



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

EXPERIENCIA EN LA FABRICACIÓN Y
USO DIDÁCTICO DE UN EQUIPO DE
ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO PARA
EVALUAR LAS COMPETENCIAS EN
CONSTRUCCIONES METÁLICAS EN
SENATI VILLA EL SALVADOR, 2017 -
2024

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA

JUAN FRANCISCO CASIANO
CHAPILLIQUEN
EDUARDO MARTIN LLERENA LOPEZ
CARLOS ALBERTO MIRAVAL SANTOS

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

MG. ALEJANDRO CHARRE MONTOYA

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DRA. ELISA SOCORRO ROBLES ROBLES

PRESIDENTE

MG. LISSY CANAL ENRIQUEZ

VOCAL

MG. MARIANELLA ZEÑA SENCIO

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A nuestras familias, por ser la fuente de nuestra fortaleza.

Este logro es un testimonio de su amor incondicional, su paciencia infinita y el apoyo constante que nos inspiró a culminar este importante desafío.

AGRADECIMIENTOS.

A SENATI por haber sido el pilar de nuestro crecimiento profesional y académico. La oportunidad de cursar estudios de postgrado , de desempeñamos laboralmente esto nos ha permitido fusionar la teoría y la práctica de manera única, enriqueciendo esta investigación con un valor incalculable.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	CASIANO CHAPILLIQUEN JUAN FRANCISCO
2.	LLERENA LOPEZ EDUARDO MARTIN
3.	MIRAVAL SANTOS CARLOS ALBERTO

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA**, autores del trabajo titulado: **EXPERIENCIA EN LA FABRICACIÓN Y USO DIDÁCTICO DE UN EQUIPO DE ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO PARA EVALUAR LAS COMPETENCIAS EN CONSTRUCCIONES METÁLICAS EN SENATI VILLA EL SALVADOR, 2017 - 2024**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN DOCENCIA PROFESIONAL TECNOLÓGICA** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

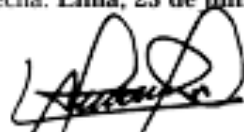
En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	CHARRE MONTOYA ALEJANDRO	FAEDU	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **11%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **2988554207**; fecha de entrega: **23-06-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 23 de junio de 2026**



Firma del asesor
N° DNI: 09228530
ORCID: 0009-0009-5177-8641

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Marco contextual del estudio	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Marco teórico, definiciones conceptuales.	5
1.4. Planteamiento del problema	20
1.5. Justificación del estudio	21
1.6. Pregunta de investigación.....	22
II. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo general	22
2.2. Objetivos específicos.....	22
III. DESARROLLO DEL ESTUDIO	23
3.1. Método, técnicas e instrumentos de análisis de la experiencia	23
3.2. Descripción de la experiencia.....	25
3.3. Resultados de la experiencia	42
3.4. Aspectos que facilitaron y dificultaron llevar a cabo la experiencia.43	
3.4.1. Aspectos que facilitaron la experiencia.....	43
3.4.2. Aspectos que dificultaron la experiencia	43
3.5. Lecciones aprendidas y aportes de la experiencia.....	44
3.5.1. Lecciones aprendidas	44
3.5.2. Aportes de la experiencia	46
IV. CONCLUSIONES	47
V. RECOMENDACIONES	48
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Contenido Curricular. Tarea N.º 02: Ensayo de Doble. Módulo Formativo Control de Calidad de Uniones Soldadas.	16
Figura 2 Contenido Curricular. Tarea N.º 05: Ensayo de Doble. Módulo Formativo Introducción a las Certificaciones en Soldadura y Ensayos NDT Y DT.	17
Figura 3 Lista de tareas: Estructuras y Construcciones Metálicas. Contenido Curricular. Seminario de Habilidades Prácticas.....	18
Figura 4 Lista de tareas: Procesos Tecnológicos de Soldadura. Contenido Curricular. Seminario de Habilidades Prácticas.....	19
Figura 5 Dimensiones de la probeta para el ensayo de doble de cara y raíz.	27
Figura 6 Plantilla guía para ensayo de doblado guiado.	28
Figura 7 Diseño del plano del equipo de ensayo de doble guiado.	30
Figura 8 Plano en exposición	31
Figura 9 Lista de Materiales.....	32
Figura 10 Corte de placas.....	33
Figura 11 Mecanizado de piezas	34
Figura 12 Puesta a prueba: Aplicación de carga sobre el espécimen.....	35
Figura 13 Probeta soldada en posición 3G.....	37
Figura 14 Ensayo de doble guiado de probetas soldadas	38
Figura 15 Informe de inspección: Doblado guiado de probetas. Estructuras y Construcciones Metálicas.....	40
Figura 16 Informe de inspección: Doblado guiado de probetas. Tecnología de la Soldadura	41

RESUMEN

El presente trabajo de investigación describe la experiencia en la fabricación y uso didáctico de un equipo de ensayo de doblez guiado para evaluar las competencias en Construcciones Metálicas en SENATI Villa el Salvador, 2017 – 2024

La metodología aplicada tiene un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y retrospectivo, centrándose en la reconstrucción, análisis e interpretación crítica de una experiencia educativa y técnica vivida ante la necesidad de evaluar las competencias técnicas en soldadura.

El estudio detalla la problemática, la aplicación de un estándar principal para diseñar y fabricar el equipo de ensayo de doblez guiado, la aplicación didáctica para evaluar la calidad de la unión soldada.

La fabricación del equipo de ensayo de doblado guiado tuvo una mejora significativa en la formación profesional de los estudiantes, ya que, a través de las pruebas de doblado, desarrollan conciencia y aprecian la importancia de los procedimientos precisos para obtener soldaduras que no solo sean funcionales, sino también seguras y duraderas aplicando los estándares de calidad exigidos en las normas internacionales.

Como conclusión los instructores pudieron utilizar los resultados del ensayo de doblez para evaluar las competencias de los estudiantes, proporcionando retroalimentación más objetiva y basada en pruebas reales de resistencia y calidad de la soldadura contribuyendo a la mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje.

PALABRAS CLAVES

Ensayo de Doble, Competencias Técnicas.

ABSTRACT

This research paper describes the experience in the manufacture and didactic use of a guided bend test equipment to evaluate competencies in Metal Constructions at SENATI Villa el Salvador, 2017 – 2024

The methodology applied has a qualitative, descriptive and retrospective approach, focusing on the reconstruction, analysis and critical interpretation of an educational and technical experience lived in the face of the need to evaluate technical skills in welding. The study details the problem, the application of a main standard to design and manufacture the guided bend testing equipment, the didactic application to evaluate the quality of the welded joint.

The manufacture of guided bending test equipment has a significant impact on the professional training of students, since through bending tests, they develop awareness and appreciate the importance of precise procedures to obtain welds that are not only functional, but also safe and durable by applying the quality standards required in international standards.

In conclusion, the instructors were able to use the results of the bending test to evaluate the students' competencies, providing more objective feedback based on real tests of resistance and quality of the weld, contributing to the improvement of the teaching-learning processes.

KEYWORDS

Fold Test, Technical Competencies.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día con el avance de la revolución tecnológica se exige que los profesionales técnicos posean las competencias técnicas actualizadas para realizar tareas especializadas y mantenerse competitivos dentro del mercado laboral.

En SENATI una de las carreras profesionales que se ofertaba en 2017 era la de Mecánico de Construcciones Metálicas y Estructuras y Construcciones Metálicas, donde los estudiantes aprenden a realizar tareas de estructuras metálicas, calderería, lectura e interpretación de planos, preparar juntas para realizar uniones soldadas, etc. Respecto a los cuales era necesario evaluar los logros de aprendizaje, para garantizar la seguridad y fiabilidad estructural y de obtener un desempeño eficiente que contribuya al éxito profesional.

1.1. Marco contextual del estudio

El presente trabajo de sistematización de experiencias se llevó a cabo en el contexto del aprendizaje práctico y experimental donde los estudiantes realizan tareas específicas relacionadas a la fabricación de estructuras metálicas, siendo importante la evaluación de la calidad de la unión soldada y de que sus trabajos se sometían a una prueba destructiva para evitar soldaduras defectuosas que comprometían a la integridad estructural.

Teniendo en cuenta estos tres elementos clave (aplicación práctica, evaluación de la calidad de la unión soldada y prueba destructiva), era necesario desarrollar un proceso formativo riguroso para que el estudiante adquiriera las habilidades y la disciplina que le permiten estar a la altura de la competencia garantizando su trabajo de la más alta calidad y seguridad y lograr satisfacer las exigencias del mercado laboral.

Un estándar principal utilizado para la evaluación de soldaduras, especialmente en estructuras de acero es el código de soldadura estructural AWS D1.1. el cual establece los requisitos para la fabricación, montaje, inspección y calificación de soldadores y procedimientos de soldadura. Todo esto se centra para el desarrollo de competencias técnicas a través de la práctica operativa.

1.2. Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se presenta los siguientes antecedentes:

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Rodríguez, J., Pérez, L., & Gómez, M. (2021). *“Diseño y construcción de un dispositivo para ensayo de doblado guiado en procesos de soldadura SMAW”*. Llevado a cabo en Colombia. Este estudio se enfoca en crear una herramienta funcional que permita evaluar la ductilidad y sanidad de las uniones soldadas con este proceso en un contexto particular. Entre sus resultados destaca que el dispositivo construido es capaz de realizar la prueba de doblado guiado de manera efectiva, precisa y segura, siguiendo los estándares internacionales aplicables a este ensayo (ej. AWS B4.0, ASTM E190). Se concluye que el diseño propuesto es viable y la construcción del dispositivo se realizó con éxito, cumpliendo con los parámetros y especificaciones establecidos en la fase de diseño, validando que el equipo es estructuralmente sólido y funcional.

Quinga Balladares, E, & Real Reinoso, C. O. (2024). *“Diseño y construcción de un sistema semiautomático para el accionamiento de una prensa hidráulica a fin de realizar ensayos de doblado en juntas soldadas”*. Facultad de Mecánica, Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. El estudio busca

mejorar la eficiencia, precisión y repetibilidad de los ensayos de doblez guiado en soldadura mediante la incorporación de un grado de automatización en el control de la prensa hidráulica. Como resultado sería que el sistema semiautomático mejora la precisión y el control sobre la aplicación de la fuerza y la velocidad de doblado, en comparación con un sistema manual, traduciéndose en resultados de ensayo más consistentes y reducibles. Entre su conclusión representa un valioso aporte al campo al enfocarse no solo en la fabricación del equipo, sino en la incorporación de elementos de automatización, lo que representa un avance en la sofisticación de los equipos de ensayo disponibles para la academia y la industria.

Abad Sarango, E (2020), "*Diseño y Construcción del Sistema Mecánico para el Ensayo de Doblado Guiado en Juntas Soldadas para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica*". La Universidad Técnica de Ambato, comparte la visión de Quinga Balladares y Real Reinoso al buscar mejorar los procesos de ensayo. Mientras que el estudio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se enfoca en la automatización del accionamiento de una prensa hidráulica, el proyecto de Abad Sarango (2020) se centra en el diseño y construcción del sistema mecánico en sí, ambos convergiendo en la meta de refinar la eficiencia y precisión de los ensayos de doblado en juntas soldadas, ofreciendo valiosas herramientas tanto para la academia como para la industria.

