



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO.

NOMBRE DEL PROYECTO

REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA DE
INYECCIÓN DYNAMACH HSM-80 EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
TLAXIACO.

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA MECATRÓNICA.

PRESENTA:

LEONEL CORTES PEÑA

NOMBRE DEL ASESOR:

MTRO. LEONCIO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ.

APIZACO, TLAX., ABRIL DE 2025.



Apizaco, Tlaxcala, 02/octubre/2024.

Oficio No. MM/660/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

CESAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIV. EST. PROFESIONALES
P R E S E N T E

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

Alumno (a):	LEONEL CORTES PEÑA
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	B16620140
Nombre del Proyecto:	"REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN DYNAMACH HSM-80 EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAXIACO"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

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

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

LEONCIO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

JAV*petry.





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 31/marzo/2025

CORTES PEÑA LEONEL.
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL B16620140.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN DYNAMACH HSM-80 EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAXIACO**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, agradezco a dios por darme la oportunidad de llegar a este momento tan importante de mi formación profesional y por darme la fortaleza de salir adelante en cada momento tanto bueno, pero sobre todo en los tropiezos de la vida.

Agradezco infinitamente a mis padres Adalberto Cortes Velasco y Jovita Peña Vásquez por brindarme la oportunidad de la educación, el apoyo incondicional para poder cumplir con los objetivos en mi vida y agradezco de igual manera el amor, el cariño y la paciencia que me han impulsado a siempre seguir adelante, que a pesar de las adversidades han depositado en mí su confianza.

Agradezco de todo corazón a mi esposa María Belén Cortes Ramírez el apoyo incondicional en mi formación personal y académica, una compañera de vida que ha estado en las buenas y en las malas a mi lado. Gracias a sus consejos, palabras de aliento y motivación me impulsaron a llegar a este momento de mi vida.

Agradezco a mis hermanos por todo el apoyo que me han brindado hasta el día de hoy, así como los consejos que siempre me han acompañado para lograr salir adelante, por impulsarme a cumplir con mis metas y que sin importar cuan dura sea la vida siempre tener la frente en alto.

Agradezco a mi asesor el maestro Leoncio Gonzales Fernández a quien tuve el placer de conocer y fue parte importante en mi formación académica.

Quiero agradecer a mi asesor externo al maestro Abimael Rodríguez Velázquez por el tiempo, la paciencia y sus palabras durante mi estancia en la residencia profesional. Gracias por sus consejos y su tiempo dedicado durante la realización de este proyecto.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Tlaxiaco por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar mi residencia profesional en sus instalaciones y de igual manera

quiero agradecer al maestro Alfredo Martínez de la Lanza, al maestro Martín Ángel Velasco Velasco y al ingeniero Abraham López López que me impulsaron y motivaron a seguir adelante, que gracias a sus consejos y conocimientos transmitidos durante mi estancia lograron que culminara mi proyecto con éxito.

Como último, pero no menos importante, mis más sinceros agradecimientos a familiares y amigos que me acompañaron durante esta travesía, que gracias a su compañía y apoyo lograron que el tiempo transcurrido fuera agradable y llena de aventuras.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	IV
ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	7
Información de la dependencia.....	7
Filosofía empresarial.....	8
Valores.....	9
Organigrama.....	9
Área de trabajo.....	10
PROBLEMÁTICA A RESOLVER.....	11
OBJETIVOS.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO.....	19
3 Procedimiento y descripción de las actividades.....	20
3.1 Introducción sobre la máquina de inyección y su sistema de enfriamiento.....	20
3.2 Análisis de la situación actual del sistema de enfriamiento.....	20
3.3 Formular mejoras para el sistema de enfriamiento.....	25
3.4 Desmontar el sistema de enfriamiento.....	25
3.5 Limpieza del sistema de enfriamiento.....	28
3.6 Diseño de mejoras para la estructura del sistema de enfriamiento.....	30
3.7 Modificación de la restructura del sistema de enfriamiento.....	30
3.8 Reubicación y ensamble del sistema de enfriamiento.....	34
3.9 Diseño de instalación hidráulica y eléctrica del sistema de enfriamiento.....	36
3.10 Instalación hidráulica y eléctrica.....	36
3.11 Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de enfriamiento.....	49

3.12 Entrega del proyecto final.....	58
CAPÍTULO IV.	59
RESULTADOS.	60
CONCLUSIONES.	65
Recomendaciones:	65
Experiencias personales.....	66
Experiencias profesionales.	66
COMPETENCIAS.	67
FUENTE DE INFORMACIÓN.	68



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO.

REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA
DE INYECCIÓN DYNAMACH HSM-80 EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE TLAXIACO.

PRESENTA:

Leonel Cortes Peña – B16620140

PRODUCTO:

Reporte de residencia profesional.

CARRERA:

Ingeniería Mecatrónica.

ASESOR INTERNO:

Mtro. Leoncio González Fernández.

ASESOR EXTERNO:

Mtro. Abimael Rodríguez Velázquez.

Apizaco, Tlaxcala, mayo de 2024.

"PENSAR PARA SERVIR, SERVIR PARA TRIUNFAR" ®.

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, agradezco a dios por darme la oportunidad de llegar a este momento tan importante de mi formación profesional y por darme la fortaleza de salir adelante en cada momento tanto bueno, pero sobre todo en los tropiezos de la vida.

Agradezco infinitamente a mis padres Adalberto Cortes Velasco y Jovita Peña Vásquez por brindarme la oportunidad de la educación, el apoyo incondicional para poder cumplir con los objetivos en mi vida y agradezco de igual manera el amor, el cariño y la paciencia que me han impulsado a siempre seguir adelante, que a pesar de las adversidades han depositado en mí su confianza.

Agradezco de todo corazón a mi esposa María Belén Cortes Ramírez el apoyo incondicional en mi formación personal y académica, una compañera de vida que ha estado en las buenas y en las malas a mi lado. Gracias a sus consejos, palabras de aliento y motivación me impulsaron a llegar a este momento de mi vida.

Agradezco a mis hermanos por todo el apoyo que me han brindado hasta el día de hoy, así como los consejos que siempre me han acompañado para lograr salir adelante, por impulsarme a cumplir con mis metas y que sin importar cuan dura sea la vida siempre tener la frente en alto.

Agradezco a mi asesor el maestro Leoncio Gonzales Fernández a quien tuve el placer de conocer y fue parte importante en mi formación académica.

Quiero agradecer a mi asesor externo al maestro Abimael Rodríguez Velázquez por el tiempo, la paciencia y sus palabras durante mi estancia en la residencia profesional. Gracias por sus consejos y su tiempo dedicado durante la realización de este proyecto.

Agradezco al Instituto Tecnológico de Tlaxiaco por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar mi residencia profesional en sus instalaciones y de igual manera

quiero agradecer al maestro Alfredo Martínez de la Lanza, al maestro Martín Ángel Velasco Velasco y al ingeniero Abraham López López que me impulsaron y motivaron a seguir adelante, que gracias a sus consejos y conocimientos transmitidos durante mi estancia lograron que culminara mi proyecto con éxito.

Como último, pero no menos importante, mis más sinceros agradecimientos a familiares y amigos que me acompañaron durante esta travesía, que gracias a su compañía y apoyo lograron que el tiempo transcurrido fuera agradable y llena de aventuras.

RESUMEN.

El presente proyecto está enfocado en la rehabilitación del sistema de enfriamiento para la máquina de inyección DYNAMACH HSM-80, la cual se encontraba estancada y deshabilitada debido a trabajos de remodelación en la infraestructura en el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco, en él se plasma la planeación y ejecución de un plan de rehabilitación, así como los diseños y las modificaciones necesarias que se requieran para el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento.

El objetivo final del proyecto se enfoca en la rehabilitación de la inyectora de plástico DYNAMACH HSM-80, trayendo consigo muchos beneficios a la comunidad estudiantil y personal en general tales como la oportunidad de nuevos conocimientos sobre fabricación, mantenimiento de maquinaria industrial y aplicación de buenas prácticas de ingeniería.

Reforzando el objetivo sobre la rehabilitación de la máquina de inyección de plástico, en el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco se elaboran productos de plástico con el propósito de mejorar la capacidad operativa del Instituto y a su vez mejorando su economía, para ello es importante ofrecer productos fiables y de alta calidad al consumidor final, es aquí donde el sistema de enfriamiento tiene un papel muy importante a la hora de trabajar con la inyección de plástico, siendo este sistema uno de los principales procesos para garantizar que el producto final será de alta calidad, también es importante mencionar que gracias al sistema de enfriamiento se evita que la inyectora de plástico sufra de sobrecalentamientos de manera general así como sus componentes y los sistemas secundarios como lo es el enfriador industrial.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	IV
ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	7
Información de la dependencia.....	7
Filosofía empresarial.....	8
Valores.....	9
Organigrama.....	9
Área de trabajo.....	10
PROBLEMÁTICA A RESOLVER.....	11
OBJETIVOS.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO.....	19
3 Procedimiento y descripción de las actividades.....	20
3.1 Introducción sobre la máquina de inyección y su sistema de enfriamiento.....	20
3.2 Análisis de la situación actual del sistema de enfriamiento.....	20
3.3 Formular mejoras para el sistema de enfriamiento.....	25
3.4 Desmontar el sistema de enfriamiento.....	25
3.5 Limpieza del sistema de enfriamiento.....	28
3.6 Diseño de mejoras para la estructura del sistema de enfriamiento.....	30
3.7 Modificación de la restructura del sistema de enfriamiento.....	30
3.8 Reubicación y ensamble del sistema de enfriamiento.....	34
3.9 Diseño de instalación hidráulica y eléctrica del sistema de enfriamiento.....	36
3.10 Instalación hidráulica y eléctrica.....	36
3.11 Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de enfriamiento.....	49

3.12 Entrega del proyecto final.....	58
CAPÍTULO IV.	59
RESULTADOS.	60
CONCLUSIONES.	65
Recomendaciones:	65
Experiencias personales.....	66
Experiencias profesionales.	66
COMPETENCIAS.	67
FUENTE DE INFORMACIÓN.	68

