

|  |   |               |
|--|---|---------------|
| <b>SUSTANTIVO<br/>FORMATO</b><br>Código: FOR.DC31.02 | <b>MACROPROCESO: 01 DOCENCIA</b><br><b>PROCESO: 03 TITULACIÓN</b><br>01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN<br><b>PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN</b> | Página 1 de 9 |
|--|---|---------------|



## PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Quito – Ecuador 2025



## **PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**CARRERA:** Mecánica Industrial

**TEMA:** Utilización de Ultrasonido para la Inspección de Defectos en Soldaduras de Aluminio con Electrodo 4043 mediante el Proceso SMAW en Placas de Aluminio de 6 mm de Espesor

**Elaborado por:**

**Joan Guerrero**

**Tutor:**

**Ing. José Ávila**

**Fecha:** (10/01/2025)

**Índice de contenidos**

|   |    |
|---|----|
| 1. Objetivos .....                          | 4  |
| 1.1 Objetivo General .....                  | 4  |
| 1.2 Objetivos Específicos .....             | 4  |
| 2. Antecedentes .....                       | 5  |
| 3. Justificación .....                      | 6  |
| 4. Marco Teórico .....                      | 9  |
| 5. Etapas del desarrollo del Proyecto ..... | 11 |
| 6. Alcance .....                            | 11 |
| 7. Cronograma .....                         | 13 |
| 8. Talento Humano .....                     | 14 |
| 9. Recursos Materiales .....                | 14 |
| 10. Asignaturas de apoyo .....              | 15 |
| 11. Bibliografía .....                      | 15 |

**Índice de gráficos**

|                    |   |
|--------------------|---|
| 12. Figura 1 ..... | 7 |
| 13. Figura 2 ..... | 7 |
| 14. Figura 3 ..... | 8 |
| 15. Figura 4 ..... | 8 |

**Índice de tablas**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 16. Tabla de Etapas .....         | 11 |
| 17. Tabla de Cronograma .....     | 13 |
| 18. Tabla de Talento Humano ..... | 14 |

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo General

Utilización de Ultrasonido para la Inspección de Defectos en Soldaduras de Aluminio con Electrodo 4043 mediante el Proceso SMAW en Placas de Aluminio de 5 mm de Espesor

### 1.2 Objetivos Específicos

- Establecer un procedimiento para inspeccionar soldaduras de aluminio con ultrasonido para mejorar la calidad de juntas
- Evaluar la capacidad del ultrasonido para detectar defectos en soldaduras de aluminio dentro de la normativa establecida
- Determinar las técnicas más efectivas e inspeccionar soldaduras en uniones tipo F Y G

## 2. Antecedentes

La soldadura de aluminio mediante electrodo revestido es un proceso que permite la unión de piezas de este metal utilizando una varilla metálica recubierta con un fundente que facilita la formación del cordón de soldadura. Este método presenta múltiples beneficios, entre los que destacan su rapidez de ejecución, eficiencia operativa, adaptabilidad a diferentes tipos de geometría y aleaciones, así como su bajo costo en comparación con otros procesos más especializados. no requiere equipos complejos ni instalaciones fijas, lo que lo hace ideal para trabajos de campo o situaciones donde se necesita movilidad.

En este trabajo, se utilizaron varias técnicas de ensayos no destructivos para evaluar las propiedades mecánicas de las uniones soldadas. Los métodos utilizados son los siguientes:

**Inspección Visual:** La inspección visual es uno de los métodos más básicos pero fundamentales dentro de los ensayos no destructivos (END). Consiste en la observación directa del proceso de soldadura y del producto final, evaluando la calidad de las uniones sin necesidad de alterar la pieza. Este procedimiento permite detectar defectos evidentes como porosidad superficial, socavado o falta de fusión.

**Ensayos con Líquidos Penetrante:** Este tipo de ensayo no destructivo es de aplicación sencilla, rápida y con una capacidad de detección bastante precisa para defectos superficiales. Su interpretación no requiere equipos complejos, aunque sí debe hacerse en condiciones controladas para obtener resultados confiables.

**Ensayos con Partículas Magnéticas:** Este método es aplicable únicamente a materiales ferromagnéticos, como el acero. Se basa en la detección de discontinuidades mediante la generación de campos magnéticos. Cuando una pieza presenta una grieta superficial o subsuperficial, interfiere en el flujo del campo magnético, generando polos que atraen las partículas magnéticas aplicadas.

