

SI Integró los comentarios del CEIM  
APROBADO

### Propuesta de proyecto de integración

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI):

**Evaluación de la eficiencia energética en el lavado y  
fluxado de un proceso de galvanizado y diseño de un  
campo solar de respaldo térmico de estas etapas.**

Modalidad: Proyecto de investigación

Versión: Tercera

Trimestre Lectivo: 15 – P

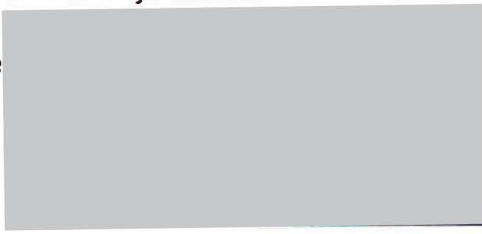


#### Datos del alumno

Nombre: Sánchez Trejo Gustavo

Matricula:

Correo ele



Firma

#### Datos de los asesores

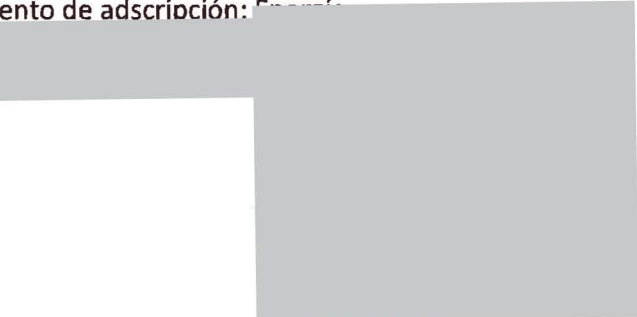
Nombre: Dr. Rubén Dorantes Rodríguez

Categoría: Profesor Titular C de tiempo completo.

Departamento de adscripción: Energía

Correo ele

Teléfono:



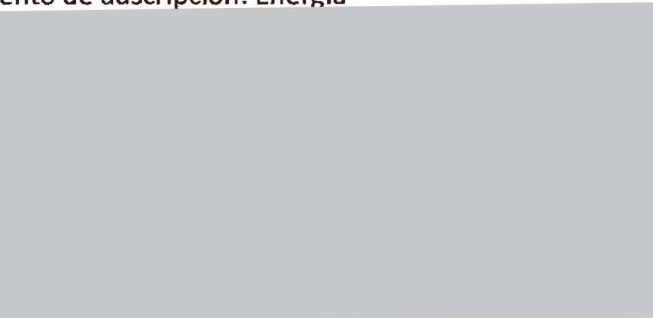
Nombre: M. en I. Humberto Eduardo González Bravo.

Categoría: Profesor Asociado A de tiempo completo

Departamento de adscripción: Energía

Correo ele

Teléfono:



Fecha: 10/Julio/2015



A REVISION

**Declaratoria:**

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Sánchez Trejo Gustavo



Dr. Rubén Dorantes Rodríguez



M. en I. Humberto Eduardo González Bravo



## 1. Introducción

La galvanización se produce sólo en una superficie limpiada con químicos. Por lo tanto, la mayor parte del trabajo se hace con ese objetivo en mente. Esto se logra con la inmersión de los productos en un baño de zinc a una temperatura de 450°C, a esta temperatura, se logra que se produzca la aleación del zinc con el acero. Al igual que en la mayoría de los procesos de revestimiento, el secreto para obtener un buen resultado se encuentra en la preparación de la superficie. Es esencial que se encuentre libre de grasa, suciedad y acumulación antes de la galvanización. Estos tipos de contaminación se eliminan a través de una variedad de procesos, como se muestra en la figura 1. La práctica común es quitar la grasa mediante una solución de desengrase alcalina o ácida, en la que el material será sumergido. La pieza se lava en agua fría y por inmersión en ácido clorhídrico a temperatura de ambiente (decapado) para eliminar la oxidación e impurezas superficiales de la pieza. Los residuos de soldadura, pintura y grasa pesada no se quitan en esta etapa de limpieza y deben ser removidos antes de que el material sea enviado a la galvanización. Después del paso del enjuague, las piezas deben sumergirse en una solución del compuesto con un flujo comúnmente de 30% de cloruro de amonio y zinc, de 65°C a 80°C. En la etapa de flujo se eliminarán los últimos rastros de óxido de la superficie para permitir una mejor interacción entre el zinc fundido y el acero.