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Entrada del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.	7
Figura 2: Logotipo del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.	8
Figura 3: Ubicación geográfica del Instituto tecnológico de Tlaxiaco.	8
Figura 4: Organigrama del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.	10
Figura 5: Sandwichera (cuerpo color morado y tapa color blanco).	10
Figura 6: Sistema de enfriamiento.	20
Figura 7: Situación de la torre de enfriamiento.	21
Figura 8: Estado interno del Rotoplas.	22
Figura 9: Situación de la base metálica.	23
Figura 10: Bomba de agua.	24
Figura 11: Unión entre el Rotoplas y la torre de enfriamiento.	25
Figura 12: Retiro de maya protectora de la torre de enfriamiento.	26
Figura 13: Paredes de la torre de enfriamiento.	26
Figura 14: Cuerpo de aspersión de la torre de enfriamiento.	27
Figura 15: Relleno de la torre de enfriamiento.	27
Figura 16: Sistema de refrigeración totalmente desmontado.	28
Figura 17: Limpieza del depósito de la torre de enfriamiento.	28
Figura 18: Limpieza del relleno de la torre de enfriamiento.	29
Figura 19: Limpieza del Rotoplas.	29
Figura 20: Diseño de las estructuras del sistema de enfriamiento.	30
Figura 21: Base para las estructuras.	31
Figura 22: Medición y corte de las patas para las estructuras.	31
Figura 23: Ángulos para las estructuras.	32
Figura 24: Nuevas estructuras metálicas.	32
Figura 25: Lijado de estructura.	33
Figura 26: Aplicación del primer a las estructuras.	34
Figura 27: Estructuras pintadas.	34
Figura 28: Reubicación del sistema de enfriamiento.	35
Figura 29: Diseño de instalación eléctrica para la bomba de agua.	36
Figura 30: Instalación hidráulica antigua.	37
Figura 31: Instalación de codos CPVC para redirigir la instalación hidráulica al nuevo punto del sistema de enfriamiento.	37
Figura 32: Seguimiento lineal de la instalación hidráulica.	38
Figura 33: Instalación de tuercas unión en la bomba de agua.	38
Figura 34: Colocación de elementos principales del sistema de enfriamiento.	39
Figura 35: Conexión de la bomba de agua y torre de enfriamiento con el circuito hidráulico.	40
Figura 36: Unión entre el Rotoplas y la torre de enfriamiento.	40
Figura 37: Reparación de la tubería de cobre en la entrada de la torre de enfriamiento.	41
Figura 38: Cierre de la instalación hidráulica.	41
Figura 39: Salida de tubería Conduit del tablero principal.	42
Figura 40: Segundo tramo de la instalación de tubo Conduit.	43
Figura 41: Tercer tramo de la instalación de tubo Conduit.	43
Figura 42: Conexión T Conduit.	44
Figura 43: Instalación de placa-contacto para el funcionamiento de la bomba.	44
Figura 44: Situación del enfriador industrial.	45

Figura 45: Tubería Conduit del enfriador industrial retirado. -----	46
Figura 46: Instalación eléctrica del contacto para el enfriador industrial. -----	46
Figura 47: Instalación eléctrica del enfriador industrial. -----	47
Figura 48: Problema en la manguera del enfriador industrial. -----	48
Figura 49: Instalación de la nueva manguera para el enfriador industrial. -----	48
Figura 50: Centro de carga. -----	49
Figura 51: Fuga en el motor. -----	49
Figura 52: Situación del impulsor de la bomba de agua. -----	50
Figura 53: Rotor. -----	50
Figura 54: Extracción de la tapa del rotor. -----	51
Figura 55: Reemplazo de sello mecánico. -----	51
Figura 56: Mantenimiento al eje del rotor. -----	52
Figura 57: Eliminación de sarro. -----	52
Figura 58: Rodamiento nuevo. -----	53
Figura 59: Armado de motor. -----	53
Figura 60: Cambio del sello mecánico. -----	54
Figura 61: Empalme de la tapa de la turbina a la bomba de agua. -----	54
Figura 62: Instalación de la turbina. -----	55
Figura 63: Bomba de agua ensamblada. -----	55
Figura 64: Llenado de la torre de enfriamiento. -----	56
Figura 65: Funcionamiento de la torre de enfriamiento. -----	56
Figura 66: Llenado del depósito del enfriador industrial. -----	57
Figura 67: Enfriador industrial. -----	57
Figura 68: Instalación hidráulica antigua. -----	60
Figura 69: Instalación hidráulica actual. -----	60
Figura 70: Instalación eléctrica del sistema de enfriamiento. -----	61
Figura 71: Moldes sin conectores. -----	61
Figura 72: Moldes con conectores. -----	62
Figura 73: Configuración de la conexión de las mangueras. -----	62
Figura 74: Conexión de las mangueras en los moldes. -----	63
Figura 75: Temperatura en el sistema hidráulico de la inyectora de plástico. -----	63
Figura 76: Sistema de enfriamiento anterior. -----	64
Figura 77: Sistema de enfriamiento actual. -----	64

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO.

INTRODUCCIÓN.

El sistema de enfriamiento para una máquina de inyección es un conjunto de elementos que trabaja de manera dependiente y coordinada para garantizar que la temperatura se encuentre en un grado óptimo para el correcto funcionamiento de la máquina principal, así como los elementos que la conforman.

El papel que juega un sistema de enfriamiento en un proceso industrial es de suma importancia y tener la certeza que un proceso cumpla con la calidad deseada, es necesario garantizar el correcto funcionamiento del mismo. El sistema de enfriamiento brinda protección y alarga la vida de los componentes que están sometidos a procesos relacionados con la alta temperatura como es el caso de la máquina de inyección de plástico, gracias a este sistema se pueden evitar fallas tanto en los componentes de la inyectora como en el producto final trayendo consigo un ahorro en reparaciones y en desperdicios de material.

En este proyecto nos enfocamos en la rehabilitación del sistema de enfriamiento para la máquina de inyección DYNAMACH HSM-80 recalcando que es una máquina de vital importancia en el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco, es importante recalcar que se abordan dos motivos principales por el cual se trabaja en este proyecto, número uno es esencial retomar los proyectos sobre elaboración de productos de plástico y como segundo punto el uso de la máquina de inyección toma mucha importancia para los alumnos y catedráticos a la hora de abordar nuevos conocimientos sobre los procesos industriales, así como el mantenimiento y aplicaciones de ingeniería.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Información de la dependencia.

El Instituto Tecnológico de Tlaxiaco se fundó el 22 de Febrero de 1991, con las licenciaturas en Administración Industrial e Ingeniería Industrial, a sus 18 años ofrece cuatro programas de estudio; Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería en Gestión Empresarial (nueva creación) y Licenciatura en Administración, transitando hacia la acreditación el plan de estudios de Administración, evaluada desde el año pasado por el Comité Interinstitucional de Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y obteniendo una calificación de nivel 2, para los programas evaluados, en estos momentos se está trabajando en las observaciones y recomendaciones que realizó el organismo evaluador.

Figura 1:

Entrada del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.



Redes Sociales:



<https://es-la.facebook.com/TecTlaxiaco/>



dir_tlaxiaco@tecnm.mx



www.tlaxiaco.tecnm.mx

Directorio Institucional:



(953) 55 20788, (953) 55 21322



(953) 55 20405

Figura 2:

Logotipo del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.



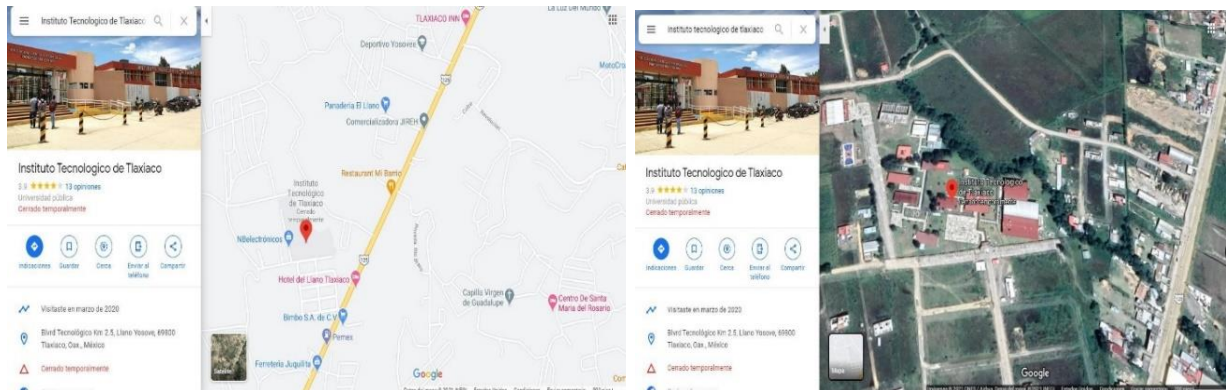
Lema: “Educación ciencia y tecnológica, progreso día con día.”

Ubicación: En el Estado de Oaxaca se encuentra ubicada la Heroica Ciudad de Tlaxiaco en esta ciudad se localiza el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco con dirección a Boulevard Tecnológico Km. 2.5, Llano Yosovee C.P. 69800. Tlaxiaco. Oaxaca.

Superficie de Terreno: 56,421.86 m² (Metros)

Figura 3:

Ubicación geográfica del Instituto tecnológico de Tlaxiaco.



Filosofía empresarial

Misión

Formar Profesionales que contribuyan al Desarrollo Regional con Capacidad de Adaptación en el Escenario Nacional y Mundial.

Visión

Ser un Tecnológico de educación superior, abierta, flexible y de alta calidad, que gozará con reconocimiento regional, estatal y nacional. Proporcionando estudiantes críticos, comprometidos con su comunidad y de competencia mundial.

Valores

Liderazgo participativo: Adoptar un compromiso permanente a la comunidad tecnológica para promover, impulsar y facilitar el desarrollo de una cultura de calidad.

Vocación de servicio: Actitudes proactivas para cumplir con las actividades en los principios de respeto, cortesía y esmero, con el fin de prestar un servicio de calidad, ágil y confiable.

Trabajo en equipo: Es la suma de voluntades de la comunidad tecnológica para lograr la mejora continua en las labores encomendadas.

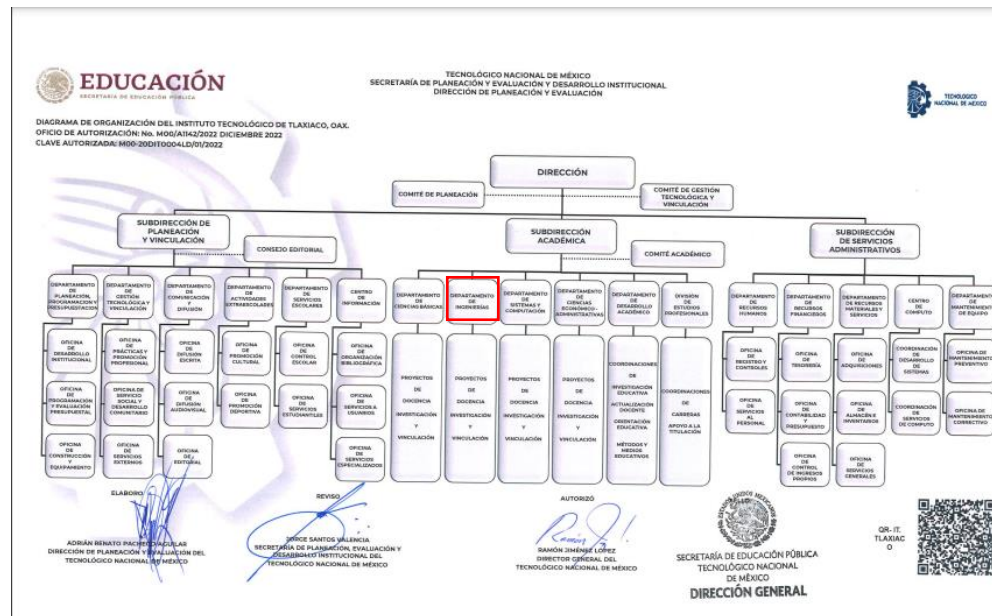
Orden y disciplina: Cumplir con la normatividad, política, y procedimientos institucionales que permitan una convivencia con armonía, solidaridad y de respeto dentro y fuera de la comunidad tecnológica.

Compromiso institucional: Es la disponibilidad de toda institución para lograr objetivos y metas, reflejado ante la sociedad una imagen transparente, positiva e institucional.

