



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERIA

## **EXTENSIÓN DESEÑOLLADOR FORMADOR**

### **REPORTE DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENERO MECANICO

P R E S E N T A :

**GARCÍA MÉNDEZ JORGE ALEXIS**

GENERACIÓN: 2002

DIRECTOR DEL REPORTE:

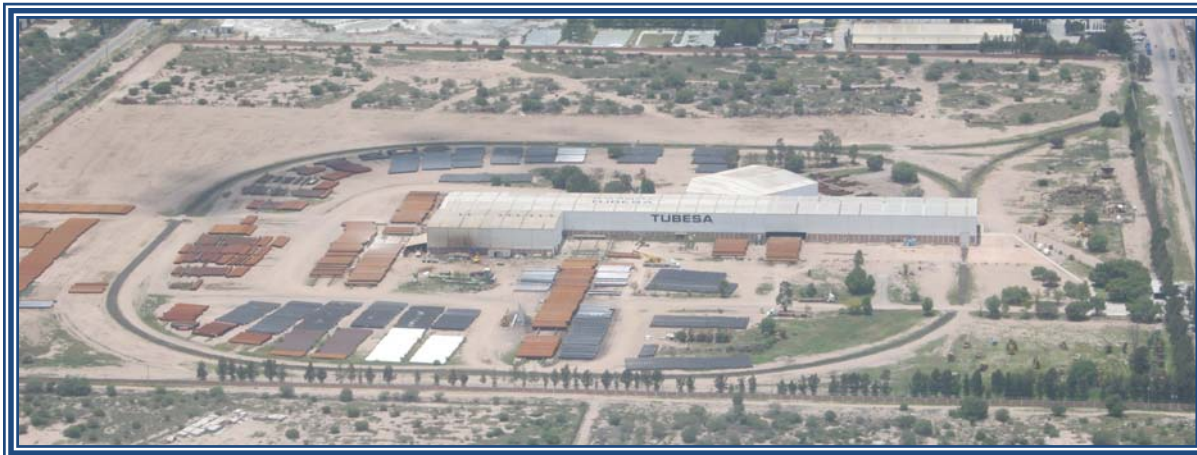
DR. JESUS MANUEL DORADOR G.

**INDICE**

	<b>PAG</b>
<b>CAPÍTULO 1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA</b>	<b>1-4</b>
<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCION DEL PUESTO</b>	<b>5-6</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DEL PROYECTO: EXTENSIÓN DE DESENROLLADOR FORMADOR</b>	<b>7-31</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>33</b>



## 1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

**Nombre**

TUBESA, S.A. de C.V.

**Dirección**

**Planta:** Eje 120 Número 305 Manzana 41 Zona Industrial 1ª Sección, San Luis Potosí, S.L.P.

**Oficinas:** Culiacán 123-1307, Col. Hipódromo Condesa, Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.

**Ramo**

Metal Mecánico

**Tamaño**

Tomando en cuenta el criterio para una empresa según su tamaño, TUBESA, S.A. de C.V. es una empresa mediana, por contar con menos de 100 colaboradores (20 a 100 colaboradores).

<http://tubesa.com/localizacion.htm>

**Productos y servicios**

TUBESA, S.A. de C.V. la primera planta productora de tubos de acero al carbón soldados en espiral de gran diámetro.

El proceso de fabricación consiste en la colocación del acero en rollo en el molino, en el cual se desenrolla, nivela, se le cortan las orillas, se biselan, se hace un pre doblado, se forma y se suelda mediante el proceso de doble arco sumergido.

Los diámetros de la tubería a fabricar van desde 20" hasta 120" Ø y con espesores de 0.250" a 1", dependiendo de los requerimientos de los clientes.

Las normas de fabricación que se utilizan son internacionalmente reconocidas: API (American Petroleum Institute), ISO (Organización Internacional para la Estandarización), ASTM (American Society for Testing and Materials), AWWA (American Water Works Association).

El control de calidad que se efectúa es exhaustivo y consiste en pruebas de ultrasonido, detallada inspección visual y radiográfica, con lo que se detectan posibles fallas que pudieran presentarse en el cordón de soldadura. Además y de acuerdo a las normas de fabricación, se practican sistemáticamente pruebas físicas a la materia prima, al cuerpo del tubo y al cordón de soldadura, consistiendo en pruebas de tensión, pruebas de doblado guiado y pruebas de impacto Charpy.