La conclusión del proyecto es que, tras realizar varios ensayos a diferentes espesores y cumpliendo con los procedimientos de las normas ASTM E190 y AWS B4.0, los ensayos realizados muestran resultados confiables, y la propuesta elaborada ha cumplido con las exigencias del tema planteado.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Enríquez Cuti, G. R., & Minaya Mollinedo, S. D. (2024). *"Diseño y construcción de un equipo de doblado guiado en U para el taller de soldadura de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco"*. El estudio aborda el proceso completo desde la conceptualización hasta la materialización física del equipo, centrándose en: La necesidad del equipo de doblado guiado, el diseño, el proceso de fabricación y la validación funcional del equipo construido. Como resultado se desarrolla una solución tangible y funcional para mejorar la capacidad de evaluación de la calidad de la soldadura dentro de la propia institución académica. Entre sus conclusiones se demuestra la capacidad de la ingeniería para generar soluciones prácticas que impactan directamente en la mejora de la educación técnica y la investigación aplicada en el campo de la soldadura y la metalurgia.

Torres, L., & Quispe, R. (2021). *"Diseño y fabricación de un banco de pruebas para ensayos destructivos en soldadura SMAW"*, SENATI Arequipa. Este estudio aporta una perspectiva similar de cómo la innovación en la infraestructura de prueba dentro de las instituciones educativas es clave para formar profesionales altamente competentes y alineados con las demandas de la industria. Los resultados obtenidos son la mejora sustancial en la calidad de la formación técnica, la capacidad de evaluación interna y la relevancia de los egresados para el exigente mercado laboral de las construcciones metálicas. Entre las conclusiones de este estudio es:

- Mejorar la evaluación práctica de la ductilidad y sanidad de las uniones soldadas.

- Ofrecer una experiencia de aprendizaje más completa a los estudiantes de soldadura.
- Servir como una plataforma para futuras investigaciones sobre el comportamiento de las soldaduras.

Ramírez, J. (2022). *“Evaluación de las competencias técnicas en estudiantes de Soldadura bajo las normas AWS D1.1”*, ISTP “Gilda Ballivián Rosado” Lima, Perú. Este estudio busca responder a la pregunta de cuán competentes son los estudiantes de soldadura del ISTP Gilda Ballivián Rosado, en el contexto de los requisitos de calidad y desempeño de la soldadura estructural de acero según AWS D1.1. Los resultados identificaron que el uso de prácticas con simulación y normas internacionales optimiza la calificación técnica. Entre sus conclusiones ofrecen un diagnóstico integral del nivel de preparación de los estudiantes de soldadura bajo un estándar industrial de alta exigencia, sentando las bases para la toma de decisiones informadas que mejoren la calidad educativa y la empleabilidad de los futuros soldadores.

1.3. Marco teórico, definiciones conceptuales.

1.3.1. Planificación, Ejecución y Evaluación.

En el contexto de la ETP moderna, la formación profesional en Soldadura y Construcciones Metálicas se rige por un enfoque basado en competencias, donde el proceso de enseñanza-aprendizaje se estructura en tres fases fundamentales que aseguran la calidad y la empleabilidad de los egresados:

- **Planificación Curricular (Diseño):**

Implica el diseño de los módulos y unidades didácticas con base en estándares de competencia definidos por el sector productivo (ISO, AWS, ASME, etc.). Esta fase

determina qué competencias específicas (por ejemplo, soldar una junta según AWS D1.1) deben ser adquiridas.

Según Tuckett (1998), la planificación debe ser flexible y responder a las necesidades del mercado laboral, garantizando la pertinencia de la formación.

- **Ejecución Didáctica (Desarrollo):**

Se centra en la aplicación de metodologías activas y el uso de equipos y talleres que simulan el entorno industrial. La experiencia de fabricación y uso didáctico del equipo de ensayo de doblez guiado se enmarca directamente en esta fase, pues proporciona un entorno real de trabajo para la aplicación y perfeccionamiento de las habilidades de soldadura.

Autores como Bowman (1966), citado previamente, y Lave y Wenger (1991) (Teoría de la Práctica Situada), enfatizan que el aprendizaje técnico es más efectivo cuando ocurre en el contexto de la práctica auténtica.

- **Evaluación de Competencias (Verificación):**

Es la etapa crucial donde se verifica si el estudiante puede desempeñar las tareas a los niveles de calidad y seguridad exigidos por la industria. En Construcciones Metálicas, esta evaluación se realiza mediante pruebas prácticas que incluyen Ensayos Destructivos como el Ensayo de Doblez Guiado.

El equipo de doblez guiado se convierte en una herramienta de evaluación objetiva, pues permite medir directamente la ductilidad y la calidad de la unión soldada de las probetas ejecutadas por el estudiante.

Según CEDEFOP y Billett (2011), la evaluación debe ser integral, auténtica y transparente, utilizando instrumentos y criterios (como los del código AWS D1.1) que reflejen los estándares reales del trabajo.

Este enfoque asegura que los profesionales formados no solo tengan conocimientos teóricos, sino que también posean las destrezas prácticas validadas por la industria, lo cual es la finalidad principal de la formación en SENATI.

1.3.2. La soldadura

La soldadura es un proceso que involucra la unión de dos o más piezas de metal (como acero, aluminio, hierro o cobre) mediante la aplicación de calor extremo, lo que provoca la fusión de los metales en el punto de unión. Existen diferentes procesos de soldadura utilizados para unir materiales, principalmente metales, mediante fusión, presión o una combinación de ambos. (American Welding Society, 2015). Se clasifican en categorías como son la soldadura por fusión (Soldadura por Arco Eléctrico – SMAW, Soldadura por Arco de Metal con Gas – GMAW, Soldadura por Tungsteno de Gas - GTAW o TIG, Soldadura por Arco sumergido – SAW, Soldadura por Rayo Láser); la soldadura en estado sólido (Soldadura por Fricción, Soldadura por Resistencia, Soldadura por Ultrasonido, Soldadura por Explosión); la soldadura de resistencia (Soldadura por Puntos de Resistencia, Soldadura por Costura, Soldadura por Recalcado) y otros procesos como la Soldadura por Gas; la Soldadura por Difusión; la Soldadura Exotérmica. La elección del proceso de soldadura depende de diversos factores, como el tipo de material, la geometría de la pieza, la calidad requerida y los recursos disponibles.

Para la elaboración de esta experiencia en la fabricación y uso didáctico de un equipo de ensayo de doblez guiado nos centraremos en la categoría soldadura por arco eléctrico SMAW, siendo un proceso versátil y ampliamente utilizado y con ello se recoge los resultados de aplicar el ensayo destructivo mediante este equipo.

1.3.3. Control de calidad de la soldadura

El control de calidad de la soldadura es un proceso crucial para asegurar la integridad y seguridad de las estructuras metálicas. Implica evaluar la calidad de las uniones soldadas, garantizando que cumplan con los estándares y especificaciones técnicas requeridas. Este control se realiza a través de diversos métodos, tanto destructivos como no destructivos, para detectar defectos y garantizar la fiabilidad de las soldaduras. (American Welding Society, 2015).

Asimismo abarca varios aspectos como son la inspección visual, los ensayos no destructivos (END), el control de parámetros de soldadura, la verificación de materiales, la calificación de soldadores, la documentación mediante registros detallados de los procesos de soldadura y las pruebas mecánicas que para esta experiencia mediante el uso del equipo de ensayo de doblez guiado evaluamos la capacidad de resistencia de la unión soldada, la deformación plástica antes de la fractura así como la identificación de discontinuidades o defectos en el material.

1.3.4. Tipos de ensayos aplicados en la soldadura

Los tipos de ensayos en soldadura se dividen en dos categorías principales: ensayos no destructivos (END) y ensayos destructivos. Los END se utilizan para evaluar la calidad de una soldadura sin dañarla, mientras que los destructivos, como los ensayos de tracción o flexión, sí la deterioran.

Ensayos No Destructivos (END):

- **Inspección Visual:** Se realiza a simple vista o con herramientas de medición para evaluar la apariencia de la soldadura, incluyendo dimensiones, forma, color y presencia de defectos.

- Líquidos Penetrantes: Se aplica un líquido que se infiltra en grietas o defectos superficiales, luego se observa con luz UV para identificar las imperfecciones.
- Partículas Magnéticas: Se utilizan para detectar discontinuidades en materiales ferrosos, magnetizando la pieza y aplicando partículas magnéticas que se concentran en las imperfecciones.
- Ultrasonido: Utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para detectar defectos internos como porosidad, grietas o inclusiones.
- Radiografía: Se utiliza radiación X o rayos gamma para visualizar el interior de la soldadura, detectando defectos como inclusiones o grietas.
- Inspección de Corrientes Eddy: Se usa para detectar defectos superficiales o cercanos a la superficie en materiales conductores.
- Inspección por Emisión Acústica: Detecta ondas acústicas generadas por la propagación de fracturas en la soldadura.
- Inspección por Ondas Guiadas: Utiliza ondas sonoras guiadas para inspeccionar soldaduras en tuberías y otros componentes.
- Prueba de Fuga: Se utiliza para detectar fugas en soldaduras en tuberías y recipientes a presión

Ensayos Destructivos:

- Pruebas de tracción: Consisten en estirar la soldadura hasta que se rompe, permitiendo evaluar la resistencia a la tensión y otras propiedades como la ductilidad.
- Pruebas de charpy: Se utilizan para determinar la resistencia de la soldadura, siendo la prueba una de las más relevantes.

- Pruebas de dureza: Evalúan la capacidad de la soldadura para resistir la penetración de un objeto, midiendo la resistencia a la rayadura.
- Pruebas de doble impacto: Permiten analizar el comportamiento de la soldadura cuando se le aplica una carga de doblado.
- Pruebas de rotura: Consisten en romper la soldadura de filete para identificar discontinuidades como falta de fusión o porosidad.
- Micro/macrografía: Permiten analizar la estructura y la composición de la soldadura a nivel microscópico, detectando defectos o características de la soldadura

1.3.5. Ensayo de doblez guiado

El ensayo de doblez guiado (también conocido como prueba de doblado guiado o ensayo de flexión) es una prueba destructiva que se utiliza para evaluar la ductilidad y la resistencia de una unión soldada, o de un material en general. Se realiza doblando una muestra de material, normalmente una soldadura, en una forma específica, generalmente en forma de U o a 180 grados. (American Welding Society, 2015).

Propósito:

- Determinar la ductilidad de la unión soldada o del material.
- Identificar posibles defectos en la soldadura, como grietas o inclusiones.
- Evaluar la calidad del procedimiento de soldadura.
- Verificar la adherencia de recubrimientos en superficies.

Aplicaciones:

- La prueba de doblado guiado se utiliza en diversas industrias, incluyendo la construcción, la manufactura de piezas metálicas y la producción de automóviles.
- Se utiliza para evaluar la calidad de las soldaduras en estructuras metálicas, tuberías y otros componentes.

Componentes: El equipo típicamente incluye:

- **Probeta:**

Es una muestra de material rectangular o de forma específica, según el tipo de ensayo y el estándar aplicable (e.g., ASTM E290).

- **Sistema de soporte:**

Puede consistir en dos rodillos o una plataforma que sostiene la probeta en una posición fija, permitiendo el doblado en un rango específico.

- **Punzón o émbolo:**

Es el elemento que aplica la fuerza de doblado sobre la probeta, generalmente con una forma específica para generar un doblado controlado.

- **Sistema de medición:**

Puede incluir dispositivos para medir la fuerza aplicada, la deformación o la distancia de doblado, según el tipo de ensayo y el objetivo.