Organigrama.

En la siguiente imagen se presenta el organigrama del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco, se muestran los departamentos que conforman a esta institución, el presente proyecto se desarrolla en el Departamento de Ingenierías, mismo que se encuentra remarcado con color.

Organigrama del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.



Área de trabajo

El proyecto se estará realizando en el área del departamento de ingenierías, específicamente en el área de inyección de plástico. En esta área en mención es donde se encuentra ubicada la máquina de inyección DYNAMACH HSM-80, consta de dos moldes funcionales, uno es para la fabricación de la tapa de sandwichera y el otro para la fabricación del cuerpo de la sandwichera.

Sandwichera (cuerpo color morado y tapa color blanco).



PROBLEMÁTICA A RESOLVER.

El proyecto está basado en la rehabilitación del sistema de enfriamiento de la inyectora de plástico DYNAMACH HSM-80, el sistema de enfriamiento actualmente se encuentra deshabilitado y en mal estado desde los componentes que lo conforman, así como las instalaciones que son parte de ella, hidráulica y eléctrica, como consecuencia la máquina inyectora de plástico también se encuentra en desuso.

la máquina inyectora de plástico aún tiene vida útil por delante y esta al ser una máquina con aplicaciones en procesos industriales es de vital importancia que se encuentre activa para que los alumnos que cursan las carreras de ingeniería industrial e ingeniería mecatrónica, ingeniería en gestión empresarial y administración puedan realizar prácticas respecto a los procesos de inyección y a costos de la sandwichera

En particular el proyecto está dirigido a mejorar y rehabilitar el sistema de enfriamiento, para lograr con este objetivo es necesario realizar un mantenimiento correctivo del sistema en general y de este modo retomar la producción de sandwicheras, cabe resaltar que de dicha producción se obtienen ingresos económicos y conocimientos sobre la inyección de plástico por moldeo en el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco. La máquina inyectora de plástico genera un gran impacto no solo para el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco sino también para la comunidad en general y a la región, ya que al contar con máquinas dedicadas a las aplicaciones industriales tales como maquinaria CNC y CAM como es el caso de la fresadora CNC, el router industrial, el torno CNC, el brazo robótico, entre otros que inciden de manera positiva, por ello es importante la rehabilitación de la máquina inyectora de plástico.

OBJETIVOS.

Objetivo general:

Rehabilitar el sistema de enfriamiento de la máquina de inyección DYNAMACH HSM-80 para evitar el sobrecalentamiento en los moldes y trabajar de manera continua con los proyectos realizados por la máquina inyección en el instituto tecnológico de Tlaxiaco.

Objetivos específicos:

- Analizar la situación actual del sistema de enfriamiento.
- Realizar propuestas de mejora sobre el sistema de enfriamiento.
- Desmontar y reubicar el sistema de enfriamiento para tener un lugar sólido y seguro para los equipos que conforman el sistema.
- Diseñar y construir mejoras en las bases del sistema de enfriamiento.
- Diseñar e instalar el circuito hidráulico y el circuito eléctrico para el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento.

JUSTIFICACIÓN.

En el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco se elaboran productos de plástico a partir del polipropileno (PP), estos productos son elaborados en la máquina de inyección DYNAMACH HSM-80. La máquina inyectora de plástico, al ser una pieza esencial en la línea de fabricación, se requiere dar atención especial debido a su desgaste y obsolescencia tecnológica, mantenerlo en correcto funcionamiento y asegurar el buen estado de las instalaciones que abarca el sistema de inyección.

En este contexto, la maquinaria industrial desempeña un papel fundamental en la eficiencia y la calidad de los procesos de producción. En este sentido, la presente justificación aborda la necesidad de llevar a cabo la rehabilitación de la máquina inyectora de plástico enfocándose el proyecto esencialmente en el mantenimiento correctivo y la rehabilitación del sistema de enfriamiento, considerando aspectos técnicos, metodológicos, académicos, sociales y económicos. Esta iniciativa no solo busca mejorar la capacidad operativa del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco, sino también fortalecer el compromiso con la innovación, la sostenibilidad y el bienestar de la comunidad.

Justificación Técnica:

La máquina inyectora de plástico es un componente esencial en el proceso de producción. Sin embargo, debido al desgaste y a falta de un mantenimiento correctivo al sistema de enfriamiento, se ha experimentado una disminución en el rendimiento y confiabilidad la máquina de inyección. La rehabilitación de esta máquina permitirá actualizar sus componentes, mejorar su precisión y capacidad, así como mantener la producción de los productos de manera constante.

Justificación Metodológica:

La rehabilitación de la máquina inyectora de plástico requerirá la implementación de un enfoque metodológico estructurado que incluya evaluación de necesidades, planificación detallada, ejecución precisa y evaluación del sistema de enfriamiento. Este proceso garantizará una rehabilitación eficaz y eficiente, minimizando el tiempo de inactividad y maximizando los beneficios derivados de la mejora de la máquina.

Justificación Académica:

La rehabilitación de la máquina inyectora de plástico proporcionará una oportunidad invaluable para el aprendizaje y la capacitación técnica del equipo del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco. A través de este proyecto, los colaboradores y comunidad estudiantil adquirirán conocimientos actualizados sobre tecnologías de fabricación, mantenimiento de maquinaria industrial y aplicación de buenas prácticas de ingeniería. Este enfoque contribuirá al desarrollo profesional del personal y fortalecerá la capacidad técnica del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.

Justificación Social:

La rehabilitación de la máquina inyectora de plástico impactará positivamente en la comunidad, además, al mejorar la eficiencia de la producción, se puede ofrecer productos de alta calidad a precios competitivos, beneficiando a los consumidores finales.

Justificación Económica:

Desde una perspectiva económica, la rehabilitación del sistema de enfriamiento de la máquina inyectora representa una inversión rentable a largo plazo. En comparación con la adquisición de un nuevo sistema, la rehabilitación ofrece un costo inicial más bajo. Además, al mejorar la eficiencia y calidad de la producción, se puede aumentar los ingresos y reducir costos asociados con desperdicios y retrabajos.

En resumen, la rehabilitación de la máquina inyectora de plástico de manera general no solo representa una necesidad técnica para mantener la capacidad de producción, sino también una oportunidad para mejorar la eficiencia, fortalecer las capacidades internas, contribuir al desarrollo de la comunidad y garantizar la viabilidad económica a largo plazo del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

El proceso de inyección de plástico llegó a revolucionar el mundo de los plásticos, actualmente la utilidad que se genera en los plásticos es muy demandante desde bolsas hasta diversos envases en diferentes tamaños y formas, gracias a la existencia de las máquinas inyectoras de plásticos la industria ha adquirido muchas ventajas, dos de las principales son generar piezas de plástico de diversas geometrías y otra ventaja es el ahorro de tiempo ya que es realmente considerable.

Las máquinas inyectoras de plástico son una de las tecnologías avanzadas en el procesamiento de plásticos, obtener el producto final es relativamente fácil, rápido y eficaz. El moldeo por inyección permite tener piezas geométricas de alta complejidad, únicamente se requiere contar con el molde de la pieza deseada para comenzar a fabricar el producto final.

Para lograr que la producción sea constante y de alta calidad se requiere que la máquina inyectora de plástico cuente con un sistema de enfriamiento, este sistema ayuda a la máquina manteniendo en una temperatura estable los moldes y en el sistema hidráulico. Al estar trabajando con la inyección de plástico se está trabajando a altas temperaturas, es aquí donde recae la importancia de la implementación de un sistema de enfriamiento la cual ayuda a que el producto se el deseado y no sufra de mal deformaciones, así también evitando que los moldes como el sistema hidráulico de la máquina sufran de daños por la temperatura excesiva.

El proceso de inyección de plásticos ha crecido en la industria, debido a los beneficios técnicos y económicos obtenidos con referencia a otros procesos de transformación de materiales. El moldeo por inyección es una de las técnicas de procesamiento del plástico más usada. Muchas de las contribuciones vienen dadas por las técnicas herramientas y métodos de trabajo. En la actualidad, piezas con requerimientos específicos en el comportamiento mecánico, reducción de peso, resistencia al desgaste, aislamiento eléctrico, alta estabilidad dimensional y estabilidad química en presencia de medios agresivos, han encontrado en este proceso la mejor solución, desplazando a materiales tradicionales (bronce, aluminio, fundición de hierro gris o de acero, etc.) en aplicaciones industriales (Pulido, 2004).

García (2012) dice que, el moldeo por inyección es una de las técnicas más comunes en el procesamiento de plásticos. Este proceso consiste en fundir el polímero y hacerlo fluir bajo presión y temperatura en un molde, en el cual la pieza solidifica y duplica su forma.

El material, previamente calentado hasta alcanzar su punto de fusión, se introduce en el interior de un molde cerrado, a alta presión donde se enfría adquiriendo la forma deseada. La gran ventaja de este proceso es la posibilidad de fabricar piezas de geometrías complejas a altas velocidades de producción (Albarrán, 2014).

El sistema de refrigeración o circuito de refrigeración es una serie de circuitos en el interior del Molde, ubicados específicamente en las placas de Corazón y Cavidad. Se encarga de mantener a una temperatura adecuada y constante el dispositivo de moldeo por medio del paso de un fluido de refrigeración, también conocido como líquido atemperador. (Ambiente Plástico, 2024).

Una buena forma de conseguir mayor número de piezas es conseguir que la solidificación se consiga en el menor tiempo posible, mejorando así la calidad final.

Para ello, debemos enfriar el molde mediante agua fría que pasa por los canales de refrigeración del molde (Marteles, 2020).

De acuerdo con Marteles (2010) dice que: en el proceso de inyección, nos encontramos con que el cierre y apertura del molde, se hace mediante unos cilindros hidráulicos, que además de hacer estas operaciones, durante el tiempo de inyección y enfriamiento en el molde, tienen que mantener la adecuada fuerza de cierre. Para conseguir mantener la temperatura del aceite entre los valores indicados, habitualmente el circuito hidráulico lleva incorporado uno o varios intercambiadores aceite-agua, de forma que el agua que circula por uno de los circuitos refrigera al aceite que circula por el otro.

El control de la temperatura de la garganta es crucial para el correcto proceso de plastificación y concretamente el proceso de arrastre en la zona de alimentación. De la misma manera, mantener el aceite a la temperatura correcta o en su defecto de los servomotores, es crucial. Por esto, no se puede dejar de lado esta parte del sistema de refrigeración (Tecnología del plástico, 2018).

Una de las funciones primarias de un molde de inyección es ser un intercambiador de calor. La entrada de calor es el polímero fundido inyectado a intervalos regulares. Debe extraerse suficiente calor en el molde para que las piezas se enfríen a una temperatura

de expulsión segura. Esto normalmente se logra mediante la circulación de un refrigerante líquido de temperatura controlada (generalmente agua) con el objetivo de mantener una temperatura constante en el molde que sea adecuada para la refrigeración de las partes (Burger, 2023).

La empresa SERVIAIRE menciona que, La inyección de plásticos es el método más empleado para el moldeo de piezas. Consiste en inyectar a presión un polímero en un molde para obtener la forma deseada. El proceso se basa en una solidificación de la pieza, y para que esta se produzca, debe estar sometida a un cambio de temperatura, reduciéndola sustancialmente en el menor tiempo posible. Y para esto precisamente es para lo que sirve la refrigeración de moldes de inyección de plásticos, siendo el método más extendido de realizarlo con agua fría.