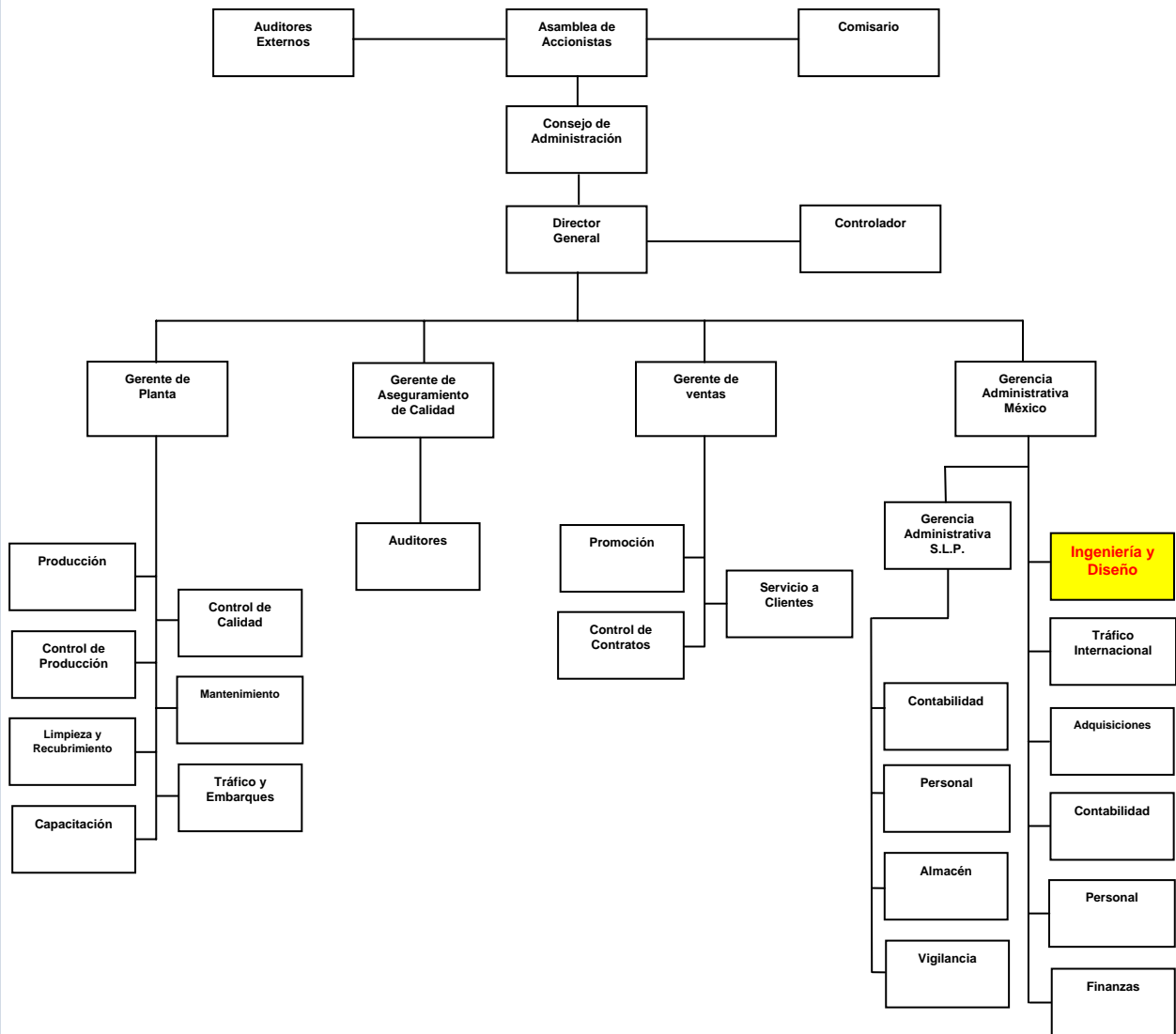
Por otra parte se realizan análisis químicos del acero, para determinar los principales elementos de su contenido y certificar la calidad del tubo.

<http://tubesa.com/localizacion.htm>

Opcionalmente se realiza la prueba hidrostática durante la cual se taponan ambos extremos de cada tubo y se inyecta agua hasta alcanzar la presión predeterminada por las especificaciones (390 a 2,250 PSI).

También opcionalmente se le puede realizar al tubo una limpieza tanto exterior como interior, con chorro de arena o utilizando granalla de acero, y así estar listos para recubrirlos utilizando resinas epóxicas o poliuretano.

Estructura organizacional



## 2. DESCRIPCION DEL PUESTO

**Nombre**

Ing. de Proyecto

**Descripción**

- Desarrollar integralmente los proyectos requeridos por la empresa utilizando herramientas de la Ingeniería.

**Funciones**

- Diseñar piezas y/o mecanismos que puedan satisfacer las necesidades propias de la fabricación de tubería de acero.
- Adquirir refacciones, material, maquinaria y materia prima.
- Vender y promover la tubería producida.

Entre a Tubesa en Octubre de 2006 como dibujante, pero las necesidades de la empresa requirieron que me internara más en los proyectos como diseñador, comprador y en algunos casos como promotor y vendedor.

Dentro de la empresa participe en los siguientes proyectos:

- Fabricación y suministro de tubería a la Junta Central de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JCAS).
- Fabricación y suministro de tubería a la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM).
- Fabricación y suministro de tubería para Ingenieros Civiles Asociados (ICA).
- Presentación de Licitación Internacional a Hidrocapital (Venezuela).
- Presentación de Licitación Internacional a Transcanada (Canadá).

- Diseño e implementación de rodillos cilindros para mover tubos de 20 a 304.80 cm de diámetro.
- Diseño y fabricación de plantillas para cortes especiales a tubos (ej. cortes a 45°).
- Fabricación de marcos, techos y vigas para la nueva nave de la limpieza exterior en la planta en S.L.P.
- Extensión de Hidrotester, para poder hacerle pruebas a tubos de 25 metros de largo.
- Extensión de Desenrollador-Formador, para ahorra el tiempo invertido en la unión de las placas que sirven para formar el tubo.

En el siguiente capitulo trataré de manera mas detallada el proyecto de Extensión de Desenrollador-Formador, pues fue en mi opinión el proyecto que más me dejo en cuestión de aprendizaje.





### 3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

## EXTENSIÓN DE DESENROLLADOR-FORMADOR

#### Introducción

La manufactura de tubos de acero al carbono soldados helicoidalmente data desde más de 100 años; y a partir del año de 1960 se inicia la fabricación de tubería de grandes diámetros soldados en forma helicoidal por el procedimiento de doble arco sumergido, para la conducción de fluidos (petróleo y gas) a alta presión (390 a 2,250 PSI).

El acelerado desarrollo tecnológico en la manufactura de tubos de acero de alta resistencia así como el tipo de pruebas no destructivas para el control de la calidad de la soldadura, especialmente el ultrasonido, han hecho posible el sustancial avance, en términos de calidad y productividad.

