



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación del proceso de soldadura con electrodo E6011 para el apuntalamiento y estabilización de malla electrosoldada en el Tramo 4 del módulo de construcción de servicios higiénicos (SSHH)

Autores:

Kevin Joel Zambrano Cagua

Carlos Daniel Moreira Guillen

Tutor(a)

Ing. Patricio Medranda

Unidad Académica:

Extensión Pedernales

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica

Pedernales, febrero de 2026

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Patricio Medranda, Mg; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí,
Unidad Técnica de Formación Técnica y Tecnología, en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título Implementación del proceso de soldadura con electrodo E6011 para el apuntalamiento y estabilización de malla electrosoldada en el Tramo 4 del módulo de construcción de servicios higiénicos (SSHH) ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Kevin Jeol Zambrano Cagua

Carlos Daniel Moreira Guillen

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Pedernales, febrero del 2026



Ing. Patricio Medranda, Mg

TUTOR(A)



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación del proceso de soldadura con electrodo E6011 para el apuntalamiento y estabilización de malla electrosoldada en el Tramo 4 del módulo de construcción de servicios higiénicos (SSH) de su(s) autor(es): Zambrano Cagua Kevin Joel y Moreira Guillen Carlos Daniel de la Carrera "Tecnología Superior en Electromecánica", y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. Patricio Medranda, Mg.

Pedernales, febrero del 2026

Dr. Derli Alava Rosado, PhD.

DECANO(A)

Ing. Richard Delgado

PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Patricio Medranda, Mg

TUTOR(A)

Arq. Simon Baque

SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Ing. Valeria Sabando Castillo

SECRETARIA(O)

AGRADECIMIENTO

Kevin Joel Zambrano Cagua

Carlos Daniel Moreira Guillen

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud. A la Universidad por brindarme esa oportunidad de estudiar la carrera que me gusta, gracias por brindarnos las herramientas necesarias para así formar mi profesionalismo y así mismo también agradezco a todos los ingenieros que fueron parte de mi aprendizaje y mucho apoyo al momento de enseñarnos tanto lo teórico como lo práctico y sin ellos no estuviéramos en donde estamos siendo los próximos Tecnólogos del Ecuador.

DEDICATORIA

En primero Dios por darme alma y vida también le dedico a mis padres que me apoyaron en todo momento ellos me dieron fuerza para seguir en lo que yo quería que era seguir esta carrera que muy importante en la vida también se la dedico a mis abuelitas que me están viendo desde el cielo muchas gracias por todos.

Kevin Joel Zambrano Cagua
Carlos Daniel Moreira Guillen

RESUMEN

La realización de este proyecto tiene como fin cumplir la necesidad de los usuarios al momento de realizar ciertas actividades o eventos dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro (Uleam) extensión Pedernales. El Presente Proyecto de titulación aborda la problemática en la implementación de procesos de soldaduras con electrodos E6011 para el apuntalamiento y estabilización de malla electrosoldada en el Tramo 4. El objetivo general fue Implementar el proceso de soldadura con electrodo E6011 para el adecuado apuntalamiento y estabilización de la malla electrosoldada en el Tramo 4. que queda en la parte exterior de la Universidad que permita mejorar las condiciones sanitarias en dicha área. En la metodología se utilizó procedimientos secuenciales que incluyeron diagnóstico del área, planificación constructiva y ejecución de la obra, para así irse apoyando en técnicas como la observación directa la revisión del documental registro fotográfico Y compactación del terreno mediante máquinas manuales. La realización de este proyecto tiene como fin cumplir la necesidad de los usuarios al momento de realizar ciertas actividades o eventos dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro (Uleam) extensión Pedernales.

PALABRAS CLAVES

Servicios higiénicos, infraestructura universitaria, electromecánica, Uleam, implementación.

ABSTRACT

The purpose of this project is to meet the needs of users when carrying out certain activities or events within the Eloy Alfaro Lay University (Uleam), Pedernales campus.

This graduation project addresses the challenges of implementing E6011 electrode welding processes for the shoring and stabilization of electro-welded mesh in Section 4.

The overall objective was to implement the E6011 electrode welding process for the proper shoring and stabilization of the electro-welded mesh in Section 4, located on the exterior of the University, thereby improving sanitary conditions in that area. The methodology employed sequential procedures that included area diagnosis, construction planning, and execution of the work, supported by techniques such as direct observation, review of documentation, photographic record-keeping, and soil compaction using manual machinery. The purpose of this project is to meet the needs of users when carrying out certain activities or events within the Eloy Alfaro Lay University (Uleam), Pedernales campus.