Tipos de ensayo de doblado guiado:

- **Doblado Transversal de Cara:** La probeta se dobla de tal manera que la superficie de la cara de la soldadura se convierte en la superficie convexa de la probeta doblada.

- Doble Transversal de Raíz: La probeta se dobla de tal manera que la superficie de la raíz de la soldadura se convierte en la superficie convexa de la probeta doblada.
- Doble Lateral: La probeta se dobla a lo largo del eje de la soldadura

Interpretación de resultados:

- La ausencia de grietas o defectos después del doblado indica que la unión soldada o el material tienen una buena ductilidad.
- La presencia de grietas o defectos indica que la unión soldada o el material pueden tener deficiencias en su calidad.

Normas y estándares:

- ASTM E190: Estándar para pruebas de doblez guiado para determinar la ductilidad de las soldaduras.
- AWS D1.1: Código estructural de soldadura.
- ASME Sección IX: Código de soldadura y fusión.

Estas normas especifican la forma de la muestra, el tipo de matriz a utilizar, y los criterios para evaluar los resultados.

1.3.6. Proceso del ensayo de doblez guiado

Consiste en doblar una probeta de material, con la soldadura o zona de interés en el centro, a un ángulo específico, generalmente 180 grados, y verificar la presencia de grietas o defectos. El proceso detallado es el siguiente:

- **Preparación de la probeta:**

Se prepara una probeta con la soldadura o zona de interés en el centro, siguiendo las dimensiones y especificaciones de la norma aplicable (por ejemplo, ASTM E190, ASTM E290).

- **Posicionamiento de la probeta:**

La probeta se coloca en un dispositivo de doblado, donde se asegura que la soldadura o zona de interés se ubique correctamente en el área de doblado.

- **Aplicación de la fuerza:**

Se aplica una fuerza a la probeta, generalmente con un punzón o rodillo, para doblarla a un ángulo específico.

- **Inspección:**

Tras doblar la probeta, se inspecciona visualmente para detectar la presencia de grietas, fisuras, o cualquier otro defecto que pueda indicar una falta de calidad en la soldadura o material.

- **Evaluación:**

Los resultados se evalúan según la norma aplicable y se comparan con los criterios de aceptación establecidos.

1.3.7. Carrera de Construcciones Metálicas.

La carrera de Construcciones Metálicas es un programa de formación profesional que tiene como objetivo principal formar a los estudiantes para desempeñarse eficazmente en la industria metal mecánica, específicamente en la fabricación, el montaje, la instalación y el mantenimiento de estructuras y productos metálicos (Billett, 2011). Estos programas abarcan un amplio espectro de conocimientos y habilidades, desde la interpretación de planos y el cálculo estructural hasta la aplicación de técnicas de soldadura avanzadas y el control de calidad (UNESCO)

Su finalidad es formar profesionales altamente calificados y competentes que puedan satisfacer las demandas del sector industrial (Bowman, 1966). Esto

implica proporcionar a los estudiantes una sólida base teórica y práctica, así como desarrollar en ellos las habilidades necesarias para adaptarse a los constantes avances tecnológicos y a los estándares de calidad cada vez más exigentes. Además, estos cursos buscan fomentar en los estudiantes una actitud responsable y comprometida con la seguridad laboral y el cuidado del medio ambiente (CEDEFOP)

- **Tareas que se realizan en la carrera de Construcciones Metálicas**

En el SENATI, las tareas de construcciones metálicas incluyen diseñar e interpretar planos, construir, instalar y reparar piezas metálicas. Se utiliza maquinaria, herramientas, materiales ferrosos y no ferrosos, y se aplican técnicas como soldadura, forja y tratamientos térmicos. También se enfatiza en la calidad, la seguridad y el cumplimiento de normas. Para su elaboración debe cumplir lo siguiente:

- **Diseño e Interpretación de Planos:**

Los técnicos aprenden a interpretar planos técnicos y a desarrollar sus propios planos para la fabricación de estructuras metálicas.

- **Construcción, Instalación y Reparación:**

Realizan la construcción de estructuras metálicas, incluyendo la instalación de piezas y la reparación de elementos dañados.

- **Uso de Herramientas y Máquinas:**

Manipulan diversas máquinas y herramientas para trabajar con metales, como taladros, sierras, rectificadoras y fresadoras.

- **Técnicas de Soldadura:**

Dominan diferentes tipos de soldadura, como la oxiacetilénica y la al arco eléctrico, para unir piezas metálicas.

- **Control de Calidad:**

Realizan pruebas de control de calidad para garantizar la durabilidad y resistencia de las estructuras metálicas.

- **Normas de Seguridad:**

Cumplen con las normas de seguridad industrial para protegerse a sí mismos y a otros trabajadores en el entorno laboral.

- **Tipos de Estructuras:**

Trabajan con diversos tipos de estructuras metálicas, como puentes, edificios, tanques y embarcaciones.


- **Aplicaciones:**

Podrán trabajar en talleres de estructuras metálicas, fábricas, astilleros, empresas minero-metalúrgicas y otras industrias.

Figura 1

Contenido Curricular. Tarea N.º 02: Ensayo de Doble. Módulo Formativo

Control de Calidad de Uniones Soldadas.

Estructuras y Construcciones Metálicas				
 HOJA DE PROGRAMACIÓN PROGRAMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL				
Fam. Ocupacional: METALMECÁNICA Módulo Formativo: CONTROL DE CALIDAD DE UNIONES SOLDADAS Semestre: VI Carrera: ESTRUCTURAS Y CONSTRUCCIONES METÁLICAS Módulo Ocupacional: TÉCNICO EN CONSTRUCCIONES METÁLICAS Objetivo General: El participante estará en condiciones de realizar el control de calidad en uniones soldadas, según exigencias de normas específicas.				
CONTENIDOS DE APRENDIZAJE				
SEMANA	PROYECTOS TAREAS DE APRENDIZAJE	OPERACIONES	CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS	CONOCIMIENTOS COMPLEMENTARIOS
09	TAREA N°01: Inspección visual	<ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar soldadura según API 1104 Aplicar criterios de aceptación según API 1104 Inspeccionar soldadura según ASME IX Aplicar criterios de aceptación según ASME IX 	<ul style="list-style-type: none"> El inspector de soldadura. Conocimientos y habilidad visual con y/o sin lentes correctores. Instrumentos de medición. Tipos Tipos de discontinuidades en la inspección visual. Códigos y normas para la inspección visual. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección Visual: AWS B1.1 ISO: 17637 – 2017 API 1104 ASME IX
10	TAREA N°02: Ensayo de doblez	<ul style="list-style-type: none"> Preparar probeta para ensayo de doblez Doblar probeta Aplicar criterios de aceptación según API 1104 Aplicar criterios de aceptación según ASME IX 	<ul style="list-style-type: none"> Dibujos y esquemas de ubicación de las probetas para ensayo de doblez. Tipos de ensayos de doblez: cara, raíz, lado y longitudinal. Códigos y normas para el ensayo de doblez. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección mecánica: <ul style="list-style-type: none"> - Tracción - Doblado - Nick break (API 1104) - Barrido de dureza Ensayo de dobles: API 1104 ASME IX
11	TAREA N°03: Ensayo de muesca	<ul style="list-style-type: none"> Preparar probeta para ensayo de muesca Romper probeta 	<ul style="list-style-type: none"> Ojos de pescado. Definición. Longitud mínima de la probeta. 	<ul style="list-style-type: none"> Ensayo Destructivo (DT) – ISO: 9017 2018 Ensayo de muesca: API 1104

Nota. Hoja de programación, Carrera Profesional Estructuras y Construcciones Metálicas (p.2), por SENATI, 2021

Figura 2

Contenido Curricular. Tarea N.º 05: Ensayo de DobleZ. Módulo Formativo

Introducción a las Certificaciones en Soldadura y Ensayos NDT Y DT.

<p style="text-align: center;">Procesos Tecnológicos de Soldadura</p> <p style="text-align: center;">HOJA DE PROGRAMACIÓN</p> <p style="text-align: center;">PROGRAMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL</p>			
<p style="text-align: center;">SENATI</p>		<p style="text-align: center;">SENATI</p>	
<p>Escuela: METALMECÁNICA</p> <p>Carrera: PROCESOS TECNOLÓGICOS DE SOLDADURA</p> <p>Objetivo General: El participante estará en condiciones de conocer e interpretar los procesos de certificación de Soldaduras, Ensayos no Destructivos (NDT) y Ensayos Destructivos (DT) procedimientos y equipos adecuados, verificando la calidad del trabajo efectuado y considerando aspectos de SHI y ambiental.</p>	<p>Módulo Formativo: INTRODUCCIÓN A LAS CERTIFICACIONES EN SOLDADURA Y ENSAYOS NDT Y DT</p> <p>Módulo Ocupacional: TÉCNICO EN CONTROL Y CALIFICACIÓN DE SOLDADURAS</p>	<p>Semestre: VI</p>	
SEMANA	PROYECTOS TAREAS DE APRENDIZAJE	OPERACIONES	CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS
		CONTENIDOS DE APRENDIZAJE	
		CONOCIMIENTOS COMPLEMENTARIOS	
12	<p>TAREA N°04: Realiza prueba de Ultrasonido</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la exploración de una soldadura utilizando un palpador de equipo ultrasonido Evaluar la soldadura de acuerdo con requisitos de la norma 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo de criterios de aceptación/rechazo Principio del método de ultrasonido Aplicaciones, ventajas y limitaciones Propagación de ondas ultrasónicas Frecuencia de uso Tipos de onda Tipos de barrido Escalas del instrumento Palpadores: tipos y partes Manejo de criterios de aceptación/rechazo
13	<p>TAREA N°05: Realiza prueba de doblez guiado</p>	<ul style="list-style-type: none"> Prepara la probeta para ensayo de doblez Realiza el ensayo de doblez de una probeta Evalúa la zona de doblez de acuerdo con los criterios de aceptación de las normas ASME IX y API 1104 	<ul style="list-style-type: none"> Comportamiento de las ondas ultrasónicas en superficies, límites y contornos Calibración del equipo Código ANSI/AWS D1.1 Norma API 1104 Norma ASTM E164
			<ul style="list-style-type: none"> Inspección mecánica Ensayo de doblez: API 1104 Norma AWS D1.1: Soldadura Estructural Norma AWS B4.0 Norma ASTM E-190-92 Norma ASME IX
			<ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de Inspección y Normas para ensayos de doblez Dibujos y esquemas de ubicación de las probetas para ensayo de doblez. Tipos de ensayos de doblez: cara, raíz, lado y longitudinal Principio del método de doblez Dureza y ductilidad Dimensiones de probetas para el doblez Manejo de criterios de aceptación/rechazo

Nota. Hoja de programación, Carrera Procesos Tecnológicos de Soldadura (p.4), por SENATI, 2021

Figura 3

Lista de tareas: Estructuras y Construcciones Metálicas. Contenido Curricular.