Torraval (2017) menciona que, Como en todos los casos en los que es necesario disipar el calor producido por las centrales hidráulicas, también aquí se utiliza la torre de refrigeración para el mismo efecto.

En algunos casos, cuando la torre de refrigeración tiene grandes dimensiones y se instala un depósito tampón suficientemente grande, según el tipo de material plástico moldeado y el tamaño de la pieza, es posible utilizarla también para enfriar el molde, lo que conlleva grandes ventajas en forma de ahorro energético.

Una torre de enfriamiento industrial o torre de refrigeración es un sistema de refrigeración evaporativa. Esto quiere decir que se pone en contacto un caudal de agua y una corriente de aire en un intercambiador de calor para aprovechar el calor latente de evaporación para enfriar el agua del circuito (Cofrico S.L., 2022).

Una bomba de agua o bomba hidráulica es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. En otras palabras, una bomba utiliza un impulsor giratorio para mover agua u otros fluidos usando fuerza centrífuga.

Una turbina es un motor rotatorio que convierte en energía mecánica la energía cinética de una corriente de agua, vapor de agua o gas.

Un sello mecánico es un dispositivo que permite unir sistemas o mecanismos evitando la fuga de fluidos y conteniendo la presión, tiene como objetivo evitar fugas entre el eje rotativo de la bomba y la carcasa en caso de una bomba de agua.

CAPÍTULO III: DESARROLLO.

3 Procedimiento y descripción de las actividades.

En este apartado se describe de forma detallada todas y cada una de las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados y culminar el tiempo y forma.

3.1 Introducción sobre la máquina de inyección y su sistema de enfriamiento.

La actividad consta de una introducción de dos partes; primera parte es sobre el funcionamiento en general de la máquina de inyección; segunda parte es dedicado al sistema de enfriamiento, la estructura que lo conforma, la función en general, las instalaciones que lo abarcan y como es el funcionamiento en la máquina de inyección.

3.2 Análisis de la situación actual del sistema de enfriamiento.

La situación actual del sistema de enfriamiento se evaluó mediante un análisis visual y un recorrido guiado por los catedráticos competentes al área, quienes explicaron de manera detalla el funcionamiento de cada una de las partes que componen el sistema de enfriamiento, así como las condiciones óptimas requeridas para el correcto funcionamiento del sistema.

Figura 6:

Sistema de enfriamiento.



Durante el recorrido el asesor asignado fue haciendo énfasis en las partes afectadas del sistema y los requisitos necesarios a cumplir.

La torre de enfriamiento presentaba suciedad por polvo y basura en todo el cuerpo, la acumulación de basura fue más notoria en el depósito de la torre. La estructura metálica

de la torre, así como la maya de protección también presentaban problemas de funcionamiento.

Figura 7:

Situación de la torre de enfriamiento.



Se puede apreciar en las evidencias fotográficas que la situación de la torre de enfriamiento se encontraba en mal estado, al estar expuesto a la intemperie era propenso a la suciedad, los rayos solares y a la lluvia por mencionar algunos factores que lo afectaron.

El Rotoplas al no contar con su tapa el agua fue contaminado llegando al punto que el agua se torna en otro color y formando mucha acumulación de residuos en el fondo del

Rotoplas causando que las salidas del mismo quedaran estancadas por la misma suciedad, y a su vez contaminando y tapando la tubería que conforma el sistema.

Figura 8:

Estado interno del Rotoplas.



La parte externa del Rotoplas al igual que la torre de enfriamiento presentaba cierto deterioro en el material por la exposición al sol.

La base metálica en la cual se encontraba montada el sistema de enfriamiento presentaba dos problemas muy notorios y serios; uno la corrosión en el metal que era causado por el contacto con el suelo directo así como el contacto con la lluvia, estos factores eran determinantes para que la base metálica empezara a tener problemas de corrosión en su superficie; y como número dos es el tema de la estabilidad de la base,

al no contar con un diseño óptimo la base era inestable al momento de realizar maniobras con el sistema de enfriamiento.

Figura 9:

Situación de la base metálica.



En la figura 8 podemos visualizar que en lado izquierdo de la base no se cuentan con patas esquineras que brinden seguridad y estabilidad para el sistema.

La bomba de agua se encontraba contaminada a causa de la suciedad presentada en el Rotoplas, no contaba con una instalación eléctrica y estaba expuesta a los factores naturales que lo afectan tanto externo como internamente.

Figura 10:

Bomba de agua.



En este punto se recalca que la situación del sistema de enfriamiento de manera global se encontraba en mal estado, no se contaba con una instalación eléctrica para que la bomba funcionara debido a movimientos de renovación en la infraestructura del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco causando que el sistema quedara inhabilitado y estancado, la instalación hidráulica estaba contaminada y atascada de basura, es importante mencionar que la torre de enfriamiento y el Rotoplas al encontrarse en un mismo nivel el diseño de la instalación hidráulica que los une no era el adecuado tal como se muestra en la figura 10, debido a que el llenado del depósito de la torre de enfriamiento funcionaba por gravedad, al tener muchos codos y no tener el desnivel adecuado se contaban con desventajas como pérdida de presión y demandaba más cantidad de agua.

Figura 11:

Unión entre el Rotoplas y la torre de enfriamiento.



3.3 Formular mejoras para el sistema de enfriamiento.

Tomando como base análisis visual durante el recorrido, se plantean mejoras de manera general para el sistema de enfriamiento, abarcando desde la estructura, ubicación hasta las instalaciones que lo conforman para asegurar que quede en buenas condiciones y en un lugar apto para su correcto funcionamiento.

En una reunión con el asesor externo se propuso una serie de observaciones realizadas durante el recorrido, dichas mejoras fueron enlistadas para tener una mejor claridad del propósito y priorizar las actividades de mayor impacto:

1. Diseñar y construir nuevas bases metálicas independientes para cada uno de los elementos del sistema.
2. Reubicar el sistema de enfriamiento.
3. Instalación eléctrica para el funcionamiento de la bomba.
4. Reinstalación hidráulica.

Son las mejoras propuestas en un término general, teniendo en cuenta que al momento de realizar cada una de las mejoras conlleva a actividades internas que ayudaran a tener una rehabilitación viable, segura y de calidad.

3.4 Desmontar el sistema de enfriamiento.

Una vez aprobadas las propuestas de mejora por el encargado y el jefe del departamento, se procede a realizar las actividades necesarias para cumplir con la meta establecida. En primer lugar, se desmontó la torre de enfriamiento.

Figura 12:

Retiro de maya protectora de la torre de enfriamiento.



Una vez retirada y recuperada la maya de protección, el siguiente paso fue desmontar las paredes que conforman la torre de enfriamiento, con la finalidad de retirar con cuidado el relleno, la cabeza de aspersion y los aspersores asegurándose que cada componente no sufra daños.

Figura 13:

Paredes de la torre de enfriamiento.



Una vez desmontadas las paredes se puede maniobrar con total libertad para terminar de desmontar las partes restantes de la torre.

Figura 14:

Cuerpo de aspersión de la torre de enfriamiento.



Retirado el cuerpo de aspersión se puede recuperar el relleno de la torre, la cual es de un material a base de plástico que a pesar de haber estado expuesto al sol aún retenía propiedades y mediante una revisión minuciosa se determinó que sigue siendo apto para el cumplir con su función.

Figura 15:

Relleno de la torre de enfriamiento



Terminamos por desmontar el depósito de la torre, desconectar el Rotoplas, así como la desconexión y recuperación de la bomba de agua.

Figura 16:

Sistema de refrigeración totalmente desmontado.



Al finalizar con el desmontaje de todos los elementos y la desconexión hidráulica, como se puede apreciar en la figura 15, el espacio, así como la base quedaron totalmente limpias y listas para proceder a realizar las mejoras que se tienen contempladas.

3.5 Limpieza del sistema de enfriamiento.

Una vez desmontado todo el sistema de enfriamiento se procede a limpiar las partes que lo conforman, como primer punto se realizó la limpieza del depósito de la torre, aprovechando el desmontaje de los componentes con ayuda de un compresor industrial se retiró toda la basura para posteriormente lavarlo, secarlo y resguardarlo.

Figura 17:

Limpieza del depósito de la torre de enfriamiento.



Debido al tiempo que se quedó estancado el sistema de enfriamiento a la intemperie, el depósito de la torre sufrió de manchas que fueron difícil de remover, pero la basura fue

eliminada en su totalidad asegurando que en el futuro el depósito estará libre de residuos indeseados en el sistema.

Al relleno de la torre de enfriamiento también fue necesario realizarle una limpieza profunda debido a que se encontraba con basura, polvo y pequeños insectos que comenzaban habitar entre los espacios del relleno.

Figura 18:

Limpieza del relleno de la torre de enfriamiento.



Después se realiza la limpieza del Rotoplas, primero se realizó el drenado del agua contaminada y la basura que se encontraba almacenada en el fondo del Rotoplas, al finalizar esos pasos se procedió a un lavado completo del Rotoplas para terminar de eliminar los residuos que quedaban, así como el mal olor por el agua estancada.

Figura 19:

Limpieza del Rotoplas.



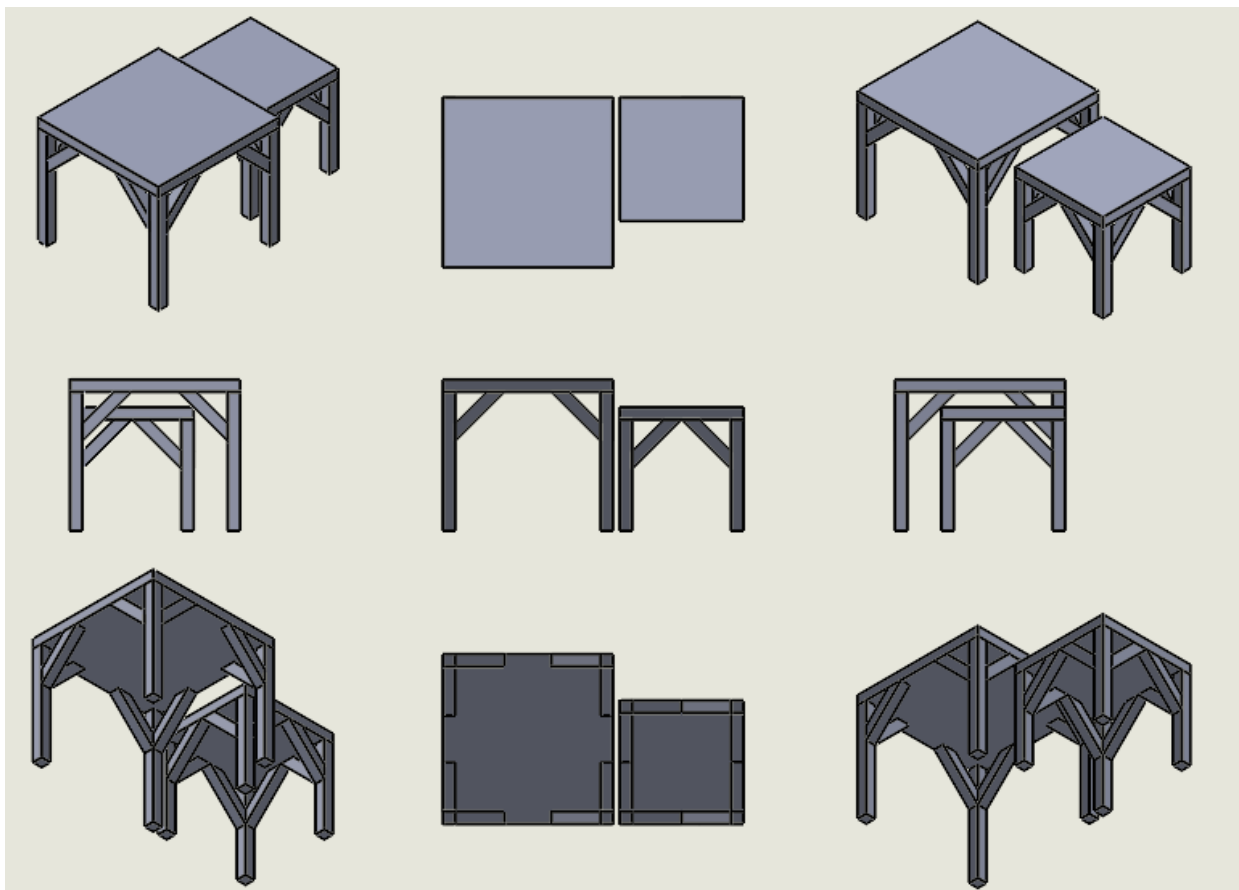
3.6 Diseño de mejoras para la estructura del sistema de enfriamiento.