KEYWORDS

Sanitary facilities, university infrastructure, electromechanical, Uleam, implementing

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN.....	VI
PALABRAS CLAVE.....	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS.....	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. METODOLOGÍA	3
1.4.1. Procedimiento	3
1.4.2. Técnicas.....	4
1.4.3. Métodos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. DEFINICIONES.....	6
2.2. ANTECEDENTES	7
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	8
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	10

3.1. OBJETIVO 1	10
3.2. OBJETIVO 2	10
3.3. OBJETIVO 3	11
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
4.1. CONCLUSIONES.....	13
4.2. RECOMENDACIONES	13
BIBLIOGRAFÍA.....	14
ANEXOS	16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Electrodo E6011.....	10
Ilustración 2 Puntos estrategicos de soldadura	10
Ilustración 3 apuntalamiento del encofrado con la malla	11
Ilustración 4 precisión del arco eléctrico.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 costos previstos	12
--------------------------------	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción, para garantizar la estabilidad, la seguridad y la durabilidad de las estructuras, ya sean temporales o permanentes, es fundamental realizar correctamente los procesos de unión de metales. La soldadura por arco con electrodos revestidos (SMAW) es un método frecuentemente empleado en trabajos al aire libre por su adaptabilidad, bajo costo y capacidad de ser aplicada en diversas posiciones (American Welding Society) [AWS], 2020).

Este trabajo se centra más en la aplicación del método de soldadura utilizando el electrodo E6011, que se destina al refuerzo y aseguramiento de la malla electrosoldada en el Tramo 4 en los servicios sanitarios. El electrodo E6011 es parte de la categoría de electrodos celulósicos, los cuales se destacan por su capacidad de penetración profunda, rápida solidificación del metal fundido y eficiente rendimiento en posiciones vertical y en altura. (AWS 2020).

La fijación de la malla electrosoldada es un proceso fundamental en la construcción de estructuras, ya que ayuda a asegurar una separación y alineación adecuadas de las barras de refuerzo antes y a lo largo del vaciado del hormigón. Uniones inadecuadas pueden ocasionar desplazamientos, pérdidas de recubrimiento o fallas en la distribución de cargas. (Nilson, Darwin & Dolan, 2018).

La importancia del presente proyecto en la ULEAM Extensión Pedernales en su aporte al mejoramiento de la infraestructura universitaria de la calidad de vida de la Comunidad académica, el proyecto de servicios higiénicos en la parte exterior, No sólo responde a una necesidad funcional, sino que también contribuye al cumplimiento de normativas de salud pública.

1.1. PROBLEMA

En la universidad Laica Eloy Alfaro, extensión pedernales, tramo 4 es fundamental asegurar la apropiada estabilización y soporte de la malla electrosoldada empleada como refuerzo estructural.

La falta de una fijación adecuada puede causar variaciones en el revestimiento del acero, afectar la adherencia del concreto y comprometer el desempeño estructural del miembro.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de titulación nos permite aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la Formación Profesional en la carrera de electromecánica Particularmente en lo relacionado con soldadura con electrodo E6011 en el apuntalamiento de la malla electrosoldada la cual se justifica por su impacto directo a la estabilidad estructural.

La implementación de soluciones tecnológicas apropiadas en instalaciones sanitarias y eléctricas contribuye a optimizar recursos mejorar el mantenimiento y asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas Alineándose con criterios de eficiencia y sostenibilidad

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar el proceso de soldadura con electrodo E6011 para el adecuado apuntalamiento y estabilización de la malla electrosoldada en el Tramo 4.

1.3.2. Objetivos específicos

Ejecutar puntos estratégicos de soldadura utilizando electrodo E6011, garantizando una adecuada unión entre la malla electrosoldada.

Aplicar técnicas adecuadas de apuntalamiento y soldadura que permitan mantener la alineación y nivelación de la malla electrosoldada.

Regular adecuadamente el amperaje, mantener la longitud correcta del arco eléctrico y aplicar técnicas apropiadas de soldadura SMAW.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Preparación del área de trabajo

Se inicio el proceso con la inspección del área donde se encontraba instalada la malla electrosoldada correspondiente al tramo 4 del módulo de servicios higiénicos. Se verifico la alineación, nivelación y estabilidad inicial del acero.

Se realizo la limpieza de las zonas donde se iba a ejecutar la soldadura, eliminando polvo, particulas sueltas y presencia de oxido superficial mediante el uso de cepillo metálico.

Ejecución del apuntalamiento mediante soldadura

Se inicio el encendido del arco mediante la técnica de raspado corto para evitar que el electrodo se adhiriera al material base.

Luego se realizaron puntos de soldadura estratégicos en partes de la malla para tener una mayor firmeza al momento de nivelar.

Después de cada aplicación se procedió a retirar la escoria con el cepillo de fierro para visualizar si tiene poros o algún agujero para proceder a hacer un segundo cordón y así reforzar mas la malla electrosoldada

1.4.2. Técnicas

Técnica de soldadura SMAW

Se aplico la técnica de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido E6011 por su capacidad de penetración profunda y funcionamiento en posiciones variadas

Esta técnica permitió realizar uniones firmes en condiciones reales de obra, incluso en presencia de pequeñas impurezas superficiales. (American Concrete Institute, 2019.)