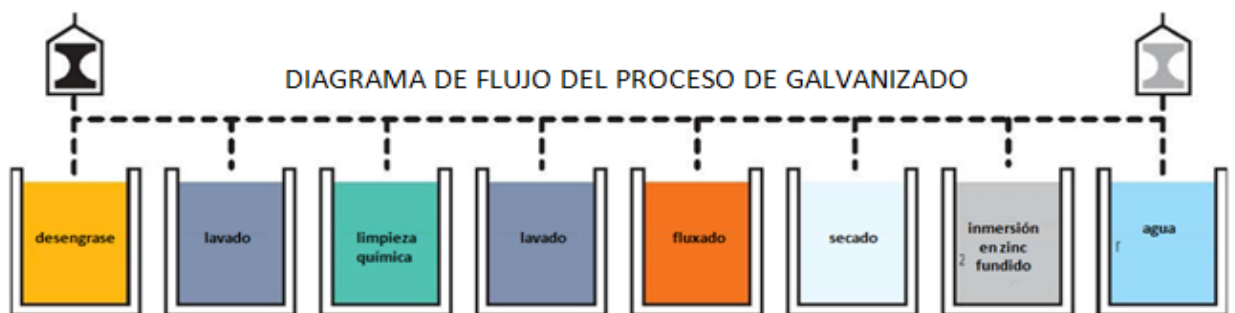


Figura 1. Diagrama que muestra los procesos para llegar al galvanizado, y el orden de ejecución de cada uno.<sup>1</sup>

El objetivo de este trabajo es evaluar térmicamente la factibilidad del diseño de un respaldo térmico solar para el proceso de galvanizado de la PyME, y de esta manera lograr que la etapa de fluxado se mantenga a su temperatura de operación y así producir un ahorro en el consumo de combustible fósil, como el diesel, utilizado para este proceso y minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

[1]

## 2. Antecedentes

Los colectores solares son dispositivos muy útiles para la transformación de energía radiante en energía térmica. Se hará uso de estas tecnologías para poder cumplir con el objetivo de este proyecto.

Un colector solar es una especie de intercambiador de calor que transforma la energía radiante en energía interna de un material. La transferencia de energía se hace desde una fuente radiante (sol), hacia un fluido (agua o aire generalmente) que circula por los tubos o ductos del colector. <sup>[2]</sup>

### - Colector solar plano:

Los colectores solares planos son diseñados para aplicaciones donde se requiere que la energía sea liberada a bajas temperaturas, debido a que la temperatura de este tipo de colectores, difícilmente pasa los 100°C. Las ventajas que se obtienen de este tipo de colectores con respecto a los colectores de enfoque, es que éstos utilizan la energía solar directa y difusa, no requieren movimiento continuo para dar seguimiento al sol, prácticamente no necesitan mantenimiento y son mecánicamente de construcción más simple que los colectores concentradores. <sup>[2]</sup>

### - Colector solar plano de vacío:

El colector plano de vacío, posee un diseño muy similar al colector plano convencional, pero fabricado con materiales que obtienen altos rendimientos, y que poseen características especiales, tales como superficies selectivas, es decir, materiales que absorben ciertas frecuencias como los infrarrojos, pero que apenas los emiten, permitiendo absorciones del orden del 95%. Además, las pérdidas de convección están minimizadas al máximo mediante el vacío de la caja, que aumenta el rendimiento considerablemente. Con este sistema pueden alcanzarse temperaturas de hasta 120°C. La desventaja de este sistema radica en el empleo de materiales más costosos y el delicado proceso de vacío. <sup>[2]</sup>

### - Colector cilíndrico parabólico (CCP):

Los colectores cilindro parabólicos (CCP) resultan idóneos para trabajar dentro del rango de temperaturas 125°C -400°C. Gracias a la concentración de la radiación solar directa que incide sobre el plano de apertura del captador, se consigue de forma eficiente elevar la temperatura del fluido de trabajo hasta valores del orden de los 425°C, pudiendo alimentar procesos industriales dentro del rango de la media temperatura, convirtiéndolo en un captador ideal para acoplarlo a una gran diversidad de procesos industriales. <sup>[2]</sup>

### **3. Justificación**

Normalmente, la galvanización por inmersión en caliente es considerada más cara de lo que realmente es. Hay dos razones para esto. Primero la demanda de combustible fósil (diesel) para mantener las pailas de galvanizado a la temperatura de 450°C. En segundo lugar, la galvanización con relación a la cantidad de zinc que se necesita para realizar el proceso. Un análisis energético, para determinar la cantidad de energía que demanda el proceso de fluxado y el de galvanizado, es útil para determinar qué porcentaje de ese total de energía demandada se puede cubrir diseñando un respaldo térmico solar, además de implementar un conjunto de medidas de ahorro y de eficiencia energética para minimizar las pérdidas de calor durante todo el proceso u optimizar el intercambio de calor entre las corrientes calientes y frías. <sup>[1]</sup>

### **4. Objetivos**

- Objetivo general

Evaluar térmicamente la factibilidad de respaldar térmicamente un proceso de galvanizado en su etapa de fluxado y en la de inmersión en zinc fundido, a través del uso eficiente de la energía térmica en el proceso y del uso de energía solar para reducir costos de operación y mantenimiento del proceso.

- Objetivos específicos

Analizar energéticamente el proceso de calentamiento de las pailas de galvanizado, y la detección de las pérdidas de energía que existen durante el calentamiento del zinc.

Rediseñar y hacer una reestructuración geométrica de la paila (tina) de galvanizado para volver más eficiente el sistema de calentamiento utilizado, además de reducir las pérdidas de calor hacia el medio ambiente.

Diseñar y calcular un sistema de calentamiento solar para incorporarlo al proceso de galvanizado, principalmente en la etapa de fluxado y en la de inmersión.

