

<b>ISU</b> CENTRAL TÉCNICO <small>INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO</small>		<small>VERSIÓN: 1.0 ELAB: 20/04/2023 A.MB: 23/07/2023</small>
<b>SUSTANTIVO</b> <b>FORMATO</b> <small>Código: FOR DO11 10</small>	<b>MACROPROCESO:</b> 01 DOCENCIA <b>PROCESO:</b> 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	Página 1 de 32
<b>PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>		



## PERFIL DE PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Quito – Ecuador, febrero del 2024

**PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

**Tema de Proyecto de Investigación: Análisis de las deformaciones en función de los espesores para tubería de cobre**

**Apellidos y nombres del/los estudiantes:**

**Morales Pinto Jorge Noe**

**Intriago Moreno Enrique Guillermo**

**Carrera: Tecnología en Mecánica Industrial**

**Fecha de presentación:**

Quito, 28 de febrero del 2024



Firma del Director del Trabajo de Investigación

CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO		ELAB: 20/04/2018, ULRFV: 23/5/2023
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.D031.10	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Página 3 de 32

## 1.- Tema de investigación

### Análisis de las deformaciones en función de los espesores para tubería de cobre

## 2.- Problema de investigación

La realización de este proyecto es un aporte importante para la formación profesional de los estudiantes ya que pueden realizar sus prácticas necesarias, y para la economía de la institución debido a que se puede producir: sillas, mesas de soporte, etc., para la utilización de los mismos estudiantes, contribuyendo así al desarrollo de toda el área que abarca el taller de soldadura de producción.

Convirtiendo a los estudiantes en sujetos productivos y desarrolladores, combinando la teoría con la práctica, por estas razones es justo implementar proyectos productivos de esta naturaleza. Con este proyecto se plantea reducir al máximo riesgos de accidentes laborales para los operarios que doblan los tubos de forma manual, ya que al hacerlo con una máquina manual y ortodoxa constantemente están expuestos a sufrir algún desgarre muscular por la fuerza que necesitan ejercer para doblar los tubos, lo que al utilizar este nuevo sistema no ocurre ya que tan solo tendrían que colocar el tubo en el bloque rotatorio y pulsar el pedal para hacer toda la tarea.

## 3.-Objetivos de la investigación

### 3.1.- Objetivo General

Analizar las deformaciones que se producen al momento de realizar el doblado de una tubería de cobre mediante ensayos y pruebas para saber hasta qué esfuerzo es capaz de doblarse sin producir deformaciones.

### 3.2.- Objetivos Específicos

- Estudiar el funcionamiento y optimización del trabajo por medio de selección de parámetros para un doblado adecuado de tubería de cobre.
- Analizar la tubería de cobre conformada en la dobladora de tubos mediante ensayos normalizados para verificar la calidad de producto terminado.



- Verificar la deformación en la tubería de cobre por medio del análisis estructural para garantizar la vida útil de la máquina.

#### 4.- Justificación

El Instituto Superior Tecnológico "Central Técnico", en su afán de responder a las exigencias de una formación profesional complementaria, mediante la vinculación de entidades internas y externas que tienen como objetivo fundamental el servicio a la comunidad acoge programas y proyectos productivos de investigación.

En la actualidad el sector industrial dispone de normas establecidas para su correcto funcionamiento, debido a que el centro de producción se orienta a alcanzar un nivel competitivo en lo referente a la realización de trabajos industriales a gran escala, siendo un ente de investigación en la parte teórica, brindando soluciones prácticas e innovadoras de nuestro entorno, por tal razón es viable la ejecución del presente proyecto ya que incrementara el progresivo avance en el desarrollo productivo e investigativo de tecnología al alcance de todos los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico "Central Técnico".

Los avances tecnológicos permiten automatizar las máquinas en procesos de producción, ya que hoy en día las empresas enfrentan varios retos por lo que toda institución debe tener presente la complementación de conocimientos prácticos para que sus profesionales puedan ser competitivos en su rama, desempeñando sus funciones en la empresa que lo requiera para optimizar los recursos y reducir los costos de producción.

