

ISU INSTITUTO SUPERIOR TECNICO	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNICO PARA LA FORMACIÓN DE LA FORTALEZA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Página 1 de 18
---	--	----------------



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 tuberías de cobre

Apellidos y nombres de los estudiantes:

Morales Pinto Jorge Noe

Intriago Moreno Enrique Guillermo

Carrera: Tecnología en Mecánica Industrial

Fecha de presentación:

Quito, 26 de febrero del 2024



Firma del Director del Trabajo de Investigación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUAYAMA	
PLAN DE ESTUDIOS Código: 100001	PROGRAMA DE ESTUDIOS Nombre del Programa INSTRUMENTACIÓN Y MANEJO DE MATERIALES PERFIL Y OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Página 2 de 24

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 aullas, 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 desarrollados, 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 desgaste 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

Análisis 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 diseño 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 arcaicos internos y externos que tienen como objetivo fundamental el servicio a la comunidad a través 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 polo 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 incrementará 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 ramo, desempeñando sus funciones en la empresa que lo requiere 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 fajas 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 aspectos 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 rol que 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 150° ya que depende de la forma de la matriz a utilizar. (Pérez, 2000)

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 Refrío, Cu-DHP, con una pureza de cobre más alta igual o superior al 99,99%.

Como características más destacadas del tubo de cobre, se pueden resaltar 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 ³
Temperatura de fusión	1083°C
Conductividad térmica a 20°C	223-394 W/(mK)

Conductividad eléctrica a 20°C	68-99% 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 ² /m
Coefficiente térmico de resistencia por °C	0,00393
Reacción al fuego (según código europeo Euroclases)	Class A1 - No inflamable
Módulo de elasticidad a 20°C	12.000 kg/mm ²

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

Estado de tratamiento	Diámetro exterior nominal	Resistencia a la tracción (Min.)	Alargamiento
R220 (Recocido)	6-54 mm	220 N/mm ²	40%
R250 (Semiduro)	6-68,7 mm	250 N/mm ²	30%

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

R250 (Semiduro)	6-149 mm	350 N/mm ²	20%
R290 (Duro)	6-267 mm	290 N/mm ²	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, Treflado 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 aplicar 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)

5.3. Doblado de tubos

Los materiales de formas y paredes dobladas 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 acción 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 seleccionada como materia prima. El ángulo y radio de doblado dependan 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, 2000)

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, (D_e) y el radio de curvatura obtenido después de doblar el tubo, (R_c). Esta relación se conoce como factor de curvatura

$$F_c = R_c/D_e$$

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 doblar es de alta dificultad, por lo tanto, es necesario calentar al tubo o utilizar elementos de resaca como mandriles, resaca, 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 entramiento, doblado a tracción, doblado por compresión, doblado en prensa, doblado por rodillos y extrusión por rodillos.

El cobre es uno de los metales más blandos, lo cual le permite doblarse fácilmente de varias maneras. Sin embargo, esta misma flexibilidad lo hace más vulnerable a desgarrarse, partirse y quebrarse.

5.7.1 Doblado por estiramiento.

Se fija el tubo con mordazas contra un bloque o dedo formador que gira y tira del metal empujándolo contra el doblador. La pieza de trabajo que entra en el doblador recibe apoyo mediante una barra de presión.

5.7.2 Doblado a tracción.

El tubo se tracciona desde ambos extremos mientras se dobla sobre un bloque formador; esta técnica está limitada a doblados de radio grandes, pero es apropiada para curvas que no son circulares.

5.7.3 Doblado por compresión.

El tubo de trabajo se fija con una mordaza y se le obliga envolverse en torno a un dedo formador fijo usando una mordaza deslizante. Esta técnica permite hacer series de doblados que casi no dejan espacios libres entre ellos. (L., 2001)

5.7.4 Doblado en prensa o por flexión pura.

Se crea una curva presionando un dedo formador sobre el tubo en un movimiento. El tubo es soportado por un par de dedos separados, que rotan a medida que el conformador se mueve hacia el centro empujando el tubo. Este movimiento envuelve el tubo alrededor del conformador, permitiendo que los dedos de los extremos apoyen el tubo en cada lado. Este proceso es muy rápido y es excelente para altas producciones. Sin embargo, se deben cambiar los dedos o la distribución de los mismos para generar diferentes variedades de curvas. El radio de curva máximo es 110 grados.

