica en Lurín,2022?

3.3. Objetivo General

Determinar si la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP en una empresa metalmecánica en Lurín, 2022

3.4. Objetivo Especifico

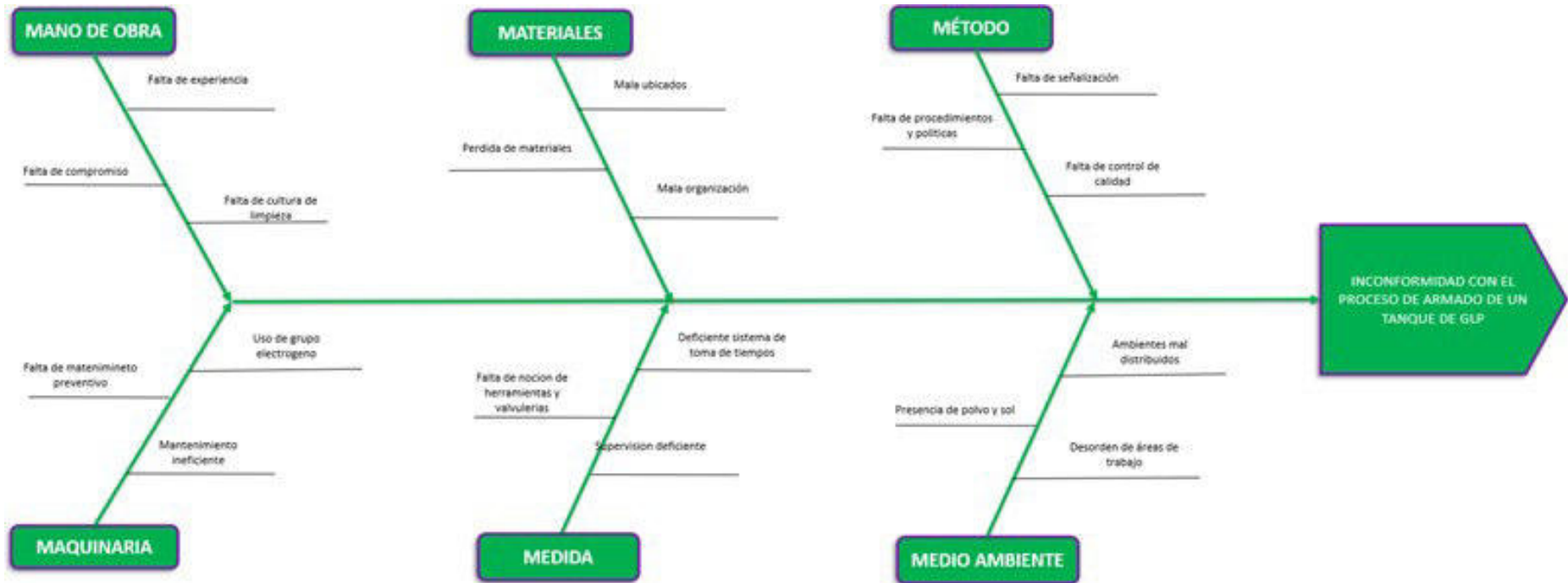
Determinar si la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP según la dimensión metodología 5S en una empresa metalmecánica en Lurín, 2022.

Determinar si la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP según la dimensión kanban en una empresa metalmecánica en Lurín, 2022.

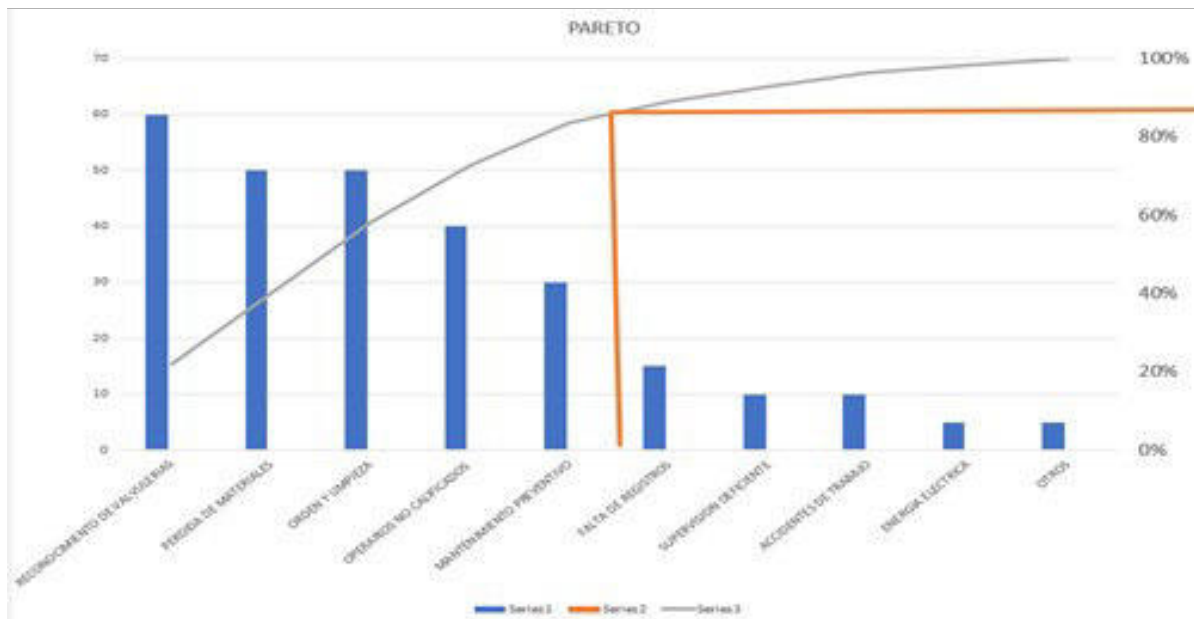
Determinar si la metodología *Lean Manufacturing* mejora el proceso de fabricación de un tanque de GLP según la dimensión Jidoka en una empresa metalmecánica en Lurín, 2022.

Figura 14

Diagrama de Ishikawa



Nota. En el diagrama de Ishikawa se puede verificar las 18 causas que perjudican el proceso de armado de un tanque de GLP

Figura 15*Diagrama de Pareto*

Nota. Se muestra el análisis del Pareto el cual se ordenó de mayor a menor. Análisis propio.

Tabla 1*Orden de las fallas en el proceso de armado de un tanque de GLP*

N°	Fallas	Cantidad de fallas	%	% Acumulado	
2	Reconocimiento de valvulerías	60	22%	22%	A
4	Perdida de materiales	50	18%	40%	
7	Orden y limpieza	50	18%	58%	
5	Operarios no calificados	40	15%	73%	B
1	Mantenimiento preventivo	30	11%	84%	
3	Falta de registros	15	5%	89%	C
6	Supervisión deficiente	10	4%	93%	
9	Accidentes de trabajo	10	4%	96%	
8	Energía eléctrica	5	2%	98%	
10	Otros	5	2%	100%	
		275	100%		

Nota. Se puede visualizar el orden de mayor a menor de las fallas que se presentan en el armado de un tanque de GLP en porcentajes.

3.5. Justificación

La metodología *Lean Manufacturing* permite la producción adecuada y la eliminación de los cuellos de botella con sus tres herramientas proporcionadas, así como brinda soluciones para diversas empresas industriales con problemas en la fabricación de los productos, tales como los de; falta de orden, limpieza y disciplina y de mayores tiempos de espera.

En Full Conversiones Gas S.A.C la metodología *Lean Manufacturing* tiene como objetivo mejorar el orden, la limpieza y la disciplina, reducir los errores de calidad y reducir los tiempos de espera de maquinaria, herramientas, materiales y materias primas en la producción de tanques de GLP. Con la ayuda del uso de sus herramientas; 5S, Kanban y Jikoda. Contando con el compromiso del personal y su capacitación continua.

Las consecuencias prácticas de esta investigación son la optimización del trabajo operativo y aumento de la rentabilidad, minimización de pérdidas y desperdicios de producción, reducción de pérdidas de tiempo de proceso evitando defectos y errores; todo esto por la implementación de la Metodología 5S en la fábrica. A su vez, al optimizar el proceso productivo, se reduce el costo de mantenimiento a través del programa de ordenamiento y limpieza, reduciendo el número de procedimientos de mantenimiento preventivo y aumentando la productividad de nuestros operadores.

El marco metodológico analiza la cadena de valor del proceso productivo de la Planta de producción, para identificar deficiencias en el área de armado de tanques GLP por la falta de organización y orden de los operarios. Los soldadores provocan mermas y paradas en el proceso productivo, pero al aplicar las herramientas de *Lean Manufacturing*, lograremos la estandarización mediante planes de mejora continua y planos isométricos.

3.6. Alcances y Limitaciones

El tipo de investigación es aplicada porque pretende combinar la aplicación de la metodología 5S con búsquedas de mejora de la productividad. Es de nivel explicativo, porque

muestra el efecto de la implementación de la metodología 5S en el área de producción de la empresa Full Conversiones a Gas S.A.C.

Asimismo, el método utilizado es descriptivo porque sistemáticamente describe, analiza e interpreta un conjunto de hechos o fenómenos y sus variables. El método descriptivo tiene como finalidad estudiar el fenómeno del estado actual y su forma natural; por lo tanto, las variables de investigación pueden ser controladas directamente, por lo que la validez interna es innegable (Sánchez Carlessi, 2017). Es un estudio de diseño longitudinal, al realizar frecuente seguimiento del proceso para evaluar el éxito de los programas de actuación.

La investigación cuantitativa se encarga de la recopilación y análisis de los datos hallados por medio de técnicas estadísticas, este análisis ayuda a determinar la relación entre las variables y tendencias en los datos evaluados. También recolecta las opiniones, percepciones y experiencias de los operarios o participantes, proporcionando así datos más exactos desde un punto de vista más cercano (Sánchez Carlessi, 2017).

De esta manera, la investigación aplicada utiliza métodos y técnicas científicas para identificar, analizar problemas, y oportunidades que se presentan en un proceso de producción o en el campo que se quiera aplicar. Busca solucionar problemas específicos que afecten a las organizaciones, por lo tanto la investigación aplicada es una herramienta importante para la innovación y desarrollo, permitiendo entregar soluciones prácticas e innovadoras, mejorando el rendimiento de las organizaciones (Sánchez Carlessi, 2017).

Sánchez Carlessi (2017) mencionó que cuando se elige una variable intermedia como nexo entre temas, el objetivo es reducir su influencia sobre otras variables. Esta característica nos permite observar mejor las relaciones entre las variables dependientes e independientes. Sin embargo, en función de las necesidades y posibilidades de la investigación, esta variable puede convertirse en un criterio de exclusión, por lo que ya no se menciona en la lista de

variables. Además, aquel que participa en una condición de dependiente con una variable dependiente, no se define si es independiente o dependiente. Esta variable no es objeto de investigación de investigación, y se le denomina variable intermedia o mixta. Del mismo modo, desde otra perspectiva, las variables mediadoras, también llamadas constructos teóricos, son factores que tienen un efecto explicativo sobre el fenómeno que se estudia, pero que no pueden ser observados ni manipulados directamente; su efecto puede inferirse de variables que dependen de esto.

Finalmente planeamos implementar un estudio longitudinal, que es un estudio observacional que recopila datos cualitativos y cuantitativos y da cuenta de medidas continuas o repetidas para seguir evaluando en el paso del tiempo, es decir es un estudio de constante seguimiento para poder identificar las causas raíz del estudio (Sánchez Carlessi, 2017).

4. Marco Teórico

4.1. Antecedentes Bibliográficos

Portocarrero (2020) desarrolló una propuesta para mejorar el piso de producción de una empresa manufacturera aplicando herramientas de *Lean Manufacturing*. Actualmente, debido a los últimos años de crecimiento del PIB en la industria, la organización debe prepararse para posibles cambios en el mercado interno. Por lo tanto, lo que se presenta puede corregir el problema fundamental de la empresa de suprimir la demanda del mercado en su conjunto y producir poco inventario a pesar de que existe la capacidad. Para ello se tienen en cuenta conceptos como creación de valor, eliminación de desperdicios, interrupciones, pérdidas y 5S, la aplicación de herramientas posibilitadas por la metodología *Lean Manufacturing*. Por lo tanto, el uso de otras herramientas de diseño industrial, como la manufactura esbelta, junto con la redistribución del área de serigrafía, permitieron a los usuarios moverse de manera óptima en su lugar de trabajo sin intersecciones, lo que agiliza el movimiento de materiales y productos en el proceso. En general, el uso de la herramienta SMED permitió a los usuarios reducir el largo tiempo entre la limpieza de la red, la colocación de la señal y la preparación de la tinta. Esto llevó no solo a proporcionar el método requerido en la región, sino también a permitir que los operadores trabajaran de la mejor manera.

Chumbile (2021) evaluó un plan de mejora a través de *Lean Manufacturing* para incrementar la productividad de la industria de carpintería de una empresa de muebles. En el Perú son pocas las empresas de muebles que tienen las condiciones para competir a nivel internacional, incluso nacional, en este campo. El motivo, estas empresas suelen trabajar con los mismos métodos arcaicos, sin adaptarse a los constantes cambios que vivimos. Se concentran únicamente en el montaje de la producción, descuidando la mejora continua de todos los procesos y empleados. Una implementación estructurada y correcta de la filosofía

Lean Manufacturing puede llevar a las empresas de muebles a realizar mejoras significativas en sus procesos y desarrollar una cultura *Lean* que les permita convertirse en competidores valiosos en el mercado internacional. En este plan, el indicador PMO aumentó en un 52, %, lo que significa que el costo de la mano de obra en relación con los ingresos disminuyó en un 35,8%, lo que indica el uso efectivo de los recursos, además, disminuyó el tiempo de producción, lo que aumenta la flexibilidad de la industria.

En resumen, la propuesta de mejora realizada mediante la aplicación *Lean Manufacturing* aumenta significativamente la productividad del taller de carpintería de una empresa de muebles.

Arroyo (2018), evaluó la mejora del sistema de producción en una empresa metalmeccánica en términos que se traduzca en rentabilidad para la empresa a partir de la implementación del *Lean Manufacturing*. En la actualidad, el entorno industrial se torna cada vez más competitivo debido a las altas exigencias por parte de los clientes en términos de costo, calidad y tiempo; es por este motivo que las empresas buscan constantemente las mejoras en sus procesos producción, para disminuir y aprovechar al máximo sus recursos disponibles. De esta manera, el análisis e implementación de la mejora en el proceso productivo se obtuvo una reducción de 47% del set up de las pausas programadas en el proceso roll forming, postes y perfiles, una reducción de 59% del tiempo de reproceso en el proceso de granallado, y una reducción de 17% del tiempo de fabricación en el ciclo productivo generado por el incremento de la producción en un 25%.

Por lo tanto, los resultados obtenidos demuestran que la aplicación del *Lean Manufacturing* a través de su metodología e implementación de las herramientas, mejora el sistema de producción en las empresas productivas donde se aplica. En conclusión, para la implementación exitosa del *Lean Manufacturing* se requiere del compromiso de toda la

organización, respeto al trabajador y adaptabilidad a los diversos contextos e innovación continua.

Charaja (2020), aplicó la herramienta de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en empresas metalmeccánica de aluminio. El presente trabajo de investigación tiene como propósito establecer el impacto que tiene la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* en distintas empresas del sector metalmeccánico de aluminio. Para ello, se requiere evaluar si estas herramientas consiguen una mejora en la productividad y la calidad de los productos que ofrece la empresa. De tal forma, los casos de estudio revisados como propuestas de mejora que se emplean las herramientas de *Lean Manufacturing*, en su mayoría hacen uso de las 5S y TPM, las cuales son básicas para comenzar una renovación hacia la filosofía Lean.

Asimismo, en otros casos se han utilizado Kaizen, SMED, y Poka Yoke. Por consiguiente, en la investigación se compararán las diferentes empresas evaluadas, y se determina que todas han tenido un incremento en la productividad, no obstante, solo la mitad ha tenido mejoras en la calidad, al reducir la cantidad de productos defectuosos. En conclusión, los seis casos revisados de aplicación de las herramientas de *Lean Manufacturing* muestran ser ~~son~~ una importante herramienta para empresas pequeñas o medianas del sector metalmeccánico de aluminio, permitiéndoles ser más competitivas en el mercado local contra empresas grandes de países potencia que exportan sus productos a Latinoamérica.

Vargas (2022) aplicó *Lean Manufacturing* para la mejora de la productividad en el proceso de producción de adhesivos acuosos en una empresa manufacturera. En la actualidad, son muchos los sectores industriales de diferentes rubros, que utilizan materiales adherentes, como parte de su proceso de fabricación, por lo que requieren empresas proveedoras que brinden soluciones y productos de calidad.

Describe cómo se llevó a cabo el diagnóstico, la aplicación y evaluación de los resultados de la investigación respecto al año anterior, usando la metodología del *Lean Manufacturing* (5S y Kaizen), que fue desarrollado durante 7 meses. Por lo tanto, con la implementación de las 5S se logró mejorar las condiciones laborales, la productividad, el orden y la limpieza; y con Kaizen se logró reducir el tiempo de fabricación del producto con mayor venta. En conclusión, con la aplicación del *Lean Manufacturing*, se comprobó el incremento de la productividad en el año 2019 respecto al año 2018, por medio de la prueba estadística ANOVA de un factor con el programa Minitab.

Huamán (2021), implemento la metodología 5S para incrementar la productividad en el área de producción en una planta siderúrgica. En la actualidad el sector industrial de la siderurgia no ha sido ajeno a los recientes cambios en el mercado, en el que los competidores asiáticos han dado pasos agigantados para ponerse por delante de otros mercados como el latinoamericano, que se vio afectado también por crisis políticas, económicas, y por los bajos precios.

La metodología de investigación fue de naturaleza cuantitativa, el diseño fue no experimental. Por lo tanto, existe relación significativa entre la implementación de la metodología 5S y el aumento de la productividad en un área de producción en una planta siderúrgica debido a que, el valor de la significancia de correlación para esta prueba fue 0,000, rechazándose la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna. En conclusión, se recomendó implementar sistemáticamente la metodología 5S para el aumento continuo de la productividad dentro del área de producción.