Como investigador, de la Especialidad de Mecánica Industrial del Instituto Superior Tecnológico "Central Técnico", se escogió este tema de investigación porque permitirá a la comunidad estudiantil profundizar el conocimiento de la dobladora de tubo de una manera teórica, además conocer y adquirir experiencia en el manejo práctico de la misma vinculando de esta manera la teoría y la práctica, los resultados de su aplicación en los procesos de operación adecuados permitirá prolongar la vida útil y obtener ganancias a corto, mediano y largo plazo y soluciones en el sector productivo del país.

## **5.- Estado del Arte**

### **5.1. Aspectos generales del doblado de tubería.**

El doblado de tubos es muy similar al doblado de barras. En el caso de doblado de tubería la pared del tubo afecta a la distribución del esfuerzo de tracción y compresión durante el proceso de doblado. El tubo experimenta en la zona de tracción un adelgazamiento de la pared, que es la causa principal de aplastamientos y fisuras en el tubo; por lo tanto, un tubo de pared gruesa se dobla con facilidad para un radio pequeño de curvatura.

El proceso de doblado se requiere que el material posea suficiente ductilidad a fin de que pueda deformarse plásticamente sin que llegue a la rotura. Existen accesorios importantes en el proceso de doblado de tubos, el primero se denomina matriz, el cual proporciona el radio de curvatura deseado y se encuentra en el interior de la zona doblada, el segundo es el mandril o riel cuya función principal es prevenir el aplastamiento del tubo, este se coloca dentro del tubo al ser doblado.

#### **5.1.1. La fuerza del doblado.**

Un primer aspecto importante para el doblado, es la magnitud de la fuerza requerida para realizar dicha operación. El estudio de las fuerzas, permite dimensionar, construir y escoger los materiales apropiados. La fuerza de doblado se define como aquella capaz de provocar en el material su momento límite; esto es lograr que el material se deforme plásticamente por toda la sección transversal, adquiriendo un radio de curvatura determinado. En este caso de nuestra matriz el ángulo de curvatura máximo que se debe doblar es de 180° ya que depende de la forma de la matriz a utilizar. (Paez, 2008)

### **5.2. Tuberías de cobre.**

Son el principal elemento de la instalación y deben cumplir la normativa aplicable (UNE-EN 1057 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción). Asimismo, en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), se especifica que: "Las tuberías y sus accesorios cumplirán



los requisitos de las normas UNE correspondientes en relación con el uso al que vayan a ser destinadas”.

El cobre, por sus características, es sin duda el metal más apropiado para la fabricación de tubos para toda clase de aplicaciones, tanto en la construcción como en la industria. Como materia prima se utiliza cobre desoxidado al fósforo, Cu-DHP, con una pureza de cobre más alta igual o superior al 99,90%.

Como características más destacadas del tubo de cobre, se pueden reseñar las siguientes:

- Resistente al fuego, a altas presiones y a temperaturas extremas.
- Mínimas pérdidas de carga, debido a una superficie interior lisa.
- Resistente a la corrosión, a los rayos ultravioleta e impermeable al oxígeno.
- Inalterable con el paso del tiempo, en sus características físicas y químicas.
- Permite montajes rápidos y fáciles, incluso en instalaciones empotradas.
- Antibacteriano, frena la proliferación de gérmenes patógenos sobre su superficie.
- Sostenible y 100% reciclable, sin pérdida de sus características originales.
- Bajo coeficiente de dilatación, asegurando la estabilidad de la instalación.
- Elevada conductividad térmica; es idóneo para instalaciones que dependen del intercambio de calor.