5.7.5 Doblado a rodillos.

Esta técnica utiliza tres dedos cilíndricos para formar la curva. Este estilo de doblado se utiliza típicamente para desarrollar curvas grandes de radio y para envolver tuberías (serpentina).

La curva se crea cuando el dedo de centro superior de la curva se mueve ajustándose al tubo, mientras que los dos dedos, izquierdo y derecho, más bajos de la curva, rotan al mismo tiempo en una dirección y posteriormente en la dirección contraria al momento requerido.

5.7.5. Extrusión por rodillos.

Se hace girar dentro del tubo un cabezal con rodillos de empuje anchos situados por un lado y un rodillo de trabajo angosto por el otro lado. El tubo se rodea con anillos de trabajo en el exterior del cabezal. El rodillo de trabajo es desplazado hacia adentro y afuera por medio de levas mientras gira el cabezal con el fin de aplicar presión para extraer metal en la pared del tubo lateralmente, para obligarlo a doblarse. A medida que se trabaja el material se hace avanzar el tubo pasando por el cabezal. (E., 2002)

5.8. Funcionamiento de la dobladora de tubos

5.8.1 Descripción

La dobladora de tubo es ideal para realizar trabajos industriales como son fabricación de sillas, los dobles para tubería de instalaciones industriales. Este sistema es un operador mecánico y eléctrico, para su funcionamiento requiere ser accionado por una persona.

5.8. Funcionamiento

1. Antes de comenzar con la operación revisar todas las piezas de la máquina.
2. Conectar a la fuente de alimentación.
3. Activar el pulsador de paro de emergencia de estado Off a On.
4. Colocar el tubo correctamente en el rol y en el rodillo circular.
5. Ajustar el perno sin fin contra el rol.
6. Presionar el pedal de adelantamiento para comenzar a doblar.
7. Luego de haber realizado el respectivo dobles presionar el pedal de retroceso para sacar el tubo. (MOTT R., 1992)

5.10. Normas de seguridad

Se debe respetar las siguientes normas de seguridad durante y después de la operación de la dobladora:

1. El operador debe estar previamente instruido antes que ponga en funcionamiento la máquina.
2. Utilizar ropa apropiada.
3. Colocar y ajustar el tubo de manera correcta.
4. Se debe estar atento a cada movimiento que hace durante el proceso de doblado.
5. Luego de haber terminado de realizar el trabajo el operador debe dejar puesto el paro de emergencia para evitar cualquier accidente.

Mientras se siguen las instrucciones del funcionamiento de esta máquina, usted disfrutará por mucho tiempo del buen funcionamiento y rendimiento de esta dobladora semiautomática.

5.11. Esquema de la dobladora

Luego de analizar los diferentes métodos de doblado y las distintas máquinas dobladoras semiautomáticas disponibles en el mercado, se define que el método de doblar a utilizar es el de doblado por compresión, tal como se muestra en la figura 5.1, pues brinda la posibilidad de realizar curvas de hasta 180°.

Una vez que la máquina sea trabajada por un tiempo y encuentre su punto de equilibrio interno, no se vuelve a desajustar. El radio de curvatura este dado de acuerdo a la matriz fijada. Posee una guía que funciona como dado de presión y se inserta entre el tubo y el rodillo giratorio el avance y la fijación son controladas por el rodillo, el mismo que está sujeto mediante un pesador, de modo que ejerce presión sobre el dado deslizante.

Estos dos últimos dispositivos actúan conjuntamente con el brazo de palanca al aplicar la fuerza que presiona sobre el eje principal de la máquina (E., 2002).

5.12. Ventajas

- Dobles uniforme
 - Control de flujo de material

- Mejor control de la recuperación plástica
- Exactitud en la obtención del ángulo de doblado
- Mínimo aplastamiento del tubo
- Fácil montaje y desmontaje de dispositivos

5.13. Desventajas:

- Desgaste de los elementos en operación continua
- El radio de giro o radio de curvatura está restringido al tamaño de la matriz

5.14. Nota importante:

Use la herramienta apropiada para ajustar o ensamblar la máquina.

Esta máquina no fue diseñada para grabar lámina, utilícela solo para doblar.

No doble varillas, metales, ni tubos de 2 pulgadas de diámetro.

Cuando la máquina está nueva es normal que, al ajustarla para otro proyecto, la máquina se desajuste después de un tiempo. Esto se debe a que el acero del cual está fabricada se está acomodando. Esto es normal. (NAMMIA, 2017)

5.- Metodología

Propiedades físicas.

Las propiedades físicas dependen de su pureza, y esta de la mena y del proceso de obtención. Las impurezas pueden formar soluciones sólidas o fases segregadas en los bordes de grano debidas a los tratamientos del metal, lo que altera sus características. En este sentido, se establecen dos grupos en función del efecto de las impurezas:

- Aquellas independientes del ordenamiento cristalino, véase algunas termodinámicas o el comportamiento magnético.
- Aquellas que dependen de los defectos cristalinos (dislocaciones, soluciones sólidas sustitucionales), véase la conductividad térmica y eléctrica, el comportamiento plástico y la resistencia a la corrosión.

El cobre de elevada pureza es muy dúctil. El trabajo en filo incrementa la dureza y la resistencia a la tracción, al recocido por su parte elimina el endurecimiento. El cobre puro presenta buena trabajabilidad en caliente, sin fragilidad, pero la resistencia a altas temperaturas es baja (las impurezas que causan esta pérdida de resistencia a alta temperatura son: bismuto, antimonio, plomo, selenio y azufre). La concentración de óxidos de tales elementos en los bordes de grano, durante el calentamiento causa su fragilización, lo que facilita el corte.

La conductividad eléctrica del cobre es la más alta de todos los metales tras la plata (0.5% de plata). La conductividad disminuye con el trabajo en filo y con los elementos que forman solución sólida y se recupera por recocido.

Propiedades químicas.

El cobre es un metal de transición perteneciente al grupo del oro y se sitúa en la tabla periódica con estados de oxidación +1 y +2 que forma compuestos colorados. El Cu^{2+} es el estado de oxidación más estable a relativamente baja temperatura. Por encima de los 800°C, predomina el Cu^{1+} , lo cual es importante para los procesos pirrometalúrgicos.

Se trata de un metal noble comparado con otros elementos. El cobre, en aire seco y a temperatura ambiente, se cubre de una capa delgada de óxido cuproso. A elevadas temperaturas, al aire, el cobre forma primero óxido cuproso y luego óxido cúprico. La superficie del cobre se oxida con el paso de los años formando una capa delgada, decorativa y protectora de color verde (formada por sulfato y carbonato básicos).

En atmósfera seca, el cobre resiste el ataque de productos agresivos, aunque presenta gran afinidad por los halógenos y el azufre. Los ácidos no oxidantes como el sulfúrico, clorhídrico y otros orgánicos diluidos atacan mal al cobre.

El cobre se ataca por oxidación y formando líneas complejas. El cobre es soluble en ácidos oxidantes (como el nítrico o el crómico) e ácidos no oxidantes (como el sulfúrico) que contengan un agente oxidante (oxígeno o peróxido de hidrógeno). Por ejemplo, el ácido acético ataca al cobre formando una capa de color verde, gris o azul verdoso.

El agua pura no corroe el cobre, por el contrario, el agua del mar produce un ataque moderado.

HIDROMETALURGIA: sulfuros de cobre se atacan con sales férricas. El hierro (II) pasa a hierro (II) oxidando el azufre de los sulfuros, reacción que se potencia con la presencia de bacterias. El cobre se disuelve en agua formando iones complejos.

La solubilidad del oxígeno en el cobre líquido es importante. El SO_2 también se disuelve en el cobre fundido formando sulfuros.

El hidrógeno es soluble en el cobre líquido. El hidrógeno reacciona con el oxígeno disuelto formando agua vapor que al no ser soluble en el cobre se escapa o forma porosidad residual.

Propiedades Físico Químicas del Cobre.

El cobre, número atómico 29, es el primer elemento del Sub grupo 1b de la tabla periódica, en el que se agrupan los metales nobles. El cobre es seguido por la plata y el oro con los que comparten estructuras electrónicas similares (configuración $s^2 d^9 16^1$) lo que les da a estos tres elementos una serie de características físico químicas análogas. El cobre forma una serie de sales cuprosas (Cu^+) y cúpricas (Cu^{++}), estas últimas más estables que las anteriores.

En la serie electroquímica de los elementos que se muestra en la tabla 1.5 se observa que el cobre se encuentra en la proximidad inmediata de los metales más nobles, comportiendo con ellos algunas de sus propiedades características: el cobre no es atacado por los ácidos concentrados, oxidantes, y por lo tanto puede permanecer en contacto con estos ácidos sin consecuencias. También resiste ambientes fuertemente alcalinos y soluciones salinas. Como no se combina con diversos metales, menos nobles, no da lugar a problemas de corrosión.

Otra característica del cobre es su baja afinidad con el oxígeno a temperatura ambiente, lo que lo hace particularmente apropiado para las instalaciones de distribución de oxígeno medicinal y terapéutico.

Conversión:

Es el proceso que trata la mata de fusión en estado fundido por soplado con aire. El azufre de la mata se oxida, a la vez que el hierro, para producir lo que se denomina metal blanco, el cual se somete a soplado para obtener cobre bruto. La escoria de la primera fase se separa por adición de sílice (formando fayalita), mientras que en la segunda apenas hay producción de escoria. Los gases contienen SO_2 y vapores de los metales más volátiles.

Son dos los pasos para la conversión:

1.- Llamado escorificante, se obtiene una fase formada por sulfuro de cobre que se solidifica como metal blanco, con no más de un 1% de sulfuro de hierro. Se vuelve a llenar el convertidor para obtener de nuevo más metal blanco. Se repite el proceso hasta que el convertidor se llena de sulfuro de cobre. Se verifica la siguiente reacción:



2.- Mediante soplado de la carga se oxida el azufre del sulfuro formando cobre bruto.

Siendo las reacciones que tienen lugar:



Que de modo resumido quedaría:



Conformabilidad del cobre.

El cobre es fácilmente conformable debido a sus propiedades de ductilidad y maleabilidad. Eso significa que los tubos de cobre pueden doblarse con facilidad, sobre todo cuando son de temple blando, para adaptarlos a las configuraciones de los edificios y de las instalaciones industriales.

Fusión instantánea (flash)

La fusión instantánea puede ser autógena o no, la principal característica es la rapidez del proceso de fusión al realizarse en un quemador con aire precalentado, enriquecido con

Tuberías de temple rígido.

Las tuberías rígidas de cobre tienen la característica de ser ideales en la conducción de fluidos en las instalaciones fijas; se fabrican 4 tipos, que nos ofrecen una gama de servicios que van desde las redes de drenaje o ventilación hasta redes de tipo industrial que conducen líquidos o gases a temperaturas y presiones considerablemente elevadas.

Características y ventajas de las tuberías de cobre de temple rígido

Las tuberías de cobre y su uso en las instalaciones hidrosanitarias presentan las siguientes características:

A. Resistencia a la corrosión: presenta un excelente comportamiento frente a la totalidad de los materiales de construcción de los fluidos a transportar, asegurando así una larga vida útil a la instalación.

B. Se fabrica sin costura: por lo cual resiste sin dificultad las presiones internas de trabajo, permitiendo el uso de tubos de pared delgada e instalándose en espacios reducidos.

C. Continuidad de flujo: debido a que su interior es liso y terso admite un mínimo de pérdidas por fricción al paso de los fluidos a conducir, manteniéndose los flujos constantes.

D. Facilidad de unión: los sistemas de soldadura capilar, y el de compresión, permiten efectuar con rapidez y seguridad las uniones de la tubería.

E. La sencillez del proceso para cortar el tubo y ejecutar las uniones, así como la ligereza del material, permiten la prefabricación de gran parte de las instalaciones, obteniéndose rapidez y calidad en el trabajo, así como mayor control de los materiales, pudiendo reducirlos costos. Por lo tanto, cuando se hacen evaluaciones se concluye que las instalaciones con tubería de cobre son mucho más económicas que con cualquier otro tipo de tubería, brindando mayor seguridad y confort al usuario.

Sistemas de unión para tubería de cobre de temple rígido

Una de las principales ventajas que nos ofrecen las tuberías de cobre de temple rígido es precisamente su sistema de unión por medio de conexiones soldables; dicho sistema,

elimina el uso de complicadas herramientas, así como de esfuerzos inútiles y demoras innecesarias, haciendo más rentable el empleo de la mano de obra, la soldadura por capilaridad representa ventajas inigualables al ofrecer el medio más rápido en las uniones de las instalaciones. Actualmente se cuenta en México con la tecnología y la maquinaria adecuada para producir conexiones soldables, dichas piezas son manufacturadas de manera tal que permiten, una vez ensambladas tener un juego de muy pocas máximas, justamente lo necesario para realizar el proceso de soldadura capilar. Cabe mencionar que todas las conexiones cuentan en su interior con un tope o asiento, que permite introducir el extremo de la tubería de cobre hasta él, no dejando ningún espacio muerto que pudiera crear turbulencias en los fluidos a conducir, además, todas las conexiones soldables vienen grabadas en los extremos con el logotipo del fabricante, lo que facilita su identificación.

Es necesario explicar brevemente la fabricación de las conexiones soldables, de acuerdo al material con que están elaboradas, como son: cobre, bronce y latón. En la fabricación de codos de cobre se emplea una maquinaria que realiza con extrema rapidez dieciséis operaciones simultáneas, dobla la tubería de temple especial 90° o 45° según sea el ángulo requerido y corta longitudes adecuadas de acuerdo al diámetro del tubo, en el paso siguiente entre máquina los extremos de los codos son ensanchados al diámetro deseado quedando lista la pieza para recibir los extremos del tubo al que conectarán. Estas conexiones son las más recomendables, puesto que están fabricadas con el mismo metal de las tuberías presentando las mismas características de éstas, la gama de conexiones de cobre es tan grande, ya que se fabrican: codos, té, acoples, reducciones bushing y cangreja, topones, etc.

Tuberías de cobre temple rígido.

La unión de tubería de cobre y conexiones soldables es por medio de "SOLDADURACAPILAR", basada en el fenómeno físico de la capilaridad que consiste en lo siguiente: cualquier fluido que moje a un cuerpo sólido tiende a deslizarse por la superficie de este, independientemente de la posición en que se encuentre. Esto lo podemos comprobar si

Introducimos un tubo de vidrio de diámetro pequeño en un vaso con agua, el líquido subirá de nivel en el interior del tubo un poco más que el nivel de agua en el vaso.

Fenómeno de capilaridad

Este mismo fenómeno lo podemos observar cuando realizamos una soldadura. Al calentar el tubo y la conexión obtenemos la temperatura de fusión donde la soldadura llega al estado líquido y correrá por el espacio capilar que forman el tubo y la conexión, cualquiera que sea la posición de ellos.

Material necesario para realizar una unión de tubería de cobre y conexiones soldables

1. Corta tubos o siqueta de 32 dientes por pulgada (diente fino).
2. Rimador o lima de media caña
3. Lija de esmeril de grano fino o lima de acero fino
4. Soldadura
5. Pasta fundente
6. Soplete
7. Manual Técnico

Pases a seguir para realizar una unión con soldadura capilar

1. Corte del tubo
2. Rimado
3. Limpieza exterior del tubo e interior de la conexión
4. Aplicación de pasta fundente
5. Ensamblado de la pieza
6. Ensamblado de la pieza
7. Aplicación de calor
8. Aplicación de soldadura
9. Limpieza de la unión

Proceso de soldadura paso a paso

1. Dedar con el cortatubo o con la siquela de diente fino. En caso de usar el segundo, emplear una guía para obtener un corte a escuadra, y de esta manera se logrará tener asiento perfecto entre el extremo del tubo y el anillo o tope que tiene la conexión en su interior evitando las fugas de soldadura.

2. Limpiar la rebaba que se haya formado al realizar el corte, esto se logra por medio del rimador o la lima de media caña. El cortatubo ve provisto de una cuchilla triangular en su parte trasera que sirve para rimar el tubo, es decir quitar la rebaba.

3. Limpiar perfectamente el interior de la conexión y el exterior del tubo, con lana de acero o lija de esmeril.

4. Aplicar una capa delgada y uniforme de pasta fundente en el exterior del tubo, esto se hace con un cepillo o brocha. **NUNCA CON LOS DEDOS.**

5. Introducir el tubo en la conexión hasta el tope, girando a uno y otro lado para que la pasta se distribuya uniformemente.

6. Aplicar la flama del soplete en la unión, tratando de realizar un calentamiento uniforme; si es necesario, girar el soplete lentamente alrededor de la unión y probando con la punta del cordón de soldadura la temperatura de fusión, después retirar la flama cuando se coloque el cordón y viceversa.

7. Cuando se llegue a la temperatura de fusión de la soldadura, ésta pasará al estado líquido que fluirá por el espacio capilar; cuando este se encuentre ocupado por la soldadura, se formará un anillo alrededor de la conexión lográndose soldar perfectamente.

8. Finalmente quitar el exceso de soldadura con estopa seca, haciendo esta operación únicamente rozando las piezas unidas, es decir sin provocar ningún movimiento en éstas, que de hacerlo podían fracturar la soldadura que está solidificando.

Dilatación térmica

Cuando se calienta un cuerpo sólido, la energía cinética de sus átomos aumenta de tal

Producción de Tubos de Cobre

El metal, por lo general una mezcla de cobre refinado y de chatarra de calidad controlada, se funde en un horno y por medio de la colada de cobre se obtienen lingotes conocidos como "billeta" los que tienen forma cilíndrica, con dimensiones que generalmente son 300 mm de diámetro y 8 m de largo, y que pesan aproximadamente 5 toneladas métricas.

Estos bloques metálicos se utilizan para la fabricación de los tubos sin costura por medio de una serie de deformaciones plásticas.

Las etapas son las siguientes:

Corte. En primer lugar, los billet se cortan en piezas de alrededor de 700 mm de largo, teniendo en cuenta la capacidad de las instalaciones de producción de la planta. **Calentamiento.** A continuación, se calienta el billet, operación que se efectúa en un horno de túnel a una temperatura entre 800 y 900°C. Aquí, el metal alcanza un mayor grado de capacidad de deformación plástica, con lo que se reduce la presión necesaria para las siguientes operaciones de transformación.

Extrusión. En esta operación se obtiene en una sola pasada una pieza o prebuto de gran diámetro con paredes muy gruesas. En la práctica el extrusor es una prensa en la cual el billet previamente rehecho es forzado a pasar a través de una matriz cilíndrica. El pistón que ejerce la presión tiene un mandril que perfora el billet. Como esta operación se efectúa a alta temperatura, el cobre experimenta una oxidación que perjudica las operaciones posteriores las que se efectúan en atmósferas controladas con enfriamiento rápido, para impedir la oxidación superficial del prebuto.

Laminación. Es una operación "en frío" que consiste en pasar el prebuto a través de dos cilindros que giran en sentidos contrarios. Además del movimiento rotatorio los dos cilindros tienen un movimiento de vaivén en sentido longitudinal, es tanto que el prebuto al cual se ha insertado un mandril avanza en forma helicoidal. Con esto se obtiene una reducción en el espesor de la pared del tubo manteniéndose la sección perfectamente circular. La operación de

laminación en frío produce tubos de alta dureza llamados también de temple duro.

Trefilado. La reducción sucesiva de diámetros para obtener los diversos productos comerciales se efectúa en una operación en frío llamada treflado que consiste en estirar el tubo obligándolo a pasar a través de una serie de matrices externas y de un calibre interno conocido como mandril flotante.

La operación industrial se efectúa en una máquina llamada "bull block" donde la extremidad del tubo está apretada por una mordaza montada en un cilindro rotatorio que produce la tracción.

Recocido. La deformación plástica en frío origina un endurecimiento del metal que trae como consecuencia una pérdida en la plasticidad. Los sucesivos treflados aumentan este endurecimiento y dan lugar a un mayor peligro de rotura del tubo. Por esta causa se emplea un tratamiento térmico llamado recocido, para la recristalización del cobre que permite recuperar las características de plasticidad.

Acabado. Al final del ciclo de producción se obtiene un tubo recocido, presentado en rollos, de alta calidad. A estos tubos se les puede aplicar un revestimiento externo de protección o aislante para diversos usos, o efectuar un acabado interno muy fino para aplicaciones especiales.

Control de calidad. El tubo terminado se somete a pruebas para determinar imperfecciones, siendo usuales las de inducción electromagnética por corrientes de Foucault, que permiten detectar grietas y otras imperfecciones en el interior de la pared del tubo.

Embalaje. Los tubos de cobre recocidos o de temple blando se presentan en rollos que son embalados cuidadosamente para evitar deformaciones producidas por los movimientos. Los tubos laminados en frío de temple duro se presentan en tiras, generalmente de 5 metros de largo las cuales se empaquetan en atados para su transporte a los lugares de uso. Como los tubos de cobre no experimentan envejecimiento por acción de los rayos ultravioleta, el ozono u otros agentes químicos y físicos, no requieren de características especiales de almacenamiento.

y embalaje. Después de un período prolongado puede formarse una ligera oxidación superficial, la cual no presenta mayores inconvenientes para el empleo de los tubos de cobre.

Normas Técnicas de Fabricación de Tubos de Cobre.

En Chile los tubos y cañerías de cobre se fabrican según las normas técnicas nacionales e internacionales. Las instituciones Normalizadoras y algunas abreviaciones empleadas en las normas son las que siguen en el listado:

1. AFNOR: Association Française de Normalization (Francia).
2. AS: Australian Standard (Australia).
3. ASTM: American Society for Testing and Materials (Estados Unidos).
4. BS: British Standard (Inglaterra).
5. DIN: Deutscher Institut für Normung (Alemania).
6. IACS: International Annealed Copper Standard (Estados Unidos).
7. INN: Instituto Nacional de Normalización (Chile).
8. JIS: Japanese Industrial Standard (Japón).
9. NCh: Norma Chilena.
10. AWWA: American Waterworks Association.

Curvado de los Tubos.

La segunda propiedad más importante que caracteriza al cobre después de su conductividad eléctrica es la maleabilidad.

Los tubos de cobre sin costura, para transporte de fluidos se encuentran en el comercio en dos tipos, caracterizados por su estado físico, que puede ser temple blando o recocido y temple duro o rígido.

La indicación unificada de referencia a la tracción de estos dos tipos de cobre no debe ser menor que:

- Temple blando: 205 N/mm² -
- Temple duro: 295 N/mm².

Análogamente el alargamiento mínimo es:

- Temple blando: 45%
- Temple duro: 5 %

La plasticidad del material está representada en forma significativa por los resultados de las pruebas de alargamiento, de aplastamiento y de plegamiento del tubo de temple blando (recocido). En la prueba de alargamiento el tubo debe tener una deformación del orden de un 40 % sin que se presente a simple vista ningún signo de rotura o de deformación que pueda perjudicar la eficiencia del tubo para transportar fluidos.

En la prueba de aplastamiento, el tubo se pliega sucesivamente en 180° sin presentar retuces o grietas al ojo desnudo.

En un tubo curvado, la parte interna queda comprimida en tanto que la externa queda tensa. A título informativo el radio de curvatura mínimo de un tubo de cobre debe ser por lo menos tres veces el diámetro del tubo. En el caso de los tubos de paredes muy delgadas (por ejemplo, un tubo de 35 mm de diámetro y 2 mm de espesor) el radio mínimo de curvatura debe ser por lo menos 5 a 6 veces el diámetro del tubo.

Un tubo de temple blando puede ser doblado a mano, simplemente apoyando el tubo sobre una rodaja, o con una máquina curvadora de tubos manual como se muestra en la figura 3.1, pero si se opera en forma exclusivamente manual se tendrán radios de curvatura desiguales, sobre todo cuando estos radios son muy reducidos; por lo tanto lo más recomendable es utilizar algún tipo de herramienta curvadora de tubos.

Aparte de estos casos a los que se refiere cuando se tiene tubos de temple blando y no es importante que los radios de curvatura sean exactamente iguales, en la mayor parte de los casos, en las instalaciones se deben utilizar aparatos para curvar, que puedan ser operados a mano o motorizados. Algunos tipos de máquinas para curvar tubos son los siguientes:

7.- Diseño de la Investigación

7.1.- Experimental

Se tratará de un estudio experimental porque no se manipularán las variables, donde se observará los hechos tal y como se presentan en su contexto real o empírico.

7.1.1- Tipo de investigación

7.1.2.- Por los objetivos

7.1.2.1.- 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.

7.1.3- Por el lugar

7.1.3.1 De campo

Porque se realizará dentro de las instalaciones de la carrera de Mecánica Industrial del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico.

7.1.4- Bibliográfica

Es una investigación bibliográfica porque se realizará una amplia búsqueda de información sobre el tema a investigar en libros, revistas, artículos científicos, sitios web etc.

7.1.5- Métodos de investigación

7.1.5.1- Analítico – Sintético

Se realizará un análisis de la información de los datos primarios y secundarios recogidos en la investigación, para procesarlos e interpretados destacando los datos más relevantes.

7.1.5.2.- Técnicas de recolección de la información

Se utilizará las técnicas que nos sugiere la estadística en el procesamiento de los datos de información obtenida; se complementará con la elaboración y el registro en estadígrafos de representación gráfica como son: cuadros y pastales, a partir del análisis y cumplimiento de actividades como:

- Validación de los instrumentos de recolección de datos.

- Codificación de la información donde se realizará un primer ordenamiento de sus indicadores con sus respectivos categorías y objetivos
- Revisión y aprobación por parte del tutor.
- Aplicación de los instrumentos.
- Tabulación y representación gráfica de los resultados.
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

8.2.- Recursos

8.2.1.- Talento humano

Tabla 1.

Participantes en el proyecto de investigación

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Morales Jorge	Investigador	Mecánica Industrial
2	Intiago Enrique	Investigador	Mecánica Industrial
3	Bellrán Leonardo	Tutor	
4			
5			
N			

Fuente: Propia.

8.2.2.- Materiales y Costos

Tabla 2.

Recursos materiales requeridos para el desarrollo del proyecto de investigación

Item	Recursos Materiales requeridos	Costos
1	Tubería de cobre	250
2	Matrices de doblado	250
3	Insumos de soldadura	300
4		
5		

Fuente: Propia.

8.3.- Fuentes de información

BIBLIOGRAFÍA

Jedgart. (s. f.). PROCORRE - Manual técnico Tubos de cobre. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/42022255/PROCORRE-Manual-Tecnico-Tubos-de-Cobre>

Manual técnico cobre. (2016, 2 noviembre). [Diapositivas]. SlideShare.

<https://es.slideshare.net/RoberioPacheco33/manual-tecnico-cobre>

Unknow. (2022, 17 octubre). Manual tubo cobre. dokumen.tips.

<https://dokumen.tips/documenta/manual-tubo-cobre.html?page=3>.

Unknow. (2022, octubre 15). Diseño y construcción de una máquina hidráulica dobladora.

pdfslide.tips. <http://pdfslide.tips/documenta/diseño-y-construcción-de-una-máquina-hidráulica-dobladora.html?page=1>

Saavedra, J. A. (A. F.). Tesis I.M. 355 - Chávez Borito Carlos Efraín.pdf. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/388570878/Tesis-I-M-355-Chavez-Borito-Carlos-Efraim-pdf>.

Máquina dobladora de tubo redondo de acero con costura de hasta 19 mm de diámetro y 1,5 mm de grosor controlada por un microcontrolador. (s. f.).

<https://library.oiidocumenty9d27xq-maquina-dobladora-redondo-costura-diametro-grosor-controlada-microcontrolador.html>

Casillas, J. (11 de Julio de 2015). guladisc. Obtenido de Concepto de silla de ruedas

eléctrica plegable. <https://www.guladisc.com/concepto-de-silla-de-ruedas-electrica-plegable.html>

Cobres, C. E. (2016). Manual de tubos y accesorios de cobre. En C. E. Cobres, manual de tubos y accesorios de cobre.

Dincoesa. (2016). Tubería de cobre. En dincoesa, tubería de cobre.

E., S. J. (2002). Diseño en Ingeniería mecánica. México: McGraw-Hill.

Flores, R. (29 de enero de 2017). novocompu. Obtenido de silla de ruedas eléctrica.

https://www.novocompu.com/sillas-de-oficina/5153-sillas-de-rueda-electricas.html?gclid=EAlaQobChM1qv2rhtg5qIVJDeGCh1MxQ4yEAAyAAEGgIXqvD_BwE

JAMES, M. G. (2003). *Mecánica de materiales*. México: Thomson.

L. M. P. (2001). *Ciencia de materiales*. México: pearson education.

MOTT, R. L. (1992). En M. R. L., "*Diseño de Elementos de Máquinas*" (pág. 767). MEXICO: Editorial Penrice Hall.

NAHMIAS, S. (2017). *Análisis de la producción y operaciones*. California: Edamsa Impresiones.

Paez, E. (2008). *Diseño de tuberías*. México: alfa omega.

Una. (2017). *Normas uno-en1057*.

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
☐

SI

NO

PROYECTO DE GRADO LISTO PARA REVISIÓN DEL TRIBUNAL

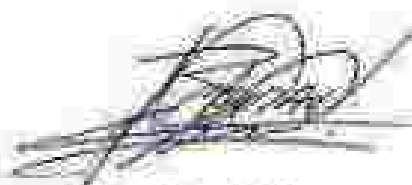
☒☐

• SI SU RESPUESTA ES NO EXPLIQUE

AÑUNTO REGISTRO DE SEGUIMIENTO DE ASESORIA

NOMBRE Y FIRMA DEL DOCENTE

ING. LEONARDO FRANCISCO BELTRÁN VENEGAS

05 08 2024
FECHA DE ENTREGA DE INFORME