

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“INGENIERÍA BÁSICA DEL CONTROL Y POTENCIA
DE UNA LÍNEA AUTOMATIZADA DE GALVANIZADO”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

Elaborada por:

DANIEL ESTEBAN HERNÁNDEZ JIMÉNEZ

Para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Asesora:

M.I.I. ALEJANDRA YÁÑEZ VÁZQUEZ

Salvatierra, Gto.

Agosto, 2023



FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar y fecha: 05 de julio de 2023

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. Ing. Lizbeth Estefanía Escobar

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre:	Daniel Esteban Hernández Jiménez
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. De Control	IN17110059
Nombre del proyecto:	INGENIERÍA BÁSICA DEL CONTROL Y POTENCIA DE UNA LINEA AUTOMATIZADA
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

M.C.P. Omar Gil Vázquez

Alejandra Yáñez Vázquez Nombre y firma del Asesor	Edgar Cisneros Herrera Nombre y firma del revisor	Luis Alejandro Vázquez Chavez Nombre y firma del revisor

*Solo aplica en caso de Tesis

Ccp. Expediente



Agradecimientos

Al M. en C. Carlos Montoya Suarez quién fue la primera persona en acercarme a CIDETEQ para que yo pudiese llevar a cabo mis residencias profesionales.

Ing. Mario Mora Mancilla, que siendo mi asesor por parte de CIDETEQ me apoyó en todo momento y en todas las actividades realizadas, que a pesar de sus labores estuvo al pendiente de mí y me dejó desarrollar mis habilidades por mi parte.

Maestra Alejandra Yañez Vázquez, mi asesora por parte de mi universidad, que en todas las asesorías realizadas me impulsaba a continuar y mejorar en el trayecto.

A mis padres que siempre confiaron en mí, y que estuvieron todo el tiempo apoyando mi crecimiento tanto personal como el profesional.

A mis compañeros que estuvieron en buenos y malos momentos, que supieron sacar lo mejor y peor de mí.

Y a todas las personas con las que me fui encontrando a lo largo de estos años, a todos los mencionado anteriormente, muchas gracias.

Dedicatoria

A Dios.

A mi familia.

Índice de contenido

Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Índice de contenido	III
Índice de ilustraciones.....	VIII
Índice de tablas	X
Introducción.....	XI
Capítulo I.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Objetivo general.....	2
1.3. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación	3
1.5. Alcance del proyecto	4
1.6. Limitaciones del proyecto	4
1.7. Hipótesis.....	5

1.8.	Preguntas de investigación.....	6
1.9.	Descripción detallada de actividades.....	7
1.10.	Cronograma de actividades.....	8
1.11.	Lugar e información donde se realizará el proyecto	11
Capitulo II. Marco de referencia		13
2.1.	Fundamentos de referencia del proyecto	13
2.1.1.	Primera referencia del proyecto: Tesis “Mejora de procesos y control de calidad en una empresa de galvanoplastia” 2016.....	13
2.1.2.	Segunda referencia del proyecto: Tesis “Proceso para la obtención de alambre Prodacbekaert S.A” 2016.....	16
2.1.3.	Tercera referencia del proyecto: Tesis “Galvanizado, Recubrimiento de zinc” 2019	21
2.1.4.	Cuarta referencia del proyecto: Artículo “Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial” 2019	24
2.1.5.	Quinta referencia del proyecto: Libro “La automatización en la industria química” 2021	25
2.2.	Fundamentos de desarrollo del proyecto.....	27

2.3.	Filosofía de la empresa	28
Capítulo III. Revisión de literatura		33
3.1.	Marco conceptual	33
3.1.1.	Electrolito.....	33
3.1.2.	Electrodo	34
3.1.3.	Generador	34
3.1.4.	Ánodo.....	35
3.1.5.	Cátodo.....	35
3.1.6.	Cincado	35
3.2.	Marco teórico.....	37
3.2.1	Galvanoplastia.....	37
3.2.2	Durabilidad y vida útil.....	37
3.2.3	Extensión de la vida útil de los materiales	38
3.2.4	Resistencia mecánica.....	39
3.2.5	Diversidad de aplicaciones	40

3.2.6	Galvanizado en la industria	40
3.2.7	Corrosión en la industria.....	40
3.2.8	Cincado	41
3.2.9	Normas sobre galvanoplastia	42
3.2.10	Normas para tableros de control y normas eléctricas aplicables....	44
3.2.11	Distribución o diseño de línea	45
3.2.12	Metodología 3P	45
3.2.13	Automatización.....	46
3.2.14	Calidad en electricidad para instalaciones (220 y 440v 3 fases)	46
Capitulo IV. Metodología		48
4.1.	Enfoque de investigación.....	48
4.2.	Tipo de investigación.....	49
4.3.	Selección, diseño y prueba del instrumento de recolección de la información.	50
4.4.	Método de investigación.....	51
4.4.1.	Plan de recolección de la información para el trabajo.....	51

4.4.2. Plan de procesamiento y análisis de información	52
Capítulo V. Resultados	53
5.1. Recopilar información acerca del proceso para contar con el conocimiento básico del mismo	53
5.2. Definir las bases de la etapa de potencia	58
5.3. Definir de las bases de la etapa de control	60
5.4. Implementar el protocolo de generación de bases	66
Capitulo IV. Conclusiones y Recomendaciones.....	72
Competencias desarrolladas.....	75
Referencias de información.....	76

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Localización de la empresa	12
Ilustración 2 Alambre galvanizado Fuente: Isaí Keoma Chirinos Días	20
Ilustración 3 Alambre galvanizado y alambre corriente	20
Ilustración 4 Flujograma de galvanizado experimental	23
Ilustración 5 Plan de recolección de la información	51
Ilustración 6 Plan de procesamiento y análisis de la información	52
Ilustración 7 Flujograma de línea de cincado automática	53
Ilustración 8 Isométrico de línea.....	54
Ilustración 9 Estructura metálica para transporte	55
Ilustración 10 Tanque sencillo.....	56
Ilustración 11 Tanque doble	56
Ilustración 12 Barril rotatorio hexagonal	57
Ilustración 13 Lógica de control para galvanizado	60
Ilustración 14 Trole eléctrico para polipastos	61

Ilustración 15 Trole eléctrico con polipasto	61
Ilustración 16 Código para macro	67
Ilustración 17 Ejemplo de sistema de generación de bases	69
Ilustración 18 Ejemplo de bases generadas	70
Ilustración 19 Vista preliminar de información.....	71

Índice de tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades	10
Tabla 2 Información de la empresa donde se realizará el proyecto	11
Tabla 3 Composición del alambrón	18
Tabla 4 Trefilado	19
Tabla 5 Fuentes de recolección de datos	50
Tabla 6 Definición de la etapa de potencia	59
Tabla 7 Controladores de temperatura	62
Tabla 8 Sensores de altura	64
Tabla 9 Sensores de nivel.....	65
Tabla 10 Sistema básico para generación de bases.....	66

Introducción

En la actualidad muchas de las industrias existentes ya cuentan con ciertas líneas de producción que trabajan de manera automática, esto con la particular finalidad de optimizar en medida de lo posible el desarrollo de las diferentes actividades necesarias para elaborar o modificar algún material o producto en específico.

Dentro de la ingeniería básica para el presente proyecto se tienen 2 etapas a desarrollar, la primera de ellas es la etapa de potencia, en estos tiempos, la mayoría, por no decir todas las líneas de producción, requieren electricidad para funcionar, tanto para transporte de la materia prima o producto, como en alguna actividad específica del proceso, la etapa de potencia va dirigida a definir los distintos equipos eléctricos que requieren ser energizados para un correcto funcionamiento de una línea automática de galvanizado por electrolisis.

Sobre la segunda etapa, se ha de considerar como “definición de las bases de la etapa de control”, ésta etapa está considerando todo aquel elemento de control que requiera la línea, ya sea para un buen desarrollo de la lógica de control o en su defecto, para que el personal pueda controlar la línea, en caso de esto ser requerido, al ser automática se busca la menor interacción humana posible, dígase dar inicio a la secuencia de actividades que se requiera para que se lleve a cabo el galvanizado.

Un sistema que reúna ambas etapas facilitaría en gran cantidad el proceso que conlleva la planeación de una línea de galvanizado, para eso es este proyecto.

Capítulo I

1.1. Planteamiento del problema

En CIDETEQ la instalación de las diferentes líneas de galvanizado trae consigo un gran uso de diferentes recursos, entre ellos tiempo, personal y capital. La investigación y desarrollo de los requerimientos de las líneas es un problema del cual se sufre en cada instalación de cada línea, ya que no se cuenta con un protocolo en el cual se puedan basar las personas para la instalación de las mismas, al momento de colocar una línea de trabajo dedicada a la galvanoplastia para CIDETEQ u otra empresa u organización, los encargados del proyecto deben comenzar a enlistar los requerimientos básicos que se necesitan para una instalación, esto en la mayoría de las ocasiones tiene bases similares, sin embargo, al no existir un manual, siempre se comienza desde cero, el capital invertido en este proceso afecta tanto a CIDETEQ como a otra industria si es que requiere una línea en sus instalaciones, se debe pagar al personal encargado, el pago al proveedor puede expandirse de manera inmensurable si existe algún error en la lista de pedimento, y el tiempo invertido en este tipo de proyectos siempre es un periodo considerablemente largo, este tiempo que podría ser dedicado a otras actividades, pero por falta de protocolos y manuales será tiempo perdido, además al no tener una base siempre existirá la posibilidad de que ocurra algún error que eleve los costos, que extienda el periodo del proyecto e involucre a más personal para poder conseguir una correcta instalación de una línea de galvanizado.

1.2. Objetivo general

Contar con un protocolo estandarizado de definición de requerimientos de potencia y de control de una línea de galvanizado en CIDETEQ.

1.3. Objetivos específicos

- Recopilar información acerca del proceso para contar con el conocimiento básico del mismo.
- Definir de las bases de la etapa de potencia.
- Definir de las bases de la etapa de control.
- Implementar el protocolo de generación de bases.

1.4. Justificación

En la actualidad la instalación de líneas automáticas es muy común en las industrias, ya que es una de las opciones que puede aumentar tanto la producción como la calidad de los procesos, muchas líneas tienen requisitos iguales o similares pero en cada ocasión que se desea hacer la instalación de una se realiza un largo proceso de investigación para desarrollar un plan y la misma instalación, solo cuando son líneas pertenecientes a una misma empresa y se tienen condiciones similares este proceso es menos tardado, ya que se tienen planos y demás que facilitan mucho el trabajo.

El proyecto “Ingeniería básica del control y potencia de una línea automatizada de galvanizado” brindará información a la institución y al proveedor sobre los requerimientos necesarios de una línea de galvanizado por barril, facilitando el entendimiento del proveedor para la entrega del material y equipo. El proyecto está enfocado a que el proceso de enlistar material y equipo sea más sencillo para la institución, pero que a la vez sea fácil de entender para el proveedor pero que no se pierda información o se preste a un malentendido. Con esto, se llega a simplificar y agilizar la instalación de líneas de galvanizado.

1.5. Alcance del proyecto

Elaborar un sistema automatizado el cual genere la ingeniería básica para una línea automática de galvanizado, misma que sea sencilla de comprender para el proveedor, pero a la vez que ésta esté lo más detallada posible para disminuir y de ser posible eliminar la posibilidad de tener un error o un malentendido.

1.6. Limitaciones del proyecto

Se llevará a cabo un proyecto para conocer la ingeniería básica para una línea de galvanizado por barril automática.

El presente informe trata sobre la línea de zinc ácido con cromato azul trivalente y sello orgánico en barriles del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C

De esta forma, con hechos, experiencias y diferentes documentos, se realiza un enfoque a los requerimientos generales que se necesita para la instalación de cada línea de galvanizado en la misma.

- La ingeniería básica desarrollada en este proyecto no será aplicada a otras empresas, organizaciones e instituciones sin las debidas adecuaciones para una óptima aplicación.
- La ejecución de los planteamientos postulados se llevará a cabo solamente si la institución lo considera pertinente.
- Cierta información manejada es de carácter privado, por lo cual no estará dispuesta a todas las personas.

- La información base, es proporcionada por la instituciones, fechas y proyecciones están dispuestas a modificaciones según se requiera por la misma instrucción.
- La pandemia por la que se está pasando impide realizar al 100% un proyecto presencial en la institución, por lo tanto, se ha de trabajar de manera virtual por el tiempo necesario.

1.7. Hipótesis

H0 Con la implementación de un sistema que defina la ingeniería básica para una línea de galvanizado se reducirá hasta en un 50% el tiempo de planeación para la instalación de la misma.

H1 Con la implementación de un sistema que defina la ingeniería básica para una línea de galvanizado no se reducirá el tiempo de planeación para la instalación de la misma.

1.8. Preguntas de investigación

- 1.- ¿Cuál es el efecto principal al cual se exponen los materiales a zincar?
- 2.- En CIDETEQ, ¿Qué etapa del proceso es opcional?
- 3.- ¿Cuánto tiempo conlleva la planeación de la ingeniería para la instalación de una línea de galvanizado automática?
- 4.- ¿Qué beneficios traería un sistema que realice la ingeniería básica para la misma línea?
- 5.- ¿Cuánto tiempo de planeación e instalación reduciría el sistema para realizar la ingeniería básica?