**Ensayo de Ultrasonido:** El ultrasonido es una técnica avanzada que se basa en la propagación de ondas sonoras de alta frecuencia a través del material. Estas ondas, al encontrar una discontinuidad, cambian su trayectoria o intensidad, lo cual es detectado por un sensor llamado transductor.

El sistema consta de:

Un generador de pulsos eléctricos que se transforman en vibraciones ultrasónicas.

Un palpador angular que dirige el haz sónico al interior del material.

Un monitor de lectura que muestra las señales reflejadas y permite interpretar los defectos.

Este ensayo permite identificar tanto fallas internas como superficiales, con alta precisión y en tiempo real. Además, su equipo es portátil, lo que facilita su uso en distintas condiciones operativas. Sin embargo, requiere personal altamente capacitado para su correcta ejecución e interpretación de los resultados. (Castillo, R. 2025, 13 mayo)

En talleres como los del Instituto Superior Central Técnico con condición de universitario, se ha fortalecido la detección y evaluación de defectos en soldadura de aluminio mediante el ensayo de ultrasonido aplicando así una correcta ejecución de la soldadura esto garantiza un gran desarrollo dentro de la industria

### 3. Justificación

La soldadura de aluminio implica ciertos retos específicos que exigen el uso de técnicas especializadas y una preparación cuidadosa. Conocer bien las características del aluminio, así como los problemas relacionados con la oxidación y la porosidad, es clave para obtener uniones sólidas y sin imperfecciones. Adoptando un enfoque adecuado que incluya una limpieza meticulosa, la selección apropiada del material de aporte y del gas protector, además de aplicar

tratamientos posteriores es posible lograr soldaduras de excelente calidad que se adapten a los requisitos de cualquier tipo de proyecto.( VMT, 05 de octubre de 2024)

**Figura 1**

#### Inspeccion visual



Nota. Adoptado de “REDDIT”, (2022).

Por lo tanto, es fundamental utilizar técnicas de inspección adecuadas que permitan detectar estos defectos en una etapa temprana sin causar daños a las piezas a inspeccionar. Los ensayos no destructivos son la solución ideal, ya que permiten evaluar la calidad de las soldaduras sin comprometer la integridad de las piezas, lo cual es esencial en la fabricación y mantenimiento de estructuras importantes, como puentes, barcos, aviones y edificios industriales.

**Figura 2**

#### Tintas Penetrantes



NOTA. ADOPTADO DE ISSRD 2020

**Figura 3**

Partículas magnéticas



Nota. Adoptado de SERVERTEEC, (2023)

**Figura 4**

ultrasonido



Nota. Adoptado de ,AGP INSPECCIONES(2025)

#### 4. Marco Teórico

Es el proceso de unir piezas de aluminio mediante un arco eléctrico generado entre un electrodo revestido (consumible) y el metal base. Este electrodo se funde, y junto con el metal base, forma la unión. EL Soldar aluminio mediante el proceso SMAW puede ser un desafío debido al mayor calor necesario para fundirlo. Es importante elegir el electrodo correcto y ajustar correctamente la calibración de la soldadora a utilizar.

Antes de soldar, es importante limpiar bien la superficie del aluminio para eliminar suciedad, grasa u otros contaminantes. Para ello, se puede usar un cepillo de acero inoxidable o un solvente adecuado, lo cual garantiza una base limpia que mejora la calidad de la soldadura.

También es necesario eliminar la capa de óxido de aluminio con un cepillo de alambre apropiado y acetona, ya que esto permite obtener uniones más fuertes y limpias. La preparación cuidadosa del material es esencial para lograr una soldadura exitosa con electrodo revestido en aluminio.