Las ventajas que ofrecen los tubos soldados helicoidalmente pueden resumirse como sigue:

- Producción económica de la materia prima por medio del desarrollo de aceros de alta soldabilidad y ductilidad. Así como elevada resistencia en ambiente corrosivo.
- Fabricación de tubos en un amplio intervalo de diámetros con un mismo ancho de placa. Esto permite fabricar tubos de hasta 120 pulgadas de diámetro con acero nacional.
- Fabricación de tubos en grandes espesores de pared.
- Integración de todas las etapas de producción del tubo, desde la materia prima hasta el corte y biselado, pre-doblado, formado y soldado en una secuencia ininterrumpida.

- Fabricación de longitudes óptimas de tubo con un rango constante de longitudes sin limitaciones debidas a la maquinaria.

Las ventajas señaladas han hecho que la utilización de la tubería con costura helicoidal se haya incrementado notablemente en Canadá, Europa, Rusia, África, el Medio Oriente, Venezuela, etc., para transporte a alta presión del gas y del petróleo y sus derivados incluyendo productos amargos tanto en la tierra como en el mar.

En el año de 1979, se inauguró en San Luis Potosí, S.L.P., la primera planta instalada en México para producir tubería de grandes diámetros de acero al carbono con costura helicoidal.

Las instalaciones de TUBESA, S.A. de C.V. cuentan con la maquinaria y equipo más moderno y adecuados, disponibles en el mercado mundial para fabricar tubos soldados mediante doble arco sumergido bajo las normas nacionales e internacionales más estrictas.

La fabricación de este tipo de tubos está respaldada por la operación y supervisión de técnicos mexicanos especializados y calificados para satisfacer los requisitos de los clientes durante todas las etapas de fabricación, desde la planeación hasta la entrega del producto terminado.

El programa de Aseguramiento de Calidad o Programa de Calidad con que se cuenta, está sustentado en un Manual de Calidad del que se derivan un Manual de Control de Calidad y Manuales Operativos y de Procedimientos que comprenden todas las actividades del proceso productivo; también establecen los requisitos de capacitación, calificación y certificación de todo el personal que participa en la fabricación, inspección, pruebas y actividades administrativas.

El control riguroso que se ejerce sobre el diseño, fabricación e inspección no destructiva aseguran el cumplimiento de los requisitos que imponen las especificaciones más estrictas en el campo de la conducción de petróleo, gas, agua y otros fluidos.

Para la fabricación de estos tubos se emplean aceros de bajo carbono y alta resistencia y ductilidad, así como fundentes y electrodos compatibles con estos aceros, lo que permite que los tubos mantengan su integridad y brinden un servicio satisfactorio bajo las más severas condiciones de temperatura, presión, esfuerzos y ambientes corrosivos.

Las estrechas tolerancias dimensionales y el excelente acabado de los tubos permiten que el tendido e instalación de las líneas correspondientes puedan realizarse de manera rápida, segura y económica.

Los tubos soldados en espiral se surten a Petróleos Mexicanos, a la Comisión Federal de Electricidad y a otras entidades del sector público, así como a empresas privadas, suministrando estos tubos para uso en la conducción de fluidos a baja y alta presión y para ser utilizados tanto como elementos estructurales superficiales como para cimentación en obras terrestres y marinas.

TUBESA fabrica tubos de grandes diámetros en espiral con equipo muy resistente, adecuado para producir tubos desde 20 a 120 pulgadas (0.508 a 3.05 m) de diámetro, en espesores de 1/4" (6.35 mm) hasta 1 pulgada (25.4 mm).

La soldadura se realiza por el proceso de doble arco sumergido por el interior y por el exterior de los tubos. Este tipo de soldadura es la más adecuada y segura para tuberías de grandes diámetros.

## Proceso de Fabricación

### 1. Inspección de Materia Prima

Inspecciones visuales, dimensionales, análisis químicos y pruebas mecánicas se realizan para asegurar la calidad (FIG 1).



Figura 1

<http://tubesa.com/fabriles.htm>

## 2. Desenrollado y nivelado

En el área de alimentación, la materia prima, (placa de acero en rollo) se coloca en el alimentador, mismo que desenrolla el acero y lo conduce a la estación de corte, donde se le elimina de 0.5 a 1 metro en la punta y cola de los rollos.

Los bordes resultantes del corte son rectos o con bisel, uniformes y adecuados para la unión mediante soldadura, que es hecha en esta misma estación (FIG. 2).



Figura 2

### 3. Corte de orillas

Posteriormente se nivela y plancha la placa de acero. Se cortan las orillas de molino a todo lo largo del rollo.

Se puede utilizar acero en diferentes anchos, al cual se le corta aproximadamente 1" (25.4 mm) de cada lado, quedando un ancho uniforme (FIG 3).

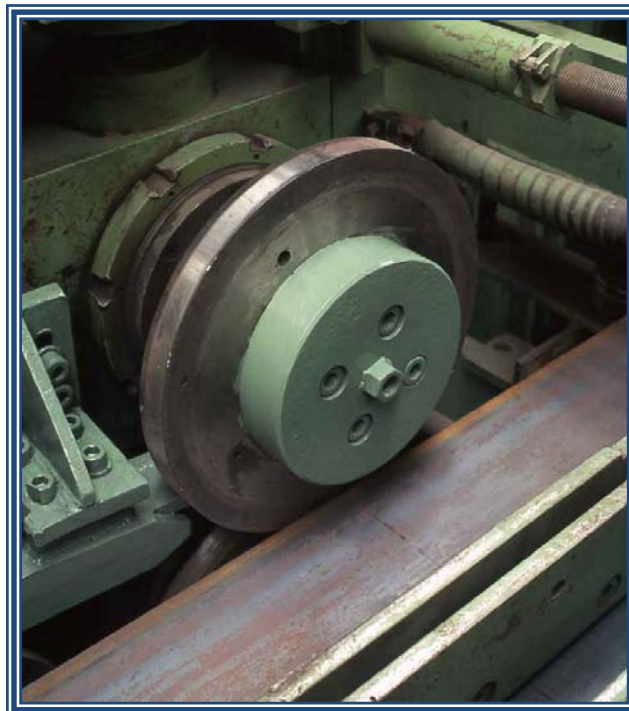


Figura 3

#### 4. Maquinado de orillas y Doblado

La preparación de las orillas es para obtener una alta calidad de soldadura.