1.9. Descripción detallada de actividades


Para la etapa uno se definirán principales fuentes de información, ya sean documentos físicos digitales y principales asesores, además de esto se realizará una investigación para el marco teórico, esto con el fin de que el practicante conozca el lenguaje y el proceso que se realiza, para después desarrollar el proyecto, y para el final de la etapa uno se definirá la metodología a utilizar en el proyecto, dicha metodología debe estar enfocada a las necesidades del presente proyecto.

En la etapa numero dos se va a enfocar en los requerimientos de potencia de la línea, esto va enfocado a indicar los diferentes equipos que se requiere energizar para un correcto funcionamiento de la línea.

La etapa tres, está enfocada al equipo necesario que se utilizará para controlar la línea de galvanizado, al ser automática el uso de diferentes controles e indicadores es imprescindible, en esta etapa se revisará que tipo de controles, sensores, indicadores serán usados.

En la cuarta y última etapa se realizará la implementación del protocolo de generación de bases, lo cual quiere decir que se estará combinando la información anteriormente recabada y se elaborará un sistema el cual pueda generar una lista del material y equipo necesario para instalar una línea de galvanizado por barril.

1.10. Cronograma de actividades

Id		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		FASE 1: Marco teorico, recopilación de información y definición de la metodología	25 días	lun 09/08/21	vie 10/09/21	
2		Recopilación de la información	5 días	lun 09/08/21	vie 13/08/21	
3		Definir fuentes de información	5 días	lun 09/08/21	vie 13/08/21	
4		Recopilar información para marco teorico	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	2,3
5		Galvanoplastia y sus beneficios	5 días	vie 13/08/21	vie 20/08/21	
6		Extensión de vida de los materiales	3 días	lun 16/08/21	mié 18/08/21	
7		Reducción en el mantenimiento	3 días	lun 16/08/21	mié 18/08/21	
8		Alcance del recubrimiento en el material	3 días	lun 16/08/21	mié 18/08/21	
9		Resistencia mecanica	3 días	lun 16/08/21	mié 18/08/21	
10		Triple protección	2 días	jue 19/08/21	vie 20/08/21	
11		Facilidad de pintado	2 días	jue 19/08/21	vie 20/08/21	
12		Bajo costo	2 días	jue 19/08/21	vie 20/08/21	
13		Diversidad de aplicaciones	2 días	jue 19/08/21	vie 20/08/21	
14		Galvanoplastia en la industria	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
15		Union metalurgica	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
16		Normas sobre galvanización	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
17		Normas electricas aplicables	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
18		Normas para tableros electricos	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
19		Normas para tableros de control	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
20		Distribución o diseño de línea	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	

21		Metodología 3P (Preparación, producto y proceso)	5 días	lun 16/08/21	vie 20/08/21	
22		Efectos en el material (basado en el flujograma)	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
23		Des-engrase por inmersión	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
24		Des-engrase electrolítico	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
25		Activado ácido	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
26		Electro-deposito de zinc	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
27		Sello-cromato trivalente	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
28		Sello orgánico	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
29		Secado	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
30		Enjuague	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
31		Automatización	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
32		Lógica de control	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
33		Electricidad para instalaciones (220 y 440 v 3 fases)	5 días	lun 23/08/21	vie 27/08/21	
34		Definición de la metodología	10 días	lun 30/08/21	vie 10/09/21	4,2,3,5,14,15,16,
35		Definición de problemática	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	
36		Definir justificación	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	
37		Establecer objetivo general y específicos	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	
38		Determinar alcance	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	
39		Definir limitaciones	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	
40		Establecer marco teórico	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	

41		Tipo de investigación y	5 días	lun 30/08/21	vie 03/09/21	
42		Lean Manufacturing y PMI	5 días	lun 06/09/21	vie 10/09/21	
43		Análisis de datos	5 días	lun 06/09/21	vie 10/09/21	
44		Definir ingeniería básica	5 días	lun 06/09/21	vie 10/09/21	
45		FASE 2: Definición de las bases de la etapa de potencia	25 días	lun 13/09/21	vie 15/10/21	2,4,34
46		Definir etapas actuales de proceso	5 días	lun 13/09/21	vie 17/09/21	
47		Establecer equipos a energizar	15 días	lun 20/09/21	vie 08/10/21	46
48		Identificar características de cada elemento	15 días	lun 20/09/21	vie 08/10/21	46
49		Establecer tiempos	15 días	lun 20/09/21	vie 08/10/21	46
50		Identificar normas aplicables	4 días	mar 12/10/21	vie 15/10/21	47,48,49
51		FASE 3: Definición de las bases de la etapa de control	25 días	lun 18/10/21	vie 19/11/21	45
52		Realizar lógica de control para todo el proceso	5 días	lun 18/10/21	vie 22/10/21	
53		Crear listado de actividades del proceso	5 días	lun 25/10/21	vie 29/10/21	
54		Identificar posición de	5 días	lun 25/10/21	vie 29/10/21	
55		Hacer diagrama DT	5 días	lun 25/10/21	vie 29/10/21	
56		Identificar simbología a usar	5 días	lun 25/10/21	vie 29/10/21	
57		Realizar ingeniería básica para etapa de	10 días	lun 01/11/21	vie 12/11/21	
58		Incluir marcas, tipos de sensores, metodología,	10 días	lun 01/11/21	vie 12/11/21	
59		Revisión de etapa 3	5 días	lun 15/11/21	vie 19/11/21	52,55,57
60		FASE 4: Implementación del protocolo de generación de bases	21 días	lun 22/11/21	lun 20/12/21	51
61		Diseñar sistema De generación	21 días	lun 22/11/21	lun 20/12/21	

Tabla 1 Cronograma de actividades

Fuente: Propia

1.11. Lugar e información donde se realizará el proyecto

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Nombre:	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C
Giro:	Industrial Publico
Domicilio:	Parque Tecnológico Querétaro. Colonia Sanfadila, Pedro Escobedo, Qro. Código postal 76703
Teléfono:	4422116000
E-mail:	comunicacion@cideteq.mx
RFC:	CID910926P7A
Nombre del contacto:	Ing. Mario Mora Mancilla

Tabla 2 Información de la empresa donde se realizará el proyecto

Fuente propia

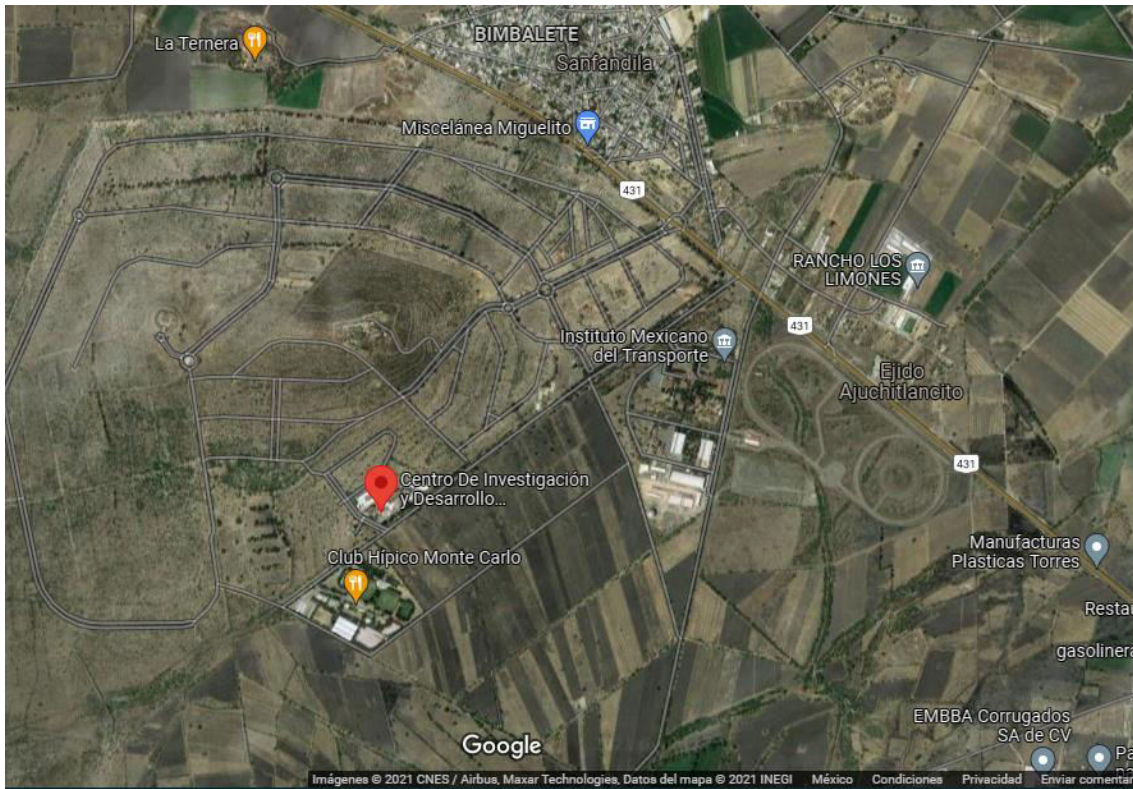


Ilustración 1 Localización de la empresa

Fuente:

<https://www.google.com/maps/place/Centro+De+Investigaci%C3%B3n+y+Desarrollo+Tecnol%C3%B3gico+En+Electroqu%C3%ADmica,+S.C./@20.4953299,-100.218409,2964m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x85d36ea6533e9105:0x1c8c4de689c31a4b!8m2!3d20.4907221!4d-100.2224752!5m1!1e4>

Capitulo II. Marco de referencia

2.1. Fundamentos de referencia del proyecto

2.1.1. Primera referencia del proyecto: Tesis “Mejora de procesos y control de calidad en una empresa de galvanoplastia” 2016

Problemáticas

La empresa en cuestión (microempresa ubicada en Ecatepec, Estado de México), ha presentado durante el último año un incremento en su número de clientes y por consiguiente en sus niveles de producción. La competencia en el mercado está basada en la calidad que se ofrece y en el tiempo de entrega, lo cual ha obligado al dueño de la empresa a buscar formas de mejorar sus niveles de producción manteniendo la calidad que hasta el momento les caracteriza.

Es importante destacar que su cartera de clientes incluye algunos situados a distancias considerables, lo cual los obliga a tener listos los trabajos de estos clientes en la fecha acordada con un margen mínimo de retraso. Aunado a esto existen clientes que suelen solicitar trabajos urgentes, cuestión que los ha obligado a reducir sus tiempos de entrega.

Otro aspecto importante del ámbito competitivo en el cual se desarrolla la empresa es el precio: las piezas trabajadas se cotizan unitariamente; el precio

depende principalmente del tipo de acabado solicitado para cada pieza, aunque también afectan las condiciones en que se reciben las piezas, por ejemplo: si tienen rebabas, están oxidadas, etc.

Herramientas y/o técnicas utilizadas

En la tesis se hace mención de que han sido utilizadas 3 técnicas diferentes para recopilar, analizar y tratar la diferente información reunida, dichas técnicas son:

- Entrevistas.
- Visitas de campo.
- Revisión bibliográfica y documental.

Resultados

Con respecto a la mejora de procesos, en el área de pulido se logró una reducción considerable en el número de piezas que deben retrabajarse, con lo cual se disminuyen los tiempos de entrega y se evitan costos adicionales generados por el retrabajo. Este punto apoya además la entrega de piezas en el tiempo pactado con los clientes, cuestión que en ocasiones genera problemas para la empresa. Los cambios propuestos tienen que ver en su mayoría con actividades que realizan los trabajadores directamente sobre las piezas; sin embargo, se identificaron otras actividades que pueden mejorarse, las cuales tienen que ver con monitoreo y control de los parámetros de los baños de níquel y cromo. Estas actividades quedaron fuera del alcance del presente trabajo ya que en la empresa no se cuenta con el equipo

necesario para realizar las mediciones. El control de los baños representa una gran área de oportunidad para la empresa, con la cual podrían mejorar notablemente su proceso, por esta razón se recomienda un trabajo posterior enfocado en la mejora de estos aspectos.

En los temas relacionados con seguridad e higiene industrial y medioambiental, se encontró que la empresa no emplea ninguna técnica para reducir la emisión de contaminantes, además los trabajadores no emplean el equipo de protección personal necesario. Con respecto a la emisión de contaminantes, dentro de la literatura se puede encontrar una gran cantidad de métodos que pueden emplearse en las empresas de galvanoplastia, muchos de los cuales podrían llevarse a cabo en la empresa en cuestión. La limitante para la aplicación de estos métodos tiene dos vertientes, la primera de ellas es la falta de conocimiento técnico para poder aplicar los métodos y la segunda es la inversión económica que se requiere. Por lo anterior, solo fue posible implementar una técnica que consiste en recuperar solución del baño de cromo antes de enjuagar las piezas, con esta medida se logró una recuperación considerable de solución, en promedio 60 litros por semana. Esto implica ahorro económico para la empresa ya que la solución recuperada puede regresarse a la tina, además que reduce la cantidad de contaminantes emitidos, específicamente cromo y otras sustancias contenidas en la solución, las cuales terminarían en el agua de enjuague y posteriormente se arrojarían al drenaje.