Actualmente la estructura del sistema de enfriamiento no es la adecuada, en base al análisis realizado se procede a diseñar mejoras para la estructura logrando que el sistema en general se encuentre seguro y sólido.

Con ayuda del software SolidWorks se realizó el diseño de cada una de las bases correspondientes a la torre de enfriamiento y el Rotoplas, considerando el nivel de cada elemento para una mejor instalación hidráulica.

Figura 20:

Diseño de las estructuras del sistema de enfriamiento.



3.7 Modificación de la reestructura del sistema de enfriamiento.

Una vez aprobado el diseño de cada una de las bases para el sistema se procede a realizar las actividades necesarias para lograr con el objetivo, en esta actividad se comprende realizar mediciones, cortes y soldadura.

Figura 21:

Base para las estructuras.



Como se puede apreciar en la figura 19, del lado izquierdo está la base para la estructura del Rotoplas y del lado derecho la base para la estructura de la torre de enfriamiento. Cabe destacar que el material utilizado para la construcción de las nuevas estructuras metálicas fue reutilizado de la antigua estructura, a continuación, se realiza la medición y corte de las patas para cada una las bases de acuerdo a las medidas dadas en el diseño previo a esta actividad.

Figura 22:

Medición y corte de las patas para las estructuras.



Las nuevas estructuras contarán con ángulos en cada esquina esto con la finalidad de reforzarlos y generar una mayor estabilidad.

Figura 23:

Ángulos para las estructuras.



Una vez obtenidas cada una las partes necesarias para la construcción de las nuevas estructuras, se procede a realizar la soldadura de todos los elementos.

Figura 24:

Nuevas estructuras metálicas.



Como se muestra en la evidencia fotográfica la estructura más alta corresponde al Rotoplas y la estructura pequeña es para la torre, la finalidad del nuevo diseño es para generar una conexión hidráulica lineal entre el Rotoplas y la torre de enfriamiento, con el objetivo de tener una mejor presentación en la instalación sumando que el llenado es más rápido y eficiente.

Para dar un mejor aspecto estético a las bases, las estructuras se lijaron en su totalidad, esto ayudó a que las bases tengan un mejor acabado y asegurar que la corrosión que presentaba fuera eliminada.

Figura 25:

Lijado de estructura.



una vez limpias las bases se le aplicaron dos capas de primer, esto con la finalidad de garantizar la resistencia y durabilidad de la pintura.

Figura 26:

Aplicación del primer a las estructuras.



Pasado el tiempo necesario de secado del primer se aplicó la pintura en un acabado color negro.

Figura 27:

Estructuras pintadas.



3.8 Reubicación y ensamble del sistema de enfriamiento.

Una vez terminadas las bases se procede a elegir un lugar adecuado para el sistema, el lugar debe de cumplir con dos requisitos: uno el lugar a elegir debe de contar con un piso de concreto y segundo que sea un lugar que cuente con un techo, los requisitos antes mencionados son de vital importancia para evitar que las bases del sistema sufran de corrosión por contacto con el suelo húmedo y en segundo lugar evitar que el sol y otros factores influyan en el deterioro y la contaminación de los componentes sistema.

Figura 28:

Reubicación del sistema de enfriamiento.

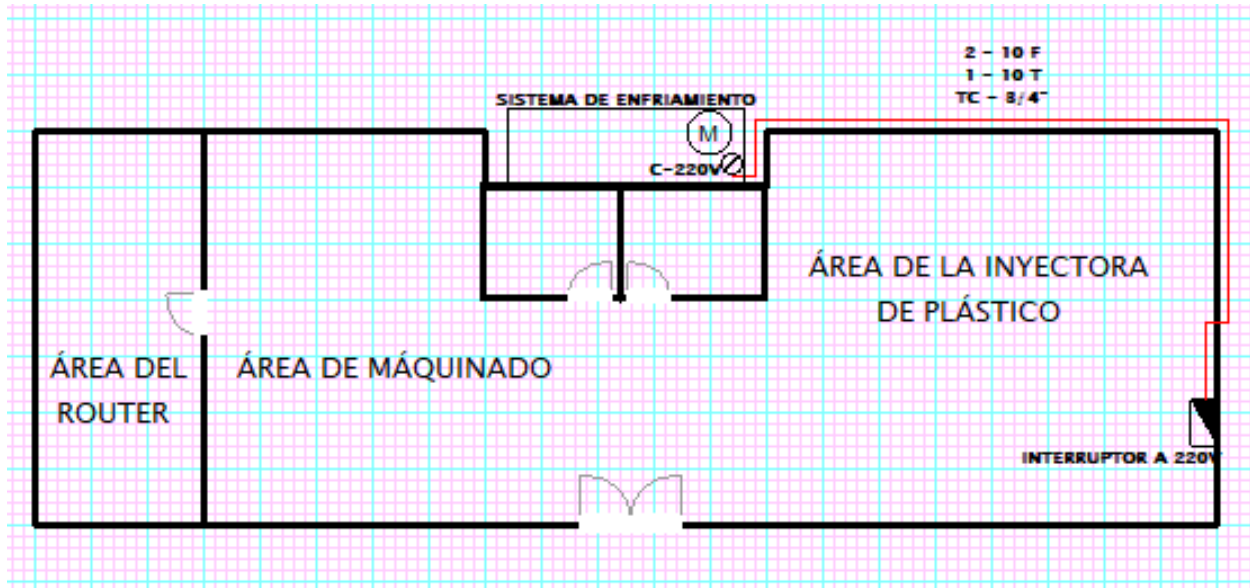


3.9 Diseño de instalación hidráulica y eléctrica del sistema de enfriamiento.

Con ayuda de Proficad un software que permite realizar diseños de instalación eléctrica se realizó el diseño correspondiente eléctrica, cabe destacar que a raíz de la reubicación del sistema de enfriamiento conlleva a la necesidad de contar con nuevas instalaciones para su correcto funcionamiento.

Figura 29:

Diseño de instalación eléctrica para la bomba de agua.



La instalación hidráulica es una adaptación a partir de cierto punto, en la parte interna del laboratorio las tuberías son subterráneas por ende se tiene que hacer una adaptación a la instalación con la que se cuenta para su funcionamiento, mientras que la instalación eléctrica es totalmente nueva.

3.10 Instalación hidráulica y eléctrica.

En base al diseño se proceden a realizar las instalaciones correspondientes, como anteriormente se ha mencionado la instalación hidráulica es un rediseño por motivos antes expuesto en la actividad 3.9 diseño de instalación hidráulica y eléctrica del sistema de enfriamiento.

Figura 30:

Instalación hidráulica antigua.

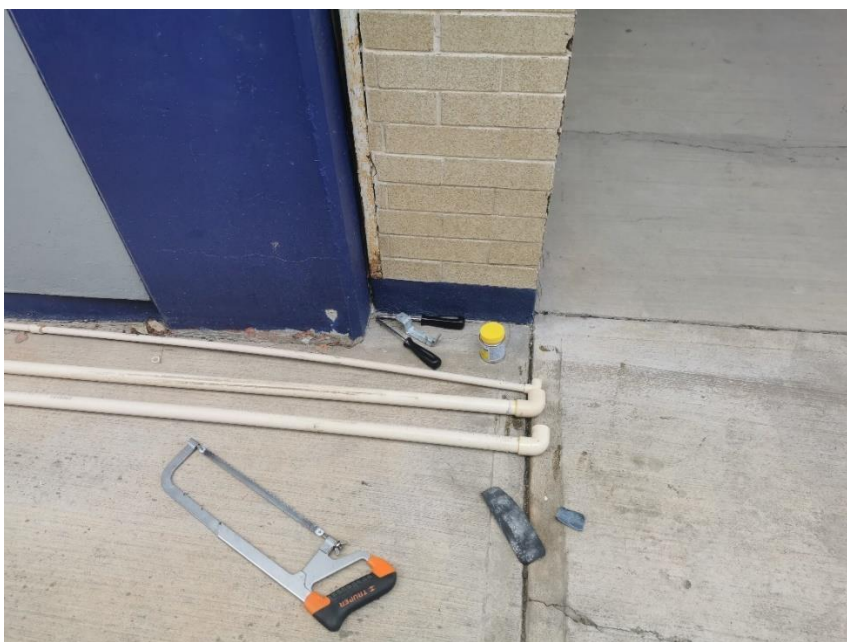


En la figura 27 se puede visualizar que la instalación hidráulica era óptima para el correcto funcionamiento del sistema, por motivos de reubicación se realizó la instalación de acuerdo a nuevas necesidades y tras una inspección visual y pruebas de corriente de agua se descartó la presencia de averías en los ductos.

Tras realizar las mediciones necesarias se implementó el corte y la instalación de los codos para llevar la instalación hasta el punto donde se encuentra reubicado actualmente el sistema de enfriamiento.

Figura 31:

Instalación de codos CPVC para redirigir la instalación hidráulica al nuevo punto del sistema de enfriamiento.



Dando continuidad con la instalación hidráulica se coloca la tubería lineal hasta llegar donde están ubicados los elementos del sistema de enfriamiento.

Figura 32:

Seguimiento lineal de la instalación hidráulica.



Uno de los problemas detectados durante el análisis realizado fue determinar que la instalación hidráulica no era viable a la hora de realizar algún mantenimiento al sistema de enfriamiento, al tener todo unido con pegamento genera que sea más difícil realizar maniobras en los elementos, para dar solución a este problema se propuso la instalación de tuercas unión CPVC en diversos puntos estratégicos.

Figura 33:

Instalación de tuercas unión en la bomba de agua.



La bomba de agua es un elemento de suma importancia en el sistema de enfriamiento, por ende, la instalación de la tuerca unión en la salida y entrada de agua es de suma importancia, la tuerca unión de 1 pulgada respectivamente.