Además, las varillas de aporte deben limpiarse con acetona y un cepillo de acero inoxidable antes de utilizarlas, asegurándose de que no tengan impurezas que puedan comprometer el resultado. Un buen proceso de preparación contribuye a soldar aleaciones de aluminio sin inconvenientes relacionados con la contaminación. Considere usar electrodos 4043 o 5356, que comúnmente se recomiendan para soldar aluminio debido a su compatibilidad con el metal base.(Arccaptain,Dec22,2023)

Los ensayos no destructivos (END) consisten en una serie de pruebas que se aplican a los materiales sin causarles daño, es decir, sin alterar su estructura, funcionamiento ni forma original. Esto permite que conserven todas sus propiedades una vez finalizadas las evaluaciones. Esta característica representa su principal ventaja frente a los ensayos destructivos, los cuales inutilizan los componentes analizados para un uso posterior. Como herramienta de caracterización de materiales, los END tienen como propósito identificar las propiedades físicas, químicas o mecánicas de los materiales y comprobar que cumplen con los estándares de calidad y normativas vigentes. El tipo de parámetro que se desca conocer es el que



## 5. Etapas de desarrollo del Proyecto

| ETAPA                      | DESCRIPCIÓN   |
|----------------------------|---|
| 1. Diagnóstico Inicial     | Identificar los equipos y recursos disponibles para la aplicación de ensayos no destructivos.   |
| 2. Realización de la guía: | Elaborar un documento técnico con descripciones claras de los métodos de ensayos no destructivos seleccionados.   |
| 3. Capacitación:           | Realizar varias prácticas para aplicar los ensayos y el uso de los equipos de inspección.   |
| 4. Implementación:         | Aplicar la guía en las prácticas regulares de soldadura y evaluar las uniones soldadas utilizando los métodos descritos.<br><br>Recolectar datos sobre la calidad de las soldaduras inspeccionadas. |
| 5. Evaluación y ajustes:   | Realizar modificaciones al documento según las observaciones y necesidades detectadas.  |
| 6. Validación y Entrega    | Revisión y puesta en marcha de los resultados obtenidos en el entorno académico.  |

## 6. Alcance

En este proyecto, se utilizará el ultrasonido como técnica principal de ensayos no destructivos (END), debido a su alta efectividad para identificar defectos internos en soldaduras de aluminio, un material que presenta desafíos particulares debido a su alta conductividad térmica y menor densidad en comparación con otros metales.

Entre las pruebas ultrasónicas que se aplicarán se encuentran:

- Ensayo por reflexión de ondas ultrasónicas: esta técnica consiste en enviar ondas ultrasónicas hacia la zona soldada de aluminio mediante un transductor. Cuando estas ondas se encuentran con discontinuidades internas, como poros, grietas o inclusiones de gas —frecuentes en la soldadura

de aluminio—, se reflejan y regresan al transductor. Analizando el tiempo de retorno y la amplitud del eco, se puede identificar la ubicación y dimensión de los defectos. Esta prueba es especialmente útil para inspeccionar zonas de difícil acceso o geometría compleja, comunes en componentes de aluminio.

- Ensayo por transmisión de ondas ultrasónicas: a diferencia del anterior, esta prueba evalúa la capacidad de las ondas para atravesar completamente la soldadura de aluminio. Si no se detecta atenuación ni distorsión significativa, se considera que la unión está libre de defectos. Por el contrario, una reducción en la intensidad o cambios en la dirección de las ondas indican posibles imperfecciones internas.

Un aspecto fundamental del proyecto es la formación integral de los estudiantes en estas técnicas, tanto desde una perspectiva teórica como práctica. El aprendizaje se centrará en el uso correcto de los equipos de ultrasonido, la interpretación de los resultados obtenidos y la toma de decisiones técnicas respecto a la calidad de las soldaduras de aluminio, que requieren un control riguroso debido a su susceptibilidad a defectos como la porosidad.

La guía práctica desarrollada para este fin servirá de apoyo a los estudiantes durante sus sesiones en el taller. Incluye instrucciones detalladas sobre los procedimientos de prueba, selección de materiales y equipos adecuados, criterios de aceptación específicos para soldaduras de aluminio y pautas para interpretar correctamente los datos obtenidos.

Con la aplicación de esta guía y la ejecución de prácticas reales en piezas de aluminio, se espera lograr:

- El desarrollo de habilidades prácticas en la aplicación de ensayos no destructivos.
- Una mayor capacidad para detectar defectos característicos de la soldadura de aluminio mediante ultrasonido.
- Garantía de la calidad de las soldaduras realizadas en el entorno del taller del instituto.

- Comprensión de las normas internacionales relacionadas con el control de calidad en soldaduras de aluminio mediante END.
- Fortalecimiento de la formación técnica de los estudiantes en procesos de soldadura y control de calidad en materiales ligeros como el aluminio.