Utilidad para el presente proyecto

La tesis “Mejora de procesos y control de calidad en una empresa de galvanoplastia”, en el capítulo dos, explica sobre el principio de la galvanoplastia, esto ayuda ya que aporta una base al presente proyecto, esto debido a que menciona que los distintos métodos de galvanizado son similares, pero se enfoca más al método que usa electrolitos, al igual que este proyecto.

2.1.2. Segunda referencia del proyecto: Tesis “Proceso para la obtención de alambre Prodacbekaert S.A” 2016

Problemática

Cada año la industria mundial del zinc produce unas 9, 800,000 toneladas de este metal. La mitad de esta cantidad se destina a la protección del acero frente a la corrosión. La industria de la galvanización es una industria moderna que utiliza las propiedades electroquímicas del zinc para proteger el acero contra la corrosión y tiene una larga historia de éxitos.

Cuando usted elige la galvanización para proteger sus artículos de acero, está eligiendo un producto fiable, de alta calidad proporcionado por un sector industrial de confianza, que está acreditado a lo largo de muchos años de servicio. La combinación de la calidad del zinc, con la fiabilidad del proceso, hace de la galvanización en caliente el procedimiento más adecuado para la protección frente a la corrosión de toda clase de piezas y estructuras de acero.

La galvanización en caliente es uno de los sistemas más eficaces de protección del hierro y el acero frente a la corrosión que experimentan estos materiales cuando se exponen a la atmósfera, las aguas y los suelos. Consiste en la formación de un recubrimiento de zinc sobre las piezas y productos de hierro o acero mediante inmersión de los mismos en un baño de zinc fundido a 450°C. La reacción de galvanización solamente se produce si las superficies de los materiales están químicamente limpias, por lo que éstos deben someterse previamente a un proceso de preparación superficial.

Durante la inmersión en el zinc fundido, se produce una reacción de difusión entre el zinc y el acero, que tiene como resultado la formación de diferentes capas de aleaciones zinc-hierro. Al extraer los materiales del baño de zinc, estas capas de aleación quedan cubiertas por una capa externa de zinc 20 puro. El resultado es un recubrimiento de zinc unido metalúrgicamente al acero base mediante diferentes capas de aleaciones zinc-hierro.

Desde el punto de vista industrial se distinguen tres tipos principales de instalaciones o procedimientos de galvanización: procedimientos discontinuos, procedimientos automáticos o semiautomáticos, procedimientos continuos.

Herramientas y/o técnicas utilizadas

En la tesis se hace mención de que han sido utilizadas 3 técnicas diferentes para recopilar, analizar y tratar la diferente información reunida, dichas técnicas son:

- Observación
- Investigación documental o bibliográfica
- Entrevistas

Resultados

Los resultados que se tienen para esta tesis se dividen en cinco partes, lo primero es la composición de la materia prima que se muestra en la tabla número 3, es alambón a producción SAE 1008, en rollos de 2 Ton aprox. de 5.50mm de diámetro y con la siguiente composición química:

Ø mm	RESISTENCIA (MPa)	Porcentaje (%)									
		C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	B
5.50	412	0.07	0.65	0.18	0.015	0.005	0.00	0.01	0.01	0.001	0.0019
5.50	417	0.07	0.63	0.19	0.013	0.007	0.00	0.01	0.01	0.001	0.0018

Tabla 3 Composición del alambón

Fuente: Isai Keoma Chirinos Días

El siguiente apartado para los resultados es el trefilado, esto es un proceso en el cual el alambón se pasa a través de unos dados para disminuir su diámetro, a continuación, una tabla exponiendo las veces que se pasa por los dados y la disminución que se tiene al paso de los mismos.

Pasada	Ø (mm)
1	4.83
2	4.24
3	3.72
4	3.26
5	3.40
6	3.40
7	3.40
8	3.40

Tabla 4 Trefilado

Fuente: Isai Keoma Chirinos Días

En el tercer apartado de resultados se tiene el proceso del galvanizado al cual se expone el alambre de 3.40mm, para esto se describe cada estación por la que se pasa el alambre, las cuales son:

- Devanado.
- Tina con plomo a 530°C para obtener alambre duro.
- Tina con plomo a 730°C para obtener alambre blando (opcional).
- Enfrío.
- Inmersión en ácido clorhídrico para decapado.
- Enjuague.
- Flux, es un tratamiento químico que prepara el alambre para el cincado.
- Inmersión en una tina de zinc para el galvanizado.
- Recubrimiento con wax para protección anticorrosiva.
- Se recoge el alambre ya galvanizado.

El cuarto apartado de resultados se basa en especificaciones del producto final, la cual sería la llegada del Spider aprobado por CC con alambre galvanizado blando corriente (50Kg-f/mm²) de diámetro 3.40mm al área de Malla Olímpica es para la producción de la malla olímpica de 50x10 2.00x260m. Misma que se presenta a continuación



Ilustración 2 Alambre galvanizado Fuente: Isaí Keoma Chirinos Días

El último de los resultados obtenidos es el control de peso exacto, se tiene como la llegada del Spider aprobado por CC con alambre galvanizado blando corriente (50Kg-f/mm²) de diámetro 3.40mm es para empacarlo en rollos de Peso Exacto de 100Kg.

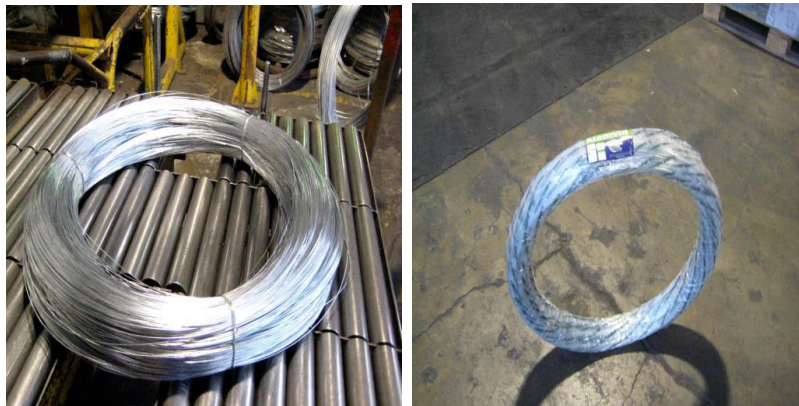


Ilustración 3 Alambre galvanizado y alambre corriente

Fuente: Isaí Keoma Chirinos Días

Utilidad para el presente proyecto

El apartado siete del capítulo 4 de la tesis “Proceso para la obtención de alambre Prodacbeaert S.A”, se llama “Ventajas del galvanizado” está dividido en varios párrafos los cuales muestran los diferentes efectos que influyen en los materiales o productos galvanizados, esto sirve de referencia para recopilar información que ayude a completar el primer objetivo específico del presente proyecto, esto debido a que sin importar el método por el cual sea galvanizado un material, se obtienen efectos similares o iguales, la variación existente va más enfocada a la duración de los mismos, o en su defecto, a su apariencia física, más que nada visual.

2.1.3. Tercera referencia del proyecto: Tesis “Galvanizado, Recubrimiento de zinc” 2019

Problemática

Desde el último tercio del pasado siglo hasta la actualidad se han producido numerosos e importantes avances en la tecnología de producción de los Aceros, se han impulsado y diversificado su uso hasta hacer del acero un material sin el cual no podría concebirse la civilización moderna. Las claves de este éxito son su elevada resistencia mecánica, su facilidad de conformación y su coste relativamente bajo. Pero el acero, tiene de minerales constituidos por compuestos químicos complejos, es un material termodinámicamente inestable que tiende a recuperar su estado inicial mediante reacción con ciertos elementos de la atmósfera y el agua,

principalmente oxígeno, sales y ácidos. Este proceso de combinación de los metales con el medioambiente es lo que constituye el fenómeno de la corrosión, aquí inexorablemente a su destrucción. Se han desarrollado muy diversos métodos para impedir o retardar el fenómeno de la corrosión del acero con gif lo de física hacia. Los métodos consisten fundamentalmente en la adición de algún elemento alcance que facilite su pasivación o en la aplicación de un revestimiento. Definitiva, indisponer una barrera aislante entre el metal y los elementos agresivos del medio ambiente circundante. Los materiales de base adecuados para la galvanización en caliente los Aceros al carbono asistencia y magia aleación, aceros moldeados y las fundiciones grises, nodular. Aceros con elevados contenidos de carbono, silicio, pero pueden dar lugar a descubrimiento de superficie rugosa y aspecto gris oscuro poseen espesor superior al normal que están constituidos en su totalidad por capas de aleación zinc-hierro.

Herramientas y/o técnicas utilizadas

En la tesis se hace mención de que han sido utilizadas 3 técnicas diferentes para recopilar, analizar y tratar la diferente información reunida, dichas técnicas son:

- Entrevistas.
- Visitas de campo.
- Revisión bibliográfica y documental.

Resultados

Se ha obtenido un diagrama de flujo para el procedimiento experimental. Mismo que se presenta a continuación.

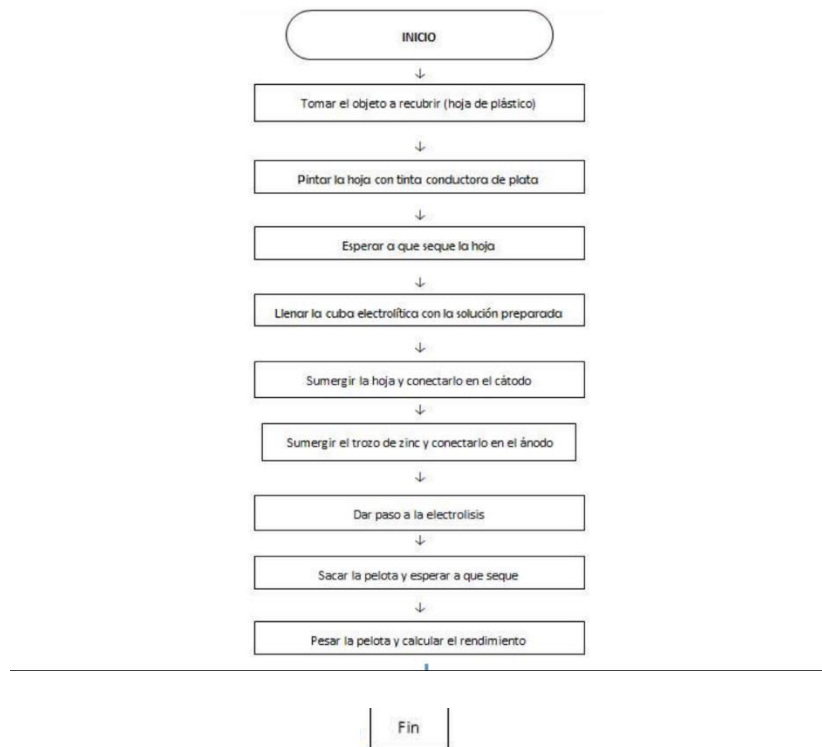


Ilustración 4 Flujograma de galvanizado experimental

Fuente: Universidad Mayor de San Andrés

Utilidad para el presente proyecto

Con este proyecto se toma en consideración todas las aplicaciones para la galvanoplastia, al tener conocimiento de que no es requerido un material metálico para galvanizar se expanden las posibilidades de posibles elementos o productos que puedan ser sometidos a este tipo de procesos, no solamente en metales.

2.1.4. Cuarta referencia del proyecto: Artículo “Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial” 2019

Resumen

La temática tratada en el documento abarca principalmente la influencia de la arquitectura orientada al servicio y de cómo los servicios se orquestan entre sí para el desarrollo de aplicaciones más robustas y dinámicas orientadas a la solución de problemáticas presentadas en el diseño de sistemas de automatización industrial.

En la actualidad, las industrias están obligadas a utilizar nuevos sistemas que soporten la dinámica a la que se enfrentan las organizaciones. Sin embargo, los sistemas actuales de las empresas carecen de este dinamismo, lo que muchas veces imposibilita la implementación de nuevas funcionalidades a los procesos de producción autónomos, debido a la poca flexibilidad y agilidad de responder a la dinámica de los estilos de producción que se experimentan hoy día. La ingeniería de software aporta a la dinámica en el área de la automatización industrial, resaltando mejoras significativas en la configuración de sistemas implementados en el campo de la automatización industrial.

Utilidad para el presente proyecto

Este artículo da un enfoque más amplio al proyecto, ya que muestra que todas las empresas se ven obligadas a innovar, y todo va dirigido a la automatización.

2.1.5. Quinta referencia del proyecto: Libro “La automatización en la industria química” 2021

Resumen

La automatización aplicada a procesos industriales ha experimentado una gran evolución en las últimas décadas gracias al empleo de dispositivos programables (PLC), que permiten un control prácticamente absoluto de la evolución de un proceso. La industria química también se ha favorecido de las ventajas que presenta la disposición de los autómatas programables. La buena utilización de estos equipos requiere tener buenos conocimientos de programación y de los periféricos que intervienen. Con estos objetivos se ha planteado la redacción del presente libro, que combina los aspectos de diseño de automatismos con PLC con los requerimientos de la industria química. En la primera parte, se presentan las características y los métodos de solución de sistemas automatizados, mientras que en temas posteriores se estudian la estructura general de los autómatas programables y las técnicas de programación en Ladder y GRAFCET, que se aplican a un amplio conjunto de ejercicios orientados a la resolución de problemas de automatización de la industria química. El libro finaliza con un estudio detallado de la programación avanzada, que permite el control de procesos en tiempo continuo a través de variables analógicas y del control PID.