Carrasco (2018) aplicó un enfoque *Lean* a la dirección de proyectos en la industria de la construcción. La aplicación de este enfoque viene desde después de la segunda guerra mundial, impulsada por Toyota. De tal forma el objetivo de la investigación fue conocer el

estado actual de *Lean* en Chile, realizando una evaluación de profesionales en la industria de la construcción.

Se percató que no existe una correcta implementación de dicha metodología en los proyectos, faltándoles filosofía, teoría y cultura organizacional, reemplazándolas por tecnología. En conclusión, se realizaron recomendaciones después del análisis previo, los cuales fueron: realizar más capacitaciones de manipulación, capacitación en la implementación de la metodología de *Lean* a la empresa, formando una cultura de *Lean* en los trabajadores.

4.2. Bases Teóricas

Hernández (2013) mencionó que en la actualidad las empresas industriales buscan implantar nuevas técnicas organizacionales y productivas que les permitan evolucionar en el mercado según su rubro. Entonces el modelo de *Lean Manufacturing* es una opción constituida, por su aplicación e implementación que deben ser tomados en cuenta en cualquier empresa de producción. En conclusión, aplicamos la herramienta de *Lean* que nos facilitan la orientación para evolucionar a la par con el avance de los tiempos.

Asimismo, Andreu (2021) manifestó que *Lean Manufacturing* tiene como objetivo principal minimizar las pérdidas en una producción, siendo un sistema que surgió en una industria de producción, y así se pudo adaptar a todo tipo de empresas dándole un valor imprescindible para ir evolucionando en una organización. Por otra parte, Ohno (1940) señala que logró comprender y adaptar las operaciones que transformarían los flujos continuos de producción, con el fin de eliminar procesos innecesarios. Para ello optimizó y estandarizó el trabajo, impulsando la producción.

Por otro lado, Madariaga (2013) manifiesta que *Lean Manufacturing* está dirigido a la fabricación de productos mediante procesos directos. Además, existen fábricas que aplican procesos continuos, otras producen diariamente miles de unidades por lotes y otras podrían

tardar meses en la fabricación. En conclusión, como existen distintos procesos de producción la aplicación de las herramientas tendrían que adaptarse a su sistema de producción para aplicar mejoras.

Asimismo, Womack (2000) señaló que la clave de toda organización y gestión es la aplicación de las metodologías de Lean, haciendo posible la eficiencia y competitividad ante otras empresas, disminuyendo desperdicios en la producción. Manifiesta que las empresas más desarrolladas se adaptaron al modelo de gestión tras un problema que les sucedió en ese tiempo.

Al respecto, Salazar (2019) mencionó que la principal filosofía en la que se sustenta el *Lean Manufacturing* radica en la premisa de que “todo puede hacerse mejor” de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora. Por otra parte, una organización que aplique *Lean Manufacturing* debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, y a un costo mínimo. Manifiesta que *Lean Manufacturing* puede definirse como una filosofía de producción que agrupa un conjunto de técnicas que nos facilitan el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con el mínimo costo, una calidad competitiva y alta flexibilidad.

Es así que Rey (2005) manifiesta que cuando estamos trabajando en una oficina o en un taller nos encontramos con situaciones que consideramos normales, en cuanto a orden y limpieza, sin embargo, se está lejos de la realidad, pero percibimos que durante mucho tiempo las cosas han ido saliendo más o menos bien, y las costumbres adquiridas las hemos convertido, sin darnos cuenta, en hábitos. En conclusión, Las 5S nos van a ayudar a visualizar esto para mejorar el ambiente en el puesto de trabajo y hacerlo más agradable y seguro para las personas y equipos.

De igual manera, López (2001) define a la metodología 5S como una creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras para el trabajador. Además de darles mayor calidad de áreas de trabajo. Manifiesta que la aplicación continua conduce a un proceso de mejora continua, consiguiendo mejor productividad, competitividad y calidad en las empresas.

Asimismo, Miró (2018) mencionó las 5S como una metodología que no se limita a un sector empresarial específico, si no que se aplica a cualquier actividad. Además la considera como una herramienta de mejora continua que no exige un nivel de conocimiento elevado, si no que trata temas bastante precisos.

Al respecto, Espinoza (2017) menciona que una práctica constante de la metodología 5S para un establecimiento productivo, mantiene el lugar de trabajo bien organizado, ordenado y limpio, a fin de mejorar las condiciones de seguridad, también les ofrece calidad en el trabajo y en la vida diaria.

Asimismo, Barry (2014) definió kanban viene de la palabra japonesa que significa tarjeta y que ahora se entiende como señal, como un sistema que moviliza partes a través de la línea de producción mediante una señal que indica cuando jalar.

Sobre ello, Negrón (2017) manifiesta que Kanban significa tarjeta en japonés, y el término se aplica a un mecanismo que permite transmitir los requerimientos de materiales y componentes (hacia atrás) a partir de la demanda; los componentes o materiales requeridos son retirados, y se hace uso de tarjetas para indicar el retiro de los mismos (Administración de operaciones).

Asimismo, Anderson (1960) menciona al método Kanban como: “Un enfoque de cambio, incremental y evolutivo, de procesos y sistemas, para las organizaciones de trabajo de conocimiento”. Además, Kanban ofrece la flexibilidad de utilizar el método sobre los flujos de trabajo, los sistemas y los procesos existentes, sin alterar lo que ya está en marcha. El

método reconoce que los procesos, las funciones, las responsabilidades y los roles existentes tienen valor, y que por lo general vale la pena conservarlos.

Por otro lado, Sánchez (2010) define por *Lean Manufacturing* en castellano “Producción ajustada” como la prosecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Por lo tanto, la organización que espera implementar *Lean Manufacturing* deberá estar enfocada fuertemente en la satisfacción del cliente, deberá estar disponible para remover los desperdicios en sus procesos y deberá tener la motivación de la búsqueda del crecimiento y la sobrevivencia en el mercado.

Tenemos a Womack (1990) que manifiesta en sus investigaciones del proceso productivo que la metodología 5S se implantó por primera vez en los años 60 dentro de una fábrica de producción de Toyota. Su principal objetivo es mantener y mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia. Por lo tanto, el proceso productivo de una empresa podría mejorar en base a la aplicación de dicha metodología desde épocas remotas.

Asimismo Rombiola (2012) define la cantidad en la producción de un producto o servicio por insumos utilizados por unidades de tiempo. Es decir, la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerlas, durante un tiempo determinado.

Tenemos a Sánchez (2015) señala que es la relación entre el resultado de una actividad productiva y los medios que han sido necesarios para obtener dicha. Además, la producción está vinculada a los procesos de elaboración, producción misma, y comercialización de bienes y servicios, de modo que comprenden toda actividad involucrada

en la transformación de materia prima en bienes y servicios para su posterior comercialización.

Al respecto, Salazar (2019) define el proceso productivo como un sistema de flujo que permite el uso de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción mediante una estrategia de jalonamiento.

De igual modo, Castellano y Lizcano (1994) definen que un proceso productivo de una empresa puede entenderse como una cadena o sucesión de actividades que operan conjuntamente para alcanzar un determinado objetivo de producción en una empresa u organización determinada según su análisis.

Sobre ello, Martínez (1993) define que el proceso productivo es el conjunto de fenómenos que le ocurren a la materia prima hasta configurar un producto acabado. Por tanto, el proceso está diseñado para realizar un producto o servicio global único, cuenta con un cliente externo o interno a la organización que es quien recibe el producto o servicio dentro o fuera de las empresas. Además, los procesos constan de insumos o inputs, es decir de medios y recursos, y de Outputs, resultados realizados según los estándares de calidad previstos para el proceso, junto a un sistema de control que evalúa el funcionamiento del proceso y el grado de satisfacción del cliente.

Es así que Porporatto (2021) menciona que organizar es una palabra que proviene del latín *organizare*, relacionada con la acción de disponer las partes de un todo de la manera conveniente. Al organizar una actividad se distribuye y ordenan recursos, materiales, funciones, personas y cosas preparando no sólo el desarrollo sino también los detalles de dicha actividad para un fin determinado.

Sobre el particular, Maxwell (1870) menciona que cada vez que usted organiza un proceso, se arriesga, fracasa, reevalúa o hace ajustes; está disponiendo de otra oportunidad para volver a empezar, solo que en mejores condiciones que la primera vez.

Asimismo, Fernández (2013) Señala que organizar consiste en ordenar y coordinar los recursos humanos, financieros, físicos y otros que son necesarios para alcanzar los objetivos de la empresa creando las condiciones para que las personas y las cosas trabajen de forma armoniosa y orientada a alcanzar los mejores resultados posibles.

De igual modo, Cao (2019) considera que se está organizando algo, quiere decir que se le está dando un orden a dando a las cosas. Puede tratarse de objetos o incluso de algo no tan tangible como lo es un pensamiento. Por otra parte, una persona puede organizar sus sentimientos y pensamientos, esto quiere decir que los maneja de la manera más ordenada posible para así darse cuenta que es lo que está sintiendo.

Sobre el particular, Rodney Brooks (2007) definió que dentro de la ingeniería, un sistema de control es un conjunto encargado de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados.

Asimismo, Harrington (1993) considera que la mejora continua se trata de mejorar un proceso, cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del tipo de asignación que le otorgue el empresario y el proceso.

De igual modo, Kabboul (1994) menciona el plan de mejora continua como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo, cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

Es así que, Gutiérrez (2010) señaló que la mejora continua es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando las causas o restricciones, creando nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño.

Por último, Derek (1994) define que el mejoramiento continuo es simplemente una extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, quien asevera que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado. Según los grupos gerenciales de las empresas japonesas, el secreto de las compañías de mayor éxito en el mundo radica en poseer altos estándares de calidad tanto para sus productos como para sus empleados. Por lo tanto, el control total de la calidad es una filosofía que debe ser aplicada a todos los niveles en una organización.

4.3. Definición de Términos Básicos

- **Lean Manufacturing:** Es un modelo de gestión que se enfoca en crear flujo para entregar el mayor valor a los clientes utilizando la menor cantidad de recursos.
- **5S:** Es un método de gestión de procesos de origen japonés basado en cinco principios que comienzan con S: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (pureza), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (mantener la disciplina). Cada principio forma un paso en el proceso y está integrado en la filosofía kaizen.
- **Kanban:** Es un método de gestión de flujo de trabajo *Lean* muy popular para definir, gestionar y mejorar los servicios proporcionados por el conocimiento. Le ayuda a visualizar su trabajo, maximizar la eficiencia y mejorar continuamente. El trabajo se representa en tableros Kanban, lo que le permite agilizar la transferencia de trabajo entre varios equipos y administrar incluso los proyectos más complejos en un solo entorno.
- **Jidoka:** Es un sistema operativo independiente basado en el hecho de que el trabajador puede detener la máquina si algo sale mal. Es una palabra que significa “responsabilizar a cada operario por lo que hace en su entorno de trabajo”. Dotar a la máquina de esa cualidad, o habilidad Jidoka, la convierte en algo más que una máquina automática. Esto facilita el diseño del propio sistema de producción para evitar la generación de unidades defectuosas.

- **Kaizen:** Es una estrategia de gestión que describe la mejora de los procesos organizacionales en todos los niveles de una empresa. Esto es para poder implementar, aumentar y facilitar las correcciones, y reducir las ineficiencias, para crear un entorno eficiente y productivo que mejore la competitividad empresarial.
- **Proceso productivo:** Es un conjunto de tareas y procedimientos que realiza una empresa para producir bienes y servicios. También puede entenderse como una serie de actividades y procesos necesarios que se llevan a cabo de manera planificada y secuencial para lograr la producción de productos.
- **Organización, orden y limpieza:** Organización (5S). Se define por la separación innecesaria. Por lo tanto, los objetos y elementos del lugar de trabajo deben clasificarse para eliminar todo lo innecesario. Orden (5S). Le da a todo un lugar, siempre que el artículo sea fácil de encontrar y acceder. Limpieza (5S). Su finalidad es evitar la acumulación de suciedad, polvo y manchas en el lugar de trabajo.
- **Sistema de control:** Un sistema se define como un conjunto que contiene los elementos de nuestra organización que ayudan a los empleados a lograr sus objetivos y que se alinea con nuestro objetivo de crear conexiones inspiradoras. Con este sistema queremos asegurar la eficacia, eficiencia y economía de nuestras operaciones.
- **Mejora continua:** Es un enfoque de mejora de los procesos de trabajo basado en la necesidad de revisar constantemente la existencia de problemas, reducción de costos de oportunidad, racionalización y otros factores, que en conjunto permiten la optimización, siguiendo técnicas de evaluación, dando como resultado una lista continua de oportunidades de mejora, permitiendo a la empresa optimizar sus operaciones.

5. Propuesta de Solución

5.1. Metodología de la Solución

Metodología de las 5S

La herramienta 5S se enfoca principalmente en el orden y limpieza del área de trabajo. Por su sencillez y resultados positivos, se recomienda utilizarlo como primera herramienta cuando se quiera implementar *Lean Manufacturing* en una empresa. Los 5S toman su nombre de las cinco palabras japonesas Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan eliminar o rechazar lo innecesario, ordenar, purificar, estandarizar y crear disciplina, respectivamente (Hernández e Idoipe, 2013). Como señala Madariaga (2013), la metodología 5S se enfoca en mejorar el lugar de trabajo del operador. Esto significa lograr lo siguiente:

- Incrementar la seguridad de los trabajadores y la calidad del producto.
- Reducir errores.
- Reducir los tiempos de cambio evitando búsquedas y reduciendo transiciones innecesarias en el manejo de herramientas y materia prima.
- Reducir el tiempo del ciclo operativo porque los empleados pueden encontrar y organizar más convenientemente todo lo que necesitan para hacer su trabajo.
- Por otra parte, de acuerdo con Rey (2005), las 5S se pueden definir como un estado ideal en el que se tiene las siguientes condiciones dentro de la empresa:
 - Todos los objetos y demás herramientas que no son necesarios en el puesto de trabajo han sido desechados.
 - Todos los materiales en el área laboral están ordenados y debidamente identificados.
 - Se ha conseguido mitigar el origen de la suciedad.
- Se mantiene un control y supervisión visual que permite identificar los defectos y variaciones.

- Se conserva lo descrito anteriormente y se busca oportunidades de mejora que permitan seguir optimizando la producción.

Las 5S es una metodología sencilla de comprender, y su implementación no requiere grandes inversiones de capital ni conocimiento. Sin embargo, esta herramienta es potente en cualquier tipo de empresa. (Hernández e Idoipe, 2013). Por otro lado, el proceso de implementar las 5S es largo, por lo cual es importante mantener constancia y tolerancia para alcanzar los resultados. (Rey, 2005).

A continuación, se desarrollará cada una de las 5S.

Seiri

Según Rey (2005), significa organizar y seleccionar. En esta parte se quiere organizar los materiales que se encuentran actualmente en el puesto de trabajo, separando lo que es útil de lo que no lo es.

Hernández e Idoipe (2013) manifiesta que esta primera S implica clasificar y eliminar del área de trabajo de cualquier objeto o elemento que es innecesario o inútil para realizar la labor que se desempeña en ese lugar. De esta manera, se puede separar lo que se necesita de lo que no, con lo cual se reducen los despilfarros como transportes y movimientos innecesarios, pérdida de tiempo buscando algún objeto, entre otros, que son producto de la cantidad de elementos prescindibles. Para realizar esta acción se puede hacer uso de las tarjetas rojas, la cual es una técnica que facilita reconocer estos materiales innecesarios para definir si son considerados como un desecho.

Seiton

Hernández e Idoipe (2013) nos dicen que en esta segunda S que significa ordenar se trabajará con los elementos que fueron clasificados como necesarios. Se procederá a organizarlos

de tal manera que tengan un lugar definido, lo cual favorecerá localizarlos más rápido y regresarlos al lugar que tienen asignado luego de ser utilizados. En este caso se sigue el principio de “cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa”. Es importante para su correcta implantación decidir la ubicación de cada objeto de acuerdo con la frecuencia de uso y siguiendo los criterios de seguridad y calidad debidos. Con este orden lo que se busca es mejorar la calidad y eficiencia, otorgándole al operario un ambiente laboral que facilite ejecutar su trabajo de una forma óptima.

De acuerdo con Madariaga (2019), los pasos a seguir son los siguientes:

- Definir un lugar adecuado para cada elemento identificado como necesario. Se colocarán estos siguiendo el principio de ergonomía, y a mayor frecuencia de utilización se colocará más cerca del lugar en que es requerido.
- Designar una simbología para poder reconocer la ubicación de cada uno de los objetos.
- Los símbolos pueden ubicarse en paredes, en el suelo o como miniaturas en las estanterías o paneles de herramientas.

Seiso

Hernández e Idoipe (2013) afirman que la tercera S significa limpiar e inspeccionar el entorno de trabajo para reconocer alguna deficiencia o desperfecto y mitigarlo. Asimismo, consiste en lo siguiente:

- Convertir la limpieza en un elemento importante del trabajo diario.
- Se asume la tarea como una labor de inspección indispensable.
- Poner énfasis en suprimir los focos de suciedad.
- Seguir el principio de dejar las cosas como el primer día, es decir preservar los elementos en condiciones óptimas

- Madariaga (2013) Esta S coopera en la disminución de desperfectos, los cuales representan un desperdicio de tiempo porque al definir un procedimiento de limpieza permite eliminar la suciedad que es uno de los principales motivos del deterioro de los componentes.

Seiketsu

Para Hernández e Idoipe (2013), la cuarta S significa estandarizar, y favorece la consolidación de lo alcanzado en la aplicación de las tres anteriores S. El establecer un estándar permitirá tener registrado y seguir una forma adecuada de realizar una operación o procedimiento. La implantación de esta fase permitirá tener las siguientes ventajas:

- Conservar el nivel alcanzado con la producción.
- Establecer y efectuar estándares de limpieza y constatar que estos se ejecutan apropiadamente.
- Comunicar al personal lo valioso que es aplicar los estándares establecidos.
- Crear los hábitos del orden y la limpieza en la organización.
- Prevenir fallos en la limpieza, que podrían tener como consecuencia algún accidente.

Madariaga (2019): Esta S es un control visual en el área de trabajo para el cumplimiento de los estándares definidos. Asimismo, permite identificar situaciones anómalas.

Shitsuke

Según Madariaga (2013), esta última S representa la disciplina y consiste en preservarlo alcanzado en las cuatro fases anteriores. Para ello se deben realizar auditorías y medidas correctivas con lo cual se puede confirmar que se está alcanzando y manteniendo el nivel y objetivos establecidos.

Asimismo, Hernández e Idoipe (2013) afirman que el objetivo es crear un hábito en la empresa mediante el cual se genere una cultura de autodisciplina y compromiso por hacer

perdurable y constante el proyecto de implementar las 5S. Puede ser simple encierta parte al tener que aplicar las normas establecidas y conservar el estado alcanzado, y complejo debido a que depende del grado de compromiso y asimilación de esta cultura por parte del personal de la empresa.

Por otro lado, Rey (2005) expresa que es importante en esta fase realizar una auto-inspección de forma constante, para tener un control y mejorar los estándares alcanzados. Asimismo, busca entrenar a todos los implicados para mantener las acciones aprendidas en las S anteriores.

Kanban

Castellano (2019): Kanban significa “tarjeta”, y es un sistema que permite controlar la producción para mantener el proceso abastecido, para lo cual envía señales de reabastecimiento, pudiendo ser tarjetas o señales visuales o electrónicas.

Hernández e Idoipe (2013) Con la herramienta Kanban se puede conseguir una calidad superior y producir el número exacto para el instante en que se requiere. Asimismo, se basa en el sistema de fabricación Pull con un flujo uniforme y constante.

Este sistema de tarjetas o señales funciona como un mecanismo de comunicación de las órdenes de producción de las piezas que se necesitan en diferentes partes del proceso. Para ello, cuando se necesita una pieza en alguna estación de trabajo, esta se coge de la operación anterior. Inmediatamente, se empieza a producir esa pieza que se retiró para reponerla para cuando se necesite de nuevo. Las tarjetas usadas en este sistema deben llevar información importante como código de pieza, lugar de procedencia de la pieza, lugar en que se fabricará, la cantidad que se debe producir, etc. Con esto se consigue reabastecer solo el material que se ha usado o vendido, con lo cual se reduce los excesos de inventario.

Para Castellano (2019), esta herramienta tiene los siguientes propósitos:

- Evitar el sobre stock de productos en proceso y terminados, produciendo solo lo necesario para el área de producción.
- Tener un mayor control y evaluación de la producción.
- Inspeccionar y controlar el ingreso y salida de los materiales de trabajo.
- Minimizar la sobreproducción de productos en la empresa.
- Reducir los inventarios, en especial el producto en proceso de fabricación y transporte.
- Promover la estandarización de los procedimientos normalizados o establecidos.
- Mejorar la comunicación entre todas las áreas de producción de la empresa.

Se distinguen dos tipos de kanban:

- El kanban de producción, que indica la cantidad que se debe fabricar en el área de producción.
- El kanban de transporte, indica qué materiales necesitara el operario para poder realizar la fabricación.

Jidoka

Para mejorar la calidad de la empresa, la central de dirección y producción implantó Jidoka, o gestión autónoma de defectos, en el área de armado y se comprometió desde la alta gerencia, aplicándose en todos los niveles de la producción. Teniendo como objetivo principal detectar las fallas y defectos en el armado de un tanque de GLP, siendo los mismos trabajadores quienes comunican los errores que puede generar la máquina roladora o el mal uso de las antorchas al momento de soldar, logrando así la satisfacción de nuestros clientes, entregándoles un producto a tiempo según el contrato establecido y sin fallas

El enfoque de la capacitación fue averiguar los problemas de los miembros del equipo, se les animó a reunirse en su tiempo libre, analizar los problemas y encontrar sus causas.

5.2. Desarrollo de la Solución

Aplicación de la herramienta 5S

Se utilizó para mejorar el orden, la limpieza y la disciplina en el proceso de fabricación de un tanque de GLP. Esto no solo ayuda a mejorar el proceso de armado sino también otros procesos en la producción. Además, ayuda a los operarios a completar su trabajo más rápido.

Para recordar, en el diagnóstico de la empresa vimos que hay suciedad en toda la planta de producción, las herramientas se encuentran en el suelo, produciendo su deterioro más rápido, por otro lado las máquinas llenas de residuos de metal y discos de corte o desbaste acumulados en el suelo, ocasionan desorden y desorientación del operario en turno.

Se aplicó la herramienta de 5S de orden, limpieza y disciplina, de manera rigurosa, capacitándolos para mantenerlos informados ante los cambios que se estaban implementando para que con el tiempo no se pierda. Se promovió a que se involucren en las acciones establecidas, escuchándolos y aprendiendo de ellos también, haciendo que tomen conciencia de los errores o fallas que nos llevan al desorden en la empresa. Por ello se designaron comités para llevar un mejor control de la implementación de las 5S.

Figura 16

Organigrama de implementación de las 5S



Nota. Se puede observar la distribución del comité de la implementación de las 5S las cuales monitorearan las actividades del plan de implementación del programa de 5S.

Pasos para realizar la herramienta 5S en el proceso de armado de un tanque de GLP:

Clasificación – Seiri

Para la implementación de la primera S, identificaremos los artículos innecesarios como máquinas, herramientas, materiales u otros que realmente no sean útiles o se puedan reagrupar. También se clasificaron los residuos del área de producción para saber qué y cuánto se genera para desecharlo, reciclarlo porque tal vez sea necesario en otra actividad. Mediante las tarjetas de clasificación nos permitió encontrar un lugar adecuado para cada cosa. Hasta herramientas que se encontraban malogradas, algunas tenían solución, entonces se guardaron en el almacén para repararlo, y las que ya estaban muy quemadas por el uso, simplemente desecharlas. Las limaduras de metal, se llevaron al reciclador para disminuir el desperdicio generado por la producción.

Tabla 2*Residuos sólidos por áreas de trabajo de Full Conversiones a Gas*

Área de trabajo	Descripción del residuo	Cantidad / frecuencia
Oficinas	Papeles, plásticos diversos, vidrio, madera, útiles de escritorio y otros de manejo administrativos.	0.020 TM/SEMANA
Zona de producción	Estos residuos generados en cada etapa de la producción de tanques de GLP como: recortes metálicos, electrodos de soldadura usados, restos del torno y lijado de metales.	0.400 TM/SEMANA
Mantenimiento	Plásticos, papeles, cartones, empaquetaduras, trapos con aceite industrial, waipe, guantes desechados y filtros. Latas de pintura, latas de solventes, restos de pintura (anticorrosivo, esmalte y acrílicos)	0.005 TM/SEMANA 40 UND
	Restos de petróleo, Thinner y gasolina	Proporción mínima
	Piezas diversas de metal, tubos de metal y pedazos de planchas de metal.	0.050 TM/SEMANA
Almacén	Bolsas plásticas, papeles y cartones producto de embalajes, madera de pallets, vidrio y materia prima.	0.025 TM/SEMANA
Vestuarios SSHH	Papeles y restos de higiene personal	0.08 TM/SEMANA
Otros residuos	Luminarias, toner y cartuchos de impresión	MINIMA PROPORCIÓN

Nota. Se estima que para efectos de un acuerdo de manejo y evitar la proliferación de vectores, estos deben ser removidos diariamente, lo que se viene logrando actualmente.

Tabla 3*Selección y clasificación de residuos del área de producción*

Descripción	Cantidad	Observación
Latas de pintura	40	Se deben ubicar en el bote de reciclaje de metales
Galones de Thinner	40	se ubicarán en el bote de reciclaje de plásticos
cajas de valvulerías	80	Deben estar en la basura, bote de reciclaje de cartón
Faros y luces de tanques de transporte	100	se probarán para seleccionar cuales sirven y cuales no se utilizarán
Boquillas de soldadura	35	Se ubicará en el bote de reciclaje de metales
Filtros 3m 7093C / AS2097	10	Se ubicarán en el bote de basura de residuos generales
Discos de desbaste	30	se ubicarán en el bote de basura de residuos de Discos
Discos de corte	25	se ubicarán en el bote de basura de residuos de Discos
Escobillas de fierro	28	se ubicarán en el bote de basura de residuos de Discos

Nota. Se detalla los residuos en el área de producción, clasificando su ubicación.

Tabla 4*Residuos clasificados en generales por áreas de Full Conversiones a Gas.*

Origen	Papeles y cartones	Plásticos	Materiales químicos
Oficinas	SI	SI	NO
Producción	SI	SI	SI
Almacén	SI	SI	SI
Mantenimiento	SI	SI	SI
SS.HH.	SI	SI	-

Nota. Las posibilidades de segregación de los residuos generados por Full Conversiones a Gas son adecuadas, pues estas se encuentran en estado seco y no están combinados entre ellos.

Figura 17

Tarjetas Rojas para la Clasificación de los materiales

TARJETA ROJA 5S - FULL CONVERSIONES A GAS S.A.C.			
RESPONSABLE:	MAX MORENO	PLACA DE RODAJE:	BCH-154
REA DE TRABAJO:	PRODUCCIÓN	Nº DE SERIE:	FCT-14500-01-21
FECHA:	9/12/2022		
ITEM:	VALVULA DE ALIVIO		
CANTIDAD:	2		
	HERRAMIENTA	CATEGORÍA	CABLES
X	VALVULERÍA		MAQUINARÍA
	MATERIA PRIMA		OTROS
	NECESARIO	RAZÓN	DEFECTUOSO
	INNECESARIO		MANTENIMIENTO
	ELIMINAR	ACCIÓN	REPARAR
	REUBICAR		GUARDAR
	RECICLAR		X TRABAJO

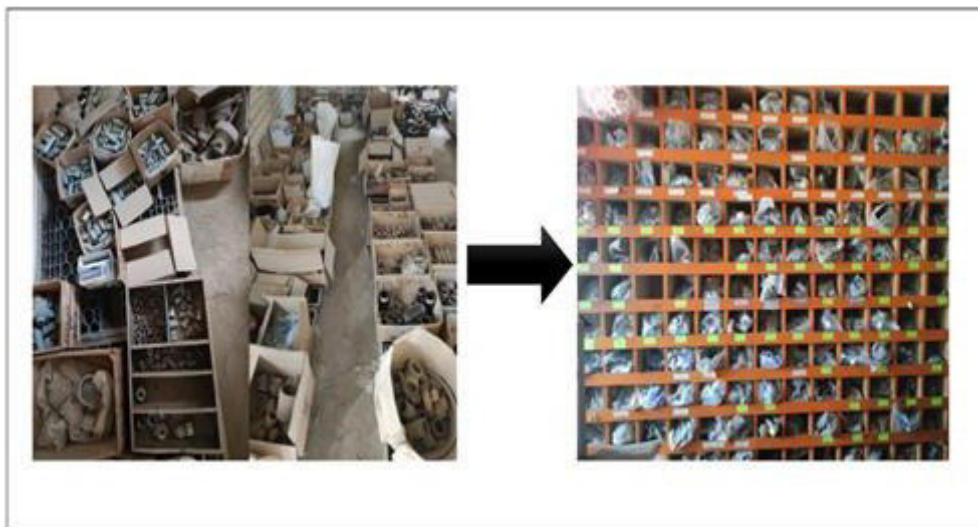
Nota. Se muestra la clasificación de los objetos para realizar el seguimiento, y detallado de los materiales encontrados.

Ordenar – Seiton

Una vez clasificados los objetos en necesarios e innecesarios, se continúa con ordenar adecuadamente aquellos objetos como materiales, herramientas y materia prima, de una manera que facilite su búsqueda. Los cuales han sido ubicados en estantes de madera previamente rotulados para su fácil acceso y entendimiento, así mejoramos la identificación de valvulerías y pernos; permitiendo un acceso rápido a elementos de trabajo, y mejor imagen de la planta de producción. También delimitamos el área donde deben ir los implementos requeridos, de esa manera evitamos que los trabajadores pierdan tiempo ubicando las cosas para el momento de realizar el armado de los tanques o actividad designada.

Figura 18

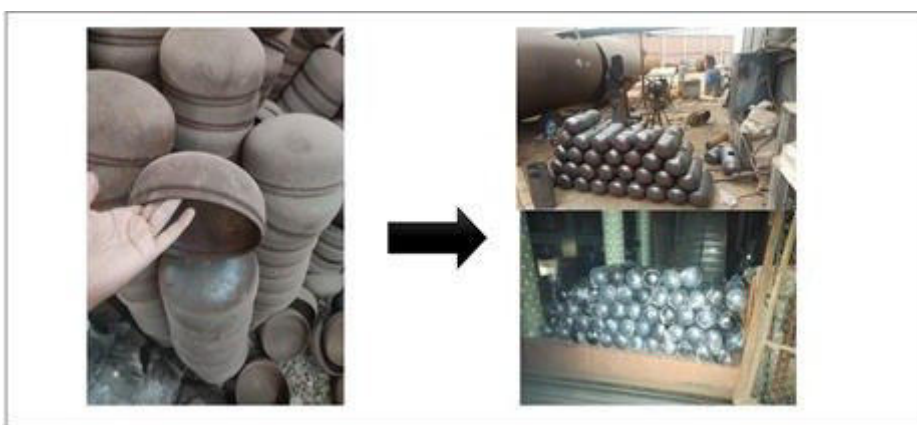
Objetos Ordenados y rotulados en estante



Nota. Observamos que todos los objetos están ordenados y rotulados de manera más organizada al alcance de los trabajadores, como coplas, pernos de grado, antiexplosivos, tuercas, arandelas, abrazaderas, entre otros.

Figura 19

Tanques de 15 gal., ordenados en almacén



Nota. Podemos ver como los tanques se encontraban ubicados en un lugar que no era adecuado, presentando deterioro, por lo cual se procedió a limpiar y ordenar, reubicándolo en el almacén.

Figura 20*Tanques de CO2 en orden*

Nota. Se visualiza que se ordenaron los tanques de CO2 delimitándolos en una zona segura así evitar su deterioro.

Limpiar - Seiso

El objetivo es dejar todo limpio en el área de trabajo, así evitamos acumulación o estorbos para el siguiente proceso de producción, ya que en ocasiones los restos de metal o piezas sobrantes que pueden estar en el suelo pasan a las otras áreas de trabajo dificultando su proceso. Teniendo limpia el área de producción podemos realizar mejor las maniobras en la planta, ya que en muchas ocasiones se dejaban las herramientas en el suelo, cajas de la valvulerías tiradas en el suelo, restos de cinta o discos usados. En este caso, los operarios al culminar su jornada de trabajo deberán limpiar y poner en su sitio sus herramientas, como son el alambre de soldar, amoladoras y materiales, y así al siguiente día continúan de manera armoniosa y ordenad|a.

Para evitar que se pierda la continuidad del orden, se asignaron horarios de limpieza de la fábrica en general, en cada una de las áreas de trabajo, realizándola en el horario dentro de su jornada de trabajo, marcando así la ficha asignada.

Figura 21

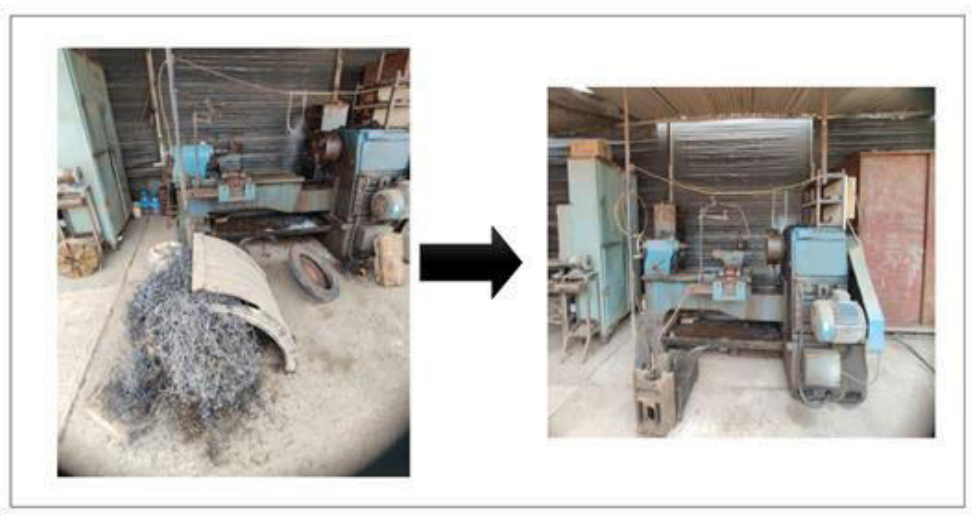
Cronograma de limpieza

PLAN DE LIMPIEZA						
HORARIO: 5:10 PM A 5:30 PM						
PERSONAL	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
OPERARIO 1						
OPERARIO 2						
OPERARIO 3						
OPERARIO 4						
OPERARIO 5						
OPERARIO 6						

Nota. Se puede ver el cronograma de limpieza de cada operario de producción asignándoles un color y día, antes de finalizar cada jornada.

Figura 22

Máquina de torno (HIRO) limpio



Nota. Podemos observar el torno limpio después de su jornada de trabajo, para evitar acumulación de residuos de metal.

Figura 23

Máquina de taladro industrial



Nota. Podemos observar que el taladro industrial deja muchos desechos metálicos los cuales se pueden dispersar fácilmente. Realizamos la limpieza para evitar ello.

Figura 24

Área de armado limpio



Nota. El área de producción se encuentra limpia, evitando acumulaciones para el siguiente día.

Figura 25*Área de pintura limpia*

Nota. Se retiró la basura acumulada como galones de pintura y Thinner que llevaban días.

Estandarización -Seiketsu

Cuando ya hemos implementado los primeras 3s, se requiere estandarizar las operaciones para que no se pierdan con el tiempo. Se implantó un control de manera visual y normas que permiten aumentar los niveles de eficiencia en el área de trabajo de los operadores de Full Conversiones a Gas, mejorando el bienestar del personal, al crear un hábito de conservar impecable su sitio de trabajo. De esta manera, aseguramos mantener los logros alcanzados anteriormente de manera permanente. Con dicha estandarización de clasificación, orden y limpieza se establece la eficacia de seiketsu que evite retroceder a un punto inicial o aún peor perder lo ya ganado.

Figura 26

Señalización de la fábrica



Nota. Se implementaron las señalizaciones para mantener recordatorios y constante orden.

Disciplina - Shitsuke

La quinta S, se basa en mantener los hábitos por medio de la práctica de utilizar correctamente los procedimientos y controles ya implementados, respetando las reglas por convencimiento propio del operario, manteniendo una actitud positiva, buen comportamiento con las reglas establecidas, y facilitando el proceso de perfeccionamiento de la cultura organizacional.

Full Conversiones a Gas, como parte del fomento de respeto de las normas establecidas de la mejora, realizó un formato de verificación el cual se compara la evaluación antes de la implementación de las 5S con la mejora actual, teniendo una calificación de 10 siendo el total aprobatorio de 10 preguntas por cada S implementada, 1 es la calificación que si cumple y 0 que no cumple el formato establecido, obteniéndose un puntaje de 50 de las 5S, es decir del 100% aprobatorio en la implementación de las 5S.

Figura 27

Formato de auditoría de las 5S

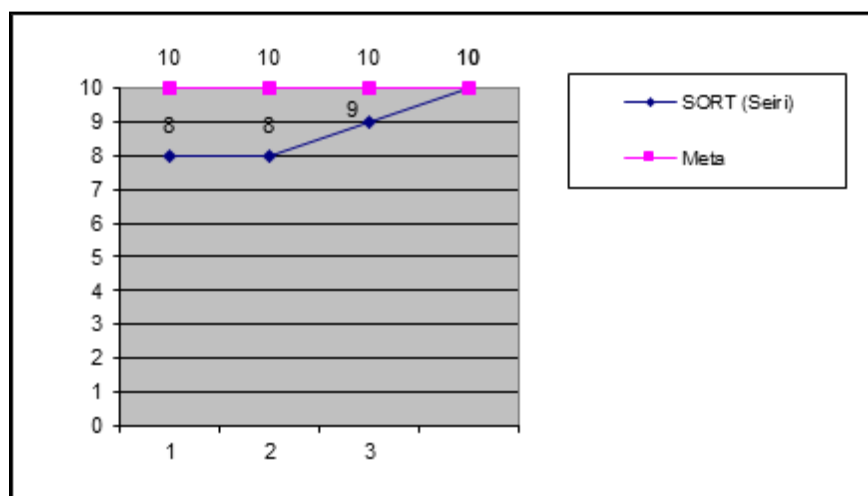
5S - Auditoría				
Tipo de trabajo:	RUTINARIO			
Auditor(s):	BACH. CAMARENA ALFARO, JHANERY			
Area Auditada:	ÁREA DE PRODUCCIÓN			
Fecha de la Auditoría:	09-December-2022			

ITEM	S	Significado de la "S"	Ptos.	Auditorías anteriores			Actual	Meta
				1	2	3		
S1	<u>SORT (Seiri)</u>	"Separar las cosas que necesita de cosas que no necesitamos "	10	8	8	9	10	10
S2	<u>SIMPLIFY (Seiton)</u>	"Mantener las condiciones que le permiten acceder fácilmente a lo que usted necesita, cuando se quiere"	10	5	6	8	10	10
S3	<u>SYSTEMATIC CLEANING (Seiso)</u>	"Al limpiar a identifique las causas. Limpiar permanente de todos los lugares para mantenerlos libre de suciedad y polvo "	10	3	5	8	10	10
S4	<u>STANDARDIZE (Seiketsu)</u>	"Haga que las anomalías sean evidentes con los controles visuales"	10	2	5	8	10	10
S5	<u>SUSTAIN (Shitsuke)</u>	"Hacer del hábito de la obediencia una regla"	10	1	5	8	10	10
	<u>Action Plan</u>	5S Puntaje	50	19	29	41	50	50

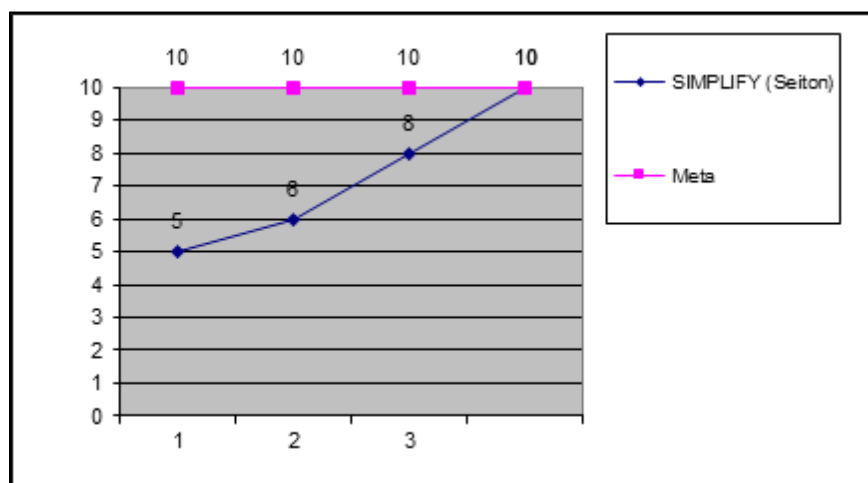
Conclusión Auditoría	5S 100% IMPLEMENTADO			
-----------------------------	-----------------------------	--	--	--

4/03/22	10/06/22	3/09/22	30/12/22	Fechas

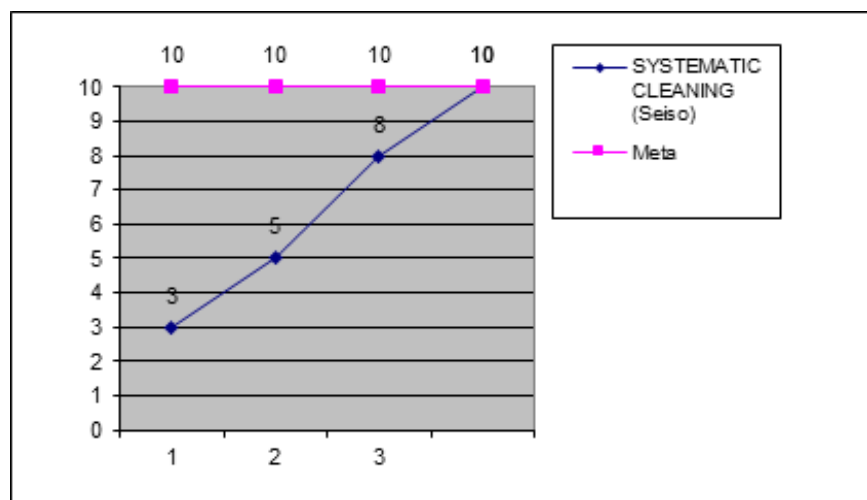
Nota. Observamos una diferenciación de las auditorías anteriores con una auditoría actual, cuando ya se implementó las 5S.

Figura 28*Evaluación auditoria 5S – Seiri*

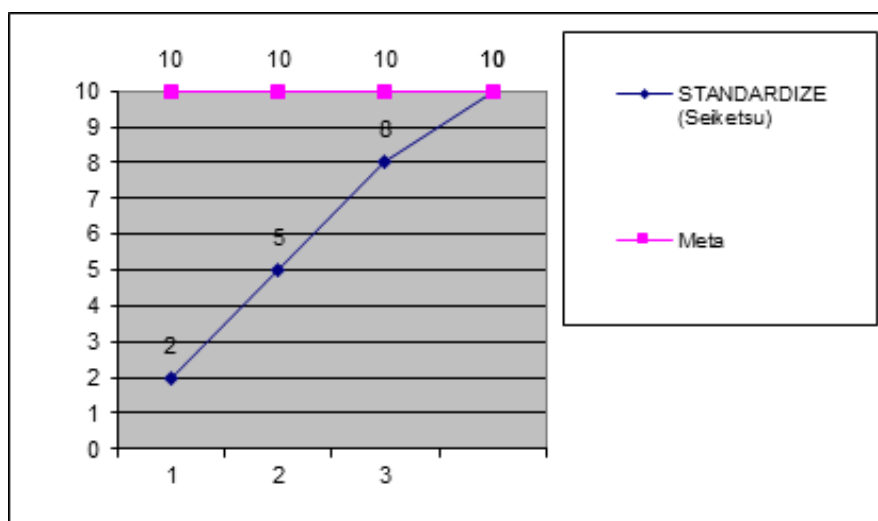
Nota. Podemos observar que en la auditoria de la implementación de la 1s se puede evaluar una mejora gradual hasta la actualidad, siendo la S de clasificación.

Figura 29*Evaluación auditoria 5S – Seiton*

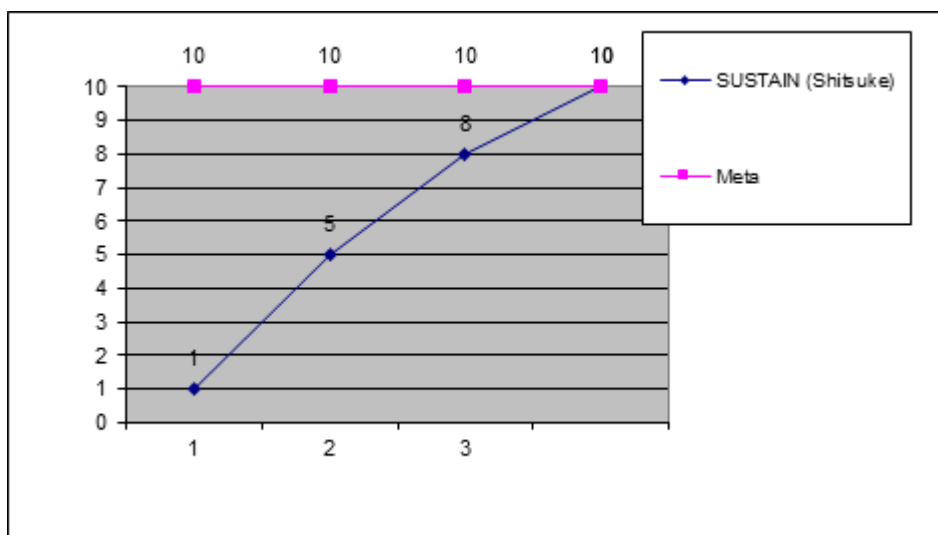
Nota. Podemos observar que en la auditoria de la implementación de la 2S se puede evaluar una mejora gradual hasta la actualidad, siendo la S de orden.

Figura 30*Evaluación auditoria 5S – Seiso*

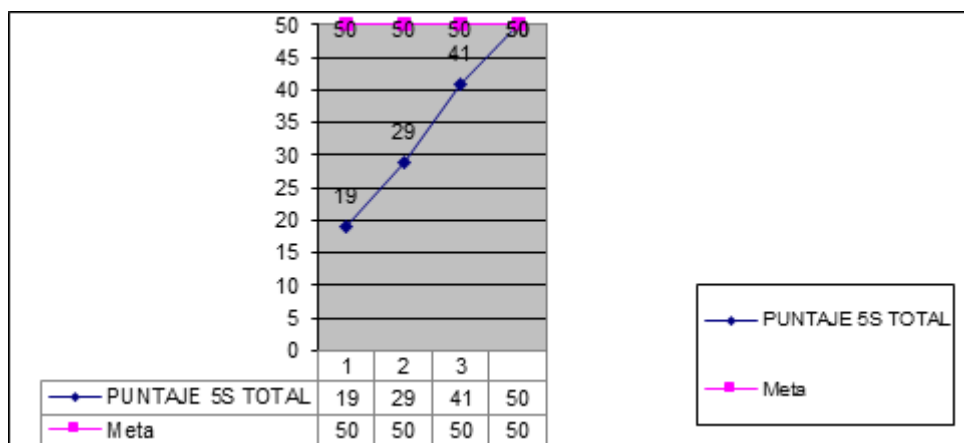
Nota. Podemos observar que en la auditoria de la implementación de la 3s se puede evaluar una mejora gradual hasta la actualidad, siendo la S de limpieza.

Figura 31*Evaluación auditoria 5S – Seiketsu*

Nota. Podemos observar que en la auditoria de la implementación de la 4s se puede evaluar una mejora gradual hasta la actualidad, siendo la S de estandarizar.

Figura 32*Evaluación auditoria 5S – Shitsuke*

Nota. Podemos observar que en la auditoria de la implementación de la 5S se puede evaluar una mejora gradual hasta la actualidad, siendo la S de disciplina.

Figura 33*Comparación de auditorías 5S*

Nota. La meta de las auditorias es de 50, evaluando con 10 cada una de las 5S, observamos un incremento en cada uno de los ítems evaluados antes y después de la implementación de las 5S.

Figura 34

Panel motivacional en el área de producción



Nota. Se asociaron superhéroes para comparar sus habilidades y convertirlo en algo más interactivo.

Figura 35

Panel informativo de la implementación de las 5S



Nota. A la entrada del área de producción se colocó un panel informativo de las mejoras que vamos implementando, para que sirva de motivación de los operarios de Full Conversiones a Gas.

Fallas encontradas en el área de producción, evaluadas por mes en el año 2021, antes de la implementación de la metodología de 5S, en la empresa Full Conversiones Gas.

Tabla 5

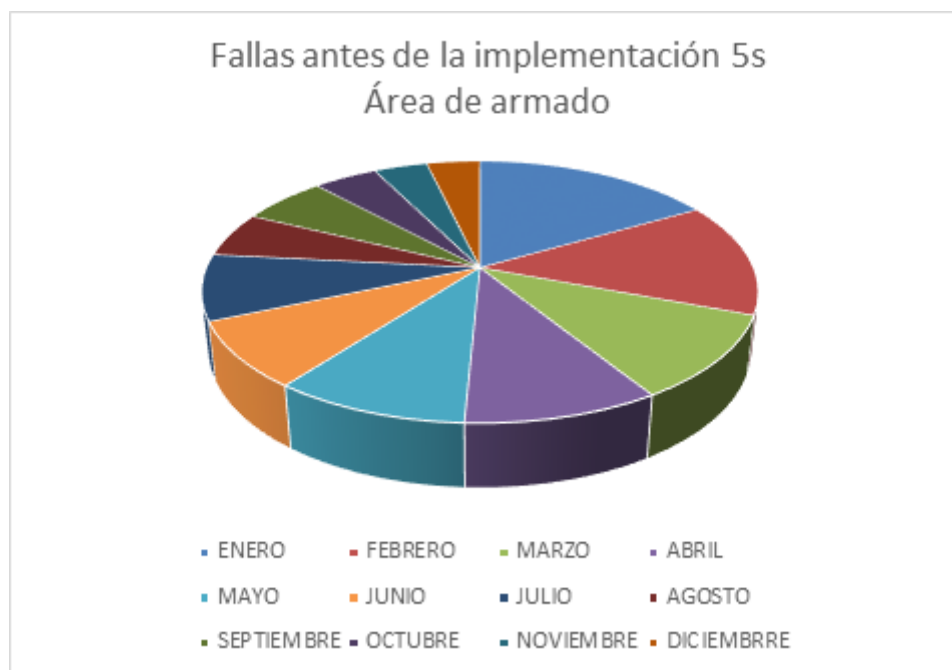
Evaluación de fallas antes de la implementación de las 5S

AÑO 2021				
Proceso de armado antes de la implementación 5S				
Nro.	Mes	# Falla	fi	Fi
1	Enero	45	16.67%	16.67%
2	Febrero	38	14.07%	30.74%
3	Marzo	28	10.37%	41.11%
4	Abril	26	9.63%	50.74%
5	Mayo	26	9.63%	60.37%
6	Junio	22	8.15%	68.52%
7	Julio	22	8.15%	76.67%
8	Agosto	15	5.56%	82.22%
9	Septiembre	16	5.93%	88.15%
10	Octubre	12	4.44%	92.59%
11	Noviembre	10	3.70%	96.30%
12	Diciembrre	10	3.70%	100.00%
		270		

Nota. Podemos observar la toma de fallas del mes de enero a diciembre, teniendo un total de 270 fallas en el año 2021. Siendo enero el mes con mayor porcentaje de fallas encontradas (17%).

Figura 36

Gráfico de fallas antes de la implementación 5S



Nota. Podemos observar en el gráfico circular las fallas que presenta el área de armado de la empresa Full Conversiones a Gas S.A.C.

Evaluando los desperdicios por cada falla del área de armado de un tanque de GLP, se pudo detectar cuál fue la principal, y poder implementar la metodología correcta como es las 5S, hallando un 57% del total de los 7 tipos de desperdicios mencionados, ocasionando rechazo de productos defectuosos, un reproceso del armado, tiempos de espera más largos, y movimientos innecesarios.

Tabla 6

Tipos de desperdicio encontrados en el área de armado de un tanque de GLP

N°	Tipo de falla	Área	Tipos de desperdicios							Cantidad total de desperdicios	
			1. Sobre producción	2. Movimientos	3. Tiempo de espera	4. Transporte	5. Reproceso	6. Inventario	7. Rechazo de productos defectuosos		
1	Reconocimiento de valvulerías	Producción			X		X		X	3	43%
2	Perdida de materiales	Producción			X			X	X	3	43%
3	Orden y limpieza	Producción		X	X		X		X	4	57%
4	Operarios no calificados	Producción			X					1	14%
5	Mantenimiento preventivo	Producción			X		X		X	3	43%
6	Falta de registros	Producción		X	X	X				3	43%
7	Supervision deficientes	Producción	X					X		2	29%
8	Accidentes de trabajo	Producción		X	X	X				3	43%
9	Energia electrica	Producción			X		X		X	3	43%
10	Otros	Producción								0	0%
			1	3	8	2	4	2	5		
			4%	12%	32%	8%	16%	8%	20%		

Nota. Se evaluaron las fallas obtenidas en el área de armado de un tanque de GLP, especificando los tipos de desperdicios y midiendo por porcentajes en este caso el ítem 3 de orden y limpieza se obtuvo un 57%, siendo el más alto, ocasionando tiempos de espera del 32%.

Fallas encontradas en el área de producción, evaluadas por mes en el año 2022, después de la implementación de la metodología de 5S en la empresa Full Conversiones Gas.