#### **Características físicas del cobre DHP.**

Densidad	8,92 kg/dm <sup>3</sup>
Temperatura de fusión	1083°C
Conductividad térmica a 20°C	293-364 W(mK)

Conductividad eléctrica a 20°C	68-90% IACS
Coefficiente de dilatación lineal	$16,5 \times 10^{-6}$
Calor específico de 0°C a 100°C	0,092 cal/g °C
Resistividad eléctrica a 20°C	0,022 Ohm mm <sup>2</sup> /m
Coefficiente térmico de resistencia por °C	0,00393
Reacción al fuego (según código europeo Euroclases)	Clase A1 - No inflamable
Módulo de elasticidad a 20°C	12.000 kg/mm <sup>2</sup>

#### Características mecánicas de los tubos de cobre (según norma UNE-EN 1057)

Estado de tratamiento	Diámetro exterior nominal	Resistencia a la tracción (Mín.)	Alargamiento
R220 (Recocido)	6-54 mm	220 N/mm <sup>2</sup>	40%
R250 (Semiduro)	6-66,7 mm	250 N/mm <sup>2</sup>	30%

Estado de tratamiento	Diámetro exterior nominal	Resistencia a la tracción (Mín.)	Alargamiento
-----------------------	---------------------------	----------------------------------	--------------

R250 (Semiduro)	6-159 mm	250 N/mm <sup>2</sup>	20%
R290 (Duro)	6-267 mm	290 N/mm <sup>2</sup>	3%

### 5.2.2 Marcado de calidad

La Norma UNE-EN 1057 define cómo debe ir marcado el tubo normalizado. Los tubos de diámetro comprendido entre 10 mm y 54 mm (ambos inclusive) deben marcarse indeleblemente, a intervalos no superiores a 600 mm a lo largo de su longitud, con al menos las siguientes indicaciones. Los tubos de diámetro superiores a 6 mm e inferiores a 10 mm, o superiores a 54 mm, deben marcarse legiblemente de forma similar y legible al menos en los dos extremos.

### 5.2.3 Proceso de elaboración del tubo de cobre

El proceso de elaboración del tubo de cobre consta de las siguientes etapas: Fundición, Extrusión, Laminado, Trefilado de tubos, Acabado y Embalado.

## 5.3. Conceptos básicos de la tubería estructural

Los perfiles de tubería estructural se fabrican con acero laminado en caliente (HR) de bajo contenido de carbono, alta soldabilidad y ductilidad, según normas ASTM A513 o cualquier otro acero equivalente.

### 5.3.1.-Marcado de calidad

La Norma UNE-EN 1057 define cómo debe ir marcado el tubo normalizado. Los tubos de diámetro comprendido entre 10 mm y 54 mm (ambos inclusive) deben marcarse indeleblemente, a intervalos no superiores a 600 mm a lo largo de su longitud, con al menos las siguientes indicaciones. Los tubos de diámetro superiores a 6 mm e inferiores a 10 mm, o superiores a 54 mm, deben marcarse legiblemente de forma similar y legible al menos en los dos extremos.



### **5.3.2.-Proceso de producción.**

Los perfiles estructurales se fabrican partiendo de bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dando la geometría de cada perfil (circular, cuadrado o rectangular). Para el caso de los perfiles tubulares, el cerrado se hace mediante soldadura por resistencia eléctrica (ERW).

### **5.3.3.- Especificaciones de la tubería circular.**

Las propiedades mecánicas de los materiales como el módulo de elasticidad, la resistencia máxima a la tensión y el porcentaje de elongación, entre otras, son determinantes al momento de elegir entre un material u otro. (UNE, 2017)

## **5.4 Fundamentos del doblado de metales**

El doblado de metales es un proceso que ocurre al aplicarle a un metal de superficie recta esfuerzos superiores al límite elástico o punto de cedencia, en una dirección diferente al eje neutral del material, así se consigue una deformación plástica permanente en forma de curva. A pesar de esto, el metal al cual se le haya aplicado un esfuerzo más allá del límite elástico es capaz de manifestar cierta cantidad de recuperación elástica. Si se hace un doblez hasta cierto ángulo puede esperarse que regrese hasta un ángulo un poco menor cuando se deja libre el material. Este retroceso es mayor para radios más pequeños, materiales más gruesos, ángulos de doblez más grandes y materiales endurecidos.