Utilidad para el presente proyecto

El libro de la automatización en la industria química no es un tema lejano al proceso que conlleva la galvanoplastia mediante electrolisis, ambos requieren químicos y ciertas reacciones para que su efecto principal surta efecto, sin embargo, el libro va más dirigido a cómo es que todo tipo de empresas tienden a ser automatizadas por una gran variedad de motivos, entre ellos calidad, rapidez y eficacia.

Para el presente proyecto, el libro aporta muchos aspectos en cuanto a la automatización, la programación de PLC ayuda demasiado para que los sistemas funcionen de manera correcta, siguiendo alguna lógica de control definida por un programador, cualquier proceso funciona en la manera que el personal de las industrias quiera. Este apartado es el que se ha tomado para este proyecto, la automatización, programación de PLC y lógicas de control.

2.2. Fundamentos de desarrollo del proyecto

En años pasados, CIDETEQ ha notado lo extenuante que se vuelve la planificación de la instalación de una línea de galvanizado, esto para las dos distintas variables que se tienen, líneas manuales y líneas automáticas, cada una conlleva cierto proceso similar el uno del otro, sin embargo, las industrias actuales tienen enfoques más dirigidos a los sistemas automáticos, por esto mismo, CIDETEQ ha comenzado un proyecto el cual consta de crear un sistema el cual brinde a los ingenieros la información de la ingeniería básica necesaria para la instalación de una línea automática de galvanizado.

El desarrollo de este proyecto comenzó con un sistema documental (en papel) en el cual las industrias que querían instalar una línea de galvanizado, junto a CIDETEQ, estudiaban los requerimientos necesarios para dicha línea, provocando así varios gastos, más que nada económicos y de tiempo.

En cuanto comenzó la pandemia por COVID-19, tanto las peticiones para instalar líneas de galvanizado, como las reuniones de planeación para estas, fueron disminuyendo por el posible contagio, añadido a esto, el personal que labora en las industrias se ha reducido en una muy alta cantidad, dejando solo al personal indispensable.

Hasta hace relativamente poco tiempo, dígame julio de 2021, se ha buscado retomar con el proyecto, personal de CIDETEQ junto a residentes quieren desarrollar el presente proyecto y terminarlo en 2021.

2.3. Filosofía de la empresa

2.3.1 Misión

Generar conocimiento de vanguardia, investigación y desarrollo tecnológico en las áreas de agua, medio ambiente, energía limpia y salud, a través de procesos innovadores basados en electroquímica y tratamiento avanzado de superficies para dar soluciones a problemas complejos en beneficio de la sociedad.

2.3.2 Visión

Ser un centro reconocido nacional e internacionalmente por nuestra capacidad de lograr beneficios que impactan positivamente a la sociedad, a nuestros clientes y otras partes interesadas, cuidando el medio ambiente.

2.3.3 Objetivo

Establecer de manera puntual y concreta los principios, valores y reglas de integridad que todos los colaboradores del CIDETEQ deben conocer y aplicar en sus actividades cotidianas de manera institucional, imparcial, íntegra, ética y transparente, siendo este documento un instrumento para regir dichas actividades. Además, contar con una guía para que las acciones sean que se realicen en el Centro, sean encaminadas a generar un entorno ético a través de la promoción de una cultura de integridad como valor indispensable para prevenir e inhibir conductas

contrarias a la normatividad que regula la actuación en el servicio público y que permita cumplir las metas y los objetivos institucionales.

2.3.4 Valores que toda persona servidora pública debe anteponer en el desempeño de su empleo, cargo, comisión o funciones.

1. Interés público. Los servidores públicos actúan buscando en todo momento la máxima atención de las necesidades y demandas de la sociedad por encima de intereses y beneficios particulares, ajenos a la satisfacción colectiva.

2. Respeto. Los servidores públicos se conducen con austeridad y sin ostentación, y otorgan un trato digno y cordial a las personas en general y a sus compañeros de trabajo, superiores y subordinados, considerando sus derechos, de tal manera que propician el diálogo cortés y la aplicación armónica de instrumentos que conduzcan al entendimiento, a través de la eficacia y el interés público.

3. Respeto a los Derechos Humanos. Los servidores públicos respetan los derechos humanos, y en el ámbito de sus competencias y atribuciones, los garantizan, promueven y protegen de conformidad con los Principios de: Universalidad que establece que los derechos humanos corresponden a toda persona por el simple hecho de serlo; de Interdependencia que implica que los derechos humanos se encuentran vinculados íntimamente entre sí; de Indivisibilidad que refiere que los derechos humanos conforman una totalidad de tal forma que son

complementarios e inseparables, y de Progresividad que prevé que los derechos humanos están en constante evolución y bajo ninguna circunstancia se justifica un retroceso en su protección.

4. Igualdad y no discriminación. Los servidores públicos prestan sus servicios a todas las personas sin distinción, exclusión, restricción, o preferencia basada en el origen étnico o nacional, el color de piel, la cultura, el sexo, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, económica, de salud o jurídica, la religión, la apariencia física, las características genéticas, la situación migratoria, el embarazo, la lengua, las opiniones, las preferencias sexuales, la identidad o filiación política, el estado civil, la situación familiar, las responsabilidades familiares, el idioma, los antecedentes penales o en cualquier otro motivo.

5. Equidad de género. Los servidores públicos, en el ámbito de sus competencias y atribuciones, garantizan que tanto mujeres como hombres accedan con las mismas condiciones, posibilidades y oportunidades a los bienes y servicios públicos; a los programas y beneficios institucionales, y a los empleos, cargos y comisiones gubernamentales.

6. Entorno cultural y ecológico. Los servidores públicos en el desarrollo de sus actividades evitan la afectación del patrimonio cultural de cualquier nación y de los ecosistemas del planeta; asumen una férrea voluntad de respeto, defensa y preservación de la cultura y del medio ambiente, y en el ejercicio de sus funciones y conforme a sus atribuciones, promueven en la sociedad la protección y

conservación de la cultura y el medio ambiente, al ser el principal legado para las generaciones futuras.

7. Integridad. Los servidores públicos actúan siempre de manera congruente con los principios que se deben observar en el desempeño de un empleo, cargo, comisión o función, convencidos en el compromiso de ajustar su conducta para que impere en su desempeño una ética que responda al interés público y generen certeza plena de su conducta frente a todas las personas con las que se vincule u observen su actuar.

8. Cooperación. Los servidores públicos colaboran entre sí y propician el trabajo en equipo para alcanzar los objetivos comunes previstos en los planes y programas gubernamentales, generando así una plena vocación de servicio público en beneficio de la colectividad y confianza de los ciudadanos en sus instituciones.

9. Liderazgo. Los servidores públicos son guía, ejemplo y promotores del Código de Ética y las Reglas de Integridad; fomentan y aplican en el desempeño de sus funciones los principios que la Constitución y la ley les impone, así como aquellos valores adicionales que por su importancia son intrínsecos a la función pública.

10. Transparencia. Los servidores públicos en el ejercicio de sus funciones protegen los datos personales que estén bajo su custodia; privilegian el principio de máxima publicidad de la información pública, atendiendo con diligencia los requerimientos de acceso y proporcionando la documentación que generan, obtienen, adquieren, transforman o conservan; y en el ámbito de su competencia,

difunden de manera proactiva información gubernamental, como un elemento que genera valor a la sociedad y promueve un gobierno abierto.

11. Rendición de cuentas. Los servidores públicos asumen plenamente ante la sociedad y sus autoridades la responsabilidad que deriva del ejercicio de su empleo, cargo o comisión, por lo que informan, explican y justifican sus decisiones y acciones, y se sujetan a un sistema de sanciones, así como a la evaluación y al escrutinio público de sus funciones por parte de la ciudadanía.

2.3.5 Valores institucionales

Que resultan indispensables observar en el actuar cotidiano dentro del CIDETEQ.

1. Actitud de servicio: Colaborar, contribuir, trabajar en equipo es parte de nuestra esencia. Estamos dispuestos a ayudar a los demás. Vamos más allá de brindar apoyo. Nos preocupamos por conocer las necesidades de nuestro entorno.

2. Compromiso: Tenemos la capacidad esforzarnos, a fin de cumplir con nuestras obligaciones, tareas, actividades, trabajo. Respaldamos con acciones aquellas iniciativas a las que nos comprometemos. Estamos conscientes de que como Institución también tenemos un compromiso social y nos interesa trabajar por superar las expectativas de nuestros compañeros y de la sociedad.

3. Confianza: Actuamos congruentemente con nuestros valores. Estamos seguros de nuestras competencias y de la capacidad de lograr lo que nos proponemos.

Capítulo III. Revisión de literatura

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Electrolito

Arrhenius (1884), definió los ácidos como electrolitos que contienen hidrógeno y que, disueltos en agua, producen una concentración de iones hidrógeno o protones, H^+ , mayor que la existente en el agua pura. Del mismo modo, Arrhenius definió una base como una sustancia que disuelta en agua producía un exceso de iones hidróxido, OH^- (también llamados aniones hidroxilo).

Los electrólitos son minerales presentes en la sangre y otros líquidos corporales que llevan una carga eléctrica. (Enciclopedia médica Medline plus, 2021).

Un electrólito o electrolito es una sustancia que puede someterse a la electrolisis (la descomposición en disolución a través de la corriente de electricidad). Los electrolitos contienen iones libres que actúan como conductores eléctricos. (J. Pérez, 2010).

3.1.2. Electrodo

Un electrodo es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito. (M. Faraday, 1834)

Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que transmite o del que recibe una corriente eléctrica. (RAE, 2020).

3.1.3. Generador

El generador es el equipo que convierte la energía mecánica de rotación obtenida en el rodete en energía eléctrica. Su funcionamiento es consecuencia de la ley de Faraday, de inducción electromagnética. Esta versa sobre la producción de corriente eléctrica a partir del movimiento de un conductor eléctrico en un campo magnético. (B. Ceupe, 2019)

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Es una máquina destinada a transformar la energía mecánica en eléctrica. (E. Devteam, 2015).

3.1.4. Ánodo

La noción de ánodo se emplea en el ámbito de la física para nombrar a un electrodo con carga positiva. (A. Gardey, 2015).

El nombre del ánodo proviene del griego ἀνά (aná): hacia arriba, y ὁδός (odós): camino. Faraday fue el que acuñó este término en el siglo XIX. (I. Varela, 2020).

3.1.5. Cátodo

Electrodo sobre el cual se suministra carga negativa (-) y se deposita un metal. (S/A).

Un cátodo, desde el punto de vista de la química, es el rol que toma un electrodo cuando sufre una reacción de reducción,1 mediante la cual un material reduce su estado de oxidación al recibir electrones. (Química general, 2018).

3.1.6. Cincado

El cincado¹ es el recubrimiento de una pieza de metal con un baño de zinc para protegerla de la oxidación y de la corrosión, mejorando además su aspecto visual. El principio de funcionamiento se basa en que los átomos de cinc reaccionan con las moléculas del aire (especialmente oxígeno), oxidándose más rápido (por estar en la superficie) que el metal componente de la pieza, retardando la corrosión interna. (RAE, 2001).

El cincado puede obtenerse por procesos electrolíticos o mecánicos. Las partes metálicas se sumergen en un baño de cinc líquido a temperatura de fusión de 900 a 950 grados Celsius, consiguiendo un galvanizado. El cinc también puede adsorberse si se aplica como polvo y se coloca en un horno adecuado (sheradización), o se pulveriza a presión (metalización). También existe el cincado ácido y el alcalino. La diferencia entre ambos es que en el alcalino se utilizan compuestos con cianuro. Debido a la toxicidad de este grupo químico se ha incrementado la utilización de la variante ácida, a pesar de requerir mayor control de la composición y la pureza. (J. Cortez, 2018).

3.2. Marco teórico

3.2.1 Galvanoplastia

La galvanoplastia es un proceso que hace uso de la electricidad para cubrir un metal sobre otro, esto mediante una solución de sales metálicas, esto mayormente conocido como electrolisis, el fin de este proceso es la modificación de las propiedades superficiales de los metales cubiertos, como resultado se obtiene un aumento en la resistencia a la corrosión, así como se tiene mayor resistencia al ataque de diferentes sustancias químicas. (P. C. Rodríguez, 1998).