Técnica de inspección visual

El electrodo E6011 es adecuado para realizar soldadura en campo, gracias a su recubrimiento celulósico que permite una buena penetración, además su arco es estable.

- Uniformidad del punto
- Ausencia de grietas
- Ausencia de porosidad visible
- Buena fusión

1.4.3 Metodos

Método practico

Se utilizo este método al momento de aplicar directamente el proceso de soldadura con electrodo E6011 sobre la malla electrosoldada. Mediante la ejecución de campo se logró estabilizar y fijar los puntos que presentaban movilidad, garantizando mayor firmeza antes del vaciado del hormigón. Cayo León, J. F. (2021).

Método preventivo

Se ejecutaron puntos de soldadura en zonas estratégicas con el objetivo de prevenir futuros desplazamientos o fallas estructurales antes del proceso de fundición, garantizando seguridad y calidad en la obra.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Soldadura: es un proceso de unión permanentemente entre dos o más piezas metálicas mediante la aplicación de calor, presión o ambos, logrando la fusión de los materiales en la zona de contacto.

En la construcción, la soldadura es fundamental para la fabricación, montaje y refuerzo de estructuras metálicas. (American Welding Society, 2020)

Soldadura con arco eléctrico: es también conocida como SMAW es un proceso manual en la cual se establece un arco eléctrico entre un electrodo consumible y el metal base. El calor generado funde tanto el electrodo como el material base, formando un baño de fusión protegido por los gases y la escoria producidos por el revestimiento del electrodo. (García, F. P. G. P., & Tubio, M. M. 1998).

Acero: Una aleación de hierro con un porcentaje de carbón cuyas propiedades lo hacen perfecto para la construcción. (Padilla, E. D. 1999).

Electrodo E6011: Es un electrodo revestido de tipo celulósico clasificado bajo la norma AWS A5.1 El número 60 indica una resistencia mínima a la tracción de 60,000 psi, el 1 señala que puede utilizarse en todas las posiciones de soldadura y el ultimo 1 indica que puede trabajar tanto en corriente alterna (AC) como en corriente continua (DC). Se caracteriza por su alta penetración y rápida solidificación. (MEDINA, C. 2016).

Apuntalamiento: es el procedimiento mediante el cual se refuerza o se estabiliza temporal o permanentemente un elemento estructural para evitar desplazamientos, deformaciones o fallas durante el proceso constructivo. (Ching, 2014)

Escoria: es el residuo sólido que se forma sobre el cordón de soldadura debido a la combustión del revestimiento del electrodo. Su función principal es proteger el baño de fusión del contacto con el oxígeno atmosférico. (Jeffus, 2016)

Fundición de hormigón: Es el proceso de colocar hormigón reciente en encofrados para realizar o crear estructuras sólidas como columnas, cimientos o losas. (Cendoya, P. 2009).

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica Eloy Alfaro (Uleam) tiene como objetivo principal ofrecer oportunidades de educación superior a la población de la provincia de Manabí, contribuyendo al desarrollo social, académico y profesional de miles de jóvenes (ULEAM,2024).

La extensión Pedernales fue creada con el objetivo de acercar la educación superior a los habitantes de la zona de la provincia, permitiendo que muchos estudiantes puedan formarse profesionalmente sin necesidad de trasladarse a otras provincias o ciudades.

El problema que se a identificado es la disponibilidad o falta de servicios higiénicos en la parte externa de la universidad, ya que se realizan eventos y no hay un lugar para hacer

las necesidades, esto genera incomodidades para las personas que visitan la universidad.

Ante esta situación, decidimos como respuesta llevar a cabo el proyecto de implementación del proceso de soldadura con Electrodo E6011 para el sostenimiento y estabilización de la malla electrosoldada en el exterior de la Uleam, Ext Pedernales, siendo nosotros el Tramo 4, con el objetivo de ofrecer mayor comodidad, higiene y bienestar a los usuarios que nos visitan, incluidos estudiantes y docentes

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Continente Europeo

Se han creado distintos proyectos enfocados en la ejecución del proceso de soldadura con Electrodo E6011 para el soporte y estabilización de la malla electrosoldada. Una investigación llevada a cabo en instituciones de educación superior en Europa (García y López 2020)

Continente Americano

Se registran investigaciones similares enfocadas en el fortalecimiento de la infraestructura educativa señalando que al utilizar una la técnica de soldadura SMAW es más efectiva y la más utilizada. En Colombia. (Martínez y Rojas 2021)

Ecuador

En la provincia de Pichincha, se ejecutó un trabajo relacionado con la construcción de módulos sanitarios en una universidad pública, orientado a mejorar las condiciones de infraestructura y accesibilidad para los usuarios. Según Pérez et al. (2022),

Manabí

Si existen ciertos tipos de proyectos de mejoramientos de infraestructura educativas, pero no hay datos en la cual se identifiquen proyectos como el que estamos realizando en la ULEAM extensión Pedernales así nuestro proyecto va a quedar como un aporte de motivación para la carrera de Electromecánica.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. OBJETIVO 1

Ejecutar puntos estratégicos de soldadura utilizando electrodo E6011, garantizando una adecuada unión entre la malla electrosoldada.