Posteriormente se procede a colocar la bomba en su respectivo lugar para realizar las medidas y cortes necesarios para continuar con la unión de la instalación hidráulica.

Figura 34:

Colocación de elementos principales del sistema de enfriamiento.



Teniendo todos los elementos en su lugar correspondiente, se realizó la conexión de la bomba de agua con la torre de enfriamiento y el circuito hidráulico. Al igual que la bomba, a la torre se le instaló una tuerca unión de 1 pulgada en cada una de sus conexiones para facilitar la desconexión de manera rápida y segura si en algún momento se requiere.

Figura 35:

Conexión de la bomba de agua y torre de enfriamiento con el circuito hidráulico.



Después de realizar la conexión de la bomba, se realizó la conexión entre el Rotoplas y la torre, como se hizo mención en puntos anteriores la conexión entre estos dos elementos es de manera lineal y una mejor estética, en este punto también se le colocó una tuerca unión de 3/4 de pulgada.

Figura 36:

Unión entre el Rotoplas y la torre de enfriamiento.



En la entrada de la torre de enfriamiento que corresponde al retorno de agua caliente la conexión de cobre presentaba una falla, se desmontó la pieza y se recortó la parte

afectada, después fue necesario soldar un conector de cobre con rosca exterior para realizar la unión entre material de cobre con CPVC.

Figura 37:

Reparación de la tubería de cobre en la entrada de la torre de enfriamiento.



Para culminar con la instalación hidráulica se realizó la conexión de la entrada de agua de la torre de enfriamiento y la conexión de la tubería del Rotoplas con el circuito hidráulico.

Figura 38:

Cierre de la instalación hidráulica.



Como se puede apreciar en las evidencias fotográficas que corresponden al proceso de la instalación hidráulica la diferencia es notoria, las ventajas que ofrece el nuevo diseño

es de gran beneficio ya que al contar con uniones capaces de desmontar con mucha facilidad esto permite realizar mantenimientos sin complicaciones e incluso de ser necesario cada una de las partes puede ser retirado para realizar las operaciones necesarias y estéticamente la instalación es más agradable a la vista.

Instalación eléctrica.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE 2012, dedicado a las instalaciones eléctricas fue la base para determinar el interruptor adecuado, así como el calibre del conductor y el calibre de la tubería, teniendo en cuenta principalmente la información en la placa de la bomba de agua.

Como primer punto se procede a instalar la tubería correspondiente, el material utilizado es tubo Conduit galvanizado de 1 pulgada, así como las conexiones de tuberías Conduit requeridas para una correcta instalación.

Figura 39:

Salida de tubería Conduit del tablero principal.



La instalación de la tubería Conduit comprende materiales como tubo Conduit, conexión tipo LR, codos, coples, abrazaderas con su respectivo taquete y tornillos.

Figura 40:

Segundo tramo de la instalación de tubo Conduit.



Figura 41:

Tercer tramo de la instalación de tubo Conduit.



Como se puede apreciar en la siguiente evidencia fotográfica, estando en el tramo final de la instalación de la tubería Conduit se realizó la instalación de una T Conduit con reducción de 1 pulgada a 3/4 de pulgada para tener una conexión adecuada con la caja-contacto, este circuito es bifásico a 220V que son necesarios para el funcionamiento de la bomba.

Figura 42:

Conexión T Conduit.



Al término de la instalación del tubo Conduit, con la ayuda de un guía se comenzó con el cableado necesario para la instalación de la placa-contacto, lo cables utilizados fueron calibre 10 tal como lo marca la norma, así como cable en color rojo, negro y tierra física respectivamente.

Figura 43:

Instalación de placa-contacto para el funcionamiento de la bomba.



Derivado de una inspección en las instalaciones que conforman a la inyectora de plástico para asegurar que todo estuviera en buenas condiciones antes de proceder a las pruebas, se encontró que el enfriador industrial no contaba con una instalación eléctrica

adecuada debido a que dicha instalación no contaba con una instalación de tierra física, las conexiones en el interruptor principal carecían de terminales, el cableado no estaba identificado, la clavija no era la adecuada y el contacto no era el adecuado para una conexión trifásica a 220V.

Figura 44:

Situación del enfriador industrial.



Para resolver esta situación se propuso mejoras en la instalación eléctrica desde el tablero central, así como la instalación derivado del enfriador industrial. Las propuestas realizadas fueron:

- Retirar y mejorar la instalación de la tubería Conduit.
- Identificar las fases.
- Instalación de un contacto trifásico a 220V.
- Cambiar el cableado del enfriador industrial realizando la instalación de la tierra física.
- Instalación de un contacto para el enfriador industria.
- Sustitución de la manguera de llenado del depósito del enfriador industrial.

Figura 45:

Tubería Conduit del enfriador industrial retirado.



Al retirar el tubo Conduit y el cableado correspondiente, se pintó el espacio ocupado por la tubería para mejorar la estética de la pared como puede apreciarse en la figura 42.

En la nueva instalación de la tubería Conduit tuvo cambios en el diseño logrando que éste sea con menos vueltas y que la distancia se acortara. En cuanto a la instalación eléctrica al tener cable en un solo color se procedió a identificar las fases con cinta de aislar para una correcta instalación, el cable utilizado fue en calibre número 10 y cabe destacar que en esta ocasión se realizó el cableado para la instalación de la tierra física, así como la instalación de un contacto trifásico apto para trabajar en 220V.

Figura 46:

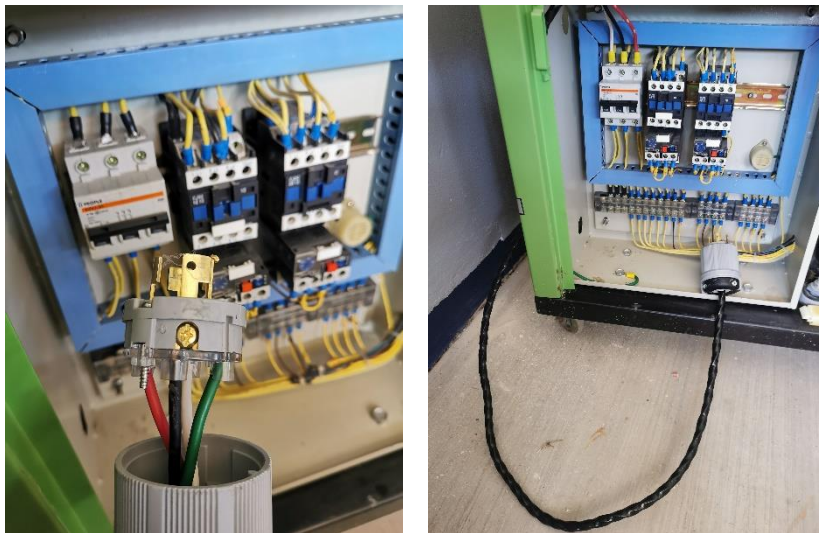
Instalación eléctrica del contacto para el enfriador industrial.



En cuanto a la mejora propuesta para el cable de corriente para el enfriador industrial, los cables utilizados fueron en calibre número 10 y en colores como negro, rojo y blanco para las fases correspondientes y el color verde para la instalación de la tierra física, de igual manera en las puntas que van conectadas al tablero principal del enfriador industrial se le colocaron sus terminales correspondientes para realizar la conexión con el interruptor así como la instalación de la tierra física, y en la otra punta una clavija trifásica a 220V.

Figura 47:

Instalación eléctrica del enfriador industrial.



Otro de los problemas que presentaba el enfriador industrial era la manguera que conectaba al circuito hidráulico con el depósito del enfriador, por problemas de corrosión derivado por la pausa en el uso de la inyectora de plástico generó que la punta y la tuerca de manguera terminaran rompiéndose.

Figura 48:

Problema en la manguera del enfriador industrial.



La solución a este problema fue remplazar por completo la manguera y así contar con una nueva conexión.

Figura 49:

Instalación de la nueva manguera para el enfriador industrial.



Es importante mencionar que se utilizó uno de los centros de carga ya instalados en el laboratorio para derivar los circuitos necesarios para la instalación eléctrica que corresponden únicamente a los sistemas que conforman a la inyectora de plástico.

Figura 50:
Centro de carga.



3.11 Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de enfriamiento.

Derivado de las pruebas de funcionamiento se encontró que la bomba contaba con dos problemas, primero y menos importante la bomba tenía una pequeña fuga en la tapa y en segundo lugar la bomba quedó atascado y pegado después de funcionar un par de segundos. Para dar solución a los problemas presentados fue necesario desconectar la bomba del sistema para realizarle un mantenimiento correctivo.

Figura 51:
Fuga en el motor.



En primer lugar, se desmontó la tapa para verificar la condición de la junta y los sellos de la bomba los cuales evitan la fuga del agua, una vez analizada la situación se

determinó que la junta estaba por una parte rota y el sello mecánico se encontraba desarmado y en mal estado.

Figura 52:

Situación del impulsor de la bomba de agua.



Posteriormente se retiró el rotor para verificar el estado de los baleros y el eje.

Figura 53:

Rotor.



El balero frontal se había atascado con la carcasa del motor y el eje estaban totalmente corroídos ocasionando que el sello mecánico al igual que el balero quedaran arruinados.

Figura 54:

Extracción de la tapa del rotor.



Al finalizar la detección de los problemas en la bomba, se fueron dando solución paso por paso a los problemas encontrados, como número uno el sello mecánico, este al estar totalmente arruinado tuvo que ser retirado y remplazado por un mecanismo nuevo.

Figura 55:

Reemplazo de sello mecánico.



El siguiente paso fue retirar el balero frontal y darle mantenimiento al eje del rotor, con ayuda del torno y un cepillo metálico se fue retirando el sarro, así como el exceso de material que presentaba el eje.

Figura 56:

Mantenimiento al eje del rotor.



Al finalizar el proceso de torneado en el eje, lo siguiente fue eliminar la presencia de sarro en todas las partes que conforman la bomba de agua.

Figura 57:

Eliminación de sarro.



Una vez limpias todas las partes que conforman la bomba, después se comenzó con el armado del motor, como primer punto se realizó el cambio de los rodamientos.

Figura 58:

Rodamiento nuevo.



Después de sustituir los rodamientos se continuó con el ensamble del motor.

Figura 59:

Armado de motor.



Una vez armado el motor, se realizó el cambio el cambio del sello mecánico en una de las tapas de la turbina que empalma con el eje del motor.

Figura 60: *Cambio del sello mecánico.*

Cambio del sello mecánico.



Después se montó la tapa de la turbina a la bomba de agua, asegurando que el sello quedara totalmente fijo para evitar fugas o fallas en el funcionamiento.

Figura 61:

Empalme de la tapa de la turbina a la bomba de agua.



Llegando a este punto se procedió a la instalación de la turbina al eje del motor, cabe destacar que, en este modelo de la bomba de agua, la turbina cuenta con cuerda para asegurarlo al eje de motor.

Figura 62:

Instalación de la turbina.



Como último paso en el armado de la bomba de agua, se instaló la tapa externa de la turbina la que hace la conexión con la instalación hidráulica, de igual manera se reemplazó la junta que va en la tapa de la turbina.

Figura 63:

Bomba de agua ensamblada.