La industria de la Galvanoplastia tiene por objeto la producción de recubrimientos metálicos, estos son aplicados sobre piezas plásticas o metálicas para mejorar sus propiedades superficiales como resistencia al desgaste y a la abrasión, protección contra la corrosión y mejora de la apariencia, o incluso son utilizados como revestimientos múltiples. (P. C. Rodríguez, 1998)

3.2.2 Durabilidad y vida útil

El periodo de vida de los productos galvanizados varía de acuerdo con las condiciones ambientales en las cuales se encuentre. Haciendo referencia a condiciones ambientales extremas, estos productos, tienen una vida mínima sin oxidarse de 10 años. Los recubrimientos de zinc más delgados no duran tanto porque la protección proporcionada por los recubrimientos de zinc es directamente

proporcional a su espesor. La resistencia a la corrosión del zinc depende en primer lugar de una película protectora (pátina) que se forma en su superficie

Un recubrimiento galvanizado típico de 85 μm puede prolongar la vida de servicio de una estructura exenta de mantenimiento (en ambientes rurales y urbanos). (C. Giussephy, 2018).

3.2.3 Extensión de la vida útil de los materiales

El deterioro de los materiales sometidos a condiciones ambientales adversas durante su vida útil, es uno de los problemas de mayor importancia en el sector productivo, por esta razón se deben realizar pruebas específicas en una cámara salina, para evaluar y estudiar el comportamiento de los metales en un ambiente químicamente activo y estipular el ciclo de vida de este. (SUMATEC, 2018).

Las pruebas de corrosión en una cámara salina, son uno de los ensayos que existen para la evaluación y control de este fenómeno.

Los ensayos acelerados en cámara salina son empleados, para exponer los materiales a condiciones extremas en donde puedan deteriorarse debido a la corrosión. La cámara salina, crea un ambiente salino con humedades altas, y normalmente 35 grados de temperatura, donde exponen el material en el interior, a una niebla salina continua y corrosiva y están documentados por las normas ASTM B 117 Y ISO 9227.

El tiempo transcurrido desde que se introduce el material hasta que comienza el ataque de la corrosión, proporciona una medida de la capacidad de resistencia del metal o del recubrimiento a dicho ataque. Si este resiste 10 horas, se estima que el material podrá durar 1 año aproximadamente, aunque esta relación no se puede tomar como norma pues los ambientes cambian según el lugar y las condiciones en que se encuentre el producto. (SUMATEC, 2018).

3.2.4 Resistencia mecánica

La resistencia mecánica es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse. La resistencia mecánica de un cuerpo depende de su material y de su geometría. El parámetro empleado habitualmente para valorar la resistencia mecánica de un cuerpo es el coeficiente de seguridad. (A. Pérez, 2014)

La Resistencia de Materiales combina los datos de material, geometría y fuerzas aplicadas para generar modelos matemáticos que permiten analizar la resistencia mecánica de los cuerpos. (A. Pérez, 2014)

3.2.5 Diversidad de aplicaciones

El galvanizado es un procedimiento de gran versatilidad de aplicación. Sirve tanto para la protección de productos siderúrgicos tales como la banda, el alambre o los tubos, como para la protección de toda clase de piezas o artículos de acero. Por otra parte, el galvanizado posee una gran versatilidad de utilización, ya que protegen el acero tanto de la corrosión atmosférica como de la provocada por las aguas o el terreno. (D. Vela, 2011).

3.2.6 Galvanizado en la industria

El galvanizado ha hecho frente a múltiples problemas de los que sufrían los metales tanto en las industrias como en los hogares de las personas, entre ellos se encuentran las fracturas, los rayones y el considerado peor, la corrosión, el deterioro de los metales puede llegar con muchos problemas para el material que tenga dicho problema, de primera instancia se tiene el debilitamiento del material, esto puede desenvolverse y llegar hasta una falla, ya sea en el mismo material o en un equipo más completo. (R. Viloría, 2002).

3.2.7 Corrosión en la industria

La corrosión en la Industria global supone un coste estimado de 2.5 billones de dólares, lo que equivale al 3.4% del PIB mundial, aproximadamente. El principal problema que presenta la corrosión es que es inevitable, pudiendo solo minimizar sus efectos a largo plazo. La corrosión se define como el proceso natural por el cual

los metales se degradan y regresan a su forma original, es decir, se convierten en minerales (óxidos). Este proceso está influenciado por muchos factores como pueden ser la temperatura, humedad, radiación solar, partículas contaminantes, pH, etc. y otros como la homogeneidad de la microestructura del material, la presencia de óxidos e inclusiones, grietas o defectos superficiales, etc. (A. Ros, 2011).

3.2.8 Cincado

El cincado¹ es el recubrimiento de una pieza de metal con un baño de zinc para protegerla de la oxidación y de la corrosión, mejorando además su aspecto visual. El principio de funcionamiento se basa en que los átomos de cinc reaccionan con las moléculas del aire (especialmente oxígeno), oxidándose más rápido (por estar en la superficie) que el metal componente de la pieza, retardando la corrosión interna. RAE. (2001).

3.2.9 Normas sobre galvanoplastia

El proceso de galvanoplastia se basa de acuerdo a las siguientes Normas Internacionales:

- ASTM B633: Norma para el proceso de Galvanizado Electrolítico (Electrolytic Zinc Plating).

La cual lleva por nombre:

“Especificación normalizada para los Electrodo puesto Recubrimientos de zinc sobre hierro y acero”

Esta norma se expide bajo la denominación fija B 633, el numero inmediatamente posterior a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de nueva aprobación última. Una épsilon superíndice señala un cambio editorial desde la última revisión o nueva aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por las agencias del Departamento de Defensa

Para un mejor entendimiento se anexa el alcance proveniente de la norma.

Alcance

- 1.1 Esta especificación abarca los requisitos del electrodo puesto en recubrimiento de zinc se aplica a artículos de hierro o de acero para protegerlos de la corrosión. No cubre electrodos galvanizados alambre de acero o de las hojas (véase Especificación A 591 / A 591M para las hojas).

1.2 Los recubrimientos se proporcionan en cuatro clases de espesor estándar (4,1), en el mismo estado-plateado o con uno de los tres tipos de acabado adicional (4,2).

1.3 Esta norma no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma para establecer las pertinentes prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

La parte en donde más se ha enfocado el presente proyecto es el en apartado cinco, mostrado a continuación.

Información para hacer pedidos

5.1 Cuando se ordena la galvanización de los artículos, el comprador deberá indicarse el número de designación, la fecha de expedición

CUADRO 1 CLASES DE ESPESOR DE RECUBRIMIENTOS		
NUMERO DE CLASIFICACION Y LA RECONVERSIÓN REVESTIMIENTO SUFIJO	CONDICION DE SERVICIO	GRUESO, MIN, MICRAS.
Fe/Zn 25	SC 4 (MUY GRAVE)	25
Fe/Zn 12	12 SC 3 (SEVERO)	12
Fe/Zn 8	SC 2 (MODERADA)	8
Fe/Zn 5	SC 1 (LEVE)	5

De hierro o de acero con eletrochapa zincada. Numeral indica que el espesor en micras cuando las condiciones de servicio son válidas únicamente para las capas de conversión de cromado. Tipo II para el SC 4 y SC 3 y tipo III para el SC 2 y SC 1.

3.2.10 Normas para tableros de control y normas eléctricas aplicables

- NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)

El objetivo de esta norma es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra accidentes eléctricos (electrocuciones) y accidentes térmicos (calentamiento por corrientes de falla y sobretensiones en los equipos eléctricos y conductores).

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura, esta norma no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones de instalación para personas no calificadas.

- NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condición de seguridad.

En la norma se especifica que es una guía de referencia I medidas de seguridad para actividades de mantenimiento con tensiones menores a 600v.

El objetivo de esta norma es establecer las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

3.2.11 Distribución o diseño de línea

La generación y selección de la distribución espacial óptima para una organización es un proceso complejo e iterativo que depende de las relaciones que existen entre los elementos que conforman su sistema de producción de bienes o servicios. En el campo de la ingeniería, varias han sido las estrategias formuladas para resolver el problema de la distribución en planta. Entre ellas, de acuerdo con Diego-Mas (2006), las más importantes son las propuestas por Immer (1953), Buffa (1955), Muther (1961), Reed (1961), Nadler (1967) y Apple (1977) (referidas en DiegoMas, 2006). Sin embargo, el SLP (Systematic Layout Planning) creado por Muther (1961), ha sido la más aceptada y utilizada (Río-Cidoncha, Martínez-Palacios, & Iglesias, 2007).

3.2.12 Metodología 3P

El objetivo de las tres P (3P) es desarrollar un proceso o diseño de un nuevo producto que cumpla con los requisitos del cliente de la manera más esbelta, con el menor número de residuos, el máximo valor agregado y generar el menor impacto medioambiental. (F. Maradiegue, 2001).

3.2.13 Automatización

Según el Diccionario Merriam Webster (2016), la automatización: Es la técnica de hacer que un sistema opere automáticamente. Es el estado de ser operado automáticamente. Es la operación automáticamente controlada de un sistema mediante dispositivos mecánicos o electrónicos para observación esfuerzo y decisión.

De acuerdo con la opinión del autor Ruiz Vadillo (2011), la automatización, es la aplicación de un conjunto de métodos y procedimientos que permiten la sustitución del operario en aquellas frases tareas físicas y mentales que han sido previamente programadas.

3.2.14 Calidad en electricidad para instalaciones (220 y 440v 3 fases)

Veranega (2017), la calidad de la energía se entiende cuando la energía eléctrica es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes. Cuatro parámetros pueden servir como referencia para clasificar los disturbios de acuerdo a su impacto en la calidad de la energía:

- Variaciones de frecuencia que raramente ocurren en sistemas alimentados por las compañías suministradoras, siendo más común que se encuentren en sistemas aislados de motor-generador en los que las variaciones de carga provocan variaciones de frecuencia.
- Variaciones de amplitud pueden ocurrir en diferentes formas y rangos de duración que van desde transitorios de muy corta duración hasta condiciones de estado estable.
- Variaciones en la forma de onda de voltaje o corriente producidas por cargas no lineales, denominada distorsión armónica, siendo una condición de estado estable.
- Desbalanceo entre las fases de un sistema polifásico causado principalmente por la operación de cargas monofásicas desiguales que afectan principalmente a máquinas rotatorias y circuitos rectificadores trifásicos.

Capítulo IV. Metodología

4.1. Enfoque de investigación

Los autores Blasco y Pérez (2007:25), señalan que la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas.

Gómez (2006) señala que, bajo la perspectiva cuantitativa, la recolección de datos es equivalente a medir.

De acuerdo con la definición clásica del término, medir significa asignar números a objetos y eventos de acuerdo a ciertas reglas.

Para el presente proyecto se toma un enfoque mixto, esto con el objetivo de profundizar en los factores de potencia y control que se relacionan para el diseño e instalación de una línea de galvanizado por electrolisis, de manera numérica, tanto en medidas de espacios, tiempos, lógicas de control y cualidades de los distintos equipos y materiales utilizados.

El diseño de la investigación es abierto, flexible y construido durante el trabajo de campo realizado del estudio, esto porque siempre existe la posibilidad de mejorar.

4.2. Tipo de investigación

Según Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández y María del Pilar Baptista (2015), la investigación documental es detectar, obtener y consultar la biografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio.

El tipo de investigación elegido para este proyecto se toma como documental, por diferentes motivos, siendo el mayor la pandemia por COVID-19, se ha trabajado virtualmente y la información que se posee ha sido otorgada y obtenida mediante diferentes fuentes virtuales, se tiene a CIDETEQ como la fuente principal de información.

4.3. Selección, diseño y prueba del instrumento de recolección de la información.

A continuación, se muestra una tabla con los diferentes instrumentos para la recolección de información, dicha tabla se encuentra dividida en 2 secciones para así poder identificar fuentes primarias y secundarias.

FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION

FUENTES PRIMARIAS	FUENTES SECUNDARIAS
<ul style="list-style-type: none">• ENTREVISTAS	<ul style="list-style-type: none">• BIBLIOTECA
<ul style="list-style-type: none">• FOCUS GROUP	<ul style="list-style-type: none">• EXPEDIENTES
<ul style="list-style-type: none">• METODO DELPHI	<ul style="list-style-type: none">• DOCUMENTOS DIGITALES
<ul style="list-style-type: none">• FOTOGRAFIAS	

Tabla 5 Fuentes de recolección de datos

Fuente: Propia

Cada una de los diferentes instrumentos otorga información que va dirigida a distintos apartados del presente proyecto, esto sin dejar de lado que en algunos se han de utilizar dos o más instrumentos, esto para lograr obtener información lo más certera posible, la mayoría de la información es estadísticamente no representativa, ya que con ella se brinda una guía para desarrollo del proyecto.

4.4. Método de investigación

4.4.1. Plan de recolección de la información para el trabajo

A continuación, se muestra un diagrama donde se estructura los diferentes pasos planeados para reunir información, además de esto de desarrollan para entender cómo es que funciona cada una de estas, el diagrama de se ha diseñado de manera jerárquica, cada actividad depende de la anterior.



Ilustración 5 Plan de recolección de la información

Fuente: Propia

4.4.2. Plan de procesamiento y análisis de información

En la siguiente ilustración se muestra el plan diseñado para procesar y analizar la diferente información recolectada, ésta se maneja en seis etapas, están colocadas de manera en que cada una depende de la anterior, al frente de cada etapa se encuentra una pequeña descripción de la misma para mejor entendimiento.