Se biselan las orillas, maquinando con fresadora para calibrar el ancho y formar los cantos o biseles (FIG 4).

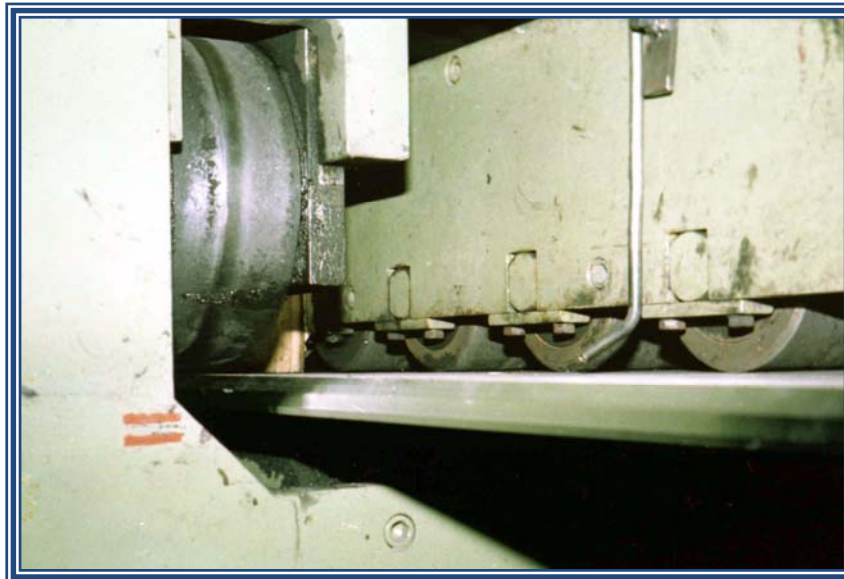


Figura 4

## 5. Formado de tubos

A continuación se procede al pre-doblado de los bordes laterales de la plancha a fin de asegurar una forma cilíndrica uniforme. Inmediatamente después la placa se pasa por 3 juegos de rodillos que permiten el formado del tubo al diámetro requerido.

Los tubos en espiral producen tubos muy precisos en dimensiones y con tolerancias más cerradas que las de los requerimientos del API 5L (FIG 5).

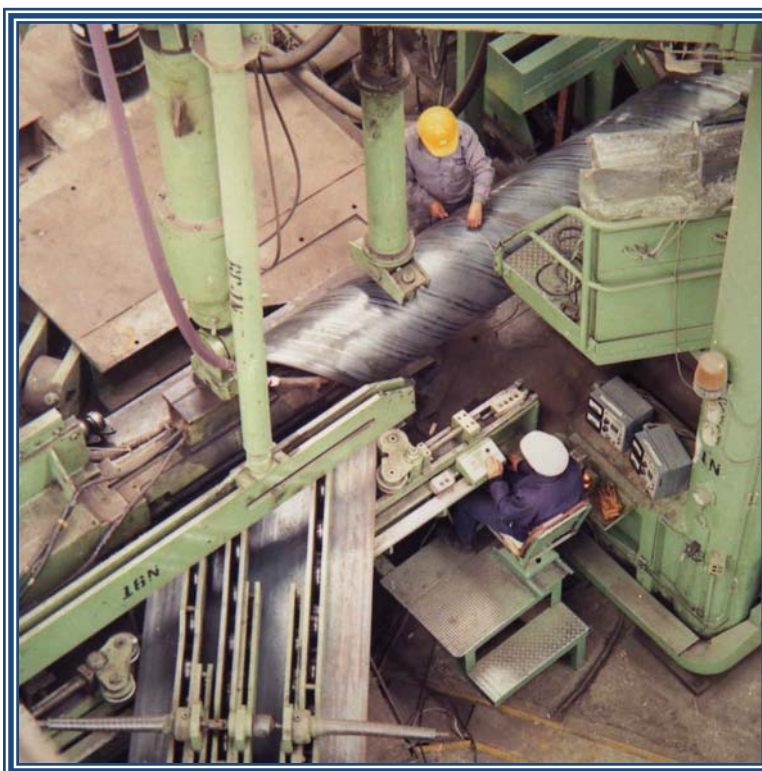


Figura 5



## 6. Soldadura

Enseguida se procede a soldar el tubo formado por el proceso de doble arco sumergido, empleando dos arcos simultáneos, producidos por dos alambres-electrodo y dos fuentes de energía. La soldadura de doble arco sumergido (DSAW) se hace primero por el interior del tubo y luego por el exterior, todo dentro de un proceso continuo.

Este proceso de soldadura requiere de un fundente granular, mismo que protege al arco y al metal fundido de la atmósfera.

La calidad de soldadura que se obtiene cumple con los estándares internacionales. El diámetro del tubo está determinado por el ancho de la placa de acero y por el ángulo de entrada de la misma con respecto al eje del tubo formado (FIG 6).



Figura 6

<http://tubesa.com/fabriles.htm>

### 7. Inspección Ultrasónica: La inspección ultrasónica se realiza a la soldadura y a la placa.

Ya soldado el tubo, es sometido a una inspección ultrasónica que se aplica al 100% de la soldadura y de los bordes de la placa. Dicha inspección es realizada por un equipo automático, mismo que marca los posibles defectos para su posterior evaluación por medio de rayos X (FIG 7).

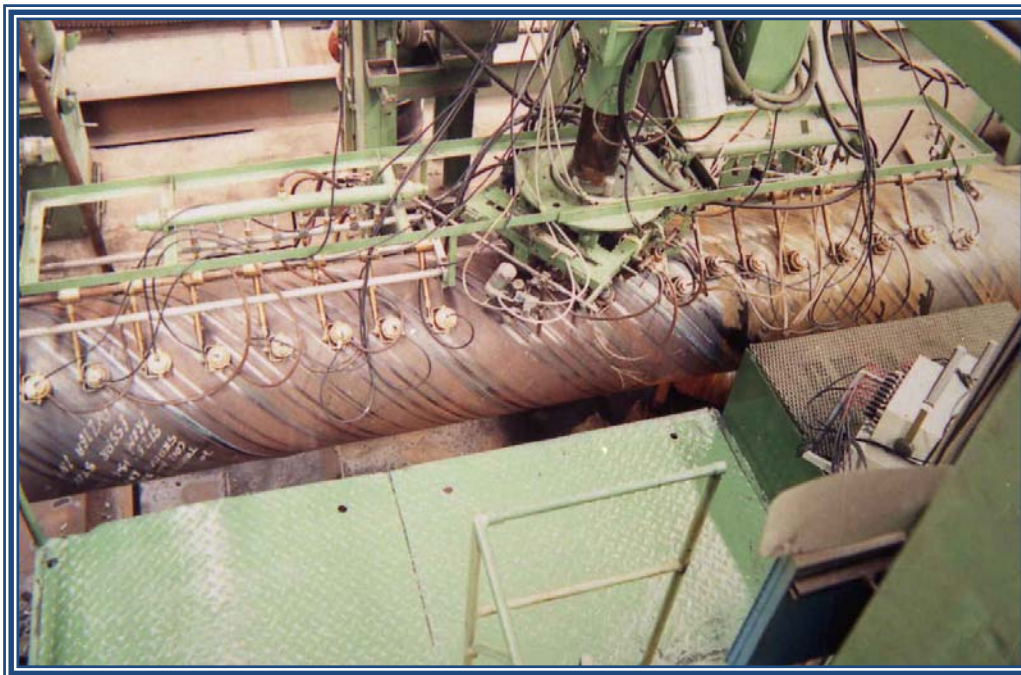


Figura 7

## 8. Corte de tubo

Una vez soldado e inspeccionado mediante ultrasonido, el tubo es cortado en las longitudes especificadas por los clientes por medio de un equipo de plasma. La siguiente operación consiste en biselar los extremos de los tubos (FIG 8).



Figura 8

### 9. Inspección Visual:

En esta etapa se realizan las inspecciones visuales y dimensionales para asegurar el cumplimiento de las especificaciones de los clientes.



Figura 9

<http://tubesa.com/inspecciones.htm>

## 10. Inspección Radiográfica

Se realiza de acuerdo al API 5L o los requerimientos del cliente (FIG 10).

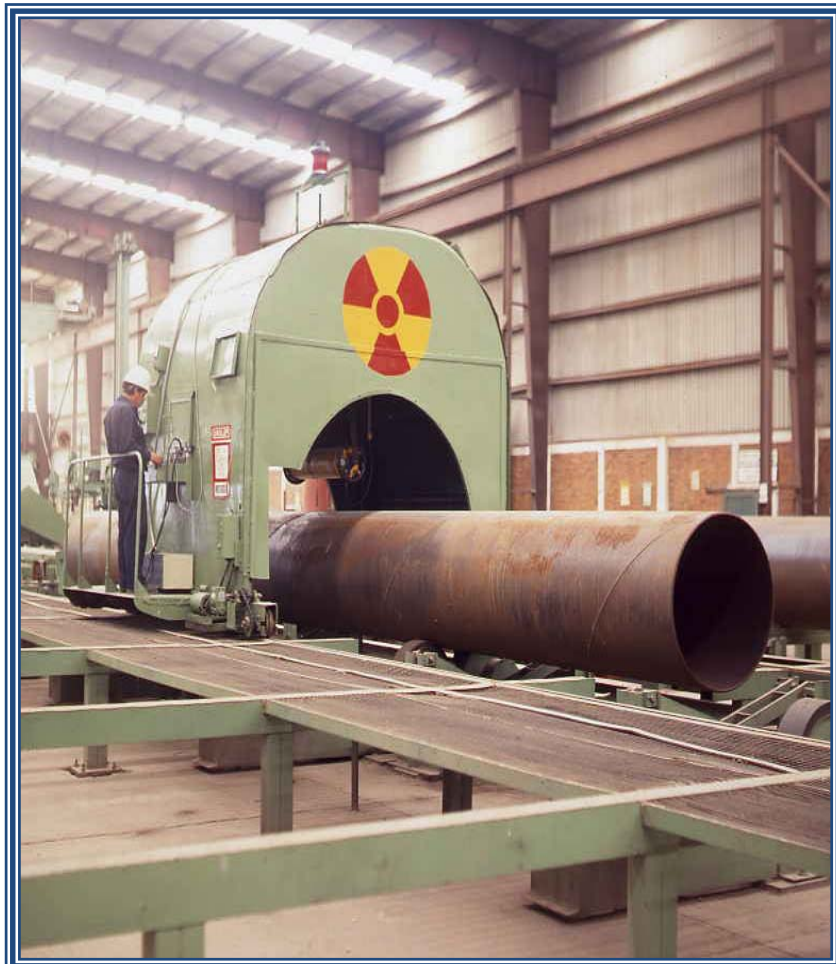


Figura 10

<http://tubesa.com/inspecciones.htm>

## 11. Prueba Hidrostática

Cada tubo es probado hidrostáticamente a la presión de prueba especificada (FIG 11).



Figura 11

<http://tubesa.com/inspecciones.htm>

## 12. Limpieza

Después de que los tubos han sido fabricados y probados con resultados satisfactorios, si el cliente lo solicita, los tubos son sometidos a una limpieza superficial, que puede ser requerida en forma mecánica o por medio de chorro de arena a presión, según sea requerido (FIG 12).



Figura 12

### 13. Recubrimientos

Se realizan los recubrimientos epóxicos interiores y exteriores para la protección de la tubería (FIG 13).



Figura 13



**14.Embarques: Se puede embarcar por camión, ferrocarril y barco (de los puertos de Tampico, Manzanillo y Veracruz).**

El proceso de fabricación propiamente dicho termina con el embarque de los tubos ya sea por ferrocarril o por camión pasando por el manejo, almacenamiento, carga y sujeción de los tubos sobre el medio de transporte, asegurando que la calidad del producto no se deteriore durante el manejo y transporte, de acuerdo con lo considerado en el programa de calidad o de aseguramiento de la calidad.

Por último, los certificados de calidad de los tubos son entregados al cliente, incluyendo una relación detallada tubo por tubo.

Los tubos que satisfacen todos los requisitos de calidad son identificados con la información que estipulan las normas correspondientes, tales como número de tubo, fabricante, cliente, número de pedido, norma de fabricación orden de trabajo, etc. y en su caso, se les estampa el monograma API (FIG 14).



Figura 14

## Control de Calidad y Pruebas de Inspección

Los requisitos de calidad, inspección y pruebas establecidos en las diferentes normas son satisfechos con el siguiente equipo, mismo que se emplea en las etapas que se indican.

- Inspección ultrasónica automática, con la que se evalúa el 100% de la soldadura y los bordes de la placa.
- Medición de espesores por medio de ultrasonido, durante la recepción de materia prima y después durante la fabricación del tubo.
- Inspección ultrasónica con equipo manual para evaluaciones de soldadura adicionales a la inspección automática.
- Inspección radiográfica, empleada principalmente para examinar los extremos soldados de los tubos y las áreas con posibles discontinuidades detectadas con ultrasonido automático.
- Laboratorio de análisis químicos, que consta de un horno de inducción; un espectrofotómetro de absorción atómica para cuantificar Mn, Si, Cu, Ni, Cr, T, V, Nb, así como un colorímetro para la determinación de fósforo.

El análisis químico se emplea para verificar la composición de los rollos de acero, así como la del metal base de los tubos y el metal de soldadura depositada.

El laboratorio de pruebas mecánicas que consta de:

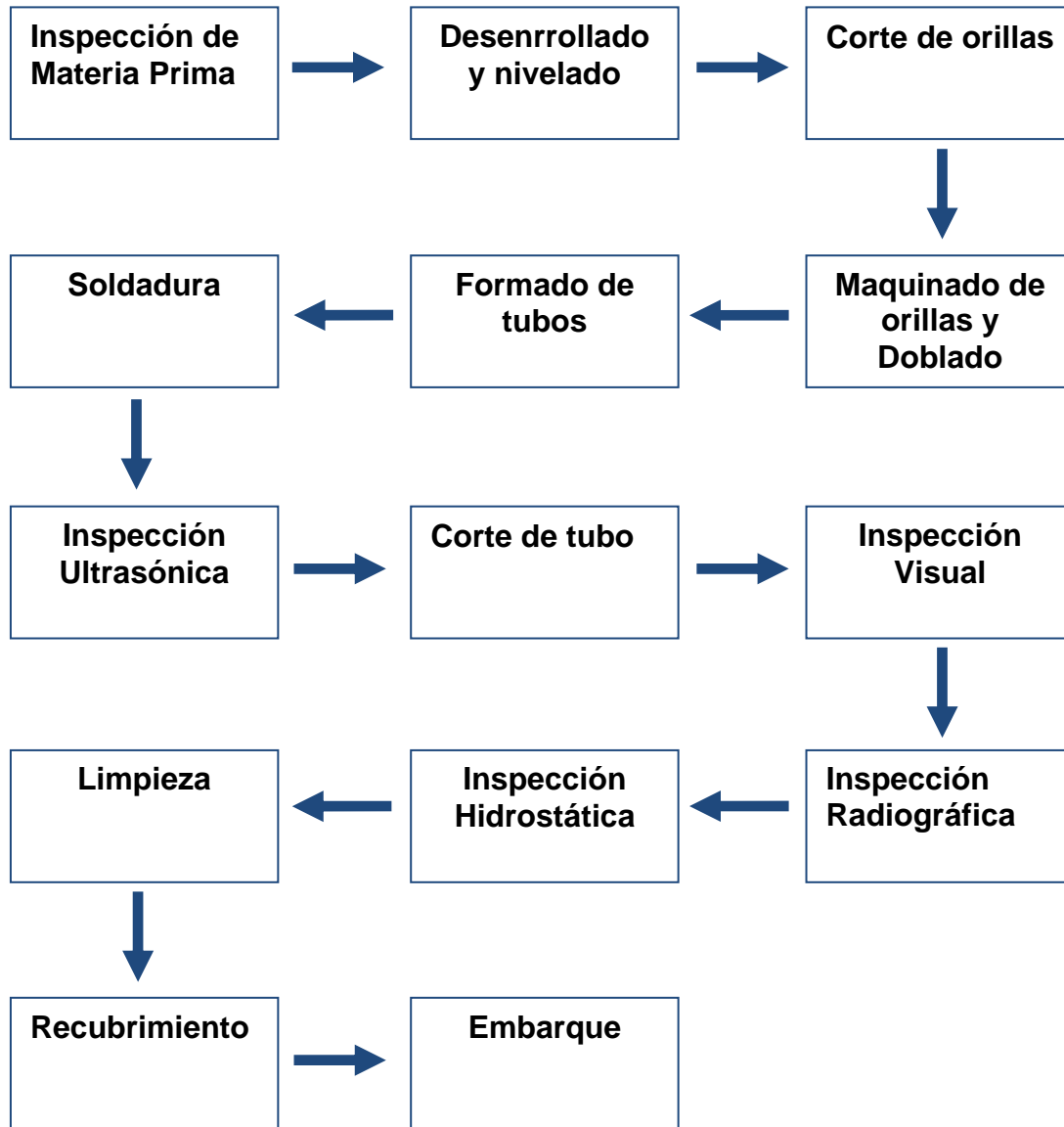
- a) Máquina Universal de ensayos mecánicos para realizar pruebas de resistencia a la tensión, deformación de las probetas y pruebas de doblaje guiado.
- b) Un péndulo para medir la resistencia del acero al impacto a temperatura ambiente y a temperaturas menores a cero grados centígrados. Con esta prueba, se determina la energía absorbida por las probetas durante su fractura debida al impacto y/o la proporción de fractura dúctil/fractura frágil.

- c) Durómetro para evaluar la dureza del metal base, del metal de la zona afectada por el calor y de la zona de la soldadura.
- d) Instalaciones para efectuar pruebas hidrostáticas de cada tramo los tramos de tubo a la presión requerida.

La maquinaria e instalaciones productivas, así como el equipo de laboratorio, inspección y prueba, el personal calificado y el programa de calidad, permiten satisfacer los requisitos de las normas emitidas por el API, la ASTM, la AWWA, y las normas mexicanas NOM.

Las plantas de tubos que cuentan con el equipo y personal calificado necesario así como con un programa de calidad generalmente, cuentan con la autorización certificada del American Petroleum Institute para el uso oficial del monograma API, así como también cuentan con certificados de confiabilidad emitidos por PEMEX y CFE.

Diagrama de Flujo Actual.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A RESOLVER

### Descripción

Cada vez que casi termina de pasar por el formador un rollo de acero, el proceso de preformado se detiene para que del desenrollador salga otro rollo, el cual queda empatado con la cola del rollo que está terminando de ser preformado.

La razón de esto es poder soldar a tope el inicio y final de los dos rollos, teniendo así una placa continua. Esta maniobra tarda aproximadamente 90 minutos.

El peso promedio de un rollo de acero es de 30 toneladas, por lo tanto, para un metro de rollo de acero de 78" de ancho y ½" de espesor, tenemos que:

$$V = 1\text{m} \times 1.98\text{m} \times 0.0127\text{m} = 0.0254 \text{ m}^3$$

$$= 7,850 \text{ kg/m}^3$$

$$W = (7,850 \text{ kg/m}^3) \times (0.0254 \text{ m}^3) = 199.39 \text{ kg}$$

Para un rollo de 30 toneladas de 78" de ancho y ½" de espesor:

$$(30,000 \text{ kg}) / (199.39 \text{ kg/m}) = 150 \text{ metros lineales de rollo}$$

La velocidad de soldadura es de 1.4 m/min, por lo que un rollo se termina en:

$$(150.45 \text{ m}) / (1.4 \text{ m/min}) = \mathbf{107.47 \text{ min}}$$

Como se puede observar, dicha maniobra retrasa el formado, con lo que se encarece el proceso, puesto que los tiempos necesarios para la fabricación de tubería se elevan por los tiempos muertos(FIG 15).

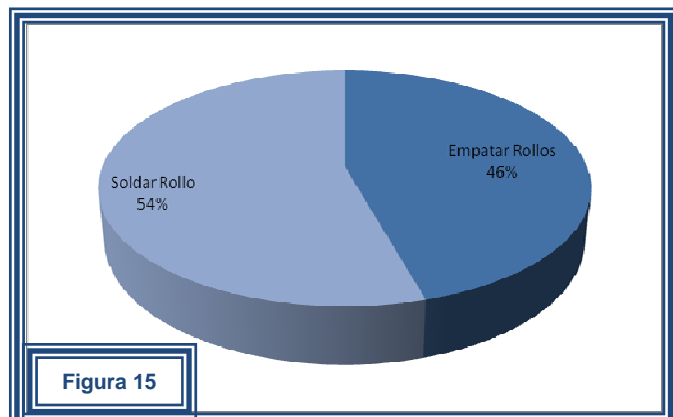


Figura 15

- Como parte del equipo de ingeniería planteé mover 60 metros de su lugar original el desenrollador (FIG 16) y dejar fijo el formador, de este modo tener espacio y tiempo suficiente para que el final del rollo que está pasando por formador y el principio del rollo que está saliendo del desenrollador puedan ser soldados mientras ambas placas avanzan hacia el desenrollador. Este planteamiento implicaba la construcción de una



Figura 16

estructura que sirviera de soporte y guía para las máquinas soldadoras y equipos.



Figura 17

- Diseñé la estructura utilizando un perfil I de acero estructural ASTM A-36 de 500 mm de alma, y 300 mm de ancho de patín (FIG 17). Se fabricaron 120 metros de este perfil en la planta en S.L.P., para formar dos líneas paralelas de 60 metros. Trabajé tramos para el perfil de 12.19 metros (40 ft) de longitud, debido a que es esta la medida máxima estándar en la que se fabrican placas de 1" usadas en esta estructura, Ocupé medidas estándar debido a que si hubiera utilizado en mi diseño medidas distintas el costo de las placas se hubiera incrementado considerablemente. Al utilizar las medidas máximas reduce el número de uniones entre los tramos de perfil I.

- Busque y contacté proveedores de rieles de ferrocarril. Sobre el perfil I se colocaron rieles de ferrocarril (FIG 18) por donde correrían las ruedas de los carros llevan consigo las máquinas soldadoras encargadas de unir las placas, además de unas



Figura 18

- las cuales sujetan a las placas y las mueven a la velocidad que ellos se mueven. La velocidad a la que avanzan es de 1.4 m/min.
- La placa tiene que mantenerse los 60 metros de la extensión a una altura aproximada de 1.50 metros del nivel del piso, por lo que diseñé un mecanismo levitador de placa formado por un cilindro hidráulico, una estructura metálica en forma de bumerang y un rodamiento en la parte superior del mismo. Los cilindros empujan hacia arriba y hacia abajo el bumerang, por lo tanto el rodamiento sube a los 1.50 metros y recibe a la placa. Si un carro pasa por la posición de un levitador de placa, este tendrá que bajar para que el carro pueda pasar, de otro modo chocarían, en cuanto termina de pasar vuelve a su posición para que la placa no caiga. Los levitadores se localizan a 3 metros uno del otro y están al centro de las dos líneas de perfil I, tardan en subir y bajar 4 segundos aproximadamente. Planeo que los levitadores debieran soportar 1 tonelada, esto debido a que cada metro de placa oscila alrededor de los 200 kg., para los tres metros de separación entre levitadores el peso de la placa sería de 600 kg., y tomé en cuenta un rango mayor para la capacidad de carga de los cilindros.

- Una vez que tuve todos los dibujos de los equipos, los uní en uno solo para ver como quedarían acomodados y ahí pude ver si tenía que hacer cambios en el tamaño de la estructura o en el tamaño del mecanismo que mantendría elevada la placa mientras está es soldada.
- Para suministrar el aceite necesario para poder activar los 20 cilindros hidráulicos de los levantadores. Coloqué tres bombas hidráulicas, dos en los extremos y una en medio de la extensión, puesto que debido a la distancia tendríamos caídas de presión.
- Los carros son movidos utilizando un motor de doble dirección acoplado a un reductor con una unidad freno – embrague, la cual permite que el carro pueda avanzar hacia delante, atrás y que pueda quedar “loco”.

- Para energizar los motores de los carros, las soldadoras, y todos los demás dispositivos que lleva cada carro, decidí instalar barras conductoras a lo largo de toda la extensión del chasis. Las barras fueron colocadas a la altura del perfil. Se necesita una alimentación trifásica para 440 volts y 500 amps, que es el consumo de todos los dispositivos que se encuentran sobre los carros. El sistema de alimentación eléctrica consistía en: 4 barras conductoras (3 fases y 1 tierra), 4 sujetadores (FIG 19) por cada 2 metros de anclaje a lo largo de la extensión, 4 palpadores que son los que hacen contacto con las barras energizadas y transmiten la electricidad a unos cables aislados entre si, de ahí la energía va a los toma corrientes de cada carro.

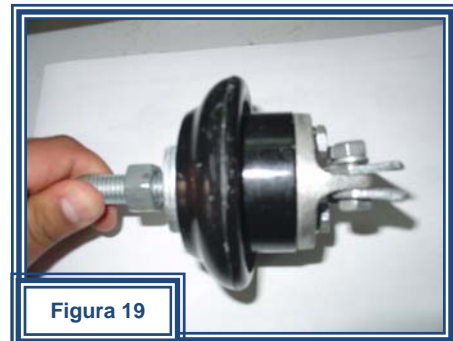


Figura 19



**Por políticas de confidencialidad de la empresa, me es imposible mostrar en este documento la información detallada de los procesos y cambios.**

La automatización para el movimiento de los carros, levantadores y maquinaria en general, lo realizó la empresa FESTO.

El proyecto duró desde la concepción de la idea hasta las pruebas con todos los equipos instalados y conectados aproximadamente 1 año.

Actualmente este proyecto está trabajando al 100% en la planta con un ahorro del 46% en el tiempo empleado para la fabricación de tubos de acero. Esto ha traído consigo la eliminación de tiempos muertos y por ende la disminución de costos.

Para este proyecto forme parte de un equipo de 6 personas; 4 de ellas en la Ciudad de México y 2 en la planta (San Luis Potosí, S.L.P.). Fungí como diseñador, dibujante, coticé y realice pruebas con materiales y equipos. Basándome en los resultados tome decisiones para la adquisición de material y equipo que cumpliera con las necesidades del proyecto.

## Conclusiones

El trabajar en una empresa del tamaño y con las posibilidades de crecimiento que ofrece TUBESA, S.A. de C.V. me permitió desarrollar las habilidades técnicas y humanas adquiridas a lo largo de 5 años en la Facultad de Ingeniería. Como resultado de los proyectos elaborados para la empresa pude poner una vez más en alto el nombre de mi carrera, mi escuela y profesores. A continuación presento una relación de los conocimientos que utilicé más frecuentemente en mi desempeño profesional en la empresa TUBESA

- Calculo de cargas, esfuerzos y resistencia de materiales necesarios para la construcción de estructuras.
- Evaluación de los avances del proyecto que en este trabajo se presenta.
- Mantener un comportamiento correcto con proveedores, debido a los posibles conflictos de interés que hubieran ocurrido derivados de compra o renta de equipos.
- Interpretación de los planos y croquis que este proyecto requirió.
- Evaluar las ofertas de los proveedores para equipo y material.
- Selección del material adecuado para la construcción de estructuras

## Bibliografía

- <http://www.tubesa.com.mx>
- <http://tubesa.com/inspecciones.htm>
- <http://tubesa.com/fabriles.htm>
- <http://www.api.org>
- <http://www.milwaukeeecrane.com/insul-8.htm>
- <http://www.milwaukeeecrane.com/insul-8.htm#heav2>
- <http://www.monografias.com/trabajos11/pymes/pymes.shtml>