Seminario de Habilidades Prácticas

SEMINARIO DE HABILIDADES PRÁCTICAS LISTA DE TAREAS RECOMENDADAS				
ESCUELA: Metalmecánica				
CARRERA: Estructuras y Construcciones Metálicas				
SEMESTRE: VI				
ÍTEM	MAT-CUR	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TAREA
1	MECD-604	CONSTRUCCIONES METÁLICAS	HT-01	Interpretar planos ortogonales e isométricos de tuberías
2	MECD-604	CONSTRUCCIONES METÁLICAS	HT-02	Realizar el trazado y desarrollo de tuberías
3	MECD-604	CONSTRUCCIONES METÁLICAS	HT-03	Realizar el prefabricado de tuberías
4	MECD-604	CONSTRUCCIONES METÁLICAS	HT-04	Realizar el montaje de tuberías
5	MCCU-226	CONTROL DE CALIDAD DE UNIONES SOLDADAS	HT-01	Inspección visual
6	MCCU-226	CONTROL DE CALIDAD DE UNIONES SOLDADAS	HT-02	Ensayo de dobléz
7	MCCU-226	CONTROL DE CALIDAD DE UNIONES SOLDADAS	HT-03	Ensayo de muesca
8	MCCU-226	CONTROL DE CALIDAD DE UNIONES SOLDADAS	HT-04	Ensayo de líquidos penetrantes

Nota. Lista de tareas recomendadas, semestre VI, en la Carrera Profesional Estructuras y Construcciones Metálicas (p.7), por SENATI, 2021

Figura 4

Lista de tareas: Procesos Tecnológicos de Soldadura. Contenido Curricular.

Seminario de Habilidades Prácticas

SEMINARIO DE HABILIDADES PRÁCTICAS LISTA DE TAREAS RECOMENDADAS				
ESCUELA: Metalmecánica				
CARRERA: Procesos Tecnológicos de Soldadura				
SEMESTRE: VI				
ÍTEM	MAT-CUR	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	TAREA
1	MPTD-606	PROCESOS AUTOMATIZADOS DE CORTE Y SOLDADURA	HT-01	Reconocer la estructura y función de un sistema robot
2	MPTD-606	PROCESOS AUTOMATIZADOS DE CORTE Y SOLDADURA	HT-02	Realizar programación offline de un brazo robot
3	MPTD-606	PROCESOS AUTOMATIZADOS DE CORTE Y SOLDADURA	HT-03	Realizar la puesta en servicio de un brazo robot
4	MPTD-606	PROCESOS AUTOMATIZADOS DE CORTE Y SOLDADURA	HT-04	Crear, modificar y ejecutar movimientos programados de un brazo robot
5	MPTD-606	PROCESOS AUTOMATIZADOS DE CORTE Y SOLDADURA	HT-05	Programar y ejecutar la simulación del corte de una plancha
6	MPTD-606	PROCESOS AUTOMATIZADOS DE CORTE Y SOLDADURA	HT-06	Programar y ejecutar la unión por soldadura de una plancha
7	MPTD-607	INTRODUCCIÓN A LA CERTIFICACIONES EN SOLDADURA Y ENSAYOS NDT Y DT	HT-02	Realiza el proceso de Inspección Visual de uniones soldadas
8	MPTD-607	INTRODUCCIÓN A LA CERTIFICACIONES EN SOLDADURA Y ENSAYOS NDT Y DT	HT-03	Realiza el proceso inspección por Tintes Penetrantes
9	MPTD-607	INTRODUCCIÓN A LA CERTIFICACIONES EN SOLDADURA Y ENSAYOS NDT Y DT	HT-04	Realiza prueba de Ultrasonido
10	MPTD-607	INTRODUCCIÓN A LA CERTIFICACIONES EN SOLDADURA Y ENSAYOS NDT Y DT	HT-05	Realiza prueba de doblaje guiado

Nota. Lista de tareas recomendadas, semestre VI, en la carrera Profesional Procesos Tecnológicos de Soldadura (p.9), por SENATI, 2021

1.4. Planteamiento del problema

La presente experiencia educativa se desarrolló en SENATI, CFP Villa el Salvador en los años 2017 – 2024, donde se ofrecía la Carrera Profesional de Mecánica de Construcciones Metálicas mediante el programa de Aprendizaje Dual y el de Calificación de Trabajadores en Servicio C.T.S . En estos programas se desarrollaba el módulo de Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido IV - V cuyas tareas se ejecutaban en los talleres de proceso SMAW.

Para la evaluación de las competencias técnicas de calidad de la unión soldada mediante la aplicación de un ensayo destructivo (pruebas de doblez guiado) no existía el equipo para aplicar el procedimiento estandarizado. Para tratar de lograr el objetivo, se optaba empíricamente utilizando herramientas básicas como un martillo y una prensa (tornillo de banco). Los resultados que se esperaban no eran los adecuados, había una doblez irregular que no permitía verificar los defectos, la deformación inconsistente llevaba a fallos prematuros que no reflejaban la calidad real de la unión soldada, asimismo era muy difícil lograr alcanzar el ángulo de doblez requerido.

Teniendo en cuenta esta problemática se reúne un equipo de docentes con las autoridades pertinentes para analizar el problema y propiciar su pronta solución. Debido al alto costo del equipo en el mercado de toma la decisión de fabricarlo. Se elabora el proyecto tomando en cuenta los requisitos de diseño y fabricación del código estructural AWS D1.1 y se presenta al jefe del CFP Villa el Salvador para la autorización correspondiente. Luego del cual se procede a fabricarlo.

La fabricación y uso didáctico del equipo de ensayo de doblez guiado tuvo un resultado significativo y positivo en la formación profesional técnica de los

estudiantes, ya que a través de la realización de pruebas destructivas adquirieron una comprensión más profunda de los estándares de calidad exigidos en la fabricación de estructuras metálicas. Asimismo, los instructores lograron evaluar las competencias técnicas de los estudiantes utilizando los resultados de la prueba del ensayo de doblez guiado. Esto contribuyó a una mejora en la calidad de los procesos de enseñanza aprendizaje y evaluación dentro del programa de Aprendizaje Dual y CTS en la especialidad de Construcciones Metálicas.

1.5. Justificación del estudio

El proyecto se justifica por la importancia de aplicar una visión más exigente y comprometida con la excelencia en el desarrollo práctico de la enseñanza aprendizaje, evaluación y certificación de las competencias técnicas de un soldador aportando reflexión teórica, conocimiento y habilidades y destrezas para obtener resultados óptimos.

Es pertinente porque permitió mejorar el proceso de evaluación y el control de la calidad de la soldadura lo cual contribuye a que el estudiante tome conciencia de las exigencias de calidad en el desempeño práctico proporcionando una verificación objetiva de la integridad y ductilidad de las uniones soldadas, facilitando la identificación de defectos internos que no son visibles a simple vista.

Los conocimientos aportados y aplicados son relevantes porque permite la prosperidad del estudiante en fortalecer sus competencias técnicas y reconociendo que la oportunidad laboral alcanza un nivel de desempeño alineado con los estándares de calidad exigidos a nivel nacional e internacional. Así mismo contribuye a que otros centros de formación profesional generen experiencias

replicables para elevar el nivel técnico institucional consolidando una cultura de calidad en los procesos de enseñanza- aprendizaje en el área de soldadura.

1.6. Pregunta de investigación.

Dado los resultados, el problema de investigación se expresa en la siguiente pregunta;

¿Cómo se llevó a cabo la fabricación y uso didáctico de un equipo de ensayo de doblez guiado para evaluar las competencias en construcciones metálicas en SENATI Villa el Salvador, 2017-2024?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Describir de manera detallada y sistemática la experiencia del diseño, fabricación, validación y aplicación didáctica de un equipo de ensayo de doblez guiado, con el fin de mejorar la evaluación de las competencias técnicas de los estudiantes del programa de Construcciones Metálicas del CFP SENATI – Villa El Salvador, durante el periodo 2017–2024.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar el contexto institucional, académico y técnico en el que surgió la necesidad de fabricar y poner en uso el equipo de ensayo de doblez guiado para evaluar las competencias de los estudiantes de construcciones metálicas en SENATI Villa el Salvador, 2017-2024.
- Describir el proceso de diseño y fabricación de un equipo de ensayo de doblez guiado para evaluar las competencias de los estudiantes de construcciones metálicas en SENATI Villa el Salvador, 2017-2024.

- Detallar el proceso de aplicación didáctica del equipo de ensayo de doblez guiado según los estándares de calificación del código AWS D1.1
- Evaluar el desempeño de los estudiantes en la ejecución del ensayo de doblez guiado, identificando el nivel de desarrollo de sus competencias técnicas y la eficacia del equipo didáctico en el proceso de aprendizaje en el SENATI Villa el Salvador durante el periodo 2017–2024.
- Identificar las lecciones aprendidas en la fabricación y uso didáctico de un equipo de ensayo de doblez guiado desde el desarrollo técnico hasta la mejora en la formación profesional de los estudiantes de construcciones metálicas en SENATI Villa el Salvador, 2017-2024.

III. DESARROLLO DEL ESTUDIO

3.1. Método, técnicas e instrumentos de análisis de la experiencia

La presente investigación responde a un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y retrospectivo. Se centra en la reconstrucción, análisis e interpretación crítica de una experiencia educativa y técnica vivida en los años 2017 - 2024 en el Centro de Formación Profesional SENATI - Villa El Salvador.

El diseño metodológico se enmarca en la sistematización de experiencias, entendida como un proceso ordenado de reconstrucción y reflexión crítica sobre una práctica significativa, en este caso, la fabricación de un equipo de ensayo de doblez guiado como herramienta para evaluar competencias técnicas en soldadura.

Se recurrió tanto a fuentes de información directas como secundarias. La principal fuente directa fue el propio investigador, cuya participación en la experiencia constituyó un insumo fundamental. Entre las fuentes secundarias, se

incluyen documentos institucionales tales como informes, registros, manuales técnicos y fotografías del proceso, así como bibliografía especializada compuesta por normas AWS, libros técnicos y artículos científicos sobre soldadura, evaluación por competencias y diseño de equipos.

❖ **Técnicas e instrumentos de recolección y análisis**

La recolección y el análisis de datos se llevarán a cabo mediante el análisis documental, que implicó la revisión y clasificación de registros, informes y materiales gráficos del proceso, y la bitácora reflexiva del investigador, que permitió reconstruir y reflexionar sobre la experiencia vivida. La información se organizó y categorizó utilizando una matriz de sistematización.

El procedimiento seguido constó de las siguientes fases:

- a) Recuperación del proceso vivido a través de la recolección de información de documentos, fotos y la memoria del investigador.
- b) Recuperación de la experiencia propia - ordenamiento y reconstrucción del proceso de fabricación del equipo, tanto cronológica como temáticamente
- c) Reflexión crítica sobre los logros, dificultades, aprendizajes y aportes pedagógicos/técnicos.
- d) Sistematización de las conclusiones y lecciones aprendidas para facilitar la réplica o mejora de la experiencia.
- e) Socialización del informe (opcional), para su difusión en espacios académicos o institucionales.

❖ **Consideraciones éticas**

El estudio, de carácter descriptivo retrospectivo, se fundamentó en la propia experiencia del investigador y en el análisis de documentos técnicos y

administrativos relacionados con el proceso vivido. Por esta razón no se realizaron las encuestas, entrevistas ni intervenciones con personas, por lo que no implicó riesgos físicos, psicológicos ni morales para seres humanos o animales.

Además, se respetó la confidencialidad de los documentos utilizados y se garantiza el uso ético de la información, citando debidamente las fuentes bibliográficas y respetando la autoría de los materiales institucionales o académicos.