Al realizar dobleces en los metales es recomendable realizar el trabajo en frío, a temperatura ambiente evitando calentar el material, ya que, aunque esto puede incrementar su plasticidad, al aumentar la temperatura se afecta la estructura interna del elemento, cristalizándolo, lo que causa una disminución de la resistencia mecánica de éste.

Al deformar un metal en frío a medida que aumenta el trabajo se requiere más fuerza y la dureza del material se incrementa, sin embargo, se debe tener especial cuidado en no sobrepasar el esfuerzo de ruptura del material porque a partir de este esfuerzo el metal se rompe. (E., 2002)

### 5.5. Doblado de tubos

Los materiales de formas y paredes delgadas como la tubería podrían unirse en sus esquinas por medio de uniones comerciales como codos o por soldadura, pero resulta más económico y confiable el proceso de doblado. Los tubos se doblan por métodos que buscan no aplastarlos ni deformarlos en la sección de la curvatura. El radio de doblado se define como el radio de curvatura del eje neutral del tubo. Hace referencia a los grados existentes entre el eje neutral de cada uno de los extremos libres de la curva de tubería.

El diámetro interior y exterior del tubo, el espesor de pared nominal y el eje neutral son características del tubo seleccionado como materia prima. El ángulo y radio de doblado dependen de los requerimientos de lo que se está fabricando. La pared interior y exterior en el área de la curva dependen del ángulo y radio generados, además, del proceso y máquina de doblado utilizada. (JAMES, 2003)

### 5.6. Radio de curvatura mínimo

La calidad de las curvas obtenidas al doblar un tubo depende en gran parte de la relación que existe entre el diámetro exterior del tubo a doblar, ( $\varnothing_e$ ), y el radio de curvatura obtenido después de doblar el tubo, ( $R_c$ ). Esta relación se conoce como factor de curvatura

$$F_c = R_c / \varnothing_e$$

Por medio del factor de curvatura es posible determinar el radio mínimo de curvatura que se le puede dar al tubo con el fin de que este no presente achataduras, arrugas ni grietas. Valores de  $F_c$  entre 1 y 2, indican que el doblado es de alta dificultad, por lo tanto, es necesario calentar el tubo o utilizar elementos de relleno como mandriles, resina, alquitrán o arena seca para evitar que se produzcan defectos de calidad.

### 5.7. Técnicas de doblado de tubos

Técnicas usadas comúnmente para doblar tubos son: doblado por estiramiento, doblado a tracción, doblado por compresión, doblado en prensa, doblado por rodillos y extrusión por rodillos.



**ESTUDIO DE PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO****CARRERA:** TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL**FECHA DE PRESENTACIÓN:** 03 de abril del 2024

:

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:** MORALES PINTO JORGE NOE, INTRIAGO MORENO ENRIQUE GUILLERMO**TÍTULO DEL PROYECTO:**

ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES EN FUNCIÓN DE LOS ESPESORES PARA TUBERÍA DE COBRE

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN:****LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:**

- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN
- ANÁLISIS
- DELIMITACIÓN.

**CUMPLE****NO CUMPLE**☒  
☒  
☒☐  
☐  
☐**PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:****GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

**SI****NO**☒☐**ESPECÍFICOS:**

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

**SI****NO**☒☐



**MARCO TEÓRICO:**

	SI CUMPLE	NO NO CUMPLE
TEMA DE INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTADO DEL ARTE.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO ADMINISTRATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA**

OBSERVACIONES: BÁSICA: porque se realizará un acercamiento analítico; se dedicará al desarrollo de la ciencia e investigación y se interesará en determinar el hecho, fenómeno o problema

**MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:**

OBSERVACIONES:

1.- analítico sintético

**CRONOGRAMA:**

OBSERVACIONES:.....  
 .....  
 .....

**FUENTES DE**

INFORMACIÓN:.....  
 .....

**RECURSOS:**

	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Aceptado

☒

Negado

☐

el diseño de investigación por las siguientes razones:

- a) .....
- b) .....
- c) .....

**ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:****NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR:** Ing. Leonardo Francisco Beltrán Venegas

03 ABRIL 2024

**FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO**