



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO:
INDICADORES DE MEDICIÓN

TITULACIÓN INTEGRAL
INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

PRESENTA:
MARÍA FERNANDA HERNÁNDEZ MÉNDEZ

ASESOR:
ING. LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO

APIZACO, TLAXCALA, ABRIL DE 2026



Instituto Tecnológico de Apizaco

1. Agradecimientos

A mi asesor que me guio, oriento y apoyo en la realización de este proyecto, que fue más allá del apoyo académico convirtiéndose en un amigo.

A mi madre que es mi gran ejemplo de vida y conocimientos, una mujer fuerte que siempre ha estado conmigo, a quien le debo ser la persona que soy hoy, por tener una voluntad inquebrantable.

A mi padre por enseñarme el valor del trabajo honesto, aunque sea el camino más difícil, por tener la fortaleza de enfrentarse a los problemas.

A mi hermana por ser mi compañera y consejera, por cuidar de todos por, sobre todo, por siempre tener las palabras correctas, por ser muy fuerte.

A mi hermano menor por siempre preguntar el cómo y el porqué, por siempre tener la opinión más sensata, por escuchar y ser la fortaleza de quienes te rodean, por ser el mejor compañero.

A mi hermano mayor por demostrarme que las segundas oportunidades si existen, que se puede pelear contra lo peor de ti y salir victorioso.

A mis amigos por estar siempre conmigo, por apoyarme y escucharme, por estar años hablando y no hacerme sentir sola.

A Dios por mantenerme con vida.

2. Resumen

En el periodo de residencias realizadas en la empresa Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala S.A. de C.V. se desarrolló el proyecto “INDICADORES DE MEDICIÓN”, consistía en el desarrollo de un registro interno cuyo objetivo es demostrar el porcentaje de aprovechamiento de los materiales que son adquiridos para la fabricación de los proyectos que la empresa desarrolla.

El proyecto demostró que el porcentaje actual se encuentra por debajo de lo señalado en el manual de “Gestión de Calidad” de la empresa; el manual indica un porcentaje mínimo de aceptación es del 80%... La realización de este proyecto tiene como objetivo proponer la implementación de una mejora tecnológica con el fin de realizar el aumento en el porcentaje de aprovechamiento de los materiales, reduciendo los desperdicios y los costos en la compra de los materiales. También se propondrá una redistribución en las áreas de trabajo de corte del material para optimizar los procesos productivos.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

Índice

1. Agradecimientos	2
2. Resumen	3
3. Introducción.....	8
4. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante.....	9
4.1. Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala S.A. de C.V.	9
4.2. Misión.....	10
4.3. Visión.....	11
4.4. Descripción de puesto de trabajo.....	11
4.5 Problemas a resolver	34
5. Objetivos	36
5.1. Objetivo General	36
5.2. Objetivos específicos.....	36
5.3 Justificación	37
6. Marco teórico.....	40
6.1 Revolución Industrial y la automatización.	40
6.1.1 Automatización de procesos industriales	41
6.2. Comportamiento de los materiales.	44
6.3. Norma ASTM	45
6.3.1. ASTM A-36	46
6.3.2. ASTM A572 Gr. 50.....	48
6.4. Norma SAE.....	49

6.4.1. SAE 304.....	50
6.5. Pantógrafo.....	52
6.5.1. Características del corte CNC.	53
6.5.2. ¿Para qué sirve un CNC?	53
6.5.3. Importancia del pantógrafo CNC en la industria metalmecánica.	54
6.6. Oxicorte	55
6.7. Corte laser	56
6.7.1. Tipos de corte laser	57
6.7.2. Aplicaciones de corte laser.....	58
6.8. Diferencias entre oxicorte y corte por laser	58
7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	60
7.1. Cronograma de actividades.....	60
7.2. Descripción detallada de las actividades	61
7.2.1. Capacitación (semana del 25 de febrero al 7 de marzo)	61
7.2.2. Reconocimiento (semana del 10 de marzo al 28 de marzo).....	61
7.2.3. Propuesta de mejora (semana del 31 de marzo al 18 de abril)	62
7.2.4. planeación de implementación de la propuesta.	62
7.2.5 Documentación y entrega.....	62
8. Resultados	63
8.1. Planeación de ubicación	63
8.2. Proyección de inversión.....	73
9.Conclusión.....	75

10.Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	76
10. Fuentes de información	77
Ilustración 1Fotografía de FET.S.A de C.V. (exterior).....	9
Ilustración 2Logotipo de FET.S.A de C.V.	9
Ilustración 3Ubicacion de FET.S.A de C.V. (vista satelital).....	10
Ilustración 4 Ejemplo de plano; ensamble de válvulas con brida.	14
Ilustración 5 Vista general de lista de perfiles.	17
Ilustración 6 Ensamble de tuberías del conservador.	20
Ilustración 7 Proyección de tuberías del conservador.	21
Ilustración 8 representación de las tres actividades.	34
Ilustración 9 Porcentaje de aprovechamiento O.F. 001/2025.....	34
Ilustración 10 Deposito de sobrantes de materiales	36
Ilustración 11 Distribución de piezas en placas.	37
Ilustración 12 Fuerza de trabajo	40
Ilustración 13Ejemplo de automatización	41
Ilustración 14 Ejemplos de corte (¿Qué Es Un CNC Plasma? Definición, Modelos Y Aplicaciones, 2024).....	53
Ilustración 15 Ejemplos de corte	54
Ilustración 16 Proceso de oxicorte	55
Ilustración 17 Corte por laser	57
Ilustración 18Pantografo LASERTHERM 12025	63
Ilustración 19 Diagrama del pantógrafo general del LASERTHERM 12025	64
Ilustración 20Foto paralela del pantógrafo.....	64
Ilustración 21 Logotipo ProNest 2025	65

Ilustración 22 Interfaz de acomodo.....	66
Ilustración 23Corte de piezas en material sobrante	66
Ilustración 24Sistema ProNest.....	67
Ilustración 25Planos generales de FETSA	68
Ilustración 26Dimensiones de área de corte	69
Ilustración 27Propuesta de colocación de pantógrafo.....	70
Ilustración 28Ejemplo de almacén de placas.....	71
Ilustración 29 Almacenaje de perfiles.	72
Tabla 1Tabla del manual de gestión de calidad.....	11
Tabla 2. Partes en la distribución de las placas.....	16
Tabla 3 Lista de perfiles.	19
Tabla 4 Nomenclatura de lista de embarque	25
Tabla 5 Componentes de tabla de pesos.....	31
Tabla 6 Unidades	31
Tabla 7Tabla de componentes	33
Tabla 8. % aprovechamiento por tipo de material	35
Tabla 9 Configuración principal de sistema laser LASERTHERM	65

3. Introducción

Con la finalidad de implementar los conocimientos adquiridos en la formación de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices y para adquirir nuevos se realizó el periodo de prácticas profesionales en la empresa Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala S.A. de S.V.

El propósito principal de estas es la realización del proyecto “INDICADORES DE MEDICIÓN” el cual tiene como objetivo conocer el porcentaje real en el aprovechamiento de los materiales que está indicado en el manual de gestión de calidad de la empresa. El proyecto asignado de manera interna por la empresa se encarga de llevar el control y registro de las mermas, desperdicio y aprovechamiento de los materiales que son utilizados para la fabricación de los proyectos que se realizan, para esto se realizó una base de datos en Excel en donde se detectó un campo de posibilidad de mejoras del que hablaremos más adelante a profundidad.

Además de la realización del proyecto se desempeñó el puesto de Ing. de Producción y Manufactura el cual consta de dos principales actividades que fueron auxiliares para la realización del proyecto interno. La primera de ellas es el despiece de los planos para los proyectos que son concesionados para su fabricación, esto se lleva acabo para conocer y hacer una lista de los materiales que se requieren para su fabricación. Además de una proyección para verificar que las medidas sean las correctas y detectar cualquier inconveniente que pueda surgir durante su elaboración.

La logística del embarque es la segunda actividad a realizar en el puesto la cual consta de la elaboración y planeación de que las piezas ya elaboradas sean enviadas a nuestro cliente de manera segura y ordenada para facilitar el ensamble, puesto que los proyectos son máquinas de gran tamaño que no pueden ser montadas en su totalidad. Para su realización se elaboran tarjetas para ver el nombre y la posición de la pieza, planos de su ubicación en el embarque que es mandado al cliente.

Las actividades que se realizaron brindaron claridad y una perspectiva más amplia para la realización del proyecto que es el principal tema a tratar de este documento además de contribuir a la formación como Ingeniero en Sistemas Automotrices.

4. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante

4.1. Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala S.A. de C.V.

Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala, S.A. de C.V., es una empresa orientada a la fabricación de equipos mecano-soldados, así como al servicio de mantenimiento y proporcionar refacciones a



Ilustración 1 Logotipo de FET.S.A de C.V.

diferentes tipos de industrias. Surgió en consecuencia de las necesidades de nuestro país y en especial de las industrias de la región. Cumpliendo indudablemente con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega que exige el mercado.

Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala, S.A. de C.V., surgió en el año de 1995, formada por un grupo de ingenieros, quienes tuvieron la visión basada en los conocimientos aplicados en la fabricación de diversos equipos para la industria en general, de crear



Ilustración 2 Fotografía de FET.S.A de C.V. (exterior)

una pequeña empresa, pero con aspiraciones a ser la mejor del estado en su ramo y competir con

cualquier otra de la república, así como del extranjero, que con el pasar del tiempo se han ido consolidando de manera contundente en el mercado.

En el año 2006 abre sus puertas en Tenexac número 4 en Ciudad Industrial Xicohtencatl corredor 1, Municipio de Tetla de la Solidaridad, Estado de Tlaxcala a espaldas de la empresa NOVACERAMIC. (ver Ilustración 2)



Ilustración 3 Ubicación de FET.S.A de C.V. (vista satelital)

4.2. Misión

“Cumplir totalmente con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega requeridos por nuestros clientes, en los productos que fabricamos, realizando nuestro trabajo con máxima dedicación y empeño que refleje que lo hacemos bien desde la primera vez”.

4.3. Visión

“Ser una empresa de clase mundial en la fabricación de equipos mecano-soldados, basados en los más altos estándares internacionales.

4.4. Descripción de puesto de trabajo

Durante el periodo de residencias profesionales se me asignó en el departamento de Ingeniería en Procesos y Manufactura para la realización del proyecto “INDICADORES DE MEDICION” el cual consiste en la elaboración de un reporte mensual del porcentaje de aprovechamiento del material, el porcentaje de aceptación permitido está señalado en el sistema de gestión de calidad de la empresa, este reporte es presentado a la dirección general.

INDICADORES DE MEDICION		
Aprovechamiento de los materiales	Entrega de reporte trimestral	Porcentaje de aceptación mínimo del 80%

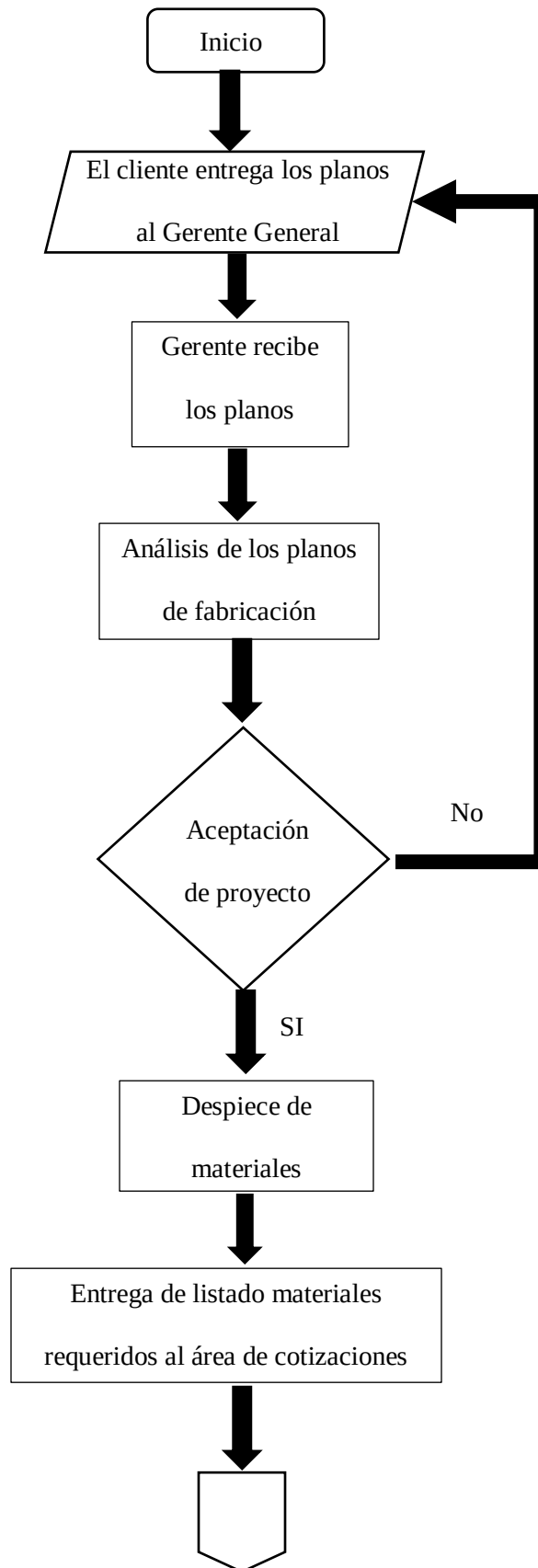
*Tabla 1*Tabla del manual de gestión de calidad

Para la realización del reporte es necesario conocer los procesos productivos que están relacionados que involucran la planeación del manejo de los materiales y la forma en la que se traslada el productor terminado a los clientes.

La primera de ellas consiste en el despiece de los planos de fabricación. Este comienza cuando la empresa compete por la concesión de la fabricación de un proyecto. Lo primero es el análisis de los planos para conocer la factibilidad en su proceso de elaboración es por esto que los planos son enviados al departamento de producción y manufactura; correspondiente a el área en que fui asignada, para que el proceso pueda seguir el proceso de la cotización de la licitación. (Ver figura 1).

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

Diagrama de flujo de proceso de despiece de planos para la manufactura del proyecto.



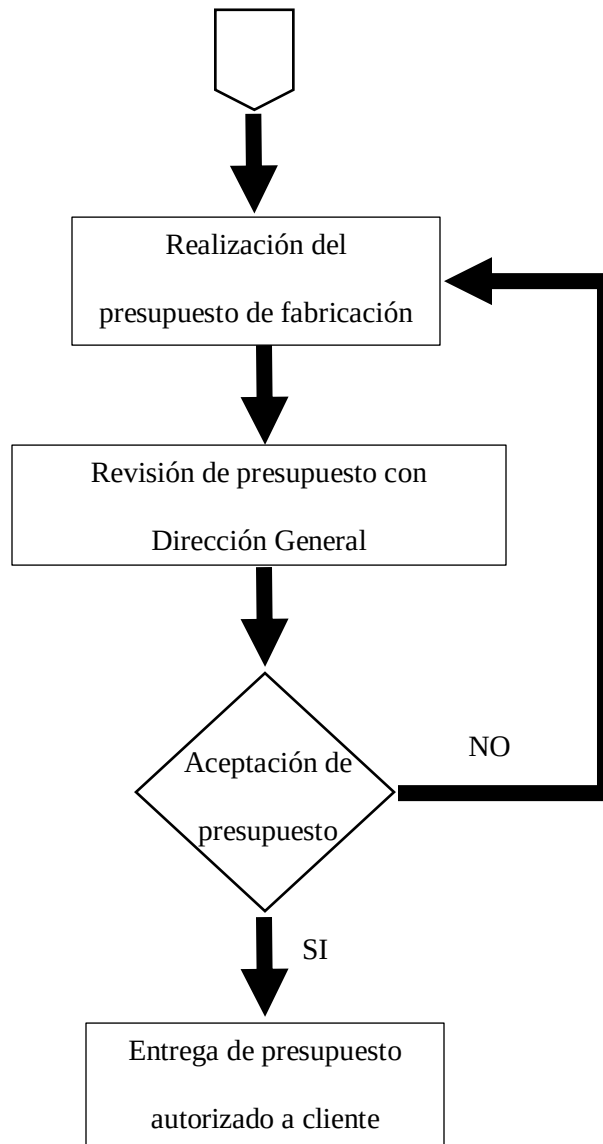


Figura 1 Diagrama de flujo de análisis de planos

En esta fase se realiza el análisis de los planos individuales de todos los componentes que integran el proyecto, de esta manera se dibujan las distribuciones y enlistan los materiales requeridos, este proceso está completamente sujeto a el criterio del ingeniero encargado ya que no existe un proceso establecido. Para que; como practicante, pueda desempeñar esta tarea fue necesaria la aplicación de interpretación de planos como una habilidad adquirida en las materias de Fundamento del dibujo, Diseño y selección de elemento de máquinas, así como otras materias distribuidas en la carga académica y que son fácilmente aplicables en el área automotriz.

En el proceso actual se realiza una distribucion en AutoCad en base a las medias estandar de las placas colocando cada pieza en los espesores correspondientes con el fin de saber cuantas placas, de que espesor y de que medidas se requieren para la licitacion (Ver figura 2) . Las placas de acero corresponden a la materia prima esencial en los procesos por su versatilidad en las formas que puede tomar respetando siempre las caracteristicas fisicas del material.



14

Partes en las distribuciones de las placas.		
Elementos	Descripcion	Ilustracion
Nombre del Proyecto	Nombre que se le agrega a cada pedido empezando con la abreviatura de Orden de Fabricacion (O.F) seguido de el numero de orden que es y el año n que llego. Ejemplo: si ese pedido fue el primero en llegar de el año 2022 entonces el nombre sera O.F. 001/22	O. F. 001/22
Descripcion del proyecto	Las primeras dos letras describen el proceso de (AA es un proceso de corte) el segundo par indica un subproceso y el tercer par indica el numerode placa.	PROCESO: AA 00 01
Descripcion General	Encontraremos si es una lamina o placa y su calibre seguido del material con el que estamos trabajando.	LAMINA C-12; ASTM A-36
Descripcion especifica	En la esquina podemos encontrar de forma abreviada el calibre y el material en ese orden.	C-12 A-36

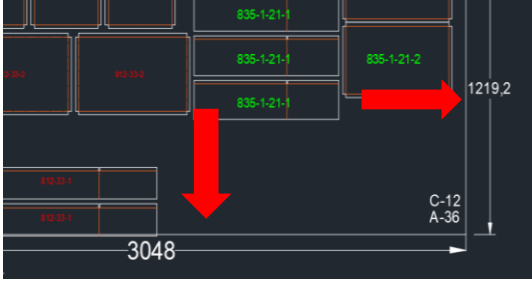
Cotas	En las esquinas de la placa o lamina se encuentran las medidas que se requieren (mm)	 The image shows a technical drawing of a plate layout. It features several rectangular shapes representing parts, with dimensions and part numbers. A large red arrow points downwards from the top right, and another red arrow points to the right from the top right. Dimensions include 3048, 1219.2, and 835-1-21-1. Part numbers include C-12 and A-36.
Nombre de pieza	Es una descripcion del hilo de planos que se deben seguir para conocer la posicion y donde corresponde la pieza que se dibujo.	 The image shows the text '583-26-2' in red on a black background.

Tabla 2. Partes en la distribución de las placas.

Ademas de dibujar las piezas que son necesrias de cortar para maquinar y/o plegar, tambien se ocupan perfiles que se necesitan comprar como lo son los tubos, angulos, soleras, barras , barras huecas, HSS, PTR, canal CPS, esparragos, codos soldables, codos S.W, conexión TEE, conexión .S.W y bridas, en listados en el orden antes mencionado.

Incuendo en estas distribuciones la lista de medidas ecxatas a usar en los planos, para asi facilitar a los operadores el proceso de corte y selección de los materiales en la fabricacion de los proyectos con eso de pretendia tener un mejor control de los desperdicios y mejorar el aprovechamiento de los mteriales, sin embargo este objetivo no se logro con este formato, la forma de solucionar este problema se abarcara en este proyecto.

La ilustracion 5 nos muestra el formato que se relato ateriormente en donde se pueden odservar varios elementos que se describen en la tabla 2.

O. F. 011/21		PROCESO: AA 00 14	TUBOS, BARRAS y PERFILES	revision 2
1	803-4-7	TUBO C-40 Ø1/2" x 51 mm (NPT)	ASTM A53	
1	803-2-5-2	TUBO C-40 Ø1" x 65 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-5-4	TUBO C-40 Ø1" x 159 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-1	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. A	
1	803-2-6-2	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-3	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-4	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-5	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-6	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-7	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-8	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-9	TUBO C-40 Ø1" x 152 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-10	TUBO C-40 Ø1" x 133 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-11	TUBO C-40 Ø1" x 174 mm	ASTM A-53 Gr. As	
1	803-2-6-12	TUBO C-40 Ø1" x 115 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-27-3	TUBO Ø1" C-40 x 150 mm	A-53 Gr. As	Nuevo 31/05/21
1	803-2-6-13	TUBO C-40 Ø1" x 98 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-14	TUBO C-40 Ø1" x 141 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-15	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-16	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-17	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-18	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-19	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-20	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-21	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-22	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-23	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-24	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-25	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-26	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-27	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-28	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-29	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	
1	803-2-6-30	TUBO C-40 Ø1" x 163 mm	A-53 Gr. As	

Ilustración 5 Vista general de lista de perfiles.

En la tabla 3 se describen los componentes en las listas de los perfiles, en material y medida en que son requeridos.

Componentes de lista de perfiles		
Elemento	Descripcion	Imagen
Nombre del Proyecto	Nombre que se le agrega a cada pedido empezando con la abreviatura de Orden de Fabricacion (O.F) seguido de el numero de orden que es y el año n que llego. Ejemplo: si ese pedido fue el primero en llegar de el año 2022 entonces el nombre sera O.F. 001/22	O. F. 001/22

Descripcion del proyecto	Las primeras dos letras describen el proceso de (AA es un proceso de corte) el segundo par indica un subproceso y el tercer par indica el numero de placa.	PROCESO: AA 00 01
Numero y nombre	Se muestra la cantidad de piezas que se requieren y el hilo de planos que forman el nombre y indican la posicion de esta.	1 803-4-7
Descripcion	Perfil que se necesita, el calibre , sus dimeciones (las cuales ya estan estadarizadas por los probadores en pulgadas) y el largo requerido para esa pieza (en mm)	TUBO C-40 Ø1" x 65 mm
Tipo de material	Se nombra el tipo de material que se requiere para esa pieza en espesifico	ASTM A53

Revision	Numero de revision a la que corresponda	revision 2
Notas	Se especifica si existio alguna revision o se agrego alguna pieza por modificacion de plan. Especificando el dia y resaltandolo entre un recuadro amarillo	 Nuevo 31/05/21

Tabla 3 Lista de perfiles.

De manera general se agrupan según el tipo de perfil y el calibre que se requiera además de darles un color de acuerdo a su posición en la estructura del plano.

Al tratarse de un tanque la composición sigue siendo la misma, comparten una estructura en común que es el cuerpo conformado por las cuatro paredes y la base del tanque, la cubierta formada por las torretas además de las tuberías que conectan todos los componentes y el conservador que funciona como un cuerpo cilíndrico que se conecta al resto de los componentes, dándole un color específico a cada uno (tanque: verde, rojo: cubierta y magenta: conservador).

Una vez realizado el despiece de los componentes, este se manda al departamento de cotizaciones y adquisiciones para que se haga el presupuesto del tanque, también realiza el costo de fabricación, la aplicación de las pinturas de la pintura y el sand blast, el tratamiento térmico (si se requiere) y el costo del envío para poder llegar a un acuerdo con el cliente y dar paso a la segunda actividad que se realiza en el puesto asignado que consiste en el diseño de logística de envío, este conocimiento no se imparte de manera concreta en la carrera pero es una habilidad que se domina con las bases de los conocimientos que se imparte en materias como diseño e ingeniería asistido por computadora y proceso de manufactura de elementos automotrices.

Para la realización de esta actividad se debe diseñar previamente el dibujo con las medidas reales de las piezas que pertenecen al proyecto, con esto se pretende conocer que las medidas proporcionadas por el cliente son correctas.

La proyección de ensamble se debe realizar pieza por pieza. Las partes mas quepeñas que conforman este suelen encontrarse en la cubierta ademas de tener la mayor cantidad de conexiones.

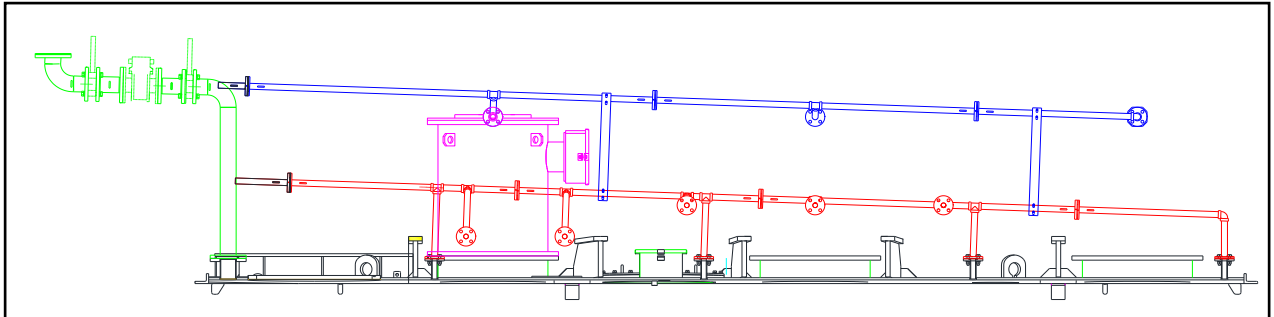


Ilustración 6 Ensamble de tuberías del conservador.

La proyección nos permite localizar de manera gráfica las piezas y sus dimensiones reales de las partes que conforman las tuberías junto con sus componentes además de poder conocer si las medidas con las que se están elaborando las piezas son las reales y el ensamble no presenta un error en el plano entregado por el cliente, en caso de ser así se hace saber la modificación al gerente de planta cuya función es avisar al cliente y presentar posibles opciones de solución del problema con las medidas reales ya antes propuestas por producción.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

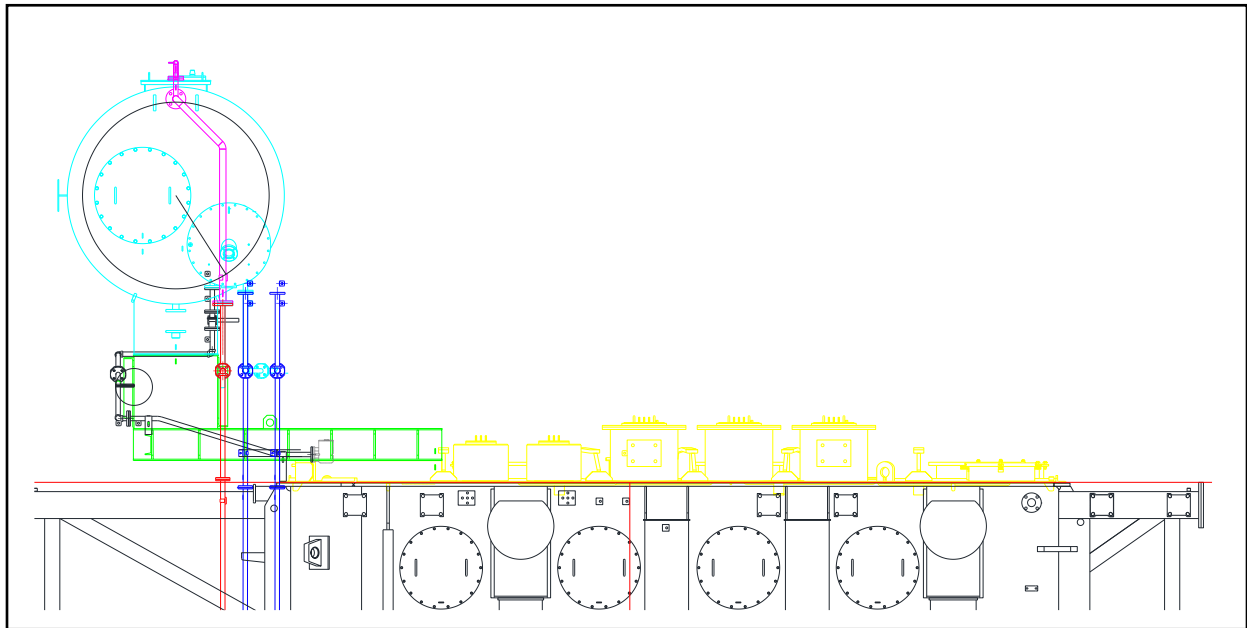


Ilustración 7 Proyección de tuberías del conservador.

Con ayuda de esta proyección se realiza una guía para los ayudantes de piso, cálida y cliente donde se enlistan todos los componentes y la manera que se irán sin ensamblar

El ensamble de segmentos corresponde al cuerpo sin la cubierta del proyecto (a cada pared se le asigna un numero) que se esté trabajando mientras que la cubierta se refiere a la parte superior del cuerpo que se embarca de manera individual debido a la complejidad, la altura y los componentes de esta, por lo que, el conservador que es un sube ensamble del cuerpo se embarca por separado por sus dimensiones y lo difícil que sería el traslado como un conjunto.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

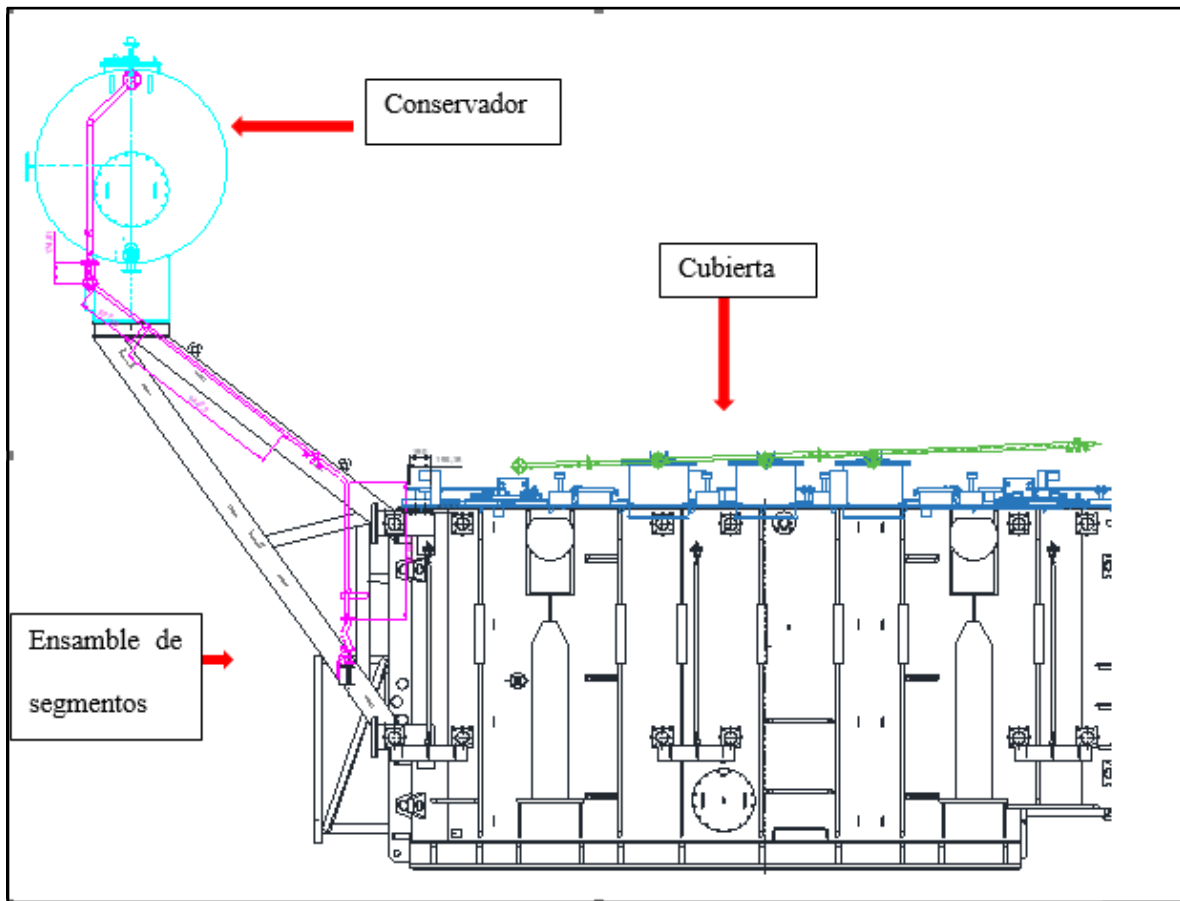


Figura 3O.F. 011.22

Para mandar al cliente los componentes que integran el equipo se realizan listas de embarque en donde se detallan las partes que se envían; tal como las quiere el cliente, esta lista detalla la posición en los planos para señalar su lugar en el sistema, número de piezas y una representación graficas del aspecto físico del componente como se muestra en la figura 4.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

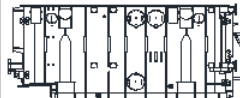
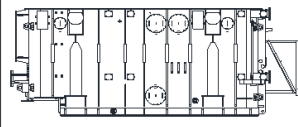
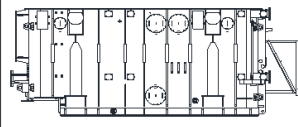
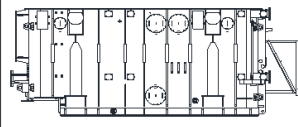
		FABRICACIONES ESPECIALIZADAS DE TLAXCALA, S.A. DE C.V.		LISTA DE COMPONENTES DE TANQUE		PRODUCCION FETSA		HOJA 1 DE 1			
				ORDEN	TP-1671.02	CLIENTE	SIEMENS	REV. 0			
SUB-ENSAMBLES TANQUE TRANSFORMADOR											
ITEM	UBICACION: SEGMENTOS				D-22774						
	PARTIDA	SUB- ENSAMBLE	DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	LUGAR	REVISO	LIBERACION		
1		D-22835	ENSAMBLE DE SEGMENTOS				1	PZA			
	EXTERIORES										
1	UBICACIÓN: SEGMENTO 1 BT				DIBUJO D-22836						

Figura 4 Lista de embarque

En la tabla 4 se describe la normenclatura de la lista de embaque.

Normenclatura de lista de embarque					
Elementos	Descripcion	Ilustracion			
Nombre del proyecto	En la esquina superior izquierda localizamos la informacion general que identifica el pedido como lo es el numero de orden de compra, el cliente con el que se esta trabajando y el numero de revicion que sea.	ORDEN	TP-1671.02	CLIENTE	SIEMENS
		REV. 0			
Ubicación	Es el nobre que se le da a las partedonde esta localizada la pieza	UBICACION: SEGMENTOS			
Nombre del plano	Es el numero de plano inicial del ensamble.	D-22774			

ITEM y Partida	El numero de ITEM que se da a cada pare suelta que se da a los componentes es el numero de FETSA(produccion) le da a sus componentes muestras que la partida es el numero que el cliente otorga a esa parte según el numero de plano.	<table><tr><th>ITEM</th><th>PARTIDA</th></tr><tr><td>1</td><td></td></tr></table>	ITEM	PARTIDA	1	
ITEM	PARTIDA					
1						
SUB-ENSAMBLE	Es el numero de plano donde podemos localizar la piezas de la que se trata y saber donde se encuentra ensamblada con exactitud.	<table><tr><th>SUB- ENSAMBLE</th></tr><tr><td>D-22835</td></tr></table>	SUB- ENSAMBLE	D-22835		
SUB- ENSAMBLE						
D-22835						
Descrpcion	En este apartado se coloca el nombre de la pieza al que la empresa y el cliente llega en mutuo acuerdo para su facil localizacion ademas de venir acompañado con una figura ilustrativa.	<table><tr><th colspan="2">DESCRIPCION</th></tr><tr><td>ENSAMBLE DE SEGMENTOS</td><td></td></tr></table>	DESCRIPCION		ENSAMBLE DE SEGMENTOS	
DESCRIPCION						
ENSAMBLE DE SEGMENTOS						

Guías	en estos apartados podemos observar la cantidad de piezas que se requieren así como las unidades que se manejan, el lugar donde esta ubicada dentro del embarque, número de revisión que calidad a dado a esa pieza en particular y la firma del inspector de calidad.					
		CANTIDAD	UNIDAD	LUGAR	REVISO	LIBERO
		1	PZA			
		DIBUJO D-22836				
		3	PZA	SEGMENTO 1		

Tabla 4 Nomenclatura de lista de embarque

Mientras que la lista de embarque se encuentra en revisión por calidad, se realiza el despiece de las partes del tanque para la elaboración de las tarimas a medida donde se irán colocadas y sujetas los componentes.

El despiece consiste en el desglose de cada parte que conforma una pieza como se muestra en las figuras 5 y 6 que son ejemplo de lo que se realiza con cada uno de los componentes.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

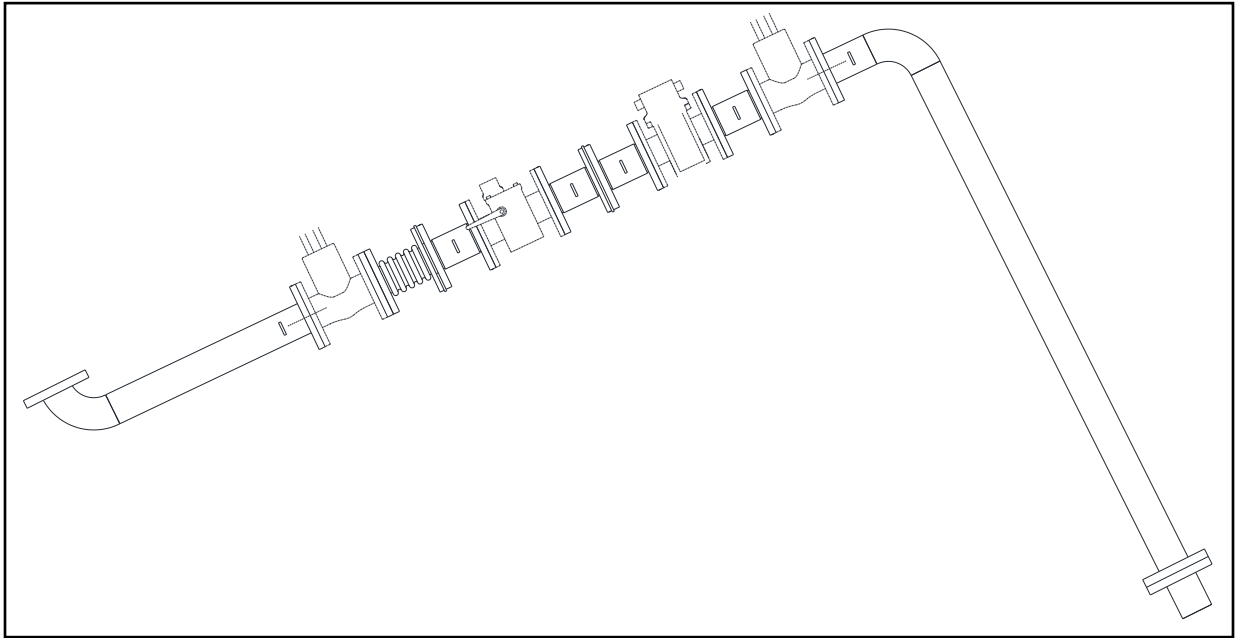


Figura 5 Tubería de interconexión

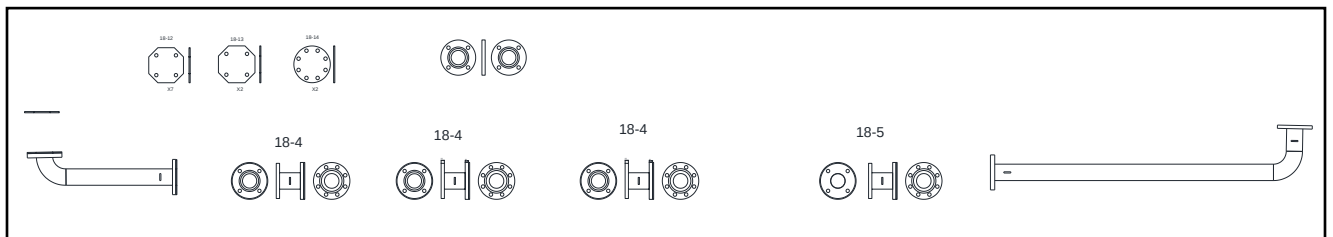


Figura 6 Despiece de tubería de interconexión

En este despiece podemos observar un numero colocado en la parte superior numero que fonforman la guia del subemsamble para porder localizar dend del embarque cada uno de los componentes de una seccion.

Una ves se realiza este proceso, se empieza con el dibujo y la distribucion de las piezas en las tarimas que hace alusión en la figura 7.

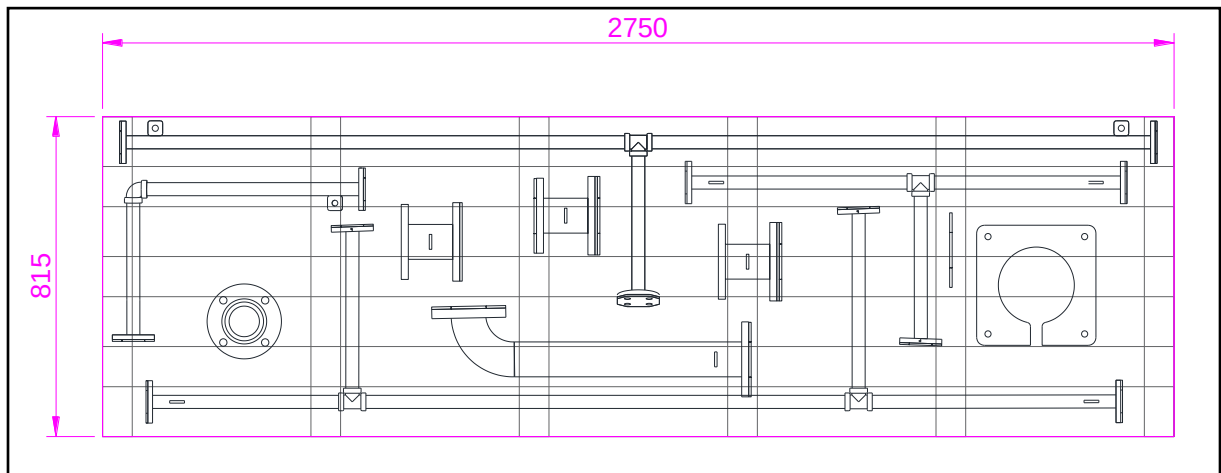
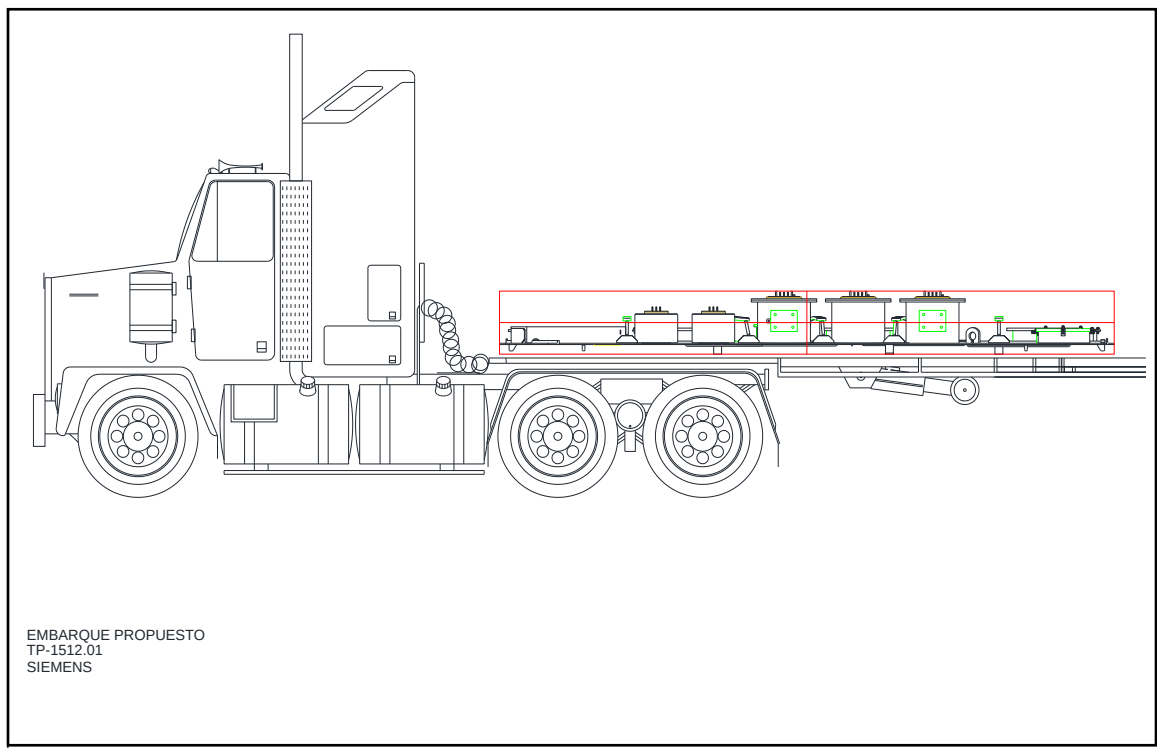


Figura 7 Distribución de tarimas

Acada una de las tarimas se le asigna un numero y se acomoda dentro de les trasporte que el cliente a desidido para su traslado tomando en cuenta la antura permitida por la secretaria de trasporte.



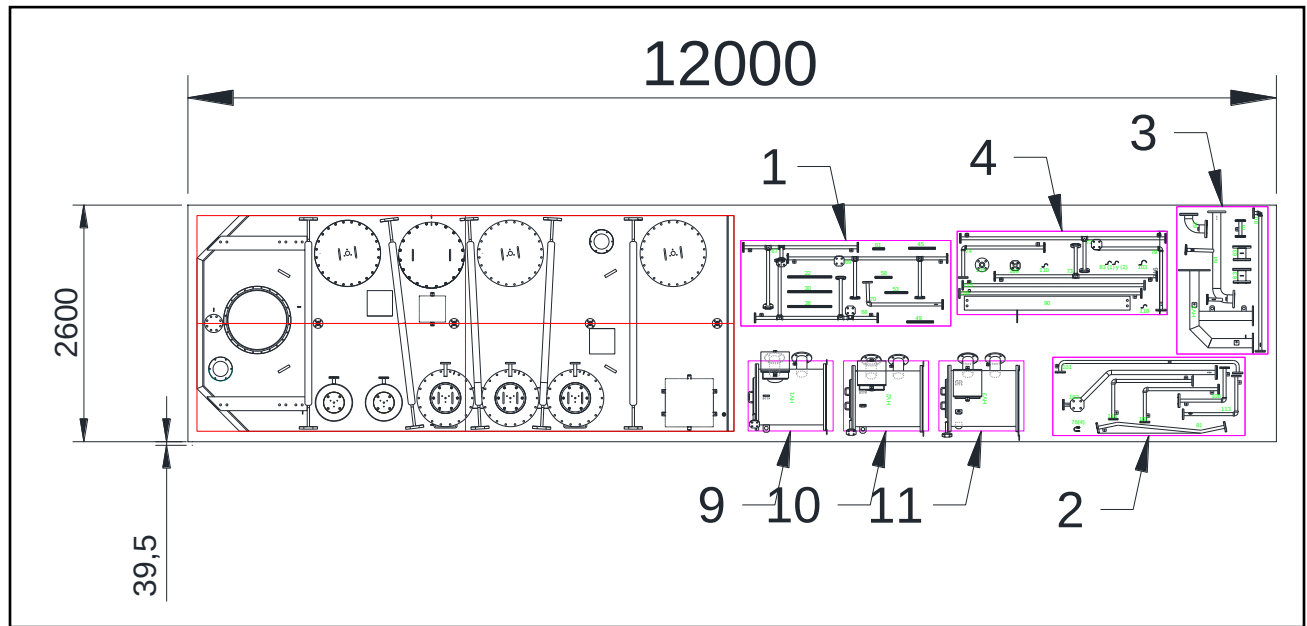


Figura 8 Distribución de embarque de O.F. 011.22

Cabe mencionar que las medidas y estándares que se manejan, además de los sistemas de seguridad, modos de embarque y medios de transporte son bajo los estándares del cliente.

La tercera función y más importante es la realización del proyecto INDICADORES DE MEDICION que consiste en que terminado y entregado el proyecto realizan los reportes acerca del aprovechamiento de los materiales con respecto al material comprado en sumatoria con el material con el que se contaba y ya se tuvo que adquirir.

Para la realización de este reporte se elaboró el siguiente un formato donde se dividió por figuras de los materiales donde las distribuciones fueron las siguientes: placa y láminas, tubos y barras, y soleras y ángulos que a su vez fueron clasificadas por el tipo de material y contabilizadas por el peso en kilos dando como resultado el porcentaje de material aprovechado.

	Medias	Las medidas de dicha parte o pieza, se trabaja en pulgadas ya que trabajamos bajo la norma internacional.	Esp.	Med
	Material	En este apartado se coloca e material del que esta compuesto	Material	
Peso en Kg	Sobran	Si el tramo de material que se utilizó se toma directo de almacén entonces su peso total se coloca en este apartado	Sobran	
	Compra	Si el material que se utilizó se compró entonces su peso total se coloca en este apartado	Compra	
	Utilizado	Se coloca el peso real de lo utilizado	Utilizado	
	% Ocupado	Se compara	% ocupado	
No. De Requisición		Si el material de se utilizó de sobran se anota en este apartado Si el material se compra entonces se coloca el número de orden de compra.	723/21 P-1 SOB 723/21 P-2 723/21 P-3 SOB SOB 723/21 P-4 SOB	

Peso totales de materiales en Kg.	Se hace la sumatoria delos pesos totales enlistados por tipo de material.	ASTM A572 Gr. 50	16336.70
		ASTM A36	8397.42
		SAE 304	866.65
		SAE 1018	
		ASTM A-105	
		A53 Gr. A	
		SAE 316L	
		SAE 1026	
		SAE 1045	
		ASTM 234 WPB	
		COBRE	
		ASTM A-500	
		ALUMINIO	
			25600.78

Tabla 5 Componentes de tabla de pesos

Para llevar el registro de los tubos, barras, codos, soleras y ángulos es de manera similar, pero con la excepción de que se agrega la longitud que se utilizó ya que para estos materiales las medidas son estandarizadas por los proveedores y por la norma internacional.

Unidades		
Elementos	Descripción	Representación grafica
Longitud	Se coloca la longitud de tramo que se compró o el que se utilizó si es que existía de sobrante.	Long. mm o "

Tabla 6 Unidades

Ademas de llenar estos apartados tambien se hace un baseado de la informacion que se recopiló donde podemos observar lo siguiente:

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

Peso Bruto								
H1	Peso	%	H2	Peso	%	H3	Peso	%
Placas	25551.78	88.09%	Tubo	220.11	0.76%	Solera	573.31	1.98%
			Codos y Tees	14.81	0.05%	Angulo	997.65	3.44%
			Barra	403.00	1.39%	HSS	1157.83	3.99%
			Barra Huec.	75.71	0.26%			
			Birlo	13.53	0.05%			
					0.00%			
	25551.78			727.17			2728.78	
								Total
								29007.73

BRUTO 001/22	
ASTM A572 Gr. 50	16316.70
ASTM A36	10121.11
SAE 304	899.33
SAE 1018	199.30
ASTM A-105	9.95
A53 Gr. A	220.11
SAE 316L	15.45
SAE 1026	75.71
SAE 1045	185.30
ASTM 234 WPB	4.86
COBRE	0.00
ASTM A-500	968.38
ALUMINIO	0.00
	29016.22

NETO TEORICO 001/22	
ASTM A572 Gr. 50	13002.63
ASTM A36	6904.70
SAE 304	469.12
SAE 1018	183.99
ASTM A-105	9.95
A53 Gr. A	195.88
SAE 316L	13.22
SAE 1026	71.40
SAE 1045	44.49
ASTM 234 WPB	4.86
COBRE	0.00
ASTM A-500	909.65
ALUMINIO	0.00
	21737.92

Barra Hueca SAE 1045 Ø 11"
Peso neto 7.9 kg por pieza (7.9*4=31.6kg)
Desperdicio 34.94 kg por pieza (34.94*4=139.76kg)

El desperdicio del material 304 se encuentra en el espacio que hay entre las bridas y en los centros.

Figura 10 Resumen del formato de Peso Bruto (ejemplo)

A continuación, se describen los componentes para la lectura correcta de las tablas de resúmenes de pesos.

Componentes de tabla de pesos			
Elementos		Descripcion	Ilustracion
Peso Bruto	Hoja 1 (H1)	En este apartado se enlistan los materiales que aparecen en dicha hoja de calculo.	H1
	Peso	Indica el peso en sumatoria de todas las piezas con la misma denominacion.	Peso
	%	Es el porcentaje que le corresponde a ese material con respecto al pesototal del material que se utilizo.	%
	Total	Corresponde al peso total de esa clasificacion (hoja 1, hoja 2 y hoja 3)	25600.78

Peso total	Es la sumatoria de todos los pesos de todas las piezas sin importar el tipo de material.	<table><tr><td>Total</td></tr><tr><td>29056.73</td></tr></table>	Total	29056.73																										
Total																														
29056.73																														
Peso Bruto	Es la sumatoria de los pesos brutos clasificados por el tipo de material	<table><tr><td>ASTM A572 Gr. 50</td><td>16336.70</td></tr><tr><td>ASTM A36</td><td>10150.11</td></tr><tr><td>SAE 304</td><td>899.33</td></tr><tr><td>SAE 1018</td><td>199.30</td></tr><tr><td>ASTM A-105</td><td>9.95</td></tr><tr><td>A53 Gr. A</td><td>220.11</td></tr><tr><td>SAE 316L</td><td>15.45</td></tr><tr><td>SAE 1026</td><td>75.71</td></tr><tr><td>SAE 1045</td><td>185.30</td></tr><tr><td>ASTM 234 WPB</td><td>4.86</td></tr><tr><td>COBRE</td><td>0.00</td></tr><tr><td>ASTM A-500</td><td>968.38</td></tr><tr><td>ALUMINIO</td><td>0.00</td></tr><tr><td></td><td>29065.22</td></tr></table>	ASTM A572 Gr. 50	16336.70	ASTM A36	10150.11	SAE 304	899.33	SAE 1018	199.30	ASTM A-105	9.95	A53 Gr. A	220.11	SAE 316L	15.45	SAE 1026	75.71	SAE 1045	185.30	ASTM 234 WPB	4.86	COBRE	0.00	ASTM A-500	968.38	ALUMINIO	0.00		29065.22
ASTM A572 Gr. 50	16336.70																													
ASTM A36	10150.11																													
SAE 304	899.33																													
SAE 1018	199.30																													
ASTM A-105	9.95																													
A53 Gr. A	220.11																													
SAE 316L	15.45																													
SAE 1026	75.71																													
SAE 1045	185.30																													
ASTM 234 WPB	4.86																													
COBRE	0.00																													
ASTM A-500	968.38																													
ALUMINIO	0.00																													
	29065.22																													
Peso Neto	Sumatoria de los pesos netos de cada una de las piezas, clasificados porel tipo de material.	<table><tr><td>ASTM A572 Gr. 50</td><td>13002.63</td></tr><tr><td>ASTM A36</td><td>6904.70</td></tr><tr><td>SAE 304</td><td>469.12</td></tr><tr><td>SAE 1018</td><td>183.99</td></tr><tr><td>ASTM A-105</td><td>9.95</td></tr><tr><td>A53 Gr. A</td><td>195.88</td></tr><tr><td>SAE 316L</td><td>13.22</td></tr><tr><td>SAE 1026</td><td>71.40</td></tr><tr><td>SAE 1045</td><td>44.49</td></tr><tr><td>ASTM 234 WPB</td><td>4.86</td></tr><tr><td>COBRE</td><td>0.00</td></tr><tr><td>ASTM A-500</td><td>909.65</td></tr><tr><td>ALUMINIO</td><td>0.00</td></tr><tr><td></td><td>21737.92</td></tr></table>	ASTM A572 Gr. 50	13002.63	ASTM A36	6904.70	SAE 304	469.12	SAE 1018	183.99	ASTM A-105	9.95	A53 Gr. A	195.88	SAE 316L	13.22	SAE 1026	71.40	SAE 1045	44.49	ASTM 234 WPB	4.86	COBRE	0.00	ASTM A-500	909.65	ALUMINIO	0.00		21737.92
ASTM A572 Gr. 50	13002.63																													
ASTM A36	6904.70																													
SAE 304	469.12																													
SAE 1018	183.99																													
ASTM A-105	9.95																													
A53 Gr. A	195.88																													
SAE 316L	13.22																													
SAE 1026	71.40																													
SAE 1045	44.49																													
ASTM 234 WPB	4.86																													
COBRE	0.00																													
ASTM A-500	909.65																													
ALUMINIO	0.00																													
	21737.92																													

Tabla 7 Tabla de componentes

Tras analizar la información obtenida con la ayuda de este formato con respecto al aprovechamiento de los materiales se llega a la conclusión de que el nivel de provechamiento de las placas y laminas en comparación con los otros materiales es más bajo por lo que se puede deducir que los desperdicios son más altos creando así gastos innecesarios para la empresa.

Durante la realización de las prácticas profesionales se realizaron tres actividades de las cuales dos de ellas que corresponden a la logística de embarque y los planos de fabricación que fueron esenciales para poder realizar el proyecto principal que es “INDICADORES DE MEDICIÓN”, en base a estas me percate en la cantidad de desperdicios que se generan en las placas por la falta de equipo especializado en generar las mejores distribuciones para obtener un alto aprovechamiento de los materiales.

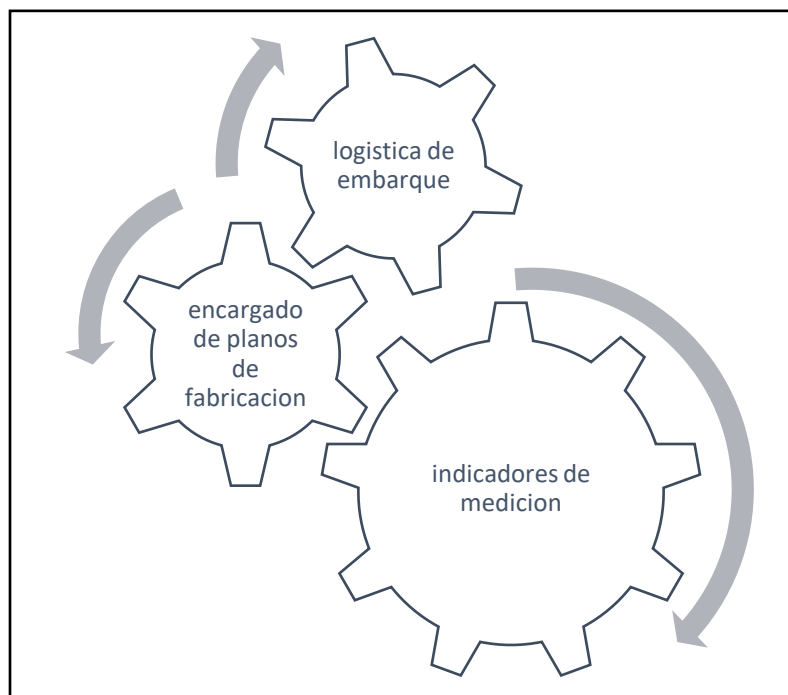


Ilustración 8 representación de las tres actividades.

4.5 Problemas a resolver

Para obtener el porcentaje de aprovechamiento que requerimos para el proyecto indicadores de medición se requieren los pesos brutos (los que se compraron y de la merma con la que se contaba y se tomó) y netos (material total utilizado) para obtener el % de aprovechamiento, para este mes se trabajó con la O.F.001/25 que fue la que se desarrolló durante el primer mes del año 2025, dando los siguientes resultados.

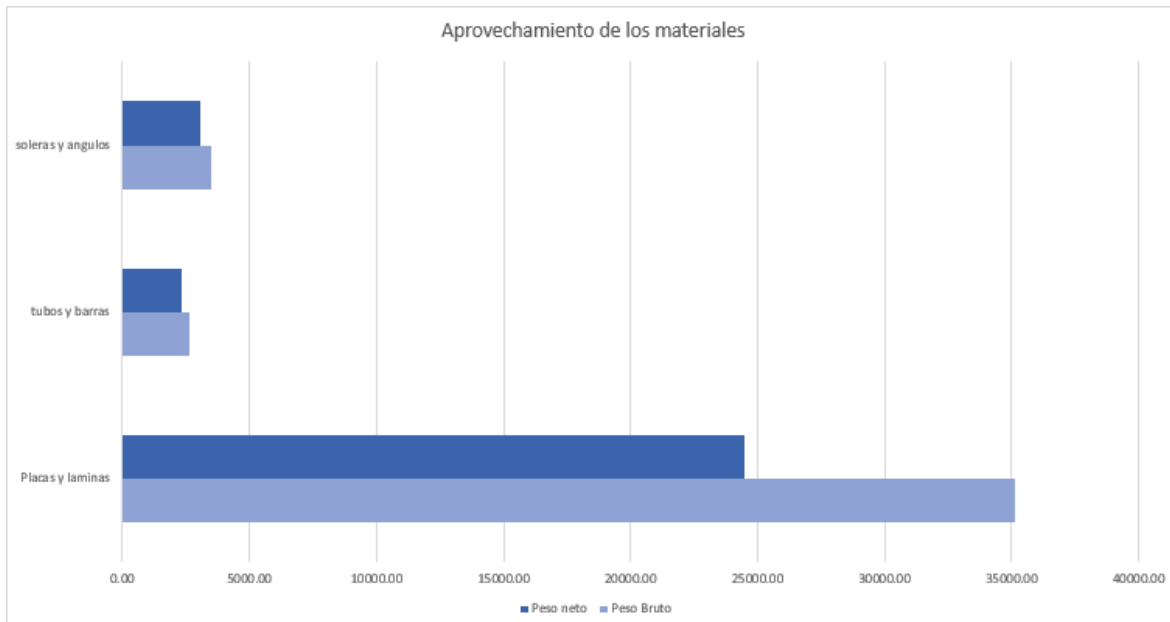
INDICADOS DE MEDICION O.F.001/25	
DESCRIPCION	TOTALES
PESO BRUTO	41236.10
PESO NETO	29894.96
% APROVECHAMIENTO	72.50%

Ilustración 9 Porcentaje de aprovechamiento O.F. 001/2025

Por lo que el porcentaje de aprovechamiento está por debajo de lo permitido en el sistema de gestión de calidad de la empresa. Para saber el origen del problema es necesaria una indagación más profunda de la materia, con el porcentaje de aprovechamiento más bajo en lo cual se obtuvo lo siguiente:

Descripción	Peso Bruto	Peso neto	% aprovechamiento
Placas y laminas	35125.10	24492.55	69.73%
tubos y barras	2631.52	2349.12	89.27%
soleras y angulos	3479.48	3053.29	87.75%
Total	41236.10	29894.96	72.50%

Tabla 8. % aprovechamiento por tipo de material



Grafica 1.% aprovechamiento por tipo de material

Después del análisis de datos podemos observar que, entre las tres clasificaciones de materiales, placas de láminas, tubos y barras, soleras y ángulos, el principal material desperdicio esta en las placas y láminas que por sí solos no alcanzan el porcentaje de aprovechamiento.

En base a lo visto durante la realización de las residencias profesionales y la forma en la cual se realiza la distribución de las piezas en este material, se debe a la forma tan rudimentaria en la que se trabaja como hacer de manera manual el trazado de las piezas en las superficies para su corte, para confirmar esta teoría se realizara un diagrama de Ishikawa con el personal involucrado para encontrar el origen del problema y proponer una solución tecnológica que ayude a cumplir con el porcentaje requerido en el indicador de medición.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Aumentar el porcentaje de aprovechamiento de las placas y láminas para cumplir con lo señalado en el manual de gestión de calidad, mejorando los procesos que se ven implicados en el manejo de los materiales y la designación en el uso de los mismos. El control de los desperdicios generados en los procesos de corte, así como el manejo de los mismos.



Ilustración 10 Deposito de sobrantes de materiales

5.2. Objetivos específicos

- Implementación de una solución tecnológica para aumentar el aprovechamiento de desperdicios.
- Reducción los tiempos en los procesos productivos involucrados en el corte y la distribución de los materiales aumentando su productividad.
- Control de los sobrantes para un manejo adecuado y poder dar uso para licitaciones posteriores.

5.3 Justificación

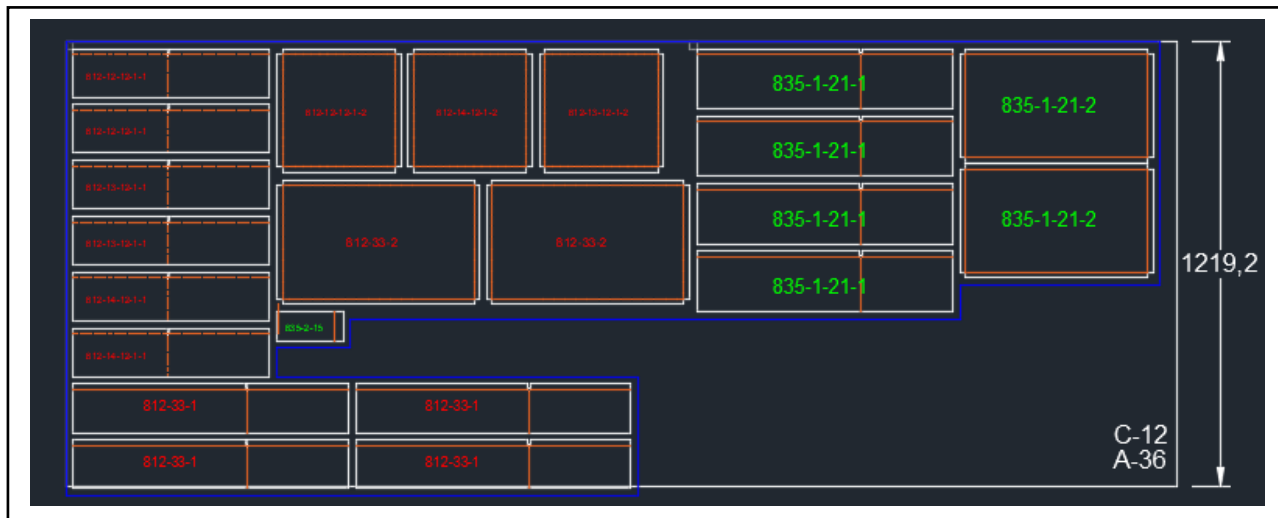


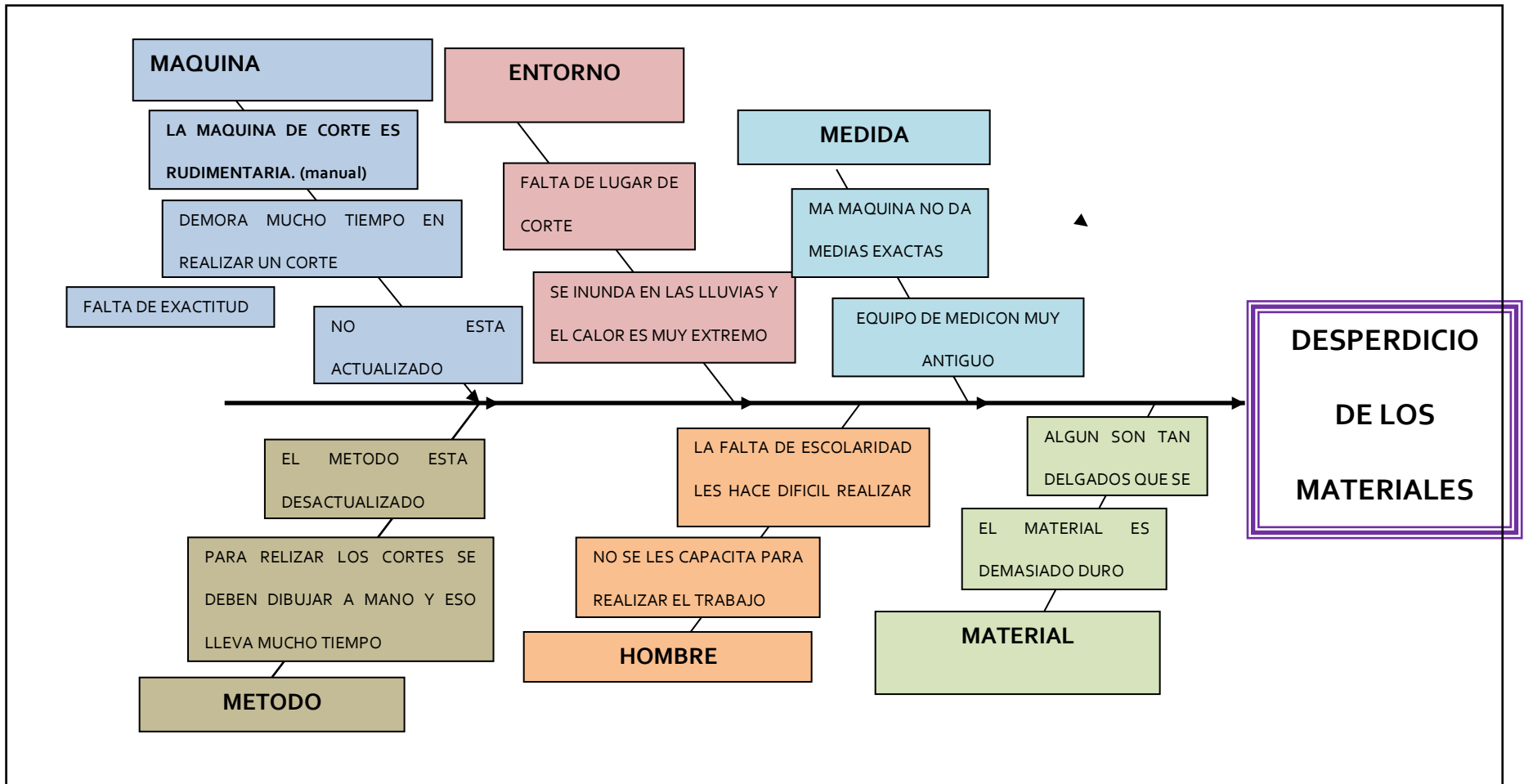
Ilustración 11 Distribución de piezas en placas.

La realización del proyecto “INDICADORES DE MEDICIÓN” nos reveló un porcentaje por debajo de lo deseable. Ahora sabemos que el índice más bajo de los materiales corresponde a las láminas y placas, es por ellos que se analizara el proceso productivo en el corte de estos.

En la ilustración 11 podemos observar que el dibujo realizado por el ingeniero en turno en el cual acomoda las piezas bajo su criterio lo que puede; en ocasiones, no tener el mejor aprovechamiento del material.

La sección que no es utilizada de la placa es almacenada en lo que se ha denominado depósito de desprecios que no es más que los sobrantes de placa apilados al aire libre ya que no se cuentan con las instalaciones necesarias para almacenar la cantidad generada en los procesos de compra. Estas son las observaciones que como practicante pude observar en el proceso de corte sin embargo es necesario un análisis a fondo de las personas involucradas en el proceso.

Se les pregunta a 20 colaboradores; entre operadores e ingenieros encargado con 3 años de experiencia; como mínimo, ¿cuál consideraban era el motivo por el cual se desperdiciaba tanto material?, en conjunto los resultados fueron los siguientes.