Tabla 7

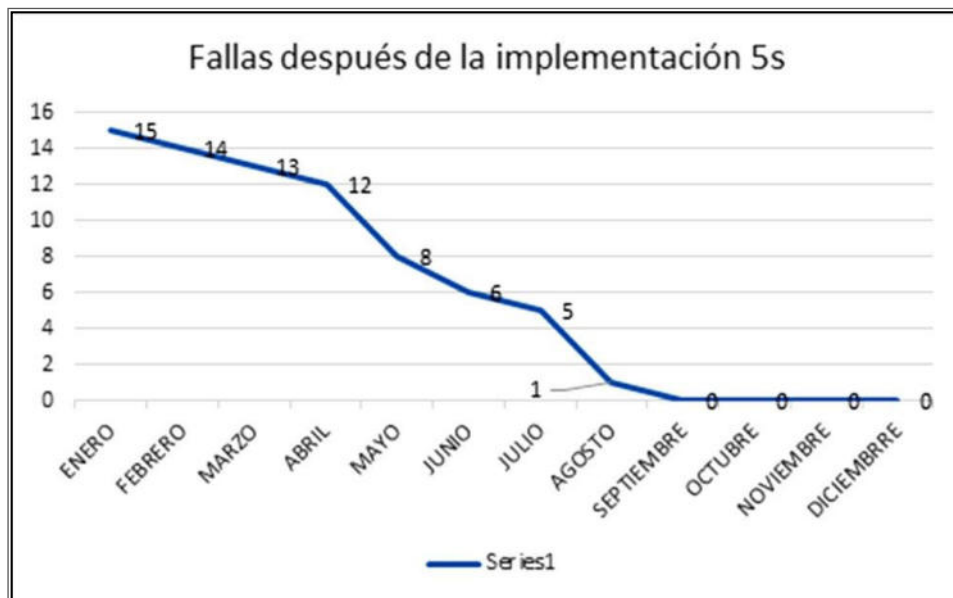
Evaluación de fallas después de la implementación de las 5S

AÑO 2022				
Proceso de armado después de la implementación 5S				
Nro.	Mes	# Falla	fi	Fi
1	Enero	15	20.27%	20.27%
2	Febrero	14	18.92%	39.19%
3	Marzo	13	17.57%	56.76%
4	Abril	12	16.22%	72.97%
5	Mayo	8	10.81%	83.78%
6	Junio	6	8.11%	91.89%
7	Julio	5	6.76%	98.65%
8	Agosto	1	1.35%	100.00%
9	Septiembre	0	0.00%	100.00%
10	Octubre	0	0.00%	100.00%
11	Noviembre	0	0.00%	100.00%
12	Diciembre	0	0.00%	100.00%
		74		

Nota. Obtuvimos un total de 74 fallas, las cuales fueron evaluadas en el año 2022 después de la implementación de las 5S, siendo un logro gradual con adaptación constante de la empresa Full Conversiones a Gas.

Figura 37

Gráfico de fallas después de la implementación 5S



Nota. Podemos visualizar la disminución de fallas en el año 2022 después de la implementación de la metodología 5S, obteniendo una aplicación del 100% en los últimos meses.

Aplicación de la herramienta Kanban

La herramienta Kanban se implementó como un control y programación de la producción basada en tarjetas, con el objetivo de abastecer de materia prima y herramientas al proceso de armado de tanques de GLP, con ello eliminamos el despilfarro de tiempos muertos al momento de ir por los materiales requerido en el proceso productivo.

Asimismo, las tarjetas se agrupan según el proceso que se ha asignado, teniendo la misma cantidad de tarjetas como de materiales. Luego, se recoge la información del proceso de producción como; la codificación, cantidad a fabricar, descripción, cantidad de piezas a producir y el lugar donde se ubicará.

De esta manera las tarjetas Kanban de transporte, se utilizan como medio de comunicación de las órdenes de producción entre las diferentes áreas de trabajo de Full Conversiones a Gas, recogiendo información detallada de proceso de fabricación.

La tarjeta Kanban de transporte al ser un medio de comunicación entre varias áreas de producción, nos ayuda a planificar con anticipación lo que requerimos para el proceso de armado, de tal manera que coordinamos con el departamento de almacén para tener todo lo requerido para la fabricación del tanque de GLP, sean; las válvulas de presión, coplas, pernos de grado, espárragos, planchas de acero, y pintura según requerimiento del cliente.

Figura 38

Tarjeta de transporte Kanban del área de armado

KANBAN DE TRANSPORTE FULL CONVERSIONES A GAS S.A.C.	
Operario:	Max Moreno
Fecha inicial:	12/12/2022
Fecha de termino:	13/12/2022
Codigo art.:	631023
Descripción:	Planchas de acero
cantidad a fabricar	Requerimiento
9	18
N° kanban	
1 de 2	
Almacen / Estante	
Almacen de paños	
Área de producción	
Armado	

Nota. Observamos que en la tarjeta de transporte de Kanban indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.

Por otro lado, también se implementó la tarjeta Kanban de fabricación, para fabricar un tanque de GLP según el requerimiento del cliente, a saber, galones que necesite. Se asigna un código especificando los galones al principio y luego el código de archivo.

Para obtener el armado del tanque de GLP requerido y evitar demoras, se envían las tarjetas de fabricación con dicho requerimiento, coordinando con todos los proveedores para evitar retrasos, porque en ciertas ocasiones los proveedores no cuentan con materiales necesarios para la fabricación, Es allí donde se procede a solicitar al segundo proveedor asignado para minimizar demoras.

Figura 39

Tarjeta de fabricación del área de producción

KANBAN DE FABRICACIÓN FULL CONVERSIONES A GAS S.A.C.	
N° DE TANQUE:	FCT-30000-01-21
Operario:	Max Moreno
Fecha inicial:	13/12/2022
Fecha de termino:	18/12/2022
Codigo art.:	631023
Descripción:	Planchas de acero
cantidad a fabricar	Requerimiento
20	20
N° kanban	
1 de 2	
Almacen / Estante	
Almacen de paños	
Área de producción	
Armado	

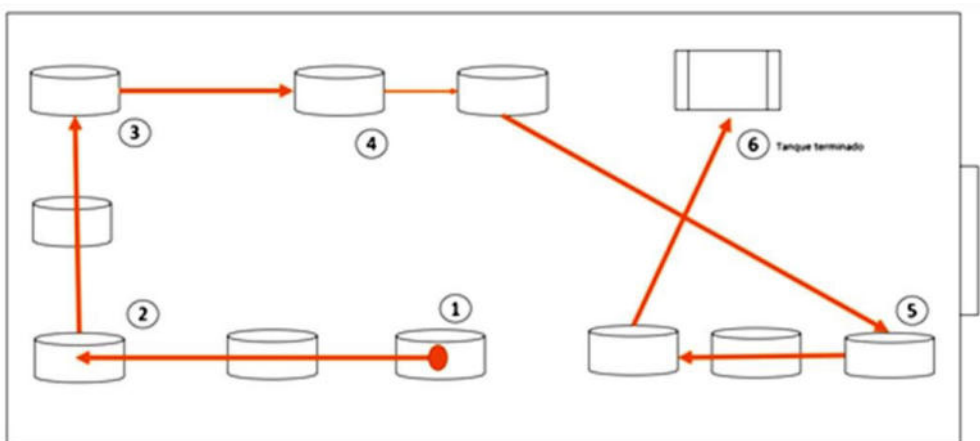
Nota. Observamos que se implementó la tarjeta Kanban de producción, con el detalle de requerimiento y codificación por fabricación.

Teniendo el Layout actual del proceso del área de armado de un tanque, se implementó el Pull Flow. Entre el Ítem 5 y 6 se puede observar tiempos de transporte y espera ocasionando

interrupciones en el área de producción, lo que quisimos lograr es un periodo de producción más corto y consecutivo sin sobre procesos.

Figura 40

Layout actual del área de armado

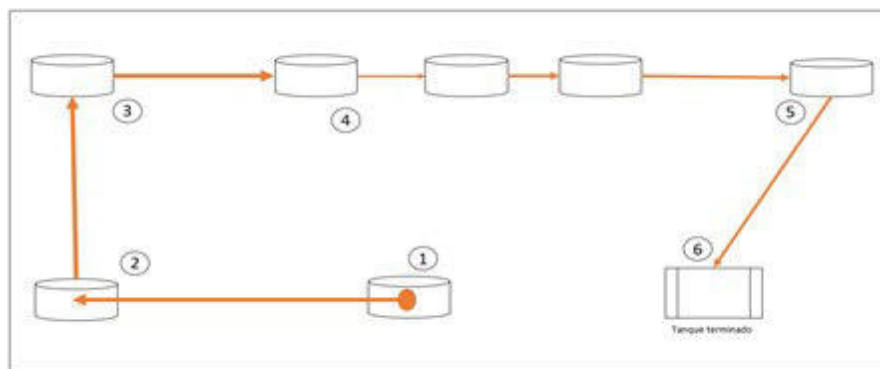


Nota. Observamos el Layout del área de armado de Full Conversiones a Gas.

Con el Layout propuesto más uniforme y lineal, se obtiene un sistema más flexible para el proceso de armado de un tanque, también se logra un mejor enlace y comunicación entre áreas de trabajo, teniendo mayor acceso de materiales y herramientas. Así se facilita la visualización de todo el proceso sin excepción, teniendo un mayor orden en la fábrica

Figura 41

Layout propuesto del área de armado



Nota. Se visualiza el Layout propuesto del área de armado

Por otro lado, se realizó la evaluación del análisis de mejora de la implementación de la herramienta de Kanban en el área de armado de la fábrica Full Conversiones a Gas.

Tabla 8

Cuadro de comparación de la implementación Kanban

Tiempos de producción en el área de armado de un tanque de GLP		
Tiempo en min.	Antes de la implementación kanban	Después de la implementación de Kanban
1.- Traslado de planchas de acero	10	10
2.- Inspección de planchas de acero	8	5
3.- Rolado de planchas desde 1/4 hasta 1"	35	20
4.- Soldadura la plancha rolada	30	20
5.- traslado del cuerpo soldado al área de armado	10	5
6.- Prensado de tapas o cabezales del tanque	45	30
7.- Soldadura de los paños del cabezal	45	30
8.- Armado del tanque	50	40
9.- Prueba hidrostática	40	30
10.- Inspección del tanque sin fugas	10	8
11.- Arenado del tanque	120	55
12.- Inspección del tanque arenado	10	8
13.- Masillado del tanque	45	35
14.- Pulido del tanque	45	35
15.- Pintura del tanque	120	50
16.- Colocar valvulerías	180	50
17.- Producto final	45	35
Total	848	466

Nota. Se observa una mejora en los tiempos de armado del tanque después de la implementación de Kanban, obteniendo un tiempo de 848 min de producción de 1 solo tanque, disminuyendo a 466 min, evitando retrasos en la entrega del producto final.

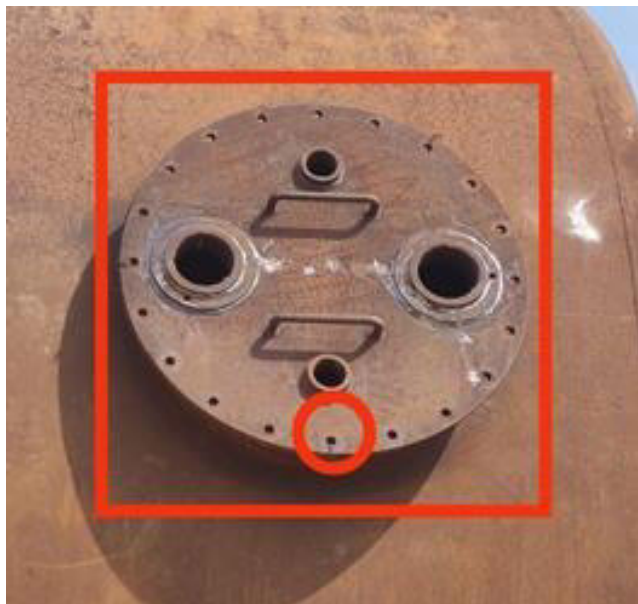
Aplicación de la herramienta Jidoka

Se implementó la herramienta Jidoka para que los operarios y las máquinas en el trabajo puedan detectar las fallas monitoreadas de ambas partes, tanto lo que indique el lector de producción programada como el operario que realiza la inspección del proceso mecanizado. Se aplicó en el área de armado de un tanque de GLP, basándose en la inspección para hallar defectos, controlando más el proceso productivo, y evaluando el producto. Porque nuestro objetivo es eliminar el sobre stock, produciendo solo piezas requeridas para un tanque y sin defectos.

Aplicando la teoría de la herramienta de Jidoka, se evaluaron los defectos del área de armado de un tanque para identificar las medidas a tomarse para corregir y minimizar el defecto del proceso productivo.

Figura 42

Imagen del manjol de un tanque de GLP



Nota. Podemos observar que los agujeros del manjol no concuerdan con la copla para realizar el sellado.

Tabla 9

Matriz de auto calidad

		Matriz - MAQ									
		soldar mal las uniones	No cortar bien los paños de los cabezales	Corrosión en las planchas de acero	Falla de las amoladoras	Identificación de valvulerías incorrecto	Lijado del tanque inconcluso	Medidas de manjol que no concuerdan con los	Rotura de manómetros	Perdida de materiales	TOTAL
Defectos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Armado de un tanque de GLP	Detección de defectos										
	Soldar mal las uniones	7									1
	No cortar bien los paños de los cabezales		5								1
	Corrosión en las planchas de acero			3							1
	Falla de las amoladoras				5						1
	Identificación de valvulerías incorrecto					7					1
	Lijado del tanque inconcluso						6				1
	Medidas de manjol que no concuerdan con los espárragos							4			1
	Rotura de manómetros								5		1
	Perdida de materiales										6
Total											9

Nota. Hallamos 10 defectos en el proceso de armado de un tanque de GLP

Mediante el análisis de MAQ se pudo identificar los 9 defectos en el área de armado de Full Conversiones a Gas, tomando las acciones de control para minimizar y erradicar periódicamente cada uno de los defectos.

Figura 43

Manjol en medición



Nota. Se enumeró los agujeros para los espárragos de metal, con medidas diferentes según los galones de cada tanque.

Figura 44

Manjol con medidas correctas



Nota. Se observa las correcciones con medidas exactas de la unión de la copla con el manjol.

Tabla 10*Evaluación de personal del área de producción*

Evaluación de Producción de Operarios de Full Conversiones a Gas						
Fecha de producción	Turno	Orden	Operarios	Total, unidades producidas	Unidades solicitadas	Diferencia
1/09/2022	A	200539	Néstor	182	100	82
1/09/2022	B	200539	José	141	140	1
1/09/2022	C	200539	Max	139	140	-1
2/09/2022	A	200539	Néstor	94	100	-6
2/09/2022	B	200539	José	60	70	-10
2/09/2022	C	200539	Max	100	90	10
3/09/2022	A	200539	Néstor	140	140	0
3/09/2022	B	200539	José	142	135	7
3/09/2022	C	200539	Max	117	110	7
4/09/2022	A	200539	Néstor	198	190	8
4/09/2022	B	200539	José	129	146	-17
4/09/2022	C	200539	Max	150	115	35
5/09/2022	A	200539	Néstor	113	115	-2
5/09/2022	B	200539	José	155	150	5
5/09/2022	C	200539	Max	208	204	4
6/09/2022	A	200539	Néstor	140	139	1
6/09/2022	B	200539	José	154	153	1
6/09/2022	C	200539	Max	108	103	5
				2470	2340	130

Nota. Se observa la evaluación en eficiencia de los operarios de producción según requerimiento.

Al identificar los defectos también se implementó el parado de máquina en caso que se excedan los parámetros y medidas que se programan en la máquina roladora, con una bocina que solicita la ayuda necesaria para minimizar el error y continuar con la producción programada. Así corregir el defecto detectado por el operario que maneja la maquinaria.

Tabla 11

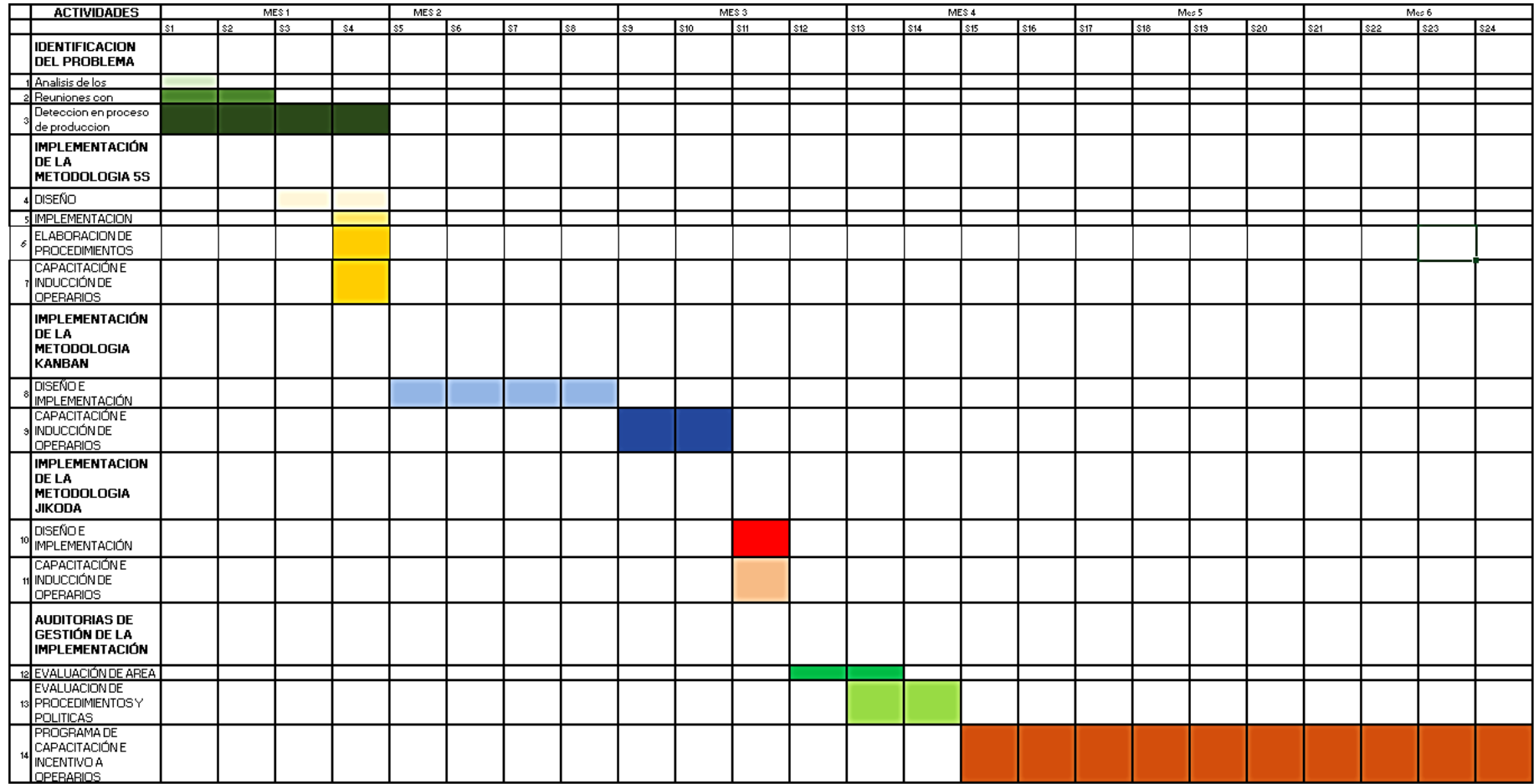
Evaluación de defectos antes y después de la implementación Jidoka

Defectos del área de armado		
Defectos	Antes de la implementación de Jidoka	Después de la implementación de Jidoka
Soldar mal las uniones	30	18
No cortar bien los paños de los cabezales	50	20
Corrosión en las planchas de acero	40	15
Falla de las amoladoras	10	4
Identificación de valvulerías incorrecto	40	12
Lijado del tanque inconcluso	35	10
Medidas de manjol que no concuerdan con los espárragos	60	22
Rotura de manómetros	45	18
Perdida de materiales	58	5
Total	368	124

Nota. Se pudo comparar los resultados de antes y después de la implementación de la herramienta de Jidoka en el proceso de producción, observándose la diferencia de defectos de 368 obtenido anteriormente y 124 después de la aplicación de la mejora.

Figura 45

Diagrama de Gantt del periodo de la propuesta de implementación.



Nota. Mediante el gráfico de Gantt podemos visualizar el periodo de implementación de las metodologías propuestas, 5S, Kanban y jidoka.

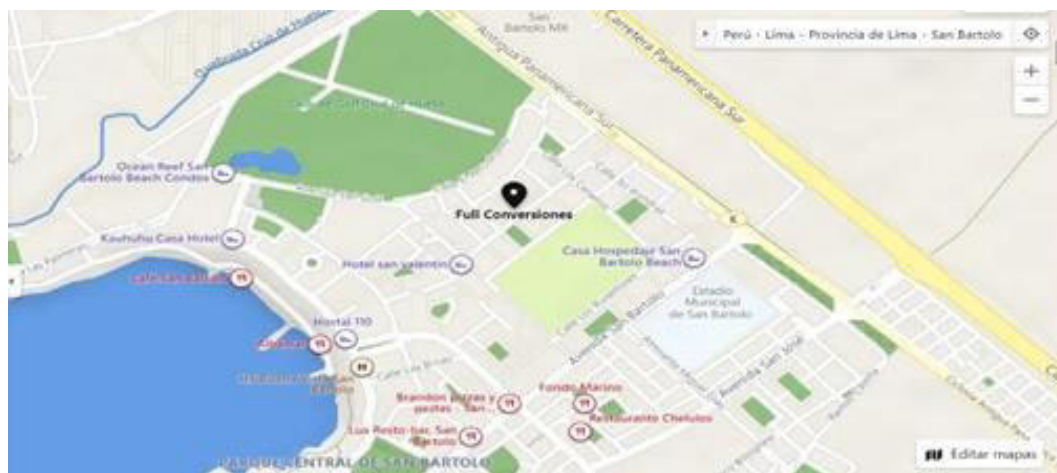
5.3. Factibilidad Técnica-Operativa

Factibilidad técnica

La empresa de Full Conversiones a Gas S.A.C. es una empresa industrial en cuyas instalaciones se desarrolla la fabricación, reparación y mantenimiento de tanques de GLP, en las cuales se realizan las actividades de corte, soldadura, esmerilado, doblado en frío de piezas metálicas, entre otras operaciones, como reparaciones en general. La empresa está ubicada en una Zona industrial del sur de Lima, exactamente en Asociación Agrupación Agraria Lot. 9 mz. g, Lima, Lima 1 - 46 km.

Figura 46

Mapa de la ubicación de la empresa



Nota. Ubicación exacta de Full Conversiones a Gas S.A.C.

Factibilidad operativa

En el estudio de factibilidad operativa se incluye el personal capacitado para la correcta distribución y fabricación de tanques de GLP, también las funciones y responsabilidades designadas a cada uno de ellos, para la adecuada implementación de la mejora, y por supuesto con el apoyo de la Gerencia general para mantener los cambios constantes y permisos necesarios para seguir con la implementación planteada.

5.4. Cuadro de Inversión

El presupuesto de inversión del siguiente informe consiste en el desarrollo de la inversión fija que es el detalle necesario para la producción; inversión intangible que son los gastos de capacitación y certificados emitidos por Osinergmin, y el capital de trabajo que engloba los recursos necesarios para realizar el proyecto en el cual se desarrolló mediante el plan de mejora a través de las herramientas que utilizamos (5S, Kanban y Jidoka).

Por otra parte, mediante la implementación de mejora con las herramientas ya mencionadas, se puede apreciar un incremento en nuestra producción de tanques de GLP, específicamente de un tanque soterrado, cuya producción anterior era de 15 tanques al año, y después de la implementación de la herramienta se produjeron 20 unidades, incrementándose en 25% su nivel de producción.

Figura 47

Presupuesto de inversión materia prima e implementación

Plan de inversión	Und. de medida	Cantidad	Precio / Unitario	Total
Inversión fija				
Amoladoras	UND	2	S/. 210.00	S/. 420.00
Esmeriladora	UND	2	S/. 250.00	S/. 500.00
Maletin de soldar	UND	3	S/. 800.00	S/. 2,400.00
Lijadora	UND	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Discos de corte 7"x1/8x7/8	UND	75	S/. 6.00	S/. 450.00
Disco de desbaste 6,4 mm	UND	40	S/. 10.80	S/. 432.00
Pernos de grado 8	UND	200	S/. 3.00	S/. 600.00
Subtotal				S/. 5,102.00
Inversión intangible				
Gastos de capacitación	GE	5	S/. 80.00	S/. 400.00
Certificado de Osinergmin	GE	1	S/. 2,000.00	S/. 800.00
Subtotal				S/. 1,200.00
Gastos operativos				
Recursos humanos	UND	8	S/. 1,200.00	S/. 9,600.00
Articulos de oficina	UND	8	S/. 15.00	S/. 120.00
Articulos de limpieza	UND	7	S/. 100.00	S/. 700.00
Subtotal				S/. 10,420.00
Total				S/. 16,722.00

Nota. Podemos observar un total de S/5,102.00 soles en el total de inversión fija, donde se evaluó la que tenía mayor deterioro en el proceso de producción.

Figura 48*Costos fijos de mano de obra*

Mano de Obra para tanques de GLP - Año					
Función	cantidad	sueldo/ mensual	Total mensual	Total Anual	
soldador	3	S/. 1,200.00	S/. 3,600.00	43,200.00	
Pintor	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	14,400.00	
Ayudante	3	S/. 1,200.00	S/. 3,600.00	43,200.00	
Diseño y corte	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	14,400.00	
Total MO			S/. 9,600.00	S/. 115,200.00	

Nota. Podemos observar un costo fijo de mano de obra de los operarios con los que contamos, siendo un total mensual de S/9600 soles y anual de S/115,200 soles, resultando que por un tanque en producción la mano de obra sería, S/5,760 soles.

Figura 49*Proyección de ingresos*

Utilidad	Porcentaje 2%		Porcentaje 5%	
	Escenario actual	Nuevo Optimista	Oportunidad	
Utilidad 2019	S/. 800,528.00	S/. 800,528.00	S/. -	
Año 0 Utilidad 2020	S/. 816,538.56	S/. 816,538.56	S/. -	
Año 1 Utilidad 2021	S/. 832,869.33	S/. 857,365.49	S/. 24,496.16	
Año 2 Utilidad 2022	S/. 849,526.72	S/. 900,233.76	S/. 50,707.04	
Año 3 Utilidad 2023	S/. 866,517.25	S/. 945,245.45	S/. 78,728.20	
Año 4 Utilidad 2024	S/. 883,847.60	S/. 992,507.72	S/. 108,660.13	

Presupuesto de ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Oportunidad (5%)	S/. 24,496.16	S/. 50,707.04	S/. 78,728.20	S/. 108,660.13

Nota. Observamos las proyecciones en base a un estado actual de ingreso a comparación de uno proyectado en base a la implementación, siendo considerable desde el primer año de la aplicación.

En este caso podemos visualizar que, por el uso y correspondiente cuidado de las herramientas, su duración es de 2 años aproximadamente, teniendo en cuenta en el plan de implementación que en las herramientas de amoladora y esmeriladora se realizaran el

mantenimiento correspondiente del carbón para que continúe operativo, alargando así su vida útil.

Figura 50

Estimación de egresos de implementación

Estimación de egresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Amoladoras	S/. 105.00		S/. 105.00	
Esmeriladora	S/. 125.00		S/. 125.00	
Recursos Humanos	S/. 14,400.00	S/. 14,400.00	S/. 14,400.00	S/. 14,400.00
Presupuesto de inversión	S/. 8,361.00			
Cuota de préstamo	S/. 2,707.06	S/. 2,707.06	S/. 2,707.06	S/. 2,707.06
Total	S/. 25,698.06	S/. 17,107.06	S/. 17,337.06	S/. 17,107.06

Nota. Se consideraron los egresos de forma anual para una mejor evaluación del proyecto.

Figura 51

Estado de resultados de implementación

Estado de resultado	AÑOS			
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos por implementación	S/. 24,496.16	S/. 50,707.04	S/. 78,728.20	S/. 108,660.13
inversión inicial	S/. -8,361.00	-	-	-
Costo de operación	S/. -14,400.00	S/. -14,400.00	S/. -14,400.00	S/. -14,400.00
Depreciación	S/. -230.00	S/. -	S/. -230.00	S/. -
Cuota de préstamo	S/. -2,707.06	S/. -2,707.06	S/. -2,707.06	S/. -2,707.06
Utilidad antes de impuestos	S/. -1,201.91	S/. 33,599.98	S/. 61,391.13	S/. 91,553.06
Impuesto a la renta	S/. -354.56	S/. 9,911.99	S/. 18,110.38	S/. 27,008.15
Utilidad neta	-S/ 847.34	23,687.99	43,280.75	64,544.91

Nota. Podemos observar que el primer año con una pérdida de S/ 847.37 soles, pero generando ganancias desde el segundo año en adelante, con una tasa de interés del 12%.

Figura 52

Flujo de caja proyectada

Inversión inicial	S/.	16,722.00
Tasa		12.00%

Flujo de caja	AÑOS					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	
Flujo de ingresos	*	S/. 24,496.16	S/. 50,707.04	S/. 78,728.20	S/. 108,660.13	
Flujo de egresos	-	S/. -14,630.00	S/. -14,400.00	S/. -14,630.00	S/. -14,400.00	
Depreciación de amoladora	-	S/. -105.00	S/. -	S/. -105.00	S/. -	
Depreciación de esmeriladora	-	S/. -125.00	S/. -	S/. -125.00	S/. -	
Recursos humanos	-	S/. -14,400.00	S/. -14,400.00	S/. -14,400.00	S/. -14,400.00	
Utilidad antes de impuestos e intereses	*	S/. 9,866.16	S/. 36,307.04	S/. 64,098.20	S/. 94,260.13	
Impuesto	-	S/. -2,910.52	S/. -10,710.58	S/. -18,908.97	S/. -27,806.74	
Depreciación	-	S/. 230.00	S/. -	S/. 230.00	S/. -	
Flujo de caja efectivo operativo		S/. 7,185.64	S/. 25,596.47	S/. 45,419.23	S/. 66,453.39	
Inversión en activo fijo	S/.	-5,102.00				
Gastos preoperativos	S/.	-11,620.00				
Flujo de caja efectivo económico	S/.	-16,722.00	S/. 7,185.64	S/. 25,596.47	S/. 45,419.23	S/. 66,453.39
Amortización	S/.	8,361.00	S/. -1,815.46	S/. -2,018.97	S/. -2,245.30	S/. -2,497.00
Intereses	-	S/. -937.27	S/. -733.75	S/. -507.43	S/. -255.73	
Escudo fiscal de los intereses	*	S/. 276.49	S/. 216.46	S/. 149.69	S/. 75.44	
Flujo de caja efectivo financiero	S/.	-8,361.00	S/. 4,709.41	S/. 23,060.20	S/. 42,816.19	S/. 63,776.10

Nota. Observamos la suma de utilidades generadas antes de un impuesto, teniendo en cuenta las rotaciones del dinero, sin costos de financiamiento.

Figura 53

Financiamiento por préstamo

financiamiento

Inversión	S/.	-8,361.00
Interés		12%
Periodos		4
Cuota		S/. 2,752.73

	Saldo inicial	Interés	Amortización	Cuota
1	S/. 8,361.00	937.27	S/. 1,815.46	S/. 2,752.73
2	S/. 6,545.54	733.75	S/. 2,018.97	S/. 2,752.73
3	S/. 4,526.56	507.43	S/. 2,245.30	S/. 2,752.73
4	S/. 2,281.26	255.73	S/. 2,497.00	S/. 2,752.73

Nota. Observamos que el préstamo del 50% del total fue financiado por el banco y el otro 50% por caja de la misma empresa.

6. Análisis de Resultados

6.1. Análisis Costos-Beneficio

A continuación, se realizó el análisis costo- beneficio, el cual nos permitió conocer si es viable la implementación que se requería de manera económica, haciendo una comparación del costo con el beneficio esperado.

Figura 54

Cálculo del COK

Cálculo del COK	
Tasa de inflación	1.6%
Tasa de negocio	16.0%
Cálculo del COK	17.86%

Nota. Observamos los resultados del COK, 17.86%, con tasa de inflación de 1.6% y una tasa de negocio del 16% (tasa del banco).

Figura 55

Cálculo del WACC

Cálculo WACC	
COK	17.86%
Tasa de interés del préstamo	12.00%
Peso de la deuda	50%
Peso del patrimonio	50%
Tasa de impuesto a la renta	29.50%
WACC	13.16%

Nota. Observamos que el valor del WACC es de 13.16%.

Figura 56

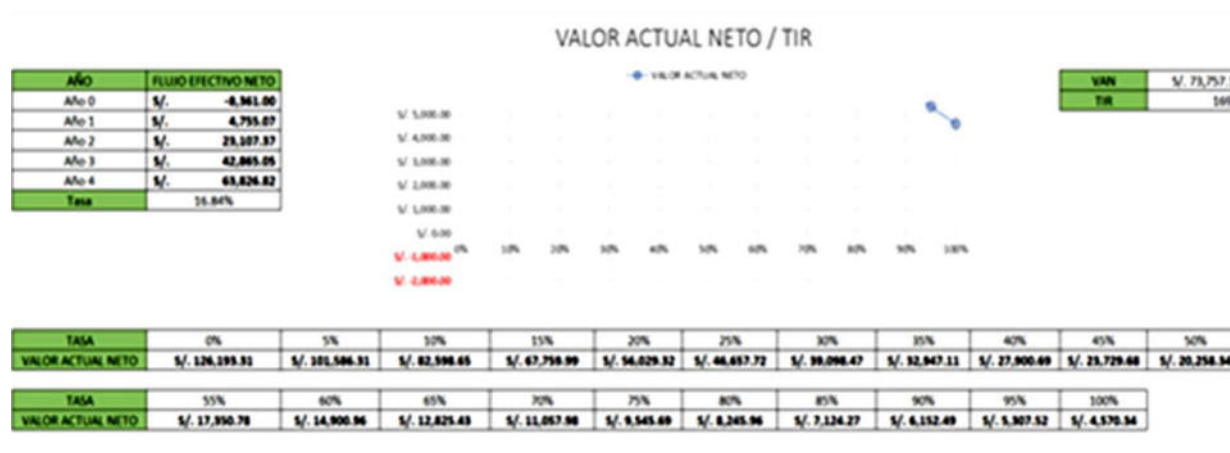
Cálculo del VAN y TIR del flujo de caja económico



Nota. Observamos que el TIR es de 114% y el VAN es de 81,494.03 soles. Demostrando que el concepto del valor del dinero con el tiempo es viable, generando valor para la empresa de Full Conversiones a Gas.

Figura 57

Cálculo del VAN y TIR del flujo de caja financiera



Nota. El TIR es de 169% y el VAN de 71,447.83 soles, corroborando con el análisis anterior que sería viable financieramente.

7. Aportes más Destacables a la Empresa

Con respecto a *Lean Manufacturing*;

- Identificación y eliminación de los desperdicios en desuso.
- Mejora continua de la calidad y productividad del proceso de fabricación de tanques de GLP.
- Participación de todo el personal de Full Conversiones a Gas.
- Reducción de tiempos de la entrega del producto final, cumpliendo el contrato con los tiempos pactados correspondientes, obteniendo un cliente satisfecho.
- Reducción en los gastos de producción, teniendo lo justo y necesario para fabricar.
- Aumento en la productividad, minimizando los cuellos de botella, aprovechando la jornada de trabajo.
- Mejora la calidad del proceso de producción de tanques de GLP.
- Reducción del stock de los productos, evitando deterioros y corrosión.
- Mayor control de los desperdicios del proceso de armado por el uso de la herramienta 5S que se aplicó en el área de producción.
- Áreas más limpias y seguras para los operarios.
- Estimular el hábito de orden y limpieza en las áreas de trabajo, para tener un ambiente más armonioso.
- Disminución de costos, minimizando los reprocesos, erradicando la pérdida de materiales en el área de trabajo.
- Mejoró la productividad en el área de armado de un tanque de GLP, por ello elevamos la calidad de nuestro producto.
- Estimular el trabajo en equipo entre los operarios, mejora las relaciones interpersonales y el compromiso.
- Se mejoró la imagen de la empresa, como una fábrica más organizada y con procesos establecidos.