3.2. Descripción de la experiencia

3.2.1. Necesidad de fabricar y poner en uso el equipo de ensayo de doblez

❖ Situación problemática

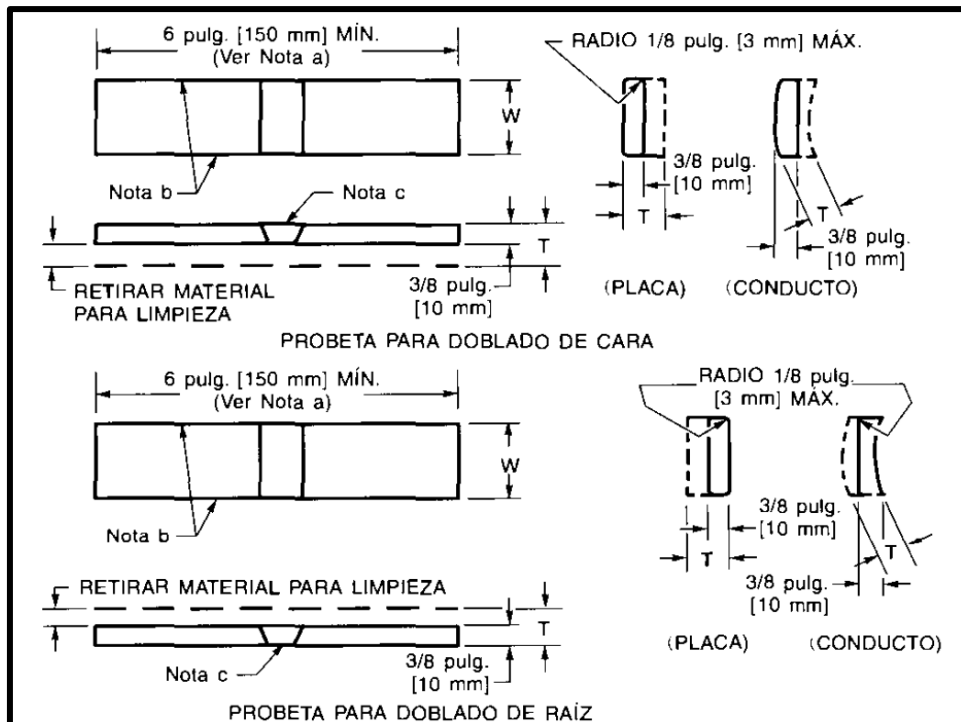
Desde el año 2012 hasta el año 2017 en SENATI, CFP Villa el Salvador, se ofrecía la Carrera Profesional de Mecánica de Construcciones Metálicas mediante el programa de Aprendizaje Dual y el programa de Calificación de Trabajadores en Servicio C.T.S. En estos programas se desarrollaba un Plan Específico de aprendizaje P.E.A en el Seminario de Complementación Práctica permitiendo a los estudiantes del V semestre (módulo de Soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido IV) y del VI semestre (módulo de Soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido V) realizar tareas de soldadura a tope en V en posición vertical ascendente y sobre cabeza y soldadura en filete en posición vertical ascendente y posición sobre cabeza. Estas tareas se ejecutaban en los talleres de proceso SMAW, pero cuando se requería evaluar las competencias técnicas de calidad de la unión soldada mediante un ensayo destructivo (pruebas de tracción, de Charpy, de dureza, de doblez guiado) no existía el equipo para aplicar el procedimiento estandarizado.

Para lograr el objetivo, se optaba por realizar empíricamente el ensayo de doblado guiado. Para ello, se utilizaba herramientas básicas como un martillo y una prensa (tornillo de banco) realizando lo siguiente:

- Después de haber realizado los procedimientos de soldeo en sus probetas, se ejecutaba una limpieza mecánica con una picota y una escobilla de metal eliminando las escorias y salpicaduras de la soldadura. En algunos casos utilizan una amoladora con escobilla de acero circular.
- Posteriormente se esmerila al ras de la superficie del nivel de las placas soldadas y según el procedimiento del código de soldadura estructural AWS D1.1, se cortaba con las siguientes dimensiones (ficha técnica: 3/8" de espesor x 01" de ancho x 08" de largo).
- A continuación, se procedía a la sujeción de la placa soldada (aproximadamente 1" en la longitud) en el tornillo de banco, luego, utilizando un martillo de 2.5 lbs. se golpeaba el lado voladizo del espécimen para doblar la probeta en aprox. 140°.
- Finalmente se liberaba la probeta del tornillo de banco y se procede a observar las discontinuidades presentes en la soldadura del metal base, verificando la cara y la raíz de la probeta soldada.

Figura 5

Dimensiones de la probeta para el ensayo de doblado de cara y raíz.



Nota. Adaptada del CÓDIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL DEL ACERO (p.167), por AWS D1.1/D1.1 M, 2020, 24 edición

- **Iniciativa para solucionar el problema**

Ante esta situación, se reúne el equipo de docentes con las autoridades pertinentes para analizar el problema y propiciar su pronta solución, teniendo en cuenta que en el mercado industrial no existían estos equipos por su alto costo de fabricación y más aún su demanda era baja concluyendo por tanto que se tenía que fabricar. A continuación, se elabora el proyecto y se presenta al jefe del CFP Villa el Salvador para la autorización correspondiente y así llevar a cabo la fabricación de un equipo para ensayo de doblado guiado y de esta manera contrarrestar el

problema presentado en la evaluación de competencias técnicas de la calidad de las uniones y juntas soldadas en los diversos procesos de soldadura.

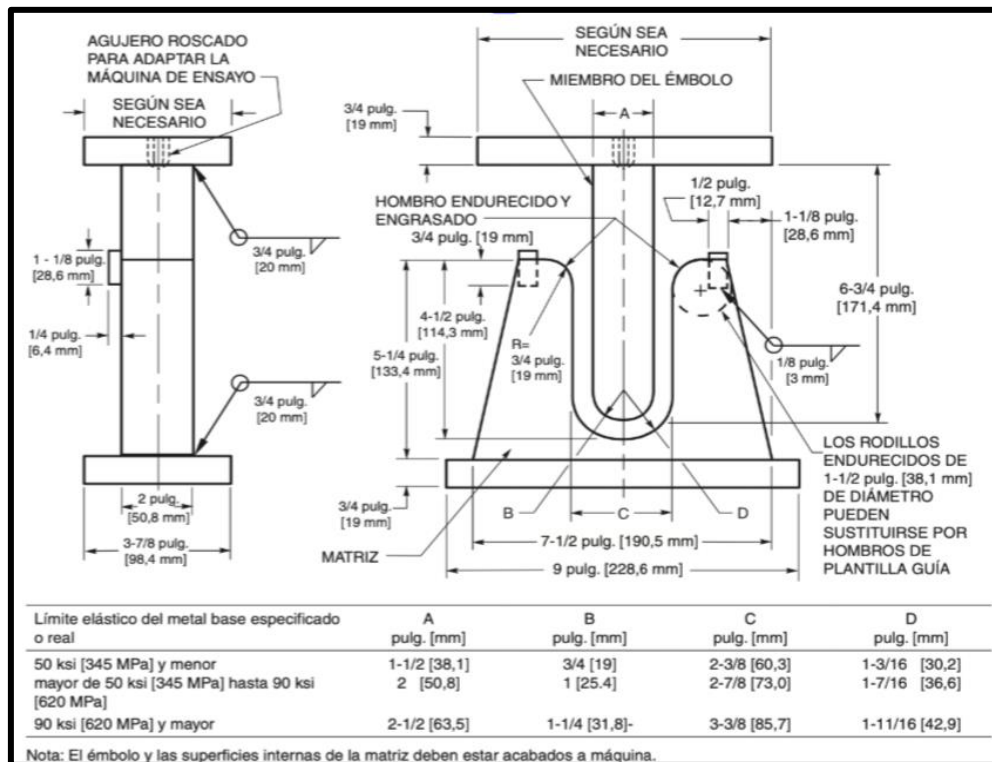
Habiendo logrado los permisos correspondientes se presentó un informe técnico con las tareas, procesos de fabricación y sus cronogramas de actividades.

3.2.2. Diseño y fabricación del equipo de ensayo de doblez guiado

La fabricación del equipo involucró la aplicación del código de soldadura estructural del acero AWS D1.1, la selección de materiales de alta resistencia con un sistema guiado y de soporte para garantizar la doblez uniforme y que cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia en su uso. Esto se llevó a cabo en las instalaciones del área de soldadura con la participación de los instructores de la especialidad y tres estudiantes del V semestre del área de máquinas herramientas.

Figura 6

Plantilla guía para ensayo de doblado guiado.



Nota. Adaptada del CÓDIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL DEL ACERO (p.170), por AWS D1.1/D1.1 M, 2020, 24 edición

Pasos para el diseño y fabricación de un equipo de ensayo de doblez guiado

El proceso de fabricación un equipo de ensayo de doblez guiado siguió una serie de etapas lógicas, desde la investigación inicial hasta la verificación final. La finalidad es aplicar una prueba de doblez en sus probetas para evaluar las competencias técnicas de la calidad de las uniones soldadas.

Paso 1: Investigación y diseño conceptual

Se tomó en cuenta lo siguiente:

- Definición de Requisitos: se investigó los estándares internacionales en soldadura para determinar las especificaciones de la probeta, el radio del mandril y los requisitos de la fuerza de doblez. Mediante el código de la AWS D1.1 nos proporciona las dimensiones y la capacidad de carga necesarias para el diseño.
- Selección de Materiales: se eligió el acero de alta resistencia ya que para la fabricación de su estructura principal y el mandril debían soportar la alta presión y fuerza requerida para doblar las muestras
- Se consideró la ergonomía y la seguridad al doblar la probeta.
- Bosquejo Inicial: se realizó un boceto con software CAD para visualizar la estructura del equipo, incluyendo la base, el mandril de doblez y el mecanismo de aplicación de fuerza.

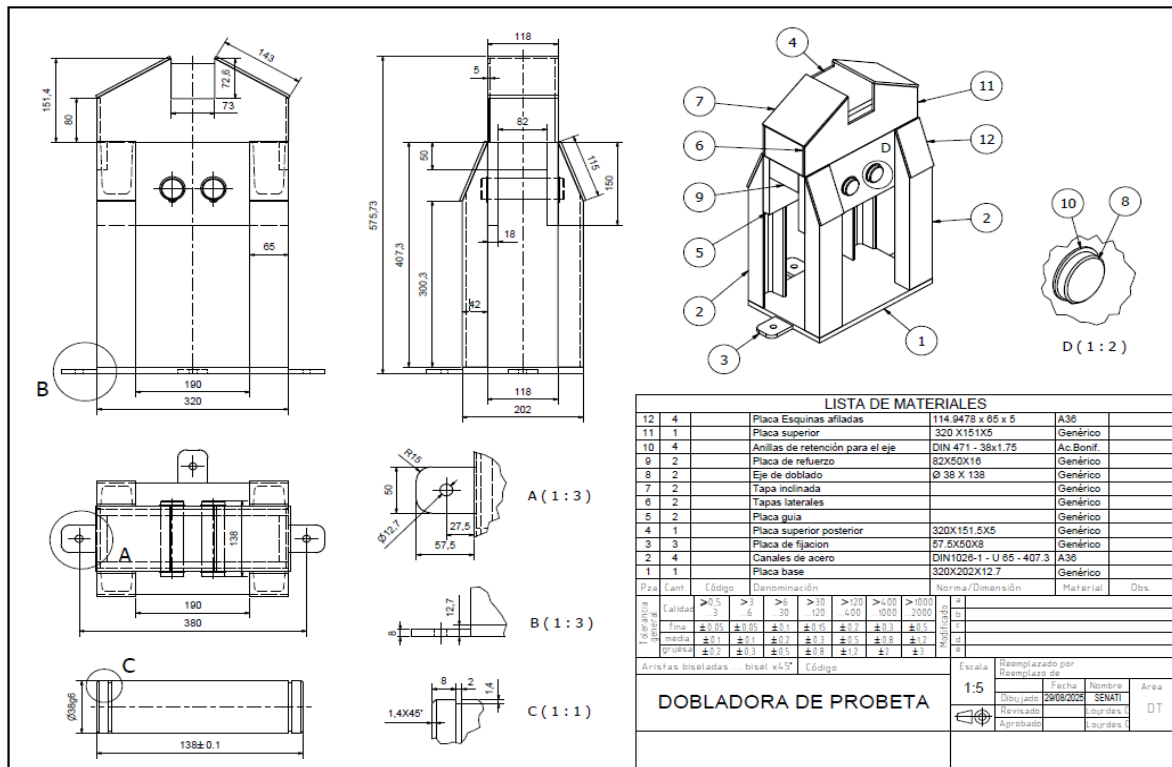
Paso 2: Diseño detallado y planificación de la fabricación

Teniendo los conocimientos previos de fabricación, se detalla los planos y se planifica el trabajo.