### **5. Metodología o descripción técnica**

Se obtendrá la eficiencia en la transferencia de calor de las pailas de galvanizado a través de análisis energéticos, de mediciones de temperatura y de flujos de calor, en los cuales se considerará la cantidad de combustible consumida en un intervalo de tiempo y de esta manera lograr obtener una manera de diseñar un sistema de calentamiento más eficiente, buscando optimizar el intercambio de calor entre las corrientes calientes y frías, además de diseñar un sistema de calentamiento solar que será insertado en el proceso de galvanizado y así reducir la quema de combustible para la fundición de zinc.

**6. Cronograma de actividades**  
**Trimestre 15 - O**

| Actividad |  | Semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-----------|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|           |  | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1         | Realizar una investigación preliminar acerca de colectores solares.  | X      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2         | Realizar un análisis energético para determinar la eficiencia energética de las pailas de galvanizado.                             |        | X | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3         | Evaluar las pérdidas de calor desde las pailas al medio ambiente.  |        |   |   | X | X | X |   |   |   |    |    |    |
| 4         | Determinar la cantidad de energía térmica por día demandada por el proceso de fluxado y el de inmersión en zinc.                   |        |   |   |   |   |   | X |   |   |    |    |    |
| 5         | Diseñar y calcular un sistema de calentamiento solar apto para el proceso galvanizado en la etapa de fluxado y en la de inmersión. |        |   |   |   |   |   |   | X | X | X  | X  | X  |
| 6         | Redactar el reporte final del proyecto de integración.   | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  |

**7. Entregables**

Se entregará un reporte del proyecto de integración que incluya el análisis de los datos obtenidos en el análisis energético y el diseño elaborado para el respaldo térmico solar.

## 8. Referencias bibliográficas

[1] Instituto de Metales no Ferrosos - ICZ de Brasil, "Guía para la galvanización por inmersión en caliente", de [http://www.latiza.com/archivos\\_publicar/Guia-de-galvanizacal.pdf](http://www.latiza.com/archivos_publicar/Guia-de-galvanizacal.pdf)

[2] Marco Antonio Conde Sánchez, Zamir Alberto Ramos Mateos, "Diseño de un calentador solar de placa de calor para calentamiento de agua para uso doméstico", de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3062/Tesis.pdf?sequence=1>

## 9. Apéndices

No son necesarios.

## 10. Terminología

No es necesaria.

## 11. Infraestructura

Instalaciones de Galvanizadora Marfa S.A. de C.V.

## 12. Estimación de costos

| Partida   |                                     |   |               |
|---|-------------------------------------|---|---------------|
| <i>sueldo base semanal</i><br>40 horas                    | Tiempo dedicado al proyecto (horas) | Estimación de la partida (\$/hora de trabajo) | Subtotal (\$) |
| Asesor  | 48                                  | 250   | 12000         |
| Asesor  | 48                                  | 250   | 12000         |
| Asesorías adicionales                                     | 20                                  | 150   | 3000          |
| Otro personal de la UAM                                   | 0                                   | 0   | 0             |
| Equipo específico (renta de máquinas, herramientas, etc.) |                                     |   | 0             |
| Software específico (costo de la licencia de software)    |                                     |   | 0             |
| Equipo de uso general (cómputo, impresora, etc)           |                                     |   | 1500          |
| Material de consumo                                       |                                     |   | 1500          |
| Documentación y publicaciones                             |                                     |   | 300           |
| Otros (especificar)                                       |                                     |   | 0             |
| <b>Total</b>  |                                     |   | <b>30300</b>  |

### **13. Asesoría complementaria**

No es necesaria

### **14. Patrocinio externo**

- Instalaciones de Galvanizadora Marfa S.A. de C.V.
- Ing. José Daniel Durán Gutiérrez

### **15. Publicación o difusión de los resultados**

Se presentarán los resultados en la 40 Semana Nacional de Energía Solar en 2016 o en otro congreso de ingeniería en 2016.



**Galvanizadora  
Marfa S.A. de C.V.**

Galvanizado por Inmersión en Caliente

R.F.C. GMA0711097L5

CALLE ESTADO DE MÉXICO MZ. CD LT. 15, COL. SANTO TOMÁS CHICONAUTLA,  
TECAMAC ESTADO DE MÉXICO, C.P. 55770  
TEL. 01 (55) 43344077 - 01 (55) 43344078  
galvanizadora\_marfa@hotmail.com



Tecámac de F.V. a 3 de julio de 2015

**Comité de Carrera de Ing. Mecánica  
UAM-Azcapotzalco  
Presente.**

Por este medio les informo que doy mi total consentimiento, permiso y apoyo para que el alumno de Ing. Mecánica Gustavo Sánchez Trejo pueda desarrollar su proyecto terminal en nuestra planta Galvanizadora Marfa S.A. de C.V., ubicada en Calle Estado de México MZ CD LT 15 Col. Santo Tomas Chiconautla Tecámac, estado de México.

Sin otro particular que tratar, quedo de ustedes  
Atentamente

  
Ing. José Daniel Durán Gutiérrez  
Gerente General de Galvanizadora Marfa S.A. de C.V.