Conclusiones

En el presente proyecto se determinó como la herramienta de 5S mejoró el proceso de fabricación de un tanque de GLP en la empresa Full Conversiones a Gas en Lurín, 2022. Aplicando así la metodología de las 5S se mejoró el orden, limpieza y disciplina del área de producción específicamente de la zona de armado de un tanque de GLP. También se evaluaron las fallas del área de armado donde se encontraron 270 fallas en el armado de un tanque en el año 2021, y que luego de la implementación se redujeron a 74 fallas, de tal forma se consigue reducir gradualmente las fallas evaluadas. En conclusión, el formato de auditorías para comparar un antes y después de la implementación de las 5S obteniendo en la primera evaluación antes de la implementación un porcentaje del 38% siendo desfavorable, continuando con un 58% previa introducción de las 5S, progresivamente llegando a un 82% de mejora en el área de armado de un tanque de GLP.

En el presente proyecto se determinó como la herramienta de Kanban mejoró el proceso de fabricación de un tanque de GLP en la empresa Full Conversiones a Gas en Lurín, 2022. Aplicamos la herramienta Kanban con un previo inventario de todos los materiales y herramientas que teníamos para poder tener un panorama más amplio, el cual con las tarjetas de transporte y producción que se implementaron fue más fácil ubicar y saber dónde estaba cada cosa, y también saber la cantidad exacta que se requiere para la producción de un tanque de GLP. En conclusión, al realizar un cuadro comparativo de los tiempos de producción del área de armado, anteriormente se obtuvo 848 min y en la actualidad, después de la implementación de las tarjetas de transporte y fabricación disminuyó convirtiéndose en 466 min, siendo favorable para nosotros y operarios, evitando los cuellos de botella y tiempos muertos que había antes.

En el presente proyecto se determinó como la herramienta de Jidoka mejoró el proceso de fabricación de un tanque de GLP en la empresa Full Conversiones a Gas en Lurín, 2022.

Implementando la herramienta Jidoka se pudo hacer participar a los operarios y las máquinas de trabajo para detectar las fallas que fueron monitoreadas por ambas partes, tanto por el lector de producción programada como por el operario que realiza la inspección del proceso mecanizado. Se aplicó la herramienta en el área de armado de un tanque de GLP basándose en la inspección, para hallar defectos, controlando más el proceso productivo y evaluando el producto. Porque nuestro objetivo es que las piezas producidas para el armado final sean buenas, no permitimos tener piezas defectuosas, debido a que no podemos producir en sobre stock, solo las piezas requeridas para un tanque. En conclusión, se pudo evaluar los defectos del armado antes de la implantación, obteniendo 368 defectos y disminuyéndolos a 124 defectos al realizar la implementación de la herramienta Jidoka.

Recomendaciones

Es importante cuando se implementa la herramienta *Lean Manufacturing* que toda la organización debe estar comprometida en el cambio, desde la alta gerencia hasta los operarios de producción, así podemos ver cambios más uniformes y lineales. Aumentando nuestra competitividad en el mercado de metalmecánico.

Asimismo, se recomienda que para la implementación de la herramienta *Lean* se formen los grupos de trabajo ya que genera que los operarios de la empresa se familiaricen y se involucren más en su ambiente de trabajo.

La metodología *Lean* se aplica no solo en las áreas de producción, sino en todos los procesos organizacionales, ya que tiene como objetivo optimizar la cadena de valor de la empresa en la cual se aplica la metodología.

Finalmente, se recomienda que las mejoras implementadas sean estandarizadas, documentadas en procedimientos y/o lineamientos, para que se preserven en el tiempo y sean lecciones aprendidas en el futuro, pudiendo generar cambios con las referencias anteriores, análisis y comparaciones de lo aplicado.

Referencias

- Hernández e Idoipe. (2013). *Lean Manufacturing*, conceptos, técnicas e implantación.
<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/Lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing*, paso a paso (1 er digital ed.)
<https://books.google.com.mx/books?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Rodriguez, J. (2010). Manual; Estrategias de las 5S: Gestión para la mejora continua (1 er ed.). <https://docer.com.ar/doc/n1n58es>
- Portocarrero, S. F. (2020). *Propuesta de mejora del área de producción de una empresa dedicada a la elaboración de señales usando herramientas de Lean Manufacturing* [tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial, Pontificie universidad católica del Perú]
 Repositorio.<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17653>
- Chumbile, G. L. (2021). *Propuesta de mejora mediante Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de carpintería de una empresa mobiliaria* [tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]
 Repositorio.https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16095/Chumbile_gl.pdf?sequence=1
- Arroyo, P. N. (2018). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica* [tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]

Repositorio. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9778>

Charaja, A. J. (2020). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la producción en empresas Metal mecánica de aluminio* [tesis para optar el grado de Bachiller, Pontificie Universidad Católica del Perú]

Repositorio. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18253/CHARAJA_AZNARAN_JESUS_APLICACI%C3%93N_HERRAMIEN_TAS_LEAN.pdf

Vargas, C. E. (2022). *Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en el proceso de producción de adhesivos acuosos en una empresa manufacturera* [tesis para optar el grado de Magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]

Repositorio. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/18170/Vargas_ce.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Huamán, G. A. (2021). *Implementación de la metodología 5S para incrementar la productividad en el área de producción en una planta siderúrgica* [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]

Repositorio. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16962/Huaman_ga.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carrasco, P. A. (2018). *Aplicación del enfoque Lean a la dirección de proyectos en la industria de la construcción* [tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil, Universidad de Chile]

Repositorio. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168691/Aplicaci%C3%](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168691/Aplicaci%C3%93n)

[b3n-del-enfoque-LEAN-a-la-direcci%3%b3n-de-proyectos-en-la-industria-de-la-construcci%3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Espinoza, G. C. (2017). *Implementación de la metodología 5S para mejorar la productividad de la línea de rectificado de motores en la empresa Ferreyros S.A. Lima* [tesis para optar el título profesional de Ingeniero industrial, Universidad César Vallejo]

Repositorio. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/21894>

Andreu, I. (2023). *Lean Manufacturing: que es y cuales son sus principios* [Material suplementario]. <https://www.apd.es/Lean-manufacturing-que-es/>

Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos.*

Womack, J. y Jones, D. (2000). *Lean thinking: como utilizar el pensamiento para eliminar los despilfarros y crear valor a la empresa.*

Salazar, B. (2019). Modelo estratégico y herramientas del *Lean Manufacturing*.

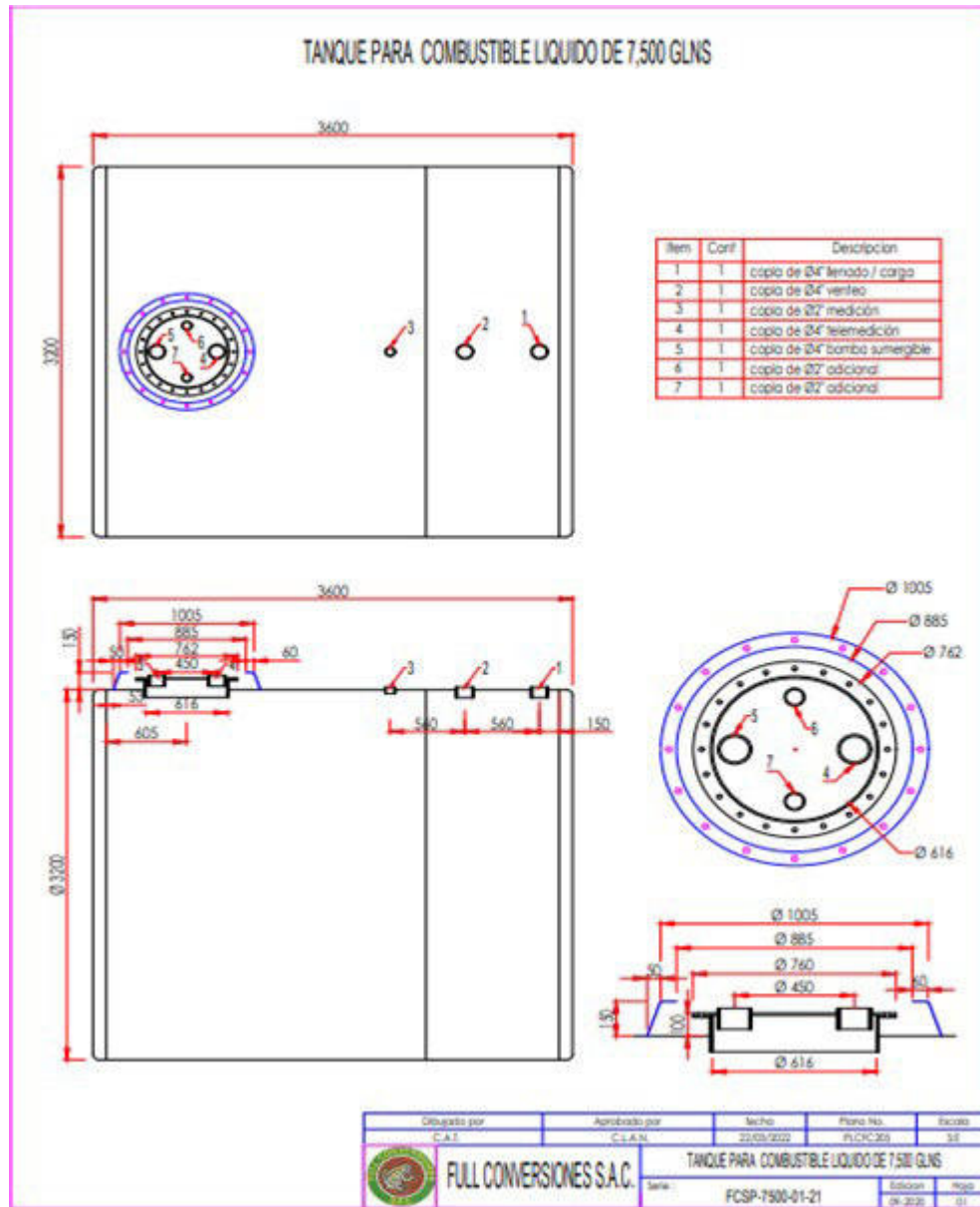
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/Lean-manufacturing/que-es-el-Lean-manufacturing/>

Sánchez,H. (2017). Metodología y diseños en la investigación científica (5 ta ed.)

Rey, F. (2005). *Las 5S: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*

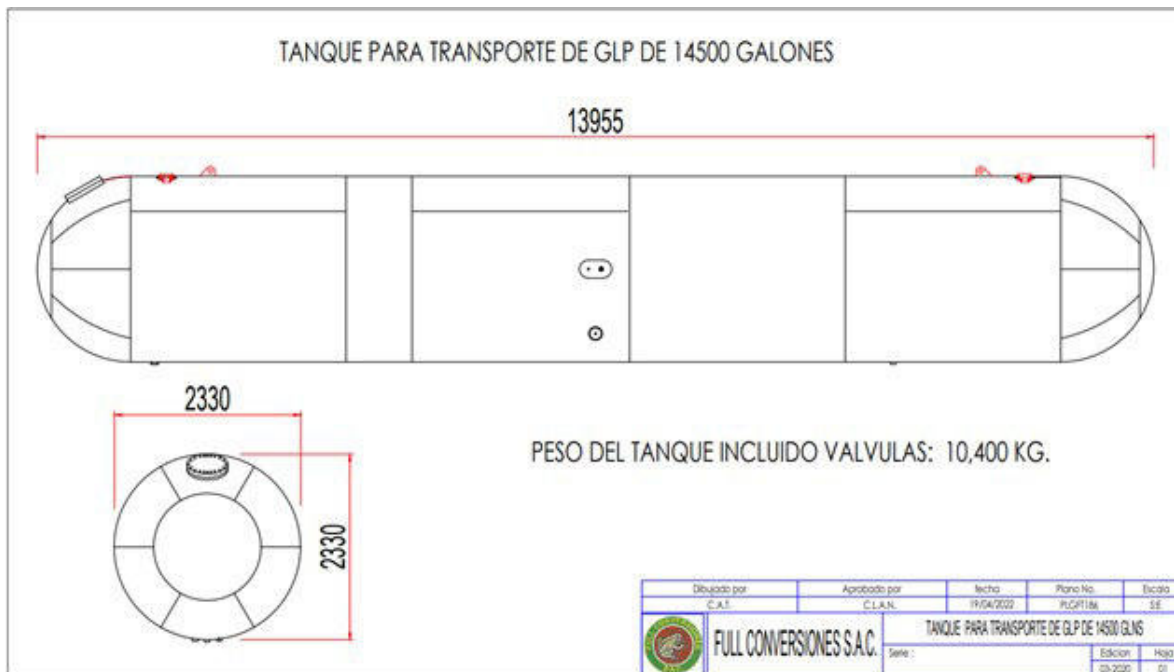
Anexos

Anexo 1. Plano isométrico de un tanque de 7500 galones métrico del manjol



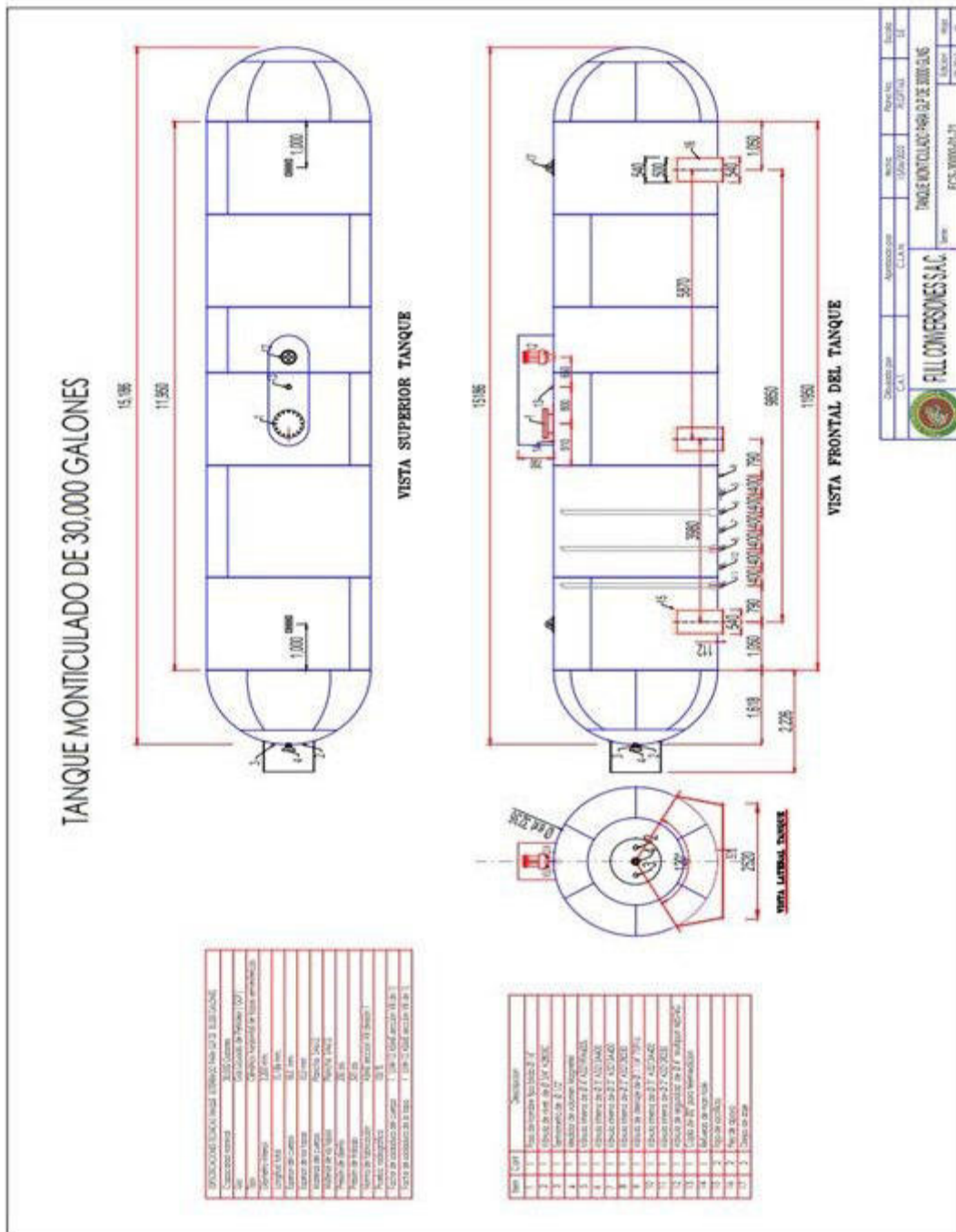
Nota. Podemos observar el plano isométrico de un tanque para combustible líquido de 7,500 GALS, con el detalle de coplas que requiere para solicitar al almacén antes de la producción.

Anexo 2. Plano isométrico de un tanque de 14500 galones



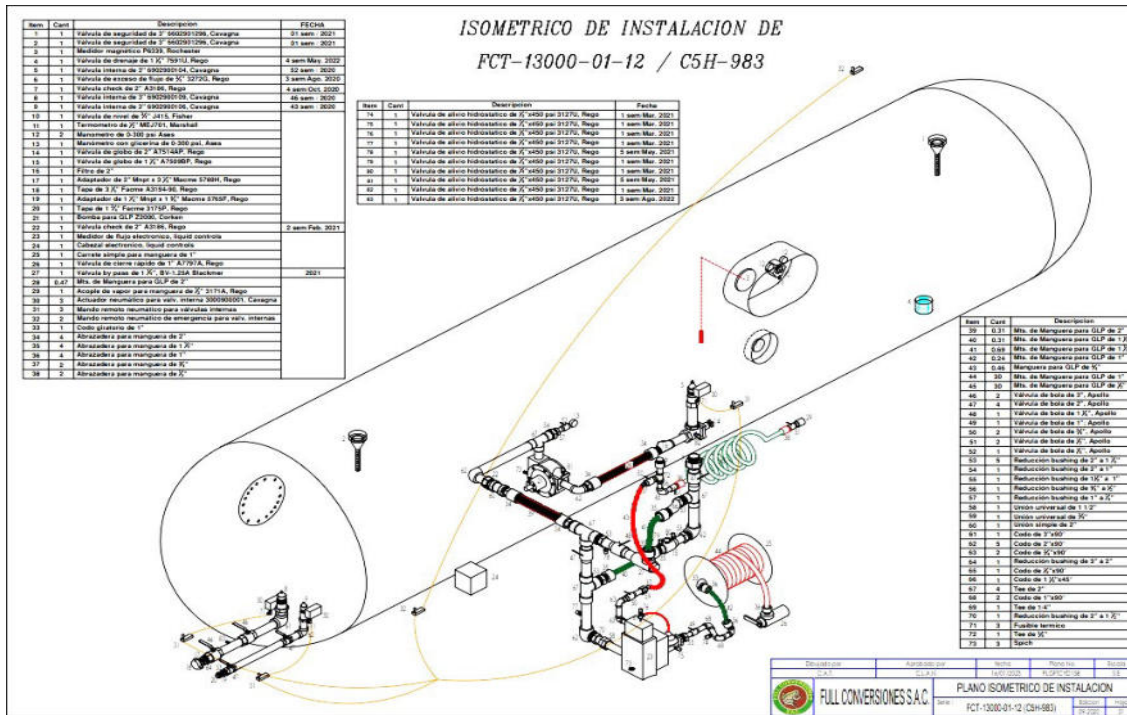
Nota. Observamos un plano isométrico de un tanque para transporte de GLP de 14500 galones, con medidas y separación de tapas y paños, para que el personal tenga una guía visual al momento de sus operaciones.

