



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**“DESARROLLO DE UN PROCEDIMIENTO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS UNIONES SOLDADAS EN BASE AL CODIGO AWS D1.1:2020, EN LA EMPRESA SGS, LIMA - 2025”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Victor Israel Gonzalo Gamboa Mayta

**Asesor:**

Mg. Ing. Carlos Rafael Gavidia Navarro

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1606-0724>




Lima - Perú

**2025**

## Informe de Similitud

**Víctor Gamboa**

**Tsp -versión final25**

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Asesores

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trm:old::1:3242127693

Fecha de entrega  
6 may 2025, 11:23 p.m. GMT-5

Fecha de descarga  
6 may 2025, 11:39 p.m. GMT-5


Nombre de archivo  
Suficiencia\_Profesional\_Victor\_Israel\_Gonzalo\_Gamboa\_Mayta.docx

Tamaño de archivo  
6.4 MB

94 Páginas

12.273 Palabras

66.833 Caracteres

 turnitin Página 1 of 99 - Portada

Identificador de la entrega trm:old::1:3242127693

 turnitin Página 2 of 99 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trm:old::1:3242127693

## 5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

### Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 10 words)

### Exclusions

- ▶ 1 Excluded Source
- ▶ 38 Excluded Matches

### Top Sources

- 4%  Internet sources
- 1%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

### Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag

## Tabla de contenido

Índice de Tablas .....	8
Índice de Figuras.....	9
RESUMEN EJECUTIVO.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Descripción de la Empresa .....	12
1.1.1. Misión de la Empresa.....	12
1.1.2. Visión de la Empresa.....	12
1.2. Realidad Problemática.....	15
1.3. Formulación del Problema.....	15
1.4. Objetivos de la Investigación .....	16
1.5. Justificación.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	19
2.2. Bases teóricas .....	19
2.2.1. Acero al Carbono .....	19
2.2.2. Procesos de Soldadura.....	20
2.2.3. Inspector de Soldadura Nivel II - VT & PT .....	26

2.2.4.	Discontinuidades y Defectos en las Uniones Soldadas .....	28
2.2.5.	Código de Soldadura Aplicable al Proyecto .....	29
2.2.6.	Calificación de Habilidad de los Soldadores.....	29
2.2.7.	Especificación de Procedimientos de Soldadura (WPS).....	32
2.2.8.	Ensayos No Destructivos y Destructivos .....	32
2.3.	Herramientas de Ingeniería Industrial Aplicada en la Investigación	37
2.4.	Fórmula para calcular los resultados: .....	38
2.5.	Limitaciones: .....	38
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....		40
3.1.	Descripción de Mi Experiencia Profesional .....	40
3.2.	Diagrama del Proceso de Fabricación de la Empresa.....	42
3.3.	Estrategia Para el Desarrollo de la Implementación.....	48
3.4.	Desarrollo del Procedimiento de Calificación de Soldadores .....	49
3.5.	Proceso de Calificación de Soldadores con el Proceso SMAW .....	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		68
4.1.	Resultados del objetivo N°1 .....	68
4.2.	Resultados del objetivo N°2 .....	71
4.3.	Resultados del objetivo N°3 .....	73
4.4.	Resultado del objetivo N°4.....	75

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
Conclusiones.....	82
Lecciones Aprendidas.....	83
Recomendaciones .....	83
Competencias.....	84
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS .....	87

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Evaluación de los Problemas Relacionados a las Reparaciones de Soldadura</i> .....	46
<b>Tabla 2</b> <i>Priorización de los Problemas Relacionados a las Reparaciones de Soldadura</i> .....	46
<b>Tabla 3</b> <i>Estrategias para la Implementación</i> .....	48
<b>Tabla 4</b> <i>Fallas en el Proceso de Soldadura Antes y Después de la Implementación</i> .....	66
<b>Tabla 5</b> <i>Mejora en los Tiempos del Proceso de Soldadura</i> .....	71
<b>Tabla 6</b> <i>Nivel de Soldadores Sin Calificación y Soldadores con Calificación</i> .....	72
<b>Tabla 7</b> <i>Reparación de Soldadura de las Estructuras Metálicas</i> .....	74
<b>Tabla 8</b> <i>Cálculo de los Beneficios Económicos de Reutilizar la Calificación de Soldadores</i> .....	77
<b>Tabla 9</b> <i>Relación Costo/Beneficio de la Implementación</i> .....	78
<b>Tabla 10</b> <i>Comparación Mensual Costo/Beneficio Para Lograr el Punto de Equilibrio</i> .....	79
<b>Tabla 11</b> <i>Proyección en los Próximos Cinco Años de Implementación</i> .....	80
<b>Tabla 12</b> <i>Cálculo del VAN y el TIR de los Beneficios Proyectados en Cinco Años</i> .....	81

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Organigrama de la Organización de SGS del Perú</i> .....	13
<b>Figura 2</b>	<i>Organigrama del Área Industries &amp; Environment – Servicio NDT Oil &amp; Gas.</i> .....	14
<b>Figura 3</b>	<i>Proceso de Soldadura SMAW</i> .....	21
<b>Figura 4</b>	<i>Posiciones de Soldaduras a Tope</i> .....	22
<b>Figura 5</b>	<i>Posiciones de soldaduras en Filete</i> .....	23
<b>Figura 6</b>	<i>Posiciones Para Pruebas de Soldadura a Tope</i> .....	24
<b>Figura 7</b>	<i>Posiciones Para Pruebas de Soldaduras en Filete</i> .....	25
<b>Figura 8</b>	<i>Funciones del Inspector NDT-Nivel II</i> .....	27
<b>Figura 9</b>	<i>Método de Calificación de Soldadores por Cupón o Producción.</i> .....	30
<b>Figura 10</b>	<i>Calificación de Habilidad del Soldador</i> .....	31
<b>Figura 11</b>	<i>Inspección Visual de la Soldadura</i> .....	33
<b>Figura 12</b>	<i>Ensayo de Líquidos Penetrantes Visibles</i> .....	34
<b>Figura 13</b>	<i>Probetas de Doblez Guiado Cara, Raíz o de Lados</i> .....	35
<b>Figura 14</b>	<i>Probetas para los Ensayos de Tracción</i> .....	35
<b>Figura 15</b>	<i>Cupón de Ensayo Macrográfico</i> .....	36
<b>Figura 16</b>	<i>Ensayo de Rotura de Probeta</i> .....	36
<b>Figura 17</b>	<i>Diagrama Actual del Proceso de Fabricación de la Empresa</i> .....	42
<b>Figura 18</b>	<i>Diagrama Actual del Proceso de Calificación de Soldadores</i> .....	44
<b>Figura 19</b>	<i>Diagrama Causa y Efecto</i> .....	45
<b>Figura 20</b>	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	47
<b>Figura 21</b>	<i>Etapas del Ciclo SDCA</i> .....	49

<b>Figura 22</b> <i>Diagrama Nuevo del Proceso de Calificación de Soldadores</i> .....	52
<b>Figura 23</b> <i>Metal Base Aprobados Para la Calificación</i> .....	54
<b>Figura 24</b> <i>Dimensiones del Cupón de Calificación</i> .....	56
<b>Figura 25</b> <i>Preparación del Cupón Para la Calificación de Soldadores</i> .....	56
<b>Figura 26</b> <i>Proceso de Calificación del Soldador en Taller</i> .....	59
<b>Figura 27</b> <i>Remoción de las Probetas Para el Doblado de Cara y Raíz</i> .....	60
<b>Figura 28</b> <i>Ensayos de Doblez de Cara y Raíz</i> .....	61
<b>Figura 29</b> <i>Lista de Verificación de Soldadores</i> .....	63
<b>Figura 30</b> <i>Registro de Calificación de Habilidad del Soldador – WPQ-JCS-96</i> .....	64
<b>Figura 31</b> <i>Registro de Calificación de Habilidad del Soldador WPQ-DR-55</i> .....	65
<b>Figura 32</b> <i>Registro de Calificación de Soldadores (Documentado)</i> .....	69
<b>Figura 33</b> <i>Programa de Capacitaciones de Calidad (Documentado)</i> .....	70
<b>Figura 34</b> <i>Pérdida de Horas-Hombre Antes y Después de la Implementación</i> .....	73
<b>Figura 35</b> <i>Reparación de Soldadura Antes y Después de la Implementación</i> .....	75