## 7. Cronograma

| Fase/Actividad  | Inicio     | Fin        | Duración |
|---|------------|------------|----------|
| <b>Fase 1:</b>  | 08/10/2025 | 18/10/2024 | 10 d     |
| Planificación y diagnóstico.                                      | 08/10/2025 | 18/10/2025 | 10 d     |
| <b>Fase 2:</b>  | 11/11/2024 | 29/11/2024 | 18 d     |
| Reunión inicial para definir objetivos del proyecto               | 11/11/2024 | 12/11/2024 | 1 d      |
| Postulación de tema.  | 29/11/2024 | 29/11/2024 | 1 d      |
| Revisión y aprobación del tema por el coordinador.                | 29/11/2024 | 29/11/2024 | 1d       |
| <b>Fase 3:</b>  | 02/12/2024 | 23/12/2024 | 21 d     |
| Elaboración del perfil del proyecto técnico                       | 02/12/2024 | 20/12/2024 | 20 d     |
| Perfiles aprobados  | 23/12/2024 | 23/12/2024 | 1 d      |
| <b>Fase 4</b>   | 23/12/2024 | 13/01/2025 | 21d      |
| Elaboración del primer capítulo                                   | 23/12/2024 | 10/01/2025 | 15d      |
| Informe de primeros capítulos aprobados                           | 13/01/2025 | 13/01/2025 | 1d       |
| <b>Fase 5</b>   | 13/01/2025 | 03/02/2025 | 21d      |
| Elaboración del segundo capítulo                                  | 13/01/2025 | 31/01/2025 | 12d      |
| Informe de los docentes tutores a los coordinadores de titulación | 03/02/2025 | 03/02/2025 | 1d       |
| <b>Fase 6</b>   | 03/02/2025 | 28/02/2025 | 25d      |
| Elaboración del tercer y cuarto capítulo                          | 03/02/2025 | 21/02/2025 | 18d      |
| Informe de los docentes tutores a los coordinadores de titulación | 24/02/2025 | 28/02/2025 | 4d       |
| <b>Fase 7</b>   | 10/03/2025 | 14/03/2025 | 4d       |
| Defensas públicas de proyectos técnicos                           | 10/03/2025 | 14/03/2025 | 4d       |

## 8. Talento humano

| <b>Nº</b> | <b>Participantes</b> | <b>Rol a desempeñar en el proyecto</b> | <b>Carrera</b>      |
|-----------|----------------------|--|---------------------|
| 1         | Joan Guerrero        | Defensor de proyecto                   | Mecánica Industrial |
| 3         | Ávila José           | Tutor de proyecto                      | Mecánica Industrial |

## 9. Recursos materiales

Materiales para prácticas:

Piezas de prueba (soldaduras):

Placas de aluminio con cordones de soldadura preparados para ensayo (soldaduras sanas y con defectos simulados como porosidad, grietas, inclusiones, etc.).

Muestras de referencia:

Bloques patrón para calibración (con ranuras, agujeros, o defectos estandarizados según ASME o ISO).

2. Equipos para ensayos no destructivos:

Inspección Visual :

- Lámparas de inspección con luz blanca y ultravioleta.
- Lupas para detalles finos.
- Regletas de soldadura (galgas de inspección).

## 10. Asignaturas de apoyo

1. Soldadura

Contenidos relevantes:

Procesos de soldadura: SMAW,

Causas de defectos como grietas, porosidad, inclusiones.

## 2. Metrología y Control de Calidad

Contenidos relevantes:

Uso de instrumentos de medición (galgas de soldadura, calibradores, bloques patrón).

Sistemas de control de calidad aplicados a soldaduras y ensayos.

## 11. Bibliografía

González, J. (2019). "Desarrollo de una Guía de Ensayos No Destructivos para Soldaduras en Plantas de Energía". *Revista de Ingeniería de Soldadura*, 112-118.

Martínez, F., & García, M. (2018). "Uso de Ultrasonido en la Inspección de Soldaduras en la Industria". *Journal of Welding Science and Technology*, 210-218.

Smith, D., y Brown, S. (2017). "Pruebas ultrasónicas para la detección de defectos en soldaduras aeroespaciales". *Journal of Aerospace Engineering*, 32(4), 455-463.

*Soldadura de aluminio: una guía detallada - China VMT*. (s. f.). <https://machining->


[custom.com/es/blog/aluminum-welding.html](https://machining-custom.com/es/blog/aluminum-welding.html)

*ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS*. (2020, octubre).