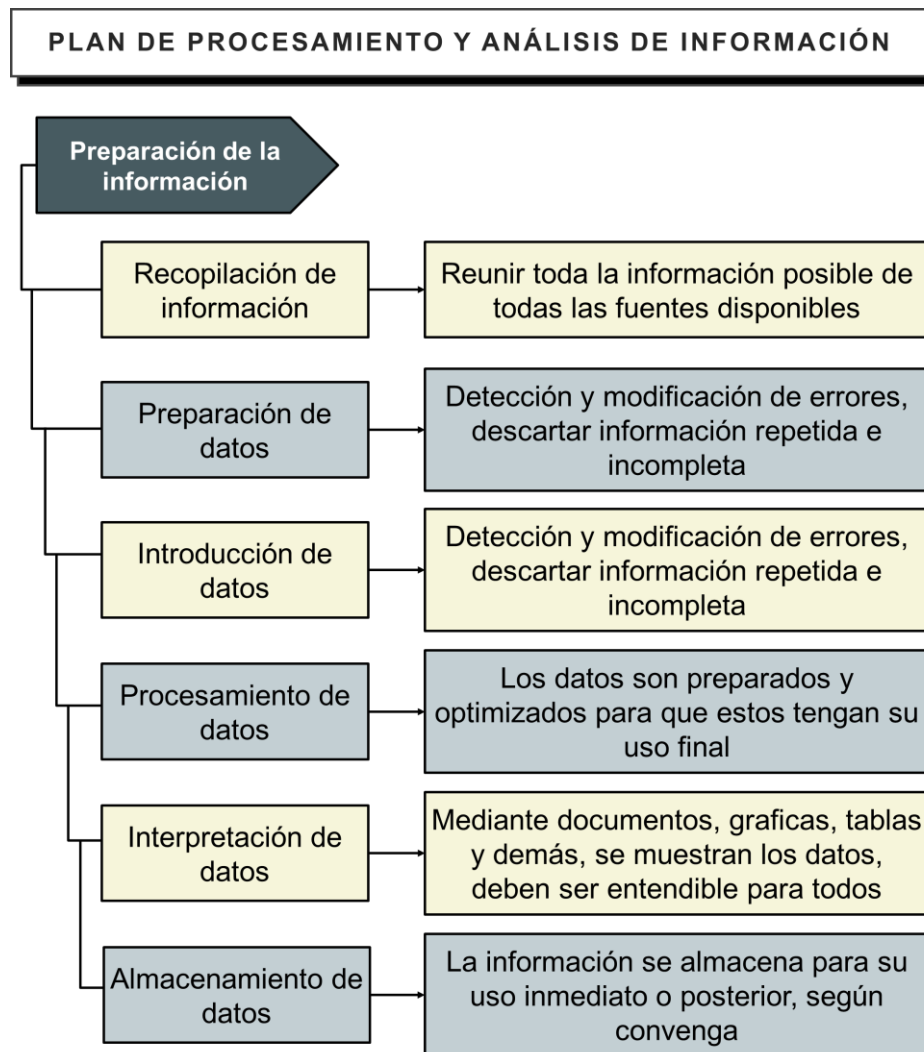


Ilustración 6 Plan de procesamiento y análisis de la información

Fuente: Propia

Capítulo V. Resultados

5.1. Recopilar información acerca del proceso para contar con el conocimiento básico del mismo

A continuación, en la ilustración 7 se presenta un diagrama de flujo de las diferentes estaciones que se tienen para una línea de cincado automática, cada una de ellas está posicionada en un sitio clave para un funcionamiento óptimo.

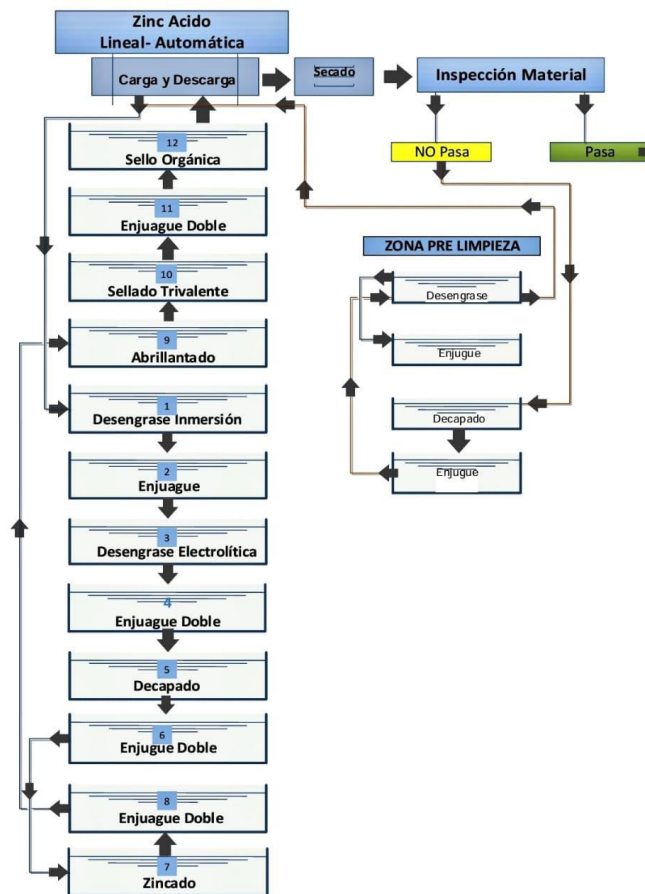


Ilustración 7 Flujograma de línea de cincado automática

Fuente: Propia

La ilustración número 8, que es presentada a continuación, es un isométrico de una línea de cincado, en este se puede ver la estructura necesaria para llevar a cabo del proceso.

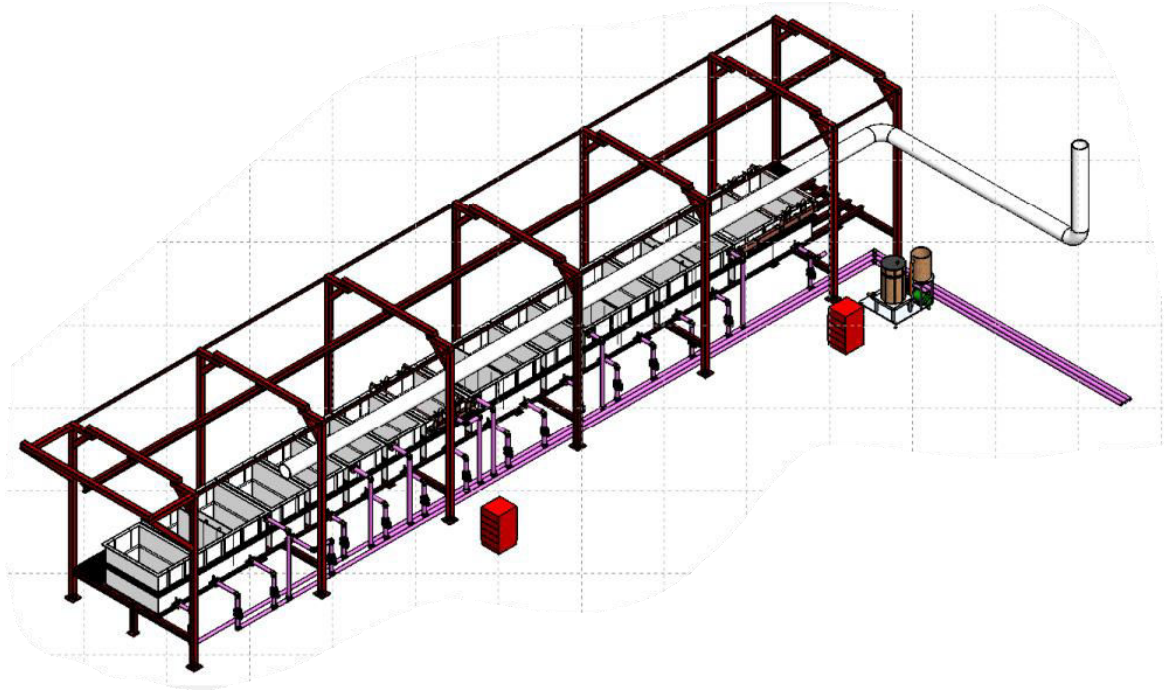


Ilustración 8 Isométrico de línea

Fuente: CIDETEQ

Lo primero que se puede notar es una estructura en color rojo, dicha estructura corresponde a la ilustración 9, este es el sistema de transporte de materia, la función de ésta es integrar equipos y dispositivos para el transporte del barril, con este sistema se garantiza la continuidad en las etapas del proceso, ya que las actividades quedan en un flujo lineal.



Ilustración 9 Estructura metálica para transporte

Fuente: Propia

Además de esto, en el isométrico se pueden ver varios contenedores, cada uno de estos está dedicado a ciertas actividades, a continuación, se presentan las ilustraciones 10 y 11, referidos a las distintas variaciones de los tanques requeridos.



Ilustración 10 Tanque sencillo

Fuente: CIDETEQ



Ilustración 11 Tanque doble

Fuente: CIDETEQ

Un elemento intermedio, que combina la estructura del sistema de transporte, es el barril rotatorio hexagonal, mismo que se muestra en la siguiente ilustración. Éste podría considerarse el medio de transporte del material, ya que es el contenedor que va de una estación a otra en la línea de galvanizado, el barril va sujeto a un sistema de un tole con un polipasto para su movilidad, pero estos elementos están relacionados a la siguiente etapa del proyecto.



Ilustración 12 Barril rotatorio hexagonal

Fuente: CIDETEQ

5.2. Definir las bases de la etapa de potencia

A continuación, se presenta una tabla en formato de ilustración (para mantener calidad) donde se muestra cada etapa del proceso de cincado, así como el equipo que se requiere energizar en cada una de las mismas, se tiene la cantidad, características necesarias y además se añade el tiempo que se ocupa para cada estación, y el tiempo acumulado para conocer el tiempo de ciclo.

DEFINICION DE LAS BASES DE LA ETAPA DE POTENCIA				
OP-0 SISTEMA DE TRANSPORTE DE MATERIAL				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
1	Barril rotatorio hexagonal	Motoreductor integrado (3/4 hp, seminuevo, 220 volts)	-	-
1	Polipasto eléctrico de cadena	Marca CM, Modelo Shopstar, capacidad 272 kg, con elevación máxima de 4 mts, velocidad elevación de 4.8 mts/min, potencia en 1/6 HP, gacho de carga y suspensión, en Voltaje 220 o 440 Volts.	-	-
OP-1 DES-ENGRASE POR INMERSIÓN				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
2	Resistencia eléctrica tubular	3000w a 220v.c.a-60hz	7 minutos	7 minutos
OP-2 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	7:30 minutos
OP-3 DES-ENGRASE ELECTROLITICO				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
2	Resistencia eléctrica tubular	3000w a 220v.c.a-60hz	7 minutos	14:30 minutos
1	Rectificador	500A a 12 Volts, enfriado por aire, con alimentación 220 Volts.		
OP-4 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	15 minutos

OP-5 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	15:30 minutos
OP-6 ACTIVADO ACIDO				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			10 minutos	25:30 minutos
OP-7 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	26 minutos
OP-8 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	26:30 minutos
OP-9 ELECTRO-DEPOSITO DE ZINC				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
1	Sistema electrificación	Transformador que baja el voltaje de 380 V, 220 V o 110 V a tensiones menores (de 0,1 a 12 V)	30 min	56:30 minutos
1	Rectificador	1000amp a 12 volts de corriente directa para operar en línea trifásica a 220 v. C.A a 60 HZ, enfriamiento por aire		
1	Filtro marca famvill	Motobomba Famvill modelo F1-01 con Niples de PVC de 1", 4 válvulas de PVC de 1" y 1 válvula de 1/2" para purga, sobre base metálica con pintura anticorrosiva y rodajas. con motor trifásico de 1.0 HP		
OP-10 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	57 minutos
OP-11 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	57:30 minutos
OP-12 ABRILLANTADO (OPCIONAL)				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			10 segundos	57:40 minutos
OP-13 SELLO-CROMATO TRIVALENTE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			15 seg	57:55 minutos
OP-14 ENJUAGUE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			Máximo 30 segundos	58:25 minutos
OP-15 SELLO ORGANICO				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			15 segundos	58:40 minutos
OP-16 DESCARGA DE MATERIAL				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
			-	58:40 minutos
OP-17 SECADO (CENTRIFUGA) CALIENTE				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	DURACION (ACTUAL)	TIEMPO ACUMULADO
1	Centrifuga para secado de piezas a granel	Con capacidad es de 50 kg, cuerpo de acero al carbón de 3/16" de espesor, pintada con pintura epóxica, resistencia eléctrica integrada a 2000 W a 220 V controlada	-	58:40 minutos

Tabla 6 Definición de la etapa de potencia

Fuente: Propia

5.3. Definir de las bases de la etapa de control

A continuación, se presenta una lógica de control del proceso de cincado, se realiza mediante un flujograma el cual se entrega a un ingeniero especialista, mismo que programa un PLC (Controlador Lógico Programable) para que el trole eléctrico, ya sea con polea o sin polea, transporte el material de una estación a otra.