En base a los resultados obtenidos en la recopilación de información el comentario más recurrente entre el personal es la forma tan rudimentaria en la que se realizan los cortes ya que se trata de una maquina manual. Es proceso se basa en el dibujo manual de las piezas en las placas como se indica en el dibujo proporcionado por el departamento de ingeniería y manufactura, este proceso es tardado, depende de la habilidad del operario y genera mucho desperdicio.

Para la solución de este problema se propone la implementación de una máquina de oxicorte que se controle por un sistema que permita acomodar las piezas para aprovechar el material disponible, esto reduciría los tiempos en el proceso, aumentaría la exactitud en los cortes disminuyendo los errores humanos, se requeriría menos personal para el mismo proceso, este también permitiría un mejor control de desperdicio.

También se sugerirá la construcción de un almacén equipado con soportes especiales que permita la clasificación de material y se almacenaje de manera adecuada, disminuyendo su desgaste con el paso del tiempo y una mejor manipulación de los recursos.

“La Revolución Industrial supuso un cambio radical en la sociedad y en la economía de la época en la que se desarrolló y en todo el devenir posterior de la historia; y todo esto gracias a, o como consecuencia de, la AUTOMATIZACIÓN y su aplicación en la fabricación de bienes DE EQUIPO, la agricultura y el transporte.” (Pol.Ind. Los Silos, 2021)

Los ingenieros buscan la resolución de problemas en cualquier ámbito y eso es en gran parte la creación de procesos más efectivos de empresas que ya cuentan con una forma de operar; se hacen los cambios respetando las formas de resolver los problemas de los operarios si no que ayuda y resuelve los problemas que se les presentan.

6. Marco teórico

6.1 Revolución Industrial y la automatización.



Ilustración 12 Fuerza de trabajo

Aunque los humanos han gobernado la naturaleza y "hecho" objetos desde la antigüedad, no fue hasta mediados del siglo XVIII en Inglaterra que comenzó la verdadera producción industrial (es decir, la fabricación en masa de bienes por máquinas impulsadas por energía inanimada). Comienzo de la Revolución Industrial.

La automatización ahorra tiempo en tareas operativas tediosas, como la entrada de documentos, el archivo, la búsqueda y más. Esto acelera todo el proceso y aumenta la productividad.

En este entorno incierto en el que vivimos, las empresas necesitan estar al tanto de su salud financiera en todo momento y tener información en tiempo real de todos sus procesos. La automatización de cuentas por pagar nos permite mantener esta visibilidad constante donde estamos. De esta forma, el acceso inmediato a los datos permite tomar mejores decisiones estratégicas porque la información está disponible en tiempo real.

Tener procesos automatizados en su empresa le permite continuar actividades de forma remota sin sacrificar la eficiencia o la productividad. Podemos acceder a información y datos de calidad en cualquier momento y en cualquier lugar. (Kiss, 2018)

6.1.1 Automatización de procesos industriales

La automatización de procesos industriales o automatización industrial es la aplicación de máquinas y equipos tecnológicos (software y hardware), capaces de realizar cualquier tipo de proceso de producción, selección y control, controlados de forma independiente, es decir, con una mínima participación humana. (Marketing, 2020).

Estos denominados sistemas intentan controlar procesos mecánicos, que normalmente requieren esfuerzo y personal adicional, de forma óptima, sin interrupciones y minimizando posibles errores. Gracias a la combinación inteligente de máquinas, ahora es posible automatizar la mayoría de las líneas de producción.



Ilustración 13Ejemplo de automatización

En el mercado globalizado y altamente competitivo de hoy, la longevidad de muchas industrias dependerá de la ventaja que puedan tener sobre sus competidores.

Maximizar la rentabilidad, la eficiencia y la atención al control de calidad es un objetivo difícil de alcanzar

La importancia de la automatización de procesos industriales gira en torno a un concepto central: la eficiencia. Los sistemas industriales son adecuados para tareas repetitivas y, una vez calibrados, rara vez fallan, lo que significa que siempre tienen resultados consistentes. Pero es realmente difícil resumir la importancia de la automatización de procesos a una escala tan grande, y eso se debe a que es un acto que afecta todos los aspectos de una empresa manufacturera. Esto hace necesario estudiar más sobre sus beneficios. Las principales ventajas o ventajas de la automatización de procesos industriales son:

Reducción de costes

Los sistemas de automatización industrial son rentables en términos de retorno de la inversión, ya que funcionan solo con costos de mantenimiento planificados y realizan operaciones que, de otro modo, contarían con personal.

Si se hacen bien, optimizan el uso del material, por lo que evitan el desperdicio de material y, en la mayoría de las situaciones, son más eficientes que los humanos en el trabajo mecánico.

Calidad global

La reducción de los defectos de fabricación mejora considerablemente la calidad de cada producto. Gracias a un sistema de equipo mecánico asistido por computadora, las fallas se pueden rastrear y reparar en tiempo real sin interrumpir la línea de producción. Cuando hablamos de calidad general, nos referimos a la capacidad de mejorar el rendimiento general de la línea de producción.

Consistencia del producto.

Gracias a la automatización podemos eliminar la variación de la línea de producción, por lo que tendremos los mismos elementos de calidad a lo largo del tiempo. Este punto es importante en muchos sentidos, queremos la misma cantidad en cada botella, las partes mecánicas del mismo tamaño para que maduren todos los productos...

La consistencia del producto es una de las razones por las que las marcas retienen a sus clientes y de ahí su relevancia.

Productividad

Las máquinas que automatizan los procesos industriales suelen recibir elogios por su capacidad para funcionar de forma continua.

Cuanto mayor sea el tamaño y la capacidad de la planta, más costoso será el tiempo de inactividad. Los equipos no suelen tener horarios de descanso regulares y su curva de rendimiento no se degrada con el tiempo, lo que lo mantiene productivo a lo largo de su trabajo, lo cual es una gran ventaja.

Seguridad de la Planta

Muchos procesos industriales contienen actividades de seguridad de los empleados de riesgos. Es la clave para cambiar a herramientas tecnológicas que pueden realizar este tipo de tarea a alta velocidad y sin errores. La mayoría de los sistemas y mecanismos de automatización modernos tienen en cuenta la seguridad humana en su diseño, por lo que los accidentes industriales involucrados son mínimos y casi nunca causados por la propia máquina, lo que significa que, cuando se realizan correctamente, son seguros.

Los mercados industriales de hoy son extremadamente competitivos en todos los sentidos y, como vimos al principio, una ventaja marginal puede durar o no un año más.

La automatización de la fábrica está directamente relacionada con el rendimiento de cada marca, ya que es prácticamente imposible competir con alguien que puede hacer lo mismo que usted utilizando menos mano de obra y recursos. Al reducir los costos asociados con la implementación de estos sistemas, puede ofrecer más y más productos de mejor calidad a mejores precios. (Marketing, 2020)

6.2. Comportamiento de los materiales.

El acero es reconocido como el mejor aliado de las infraestructuras por ser un material versátil, duradero y sostenible. Dado que es un metal especial utilizado en la construcción, es importante saber qué placas de acero se pueden utilizar en diferentes espesores. Las propiedades de resistencia, dureza, ductilidad y absorción de energía del acero lo convierten en un material ideal para el sector industrial. Los aceros se clasifican según su bajo, medio y alto contenido de carbono. Uno de los tipos de acero más comunes son las placas que deben medirse en pulgadas. Estas son partes que se pueden fabricar en una variedad de espesores, tamaños y grados, pero la hoja es más gruesa que la hoja o la placa. Para la implementación de un proyecto industrial, es necesario elegir el espesor de lámina adecuado. Algunas de las aplicaciones de la chapa de acero incluyen la fabricación de vigas o columnas soldadas, zapatas de columnas y más. El tamaño de la placa de acero puede estar exactamente de acuerdo con el diseño de las partes estructurales. (Favarello, 2022).

En México, el espesor de la placa de acero puede ser de 3/16" a 3" o 6". El ancho de los paneles puede variar de 6,4 mm a 51 mm y el peso dependerá de las pulgadas de espesor. Para comprender las medidas de espesor, es importante comprender que cuanto mayor sea el número, más delgada será la placa de acero. (admin, 2025)

Los espesores de las planchas de acero considerados comercialmente son:

- 3/16
- 1/4
- 5/16

- 3/8
- 1/2

Los tablonos dan a la estructura un aspecto estético, moderno, limpio y diverso; También pueden tener diferentes acabados mediante esmalte o pintura. Es importante tener en cuenta las necesidades del proyecto a la hora de elegir el grosor del tablero para un rendimiento óptimo.

6.3. Norma ASTM

ASTM International (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), fundada en 1898, es una de las organizaciones de desarrollo de estándares internacionales más grandes del mundo. En ASTM, los fabricantes, usuarios, consumidores y otras personas de todo el mundo se unen para crear normas acordadas voluntariamente.

La norma ASTM se fabrica de acuerdo con el proceso adoptado por las reglas del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC. El proceso de desarrollo de normas de ASTM es abierto y transparente; permite que tanto los individuos como los gobiernos participen directa y equitativamente en la toma de decisiones por consenso mundial. Las normas internacionales de ASTM se utilizan en proyectos de investigación, sistemas de calidad, pruebas y aceptación de productos y transacciones comerciales en todo el mundo. Son uno de los elementos indispensables de las modernas estrategias comerciales competitivas.

Normas de Construcción: Incluye más de 1.300 normas individuales. Las subcategorías de las normas de construcción de ASTM incluyen adhesivos, normas de construcción, normas de cemento, normas de construcción, normas de techado y normas de madera. Steel Standard: Esta norma clasifica, clasifica y define diferentes grados de acero utilizados en diferentes industrias. Estas aplicaciones pueden incluir la fabricación de piezas mecánicas, piezas industriales y otros accesorios. Existen normas para muchos tipos de acero, acero inoxidable, acero ferrítico, acero al carbono y acero estructural.

Estándares metálicos. Esta norma incluye normas para varios metales como el cobre, el hierro fundido y el aluminio. Se utilizan para productos hechos de compuestos metálicos y se utilizan en la construcción. La norma ASTM también tiene en cuenta la fatiga, la corrosión y el desgaste de varios metales, tanto en resistencia como en tiempo.

Norma de Plásticos: Este documento garantiza no solo los plásticos, sino también sus derivados poliméricos. Los subgrupos de la norma para plásticos incluyen métodos analíticos para probar las propiedades de muchos plásticos, materiales celulares, la resistencia de los plásticos, sus propiedades mecánicas, así como normas para moldes de plástico, productos de construcción de plástico, madera plástica y plástico reciclado.

Norma de revestimiento: esta norma también se aplica a los revestimientos. Además de normalizar las propiedades de pinturas y revestimientos diversos, esmaltes, barnices, galvanoplastia, pigmentos y disolventes. Además, esta norma proporciona normas que explican los procedimientos correctos de aplicación de pinturas y revestimientos. (Normas ASTM - AEC, 2024)

6.3.1. ASTM A-36

El acero 36 se considera el material de acero al carbono estructural más utilizado en la industria de la construcción, donde está especificado por la norma ASTM A36. Este material se puede utilizar en la composición de chapas laminadas, así como elementos de grandes dimensiones, donde se utilice acero perfilado. Por este motivo, los productos fabricados con este material se utilizan para crear estructuras de acero soldadas o atornilladas, con fines industriales o para edificios civiles y públicos. Del mismo modo, el acero A 36 se puede encontrar en una larga lista de materiales, desde los más sencillos hasta los de mayor tamaño.

El acero A36 se llama así porque la organización le ha dado el nombre de Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales, o ASTM, por sus siglas en inglés. Esta organización es responsable de probar

y verificar la calidad del material. Por lo tanto, la marca ASTM es un símbolo de la seguridad y calidad de cada acero.

En el caso del ASTM A 36, es el material más utilizado en la industria de la construcción y sus propiedades físicas son superiores a las de otras aleaciones de acero dando como resultado un mayor rendimiento. Sin mencionar que es una de las aleaciones más baratas para trabajar, lo que le da una ventaja significativa sobre otros materiales de mayor rendimiento.

Las propiedades mecánicas del acero A 36 cubren todos los aspectos a tener en cuenta. La siguiente tabla muestra el módulo de Young (elasticidad, módulo de corte, resistencia a la tracción, límite elástico y dureza Brinell). (Acero ASTM A36: Características, Propiedades, Análogos - Metinvest, 2025).

Tabla de propiedades mecánicas	
Propiedades mecánicas	Notas
Resistencia a la tracción, MPa (ksi) 400-550 (58-80)	Placas de acero, formas y barras
Límite elástico (Esfuerzo de fluencia, MPa (ksi), $\geq$)	250 (36) Espesor $\leq$ 200mm (8 pulg.) 220 (32) Espesor de placas de acero > 200mm (8 pulg.)
Elongación, %, $\geq$	20 Placas y barras en 200 mm (8 pulg.) 23 Placas y barras en 50 mm (2 pulg.)
Dureza Brinell, HBW	119-162 Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad, GPa (ksi)	200 (29×103)
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft·lbf), $\geq$	27 (20) Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo

Módulo de corte, GPa (ksi)	79.3 (11.5×10 ³)
Fy del acero A36 (Limite de fluencia), MPa (ksi), ≥	250 (36)

El peso de la placa de acero A 36 se calcula en unos 37,39 kg por metro cuadrado, lo que corresponde a 1196,34 kg x m².

Debido a tres tipos de propiedades físicas, el acero A 36 se utiliza para crear estructuras de acero generales. Es ampliamente utilizado en la construcción de plataformas de perforación, así como tanques de combustible e incluso en la formación de elementos de puentes. También es un material cada vez más utilizado, sobre todo en industrias como la automoción. Las capacidades de este material lo hacen duradero en varios aspectos. En cuanto a las propiedades físicas, los aspectos que determinan el uso del acero A 36 son mecánicos, químicos y térmicos. Mecánica: Alta resistencia física, excelente flexibilidad. Tiene buenas propiedades de fusión, lo que permite la formación de metales y la soldabilidad sin la formación de defectos y defectos. Químico: A mayor porcentaje de carbono, mayor resistencia y dureza del material. Para el acero, el 36% es suficiente para que sea una aleación más dúctil que otras. Calor: la capacidad de transferir calor garantiza que el acero pueda conducir electricidad o calor. Lo mismo ocurre con la posibilidad de hinchamiento, lo que conlleva un aumento del tamaño del producto en función de la temperatura a la que se expone.

6.3.2. ASTM A572 Gr. 50

El acero estructural A572 se fabrica según la especificación ASTM A572 en grados 42, 50, 60 y 65 y representan los límites de flexibilidad. las mismas fotos y más de 100 mm producidos con un límite flexible de 42 ksi. Es un acero estructural de calidad de alta resistencia y baja aleación con adición de microaleaciones (niobio o columbio y vanadio). Este acero de alta resistencia ha sido desarrollado

para ser más seguro en términos de propiedades mecánicas y ofrecer un menor desgaste específico en términos de diseño.

El acero 572 Gr 50 se utiliza en acero estructural. Las principales aplicaciones incluyen plataformas de la industria petrolera, puentes, torres de energía, torres de comunicación, equipos eléctricos, señales y edificios remachados, atornillados o soldados. Se utiliza cuando queremos reducir el espesor de la estructura porque su resistencia es superior a la de la chapa A36. (Steel Plate Specialists, 2022)

Propiedades Mecánicas			
Resistencia a la tracción	Límite Elástico min.	Alargamiento %, min	
		200 mm	50 mm
46Kg / mm ²	35 Kg / mm ²	200 mm	50 mm
450 Mpa.	345 Mpa		
65 ksi	50 ksi		

6.4. Norma SAE

Hace no mucho hablamos de las normas internacionales para clasificar el acero. Sin embargo, una de las más importantes que constituye estándares esenciales e internacionales para la fabricación, manejo y distribución del acero es la clasificación SAE.

Las normas SAE, posee este nombre por la autoridad que creó este sistema. La Society of Automotive Engineers es una organización que busca la movilidad y estandarización de los profesionales. Esta sociedad de ingenieros está presente en diferentes industrias.

Algunas de las más fundamentales son la ingeniería espacial, automotriz y otras industrias comerciales que estén especializadas en la fabricación de vehículos. Hoy aprenderás con Ulbrinox

como es que las pruebas y mediciones ayudan a mejorar el diseño de los autos. (¿Qué Es La Clasificación SAE Y Cómo Interpretarla?, 2022).

6.4.1. SAE 304

El acero inoxidable AISI 304 es el material más común para la producción de acero inoxidable. Dado que el acero inoxidable 304 tiene un 18 % de cromo (Cr) y un 8 % de níquel (Ni), también se lo conoce como acero inoxidable 18/8. SS304 tiene buena maquinabilidad, soldabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia al calor, resistencia a bajas temperaturas y propiedades mecánicas, buena maquinabilidad en caliente, como estampado y doblado, y no tiene tratamiento térmico. El acero inoxidable 304 es ampliamente utilizado en la industria, acabado de muebles, alimentos, medicina, etc. El acero inoxidable 304L es una versión con bajo contenido de carbono del acero inoxidable 304, el acero inoxidable 316 tiene mejores propiedades que el 304, resistencia a la corrosión, resistencia al calor, etc. Para obtener más información, consulte la diferencia entre el acero inoxidable 304L, el acero inoxidable 316 y el 304.

		Inox. 304 Composición Química % ($\leq$)								
ASTM	AISI (UNS)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Producto
ASTM A240/A240M	SS 304 (S30400)	0.07	0.75	2.00	0.045	0.030	17.5- 19.5	8.0- 10.5	0.10	Plato, hoja y tira
ASTM A276A/276M		0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	18.0- 20.0	8.0- 11.0	—	Barras y formas

	Inox. 304 Propiedades Mecánicas					
Acero	Resistencia a la tracción (MPa) $\geq$	Esfuerzo de fluencia (MPa) $\geq$	Elongación en 50 mm (%) $\geq$	Reducción de área (%)	Dureza (HBW) $\leq$	Condiciones
304	585	235	60	70	149	Barra recocida
	690	415	45		212	Recocido y estirado en frío
	860	655	25		275	Estirado en frío de alta resistencia

Acero 304 Propiedades Mecánicas	
Densidad	7.93 g/cm ³
Punto de fusión	1398-1454 °C
Calor específico (Capacidad calorífica específica)	500 J/(Kg·K) a 20°C
Resistividad eléctrica	0.73 $\mu\Omega \cdot m$ (20°C)
Permeabilidad magnética	1.02 (Aproximado)
Modulo elástico	193 GPa (28×10 ⁶ psi)
Difusividad térmica	3.84 mm ² /s

Coeficiente de conductividad térmica	16.3 (100 °C)
	21.5 (500 °C)
Coeficiente de dilatación lineal	17.2 (0-100 °C)
	17.8 (0-300 °C)
	18.4 (0-500 °C)

Se produce un aumento de la sensibilidad cuando los aceros inoxidable austeníticos se calientan de 425 ° C a 815 ° C. El carbono y el cromo se combinan para formar carburo de cromo depositado en el límite del cristal, de modo que el contenido de Cr está cerca del límite. El límite de grano se reduce considerablemente y se convierte en una región de empobrecimiento de cromo, por lo que se reduce la resistencia a la corrosión.

6.5. Pantógrafo

Un pantógrafo CNC industrial es un instrumento que sirve para copiar, ampliar o reducir un plano o dibujo, en este caso, sobre materiales como el acero al carbón, acero inoxidable, aluminio, latón o cobre. Sus siglas CNC significan en inglés Computer Numerical Control y, en español, se traduce como control numérico computarizado. Los pantógrafos CNC son ampliamente utilizados en diversos sectores industriales por ser altamente efectivos, además de incrementar hasta en un 900% tu producción de forma automatizada. (jorge, 2023).

Estos equipos son generalmente bastante más grandes que las máquinas manuales y se utilizan en conjunción con mesas de corte (pantógrafo) (apotver, 2020).

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

6.5.1. Características del corte CNC.

Los pantógrafos CNC generalmente usan un tipo diferente de sistema de plasma u oxicorte que los utilizados para la cortadora de plasma manual. Cuentan con un cañón recto que puede ser transportado y tienen un tipo de interfaz que puede controlar automáticamente. Para cortar piezas de una placa de acero, el movimiento del cortador es controlado mediante el CNC, el cual se programa con movimientos precargados o a través de un software donde se puede agregar imágenes de diferentes formatos.

Una máquina de plasma CNC también requiere un sistema de accionamiento, que se conforma de amplificadores de accionamiento, motores, codificadores y cables. Tiene mínimo dos motores: uno para mover el cortador en el eje X y otros para el eje Y. Cada eje tiene un mecanismo de retroalimentación que crea una señal digital que indica qué tan lejos se ha movido el eje desde el punto de origen.

Todos los componentes electrónicos de los pantógrafos CNC y el sistema de accionamiento se comunican a una gran velocidad, alrededor de algunos milisegundos, lo que aumenta la precisión del corte y reduce la probabilidad de un error en las piezas que deben embonar. (¿Qué Es Un Pantógrafo CNC?, 2019).

6.5.2. ¿Para qué sirve un CNC?

Uno de los principales beneficios del corte CNC es lograr un proceso complementario para trabajos especiales, por ejemplo:

- Cortes de figuras irregulares
- Contornos especiales
- Manufactura de lotes pequeños en series con tolerancias muy ajustadas. (¿Qué Es Un CNC Plasma? Definición, Modelos Y Aplicaciones, 2024)



Ilustración 15 Ejemplos de corte

6.5.3. Importancia del pantógrafo CNC en la industria metalmecánica.

El pantógrafo CNC es una herramienta que permite mecanizar materiales de forma precisa y automatizada, lo que beneficia a la industria en varios aspectos.

- Beneficios del pantógrafo CNC
- Mayor precisión: El corte es exacto y los acabados son suaves.
- Mayor productividad: Se requiere menos personal y tiempo, lo que reduce costos.
- Mayor flexibilidad: Se pueden realizar mecanizados complejos, como bajorrelieves y esculturas.
- Mayor eficiencia: Las máquinas pueden funcionar de manera continua durante largos períodos de tiempo.
- Mayor capacidad de manufactura: Se pueden fabricar cosas que no se podrían hacer con métodos convencionales.
- Optimización de recursos: Se puede programar y automatizar tareas repetitivas.

(Pantografo Cnc En La Industria Beneficios - Buscar Con Google, 2024).

6.6. Oxicorte

El oxicorte es un proceso industrial de carácter térmico en el cual, una mezcla de oxígeno y gas combustible son usados para calentar el metal hasta su temperatura de auto ignición, para después con un chorro de oxígeno puro dirigido a la zona precalentada producir una reacción química muy exotérmica entre el metal y el oxígeno.

Solo pueden ser cortados por este proceso metales cuyos óxidos tienen un punto de fusión inferior al del metal base. Solamente el acero bajo en carbono y algunas aleaciones cumplen esta condición y pueden ser cortadas efectivamente por este proceso.

Este proceso presenta una precisión en el corte más baja que el chorro de agua o el láser, pero el bajo costo del equipamiento y la velocidad de corte que presenta hace que siga siendo competitivo. Este equipamiento puede ser utilizado manualmente o equipado en una máquina. (Oxicorte. Proceso Y Productos - Gestión de Compras, 2021)

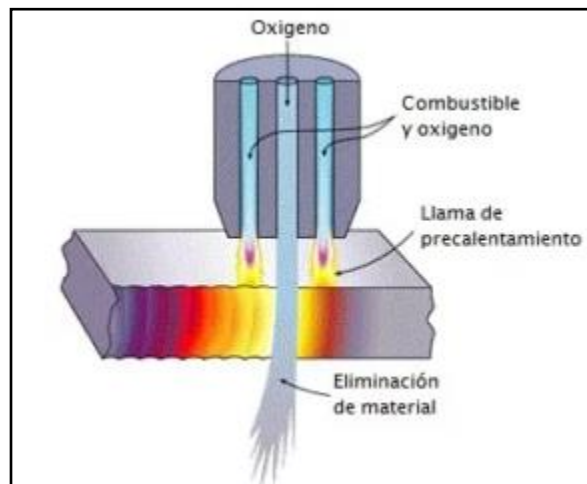


Ilustración 16 Proceso de oxicorte

6.7. Corte laser

El corte láser se utiliza para crear patrones y diseños en materiales mediante (como el nombre indica) el corte de los mismos. Un haz de luz con mucha energía es el encargado de derretir, quemar o vaporizar el material.

En esencia, el corte láser es un proceso de fabricación que usa un haz de luz muy concentrado y pequeño para cortar y grabar diseños, patrones y formas en distintos materiales. Este proceso de fabricación es ideal para ciertos materiales como la madera, cristal, papel, plástico, cartón y metal. (Corte Láser: ¿Qué Es? + ¿Cómo Funciona Una Máquina?, 2020).

La cortadora láser se compone de distintas partes:

- **Resonador Láser:** el haz de luz se crea desde un resonador, que es un tubo de cristal cerrado con dos espejos, uno enfrente del otro. El tubo está lleno de CO₂ y otros gases como el hidrógeno, nitrógeno o helio. Cuando se inicia la máquina, se genera una descarga eléctrica que estos gases transforman en luz.
- **Cabeza de Corte:** la luz rebota en distintos espejos que están posicionados de forma que el láser llegue a la cabeza de corte. Una vez que el haz de luz llega hasta aquí, pasa por una lente curva que lo magnifica y enfoca en un solo punto (esto es parecido a usar una lupa para hacer fuego con la luz del sol) que hace que sea capaz de cortar y grabar. Normalmente la cabeza de corte está asociada a un sistema mecánico con una cinta o cadena, que hace que pueda moverse con precisión sobre un área.
- **Distancia de Corte:** siempre se mantiene una distancia entre el material y la boquilla por la que sale el láser. Esta distancia es muy importante ya que determina el punto de enfoque. Generalmente, cambiar este punto de enfoque afecta a la calidad del corte láser.

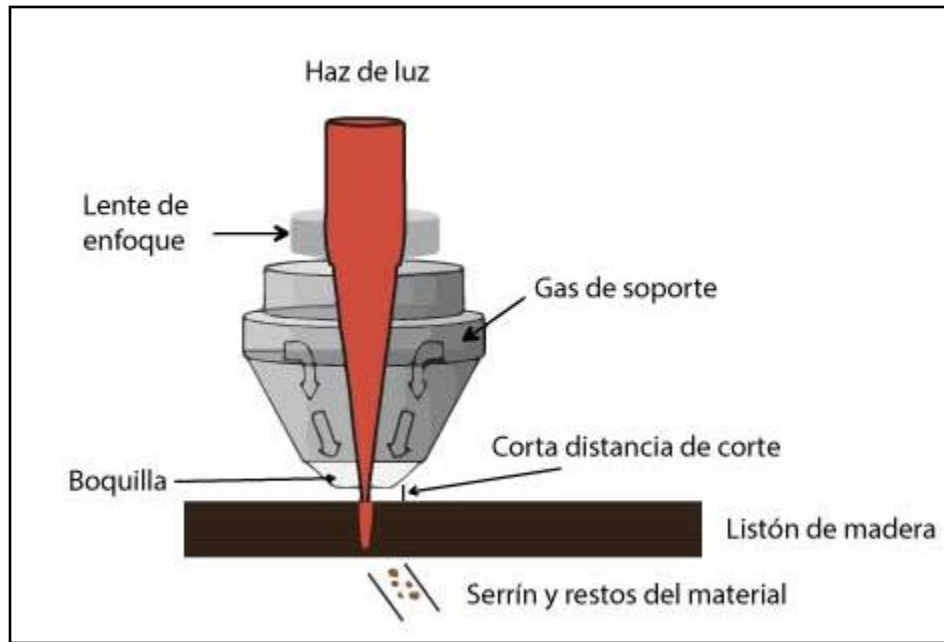


Ilustración 17 Corte por láser

6.7.1. Tipos de corte láser

Existen 3 tipos o variedades de corte láser a día de hoy:

- Quemado/Reactivo: este tipo de corte láser usa el oxígeno como gas de soporte. Este gas se sopla sobre la hendidura del corte a grandes presiones. El material reacciona al oxígeno, se quema y se oxida. Esta reacción produce energía, que ayuda al láser a tener más potencia. Este tipo de corte láser se suele utilizar en metal.
- Fusión: un gas inerte como el nitrógeno ayuda al láser a retirar el material derretido del área de corte mediante soplado. Esto hace que la energía necesaria para realizar el corte sea mucho menor. Este tipo se utiliza para metales en general.
- Sublimación: un láser de alta intensidad evapora (sublima) el material, haciendo que se puedan cortar láminas con poco espesor sin necesidad de un gas de soporte. Este tipo de corte láser se utiliza para materiales no metálicos.

6.7.2. Aplicaciones de corte laser

Hoy en día, el corte láser se usa en muchas industrias distintas: desde electrónica hasta medicina, pasando por la industria automotriz y aeroespacial entre otras.

Una de las aplicaciones más comunes es la de cortar metal (acero, aluminio, etc). Aunque el láser también se usa para cortar cerámica, silicona y otros no metales como cartón.

Quizás una de las más interesantes es el uso del corte láser para cirugía, donde el láser está sustituyendo al bisturí. Esto es especialmente útil en procedimientos que necesitan una gran precisión como la cirugía en los ojos. (Corte Láser: ¿Qué Es? + ¿Cómo Funciona Una Máquina?, 2020).

6.8. Diferencias entre oxicorte y corte por laser

Al comparar el corte por láser con el oxicorte, los siguientes son factores clave a considerar:

- Versatilidad: El corte por láser es la opción más versátil. Es compatible con una gama más amplia de materiales, incluidos metales y no metales. Y como las cortadoras láser están preprogramadas, son más fáciles de automatizar para tiradas de producción a gran escala. La llama, por otro lado, es una técnica válida sólo para metales y es un proceso mucho más lento.
- Precisión de corte: La precisión del corte por láser es muy superior a la del oxicorte. El rayo láser se enfoca en un diámetro muy fino y puede alcanzar una precisión de hasta 0,02 mm. Este nivel de precisión no es posible con el corte por llama, por lo que el corte por láser es la opción preferida para diseños complejos o tolerancias estrictas.
- Calidad de corte: el rayo láser crea un acabado limpio y suave sin rebabas ni bordes afilados. Esto es especialmente útil cuando se trabaja con materiales como acrílico y madera que pueden exigir acabados suaves. Por otro lado, el enfoque menos preciso de un cortador de llama permite que parte del material derretido se solidifique en los bordes, dejando finalmente un acabado rugoso.

- Residuos de corte: El corte por láser genera muy poco desperdicio de material, ya que el rayo láser es extremadamente preciso y exacto. Por el contrario, los oxicortes derriten mucho más material en una sola pasada y también crean bordes imperfectos que pueden necesitar limarse más adelante. En general, como resultado se pierde mucho más metal.
- Corte de materiales: dado que el corte por láser puede cortar tanto metales como no metales, es la opción más versátil cuando se trata de selección de materiales. El corte por llama solo puede funcionar en metales, por lo que el corte por láser es la mejor opción para proyectos más complejos.
- Molestias durante el proceso de corte: el proceso de corte por láser es relativamente silencioso y seguro, y se emiten menos gases o humos durante el proceso. Por otro lado, el corte con llama es un proceso ruidoso y potencialmente peligroso que involucra gases inflamables y una llama abierta. Los dispositivos de llama también necesitan un mantenimiento más frecuente que las cortadoras láser porque los cabezales láser tienen menos piezas móviles. Sin embargo, el corte por láser no está exento de requisitos de mantenimiento; Los cabezales láser deben limpiarse y recibir mantenimiento con regularidad. Y dado que las máquinas son potentes implementos de corte por naturaleza, todos los operadores deben estar capacitados en seguridad láser.

Cada método difiere en las herramientas y equipos que requieren. Para el corte por láser, sólo las máquinas láser especiales dirigirán adecuadamente los rayos láser sobre el material. El oxicorte requiere un soplete de gas oxiacetileno y el equipo asociado para crear una llama de alta intensidad. (josemiguel & josemiguel, 2024).

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

7. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

7.1. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES		febrero	marzo					abril					mayo				junio
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1. Capacitación	P																
	R																
1.1 Conocer el proceso de consumo de materiales actual	P																
	R																
1.2 Recabar información real de los desperdicios	P																
	R																
2. Reconocimiento	P																
	R																
2.1 Análisis de los datos para conocer el problema	P																
	R																
2.2 Visita a asesor interno	P																
	R																
3. Propuesta de mejora	P																
	R																
3.1 Evaluar las opciones	P																
	R																
3.2 Presentación de la opción que más se ajuste a las necesidades	P																
	R																
3.3 Visita a asesor interno	P																
	R																
4. Planeación de implementación de propuesta	P																
	R																
4.1 Descripción general	P																
	R																
4.2 Visita a asesor interno	P																
	R																
4.3 Proyección de costos	P																

Visita a asesor interno: tomar opinión de asesor para el análisis de los datos recabados durante la capacitación.

7.2.3. Propuesta de mejora (semana del 31 de marzo al 18 de abril)

Evaluar las opciones: Proponer implementación de mejora tecnológica que se adapte a las necesidades del proceso y la reducción en los tiempos de producción ayudando a reducir el desperdicio generado teniendo viéndose reflejado en los costos.

Visita a asesor interno: Presentar opciones factibles al asesor para que con su ayuda se pueda obtener la opción más factible.

7.2.4. planeación de implementación de la propuesta.

Descripción general: Una vez escogida la maquina/software que se adapte a las necesidades se dará una descripción general de su funcionamiento.

Visita a asesor interno: con la información requerida se propondrá la dirección que tomará el proyecto.

Proyección de costos: se desarrollaras las proyecciones como lo son costos de la adquisición, así como las capacitaciones, reestructuración en las áreas de trabajo, construcción de nuevas instalaciones, adquisición de complementos de maquinaria (en caso de ser necesarios).

7.2.5 Documentación y entrega.

Preparación del informe final: se recopilarán los datos y información recabada para dar forma al reporte final.

Revisión y entrega: mostrar reporte final al asesor interno para su evaluación para realizar los reportes pertinentes.

Final de proyecto: entrega del reporte final ya aprobado por asesor interno y externo.

8. Resultados

8.1. Planeación de ubicación

En consideración a los problemas encontrados en el proceso de corte se propone la implementación de una máquina de corte que permita modernizar los procesos, tomando en cuenta las dimensiones de las placas que van desde laminas calibre 12 (2.66mm) a placas de espesor de 1" en las dimensiones estándar de 72" x 240" (1.82m x 6.09m) x 96" x 480" (2.43m x 12.19m) y las que más se usan en su proceso, además de contar con un sistema de un sistema que permita la distribución y mejor sugerencia de las piezas mejorando así el aprovechamiento de los materiales.



Ilustración 18 Pantógrafo LASERTHERM 12025

La máquina seleccionada es una máquina de origen mexicano, LASER 12025H MAXPHOTONICS de corte laser y que es capaz de cortar un máximo de 50.8mm de espesor en materiales como acero, acero inoxidable, cobre y broce, una cama para área de corte de 14480mm x 3940mm como se muestra en la ilustración 19, el cual es el óptimo para las dimensiones de placas que se manejan, también es

importante mencionar su precisión y limpieza en los cortes que permitiría ajustar un poco más las piezas para aprovechar los espacios.

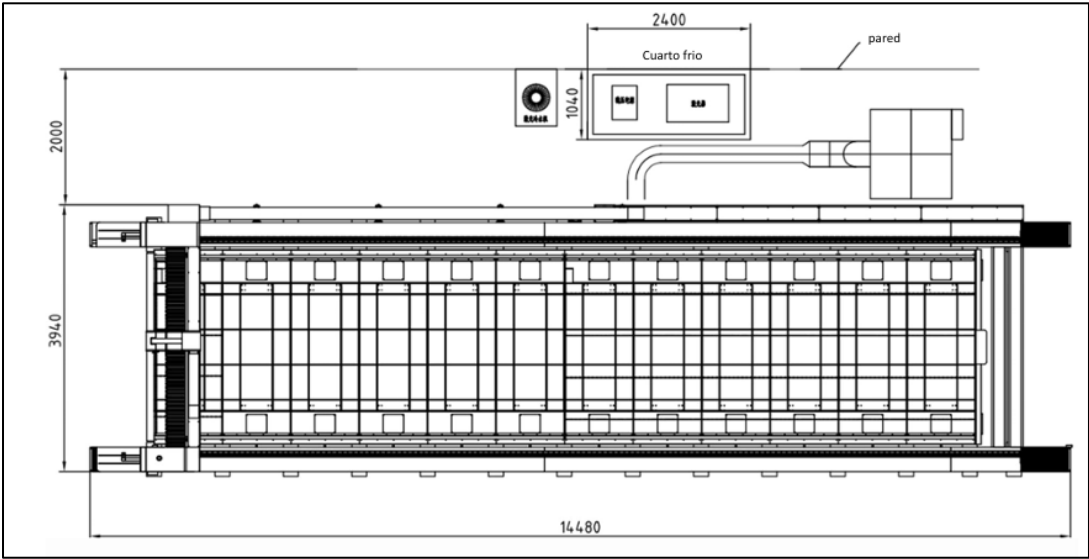


Ilustración 19 Diagrama del pantógrafo general del LASERTHERM 12025



Ilustración 20Foto paralela del pantógrafo

Que cuenta con el siguiente equipamiento para el sistema laser CONFIGURACION PRINCIPAL DE SISTEMA LASER LASERTHERM	
MODELO	LASERTHERM 12025
Fuente de poder laser fibra	MAXPHOTONICS
Cabezal de corte	BOCI auto-focus
Sistema de Transmision	Dual-drive, cremallera piñon
Guías lineales	Taiwan HIWIN cero back-lash

Cremalleras y piñones	Taiwan YYC
Motorreductores	Shimpo Japon
Servo Motor/ Servo Driver	Yaskawa Japon
Chiller o enfriador de agua	Hanli, Dual temperature and Dual cooling
Control CNC	CYPCUT / HYPCUT
Valvulas Solenoides	AIRTAC from Taiwan
valvulas adicionales	SMC from Japan

Tabla 9 Configuración principal de sistema laser LASERTHERM

El sistema consta en un cabezal, un bastidor, una base y un sistema de accionamiento, y su forma geométrica es variable impulsado por un sistema de transmisión para colocar la cabeza en la posición correcta en X y Y para el corte de las piezas. Esta máquina se opera por un sistema llamado ProNest 2025 incluye potentes características para ayudarle a administrar toda la operación de corte,



Ilustración 21 Logotipo ProNest 2025

cotizar proyectos, administrar órdenes de trabajo, supervisar el estado de la máquina. Este sistema también sugiere un mejor acomodo de las piezas en base a los dibujos que se ingresen en ella; para ingresar los dibujos es necesario que un ingeniero se encargue de alimentar el sistema con ellos para que el software pueda dar el mejor acomodo en el material ocupando al máximo los espacios disponibles y teniendo una ventana emergente.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

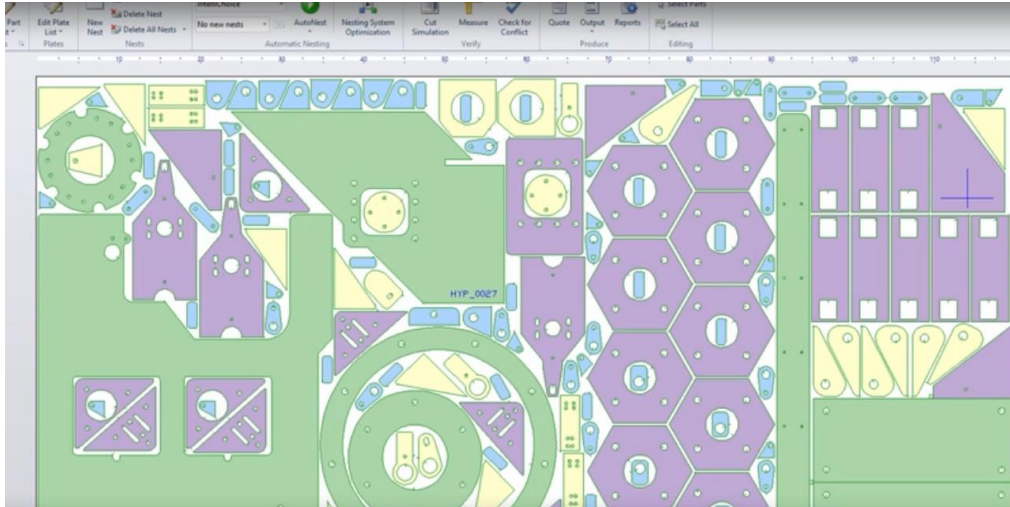


Ilustración 22 Interfaz de acomodo

Te permite desarrollar base datos de las placas en base a los sobrantes que se tienen de corte anteriores para poder utilizar ese material en futuros procesos, este es posible ya que al ingresar una placa el sistema asigna un número a dicha placa que se almacena en la base de datos cada vez que se realiza un proceso de corte, al residuo del corte con un área considerable se le asigna un nuevo número para utilizare material en procesos posteriores. Este número se coloca de manera manual por el obrero y ayuda a su localización. Con cada proceso que se realice se le asigna un nuevo número hasta el residuo sea scrap.

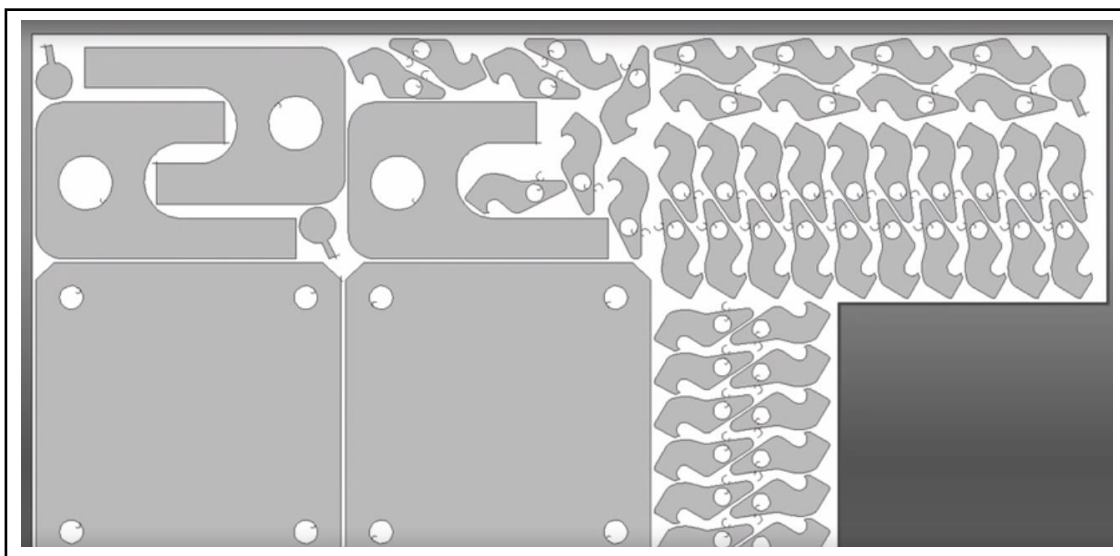


Ilustración 23 Corte de piezas en material sobrante

8.1.1 Flujo de trabajo de ProNest



Ilustración 24 Sistema ProNest

Para una correcta planeación de donde colocar la maquina primero debemos tomar en cuenta las dimensiones de esta, teniendo una longitud de 12m de largo x 5 metros de ancho así que empezaremos considerando la distribución de la planta y el área al que se emplea actualmente como se observa en la figura 23.

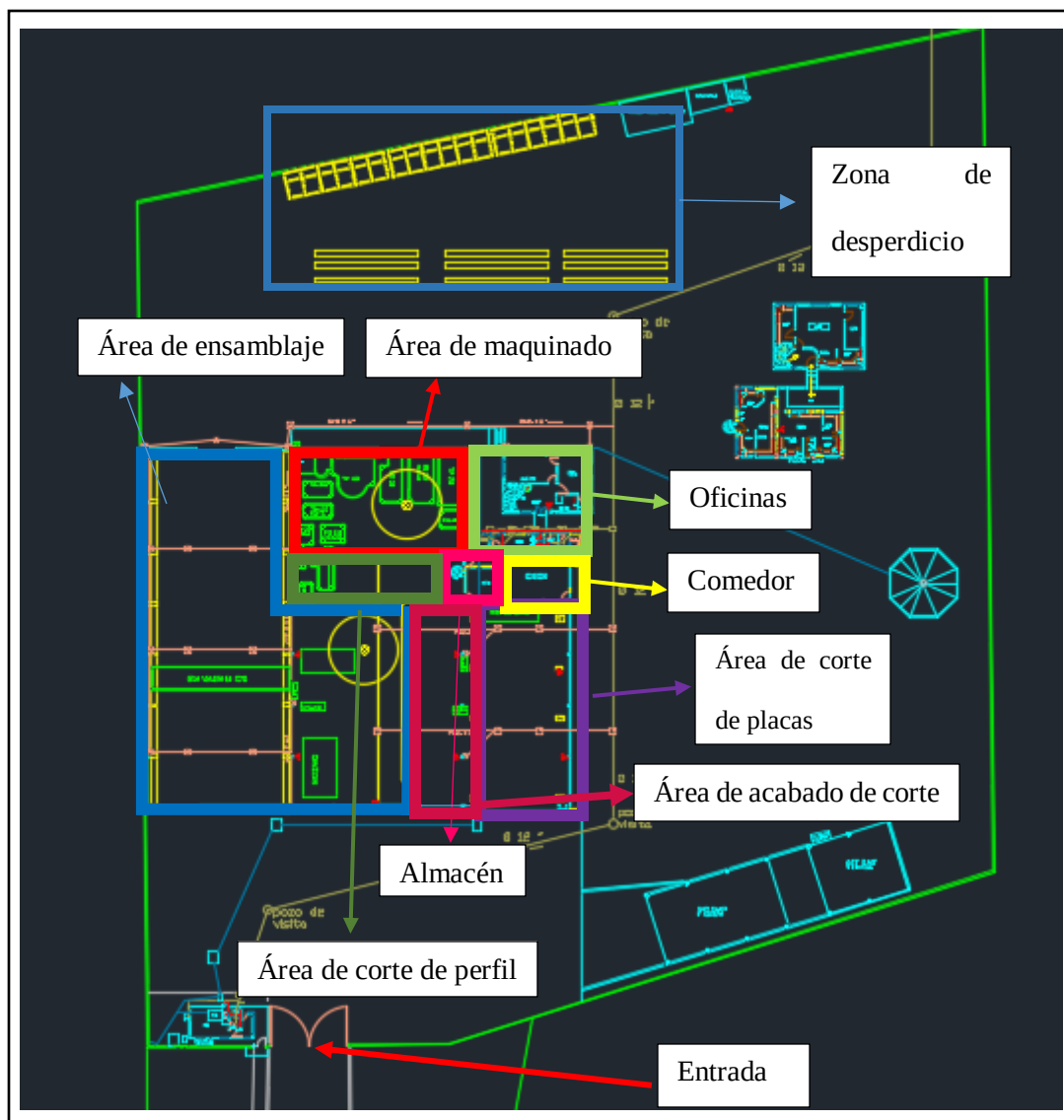


Ilustración 25 Planos generales de FETSA

En la figura 23 podemos observar de manera general la distribución de las áreas generales de la planta en donde nos debemos enfocar principalmente en el área de corte actual donde se descargan las placas,

se realizan los trazos para posteriormente realizar los cortes, es esta área donde se destinaria para la colocación de la máquina, esta también está equipada con una grúa viajera de 15 toneladas que ayudaría a cargar y descargar el material de las máquinas. Esta área cuenta con un largo de 10719.17mm y un ancho de 23751.32mm cómo se muestra en la ilustración 25.

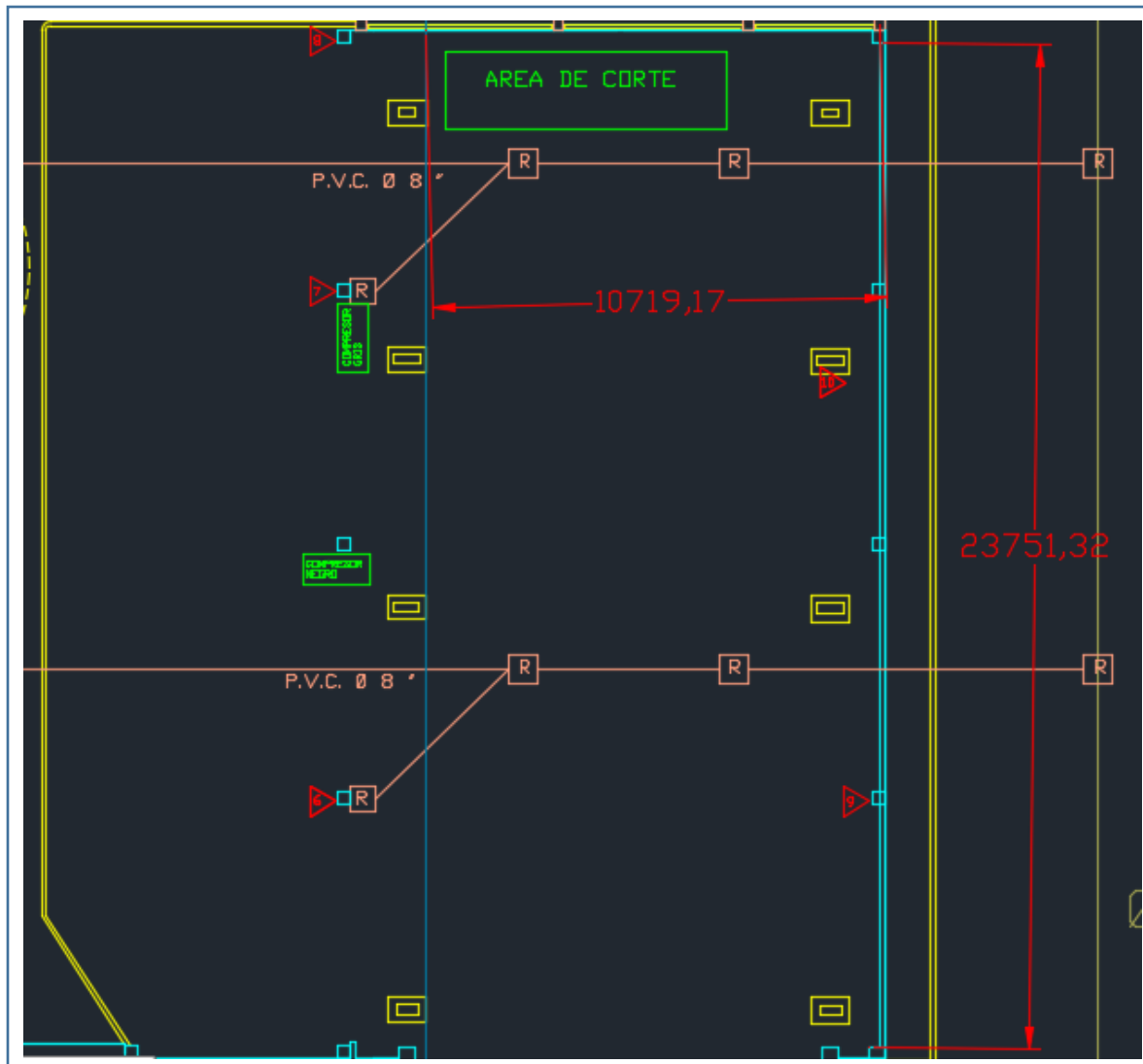


Ilustración 26 Dimensiones de área de corte

Esta cuenta con el tamaño necesario para colocar la máquina, tener mesas de trabajo para la identificación de las piezas y la descarga de los camiones con el material, se colocaría de madera transversal para aprovechamiento del espacio dejando un pasillo de 1800.44mm de costado y 1650.09mm para la operación y el mantenimiento de esta.