<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayos-no-destructivos-definicion-aplicacion/>. <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayos-no-destructivos-definicion-aplicacion/>

Bernaldo, A. (2023, 22 diciembre). *Soldadura con electrodo revestido de aluminio: ¿cómo funciona?* Arccaptain. <https://www.arccaptain.com/es/blogs/article/stick-welding-aluminu>

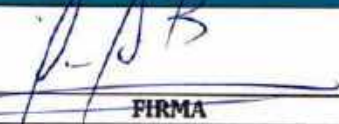
**REALIZADO POR:**

|               |   |
|---------------|---|
| Joan Guerrero |  |
| <b>NOMBRE</b> | <b>FIRMA</b>  |

**REVISADO POR:**

|                 |  |
|-----------------|--|
| Ing. José Ávila |  |
| <b>NOMBRE</b>   | <b>FIRMA</b>   |

**APROBADO POR:**

|                 |  |
|-----------------|--|
| Ing. José Ávila |  |
| <b>NOMBRE</b>   | <b>FIRMA</b>   |

**CARRERA: MECANICA INDUSTRIAL**

|  |                                     |                          |         |
|--|-------------------------------------|--------------------------|---------|
| <b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>  | 25                                  | 09                       | 2025    |
|  | DÍA                                 | MES                      | AÑO     |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO: GUERRERO MAZA ERICK JOAN</b>  |                                     |                          |         |
| -----  |                                     |                          |         |
|  | APELLIDOS                           |                          | NOMBRES |
| <b>TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:</b> -----   |                                     |                          |         |
| Utilización de Ultrasonido para la Inspección de Defectos en Soldaduras de Aluminio con Electrodo 4043 mediante el Proceso SMAW en Placas de Aluminio de 6 mm de Espesor |                                     |                          |         |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:</b>   | <b>CUMPLE</b>                       | <b>NO CUMPLE</b>         |         |
| • OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| • ANÁLISIS   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |

|  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| • DELIMITACIÓN.  | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>              |
| • PROBLEMÁTICA   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>              |
| • FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>              |
| <b>PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:</b>   |   |                                       |
| <b>GENERALES:</b>  |   |                                       |
| REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA |   |                                       |
|  | SI<br><input checked="" type="checkbox"/>     | NO<br><input type="checkbox"/>        |
| <b>ESPECÍFICOS:</b>  |   |                                       |
| GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO  |   |                                       |
|  | SI<br><input checked="" type="checkbox"/>     | NO<br><input type="checkbox"/>        |
| <b>JUSTIFICACIÓN:</b>  |   |                                       |
|  | CUMPLE  | NO CUMPLE                             |
| IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>              |
| BENEFICIARIOS  | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>              |
| FACTIBILIDAD   | <input checked="" type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/>              |
| <b>ALCANCE:</b>  |   |                                       |
| ESTA DEFINIDO  | CUMPLE<br><input checked="" type="checkbox"/> | NO CUMPLE<br><input type="checkbox"/> |

|  |                                     |                          |
|--|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>MARCO TEÓRICO:</b>  |                                     |                          |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA   | SI                                  | NO                       |
| DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA A REALIZAR                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>TEMARIO TENTATIVO:</b>  |                                     |                          |
|  | CUMPLE                              | NO CUMPLE                |
| ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| APLICACIÓN DE SOLUCIONES   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:</b>                                      |                                     |                          |
| OBSERVACIONES : -----<br>---<br>-----<br>---<br>-----<br>---<br>-----<br>--- |                                     |                          |
| <b>CRONOGRAMA :</b>  |                                     |                          |
| OBSERVACIONES : -----<br>---<br>-----<br>---<br>-----<br>---                 |                                     |                          |
| FUENTES DE INFORMACIÓN: -----<br>---<br>-----<br>---                         |                                     |                          |
| <b>RECURSOS:</b>   | CUMPLE                              | NO CUMPLE                |
| HUMANOS  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ECONÓMICOS

MATERIALES

**PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Aceptado

Negado

el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a) -----  
-----  
-----b) -----  
-----  
-----

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

JOSÉ EDUARDO ÁVILA BRITO

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:

27 10 2025  
DÍA MES AÑO

FECHA DE ENTREGA DE INFORME