Al finalizar el ensamble de la bomba, se continuó con las pruebas necesarias para verificar que el sistema no presentara otra falla. Se concluyó con éxito el funcionamiento del sistema de enfriamiento, a continuación, se anexan evidencias fotográficas del funcionamiento del sistema, así como el enfriador industrial al cual en puntos anteriores

se mencionó el mantenimiento que fue necesario realizarle para su correcto funcionamiento.

Figura 64:

Llenado de la torre de enfriamiento.



Una vez llenó el depósito de la torre de enfriamiento se esperó unos segundos antes de que la tubería de la instalación hidráulica también se llenará de agua para empezar a realizar el proceso de enfriamiento.

Figura 65:

Funcionamiento de la torre de enfriamiento.



Al concluir con las pruebas necesarias al sistema de enfriamiento, lo siguiente fue realizar las pruebas de funcionamiento del enfriador industrial, como primer punto es el llenado del depósito del enfriador industrial.

Figura 66:

Llenado del depósito del enfriador industrial.



Después de llenar el depósito, se encendió la bomba del enfriador industrial para corroborar que todo se encontraba funcionando con normalidad.

Figura 67:

Enfriador industrial.



Para finalizar con las pruebas se procedió a encender el enfriador industrial para descartar posibles fallas. Al tener cada uno de los elementos que conforman el sistema de enfriamiento de la máquina inyectora de plástico en funcionamiento corroboramos que por fin el sistema de enfriamiento estaba totalmente funcional y listo para trabajar en conjunto con la máquina DYNAMACH HSM-80.

3.12 Entrega del proyecto final.

Teniendo la certeza que el sistema de enfriamiento funciona con éxito, se procede a realizar la entrega del proyecto culminado en su formato digital al encargado del Laboratorio de Métodos y a su vez al Instituto Tecnológico de Tlaxiaco.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS.

Este capítulo tiene como objetivo redactar los resultados obtenidos de manera general durante el periodo de realización del proyecto denominado REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN DYNAMACH HSM-80 EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAXIACO, mediante evidencias fotográficas se presenta el antes y el después del estado del sistema.

Como primer punto se realiza la comparativa del antes y el después de las instalaciones hidráulicas y eléctricas, como se ha mencionado en capítulos anteriores el sistema de enfriamiento ha sufrido dos reubicaciones, una por modificaciones en la infraestructura del Instituto Tecnológico de Tlaxiaco y el segundo fue a causa de la rehabilitación de la misma, siendo la segunda la ubicación definitiva del sistema. A continuación, se sustenta mediante evidencias fotográficas el antes y el después de la instalación hidráulica.

Figura 68:

Instalación hidráulica antigua.



Figura 69:

Instalación hidráulica actual.



Derivado de los movimientos antes realizados en el Instituto y como se mencionó en el capítulo 3 específicamente en la actividad 3.9, a lo que compete la instalación eléctrica se realizó una nueva instalación.

Figura 70:

Instalación eléctrica del sistema de enfriamiento.



Cabe resaltar que al finalizar las pruebas de operación en el sistema de enfriamiento y el enfriador industrial se realizó la corrección e instalación de las mangueras en los moldes de la inyectora para culminar con el proceso de enfriamiento en los moldes de la inyectora de plástico y a su vez el enfriamiento del sistema hidráulico. Para ello fue necesario instalar conectores de 3/4 de pulgada en los moldes los cuales son necesarios para realizar las conexiones de entrada y salidas de agua para su correcto enfriamiento.

Figura 71:

Moldes sin conectores.

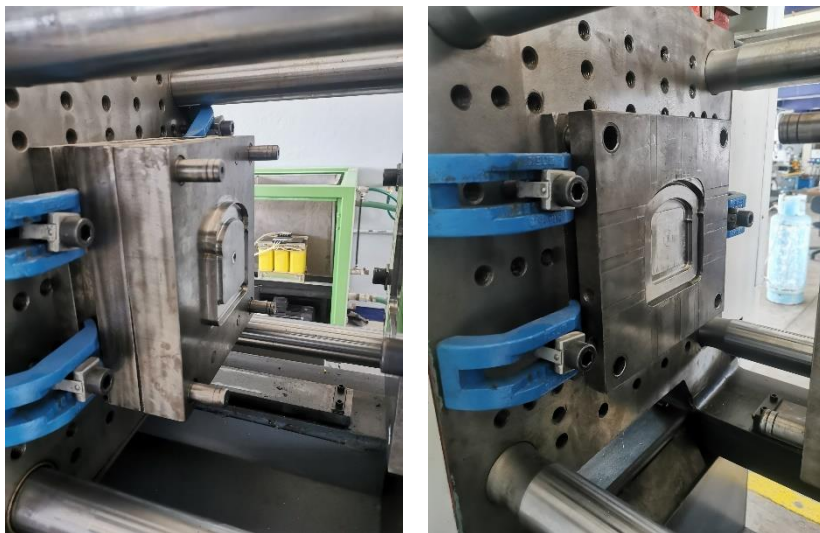
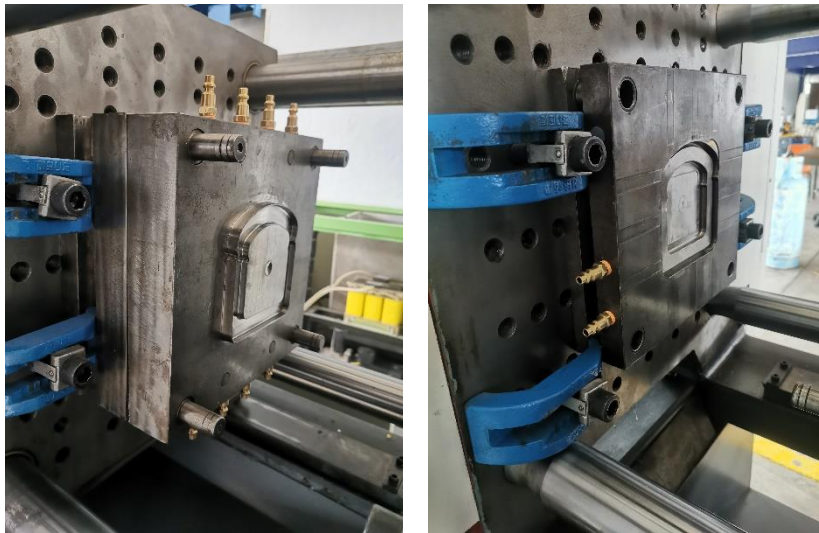


Figura 72:

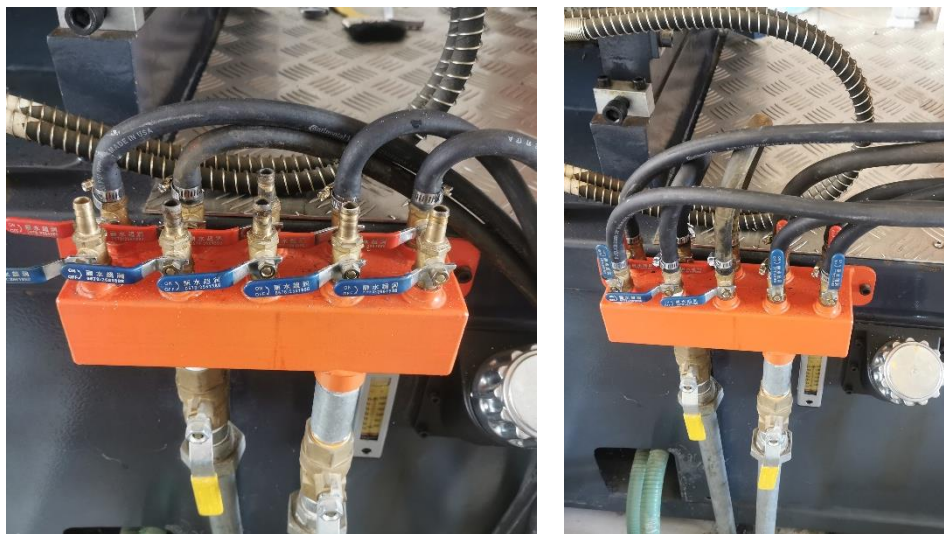
Moldes con conectores.



Teniendo los conectores instalados en los moldes, se procede a realizar la configuración de la conexión de las mangueras en la máquina inyectora de plásticos, para ello fue necesario apoyarse del diseño interno de los moldes para verificar las entradas y salidas de agua asegurando un enfriamiento uniforme en los moldes.

Figura 73:

Configuración de la conexión de las mangueras.

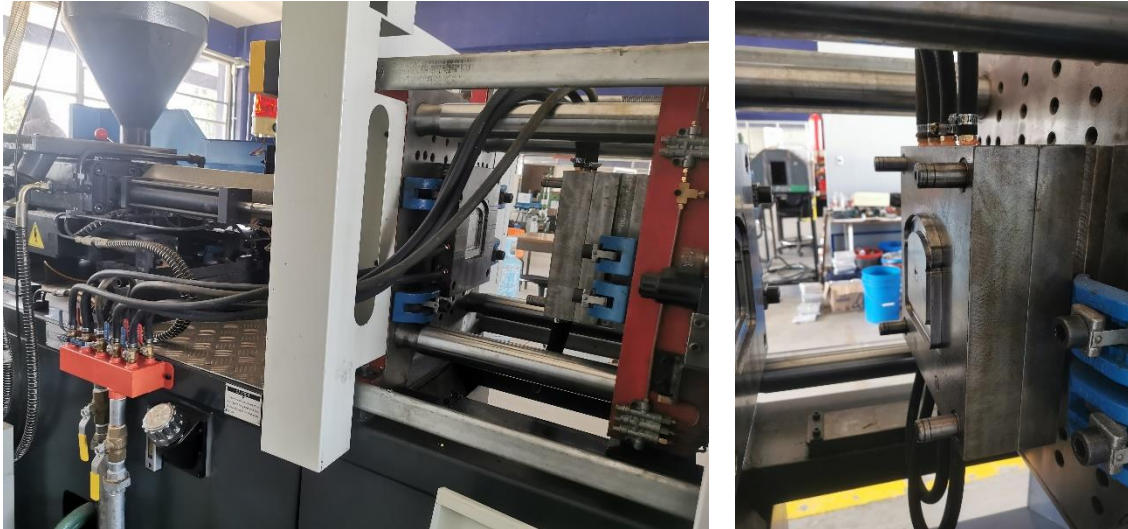


Como se puede apreciar en las evidencias fotográficas previamente anexadas, se conectaron 3 entradas de agua que van directamente a los moldes de la inyectora, así como 3 salidas que regresan de los mismos, las 2 entradas y 2 salidas restantes se

conectaron en forma de U para evitar accidentes relacionados con el desperdicio de líquidos al momento de accionar las válvulas.