Para garantizar una correcta unión entre los paños de malla electrosoldada, se ejecutarán puntos estratégicos de soldadura empleando el electrodo E6011, reconocido por su alta penetración y excelente desempeño en posiciones variadas.



Ilustración 1 Electrodo E6011



Ilustración 2 Puntos estratégicos de soldadura

3.2. OBJETIVO 2

Aplicar técnicas adecuadas de apuntalamiento y soldadura que permitan mantener la alineación y nivelación de la malla electrosoldada.

Para evitar deformaciones, desniveles o desplazamientos durante la soldadura, se implementarán técnicas de apuntalamiento y fijación temporal.



Ilustración 3 apuntalamiento del encofrado con la malla

3.1. OBJETIVO 3

Regular adecuadamente el amperaje, mantener la longitud correcta del arco eléctrico y aplicar técnicas apropiadas de soldadura SMAW.

La correcta ejecución del proceso SMAW (Shielded Metal Arc Welding) depende del control técnico de los parámetros de soldadura.



Ilustración 4 precisión del arco eléctrico

Tabla 1 costos previstos

RUBRO	DESCRIPCION	COSTO APROXIMADO (USD)
Material de construcción	Malla electrosoldada, barras de soporte, puntales,	200
Materiales de soldadura	Electrodos E6011, pinzas para la máquina de soldar	150
EPP	Casco, caretas de soldar, guantes, gafas negras	150
Accesorios	Amperímetro, escuadras, cinta medrica, brocas, esmeriles, discos de desgaste, discos de corte.	100

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La utilización del electrodo E6011 contribuye a estabilizar adecuadamente la malla electrosoldada en la sección 4 del módulo de servicios higiénicos

Se logro mejorar la rigidez estructural del refuerzo antes del vaciado del hormigón, evitando posibles fallas futuras.

El uso adecuado del equipo y la aplicación correcta de los parámetros de soldadura garantizaron un trabajo seguro y eficiente.

4.2. RECOMENDACIONES

Es importante que el personal encargado de la soldadura este capacitado y utilice el equipo de protección personal correspondiente.

Se recomienda verificar siempre la estabilidad de la malla electrosoldada antes del proceso de fundición.

También recomendar a los a estudiantes, docentes y a las personas que asistan a ciertos eventos a la universidad, en hacer un buen uso responsable de los futuros servicios higiénicos, para así fomentar hábitos de limpieza, respeto y cuidado d del espacio compartido.

3.2.

BIBLIOGRAFÍA

- American Welding Society (AWS). (2020). AWS A5.1/A5.1M.
- Jeffus, L. (2016). Welding: Principles and applications (8th ed.). Cengage Learning.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2018). Design of concrete structures (15th ed.). McGraw-Hill Education.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2015). NEC-SE-HM: Estructuras de hormigón armado. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Ecuador.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2020). Normas técnicas ecuatorianas aplicables a materiales de construcción. INEN
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). Normativa técnica para edificaciones de uso público. MIDUVI.
- Ministerio de Educación. (2022). Lineamientos para el mejoramiento de la infraestructura educativa. Gobierno del Ecuador.
- American Welding Society (AWS). (2020). AWS A5.1/A5.1M.
- Ching, F. D. K. (2014). Building construction illustrated (5th ed.). Wiley.
- Jeffus, L. (2016). Welding: Principles and applications (8th ed.). Cengage Learning.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2018). Design of concrete structures (15th ed.). McGraw-Hill Education.
- Lincoln Electric. (2018). Procedure handbook of arc welding (14th ed.). The Lincoln Electric Company.
- Miller Electric. (2019). Stick welding basics: Technical guide. Miller Electric Mfg. LLC.

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2015). NEC-SE-HM: Estructuras de hormigón armado. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Ecuador.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2020). Normas técnicas ecuatorianas para materiales de construcción. INEN.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2020). Welding, cutting, and brazing safety standards. U.S. Department of Labor.
- International Labour Organization (ILO). (2019). Safety and health in construction. ILO Publications.
- Lincoln Electric. (2018). Procedure handbook of arc welding (14th ed.). The Lincoln Electric Company.
- Miller Electric. (2019). Stick welding basics: Technical guide. Miller Electric Mfg. LLC.

ANEXOS