- Se dibujo de manera detallada cada componente (base, mandril, pistón, etc.) con sus dimensiones, tolerancias, especificaciones de material y tipo de unión (soldadura, pernos).
- Planos Técnicos: se utilizó el programa CAD Inventor aplicando las normas y especificaciones técnicas.

Figura 7

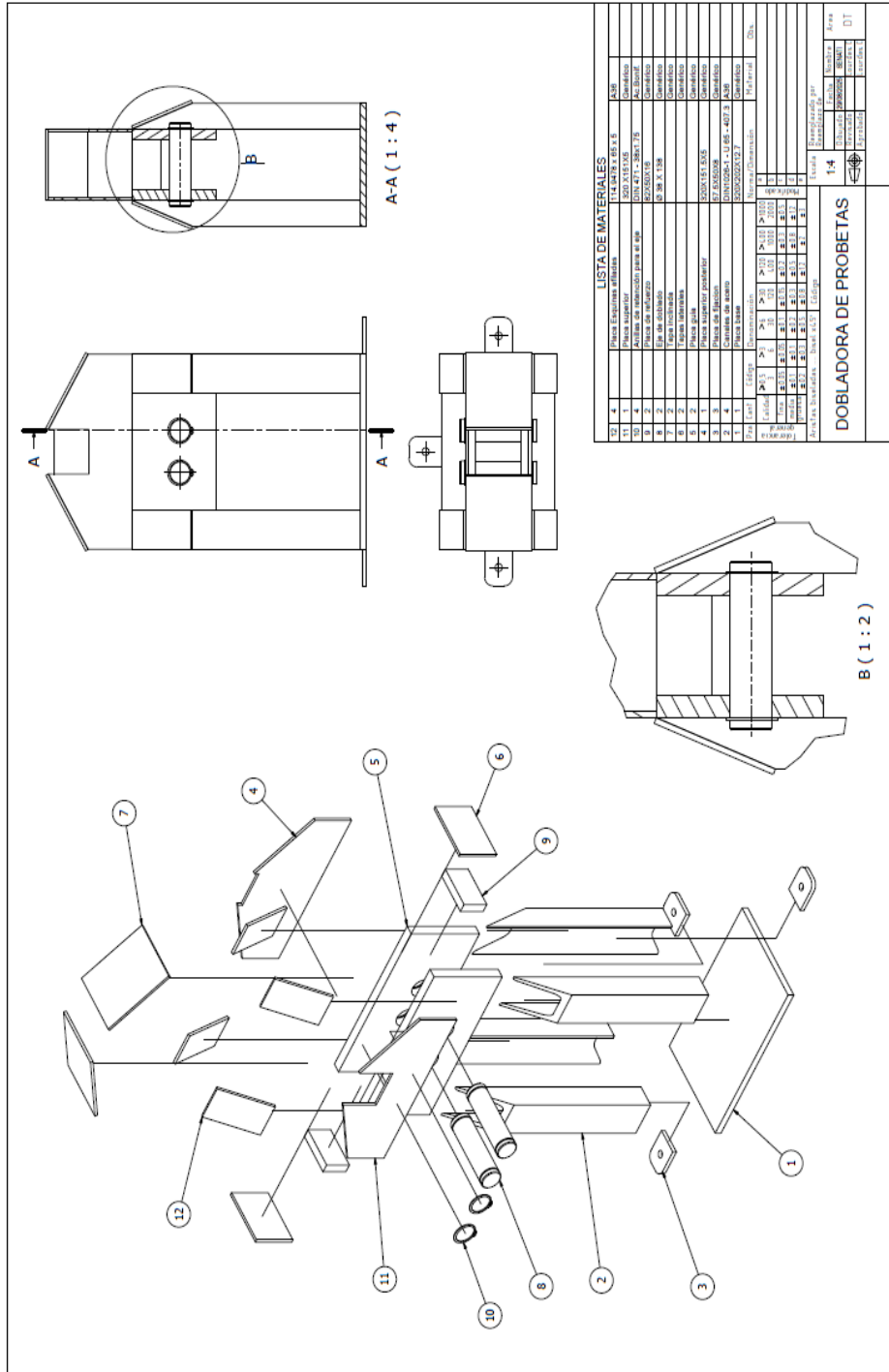
Diseño del plano del equipo de ensayo de doblé guiado.



Nota. Elaboración propia del diseño adaptado de la plantilla guía del CÓDIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL DEL ACERO (p.170), por AWS D1.1/D1.1 M, 2020, 24 edición

Figura 8

Plano en exposición



Nota. Elaboración propia. Despiece señalizando las partes del equipo de ensayo de doblez guiado

- Lista de Materiales: se elaboró una lista completa de todos los materiales perfiles metálicos, componentes hidráulicos o mecánicos, consumibles, etc.

Figura 9

Lista de Materiales.

LISTA DE MATERIALES											
Pza	Cant.	Código	Denominación	Norma/Dimensión	Material	Obs.					
12	4		Placa Esquinas afiladas	114.9478 x 65 x 5	A36						
11	1		Placa superior	320 X151X5	Genérico						
10	4		Anillas de retención para el eje	DIN 471 - 38x1.75	Ac.Bonif.						
9	2		Placa de refuerzo	82X50X16	Genérico						
8	2		Eje de doblado	Ø 38 X 138	Genérico						
7	2		Tapa inclinada		Genérico						
6	2		Tapas laterales		Genérico						
5	2		Placa guia		Genérico						
4	1		Placa superior posterior	320X151.5X5	Genérico						
3	3		Placa de fijacion	57.5X50X8	Genérico						
2	4		Canales de acero	DIN1026-1 - U 65 - 407.3	A36						
1	1		Placa base	320X202X12.7	Genérico						
Tolerancia general	Calidad	>0.5	>3	>6	>30	>120	>400	>1000	Modificado	a	
		...3	...6	...30	...120	...400	...1000	...2000		b	
		±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5		c	
		±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2		d	
		±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3		e	

Nota. Elaboración propia tomadas del diseño del plano del equipo de ensayo de doblez guiado

- Secuencia de Fabricación: se planificó el orden de las operaciones, que piezas requerían mecanizado y que piezas requerían soldarse o unirse mediante pernos. Asimismo, se planifico el día y la hora para utilizar el área de soldadura.

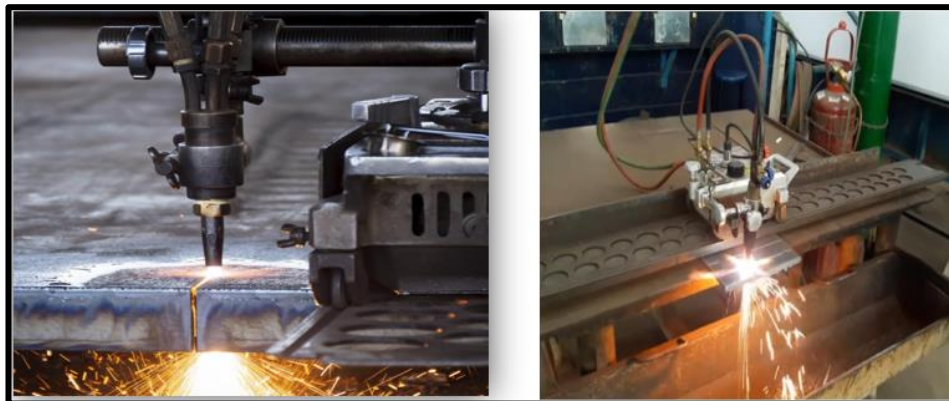
Paso 3: Fabricación de componentes y ensamblaje

Esta es la etapa práctica donde se toma en cuenta el diseño para su fabricación.

- Corte y Preparación de Materiales: se cortó los perfiles metálicos y las placas a las dimensiones especificadas del plano, esto era para asegurarse de que los bordes estén limpios y preparados para la soldadura si era necesario.

Figura 10

Corte de placas

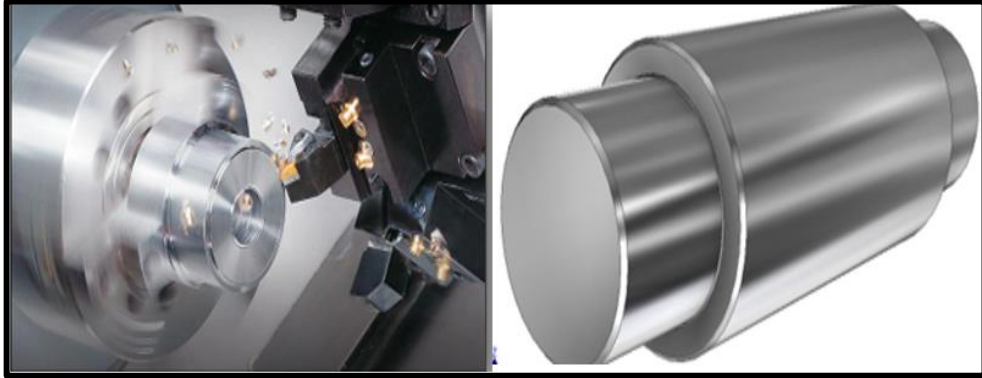


Nota. Elaboración propia tomadas en el área de oxicorte del taller de Construcciones Metálicas del CFP Villa el Salvador, 2017

- Mecanizado: Se utilizó el torno para la fabricación de los rodillos, el punzón y la matriz.

Figura 11

Mecanizado de piezas



Nota. Elaboración propia tomadas en el taller de Maquinas Herramientas del CFP Villa el Salvador, 2017

- Soldadura y Ensamblaje: la estructura se une mediante soldadura asimismo se utilizaron pernos para el montaje del punzón y la matriz.
- Integración del Sistema de Fuerza: se instaló el sistema de aplicación de fuerza mediante un gato hidráulico, asegurando su alineamiento y su sujeción firme.

Paso 4: Pruebas y Verificación

Una vez que se había fabricado el equipo se realiza la correspondiente prueba y verificación.

Figura 12

Puesta a prueba: Aplicación de carga sobre el espécimen



Nota. Elaboración propia. Se visualiza el espécimen doblado dentro del equipo de ensayo de doblez guiado. Superficie de cara o raíz doblada por medio del punzón.

- Prueba de Carga Estática: se aplicó una carga gradual para verificar que el equipo no se deforme bajo presión asegurando que la estructura sea lo suficientemente robusta.
- Pruebas con Probetas de Soldadura: se utilizó el equipo doblando probetas de prueba. Aquí es donde posteriormente se evaluaba la calidad de las uniones soldadas y se comparaba con los resultados de los estándares de aceptación de la industria.
- Ajustes Finales: Basándonos en los resultados de las pruebas se realizó los ajustes necesarios para optimizar el rendimiento y la seguridad del equipo.
- Documentación: se documentó el proceso de fabricación desde el diseño hasta los resultados de las pruebas siendo importante para futuras mejoras y para su uso en un entorno didáctico.

3.2.3. Proceso de aplicación didáctica del equipo de ensayo de doblez

La integración de un equipo de ensayo de doblez en el entorno educativo fue más allá de una prueba de materiales ya que fue un proceso pedagógico diseñado para fortalecer las habilidades técnicas y de pensamiento crítico de los estudiantes. Para fomentar la reflexión y la responsabilidad propia y compartida se tomó en cuenta diversas formas de evaluación, como son las siguientes:

Autoevaluación:

- **Mecanismo:** El estudiante analiza su probeta fallada tras el ensayo de doblez e identifica el tipo de defecto que causó la fractura (porosidad, falta de fusión, etc.). Esta observación tangible y objetiva de la falla se convierte en una autoevaluación inmediata de la calidad de su trabajo.
- **Logro:** Esta práctica permite al estudiante tomar conciencia de su progreso individual, responsabilizarse de su actividad y desarrollar su capacidad de autodirección, reforzando los conceptos teóricos de ductilidad y resistencia al correlacionar el defecto con la falla mecánica.

Coevaluación:

- **Mecanismo:** Se fomenta que los estudiantes utilicen los resultados objetivos del ensayo (presencia o ausencia de grietas y defectos visibles) para evaluar el trabajo de sus pares.
- **Logro:** Esta evaluación colaborativa desarrolla en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico y colaboración, ya que deben justificar sus juicios de aceptación o rechazo basándose en los criterios del código AWS D1.1 y el resultado objetivo de la prueba.

Para ello el proceso de aplicación didáctica comenzaba realizando lo siguiente:

- a) El estudiante debía preparar el tipo de junta siguiendo un estándar específico de la AWS D1.1, esto implicaba la identificación del material, del electrodo, el ajuste de parámetros, la limpieza una vez soldada la probeta, el corte del espécimen con sus dimensiones requeridas, el acabado y su correspondiente inspección visual.

Figura 13

Probeta soldada en posición 3G.



Nota. Elaboración propia. Imagen tomada de preparación y soldeo de una probeta durante el aprendizaje práctico en el taller de Construcciones Metálicas, 2017.

- b) Con la probeta soldada, se procedía a realizar la prueba de doblez utilizando el equipo de ensayo de doblez guiado. Aquí el estudiante realizaba el montaje de la probeta, se le enseñaba sobre la importancia de la alineación y el ajuste correcto para obtener resultados válidos y consistentes. Asimismo, se les guiaba utilizando el mecanismo para aplicar gradualmente

la fuerza de flexión y que observe como el metal se deformaba y reaccionaba. Si la probeta fallaba presentando fracturas no pasaba la prueba.


Figura 14

Ensayo de dobléz guiado de probetas soldadas


4. Normas Aplicables

- ✓ AWS D1.1 – Ensayos de dobléz en soldadura estructural.
- ✓ ISO 5173 – Ensayo de doblado en materiales metálicos soldados.
- ✓ ASME Sección IX – Procedimientos para calificación de soldadores.


1er PASO: DESBASTAR EL CORDON DE SOLDADURA




2DO PASO: MARCAR LA ZONA DE DONDE VA A DOBLAR




3ER PASO: ALISTAR LA PRENSA PARA LA PRUEBA




4TO PASO: COLOCAR LA PROBETA DENTRO DE LA PRENSA PARA LA PRUEBA DE DOBLEZ




5TO PASO: EMPEZAR A DOBLAR LA PROBETA PARA VER SI PASA LA PRUEBA



6TO PASO: VERIFICACION SI PASO LA PRUEBA DE DOBLEZ LA PROBETA



7MO PASO: VERIFICAR SI TIENE GRIETAS LA PROBETA Y SI PASA LA PRUEBA O NO



Nota. Elaboración propia. Imagen tomada sobre el uso y aplicación del equipo de ensayo de dobléz guiado durante el aprendizaje practico en el taller de Construcciones Metálicas, 2017.

- c) El análisis de resultados y retroalimentación fue una de las etapas más importantes del proceso didáctico ya que los estudiantes analizan la probeta fallada e identifican el tipo de defecto que causaba la fractura. Esta correlación entre el defecto y la falla en el ensayo era fundamental para su comprensión, se facilitaba la discusión y reflexión sobre los resultados fomentando el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Asimismo, se adquiría una comprensión profunda sobre la importancia de la calidad de las uniones soldadas y los estándares exigidos en la industria metalmeccánica. En la retroalimentación se realizaban procedimientos precisos para obtener soldaduras que no solo sean funcionales, sino también seguras y duraderas
- d) Los instructores, por su parte, pudieron utilizar los resultados del ensayo de doblez guiado como una herramienta adicional para evaluar las competencias técnicas basada en pruebas reales de resistencia y calidad de la soldadura. Esto contribuyó a una mejora en la calidad de los procesos de enseñanza y evaluación dentro del programa de Aprendizaje Dual y CTS en la especialidad de Construcciones Metálicas.

Figura 15

Informe de inspección: Doblado guiado de probetas. Estructuras y Construcciones Metálicas

		INFORME DE INSPECCIÓN DOBLADO GUIADO DE PROBETAS REG-00969-END-100-01		N° Informe	IQT-2025-03-1
				Página	1 de 1
				Fecha	14/05/2025
CURSO		: SENATI - SEMINARIO III Estructuras y Construcciones Metálicas			
SOLDADOR		: Jose Emerson Yovera Inga			
PROYECTO		: ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO			
1.0.-Antecedentes Generales:					
Especificación Metal Base		Elemento Ensayado		Proceso de Soldadura	
ASTM A-36		Plancha		SMAW 1G	
Diametro/Espesor		Procedimiento de Soldadura		Norma de Interpretación	
10 mm.		WPS-SMAW-2025-001		AWS D1.1	
2.0.- Ensayo de Doblado					
Posición Soldadura	POSICIÓN	Resultado del Test			
1G	Cara	Cumple según norma, no presenta defectos.			
	Raiz				
	Lado				
	-----	-----			
Posición Soldadura	LATERAL	Resultado del Test			
1G	Cara	Cumple según norma, no presenta defectos.			
	Raiz				
	Lado				
	-----	-----			
3.0.- Ensayo de Quiebre					
Posición Soldadura	Doblado Cara	Resultado del Test			
-----	-----	-----			
4.0.- Resultado Según Norma AWS D1.1					
CONFORME <input checked="" type="checkbox"/>		NO CONFORME <input type="checkbox"/>			
5.0.- Observaciones					
La probeta de la soldador Keity Jopia se encuentra aprobada según . Este documento en ningún momento reemplaza a una calificación de procedimiento ya que es solo una prueba de dobles lateral para calificar según el WPS-SMAW-TAM-AWS-2019-A-36-12					
6.0.- Firmas					
Proceso	Inspector		Aprobado		
Firma					
Nombre	Eduardo Llerena López		Eduardo Llerena López		
Nivel	NIVEL II		NIVEL II		
Fecha	14 de mayo de 2025		15/05/2025		

Nota. Elaboración propia. Imagen de formato llenado por los estudiantes durante el aprendizaje practico en el taller de Construcciones Metálicas, 2017.

Figura 16

Informe de inspección: Doblado guiado de probetas. Tecnología de la Soldadura

		INFORME DE INSPECCIÓN DOBLADO GUIADO DE PROBETAS REG-00969-END-100-01		Nº Informe	IQT-2025-03-1
				Página	1 de 1
				Fecha	23/03/2025
CURSO	: SENATI - SEMINARIO III TECN DE LAS SOLDADURAS				
SOLDADOR	: GAMBOA MARTINEZ EVERSON ALEX				
PROYECTO	: ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO				
1.0.-Antecedentes Generales:					
Especificación Metal Base		Elemento Ensayado		Proceso de Soldadura	
ASTM A-36		Plancha		SMAW 1G	
Diametro/Espesor		Procedimiento de Soldadura		Norma de Interpretación	
10 mm.		WPS-SMAW-2025-001		AWS D1.1	
2.0.- Ensayo de Doblado					
Posición Soldadura	POSICIÓN				
1G	Cara	Cumple según norma, no presenta defectos.			
	Raiz				
	Lado				
	-----	-----			
Posición Soldadura	LATERAL	Resultado del Test			
1G	Cara	Cumple según norma, no presenta defectos.			
	Raiz				
	Lado				
	-----	-----			
3.0.- Ensayo de Quiebre					
Posición Soldadura	Doblado Cara	Resultado del Test			
4.0.- Resultado Según Norma AWS D1.1					
CONFORME <input checked="" type="checkbox"/>		NO CONFORME <input type="checkbox"/>			
5.0.- Observaciones					
La probeta de la soldador Keity Jopia se encuentra aprobada según . Este documento en ningún momento reemplaza a una calificación de procedimiento ya que es solo una prueba de dobles lateral para calificar según el WPS-SMAW-TAM-AWS-2019-A-36-12					
6.0.- Firmas					
Proceso	Inspector		Aprobado		
Firma					
Nombre	Eduardo Llerena López		Eduardo Llerena López		
Nivel	NIVEL II		NIVEL II		
Fecha	23 de marzo de 2025		23 de marzo de 2025		

Nota. Elaboración propia. Formato de inspección llenado por los estudiantes durante el aprendizaje practico en el taller de Construcciones Metálicas, 2017.

3.3. Resultados de la experiencia

Los estudiantes lograron aprender de manera práctica: La resistencia de los materiales y evaluar la calidad de la soldadura.

Pudieron identificar y comprender los defectos bajo los criterios de aceptación y rechazo del código AWS D1.1.

Permitió corregir errores y entender la importancia crítica de seguir los Procedimientos de Soldadura (WPS) de manera precisa para mejorar la calidad de la unión soldada.

El logro de evaluar las competencias técnicas en soldadura: La experiencia de fabricar y utilizar un equipo de ensayo de doblez guiado tuvo una mejora significativa en los estudiantes ya que a través de una prueba destructiva en sus probetas soldadas lograron aplicar conocimientos teóricos en la resistencia de los materiales y la integridad de la soldadura, identificaron los defectos bajo criterios de aceptación y rechazo, corrigieron errores entendiendo la importancia de seguir procedimientos de soldadura de manera precisa. Todo ello por mejorar la calidad de la unión soldada permitiéndole al instructor evaluar con éxito las competencias técnicas.

Mayor calificación y certificación: Un gran número de estudiantes y egresados se calificaron con éxito, obteniendo las certificaciones necesarias para la inserción en el mercado laboral. Esto valida la efectividad de la fabricación y uso didáctico del equipo como herramienta de evaluación.

Oportunidades Internacionales: Un grupo de egresados ha logrado trabajar en el extranjero. Esto resalta que la formación profesional técnica recibida en SENATI Villa el Salvador que no solo cumple con los estándares locales, sino

que también es competitiva a nivel global, cumpliendo con los altos estándares de calidad en soldadura de otros países.

3.4. Aspectos que facilitaron y dificultaron llevar a cabo la experiencia.

3.4.1. Aspectos que facilitaron la experiencia

Colaboración y gestión: La iniciativa de un equipo de docentes que se reunió con las autoridades de SENATI para analizar el problema y proponer una solución.

Autorización del proyecto: La obtención de los permisos necesarios por parte del jefe del CFP Villa el Salvador para llevar a cabo el diseño y la fabricación del equipo.

Planificación técnica: La elaboración de un informe técnico detallado que incluía las tareas, los procesos de fabricación y los cronogramas de actividades, lo cual sirvió como una guía clara para la ejecución del proyecto.

Disponibilidad de recursos humanos y técnicos: La participación de instructores de la especialidad y estudiantes, y la realización del proyecto en las propias instalaciones del área de soldadura.

Resultados: El uso del equipo fabricado permitió a los instructores evaluar el desempeño de los estudiantes de manera más objetiva y a su vez, los estudiantes obtuvieron una comprensión más profunda de los estándares de calidad de las uniones soldadas, lo que finalmente les facilitó su inserción laboral.

3.4.2. Aspectos que dificultaron la experiencia

Falta de equipo estandarizado: La principal dificultad fue la ausencia de un equipo de ensayo de doblez guiado en el taller del área de soldadura de SENATI Villa el Salvador para evaluar la calidad de las uniones soldadas. Se propuso y

gestionó el diseño y la fabricación interna del equipo (auto fabricación) para aprovechar las capacidades y recursos técnicos existentes en SENATI, en lugar de intentar la compra externa.

Alto costo y baja demanda en el mercado: No se podía adquirir el equipo comercialmente debido a su elevado costo de fabricación y a la poca demanda que existía. Se tomó la decisión estratégica de fabricar el equipo internamente para sortear el elevado costo de adquisición de un equipo comercial, sustentado por la autorización de la jefatura del CFP. Villa el Salvador.

Métodos empíricos e ineficientes: Como consecuencia de la falta de equipo, se optó por un método empírico e impreciso, utilizando herramientas básicas como un martillo y una prensa, lo que no permitía una evaluación estandarizada de las competencias técnicas de los estudiantes. Se eliminó el método empírico (martillo y prensa) mediante la aplicación del código estructural AWS D1.1 para el diseño del equipo. Esto estandarizó la prueba y permitió una evaluación objetiva y precisa de las competencias técnicas de los estudiantes.

3.5. Lecciones aprendidas y aportes de la experiencia

3.5.1. Lecciones aprendidas

En la fabricación y uso didáctico del equipo de ensayo de doblez guiado, se identificaron valiosas lecciones que abarca el desarrollo técnico del proceso; mejorando capacidades y competencias en la formación profesional de los estudiantes.

❖ Lecciones Aprendidas por Fases del Proyecto:

En la fase de diseño: La planificación técnica detallada fue crucial para alcanzar el objetivo. Se asimiló la necesidad de definir rigurosamente la selección

de materiales de alta calidad y la precisión dimensional para asegurar que el equipo cumpla con los estándares del código AWS D1.1 que garantizó durabilidad y seguridad.

En la fase de fabricación: Se confirmó que la precisión dimensional rigurosa en la construcción de los componentes (punzón, matriz y rodillos) fue vital en la fabricación del equipo y se obtuvo resultados de prueba consistentes y confiables. Se priorizó la seguridad, incorporando un sistema de protección para evitar que los estudiantes se expongan a partes móviles o a la proyección de fragmentos durante la prueba.

En la fase de uso didáctico: El ensayo de doblado guiado permitió la comprensión teórica de las propiedades de los materiales al permitir a los estudiantes ver en tiempo real cómo la soldadura y el metal base se comportan bajo tensión, reforzando conceptos teóricos de ductilidad y resistencia. La retroalimentación inmediata se volvió objetiva y tangible, ya que la probeta fallida enseñó de manera contundente la importancia de la precisión y la técnica correcta, facilitando la comprensión de los defectos y fallas en la soldadura.

❖ **Aprendizajes Holísticos (Gestión, Integración, Participación, Actitudes y Valores):**

Innovación y Gestión: La experiencia demostró que la innovación como respuesta a la necesidad es una solución viable para satisfacer necesidades educativas y técnicas. Ante la falta de equipos estandarizados en el mercado y su alto costo, se logró superar este problema con la fabricación propia.

Trabajo en Equipo e Integración: La importancia del trabajo en equipo y la colaboración entre docentes, estudiantes y autoridades fue clave para ejecutar el

proyecto con éxito. Esto favoreció la integración, incrementó la motivación y creatividad, desarrolló habilidades sociales y generó pertenencia hacia la institución.

3.5.2. Aportes de la experiencia

Mejora en la calidad de enseñanza y evaluación: El uso del equipo de ensayo de doblez guiado elevó el nivel de la formación profesional, permitiendo a los instructores realizar evaluaciones objetivas y a los estudiantes obtener una comprensión más profunda de los estándares de calidad de las uniones soldadas.

Desarrollo de competencias integrales: Además de las habilidades técnicas, el proyecto fomentó el desarrollo de competencias blandas como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la gestión de proyectos, enriqueciendo la formación integral de los participantes.

Mejores oportunidades laborales: La experiencia contribuyó directamente a que los estudiantes y egresados pudieran obtener certificaciones y acceder a mejores oportunidades laborales, validando su formación profesional técnica a nivel internacional.

Reconocimiento institucional: La fabricación y uso didáctico del equipo consolidó el prestigio de la institución, demostrando la capacidad del personal para resolver un problema técnico y de evaluación de manera autónoma y eficiente.

En consecuencia, un equipo de ensayo de doblez guiado en la educación técnica va más allá de una simple prueba. Es una herramienta que vincula la teoría con la práctica, fomenta la conciencia sobre la seguridad y la precisión, y proporciona una retroalimentación invaluable que mejora directamente las

habilidades y competencias de los estudiantes en el campo de las construcciones metálicas.

IV. CONCLUSIONES

En SENATI, Villa El Salvador, la falta de un método estandarizado para evaluar la calidad de las soldaduras justificó la fabricación del equipo de ensayo de doblez guiado, superando así los métodos empíricos e ineficaces y cerrando una brecha crítica con las exigencias del mercado laboral.

La aplicación didáctica del equipo revolucionó la evaluación al proporcionar una retroalimentación inmediata y tangible a los estudiantes al realizar el ensayo de doblez guiado en su probeta, lo que facilitó la comprensión de sus errores y la mejora de su técnica.

El proyecto mejoró positivamente la formación de los estudiantes al elevar sus competencias y prepararlos para los procesos de certificación laboral, lo que se reflejó en un mayor número de certificaciones e inserción de egresados, consolidando el prestigio de la institución.

La experiencia demostró que es posible aportar significativamente en el equipamiento técnico especializado de la institución al movilizar capacidades internas (talento y recursos existentes), resolviendo el problema del alto costo y la baja disponibilidad comercial del equipo.

La implementación exitosa de este tipo de proyectos requiere una planificación técnica detallada y la colaboración activa entre el equipo docente, los estudiantes y las autoridades, demostrando que la integración

de estos actores es fundamental para la ejecución de proyectos de innovación interna.

El desarrollo del equipo, más allá de la ganancia técnica, fomentó aprendizajes holísticos, consolidando la importancia del trabajo en equipo, la participación, y el desarrollo de actitudes y valores esenciales para el futuro desempeño profesional de los estudiantes en la industria.

V. RECOMENDACIONES

- **Recomendaciones para Docentes e Instructores**

Replicar el modelo de innovación didáctica: Se recomienda la fabricación de equipos didácticos internos como solución a la falta de herramientas, viéndolo como un fin pedagógico que fomenta la resolución de problemas.

Profundizar en la integración de estándares industriales: Es crucial que la enseñanza se enmarque en estándares industriales. Se sugiere usar códigos como AWS D1.1 y ASME Sección IX como currículo para guiar la práctica.

Fomentar el desarrollo de habilidades blandas: Los instructores deben fomentar el desarrollo de habilidades blandas, como el trabajo en equipo, la comunicación y la planificación, al estructurar las actividades del taller.

- **Recomendaciones para Directivos y Gerencia de SENATI**

Institucionalizar los proyectos de innovación interna: Crear un programa formal para financiar la fabricación interna de equipos, aprovechando el talento del personal para fortalecer la cultura de innovación. Consolidando la implementación

de los equipos de ensayo de doblez guiado en las diferentes sedes a nivel nacional; logrando su aplicación en forma presida.

Crear un repositorio digital de proyectos: Desarrollar una plataforma centralizada para compartir planos y lecciones aprendidas, facilitando la replicación de proyectos.

Promover la experiencia a nivel externo: Difundir este caso de estudio en foros externos para consolidar el prestigio de SENATI como una institución de vanguardia.

- **Recomendaciones para Investigadores y Futuras Investigaciones**

Mejoras en el Desempeño Estudiantil: Explorar la influencia del uso de pruebas objetivas (como el ensayo de doblez guiado) en las competencias técnicas y su relación con el éxito laboral de los egresados.

Trayectoria y Calidad Profesional: Analizar el desempeño profesional de los egresados que pasaron por esta experiencia y su aporte a la calidad de las uniones soldadas en la industria.

Viabilidad Económica: Investigar la relación costo-beneficio de la fabricación interna de equipos por parte del personal de la institución en comparación con la adquisición externa, para orientar futuras inversiones en equipamiento didáctico.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad Sarango, E (2020), "Diseño y Construcción del Sistema Mecánico para el Ensayo de Doblado Guiado en Juntas Soldadas para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica".

American Society of Mechanical Engineers. (s.f.). *ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section IX*. Recuperado de <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/bpvc-section-ix-welding-brazing-fusing-qualifications>.

American Welding Society. (2020). *AWS D1.1/D1.1M:2020 Structural Welding Code - Steel*. American Welding Society.

ASTM International. (s.f.). *ASTM E190: Guided Bend Test for Ductility of Welds*. Recuperado de <https://infinitalab.com/astm/guided-bend-test-for-ductility-of-welds-astm-e190/>.

ASTM International. (s.f.). *ASTM E290: Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility*. Recuperado de <https://www.appliedtesting.com/standards/astm-e290-bend-testing-of-material-for-ductility>.

Billett, S. (2011). *Vocational education: Purposes, traditions and prospects*. Springer Science & Business Media.

Bowman, M. J. (1966). The human investment in education. En C. A. Anderson & M. J. Bowman (Eds.), *Education and Economic Development*. Aldine Press.

CEDEFOP. (2017). *The changing nature and role of vocational education and training in Europe. Volume 1: Conceptions of vocational education and training: an analytical framework*. Publications Office of the European Union.

Enríquez Cuti, G. R., & Minaya Mollinedo, S. D. (2024). *Diseño y construcción de un equipo de doblado guiado en U para el taller de soldadura de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. (Trabajo de Investigación). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Quinga Balladares, E., & Real Reinoso, C. O. (2024). *Diseño y construcción de un sistema semiautomático para el accionamiento de una prensa hidráulica a fin de realizar ensayos de doblado en juntas soldadas*. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Ramírez, J. (2022). *Evaluación de las competencias técnicas en estudiantes de Soldadura bajo las normas AWS D1.1*. (Tesis de Grado). ISTP “Gilda Ballivián Rosado”, Lima, Perú.

Rodríguez, J., Pérez, L., & Gómez, M. (2021). *Diseño y construcción de un dispositivo para ensayo de doblado guiado en procesos de soldadura SMAW*. (Trabajo de Investigación). Colombia.

Torres, L., & Quispe, R. (2021). *Diseño y fabricación de un banco de pruebas para ensayos destructivos en soldadura SMAW*. (Tesis de Grado). SENATI Arequipa, Perú.