Anexo 3. Plano isométrico de un tanque de 30000 galones



Nota. El plano isométrico del tanque monticulado de 30,000 galones, especifica las valvulerías requerida para el proceso de fabricación así mismo las medidas estandarizadas para ese modelo.

Anexo 5. Plano isométrico de un tanque de transporte 13000 galones de GLP



Nota. Podemos ver el plano isométrico de un tanque de transporte de 13,000 galones de GLP, con el detalle de valvulerías, año, medidas y cantidades exactas por tanque.

Anexo 06. Certificado de CO2



LINDE PERU S.R.L.
PLANTA LA PAMPILLA - CARRETERA VENTANILLA KM25
VENTANILLA-CALLAO-LIMA

CERTIFICADO DE ANALISIS DE CO2

NÚMERO: ST-0925/22

Se certifica que Linde Perú SRL realiza pruebas en "línea", "por lote" o "periodos" (denominados colectivamente Prueba), en todo Dióxido de Carbono Líquido abastecido al Cliente para cada uno de los componentes contenidos en las especificaciones aplicables en las siguientes referencias: publicación de la CGA G-6.2 Commodity Specification for Carbon Dioxide, publicación de la EIGA Carbon Dioxide Source Qualification Quality Standards and Verification IGC Doc 70/D8/E, publicación de la ISBT Bulk Carbon Dioxide Guidelines and Analytical Methods Reference y en el Food Chemical Codex de los Estados Unidos. Como se muestra a través de los resultados más recientes disponibles en la planta de producción de Linde Perú en esta fecha para las pruebas. El Dióxido de Carbono Líquido cumple las especificaciones.

Adicionalmente, el Dióxido de carbono líquido abastecido por Linde Perú en este despacho, fue analizado para aquellos componentes abajo listados y presenta conformidad con las especificaciones de los mismos.

DATOS DE ANÁLISIS		
CARÁCTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO
PUREZA (%CO2)	MINIMO 99.90%	99.99 %
HUMEDAD (H2O)	1 0.00, 20]ppm	1.81 ppm
AZUFRE TOTAL (TSC)	1 0.000, 0.100]ppm	0.010 ppm
HIDROCARBUROS VOLATILES TOTALES COMO METANO (THC)	1 0.00, 20]ppm	1.85 ppm
OLOR EN AGUA	Ninguno/característico	Sin olor extraño
SABOR EN AGUA	Ninguno/característico	Sin sabor extraño
HIDROCARBUROS AROMATICOS (BENCENO)	[0.00, 20]ppb	0.00 ppb
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO		
Nombre de la Unidad Productora:	PER 25054-2 LA PAMPILLA	
Tipo de proceso (continuo/ lotes)	Continuo	
Número de lote: (de sistema)	2-01-32-0085-3	
Nombre del Cisterna / N° de Placa	TITAN CO2 / ARQ-979	
Peso del Producto/ N° de Gula	19.000.000 / 372-0008861	
Destino del Producto:	ICE POWER VILLA EL SALVADOR	
Fecha y hora de inicio de lote:	18/10/2022 09:46:00	
Fecha y hora de fin de lote:	18/10/2022 10:48:00	
Nombre de la Transportadora:	JP LOGISTICA SAC	
Números de Prescintos en tomas de trasiego:	40484-40845-40846	
Números de Prescintos en portamanguera:	40847	
Responsable por la carga y análisis del producto a la cisterna y la emisión de este certificado		
MARINO MENDOZA Nombre	OPERADOR Cargo	<i>[Firma]</i> Firma
DATOS DE ENTREGA FINAL		
Número y procedencia del certificado original:		
Fecha y Hora:		
Nombre	Cargo	Firma
Informaciones adicionales:	Responsable de la re-emisión de este certificado	

ORIGINAL

Nota. Podemos ver el certificado de análisis de CO2 el cual se requiere para poder trabajar junto a la soldadura, evitando riesgos de trabajo.

Anexo 7. Certificado de operatividad avalado por Inacal

ORGANISMO DE INSPECCIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° OI - 013



Registro N° OI - 013

VII. RESULTADOS

De acuerdo al certificado de inspección preliminar n.° 0018-2021, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO: (Placa de identificación y/o Certificado de Conformidad)

ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE	
<i>Material (tipo):</i>	ASTM A 612
<i>Esfuerzo admisible / año:</i>	23 700 psi / 2010
<i>Espesor utilizado:</i>	12,5 mm
<i>Diámetro interior:</i>	2 305 mm
CUERPO (CILINDRO) <i>Longitud del cuerpo cilíndrico:</i>	10 280 mm
<i>Eficiencia de junta:</i>	100 %
<i>Temperatura de diseño:</i>	125 °F
<i>Temperatura de metal mínimo de diseño (MDMT):</i>	10 °F
<i>Radiografía:</i>	SI
<i>PWHT. Original:</i>	
<i>Material (tipo):</i>	ASTM A 612
<i>Esfuerzo admisible / año:</i>	23 700 psi / 2010
<i>Tipo de tapa:</i>	Semiesférica
<i>Espesor utilizado:</i>	8,0 mm
TAPAS (CABEZALES) <i>Diámetro interior:</i>	2 305 mm
<i>Eficiencia de junta:</i>	100 %
<i>Temperatura de diseño:</i>	125 °F
<i>Temperatura de metal mínimo de diseño (MDMT):</i>	10 °F
<i>Radiografía:</i>	SI
<i>PWHT. Original:</i>	

2. RESULTADOS DE LA INSPECCION.

CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES	REQUERIMIENTO	OBSERVACION
2.1. PLAN DE INSPECCION:		
(a) Tipo de inspección	INSPECCION VISUAL EXTERNA	Conforme
(b) Ensayos No Destructivos (END)	LIQUIDOS PENETRANTES MEDICION DE ESPESORES	Conforme
(c) Extensión y Localización (END)	LIQUIDOS PENETRANTES: Cordones circulares de accesorios - Reparación MEDICION DE ESPESORES: Spot en Cuerpo y Cabezales	Conforme
(d) Definir tipo de daño	No aplica	No aplica
(e) Localización del daño	No aplica	No aplica
2.2. PREPARACIÓN PARA LA INSPECCIÓN:	Uso adecuado de los EPP	Conforme

Certificado de inspección n.° 0018 - 2021 (Pág. 2 de 7)

Nota. Podemos ver los datos generales del cuerpo y tapas del cilindro de GLP, especificando, medidas, espesores y esfuerzos.

Anexo 8. Ensayos de prueba

ORGANISMO DE INSPECCIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° OI - 013



Registro N°OI - 013

SECCION	Esp. mín. (mm)	Esp. máx. (mm)	Esp. promedio (mm)	
CUERPO:				
Vírola V1	12,41	12,48	12,45	
Vírola V2	12,42	12,47	12,45	
Vírola V3	12,40	12,45	12,43	
Vírola V4	12,41	12,47	12,44	
Vírola V5	12,42	12,46	12,44	Conforme
CABEZALES:				
Cabezal T1	7,49	7,73	7,59	
Cabezal T2	7,68	7,89	7,82	
Reporte n.° RIEFC 118-2021 Medidor de Espesores UTG-C (Certif n.° CL-0775-2020 - Lab. METROIL)				
325 psi No se presentó fugas Temp. Plancha/Tanque: 23,8 °C / Temp. de Agua : 23,6 °C Reporte n.° RPHFC 118-2021				
2.4. a. ENSAYO DE PRUEBA HIDROSTATICA				Conforme
110 psi No se presentó fugas Temp. Plancha / Tanque : 25,6 °C Reporte n.° RPNFC 118-2021				
2.4. b. ENSAYO DE PRUEBA NEUMATICA POR FUGAS				Conforme
15 psi Refuerzo de Protector de Válv. de Drenaje y seguridad No se presentó fugas Reporte n.° RPNRFC 118-2021				
2.4. c. ENSAYO DE PRUEBA NEUMATICA DE FUGAS A REFUERZOS				Conforme
300 psi No se presentó fugas por líneas de líquido; ni de vapor Reporte n.° RPHEFC 118-2021				
2.4. d. ENSAYO DE PRUEBA DE HERMETICIDAD CON NITROGENO				Conforme
Prueba Hidrostática: 325 psi Manómetro de 0 - 600 psi (Certif. n.° P-2837-2020 - Lab. METROIL)				
Prueba Neumática de fugas: 110 psi Manómetro de 0 - 300 psi (Certif. n.° P-3484-2020 - Lab. METROIL)				
2.4. e. MANOMETROS DE PRUEBA (API-610/5.8 Y ASME SECC VIII-1 / UG 102)				Conforme
Prueba Neumática de fugas de Refuerzo: 15 psi Manómetro de 0 - 30 psi (Certif. n.° P-2841-2020 - Lab. METROIL)				
Prueba de Hermeticidad: 300 psi Manómetro de 0 - 600 psi (Certif. n.° P-2837-2020 - Lab. METROIL)				
	Descripción	Material	n.° Heat	n.° Certif Calidad
2.5. a. TRAZABILIDAD DE MATERIALES POR REPARACION O ALTERACION (UG-9 / UG-10)	Conexión roscada Ø 1 ¼"	ASTM 105	09675	MTCEB1701013E179-4
	Conexión roscada Ø 3" (02)	ASTM 105	02340	MTCEB1704046E020-6
	Tubo Ø 6" - Sch 80	ASTM A 106 *B	Z10117B06	GG2010117021
	Plancha 12,5mm	ASTM A 612	818429 F5	8231
	Electrodo/aporte	E8018		Soldexa
Según Placa Identificación y Certificado de Conformidad n.° CO-0002-2014 (La Molina Calidad Total Laboratorios):				
2.5. b. MATERIAL UTILIZADO EN EL RECIPIENTE (API -610 / 7.7-5.9 – UG-10)	Cuerpo :		ASTM A 612 - 12,5 mm	Conforme
	Cabezales Semiesféricos :		ASTM A 612 - 8,0 mm	
	Fabricado según ASME SECCION VIII – DIV. 1 - EDIC 2010			
Certificado de inspección n.° 0018 – 2021 (Pág. 3 de 7)				

de

Nota. Visualizamos en el documento la medición de espesores, ensayos de prueba hidrostática y neumática, también la medición de los manómetros de prueba.

ANEXO 9. Evaluación de la velocidad de corrosión y vida remanente

ORGANISMO DE INSPECCIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° OI - 013



Datos:

Presión de diseño : 250 psi
 MAWP : 250 psi
 Año - puesta en servicio : 2014
 Año - Inspección actual : 2021
 Periodo - tiempo entre puesta en servicio y año actual : 07 años

$$\text{Veloc. Corr (TCST)} = ST = \frac{t_{int} - t_{actual}}{\text{tiempo de años } t_{int} \text{ y } t_{actual}}$$

$$\text{Veloc. Corr (TCLT)} = LT = \frac{t_{int} - t_{actual}}{\text{tiempo de años } t_{int} \text{ y } t_{actual}}$$

$$\text{Vida Remanente (años)} = VR = \frac{t_{int} - t_{req}}{\text{Tasa corr (mm / año)}}$$

POR API 510 :

2.8. DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE CORROSION Y VIDA REMANENTE (API-510/7.1-7.2)

- Máximo periodo de Inspección Interna : *Vida remanente* ó 10 años. El que sea menor Conforme
2
- Máximo periodo de Inspección Externa :
5 años ó máximo periodo de Inspección Interna. El que sea menor

Componente	Espesor Inicial (mm)	Espesor requerido (mm)	Espesor mínimo medido (mm)	Tasa de corrosión LY (mm/año)	Vida Remanente (años)	Insp. Interna (años)	Insp. Externa (años)
Vela V1	12,50	12,23	12,41	0,0129	21		
Vela V2	12,50	12,23	12,42	0,0114	24		
Vela V3	12,50	12,23	12,40	0,0143	19		
Vela V4	12,50	12,23	12,41	0,0129	21	10	
Vela V5	12,50	12,23	12,42	0,0114	24		
Cab T1	8,0	6,09	7,49	0,0729	26		
Cab T2	8,0	6,09	7,68	0,0457	42		

Conclusión:

- 1 Tasa Promedio de Corrosión = 0,0259 mm/año
- 2 Nueva Inspección Visual Interna en 10 años – en el año 2031
- 3 Nueva Inspección Visual Externa en 05 años – en el año 2026

1. Cuerpo

$$p = \frac{S \times E \times t}{Rt + 0,6 \times t} = 253 \text{ psi}$$

2. Cabezal Semiesférico:

$$p = \frac{2 \times S \times E \times t}{Rt + 0,2 \times t} = 308 \text{ psi}$$

La Presión máxima permisible 253 psi es mayor a 250 psi

2.9. DETERMINACION DE LA PRESION MAXIMA PERMISIBLE "MAWP" (API-510/7.3 Y ASME SECCION VIII -1 / UG-28 / UG-32)

Conforme

2.10. EVALUACION DE LA APTITUD PARA SERVICIO DE AREAS CORROIDAS (API-510 / 7.4)

No hay áreas corroidas, ni oxidadas

Conforme

Nota. Se determina según estudios y pruebas la velocidad de corrosión y vida útil de un tanque de GLP.

Anexo 10. IPERC de Full Conversiones a Gas

ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)

Empresa Fabricante / reparador: **N° OTIM:** **N° SO:**
Planta / Almacén: **Ubicación:**
Actividad a realizar: **Fecha:** **Responsable de la inspección:**
Tipo de trabajo: Retiaario () No Retiaario ()
Permiso requerido: [Marcar con una "X"] Trabajo en altura () Trabajo en caliente () Trabajo en espacio confinado () Medición de espesores () Prueba hidrostática () Prueba neumática () Otros:
Peligros (Marca los números según corresponda):
 1 Pizo desactivado / recargado 4 Choque / atropello 7 Trabajo en altura 10 Contacto con sustancias peligrosas
 2 Objetos suspendidos 5 Herramientas / maquinarias energizadas en movimiento 8 Trabajo en espacio confinado 11 Esfuerzo excesivo
 3 Cuerpos calientes 6 Objetos punzo cortantes 9 Ruido 12 Otros:

N°	Secuencia de la actividad a realizar	Peligros	Riesgos	Evaluación de riesgos			Medidas preventivas o de control	Evaluación de riesgos		
				P	S	Nivel de		P	S	Nivel de
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Equipo de Protección Personal "EPPs": (Marca con una "X")
 1- Lentes de seguridad () 2- Casco con barbiquejo () 3- Zapatos de seguridad () 4- Guantes de seguridad ()
 5- Chaleco de seguridad () 6- Protección respiratoria () 7- Tapón auditivo () 8- Orejeras ()
 9- Mandil () 10- Cubre cabeza () 11- Mascarilla () 12- Otros:

Valoración de riesgos:

Riesgo crítico	50 < X ≤ 250
Riesgo alto	10 < X ≤ 50
Riesgo	3 < X ≤ 10
Riesgo bajo	X ≤ 3

Seriabilidad (S)	Practicidad (P)				
	Ejeca (1)	Baja practi (2)	Puede (3)	Prakti (4)	May (5)
Catavérfica (50)	50	100	150	200	250
Mayer (20)	20	40	60	80	100
Madrada alta (10)	10	20	30	40	50
Madrada (5)	5	10	15	20	25
Madrada baja (2)	2	4	6	8	10
Urtina (1)	1	2	3	4	5

Elementos de seguridad (Proporcionado por el cliente / fabricante): (Marca con una "X")
 1) Arnés () 2) Andámio () 3) Línea de vida () 4) Escalera () Otros:

Personal involucrados en la actividad a realizar:

Antes de iniciar la tarea los involucrados deben asegurar que conocen los pasos de la tarea, los riesgos y controles establecidos. Todos deben firmar en el registro en señal de conformidad o compromiso en cumplir y hacer cumplir los controles.

Nombre y Apellidos	DNI	Firma	Obligaciones del inspector/reparador:	Reglas de oro durante la inspección:
			1. Cumplir todos los instructivos que me imparte LMCTL-UNALM para evitar accidentes. 2. No ejecutar trabajo alguno: - Si no tengo una OTIM y PPIE/ plan de inspección y SO/ SN. - Sin haber labor elaborado el ATS del trabajo. - Si no cuento con todos los EPPs requeridos. 3. Hacer uso adecuado en todo momento de los EPPs. 4. En caso de accidente paralizar mi trabajo y reportar inmediatamente el hecho a DIM. 5. No retirar y/o eliminar sistemas, dispositivos y/o medidas de protección o	1. No acercarse a equipos en movimiento. 2. Asegurar tener control visual con el operador. 3. No manipular equipos, maquinarias del cliente. 4. No manipular objetos punzo cortantes del cliente. 5. Nunca introducir su mano y/o dedo en equipos operativos. 6. No permanecer bajo la zona de caída / recorrido de una carga (herramientas, buñes, partes en proceso de armado, etc). 7. Estar todo el tiempo atento mientras ejecute la inspección en altura y durante su desplazamiento en niveles superiores a 1,80 m. 8. Estar todo el tiempo con los tapones vedillos mientras ejecute la inspección en lugar

Nota. Podemos visualizar el IPERC que se utiliza en la empresa para registrar las acciones de los operarios, para poder prevenir riesgos.