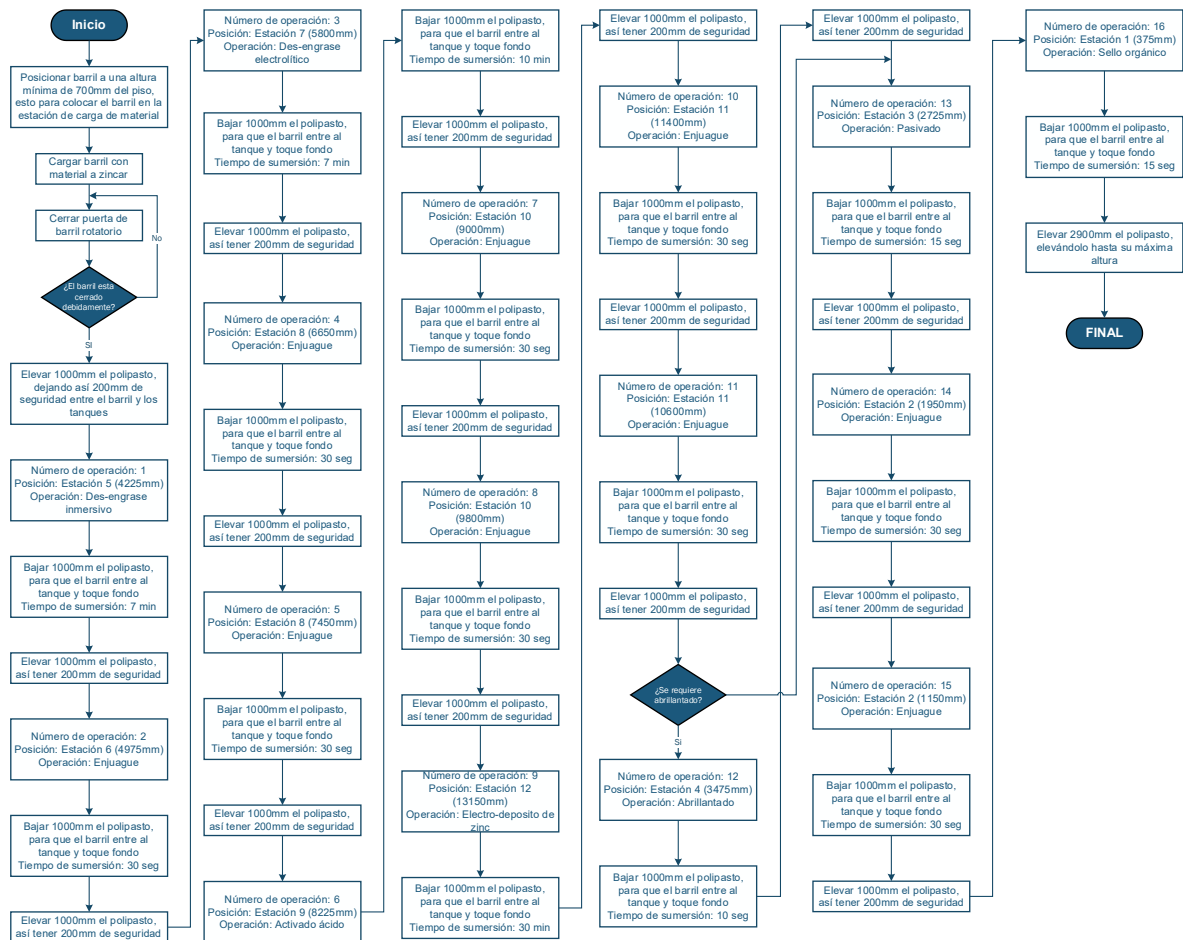


Ilustración 13 Lógica de control para galvanizado

Fuente: Propia

Para un mayor entendimiento, se anexa ilustración de los posibles troles a utilizar.



Ilustración 14 Trole eléctrico para polipastos

Fuente: <https://www.polipastomexico.com/trole-electrico-yale-vte/>



Ilustración 15 Trole eléctrico con polipasto

Fuente: <https://www.grainger.com.mx/producto/HARRINGTON-Polipasto-El%C3%A9ctrico-de-Cadena-1000-lb-%2C-Elevaci%C3%B3n-del-Polipasto-10-pies%2C-Montaje-del-Polipasto-Trole-de-Empuje%2C-M%C3%ADnimo-Entre-Ganchos-14-5-8%22/>

Además de esto, en la definición de las bases de la etapa de control, se han de considerar los distintos sensores y controladores requeridos para el funcionamiento de la línea de galvanizado, a continuación, se presentan algunas propuestas de los mismos, se ha de aclarar que los siguientes elementos no se han visto en práctica, todo es meramente basado en investigaciones documentales.

De primera instancia se tienen dos controladores de temperatura, ambos cuentan con distintas especificaciones y la elección de alguno depende del instalador o la empresa a quien le sea instalado.



Controladores de temperatura	
<p>Control de temperatura PID N1030</p> 	<p>Control de temperatura E5CN-HR2M-500 AC100-240 Omron</p> 
Especificaciones generales	
<p>Entradas: J, K, T y PT100, dimensiones: 48 x 48 mm, control: PID y ON/OFF, salidas: 1 Pulso SSR + 1 Relé, Alimentación: 100-240 VAC</p>	<p>1/16 DIN (48 x 48) mm 1 x Salida de relé 2 x Unidad de opción Aux OUT 100-240VAC, Rango de temperatura: -200-2300 °C</p>

Tabla 7 Controladores de temperatura

Fuente: Propia

Además de los controladores, se requieren sensores de nivel, éstos cumplen con 2 funciones generales, la primera de ellas es la ubicación y localización del barril rotatorio hexagonal, esto sirve para colocarlo en la ubicación correcta para cada actividad, el movimiento del trole coloca al barril en cualquier ubicación longitudinal, siempre y cuando se lo permita la estructura del sistema de transporte, y por el otro lado, el polipasto coloca altitudinalmente al barril donde sea requerido, esta es la primer función del sensor, la segunda es saber el nivel del líquido en los diferentes contenedores, esto debido a que algunos cuentan con rebosaderos que liberan el líquido que se encuentra dentro de los recipientes, estos líquidos son tratados por lo que no generan una contaminación al ambiente, al ser llenados nuevamente es requerido cierto nivel, ya sea de manera manual o automática, el sensor de nivel avisará cuando se tenga la cantidad correcta.

A continuación, se presentan distintas opciones de los diferentes sensores de nivel encontrados, no está por demás realizar la mención de que han sido propuestas encontradas en una investigación documental, por lo cual no se colocan como opción definitiva.



Sensores de nivel (distancia)	
<p>Sensor óptico remoto de acero inoxidable</p> 	<p>KEYENCE SERIE LK-G5000</p> 

Tabla 8 Sensores de altura

Fuente: Propia

En cuanto a especificaciones para estos sensores no se tiene mucha información esto debido a que cada uno de ellos llevan ciertos controladores, sin embargo, el de la izquierda resulta más económico y cómodo para el tipo de actividades de una línea de galvanizado, el sensor KERENCE es de muy alta precisión, por lo cual podría resultar en un desperdicio de dinero el gastar en algo que no será utilizado al máximo de acuerdo a sus capacidades.

En la siguiente tabla se muestran los sensores a utilizar para los contenedores, este tipo de sensores indican el nivel de líquido que posee algún recipiente, lo cual es muy importante ya que las actividades del proceso consisten en sumergir por completo el barril rotatorio, entontes se requiere cierto nivel mínimo de líquido para poder hacerlo correctamente.

Sensores de nivel	
<p style="text-align: center;">Sensor de nivel de liquido</p> 	<p style="text-align: center;">Transmisor de Sensor de Nivel de Agua Líquida para Detectar Profundidad de Rango de 0 a 5 m</p> 
Especificaciones generales	
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 62 mm x 20 mm X 8 mm • Voltaje de funcionamiento: 3V – 5V DC • Corriente de funcionamiento: < 20 mA • Área de detección: 40 mm x 16 mm • Temperatura de trabajo: 10°C – 30°C • Humedad: 10% – 90% • Resolución: 10 bits, devolviendo enteros entre 0 y 1023. • Tipo: analógico 	<ul style="list-style-type: none"> • Material: acero inoxidable 316 • Rango de medición: 0-5m / 0- 197in, • Tamaño de la sonda: 10 x 2.8 cm / 4.13 x 1.10 in, Peso: 577g. • Salida de transmisión de 4-20 mA, se puede utilizar con pantalla digital, PLC, inversor, grabador y otros instrumentos. • Cable a prueba de agua, resistente a la flexión. • El sensor de nivel está hecho de un material que tiene un excelente rendimiento anticorrosivo y durabilidad.

Tabla 9 Sensores de nivel

Fuente: Propia

5.4. Implementar el protocolo de generación de bases

Mediante el uso de macros en el programa de Excel, se ha generado un sistema en el cual un usuario elige el número de estaciones con las cuales contará su línea de galvanizado, para no dejar ninguna de lado ningún aspecto, se ha enlistado cada una de las diferentes estaciones que se tienen como base en la línea instalada en CIDETEQ, en la siguiente ilustración se muestra el sistema para la generación de bases.

SISTEMA DE GENERACIÓN DE BASES	
Nombre de estación	Cantidad requerida
Sistema de transporte de material	0
Desengrase por inmersión	0
Enjuague	0
Desengrase electrolítico	0
Activado acido	0
Electro-deposito de zinc	0
Abrillantado	0
Sello-cromato trivalente	0
Sello orgánico	0
Descarga	0
Secado	0



Tabla 10 Sistema básico para generación de bases

Fuente: Propia

Anteriormente se muestra el sistema de generación de bases, lo que el encargado hace es colocar la cantidad requerida de estaciones, después de esto se presiona el botón de “Guardar” este ha sido conectado con una macro la cual se dirige a una base de datos para reunir los distintos requisitos que se han descrito en el primer paso, después de realizar esto se genera un documento enlistando los elementos de las bases de potencia y de las bases de control, se ha decidido que esto sea creando una lista en Excel, permitiendo así que posteriormente sea guardado en formato PDF, se imprima o sea enviado, según se requiera.

A partir del presenta párrafo se muestra el código utilizado para modificar la macro y realice una tarea más específica.

```
*Codigo de macro: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Sub Generar_pdf()
    Ubicacion = "C:\Users\esteb\Desktop\Bases generadas\"
    NombreArchivo = "Generación de bases_" & Now * 1
    Worksheets("Bases").Range("A1:C42").ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:= _
        Ubicacion & NombreArchivo, Quality:= _
        xlQualityStandard, IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, _
        OpenAfterPublish:=True
End Sub
```

Ilustración 16 Código para macro

Fuente: Propia

El código ha sido modificado en varios aspectos, los cuales se explican a continuación:

- Ubicación: Esto se ha modificado para que el archivo PDF generado se guarde en una carpeta específica, esta debe estar ya creada en el equipo donde se generen las bases.

- Nombre: El nombre no será elegido por el usuario, esto para facilitar su creación y distinción, por efecto del código ya se ha establecido el nombre de “Generación de bases”, agregado a esto se ha ingresado el comando “& Now *1” para que el nombre contenga ciertos dígitos referentes a la hora y fecha en que se ha creado el documento.

- Rango: Para que el archivo PDF contenga todos los datos necesarios se ha modificado el comando “Worksheets("Bases").Range("A1:C42)", lo que este comando hace es que se impriman los datos de solo una hoja de trabajo, en este caso de la llamada “bases” y esto en un rango agregado por el usuario, que solamente es identificar entre que celdas se encuentran los datos necesarios.

- Abrir automáticamente: Para esto se ha agregado el comando “OpenAfterPublish:=True”, esto hace que al guardar el PDF éste se abra de manera automática, más que nada para una revisión instantánea.

A continuación, se muestra un ejemplo del funcionamiento del sistema, esto agregando números al azar en cada estación.

SISTEMA DE GENERACIÓN DE BASES	
Nombre de estación	Cantidad requerida
Sistema de transporte de material	1
Desengrase por inmersión	2
Enjuague	6
Desengrase electrolítico	2
Activado acido	3
Electro-deposito de zinc	2
Abrillantado	2
Sello-cromato trivalente	2
Sello orgánico	1
Descarga	1
Secado	2



Ilustración 17 Ejemplo de sistema de generación de bases

Fuente: Propia

Al presionar el icono “Guardar” se ha de crear un PDF como el mostrado en la siguiente ilustración.

Generación de bases

Bases de potencia		
Cantidad	Descripción	Características
1	Barril rotatorio hexagonal	En polipropileno homo polímero color natural, medidas 14" x 30" con capacidad para 50kg, perforaciones de 1/8" de diámetro, motor reductor integrado, transmisión por engranes de polipropileno.
1	Polipasto eléctrico de cadena	Marca CM, modelo shopstar, capacidad 272kg, con elevación máxima de 4mts, velocidad de elevación de 4.8mts/min, potencia en 1/6HP, gancho de carga y suspensión, en voltaje 220 o 440V.
8	Resistencia eléctrica tubular	3000W a 220V.C a-60hz.
2	Rectificador	500A a 12V, enfriado por aire, con alimentación a 220V.
1	Sistema de electrificación	No requiere alguna en específico, solamente que haya conexión para alimentar el polipasto, controles y sensores
2	Rectificador	1000A a 12V de corriente directa para operar en línea trifásica a 220VCA a 60hz, enfriado por aire.
2	Filtro marca famvill	En resina vinil éster con 6 platos de resina vinil éster bolsas de PPL De 5 micras, con tanque de precapa, motobomba FAMVILL modelo F1-01 con niples de PVC de 1", 4 válvulas de PVC de 1", y 1 válvula de 1/2" para purga, sobre base metálica con pintura anticorrosiva y rodajas, con motor trifásico de 1.0HP
2	Centrifuga para secado de piezas a granel	Con capacidad de 50kg, cuerpo de acero al carbón de 3/16" de espesor, pintada con pintura epóxica, resistencia eléctrica integrada a 2000W a 200V controlada.
13	Campana de extracción de humos	Campana de extracción para vapores, en polipropileno 1/4" espesor, 1.35 metros de largo, 0.16 metros de ancho y 0.20 metros de altura. Trabajo a 1725 rpm, 1/2hp y 220V.

Bases de control	
Cantidad	Descripción
4	Sensor de altura
4	Controladores de temperatura
17	Sensor de nivel

Contenedores		
Cantidad	Descripción	Características
23	Tanque	Fabricado de polipropileno de 1/2" de espesor, en color natural, con ceja perimetral de 2" con cinturón de PTR (Perfil Tubular Rectangular) de 2" por 2" encapsulados con PPL de 1/4" de espesor en el centro del tanque, con refuerzos verticales, con brida de 2" para descarga y reboce.

Firma: _____

Nombre:

He revisado este documento.

Firma: _____

Nombre:

He autorizado este documento.

Sello de la institución

Ilustración 18 Ejemplo de bases generadas

Fuente: Propia

Posterior a esto, quien haya realizado la generación de bases puede imprimirlo, enviarlo o guardarlo según se requiera, el sistema genera un documento simple de entender, pero sin perder detalles importantes, en la esquina superior izquierda se puede mostrar el nombre “Generación de bases_44849.6624884259” que ha sido asignado de manera automática al archivo PDF.

Bases de potencia		
Cantidad	Descripción	Características
1	Barril rotatorio hexagonal	En polipropileno homo polímero color natural, medidas 14" x 30" con capacidad para 50kg, perforaciones de 1/8" de diámetro, motor reductor integrado, transmisión por engranes de polipropileno.
1	Polipasto eléctrico de cadena	Marca CM, modelo shopstar, capacidad 272kg, con elevación máxima de 4mts, velocidad de elevación de 4.8mts/min, potencia en 1/6HP, gancho de carga y suspensión, en voltaje 220 o 440V.
8	Resistencia eléctrica tubular	3000W a 220V.C a-60hz.
2	Rectificador	500A a 12V, enfriado por aire, con alimentación a 220V.
1	Sistema de electrificación	No requiere alguna en específico, solamente que haya conexión para alimentar el polipasto, controles y sensores
2	Rectificador	1000A a 12V de corriente directa para operar en línea trifásica a 220VCA a 60hz, enfriado por aire.
2	Filtro marca famvill	En resina vinil éster con 6 platos de resina vinil éster bolsas de PPL. De 5 micras, con tanque de precapa, motobomba FAMVILL modelo F1-01 con niples de PVC de 1", 4 válvulas de PVC de 1", y 1 válvula de 1/2" para purga, sobre base metálica con pintura anticorrosiva y rodajas, con motor trifásico de 1.0HP
2	Centrifuga para secado de piezas a granel	Con capacidad de 50kg, cuerpo de acero al carbón de 3/16" de espesor, pintada con pintura epóxica, resistencia eléctrica integrada a 2000W a 200V controlada.
13	Campana de extracción de humos	Campana de extracción para vapores, en polipropileno 1/4" espesor, 1.35 metros de largo, 0.16 metros de ancho y 0.20 metros de altura. Trabajo a 1725 rpm, 1/2hp y 220V.

Ilustración 19 Vista preliminar de información

Fuente: Propia

Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones

Lo primero en presentarse para las conclusiones han de ser las preguntas de investigación con su respectiva respuesta.

1.- ¿Cuál es el efecto principal al cual se exponen los materiales a zincar? Es el tratamiento que se le realiza al material antes de entrar a la línea de galvanizado, los limpiados de imperfecciones e impurezas.

2.- En CIDETEQ, ¿Qué etapa del proceso es opcional? El abrillantado es una etapa opcional en el proceso, en esta parte el propietario del material elige si quiere el producto con abrillantado o no, esto debido a que es meramente estético, no afecta en la función principal del producto,

3.- ¿Cuánto tiempo conlleva la planeación de la ingeniería para la instalación de una línea de galvanizado automática? Hasta dos meses.

4.- ¿Qué beneficios traería un sistema que realice la ingeniería básica para la misma línea? Facilitaría la reunión de los requisitos básicos para la instalación de una línea de galvanizado automática.

5.- ¿Cuánto tiempo de planeación e instalación reduciría el sistema para realizar la ingeniería básica? Se ha contemplado que de un 40% a 60%.

Cada una de estas preguntas están dirigidas a entender el sentido del proyecto, el proceso en si es el tratamiento de los elementos a galvanizar, y el objeto del proyecto es facilitar la planeación para la instalación de líneas automatizadas de galvanizado.

La conclusión a la que se ha llegado es que todas las etapas de un proyecto son muy importantes, pero el tener una buena planeación como base facilita todo lo siguiente, con un itinerario organizado y bien definido, se da una guía en la que se puede ir trabajando de manera más sencilla y estructurada.

Siguiendo la misma línea, un sistema que ayude a planificar o a generar bases para cualquier cosa es de gran ayuda para cualquier persona, en el caso de este proyecto, se puede ahorrar mucho tiempo si se tiene un sistema donde se tenga una base de datos de los requerimientos necesarios tanto para las bases de potencia o de control.

Una recomendación para mencionar es desarrollar más la base de datos ya mencionada, lo óptimo sería dejar de lado la ingeniería básica y comenzar con una ingeniería especializada, donde ya se contemplen elementos muy específicos para la instalación de la línea, además de esto, se podría compartir la base de datos con uno o varios proveedores, así la generación de requerimientos podría tener una o varias cotizaciones, ya después de esto, CIDETEQ o alguna industria podría elegir según sea conveniente.

Este proyecto ha sido de gran importancia para quien lo ha desarrollado, cada una de las diferentes actividades realizadas ha requerido de distintas habilidades y conocimientos, al ser para una empresa ya constituida se le toma la importancia necesaria, por cada tarea, actividad, investigación y demás, se han aplicado conocimientos que ya se tenían pero en su mayoría se tuvo que aprender cosas nuevas, esto implica investigaciones profundas para un tema en específico, haciendo entender la complejidad que puede llegar a tener un proyecto en el ámbito profesional.

Competencias desarrolladas

Dentro de las diferencias competencias que se han desarrollado a lo largo del proyecto podemos encontrar:

Habilidades interpersonales, al no tener conocimiento en algunos temas, se tuvo que aprender a comunicarse de manera más fluida y amigable con las personas, ya sean compañeros o superiores.

Conocimiento en metodologías de gestión de proyectos, al planear un proyecto no todos los tiempos coinciden como se debe, es entonces cuando se busca como gestionar actividades y tiempos para tener un desarrollo optimo.

Responsabilidad, el trabajo en equipo es importante, pero no por eso hay que dejar de lado el aspecto individualista, hay momentos en que las personas dependen solo de sí mismas, y hay que saber comprometerse para lograr lo que se quiere.

Orientación a objetivos, si algo no se consigue, se cambia de plan, no de objetivo.

Habilidad de presentación de informes, la presentación de los proyectos es una parte muy importante de los mismos, es entregar a otras personas un trabajo, por lo cual debe cuidarse que se entienda para todos y no se pierda ningún detalle.

Conocimiento técnico, no todo proyecto es solo teoría, aunque sea un poco, se adquiere cierta experiencia del ámbito laboral de la vida real.

Referencias de información

Ahmed G., Nishikata A., Tsuru T. *Electrochemical Corrosion Monitoring of Galvanized Steel Under Cycle Wet-Dry Condition*. *Corrosion Science*, volumen 42, 2000: 112-120.

Andrade, Carmen. Feliú, Sebastián (1991). *Corrosión y protección metálicas, Volumen 1 Nuevas Tendencias*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas” (España). P. 261.

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela: Editorial Episteme.

ASTM Committee. (2013, mayo). *Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel*. Galvanizeit. <https://www.galvanizeit.com/uploads/ASTM-B-633-yr-13.pdf>

ASM Metals Handbook, (2010). Volume 13A, *Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection*, 9th Edition.

Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación, serie integral por competencias*. México: Grupo Editorial Patria.

Ballesteros, E. (2006). *Electro depósitos de cobre y níquel. Procesamiento de metales acuosos*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Besterfield, D. (2009). *Control de Calidad*. Octava edición. Pearson Education.

Blasco, J. E., & Pérez, J. A. (s. f.). *Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: Ampliando horizontes*. RUA. Recuperado 8 de diciembre de 2021, de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/12270/1/blasco.pdf>

BRADY, James E. *General chemistry: principles and structure*. Wiley, 1990.

CHARLOT, Gastón; TRÉMILLON, Bernard; BADOZ-LAMBLING, J. *Las reacciones electroquímicas*. Toray-Masson, 1969.

Conecta industria. (2019, 2 mayo). *La corrosión en la industria*. <https://www.conectaindustria.es/industria/000397/la-corrosion-en-la-industria>

Di Bari, G. (2010). *Modern Electroplating*. 5ª Edición. Wiley & Sons Inc

Faraday, Michael (1834). *On Electrical Decomposition*. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Archivado desde el original, el 17 de enero de 2010. (in which Faraday coins the words electrodo, ánodo, cátodo, anión, catión, electrolito, electrolisis), (en inglés).

G. (2020, 2 marzo). *6 beneficios del Galvanizado en caliente*. Galco. <https://www.galco.com.co/galvanizado/nuevas-tecnologias/>

Gobierno Nacional de Ecuador. (2013, marzo). *Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de derechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador.*

<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART4.pdf>

Gonzales Fernández, José A. (1984) *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión*. Consejo superior de investigaciones científicas. Madrid, GRAFIMAD S.A. P.683.

Granesse S.L., Rosales B.M. *Corrosión y Protección*, XVII. Rev. Iberoamericana, volumen 3, (número 197), 1986.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista M. (2015). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

HUHEEY, James E., et al. *Inorganic chemistry: principles of structure and reactivity*. Pearson Education India, 2006.

Industria, C. (2019, 2 mayo). *La corrosión en la Industria - Conecta Industria*. conectaindustria. <https://www.conectaindustria.es/industria/000397/la-corrosion-en-la-industria>

J. (2019b, enero 4). *Causas y Efectos de la Corrosión y la Oxidación*. Bardahl Industria.

<https://www.bardahlindustria.com/causas-efectos-corrosion-oxidacion/>

M. (s. f.). *Galvanizado Electrolítico - Galvatec Industrias*. Galvatec industrias. Recuperado 7 de septiembre de 2021, de <https://galvatecindustrias.com/servicios/galvanizado-electrolitico.html>

MASTERTON, William L.; HURLEY, Cecile N. *Chemistry: principles and reactions*. Cengage Learning, 2015.

Mejía-Neira, Á. (2019, octubre). *Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial*. scielo. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500221&script=sci_arttext

PETRUCCI, Ralph H., et al. *Química general*. Fondo Educativo Interamericano, 1977.

Polo, V. M. (s. f.). *Calidad de la energía eléctrica bajo la perspectiva de los sistemas de puesta a tierra*. REDALYC. Recuperado 10 de septiembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555007009/html/>

SEGOB. (2011, 29 diciembre). *NORMA Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad*. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5227363&fecha=29/12/2011

SIENKO, Michell J.; ROBERT, A. *Chemistry: principles and properties*. New York, US: McGraw-Hill, 1966.

SUMATEC. (2018b, julio 12). *¿CÓMO COMPROBAR LA VIDA ÚTIL DE UN METAL EN UNA CÁMARA SALINA?* Pruebas de corrosión en una cámara salina. <https://sumatec.co/pruebas-de-corrosion-en-una-camara-salina/>

Téllez E, 2007, *Programa de Ahorro de Energía: Calidad de la Energía*, ponencia presentada en Cuarto Seminario Nacional de Watergy México. Disponible en: <http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Calidad%20de%20la%20Energia.pdf>.

Torres, M. (1992). *La investigación científica: cómo abordarla*. México: Universidad Autónoma de Chihuahua.

Townsend H., Gorman C.D., Fischer R.J. *Atmospheric Corrosion of Hot Dip Galvanized Bolts for Fastening Weathering Steel Guiderail*. *Materials Performance*, volumen 38 (número 3) 1999: 34-38.

UVIE. (s. f.). *¿Cuál es el objetivo de la NOM-001-SEDE? | Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas*. *¿Cuál es el objetivo de la NOM-001-SEDE?* Recuperado 10 de septiembre de 2021, de <https://uvie.imeingenieria.com/cual-es-el-objetivo-de-la-nom-001-sede#:~:text=Establecer%20las%20especificaciones%20y%20lineamientos,la%20protecci%C3%B3n%20contra%20accidentes%20el%C3%A9ctricos%20> (