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo el desarrollo del procedimiento de calificación de soldadores con el fin de obtener soldaduras de calidad para los proyectos de la empresa SGS del Perú S.A.C. Aplicaremos la herramienta de mejora SDCA para estandarizar las calificaciones de los soldadores, esto va relacionada con la Ingeniería Industrial aplicando métodos innovadores en los procesos de soldadura.

Trabajaremos con el Código de Soldadura AWS D1.1:2020 y el proceso SMAW. Se detectó los principales problemas que afectan la calidad de las soldaduras y están asociados a los soldadores sin calificación y la alta frecuencia de reparaciones de soldadura con defectos.

Conclusión, en los 3 primeros meses de implementación se estandarizo y documento el procesos de calificación de soldadores, se mejoró los tiempos de soldeo reduciendo de 1768 a 960 Horas-hombres, la cantidad de horas perdidas de trabajo de los soldadores sin calificación y soldadores calificados se redujo de 608 a 320 Horas-Hombres, de otro lado se logra una reducción del 0.13 reparaciones de soldadura, la reutilización de las calificaciones de los soldadores dieron un beneficio neto de S/. 31,260.00 para el primer año de implementación y la liberación de estructuras se incrementó en un 40%.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

## REFERENCIAS

- Arroyo, G. (2021). Elaboración y calificación de un procedimiento de soldadura preliminar y calificación de soldador para el soldeo de aletas de acero ASTM A36 a ejes de acero AISI 4340. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 41. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18615>
- ASTM E-165. (2023). *Práctica Estándar para Pruebas de Líquidos Penetrantes para la Industria General*. American Society for Testing and Materials ASTM.
- AWS A3.0. (2020). *Terminos y Definiciones Estándar Usados en Soldadura* (13 ed.). Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
- AWS B2.1, A. W. (2021). *Especificación para Procedimientos de Soldadura y Calificación de Desempeño* (7 ed.). American Welding Society.
- AWS D1.1. (2020). *Código de Soldadura Estructural - Acero* (24a ed.). American Welding Society.
- Carrasco, P. (2022). Implementación de procedimientos estándar de soldadura SMAW y FCAW según normas ASME IX y AWS D1.1 para mejorar el proceso de soldeo en la empresa Full Quality Perú S.A.C. *Universidad Tecnológica del Perú*, 232. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6518>
- Gallego, R. (2014). *Elaboración de WPSs, PQRs Y WPQ para la empresa Chía Peñalosa [Tesis para licenciatura, Universidad de Bogota]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9838/Elaboraci%C3%B3n%20de%20WPSs%2C%20PQRs%20y%20WPQ%20para%20la%20empresa%20CH%C3%8DA%20PE%C3%91ALOSA%20INGENIER%C3%8DA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, G. (2006). *Manual del Soldador* (16 ed.). Cesol.

Hosotani. (1992). *Ciclo SDCA*. Recuperado el 20 de Enero de 2025, de Kaizen Coach:

<https://www.kaizen-coach.com/en/lean-dictionary/sdca>

Olivia, C. (2007). *Inspector de Soldadura AWS*. Instituto Chileno de Soldadura.

Pinto, N. (2023). Evaluación de probetas de soldadura aplicando ensayos no destructivos con

líquidos penetrantes en un Banco Estacionario. *Universidad Mayor de San Andrés*, 125.

Obtenido de [https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31952/PG-](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31952/PG-2901.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[2901.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31952/PG-2901.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Práctica Recomendada N°. SNT-TC-1A. (2024). *Calificación y Certificación de Personal en*

*Pruebas No Destructivas* (20 ed.). American Society for Nondestructive Testing ASNT.

Sarmiento, F. (2023). Manual de procedimiento para operación y calificación de soldadura

SMAW, GTAW, GMAW. *Universidad Tecnológica Indoamérica*, 189. Obtenido de

<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/6428>