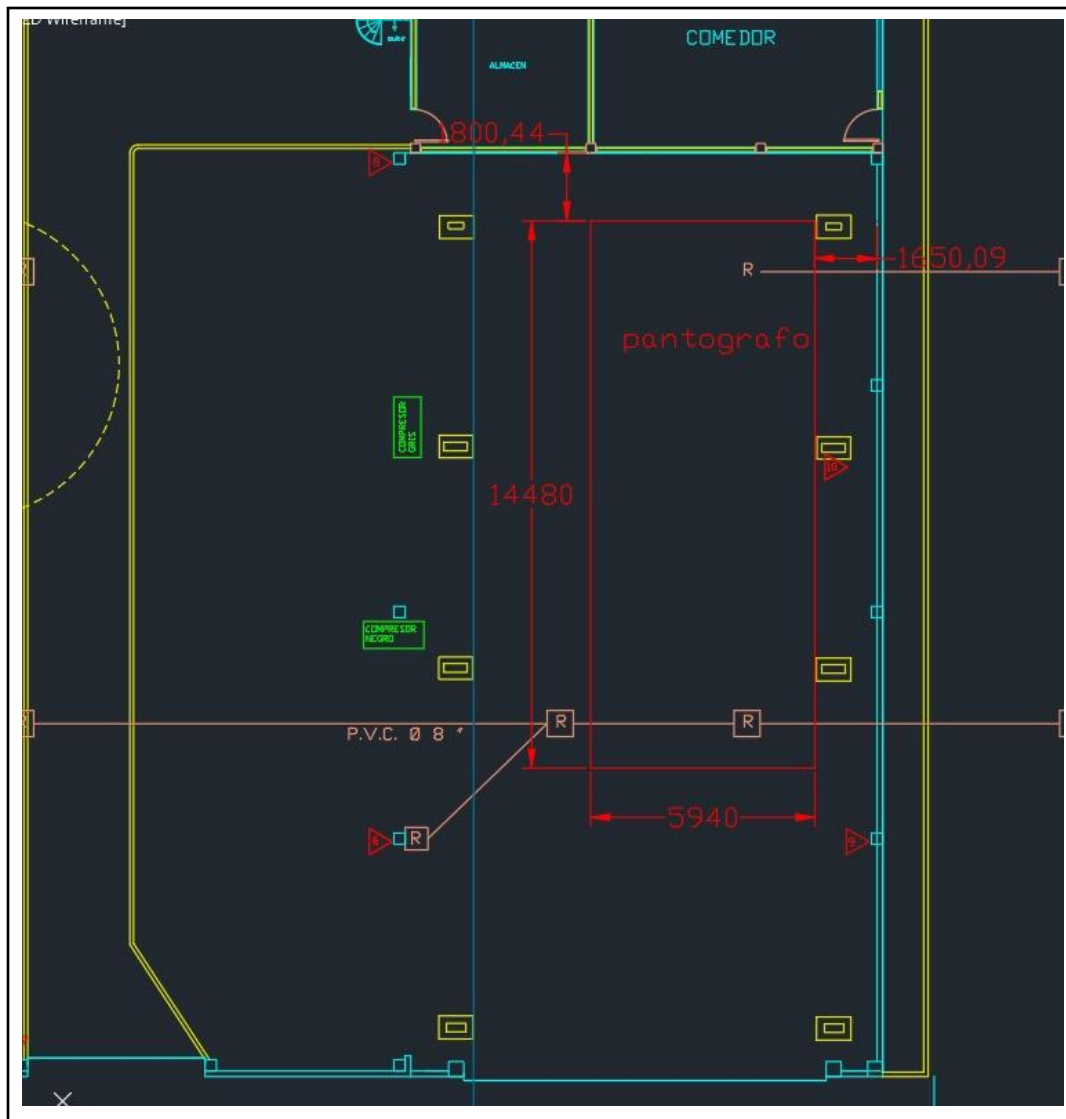


Ilustración 27 Propuesta de colocación de pantógrafo

También se propondría la ocupación del área de acabado con mesas de trabajo para el trazo de subprocesos y el marcaje de las piezas salientes para su ocupación o su almacenaje que también representa un problema para la empresa ya que no se cuenta con las instalaciones adecuadas para el correcto almacenaje del material sobrante que será utilizado posteriormente.

Actualmente la placa sobrante es colocada en la parte trasera de las naves, en la intemperie como se muestra en la ilustración 10, lo que está provocando que el material sufra oxidación y corrosión que lo deja inutilizable generando una gran pérdida económica para la empresa.

Ahora con la implementación de la máquina de oxicorte que permite el manejo de material sobrante es posible la clasificación de estos por espesor y por tamaño se aconsejaría como un extra de esta propuesta es la creación de un almacén por niveles como lo se muestran en ilustración.

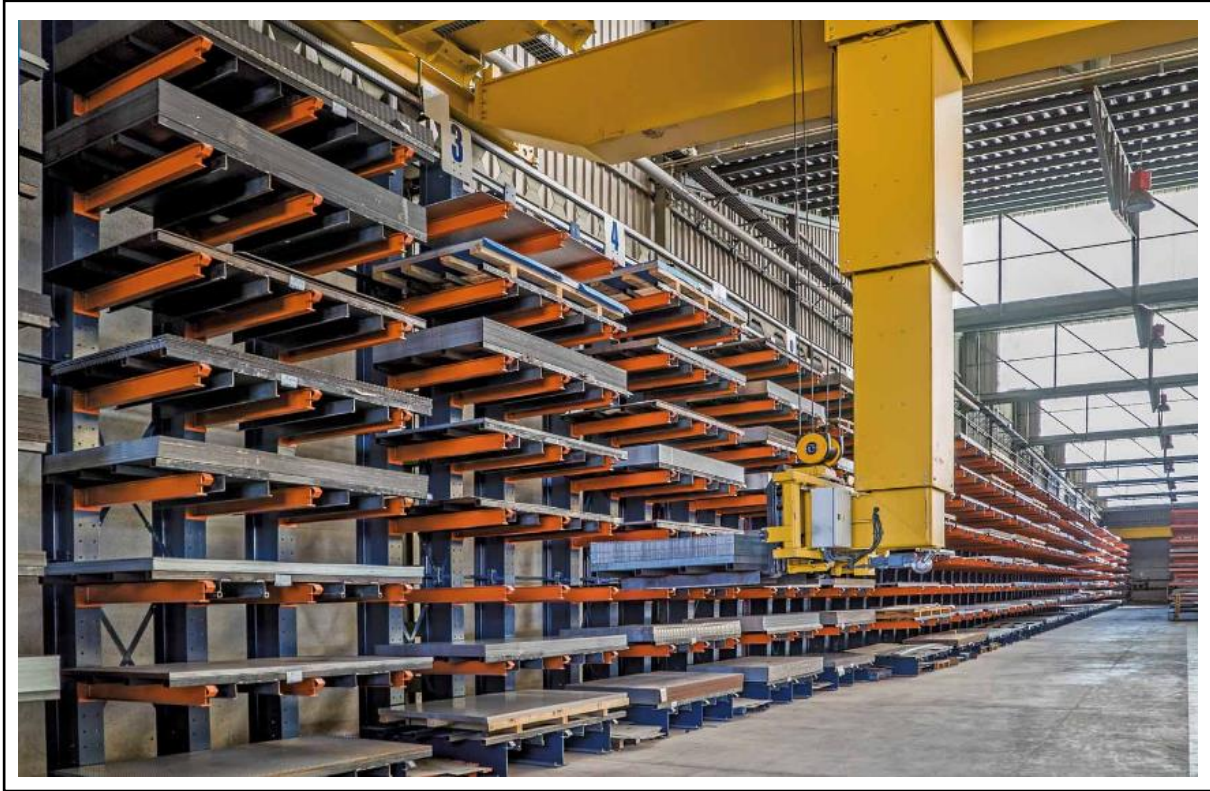


Ilustración 28 Ejemplo de almacén de placas.

Con maquinaria especializadas para el correcto almacenaje y clasificación de las placas en existencia y el material sobrante, este diseño también permite el almacenaje de perfiles y tubos que se utilizan en la producción. Este diseño no cambia mucho solo con ligeras modificaciones como se muestra en la ilustración 28. Esto también ayudara a mantener el material en óptimas condiciones por un tiempo más prolongado que no permita la mayor optimización de recursos ya invertidos en la adquisición de materiales, este ayudaría ampliamente en la reducción de gastos.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE



Ilustración 29 Almacenaje de perfiles.

El área actual destinada al almacenaje cuenta con las dimensiones necesarias, pero sin la infraestructura necesaria como se muestra en la Ilustración 10, por la generación de desperdicio actual se recomienda la ampliación de almacén con las instalaciones necesarias para el almacena de estas ya permitiendo un mejor control basada en la base de datos que general el programa ProNest con el que opera el pantógrafo LASER 12025H MAXPHOTONICS aprovechando al máximo los recursos que estos ofrecen.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

8.2. Proyección de inversión

La compra de una maquina con estas características representa una inversión importante por lo que a continuación se plantea una proyección para la recuperación de esta inversión. La empresa Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala en esta ocasión no ha otorgado autorización alguna para el uso, reproducción, divulgación o publicación de su información financiera, ya sea total o parcial, contenida en el presente documento o en cualquier otro medio por lo que los datos financieros necesarios para esta proyección son suposiciones a excepción del costo real de la maquina LASER 12025H MAXPHOTONICS de corte laser y se manejaran los costos en dólares ya que es la moneda utilizada en la adquisición de la máquina además de que los clientes pagan en dólares y no requeriría de depender del tipo de cambio.

En promedio se fabrican una O.F. (ordenes de fabricación) por mes, de cada orden de fabricación se supone un desperdicio de material de 10,632.55 kg tomando como ejemplo la O.F. 001/2025 sobre la que se trabajó como se muestra en la tabla 8. Según el valor aproximado que otorgo el departamento de compras el costo del acero es de \$19.5/kg derivado al tipo de material que se maneja con certificados de calidad acreditados que garantiza las propiedades químicas y mecánicas del material.

$$10,632.55 \text{ kg} * \$19.50 = \$207,334.72$$

Según el tipo de cambio en el diario oficial de la federación entre las fechas de 02/06/2025 a 06/06/2025 mostrado en la ilustración 30 en donde el promedio de tipo de cambio es de \$19.25 del que tomaremos como tipo de cambio para este ejemplo.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

FECHA	VALOR
02-06-2025	19.385800
03-06-2025	19.233800
04-06-2025	19.263800
05-06-2025	19.193200
06-06-2025	19.170000

Ilustración 30 Tipo de cambio del 02/06/2025 al 06/06/2025 DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION

$$\frac{\$207,334.72}{\$19.25} = \$10,770.63 \text{ USD}$$

El costo de la maquina propuesta LASER 12025H MAXPHOTONICS tiene un costo de 175,890.00 USD, tomaremos el tiempo de vida útil de la maquina según la garantía del fabricante que es de 8 años, esta podría alargarse hasta 16 años si de programan los mantenimientos preventivos y cambio de aceite y filtro por lo menos dos veces al año, pero por efectos de fabricante se tomaran los 8 años iniciales.

Mese para recuperar la inversión

$$\frac{175,890.00}{10,770.63} \approx 16.33 \text{ meses} \approx 1 \text{ año} \pm os$$

Con este payback podemos concluir que los beneficios actuales la inversión se recupera en un año y 4 meses de realizada la compra de la maquina esto debido a que nos permite mantener un mejor control del material sobrante por corte reduciendo el scrap y los materiales que son desechados por ya no ser aptos para su uso ya que presentan y corrosión.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

9. Conclusión

El proceso de corte impacta directamente en la gestión de los recursos destinados en la fabricación de los proyectos, podría derivar en que se requieran materiales extras para su fabricación o bien ser pedida para la empresa a no gestionar estos.

La importancia de este proyecto recae en mejorar las partes donde el proceso es vulnerable durante la ejecución, aumento el porcentaje de aprovechamiento del material, reduciendo los tiempos de corte y aumentando la eficiencia de los operarios.

En la parte académica y aplicación de conocimientos que esto conlleva, se reflejó y aplico lo aprendido durante los estudios de ingeniería en sistemas automotrices como lo es la mecánica de materiales en el manejo de los aceros, las materias en subconjunto como el cálculo y la estadística diferencial, así como la mecánica de materiales y la distribución de elementos de máquina son aplicables para este trabajo, me ofrecieron las bases en las que se basa este proyecto.

También desempeñe y mejore las habilidades blandas como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, manejo del estrés, adaptabilidad y flexibilidad, resolución de problemas, liderazgo y proactividad que son indispensables para mi vida como ingeniero.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE

10. Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Durante la realización de este proyecto se desarrollaron diferentes competencias tanto técnico como transversales entre las que podemos encontrar. En las competencias técnicas están las siguientes.

- **Análisis y resolución de problemas:** la capacidad para analizar situación en base a la información con la se cuenta para la llegar a una conclusión factible que se encuentre dentro nuestras capacidades.
- **Gestión del tiempo:** tener una organización bien estructurada para llevar a cabo las tareas que se tiene proyectadas en el inicio del proyecto o tarea encomendada
- **Habilidades técnicas específicas del proyecto:** aplicación de conocimientos técnicos adquiridos durante la carrera de Ingeniería en sistemas automotrices como lo fue el comportamiento de los materiales, maquinas eléctricas, diseño y selección de elementos de máquinas, gestión de la calidad automotriz, etc.
- **Manejo de software:** La utilización del software SOLIDWORKS que se utiliza durante el aprendizaje de la carrera sirvió como introducción al software AutoCAD que el que se utiliza en Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala.

Las competencias transversales me permitieron desarrollarme en el ámbito laboral para la aplicación de los conocimientos adquiridos como son los siguientes:

- **Comunicación:** comunicar información de manera clara con el personal de la empresa para poder desempeñar mejor el trabajo.
- **Liderazgo:** motivar y coordinar las tareas a desempeñar con los equipos de trabajo.
- **Adaptabilidad:** ajustarse al trabajo y al cambio de entorno fue un nuevo desafío al que me adapte con ayuda de los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el proyecto.

10. Fuentes de información

- Kiss, T. (2018, January 25). Revolución Industrial - Resumen, causas y consecuencias. Concepto. <https://concepto.de/revolucion-industrial/>
- Marketing. (2020, July 26). La importancia de la automatización de procesos industriales | 5 beneficios. EDS Robotics. <https://www.edsrobotics.com/blog/automatizacion-procesos-industriales/>
- Favarello, C. (2022, April 8). Las principales ventajas de utilizar el acero en la construcción. Coppermetal. <https://www.coppermetal.com.br/es/blog/las-principales-ventajas-de-utilizar-el-acero-en-la-construccion/>
- admin. (2025, March 25). Guía Definitiva sobre el Espesor de Placas de Acero: ¿Cómo Elegir el Ideal para tu Proyecto? Laminas Y Aceros Del Puerto. <https://acerosdelpuerto.com/guia-definitiva-sobre-el-espesor-de-placas-de-acero/>
- Acero ASTM A36: características, propiedades, análogos - Metinvest. (2025). Metinvestholding.com. <https://metinvestholding.com/es/products/steel-grades/astma36>
- Steel Plate Specialists. (2022). Chapel Steel. <https://www.chapelsteel.com/es/a572.html>
- Normas ASTM - AEC. (2024). AEC; AEC - Asociación Española para la Calidad. <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/normas-astm/>
- ¿Qué es la clasificación SAE y cómo interpretarla? (2022). Ulbrinox. <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-es-la-clasificacion-sae-y-como-interpretarla>
- ¿Qué es un pantógrafo CNC? (2019, September 22). Tecnologías En Soldadura. <https://tecnologiasensoldadura.com.mx/que-es-un-pantografo-cnc/#:~:text=Los%20pant%C3%B3grafos%20CNC%20son%20una,o%20eliminar%20la%20soldadura%20defectuosa> .

- ¿Qué es un CNC Plasma? Definición, modelos y aplicaciones. (2024, June 24). SIDEKO | Máquinas CNC. <https://sideco.com.mx/que-es-un-cncplasma/?srsltid=AfmBOoofXPiFlw6VnCeSdTrRSWmqrvvA3iXdO9fALwtXRszFDKUKrL> .
- Jorge. (2023, January 17). Esto es un [Pantógrafo CNC] y sus Características. Wolf 3D Ingeniería. <https://wolf3d.tech/caracteristicas-de-un-pantografo-cnc/#:~:text=Sus%20siglas%20CNC%20significan%20en,tu%20producci%C3%B3n%20de%20forma%20automatizada>
- apotver. (2020). PANTÓGRAFO CNC, VENTAJAS Y BENEFICIOS – Aceros Pot-Ver. Grupopotver.com. <https://www.grupopotver.com/2020/10/13/pantografo-cnc-ventajas-y-beneficios/>
- pantógrafo cnc en la industria beneficios - Buscar con Google. (2024). Google.com. https://www.google.com/search?q=pantografo+cnc+en+la+industria+beneficios&sca_esv=4d0581c537874d20&sxsrf=AHTn8zqbV3wVdobe9BmQTtrozLPat77KWA%3A1743036788802&ei=dKHkZ7jXMJjGkPIPxdClqQ0&oq=pantografo+cnc+en+la+industria+be&gs_l=p=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiIXBhbnRvZ3JhZm8gY25jIGVuIGxhIGluZHVzdHJpYSBiZSoCCAAyBRAhGKABMgUQIRigATIEECEYFUiyJ1DJClhEXABeACQAQCYAa4CoAGZCKoBBTItMy4xuAEDyAEA-AEBmAIEoAKeBsICChAAGLADGNYEGEeYAwCIBgQGBgiSBwUxLjAuM6AHRRKyBwMyLTO4B5AG&sclient=gws-wiz-serp
- Oxicorte. Proceso y Productos - Gestión De Compras. (2021, September 3). Gestión de Compras. <https://www.gestiondecompras.com/es/productos/conformado-de-chapa/oxicorte/>
- Harrison, N. (2023, January 16). Comprender el corte por plasma: principio de funcionamiento y ventajas. Rapiddirect. <https://www.rapiddirect.com/es/blog/what-is-plasma-cutting/>

- Corte Láser: ¿Qué es? + ¿Cómo Funciona una Máquina? (2020, December 15). Soluciones de Embalaje. <https://solucionesdeembalaje.com/corte-laser-que-es/#:~:text=En%20esencia%2C%20el%20corte%20l%C3%A1ser,%2C%20pl%C3%A1stico%2C%20cart%C3%B3n%20y%20metal>
- diferencias entre corte laser y oxicorte - Buscar con Google. (2024). Google.com. https://www.google.com/search?q=diferencias+entre+corte+laser+y+oxicorte&oq=diferenci&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBggAECMYJzIGCAAQIxgnMgYIARBFgDkyDwgCEAAyQxixAxiABBiKBtIPCAMQABhDGLEDGIAEGIoFMgwIBBAAGEMYgAQYigUyDagFEAAyFBiHAhiABDIHCAYQABiABDIHCACQABiABDIHCAGQABiABDIMCAkQABhDGIAEGIoF0gEKMTE3NjNqMGoxNagCCbACAFefDQ35NcGNHOM&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- josemiguel, & josemiguel. (2024, February 24). Diferencias entre corte por láser y oxicorte. TRG. <https://www.trgsi.es/es/noticias/diferencias-corte-laser-oxicorte#:~:text=El%20oxicorte%20utiliza%20una%20mezcla,realizar%20cortes%20precisos%20y%20exactos>
- DOF - Diario Oficial de la Federación. (2025). Dof.gob.mx. https://dof.gob.mx/indicadores_detalle.php?cod_tipo_indicador=158&dfecha=02%2F06%2F2025&hfecha=06%2F06%2F2025#gsc.tab=0
- García, M. (2024, May 7). Estas son las competencias desarrolladas en un proyecto indispensables para trabajar en equipo. <https://www.crehana.com>. <https://www.crehana.com/blog/negocios/competencias-desarrolladas-proyecto/>