Figura 74:

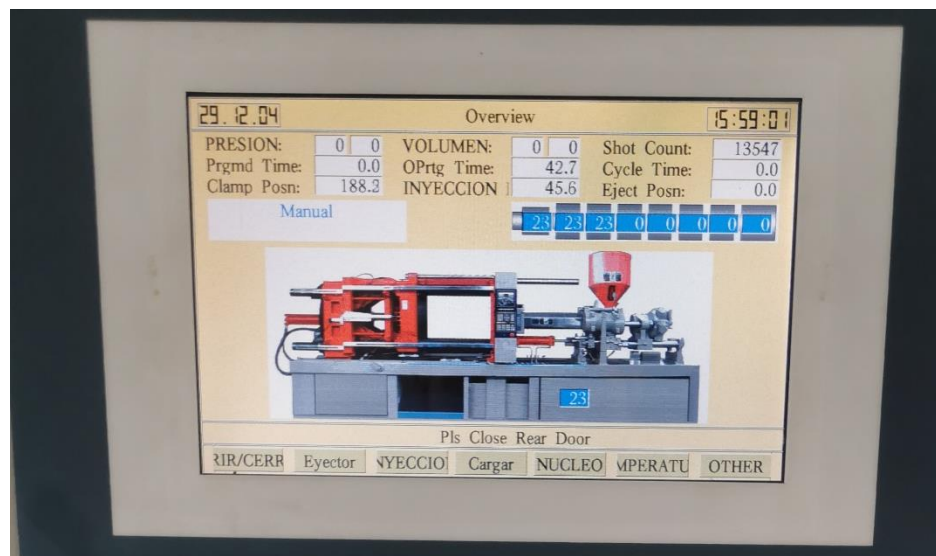
Conexión de las mangueras en los moldes.



Una vez finalizada la instalación de las mangueras, se procedió a encender el sistema de enfriamiento para corroborar que el flujo del agua era el adecuado en los moldes al que igual que detectar avería en caso de existir. Al concluir que el flujo del agua era el adecuado se procedió a encender la máquina inyectora de plástico para verificar los estados de temperatura en el sistema hidráulico.

Figura 75:

Temperatura en el sistema hidráulico de la inyectora de plástico.



Una vez finalizadas las pruebas en la inyectora de plástico correspondientes a la temperatura para verificar el funcionamiento del sistema de enfriamiento se concluye entregando el proyecto exitosamente y totalmente funcional.

Para dar cierre con capítulo IV denominado RESULTADOS, se realiza la comparativa del sistema de enfriamiento anterior y el sistema de enfriamiento actual.

Figura 76:

Sistema de enfriamiento anterior.



Figura 77:

Sistema de enfriamiento actual.



CONCLUSIONES.

Teniendo en cuenta todos los aspectos se llega a la conclusión sobre la importancia del uso y la implementación de los sistemas de enfriamiento en las máquinas que operan a altas temperaturas como es el caso de las inyectoras de plástico, en virtud de lo anterior la rehabilitación del sistema de enfriamiento tiene un papel fundamental para dicho proceso.

La rehabilitación del sistema de enfriamiento no únicamente ofrece ventajas al momento de operar la inyectora de plástico, sino también al momento de tocar temas relacionados a la economía, una rehabilitación es más factible en términos económicos a diferencia de optar por un sistema totalmente nuevo dando paso a la viabilidad del proyecto.

En última instancia se afirma que para un ingeniero mecatrónico es de vital importancia contar con los conocimientos necesarios relacionados con los procesos industriales, en un ambiente de cooperación en el cual se lleva a cabo la adquisición y el intercambio de conocimientos, saberes y experiencias con las prácticas realizadas que aportan al crecimiento personal y profesional a cada ingeniero en formación.

Recomendaciones:

En lo que compete a las recomendaciones afines al proyecto REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN DYNAMACH HSM-80 EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAXIACO, se recomienda lo siguiente:

- Establecer evaluaciones periódicas para el mantenimiento preventivo mediante la realización de un calendario en el cual indique las fechas específicas de dichos mantenimientos, así como a los componentes seleccionados.
- Establecer evaluaciones de funcionamiento del sistema.
- Establecer evaluaciones de las instalaciones hidráulicas y eléctricas, para evitar fugas de agua y en la parte eléctrica evitar pérdidas de voltaje por el constante uso de la bomba de agua, así como evitar el desgaste considerado en los componentes eléctricos provocando algún accidente.
- Mantenimiento preventivo: es importante realizar un correcto mantenimiento preventivo a los elementos principales que conforman el sistema como son la bomba de agua, el Rotoplas y la torre de enfriamiento, argumentando que por el

tiempo que estuvieron a la intemperie sufrieron desgaste de material, así como desgaste interno, con la finalidad de ampliar la vida útil de los mismos.

- Todos y cada uno de los componentes del sistema tienden a llegar al final de su vida útil por lo cual se sugiere realizar el debido mantenimiento correctivo a las partes del sistema que a futuro lo requieran.
- Capacitación para la actualización del manejo de la máquina inyectora de plásticos.
- Realizar manuales y diagramas de la máquina inyectora de plástico.

Las recomendaciones anteriormente enlistadas son con la finalidad de garantizar la viabilidad del sistema de enfriamiento, su correcto funcionamiento, evitar un desgaste económico considerado, agilizar la productividad y mantener en óptimas condiciones las instalaciones del sistema.

Experiencias personales.

La experiencia personal adquirida durante la estancia en el Instituto Tecnológico de Tlaxiaco de la Heroica Ciudad de Tlaxiaco fue sin lugar a dudas de lo más satisfactorio, lugar que desde el primer instante fue placentero y con un recibimiento los cuales generaron confianza, seguridad, amabilidad y empatía.

Durante el periodo de realización del proyecto el entorno y la interacción con el personal docente y comunidad estudiantil fue de mucho profesionalismo, respeto y trabajo en equipo. Gracias a la motivación constante de docentes pertenecientes al departamento de ingenierías influyeron en crear un espacio en el cual me permitieron trabajar de manera personal desarrollando mis habilidades y destrezas con el respaldo de su apoyo. De manera más personal, la residencia profesional y el desenvolvimiento personal fueron claros ejemplos de compromiso, determinación, persistencia y sobre todo inspiración y respeto.

Experiencias profesionales.

El desarrollo de proyecto sumó una amplia gama de nuevos conocimientos, habilidades y experiencias que contribuyeron a mi formación profesional, tener de cerca docentes con grandes cualidades me permitió no solamente expandir mis experiencias sino también influyeron de manera positiva a conducta profesional.

COMPETENCIAS.

Durante el desarrollo del proyecto denominado rehabilitación del sistema de enfriamiento de la máquina de inyección DYNAMACH hsm-80 en el Instituto Tecnológico De Tlaxiaco, se aplicaron conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la formación académica, mismos que ayudaron a realizar el proyecto con éxito y con el debido profesionalismo que ameritaba. Es preciso hacer énfasis que al finalizar el proyecto se sumaron nuevas experiencias trayendo consigo nuevos conocimientos y la adquisición de nuevas habilidades.

Competencias aplicadas.

- Planificación y organización de actividades necesarias para el desarrollo del proyecto, así como la correcta gestión del tiempo.
- Liderazgo y coordinación efectiva con el equipo de trabajo para garantizar el éxito del proyecto.
- Comunicación efectiva y asertiva.
- Conocimientos técnicos de electricidad y plomería.
- Conocimientos teóricos de ingeniería mecánica para el desarrollo de estructuras, soldadura y uso de equipos técnicos.
- Habilidades del uso de herramientas de trabajo en áreas de electricidad, mecánica y plomería.

Competencias desarrolladas.

- Desarrollo de habilidades para diagnosticar y resolver problemas mecánicos relacionados al proyecto.
- Seguimiento y control del avance del proyecto, identificando y resolviendo problemas que puedan surgir.
- Intercambio de conocimientos e información para resolver problemas de manera constructiva al igual que el correcto uso del sistema de enfriamiento.
- Adaptación a situaciones imprevistas, aplicando creatividad para encontrar soluciones viables a los detalles presentados, aunado a ello la adaptación a nuevos entornos y tecnologías.
- Disposición para el manejo de máquinas industriales adquiriendo nuevos conocimientos sobre el funcionamiento de las mismas.

FUENTE DE INFORMACIÓN.

- [1] Pulido, A.M. (2004). *¿Cómo calcular la cantidad de cavidades en moldes, equilibrando aspectos técnicos y económicos?*
- [2] García, S.M. (2012). Diseño de un molde de inyección y elaboración de diagramas de moldeo para la empresa Unión Plástico. Informe Final de Cursos de Cooperación. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
- [3] Albarrán, J.M. (2014). PFC: *Diseño y fabricación de un molde para inyección en plástico*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas.
- [4] Hurtado, H.A. Rodríguez, D.A. & Cuesta, A. (2023). *Máquina fundidora e inyectora de plástico reciclado para la elaboración de figura circular*. Trabajo de grado para optar el título de Tecnología Mecatrónico Industrial. Institución Universitaria Antonio José Camacho.
- [5] Vallejo, M. (2010). Implementación de un sistema automatizado de expulsión en una máquina inyectora para el mejoramiento de la producción de piezas inyectas de plástico por hora [Titulación modalidad seminario de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico]. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- [6] Padra-Ospina, Ricardo & Acosta-Prado, Julio C. (2017). El molde en el proceso de inyección de plásticos para el logro de objetivos empresariales. *Dimensión Empresarial*, 15(1), 169-182. DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i1.1002> JEL:M11, M21.
- [7] Ambiente Plástico. (2024). *Sistema de enfriamiento de un Molde de Inyección*. Revista. Ciudad de México. Recuperado de: <https://plastico.com.mx/uncategorized/sistema-de-enfriamiento-de-un-molde-de-inyeccion/#:~:text=El%20sistema%20de%20refrigeraci%C3%B3n%20o,placas%20de%20Coraz%C3%B3n%20y%20Cavidad>.
- [8] Márteles, A. (2020). *Refrigeración en el proceso de inyección de plástico*. Seguas: aire comprimido y frío industrial. Recuperado de: <https://www.seguas.com/refrigeracion-proceso-inyeccion-plastico/>
- [9] Tecnología del plástico. (2018). *Enfriamiento en inyección: ¿cuándo preferir un sistema centralizado y cuándo uno a pie de máquina?*. Recuperado de: <https://www.plastico.com/es/noticias/enfriamiento-en-inyeccion-cuando-preferir-un-sistema-centralizado-y-cuando-uno-pie-de>.
- [10] Burger, P. (2016). *Termodinámica y enfriamiento en moldes de inyección de plástico*. [actualizado 20-01-2023]. Founder, Burger & Brown Engineering, Inc., Burger & Brown Engineering. Recuperado de: <https://www.pt-mexico.com/articulos/mejore-el-enfriamiento-de-sus-moldes-de-inyeccion-plastico>.
- [11] SERVIAIRE. (2023). *Refrigeración de moldes de inyección de plásticos*. Recuperado de: <https://www.serviaire.com/refrigeracion-de-moldes-de-inyeccion-de-plasticos/>.
- [12] Torralva. (2017). *La refrigeración en el proceso de moldeo de plásticos por inyección*. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/187730-La-refrigeracion-en-el-proceso-de-moldeo-de-inyeccion.html>.
- [13] Cofrico. (2022). *¿Qué es una torre de enfriamiento industrial?*. Recuperado de: <https://www.cofrico.com/consejos-tecnicos/que-es-una-torre-de-enfriamiento-industrial/#:~:text=Una%20torre%20de%20enfriamiento%20industrial%20o%20torre%20de%20refrigeraci%C3%B3n%20es,enfriar%20el%20agua%20del%20circuito>.
- [14] NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliar y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.
- [15] NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización).