



## OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“TRABAJO PROFESIONAL”

NOMBRE DEL ALUMNO: Francisco Javier Pérez Martínez

NÚMERO DE CUENTA: 303153410

CARRERA: Ingeniería Mecánica

ASESOR: Dr. José Javier Cervantes Cabello

AÑO: 2013

**Facultad de Ingeniería**  
**División de Ingeniería Mecánica e Industrial**

NOMBRE DE LA EMPRESA: Maquinaria JERSA, S.A. de C.V.

TÍTULO: **OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS**

OBJETIVO: Dar a Conocer las actividades para la fabricación de máquinas así como su aplicación en la industria y el impacto para la empresa dentro de la producción.

**ÍNDICE TEMÁTICO**

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1: Descripción de la empresa. ....	2
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA .....	2
1.2 SECTOR DE PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA JERSA .....	4
1.3 PRODUCCIÓN DE JERSA .....	4
1.4 IMPORTANCIA DE JERSA EN EL DESARROLLO DEL PAÍS COMO PARTE DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA .....	8
1.5 ASIGNACIÓN DE RECURSOS, RESPONSABILIDADES Y ORGANIZACIÓN EN MAQUINARIA JERSA .....	9
1.5.1 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES DE JERSA .....	11
1.5.2 COMPORTAMIENTO DE APOYO COMO MODELO DE MAQUINARIA JERSA.....	14
CAPITULO 2: Descripción del puesto de trabajo .....	16
2.1. SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN .....	16
2.2. SISTEMAS DE MANUFACTURA DE JERSA .....	19
2.3. SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PERSONAL .....	21
2.3.1. SUPERVISIÓN EN EL USO DE MATERIALES .....	22
2.4. PROCESOS DE MANUFACTURA .....	27
2.4.1. PROCESOS DE ENSAMBLE DE MAQUINARIA .....	30
2.4.2. PROCESOS DE SOLDADURA .....	34
2.5. PLANOS DE FABRICACIÓN .....	37
2.6 FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN EQUIPO DE MAQUINARIA JERSA ..	40

2.6.1 ARMADO DE TABLEROS DE CONTROL .....	54
2.7. PROGRAMACIÓN Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	55
2.8. PRUEBAS CON CLIENTES .....	58
2.9. EMBARQUE DE LOS EQUIPOS TERMINADOS .....	60
CAPITULO 3: Descripción de la participación en la empresa .....	62
3.1. PROYECTO "RED DE SUMINISTRO DE GAS" .....	62
3.1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	62
3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	64
3.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA A SOLUCIONAR .....	69
3.2. MESA GIRATORIA DE USO MULTIPLE COMO APORTACIÓN A LA EMPRESA .....	76
CONCLUSIONES .....	84
BIBLIOGRAFÍA .....	85

# **MAQUINARIA JERSA**

## INTRODUCCIÓN

En este reporte se explican los diferentes procesos que se utilizan en la empresa maquinaria JERSA para la fabricación de equipos destinados al procesamiento de productos de la industria alimenticia.

El contenido temático de este reporte está organizado en tres capítulos. Cada uno de ellos presenta breves textos sobre el tema abordado, acompañado de ilustraciones para su mejor interpretación. En el primer capítulo se explica la posición de JERSA respecto a las actividades productivas del país, así como la forma en que se integran y operan todas las áreas de la empresa, también se describen aspectos que permiten conocer a maquinaria JERSA, interna y externamente, lo que hace comprender los motivos y efectos de todas las actividades que aquí se realizan. En el segundo capítulo se hace referencia a las actividades en las que participé como supervisor de producción, se describe en forma completa el perfil de este puesto y la manera en que se interactúa con los demás integrantes. En esta parte del reporte se explica cómo se relacionan los conocimientos adquiridos en las asignaturas de la carrera de ingeniería mecánica con las actividades de producción de las máquinas de JERSA. En el tercer capítulo se presentan las aportaciones que realice a la empresa, que conducirían a mejorar los procesos de fabricación y que serían considerados como opciones de solución a los objetivos de reducción de costos asignados al departamento de producción.

Sin duda en este escrito se explica la forma en que se ponen en práctica las habilidades propias de un ingeniero mecánico al desarrollar las actividades en el área de producción de maquinaria JERSA.

## **CAPITULO 1: Descripción de la empresa.**

### 1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Maquinaria JERSA fue fundada en 1972, actualmente cuenta con más de 80 empleados y 41 años de experiencia, constituyéndose como una de las empresas de base tecnológica más importantes en el desarrollo y producción de maquinaria y equipo para la industria alimenticia de nuestro país.

A la fecha ha fabricado y entregado más de 15,000 equipos en México, Estados Unidos, Canadá, Guatemala, Costa Rica, Puerto Rico, Bolivia, Brasil, Argentina y el Reino Unido.

Entre sus principales clientes se encuentran empresas como Campbell's, La Costeña, Gerber, Herdez, Jugos del Valle, Kellogg's, La Morena y San Marcos, entre muchos otros.

JERSA es una empresa que tiene origen familiar, surgió como empresa artesanal. Inicio sus actividades por la voluntad de personas que tuvieron la idea y los medios necesarios para ponerla en funcionamiento.

Esta empresa creció y con el tiempo adquirió gran importancia ya que sus productos han sido bien recibidos por el consumidor gracias a la excelente competitividad que caracteriza a JERSA y a que siempre ha tenido presente la importancia de mantener los siguientes tres factores; capital, trabajo y organización, que a la vez engloban los siguientes conceptos:

- Número de trabajadores.
- Dimensiones de capital o recursos materiales con los que cuenta.
- La organización en la toma de decisiones, es decir, el dueño y los accionistas son los que deciden si delegan esa responsabilidad a un grupo de profesionistas, directivos y gerentes.
- La regionalización en las operaciones, es decir, la empresa se localiza en una zona siendo una solo matriz sin sucursales. Se ubica en calle Emiliano Zapata 51 colonia San José Buenavista en Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
- La organización de la producción, las técnicas de producción y los sistemas administrativos que utiliza.

Ubicación geográfica de la empresa.



Figura 1.1 Ubicación geográfica de Maquinaria JERSA

Como ya se mencionó, el inicio de Maquinaria JERSA fue con trabajos artesanales como forma organizada de trabajo que constituyó la base de la economía de la empresa, en ese entonces como en los talleres artesanales, podía identificarse a los aprendices, oficiales y al maestro o dueño del taller, que supervisaba el trabajo.

Durante el paso de los años se produjeron cambios en la estructura administrativa y operativa de la empresa; surgieron nuevas formas de organización en el trabajo; la organización en el trabajo cambió, dejando atrás la artesanía para convertirla en un proceso manufacturero industrial. Debido principalmente al incremento de la demanda de la producción, lo que nos hace recordar que en esta etapa del desarrollo de JERSA la necesidad de mejora impulso el cambio.



Figura 1.2 Operador de múltiples máquinas en una línea de producción.

## 1.2 SECTOR DE PRODUCCIÓN DE MAQUINARIA JERSA

Convencionalmente, las actividades económicas desarrolladas por la población se organizan en tres sectores económicos, primario, secundario y terciario. En su conjunto estas actividades generan todos los bienes y servicios que demanda la población.

### SECTOR SECUNDARIO

JERSA pertenece a este sector ya que aquí se incluyen las actividades que realizan una transformación de los recursos naturales para obtener objetos diversos: sector manufacturero. A su vez se clasifican en:

- Bienes de consumo final.
- Bienes de producción.

En bienes de producción se encuentra JERSA ya que satisface las necesidades de las empresas de bienes de consumo final. Al fabricar maquinaria pesada y ligera para el procesamiento de alimentos.

En cuanto al tamaño, la empresa se clasifica como mediana por el número de trabajadores con los que cuenta. A pesar de no ser una empresa grande como los grandes consorcios mundiales, cuenta con métodos adecuados de trabajo y una buena organización jerárquica.

Los productos de JERSA se distribuyen en el extranjero, pero principalmente en todo el territorio nacional.

## 1.3 PRODUCCIÓN DE JERSA

La producción de los equipos de JERSA es variable, ya que depende directamente del consumo de sus clientes, en su mayoría, empresas del sector alimenticio y se fabrica bajo pedido.

La empresa cuenta con una línea de máquinas estándar de alrededor de 70 modelos, las cuales están clasificadas de acuerdo a la función que realizan en 7 grupos como se indica a continuación:

1. Manejo de Materiales.
2. Limpieza y selección.
3. Reducción de Tamaño.
4. Calentamiento y Preparación.
5. Llenado y envasado.
6. Manejo de Envases.
7. Pasteurización y Esterilización.

Algunos de los principales productos son mostrados a continuación:

1. Manejo de Materiales.



2. Limpieza y selección.



3. Reducción de Tamaño.



#### 4. Calentamiento y Preparación.



#### 5. Llenado y envasado.



## 6. Manejo de Envases.



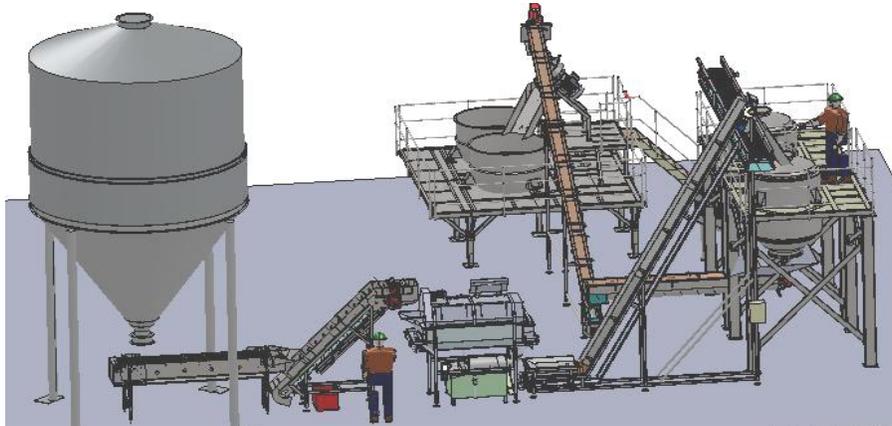
## 7. Pasteurización y Esterilización.



Tal como lo dice la frase de presentación de JERSA "Soluciones a la Medida para el Proceso de Alimentos". Los equipos fabricados son hechos de acuerdo a las necesidades del cliente, se puede fabricar desde una máquina pequeña hasta una línea completa de proceso para conservas como frutas y verduras en almíbar,

salmuera o vinagre, jugos y néctares, purés y mermeladas, sopas, guisados y salsas, así como para empaque fresco, congelamiento y deshidratación.

Cada línea es diseñada con base a las necesidades de automatización, capacidad de producción, tipo de envase, espacio disponible y presupuesto, así como sus requerimientos de higiene y seguridad, buscando que sea lo más completa, flexible y versátil posible el mayor aprovechamiento de los equipos. A continuación se muestra un diseño de una línea de procesos realizada por JERSA.



#### 1.4 IMPORTANCIA DE JERSA EN EL DESARROLLO DEL PAÍS COMO PARTE DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA [1]

La industria, como sector de la actividad económica, abarca todos los procesos de transformación de materias primas. Esta transformación puede ser necesaria para que los bienes producidos sean consumidos directamente por la población o que sean utilizados por las industrias para elaborar otros productos.

En nuestro país existen más de 20 ramas industriales manufactureras; entre las más importantes se encuentran la alimentaria, química siderúrgica, de automotores, textil, de bebidas refrescantes y de electrodomésticos.

La industria alimenticia mexicana cuenta con fábricas en todo el país, pero las más importantes están localizadas en el Distrito Federal y el Estado de México; ésta industria procesa y empaqueta todo tipo de alimentos: leche, carne y sus derivados, entre otros y JERSA fabrica gran variedad de equipos y máquinas para este sector de la industria.

En JERSA como en la mayoría de las empresas existen programas de capacitación para el personal o se otorgan becas para que se preparen a través de cursos, talleres, diplomados, etc. Lo que genera trabajos de alta calidad reconocida

internacionalmente, por los clientes de otros países, que adquieren los equipos fabricados en maquinaria JERSA debido a la competitividad que la caracteriza.

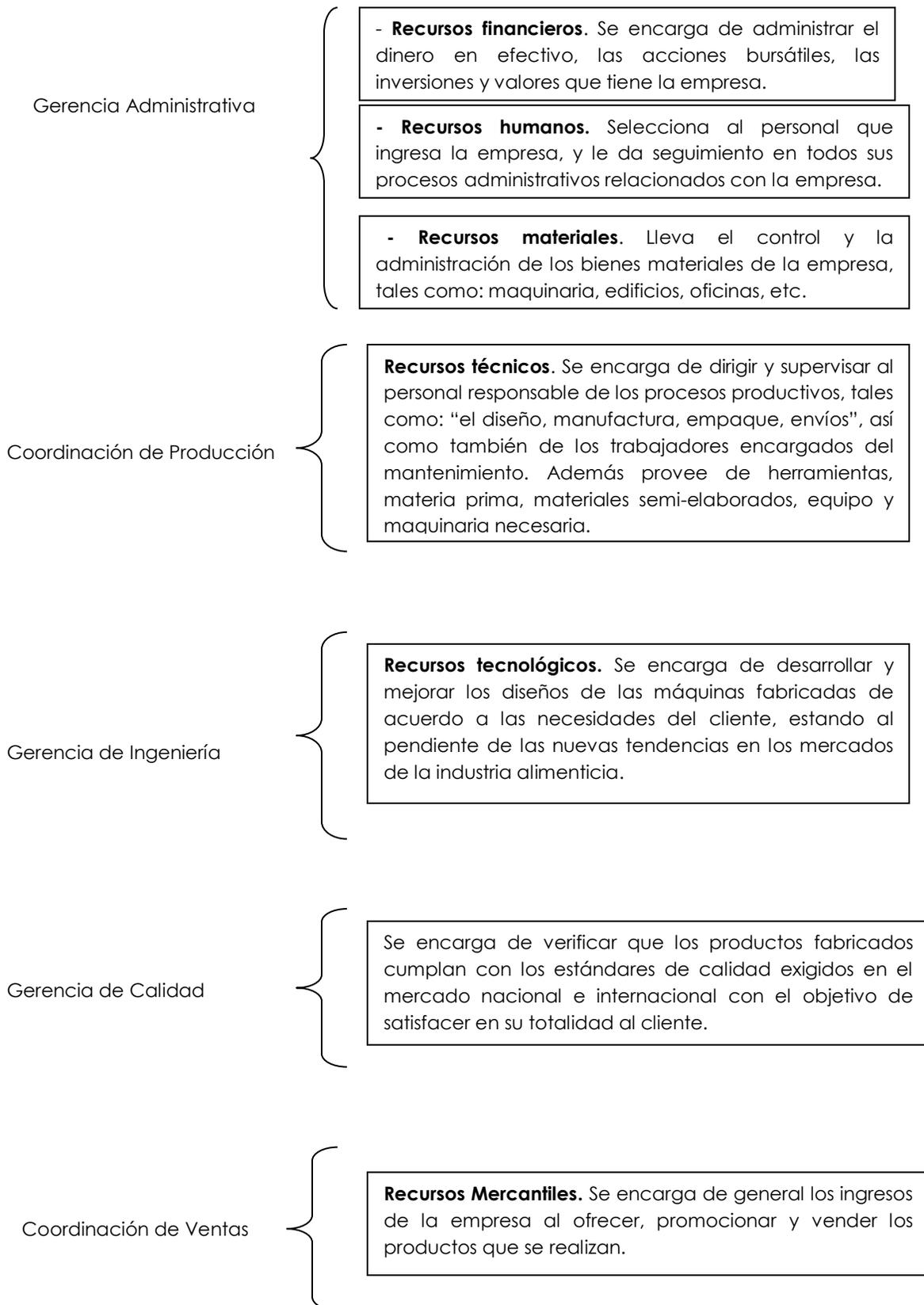


Figuras 1.3. Talleres y cursos de creatividad e innovación para mejorar la productividad en la empresa.

#### 1.5 ASIGNACIÓN DE RECURSOS, RESPONSABILIDADES Y ORGANIZACIÓN EN MAQUINARIA JERSA

En maquinaria JERSA la gerencia general se encarga de asignar los recursos y responsabilidades a cada una de las áreas que integran la empresa, ya que actualmente es muy difícil que el dueño o gerente de una empresa se encargue de todas las acciones necesarias para cumplir con los objetivos planeados y con la expansión o crecimiento de la misma y necesita ayuda para: buscar clientes, fijar metas, justificar el presupuesto, evaluar la oferta y la demanda, tomar decisiones en relación con los riesgos de la empresa, obtener los permisos y licencias de funcionamiento de la empresa, planeación de pedidos, contratación de personal, obtención de financiamiento, entre muchas otras funciones. Por eso es necesario asignar o delegar responsabilidades a sus empleados.

Las gerencias de la empresa son:



### 1.5.1 RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES DE JERSA

Hay dos elementos indispensables que forman parte de las áreas de la fábrica: bienes materiales y bienes humanos.

**Recursos materiales** (la empresa cuenta con un capital que representa todos los bienes de la compañía, esto es la inversión en valores, edificios, instalaciones, maquinaria, acciones, etc.)

- Edificios e instalaciones necesarias para el buen funcionamiento de la empresa que permiten hacer las labores productivas con rapidez y comodidad; hidráulicas, eléctricas, de comunicaciones, etc. Los bienes materiales están distribuidos en las dos partes que integran la empresa:

Parte administrativa

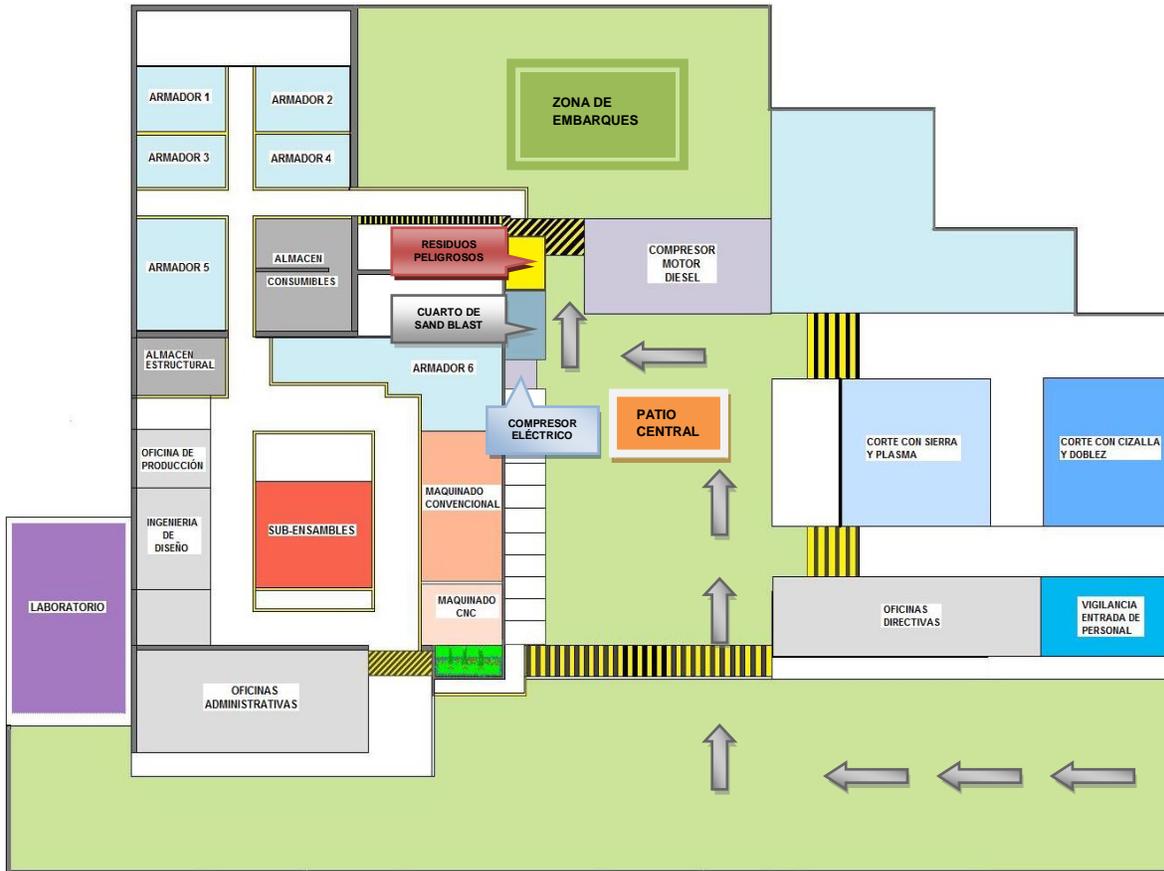
Edificio para cuestiones de contabilidad, compras, recursos humanos, contraloría, ventas, calidad, y dirección general.

Parte operativa

- Oficinas del departamento de ingeniería, producción y mantenimiento.
- Área de ensamble de máquinas de acero inoxidable, almacén de materiales estructurales, almacén de materiales consumibles.
- Área de sub-ensamble, ensamble de máquinas de acero al carbono y maquinados.
- Área de recepción y habilitado de materiales

Todos estos recursos materiales están representados en el siguiente mapa de la empresa donde la parte administrativa esta de color gris claro y todo lo demás pertenece a la parte operativa.

## Mapa de maquinaria JERSA



En la parte operativa de JERSA se cuenta con maquinaria, herramienta y materiales con el fin de apoyar las tareas de los procesos productivos.

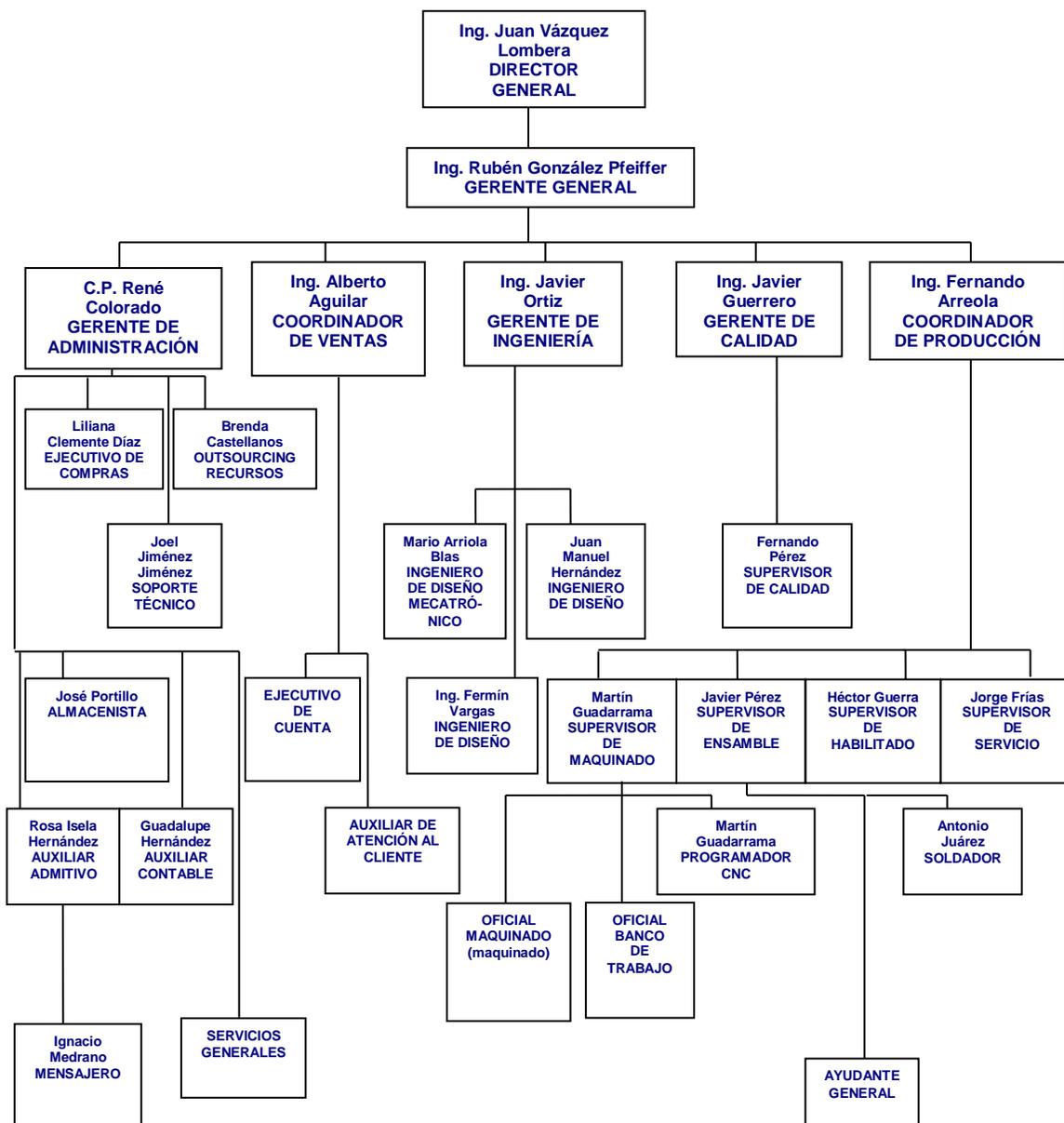
- Maquinaria y equipos electromecánicos apropiados con la finalidad de garantizar y aumentar la producción y el rendimiento del trabajo humano, entre otro se cuenta con; polipastos, grúas, montacargas, equipos de maquinado, corte con sierra-cinta, plasma, con cizalla, dobladora, punzonadora, máquinas de soldar, etc.

- Materias primas como; el acero inoxidable, acero al carbono, plásticos, madera, etc.

**Bienes Humanos** (es el elemento más importante dentro de la empresa, ya que son quienes realizan todas las actividades de manera directa o indirecta) y se componen de todo el personal que labora en JERSA: directivos, gerentes, ingenieros, empleados, obreros, asistentes, secretarias, supervisores, choferes, etc.) En el siguiente

organigrama se identifican los principales integrantes que conforman el personal de maquinaria JERSA.

# Organigrama General



El elemento humano de la empresa está integrado en dos sistemas específicos. Administración y producción.

Sistema de administración: se encarga de la organización de la empresa, como debe funcionar, que tarea le corresponde a cada quién, las responsabilidades y funciones de cada área

Sistema de producción: se encarga de los métodos o características del trabajo, técnicas de producción y patentes para registro de productos elaborados.

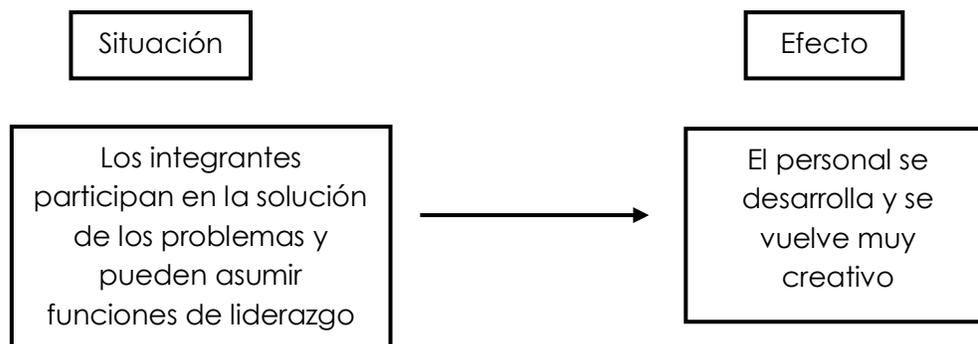
### 1.5.2 COMPORTAMIENTO DE APOYO COMO MODELO DE MAQUINARIA JERSA [2]

El desarrollo organizacional se ha convertido en el mejor instrumento para lograr cambios positivos en JERSA y para conseguir una mayor eficiencia organizacional, lo cual es indispensable en el mundo actual, caracterizado por la competencia a nivel internacional.

El comportamiento de apoyo se caracteriza por orientar y motivar al trabajador reconociendo su desempeño y sus habilidades, apoyando su actualización o superación personal. En este tipo de modelo organizacional no importa el dinero y el poder, sino el apoyo que proporciona el líder hacia los empleados, quienes tienen la oportunidad de un crecimiento personal, económico y social.

La principal característica de este modelo es que el líder, que en este caso es el gerente general, debe tener una gran preparación administrativa para no perder las metas y objetivos por alcanzar y superar; asimismo, tener la sensibilidad para la conducción del personal y de la empresa. Además en muchos casos el personal solo se esfuerza a medida que recibe incentivos.

Este modelo supone que las necesidades de subsistencia y seguridad de los empleados han sido satisfechas, lo que permite dar paso a las aspiraciones profesionales.



Al ser satisfechas las necesidades de los empleados se genera una inercia que incide en la calidad del trabajo en maquinaria JERSA dando paso a los factores más importantes en el logro de la calidad del trabajo industrial, aparte del equipo, las instalaciones y la organización del trabajo, consiste en implementar aspectos como:

- Filosofía de la calidad (cursos de gestión de calidad)
- Capacitación técnica
- Instrumentos especializados en cada área.



Figura 1.4 Capacitación de soldadura a personal de planta



Figura 1.5 Adquisición de calibradores y equipo nuevo de sand blast o granallado.

La modernidad exige a la empresa mejorar su nivel de calidad en el trabajo industrial, esto es, fabricar productos con mejor acabado y que tengan una mejor aceptación por parte del consumidor, por lo anterior es necesario que implemente programas de calidad en la organización del trabajo y en los procesos de producción con el fin de mejorar, aplicando técnicas como la reducción de costos.

Diagrama de los Mercados Internacionales de JERSA



Figura 1.6.- Debido a los productos de calidad JERSA tiene grandes posibilidades de exportación.

## CAPITULO 2: Descripción del puesto de trabajo

### 2.1. SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN

En este puesto de trabajo me encargaba de supervisar diversas actividades como; armado, soldadura, ensamble mecánico, acabados y pruebas, proporcionando materiales y estableciendo la secuencia más apropiada que se apegue a las prioridades requeridas por el área de producción.

El departamento de producción está integrado por un Coordinador quien se encarga de realizar la planeación de la fabricación de los equipos, cotizaciones de horas de producción, mostrar resultados mensuales a la gerencia general, etc. Y cuatro Supervisores; de habilitado de materiales, maquinado, mantenimiento y ensamble que junto con los obreros de la planta realizan los trabajos de fabricación de las máquinas bajo las instrucciones del Coordinador.

Como se muestra en el perfil y descripción de mi puesto, recibía información e instrucciones de mi jefe, el coordinador de producción y debía de estar en coordinación con los otros supervisores y el jefe de almacén para la comunicación interna de la empresa y para la cuestión externa era mediante proveedores de los diferentes materiales y servicios, así como con los clientes al momento de realizar pruebas de funcionamiento o en la entrega de las máquinas.

		PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTOS		
		SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN		
CÓDIGO DEL PUESTO	ÁREA	FECHA DE EMISIÓN	No. DE REVISIÓN	
DP-PR-03	PRODUCCIÓN	JULIO 2012	2	
OBJETIVO DEL PUESTO				
Supervisar las actividades del área, como armado, soldadura, ensamble mecánico, acabados y pruebas, proporcionando materiales y estableciendo la secuencia mas apropiada que se apegue a las prioridades requeridas por las áreas de ensamble.				
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO				
PUESTO AL QUE REPORTA:		PUESTOS QUE LE REPORTAN:		
Coordinador de Producción		Oficial de Soldadura		
		Pailero		
		Ayudante		
COMUNICACIÓN INTERNA:				
ÁREA O PUESTO	ASUNTO			
Coordinador de Producción	Recibe información, prioridades e instrucción			
Supervisor de Maquinado	Recibe partes maquinadas ( Proveedor interno)			
Supervisor de Habilidadado	Recibe partes habilitadas ( Proveedor interno)			
Jefe de Almacén	Recibe materia prima			
Supervisor de Mantenimiento	Reporta maquinaria en mal estado			
COMUNICACIÓN EXTERNA:				
ORGANIZACIÓN	ASUNTO			
Proveedores	Recibe materia prima			
Cliente	Ocasionalmente entrega partes terminadas o realiza pruebas con producto			

Figura 2.1.- Perfil y descripción del puesto de Supervisor de Producción.

Existen varios objetivos que establece la gerencia general al departamento de producción con varios propósitos como son: la reducción de costos de producción,

incrementar la productividad, dar seguimiento a las actividades de manufactura. Y al igual que todos los integrantes, yo debía cumplir cada uno de estos objetivos.

Para poder realizar mis funciones de supervisión era necesario llevar un control de los procesos de manufactura y ensamble, para lo cual utilizaba control de datos llamado *overview diario* que contenía toda la información necesaria para saber avances en la fabricación de todas las máquinas que se realizaban en ese momento.

## OVERVIEW DIARIO

	OF	CLIENTE	Descripción	Horas Programadas	Fecha de entrega	LIDER ENSEMBL E
4	12-043	PRODUCTOS INNOVADORES	12-043 / LLENADORA TIPO PISTON	112	14/03/2012	VICENTE VAL.
5	12-050	CHILIPINES	12-050 / LLENADORA TIPO PISTON	112	03/04/2012	VICENTE VAL.
6	12-168	BERNARDO MONTEMAYOR	(1) DESPULPADOR CÓNICO MOD. L	273	22/02/2013	FELIPE ANAYA
7	13-008	SKILL TECHNOLOGY, S.A. DE C.V.	(1) MOLINO TIPO MARTILLOS	308	18-mar-13	FELIPE ANAYA
8	13-029	GEA	(1) HOPPER 11500 LBS	500	15/05/2013	ANTONIO JUAREZ
9	13-030	HERDEZ SLP	REZAGADORA CON TABLERO DE CONTROL	650	7-may-13	ANTONIO JUAREZ
10	13-031	HERDEZ SLP	FILTRO AUTOLIMPIANTE 18"	250	7-may-13	ARTURO HDEZ
11	13-032	HERDEZ SLP	MOLINO AXIAL R-320	430	7-may-13	FELIPE ANAYA
12	13-033	SABORMEX	(1) DESPALETIZADOR DE FRASCO DE CAFÉ	700	22/05/2013	MARTÍN BARTOLO
13	13-034	SABORMEX	MESA DE DESALOJO DE DE DESPALETIZADOR	300	22/05/2013	MARTÍN BARTOLO
14	13-035	ISABEL FORCELLEDO	(1) LAVADORA TIPO INMERSIÓN MOD. 12	449	22/05/2013	ANTONIO JUAREZ
15	13-036	ISABEL FORCELLEDO	(1) MESA DE TRABAJO CON RUEDAS	45	22/05/2013	MARTÍN BARTOLO
16	13-037	ISABEL FORCELLEDO	(1) MOLINO TIPO MARTILLOS	300	22/05/2013	FELIPE ANAYA
17	13-038	ISABEL FORCELLEDO	(1) CARRO TINA 170 LTS	45	22/05/2013	
18	13-039	ISABEL FORCELLEDO	(1) DESHIDRATADOR TIPO CHAROLAS A GAS	400	22/05/2013	ARTURO HDEZ
19	13-042	ISABEL FORCELLEDO	2) CANASTILLA PARA SARTEN A GAS DE VOLTEO DE 116 LT	50	22/05/2013	FELIPE ANAYA
20	13-045	JUMEX	TRABAJOS VARIOS TÚNEL			FRANCISCO J.
21	13-046	ULTRACHEM	MEZCLADORA DE TEMBORES			
22	13-051	HERDEZ SLP	LAVADORA DE FRASCOS DE VIDRIO CON TABLERO DE CONTROL	1100	20/05/2013	GUILLERMO J.
23	13-053	SABORMEX	SERVICIO A CLASIFICADORAS	170	21/05/2013	GUILLERMO J.
24	13-056	HOWDEN BUFFALO FORGE S.A DE C.V.	(1) MACHINARIA DE PERFORADO PARA FROESHEIN LAMINA			BARTOLO
25	13-060	COEN	INTERCAMBIO DE MIRILLA Y SCANNER DE QUEMADORES	29	14/05/2013	MARTÍN BARTOLO

ORDEN DE FABRICACIÓN, CLAVE DE LA MÁQUINA.

CLIENTE AL QUE SE LE FABRICA LA MÁQUINA.

NOMBRE DE LA MÁQUINA

NÚMERO DE HORAS HOMBRE

LIDER DE ARMADO

Figura 2.2.- Documento de control de la información llamado Overview Diario, primera parte.

La Orden de Fabricación (OF) es asignada por la gerencia general mediante su asistente ejecutivo, las empresas a las que se les fabricaba las máquinas por lo regular son quienes se encuentran en la cartera de clientes con los que cuenta el departamento de ventas, las horas hombre programadas son calculadas por el Coordinador de Producción con el apoyo de los supervisores o son tomadas de

históricos de la empresa y el líder de armado es seleccionado de acuerdo a su experiencia y habilidad para el ensamble de las máquinas.

24/05/2013							OBSERVACIONES	PROMEDIO
Z Avance								
Sierra	Curt/Dob	Maq	TACK	FULL	FINISH	ASSEMB		
100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	VALIDANDO EMBOLO INGENIERÍA	100%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	VALIDANDO EMBOLO INGENIERÍA	100%
98%	98%	50%	0%	0%	0%	0%	ENTREGADA/REPONER	39%
100%	100%	100%	88%	85%	35%	73%	ENTREGADO/REPONER	87%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	ENVIADO	100%
100%	100%	100%	92%	88%	25%	85%	EN ENSAMBLE FINAL	88%
100%	100%	100%	100%	100%	30%	98%	ENSAMBLE CON RESAGADOR	93%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LISTO PARA EMBARQUE	100%
100%	100%	39%	76%	72%	30%	65%	EN ESPERA DE MATERIALES	69%
100%	100%	35%	98%	95%	98%	95%	EN ENSAMBLE FINAL	85%
100%	100%	10%	82%	78%	25%	75%	ENSAMBLE DE COMPONENTES	66%
100%	100%	0%	100%	95%	90%	95%	EN PULIO FINAL	78%
100%	100%	50%	100%	100%	100%	100%	LIBERACION DE CALIDAD	90%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	REPOSICIÓN	0%
100%	100%	95%	100%	100%	100%	98%	CONCLUIR CALIBRACIÓN	99%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	CORRIGIENDO DISEÑO	100%
								0%
								0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	DETENIDA VENTAS	0%
100%	100%	80%	100%	100%	100%	100%		96%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	NUEVA PRUEBA	100%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	LISTAS	80%

AVANCES DE CORTE DE MATERIAL

AVANCES DE DOBLEZ DE MATERIAL

AVANCES DE MAQUINADO DE PIEZAS

AVANCES DE ENSAMBLE DE LA MÁQUINAS

AVANCE GENERAL DE FABRICACIÓN

Figura 2.3.- Documento de control de la información llamado Overview Diario, segunda parte.

Este documento tenía que ser actualizado a diario tanto con información de maquinado, habilitado de material, ensamble y acabado final. Yo era el responsable de modificar estos datos de acuerdo a los avances del día para reportárselos a mi jefe, el coordinador de producción, al final del turno.

Existen más documentos de control de la información como el *Process Flow Supervision* que utilizaba y que resultan ser importantes para poder observar que tan positivos o negativos son los avances que se tienen y así poder saber si se entregará la máquina en el tiempo establecido, lo cual va directamente a reflejar la efectividad de la producción y la eficiencia de la planta.

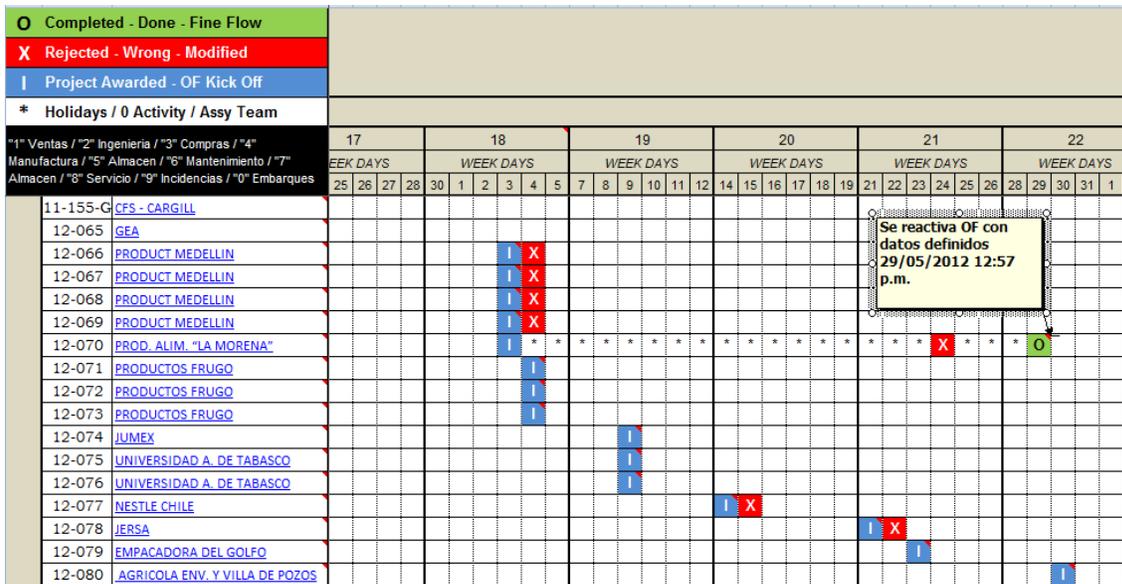


Figura 2.4.- Documento de control de la información llamado Process Flow Supervision.

Para lograr cumplir los objetivos planteados al departamento de producción por parte de la gerencia general como ya se mencionó, era necesario llevar un control de la información con diferentes documentos y además procesar la información con diferentes gráficos hechos a partir de indicadores y medidores de sistemas de manufactura.

2.2. SISTEMAS DE MANUFACTURA DE JERSA [3]

Indicadores y medidores de los sistemas de manufactura empleados en la producción de JERSA:

Los siguientes conceptos son utilizados para ver los resultados de la producción, los cuales requieren planeación de las actividades en donde yo tenía participación ocasionalmente con el Coordinador de Producción al sugerir secuencias de trabajo en el armado de las máquinas, en asignación de actividades de manufactura a trabajadores o utilización de algún proceso en especial para el ensamble de un equipo.

**EFICIENCIA**

: Expresa la forma en que se hace un buen uso de los recursos humanos de la empresa. Y mucho de esto era mi responsabilidad al vigilar que los trabajadores realizaran las funciones que se les asignaban de forma segura y responsable en el tiempo establecido al momento de hacer la planeación.

**Número de horas hombre programadas**

**Número de horas hombre utilizadas**

Indicadores que nos permiten cuantificar esta variable.

- Tiempos muertos (paro de máquina, mano de obra).
- Retraso de material (flujo del proceso).
- Desperdicio del material o merma desechado indiscriminadamente.
- Capacidad de manufactura o capacidad de producción.

**EFICACIA**

: Es el grado de cumplimiento de los objetivos y metas, que se determinan en la planeación, en la cual también yo estaba involucrado y se obtiene con producción obtenida en un cierto periodo entre la producción prevista inicialmente y que se presentó al Gerente General.

**Producción Obtenida**

**Producción Real**

Indicadores que permiten cuantificar esta variable.

- Grado de cumplimiento de un programa de producción.
- Tiempos de entrega.- demoras o retrasos en la línea de producción.

**EFFECTIVIDAD**

: La productividad o efectividad del área de producción de maquinaria JERSA es algo con lo que se trabaja a diario y de forma insistente ya que así lo exige la dirección de la empresa y es el resultado de los factores independientes: el humano y el tecnológico. Ya que así el gerente general podía estimar la rentabilidad de JERSA. Para que la efectividad emerja debe darse lo siguiente:

**Buen uso de los recursos**

**Tiempo estipulado para la entrega**

Indicadores que permiten cuantificar esta variable.

- Quiero mejorar.
- Actividades de los trabajadores.
- Factor 1.- motivación.

En la figura 2.5 se muestra los principales aspectos para determinar los tiempos de manufactura de un producto y a su vez detectar las fallas que hacen ineficientes los procesos. Y son el resultado del análisis de la información de los diferentes reportes de control de datos.

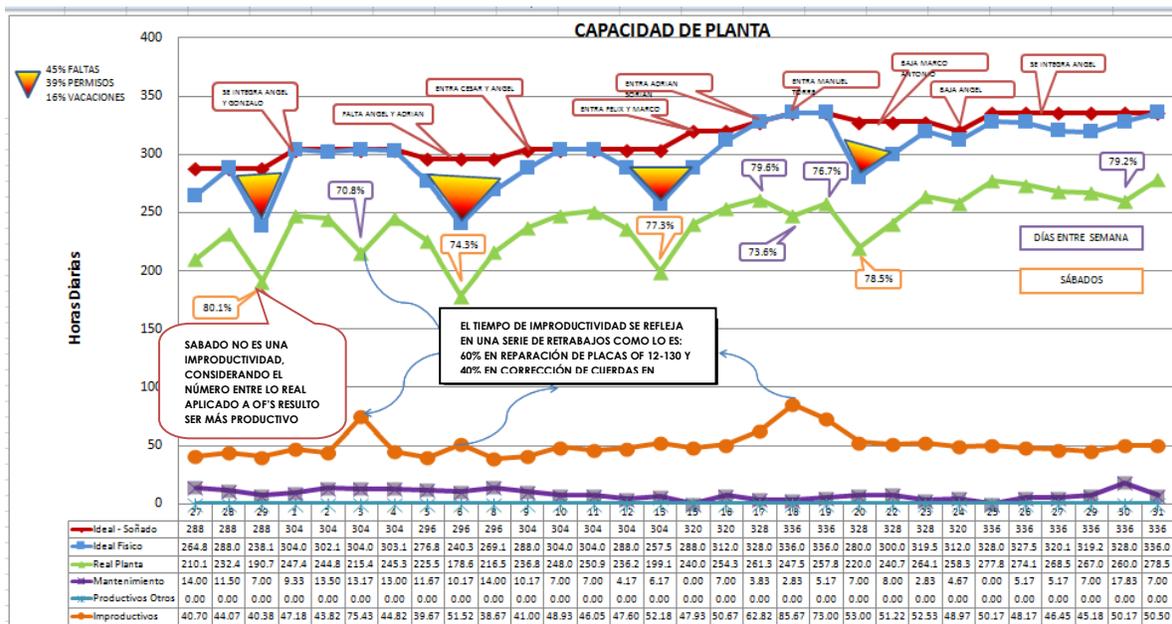


Figura 2.5.- Capacidad de Planta, que comprende del 27 de septiembre al 31 de octubre de 2012, de acuerdo a lo obtenido por los reportes de los trabajadores.

### 2.3. SUPERVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PERSONAL

Estar al pendiente de las actividades de los trabajadores de la fábrica era mi principal actividad del día a día en la planta, para esto fue necesario conocer la forma de fabricación de las máquinas, estar en contacto directo con los procesos de manufactura, saber la secuencia de trabajo, la cual podía variar dependiendo la forma de trabajar de cada armador, sin embargo era muy similar y con la observación y la realización de sus actividades en repetidas ocasiones pude llegar a conocer a cada trabajador que integraba la fuerza de trabajo, entre 25 y 50 elementos de acuerdo a la carga de trabajo.

Muchos de los conocimientos que adquirí en la carrera de ingeniería mecánica tienen su aplicación en los trabajos que se realizan en el área de producción de JERSA y me fueron indispensables para la comprensión de cada uno de estos. A continuación se explica cómo algunas asignaturas impartidas en la facultad de ingeniería se relacionan con las actividades que realizaba como supervisor de producción.

### 2.3.1. SUPERVISIÓN EN EL USO DE MATERIALES

Al estar a cargo de las actividades de ensamble mecánico de las máquinas debía conocer los distintos materiales que se empleaban para poder determinar si ocurría algún error en la selección de algún material por parte de los trabajadores, también debía asegurarme que se manipularan adecuadamente para evitar que se contaminaran o dañaran, para esto fue necesario conocer las propiedades de los materiales que principalmente son metales, para lo cual la asignatura de metalurgia física me permitió entender muchos de los conceptos utilizados, [4].

El acero inoxidable es la materia prima que más se utiliza en la fabricación de las máquinas de JERSA, aproximadamente en un 90 %. Y tal como se explicó en el aula de clase en el tema estructuras metalográficas, las propiedades de los metales son de acuerdo a su composición y microestructura y pude así identificar los diferentes tipos de acero inoxidable que se utilizan.

Clasificación de los aceros inoxidables según Norma AISI, [5].

Los aceros inoxidables según su microestructura se clasifican en:

- Aceros Martensíticos.
- Aceros Ferríticos.
- Aceros Austeníticos.
- Aceros Austenoferríticos.

El grado se agrupa de la siguiente forma; AISI 420, para los martensíticos; AISI 430 para los ferríticos, AISI 304 y AISI 316 para los austeníticos y para los austenoferríticos; AISI 201 y AISI 202; modificando uno o varios elementos de aleación obtenemos distintos grados dentro del mismo grupo aptos para mejorar algunas propiedades y/o usos.

De acuerdo al tema de aleaciones metálicas, el acero inoxidable se define como una aleación y como en todos los aceros tiene en común que el principal componente (elemento que forma la aleación) es el hierro, al que se añade una pequeña cantidad de carbono. Este acero debe estar constituido por un mínimo de 10 % de cromo contenido en masa para ser inoxidable. También se agregan otros metales como el níquel, molibdeno, manganeso, titanio, etc.

El acero inoxidable AISI 304 es el que se usa en mayor proporción en los equipos de maquinaria JERSA y es seleccionado debido a que cumple con los requerimientos necesarios tanto para la manipulación como para los estándares de grado alimenticio que exigen los clientes. Entre esas propiedades se resaltan las siguientes; adecuada resistencia a la corrosión, buena respuesta mecánica a los procesos de cizallado, curvado, soldadura, corte con láser, etc., debido a su dureza y tenacidad. Este tipo de acero pertenece a los austeníticos, ya que tienen una microestructura

formada básicamente por austenita a temperatura ambiente, contiene entre el 8 y 11% de níquel (el níquel es un elemento que estabiliza el campo de la austenita), lo que lo hace no magnético, [6].



Figura 2.6.- Piezas maquinadas de acero inoxidable tipo AISI 304 Utilizadas en equipos mezcladoras de carne de JERSA.

En la siguiente tabla se muestran las principales propiedades del acero inoxidable AISI 304 que lo hacen ideal para su uso en la fabricación de la mayoría de los equipos de maquinaria JERSA:

<b>Propiedades Eléctricas</b> Resistividad Eléctrica	70-72 $\mu\text{Ohm}\cdot\text{cm}$	
<b>Propiedades Físicas</b> Densidad	7,93 g/cm <sup>3</sup>	7,93
Punto de Fusión	1400-1455 °C	
<b>Propiedades Mecánicas</b> Alargamiento	<60 %	<60
Dureza Brinell	160-190	
Módulo de Elasticidad	190-210 GPa	
Resistencia a la Tracción	460-1100 MPa	

Tabla 2.1.- Propiedades del acero inoxidable tipo AISI 304. [7]

Los equipos que estarán en contacto directo con alimentos son elaborados con este acero debido a la resistencia a la corrosión, sus propiedades higiénicas y sus propiedades estéticas. A continuación se muestran algunos equipos hechos de AISI 304 en el área de manufactura de JERSA:



Figura 2.7.- Elevador recto para frijol.



Figura 2.8.- Lavadora de chile



Figura 2.9.- Elevador de cangilones para tomate.



Figura 2.10.- Túnel de vapor para frascos de mermelada.

También es usado acero inoxidable de otros tipos dependiendo del producto que se procesara y que demandan alta resistencia a la corrosión. Los tipos AISI 304L, AISI 310 y AISI 316 se emplean en máquinas que procesarán productos orgánicos, en tolvas que almacenarán productos pastosos, que pasarán por procesos de fermentación o que estarán expuestos al ambiente marítimo, en seguida se muestra una tabla con la composición química de estos aceros:

**Composición Química (%) de los Aceros Inoxidables  
más utilizados en el mercado**

GRADO	304	304L	316	316L	316Ti	310	301	321	201	202	430	410
<b>CARBONO (C) max.</b>	0.08	0.035*	0.08	0.035*	0.08	0.25	0.08	0.08	0.10	0.07	0.12	0.15
<b>MANGANESO (Mn) max.</b>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	9.25	7.2	1.00	1.00
<b>FOSFORO (P) max.</b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.045	0.04	0.045	0.085	0.05	0.04	0.04
<b>AZUFRE (S) max.</b>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.07	0.03	0.03
<b>SILICIO (Si) max.</b>	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.50	0.75	1.00	0.38	0.35	1.00	1
<b>CROMO (Cr) max.</b>	18.0 a 20.0	18.0 a 20.0	16.0 a 18.0	16.0 a 18.0	18.0 a 20.0	24 a 26	17.0 a 20.0	17 a 19	15 a 17	16a 18	16 a 18	11.5 a 13,5
<b>NIQUEL (Ni)</b>	8.0 a 11.0	8.0 a 13.0	10.0 a 14.0	10.0 a 15.0	11.0 a 14.0	19 a 22	9.0 a 13.0	9 a 12	1.0 a 1.50	4 a 6	----	----
<b>MOLIBDENO (Mo)</b>	----	----	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	----	----	----	----	----	----	----

Tabla 2.2.- Composición química de los aceros inoxidables, [8].

Modificando uno o varios elementos de aleación obtenemos distintos grados dentro del mismo grupo aptos para mejorar algunas propiedades y/o usos. A todos los aceros inoxidables se les puede añadir un pequeño porcentaje de molibdeno, para mejorar su resistencia a la corrosión por cloruros y otras propiedades.

A pesar de que Maquinaria JERSA es un tipo de industria metal-mecánica y los metales están a la orden del día, es muy común el uso de materiales plásticos o poliméricos como se vieron en la asignatura de materiales no metálicos, [9].

Los plásticos usados para los equipos de JERSA y que están en contacto con el producto deben de ser de alta calidad y no pueden contener tintes peligrosos o químicos. Solo siete tipos de plásticos son considerados de "grado alimenticio" por la

Administración de Drogas y Alimentos (FDA) y bajo estas normas es como se seleccionan por el departamento de ingeniería de diseño y es mi responsabilidad supervisar a los trabajadores para que no afecten sus propiedades al exponerlos a condiciones como esfuerzo de tracción o tensión excesivas, esfuerzos de torsión que provoquen un defecto y una futura falla o altas temperaturas al momento de manipularlos en el ensamble de las máquinas.

Las siguientes imágenes muestran algunos plásticos utilizados en las máquinas de JERSA que procesaran alimentos:



Los siete tipos de plásticos grado alimenticio de la FDA son, [10]:

1. PET (o PETE) El tereftalato de polietileno.
2. HDPE El polietileno de alta densidad.
3. Vinilo (PVC) El polivinílico.
4. LDPE El polietileno de baja densidad.
5. PP El polipropileno.
6. PS El poliestireno.
7. Otros (acrílico, fibra de vidrio, nailon y policarbonato).

No todos los plásticos que se usan están en contacto con los productos alimenticios, por lo tanto, a veces no es necesario que pertenezcan a la clasificación de la FDA, y son utilizadas para una gran variedad de componentes como; cojinetes sin lubricación, engranes, discos, guías, sellos de bridas, etc. Se seleccionan por sus características más apropiadas para cada caso, entre las más importantes están las siguientes:

- Estabilidad dimensional.
- Maleabilidad.
- Compatibilidad para usarse en contacto con alimentos, sin contaminar.
- Resistencia al desgaste.
- Resistencia dieléctrica.
- Resistencia mecánica.
- Resistencia química.
- Resistencia térmica.
- Rigidez.

#### 2.4. PROCESOS DE MANUFACTURA [11]

Existe una gran variedad de dispositivos, máquinas y herramientas utilizadas por los trabajadores para la fabricación de las máquinas, la mayoría de estos elementos son de uso comercial principalmente las máquinas con que se realizan los procesos de manufactura de las piezas de ensamble, enseguida se muestran algunas de las máquinas con sus principales características:



Figura 2.11- Torno frontal TADU.  
Volteo de 1400 mm.



Figura 2.12- Roladora. Placas de hasta 3/8" de espesor  
Y 3500 mm de longitud.



Figura 2.13- Fresadora KENTA.-  
Desplazamiento Eje X 1000 mm.,  
Y 300 mm. y Z 225 mm.



Figura 2.14- Dobladora ITURROSPE de control CNC.  
Presión de operación de hasta 220 Ton.  
A piezas de hasta 3048 mm. De longitud.

Muchas de las piezas que se utilizan en el ensamble de las máquinas deben de pasar por un proceso de manufactura. En las áreas de maquinado y habilitado estructural es donde se realizan todos estos procesos. En las asignaturas de procesos de corte de materiales y sistemas de manufactura flexible se adquirieron conocimientos necesarios para el entendimiento de los diferentes procesos que aquí se realizan.

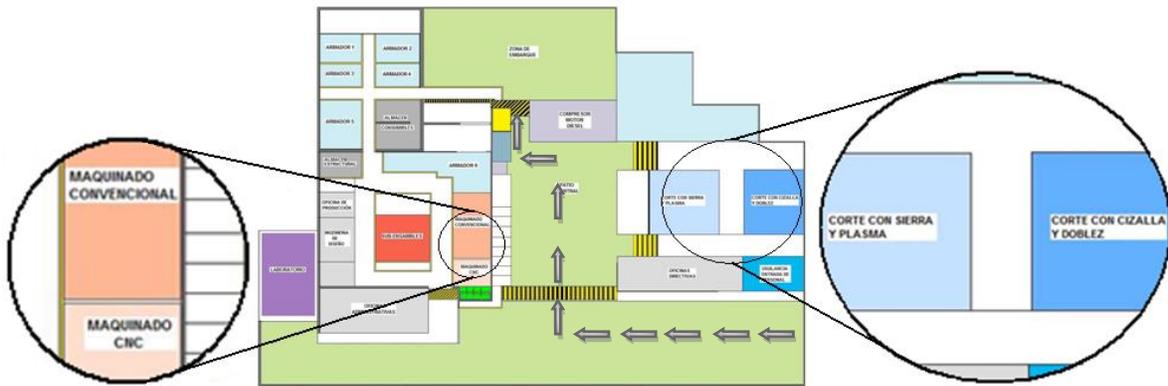


Figura 2.15 – Ubicación de las áreas de maquinado y habilitado estructural en JERSA.

Los principales procesos de manufactura que se realizan son:

- Proceso de torneado.
- Proceso de fresado.
- Proceso de taladrado.
- Corte con sierra, cizalla y plasma.
- Proceso de doblado.
- Proceso de punzonado.

Era mi obligación estar pendiente de que el proceso de ensamble de las máquinas fluyera ininterrumpidamente y en muchas de las ocasiones la fabricación de las piezas representaba un cuello de botella para la producción y consecuentemente la efectividad de la planta se veía afectada, por lo tanto debía estar en constante comunicación con el supervisor de maquinados y con el de habilitado, observando el avance de manufactura de las piezas.

En la siguiente imagen se observa una barra hueca de acero inoxidable austenítico del tipo AISI 310 que es la parte central de una flecha de aspas para una máquina mezcladora de cárnicos:



Figura 2.16- Proceso de torneado a una barra hueca de acero inoxidable.

Se torneó el diámetro y la longitud en varias pasadas de desbaste y finalmente se da un acabado. Se usa un torno paralelo marca Thashing con un volteo de 300mm. Y una distancia entre puntos de 4000 mm. La barra será sujeta con un chuck y se torneará el diámetro de un extremo y posteriormente se volteará para tornear la otra mitad. De acuerdo a lo visto en la asignatura de procesos de corte de materiales yo podía estimar el tiempo de fabricación de la barra y así programar al armador que la usará en la siguiente etapa de armado. Para hacerlo necesitaría informarme sobre lo siguiente:

- Los diámetros y longitudes iniciales y finales.
- Presión específica de corte.
- Profundidad de corte.
- Avance de corte.
- Velocidad de corte.

Saber una aproximación del tiempo me otorgaba ventajas para planear las actividades de los obreros y lograr algo indispensable para mi puesto, que es estar un paso adelante y tener así el control en el área que se me asignó.



Figura 2.17- Colocación de aspas de agitación en la barra hueca.

#### 2.4.1. PROCESOS DE ENSAMBLE DE MAQUINARIA

Al armar una máquina el trabajador hace uso de todos sus recursos aplicando todo su ingenio y creatividad. No se limita a usar las herramientas de una sola forma y acepta todas las ideas y sugerencias por su equipo de trabajo. En muchas ocasiones realicé aportaciones de mis conocimientos de mecánica y diseño de elementos de máquinas para realizar los ensambles.



En el área de ensamble de los equipos de acero inoxidable se utilizan grúas, polipastos, patines hidráulicos e incluso montacargas para poder manipular con facilidad y precisión las pesadas piezas y componentes. Las imágenes siguientes muestran los diferentes usos que se le dan a estas herramientas:



La grúa viajera es un excelente apoyo que se desplaza a lo largo y ancho de la nave de ensamble cubriendo una superficie de 900 m<sup>2</sup>, con una capacidad máxima de carga de cinco toneladas y puede elevar hasta seis metros. Su principio de funcionamiento se basa en el uso de la polea que es por donde pasa un cable de acero que se enrolla en un tambor al activar un motor de 5 HP por medio de un control manual con seis botones, dos para cada desplazamiento en X, Y y Z.

Para realizar movimiento de piezas de menor peso y volumen se utilizan los patines y polipastos que se encuentran distribuidos en la nave. Son de gran ayuda debido a la facilidad con que se operan, lo que los hace prácticos y seguros.



Figura 2.18 – Uso de patín hidráulico y polipasto en los procesos de ensamble.

Dinámica de maquinaria y el diseño de elementos de máquinas son dos asignaturas que me ayudaron en mis actividades de supervisión de los procesos de ensamble, ya que me permitieron establecer un determinado tiempo para la conclusión de las actividades de los trabajadores, estando pendiente de que no se detuvieran los procesos de fabricación. Pude ver con claridad los diferentes mecanismos de transmisión de potencia mecánica con engranes, poleas o cadenas y comprender los principios de su funcionamiento así como detectar alguna potencial falla o desajuste que se pudiera presentar en su armado, [12].



Figura 2.19 – Componentes de transmisión de potencia de máquinas de JERSA

Los sistemas de deslizamiento son muy comunes debido al movimiento de las piezas como; flechas, compuertas, guardas o incluso la máquina completa y es donde se invierte más tiempo tanto para el diseño como para el ensamble debido a la precisión de los ajustes físicos que se requieren.



Dentro de las incidencias que se presentan con mayor frecuencia en el ensamble de los equipos de JERSA están las deformaciones por aporte de calor, debido a la sensibilidad que posee el acero inoxidable a los cambios de temperatura y para lo cual los conocimientos de la asignatura de transferencia de calor fueron óptimos para ver la distribución del calor en las piezas. Un ejemplo es el helicoidal que se muestra en la imagen, el cual sufrió una deformación al momento de soldar los álabes a la barra hueca y necesita una deformación compensatoria que dará como

resultado una alineación de la pieza que se realizará al aplicar calor por medio del equipo de soldadura autógeno, [13].



Figura 2.20 Alineación de flecha helicoidal suministrando calor con soplete de oxígeno y acetileno.

## 2.4.2. PROCESOS DE SOLDADURA [14]

En el área de ensamble de JERSA se utilizan tres procesos de soldadura; GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), GMAW (Gas Metal Arc Welding) y SMAW (Shielded Metal Arc Welding) de acuerdo a la terminología de AWS (American Welding Society) ó TIG (Tungsten Inert Gas), MIG (Metal Inert Gas) y eléctrica de arco con electrodo revestido como también son conocidos. Estos procesos se aplican de forma manual, no se utiliza ningún proceso mecanizado o automático debido a la variedad de los equipos fabricados y a las formas irregulares que se presentan y que requieren la habilidad de los soldadores.

Cuando ingresé a la empresa solo conocía el proceso de electrodo revestido de forma empírica, por lo que tuve que ampliar mis conocimientos acerca de los procesos de forma práctica y teórica. Para la parte teórica recurrí a manuales de soldadura que se encuentran en el departamento de ingeniería de diseño de JERSA. El proceso de soldadura que se utiliza con mayor frecuencia en el área de ensamble de JERSA es el GTAW debido a que se producen soldaduras de alta calidad y bajo costo. Sin embargo al realizarse de manera manual se presentan desventajas importantes como son:

- Las tasas de deposición son más bajas que las que pueden alcanzarse con otros procesos.
- Se necesitan soldadores con gran destreza y coordinación.
- Para secciones de más de 10 mm (3/8 pulg) de espesor, resulta menos económico que con otros procesos de soldadura.
- Es difícil proteger debidamente la zona de soldadura en lugares donde hay corrientes de aire.

El proceso GTAW requiere de gas de protección para la soldadura de los equipos de acero inoxidable, el argón y el helio o alguna mezcla de estos dos, son los dos gases inertes más comúnmente empleados en la industria, pero en JERSA se utiliza argón con una pureza de 99.95 % porque ofrece las siguientes ventajas:

1. Menor penetración (evita perforaciones de láminas de calibre delgado).
2. Menor costo y mayor disponibilidad.
3. Buena protección con tasas de flujo más bajas.
4. Más fácil iniciación de arco.



Figura 2.21 Soldadura de pieza de ensamble con proceso GTAW

El segundo proceso más utilizado es el GMAW ó comúnmente conocido como soldadura con micro alambre. Este proceso no requiere soldadores con habilidad, además la calidad de la soldadura es buena al igual que el aprovechamiento de los consumibles y la velocidad de aplicación con franjas (cordones) de longitud ininterrumpida, pero como en todos los otros procesos, también se tienen limitaciones técnicas como las siguientes:

- El equipo de soldadura es más costoso, más complejo y menos transportable que el GTAW.
- Es más difícil de usar en lugares de difícil acceso porque la pistola soldadora es más grande y debe estar cerca de la unión [entre 10 y 19 mm (3/8 y 3/4 pulg)] para asegurar que el metal de soldadura este bien protegido.
- El arco de soldadura debe protegerse contra corrientes de aire que puedan dispersar el gas protector.
- Los niveles relativamente altos de calor radiado y la intensidad del arco ocasionan negación a utilizar el proceso por parte de los operadores.



Figura 2.22 Soldadura de pieza de ensamble con proceso GMAW.

El proceso de soldadura por arco que se emplea con menor frecuencia en JERSA es el SMAW debido a los requerimientos necesarios de soldadura como son; rapidez, deformación por calor, estética, economía, entre otras. Al aplicar SMAW se tienen capacidades y limitaciones en el armado de las máquinas, entre las principales capacidades están las siguientes:

- El electrodo cubierto proporciona el metal de aporte y el mecanismo para proteger dicho metal y el metal de soldadura contra una oxidación perjudicial durante la soldadura.
- No se requiere protección con gas auxiliar ni un fundente granular.
- El proceso es menos sensible al viento y las corrientes de aire.

Y las limitantes que se tienen son:

- Se generan altas temperaturas que deforman las piezas de acero inoxidable.
- Los electrodos solo se consumen hasta cierta longitud mínima ya que el soldador desecha la cola del electrodo. Además se debe retirar la escoria en los puntos donde se inicia y se detiene.

Los electrodos empleados en la soldadura de las máquinas de JERSA con SMAW son seleccionados de acuerdo al tipo de acero inoxidable austenítico que conformará la máquina y de acuerdo a la norma ASTM. La cobertura de los electrodos funciona como estabilizador del arco y protecciones del metal fundido de los efectos corrosivos y contaminantes de la atmosfera por medio de los gases que se crean cuando el recubrimiento se descompone por el calor del arco, entre los componentes se tienen carbonato de calcio (piedra caliza), dióxido de titanio (titania) y silicato de potasio como aglutinante.



Figura 2.23- Soldadura de tolva de acero inoxidable aplicando proceso GTAW.

Como parte de mi trabajo estaba la supervisión de los trabajos de soldadura y en ocasiones las desventajas de los procesos requerían mi atención como ejemplo; requisición de mamparas con lonas especiales para proteger de las corrientes de aire y de la luz emitida al soldar, realización de pruebas para contratación de soldadores con la habilidad necesaria y estar al pendiente de la existencia de los gases de consumo.



Interactuar directamente con los procesos me permitió adquirir conocimientos satisfactorios y muy importantes para la realización de mis otras actividades. Básicamente pude llegar a controlar la calidad de las soldaduras, la estimación de los tiempos de soldadura, la realización de las prácticas seguras y la correcta ejecución de los procesos. Y para la realización de dichas actividades tuve que conocer e interpretar aspectos como; poros, socavaciones, inclusiones, grietas, escorias, etc. Y conceptos técnicos como; golpe de arco, tasa de deposición, gases de protección, técnicas de soldadura, geometrías de unión etc. Además pude llevar a la práctica dichos procesos de soldadura para acero inoxidable austenítico con los diferentes electrodos de aporte como los ER310, ER308 y ER308L con los calibres de mayor uso como; 1/16", 3/32" y 1/8" para GTAW y .035" y .045" para GMAW.

## 2.5. PLANOS DE FABRICACIÓN [15]

En el departamento de ingeniería de diseño se realizan todos los cálculos y dibujos de fabricación de las máquinas de JERSA, esta área es encabezada por un gerente, quien asigna las tareas de diseño a cada uno de sus ocho ingenieros de diseño que con los programas de Diseño Asistido por Computadora CAD realizan el expediente de dibujos de todos los equipos hechos en la empresa. SolidWorks y Autocad, son los dos programas de diseño utilizados en este departamento y los conocimientos que adquirí en la asignatura de dibujo mecánico fueron indispensables para el entendimiento de los planos de fabricación, ya que durante el curso aprendí los requerimientos de dibujo con el programa Solid Edge que pertenece a la familia de Solid Works. Algunas de las máquinas fabricadas son para exportación y la ingeniería de diseño se realiza en países de Europa y Norteamérica, los formatos varían al igual que los normas

### PRINCIPALES NORMAS INTERNACIONALES

PAIS	SIGLAS
España	UNE
Alemania	DIN
Francia	AFNOR
Estados Unidos	ASA
Japón	JIS
Internacional	ISO

La normalización regula diferentes tipos de aspectos, como:

- Formatos: tamaños de papel para dibujar planos
- Rotulación: tipos y tamaños de letras
- Escalas
- Tipos de líneas
- Vistas y su colocación
- Acotación

La mayoría de los equipos fabricados son para las industrias nacionales, aproximadamente 80 %, para Estados Unidos un 15 % y el 5 % restante para otros países. Los trabajadores son capacitados mediante cursos para la interpretación de los diferentes formatos de dibujo y prácticamente dominan el sistema métrico internacional y el sistema inglés, que son los de mayor uso.



Figura 2.24- Uso de planos para la fabricación de máquina.

En los dibujos de las máquinas por lo general se acotan las dimensiones en milímetros y a lado las pulgadas entre corchetes. Se realiza dibujo de cada una de las piezas que integran la máquina en tamaño A4 y un dibujo de ensamble general de la máquina completa en tamaño A1 ó A2

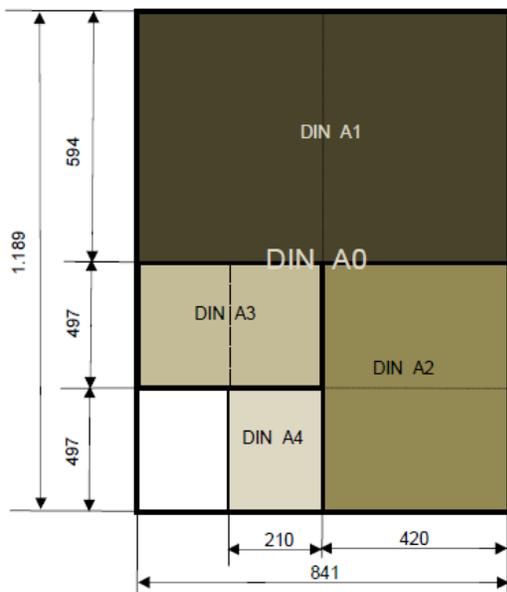


Figura 2.25- Formatos de tamaño de papel para los dibujos de fabricación.

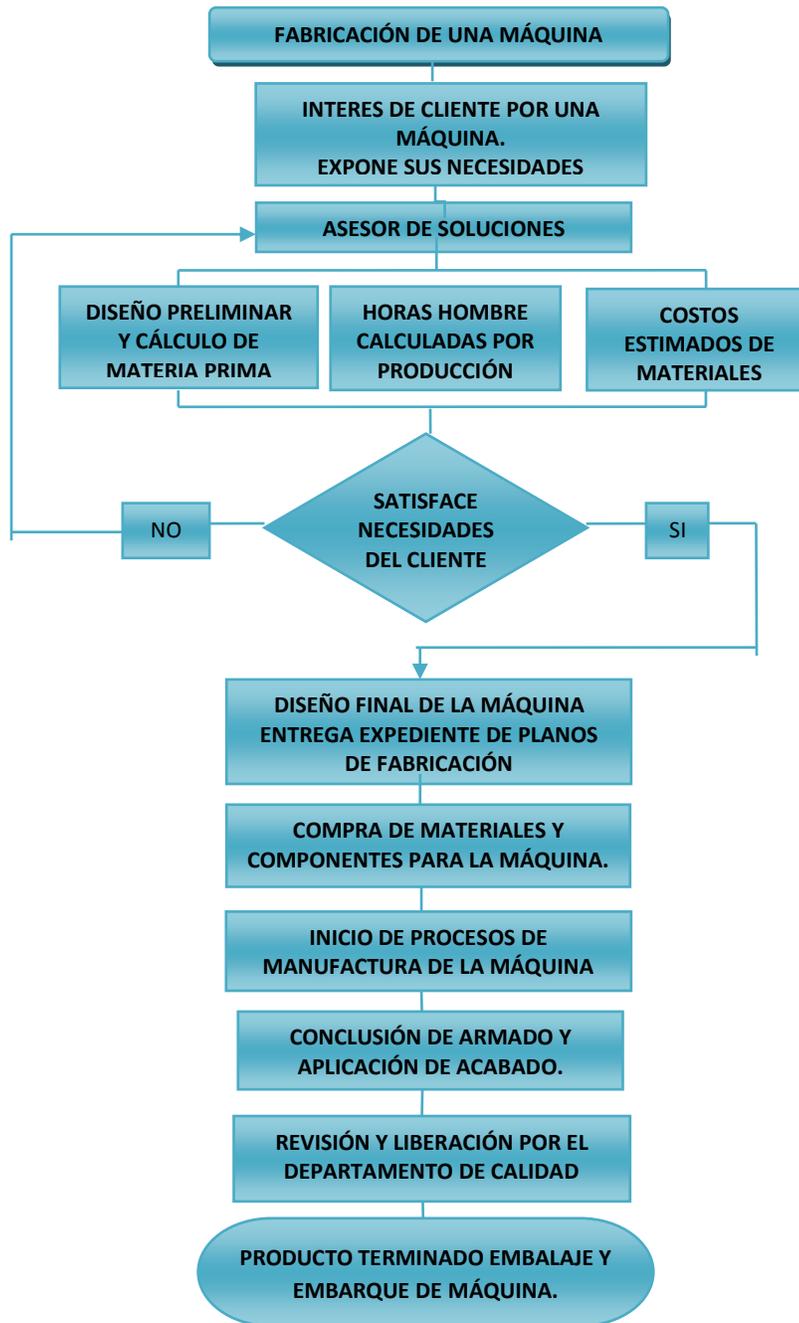
FORMATO	ANCHO (mm)	LARGO (mm)
DIN A0	841	1.189
DIN A1	594	841
DIN A2	420	594
DIN A3	297	420
DIN A4	210	297

La representación de los dibujos es mediante el sistema diédrico, basado en la representación del objeto tridimensional sobre un diedro recto empleando la proyección cilíndrico-ortogonal, es un sistema sencillo y eficaz, por lo que es empleado en la representación de las piezas, ensambles y mecanismos. Incluye también la adición de diversos símbolos, propios del dibujo técnico, como tipos de líneas, acotaciones, rugosidad del material, tratamientos tecnológicos, tolerancias, etc., que permiten la ejecución industrial del producto sin ningún tipo de ambigüedad.

Para la vista principal, se elige la cara que muestre mayor información de la forma geométrica del elemento, por lo general corresponde al objeto en posición de funcionamiento, fabricación o montaje. Para representar un elemento se ocupa la menor cantidad de vista, apelando a la simplicidad y claridad de ellas, y donde se eviten la representación de aristas ocultas. Aunque una pieza tiene 6 caras, las más usadas son 3 (vista principal, superior y lateral izquierda).

## 2.6 FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN EQUIPO DE MAQUINARIA JERSA

Para la fabricación de una maquina se requiere pasar por una serie de fases que abarcan todas las áreas de JERSA. En seguida se muestra un diagrama de flujo de la fabricación de una máquina:



El proceso inicia en el área de ventas, cuando el cliente se pone en contacto con un asesor de ventas, quien se encarga de satisfacer las necesidades de funcionalidad al proponer una máquina, una vez que el cliente selecciona la máquina con las características que se adecúan a sus requerimientos, la gerencia general a través del departamento de ventas asigna un código llamado O.F. para referirse a la máquina y da la orden al departamento de ingeniería de diseño para la realización de los planos de fabricación y la lista de materiales y componentes necesarios. Una vez que ingeniería tiene completo el expediente y la lista, se convoca a una junta con los gerentes y coordinadores de las áreas así como los principales involucrados con la finalidad de revisar el diseño y las posibles modificaciones, también para establecer las fechas compromiso de inicio y fin de las actividades que corresponden a cada área, lo que va a generar la planeación del trabajo como se muestra en la siguiente imagen:

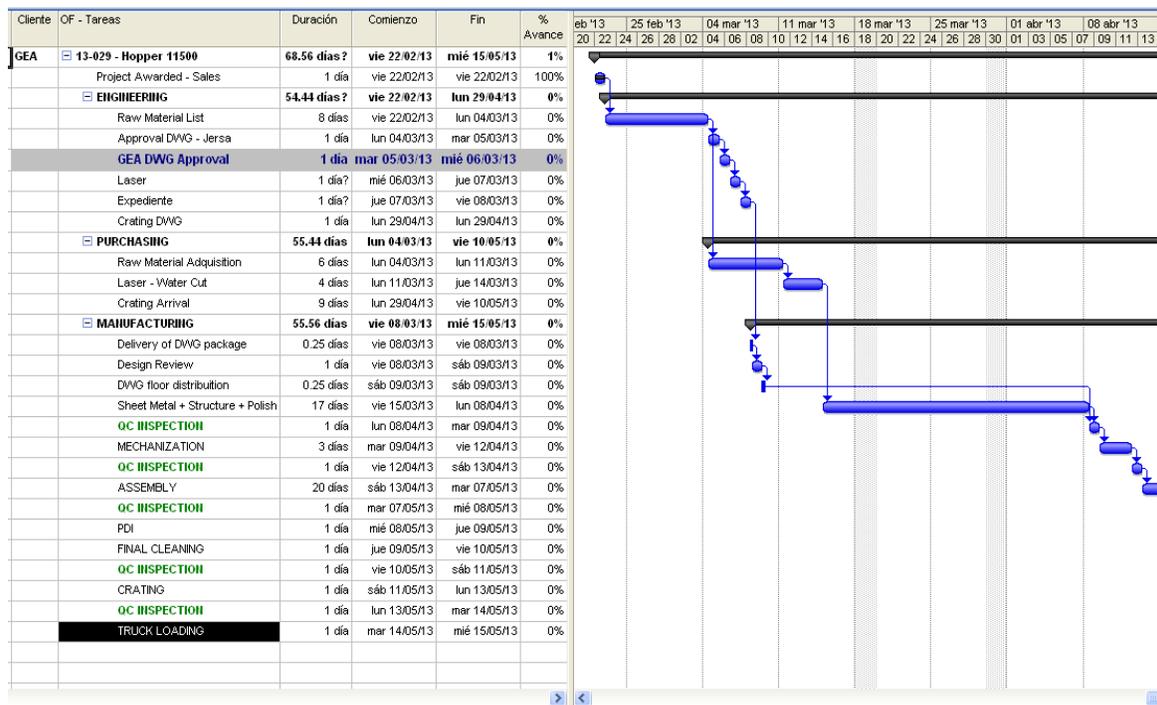


Figura 2.26 – Ejemplo de plan para la fabricación de una O.F. realizado en el programa Project.

Es el turno del departamento de compras, ya que se encarga de la adquisición de los materiales y componentes de mejor calidad y bajo precio ofrecido por los múltiples proveedores, una vez que se tienen todos los elementos de la lista se pasa a la siguiente fase que es el departamento de producción. Es aquí donde se invierte la mayor cantidad de recursos materiales, humanos y tiempo.

A continuación describiré de forma general cada una de las actividades realizadas en este departamento para la fabricación de uno de los proyectos de mayor volumen realizados en mi estancia en maquinaria JERSA:

**NOMBRE DE LA MÁQUINA:** **BUNKER**



Un bunker es una máquina que se utiliza para mezclar de manera uniforme productos cárnicos, este equipo no pertenece al catálogo de productos que JERSA, ya que es propiedad de una empresa de origen estadounidense llamada MARS INTERNACIONAL con presencia en múltiples países y tiene marcas populares que incluyen PEDIGREE, WHISKAS, SNICKERS, MILKY WAY, M&M'S, LUCAS, Skwinkles, Orbit y Life Savers. Una planta de MARS México ubicada en la localidad Poncitlan Jalisco solicitó a JERSA la fabricación de 12 de estos equipos debido al aumento del consumo de sus productos. Con años de anterioridad se habían fabricado 8 de estas máquinas, por lo que se tenía confianza para la fabricación, sin embargo antes de iniciar con la fabricación, se realizó una visita a la planta de Jalisco donde fui invitado junto con 3 ingenieros.



Figura 2.27 – Planta de MARS México en Jalisco.

El objetivo de la visita fue detectar posibles fallas originadas en las condiciones de trabajo y/o mejoras que podrían realizarse. Los 8 bunkers deben funcionar a temperatura de 0 °C y a grandes esfuerzos de compresión, tensión y torsión ya que son alimentados por cubos de carne mixta congelada de 10 cm por cara y moverlos rotatoriamente hasta conseguir una mezcla uniforme que será descargada en un transportador para llevarlos a la siguiente fase del proceso.



En la fábrica de JERSA se inician los trabajos para los 12 bunkers en el área de producción, en primer lugar los materiales son inspeccionados por el departamento de calidad y tras la realización de diferentes pruebas quedan listos para usarse.



### Componentes principales:

1. Cuerpo de placa de acero inoxidable de 1/4" de espesor.
2. Flecha con 8 paletas agitadoras.
3. Flecha helicoidal para desalojo de producto.
4. Parrillas de protección.
5. Motor marca Baldor-Reliance de 5 HP.
6. Sistema de transmisión de potencia marca Brevini.
7. Motorreductor marca Quantis de 4 HP.
8. Guardas de protección para motores.

La manufactura inicia con la fabricación del cuerpo que está integrado por los siguientes 5 componentes:

- Placa lateral derecha
- Placa lateral izquierda
- Artesa del fondo para el helicoidal
- Tapa frontal
- Tapa trasera



Mediante la unión de dos placas con el proceso de soldadura GTAW, pulidas en su totalidad y recortadas con una máquina de corte con láser de acuerdo a una plantilla propia del diseño se realizó el conformado en una máquina roladora para la creación de una curvatura.



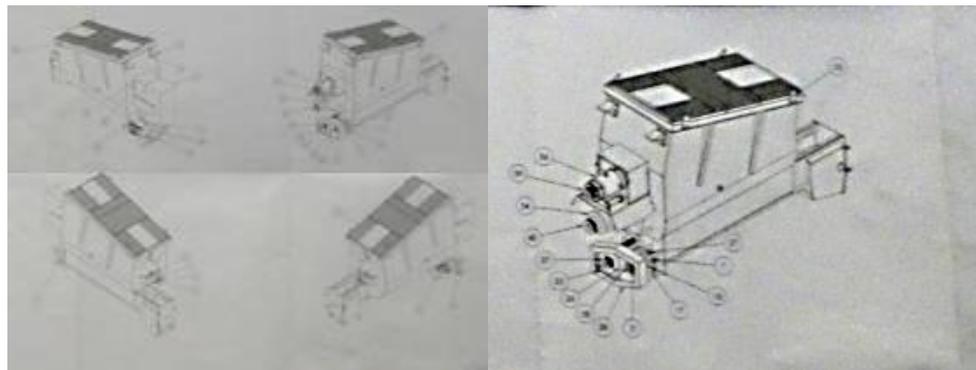
Enseguida se roló otra placa más pequeña, lo que sería el fondo del cuerpo que alojará el helicoidal para la descarga del producto



Otro grupo de trabajadores preparó las placas que serían las tapas de enfrente y atrás del cuerpo



Todos estos procesos de fabricación son inspeccionados de acuerdo al expediente de planos de fabricación, en los que se dan a conocer todas las especificaciones necesarias para la máquina.



El ensamble de los 4 componentes del cuerpo se realizó de forma manual con el apoyo de prensas, tensores, polipastos e incluso la grúa viajera.



Muchas de las piezas se enviaron a manufactura externa debido a la falta de tiempo o a la tecnología insuficiente, como es el caso de las piezas que se enviaron a corte con láser a la empresa llamada PALME precisión.



Cada una de las piezas es revisada por un inspector de calidad para corroborar que las dimensiones sean las correctas.

En el área de maquinado se fabricaron piezas principalmente para los componentes de las flechas del agitador y helicoidal, básicamente bujes, collarines, tapones, empaques y poleas que permitirán la rotación de las flechas.



El armado de los 12 cuerpos de los bunkers requirió de un equipo de 20 trabajadores que tomó un tiempo de 3 semanas con soldadura punteada y una semana más para realizar la soldadura completa.



La colocación de los refuerzos laterales y canaletas fue el siguiente paso para completar los trabajos de soldadura del cuerpo de los bunkers.



Otro grupo de trabajadores realizó el armado de las parillas de seguridad que se posicionaran en la parte superior de la máquina y que se realizan a partir de 67 varillas redondas de acero inoxidable de 5/8" de diámetro.



En otra parte de la nave de ensamble se realizó el ensamble de las guardas de protección de los motores y poleas del helicoidal y del agitador.



Las piezas fabricadas en maquinado representaron un cuello de botella debido a la falta de capacidad en ese departamento, por lo que se dio prioridad a estos trabajos duplicando o triplicando los turnos con la contratación de más personal. Una vez completadas las piezas se enviaron a ensamble para continuar con su proceso, las flechas con agitadores resultaron una de las partes más importantes de la máquina por su complejidad y por la función que desempeñan. Su fabricación requirió la mayoría de los trabajadores para el conformado, ensamble y acabado final de pulido.





Las flechas helicoidal fueron realizadas por una empresa externa llamada MARTIN SPROCKET ubicada en Toluca Estado de México y al llegar necesitaron ajustes físicos y un acabado final de pulido para evitar poros y cavitaciones que pudieran acumular producto que al resagarse contaminaria la demas producción.



Posteriormente se introdujo cada una de las flechas agitadoras y helicoidales comprobando sus dimensiones y desplazamiento en el cuerpo del bunker demostrando su correcto funcionamiento.





Los motores utilizados fueron inspeccionados por trabajadores de servicio técnico antes de ser colocados en los bunkers con el fin de encontrar roces del rotor o altibajos en el amperaje y voltaje marcados en la placa de datos.



A la llegada de los sistemas de transmisión de potencia traídos de Italia se completo la lista de componentes y se continuo con el armado completo.





Una vez aprobado el ensamble general de todos los componentes, se procedio a dar el acabado final al cuerpo del bunker, el cual consiste en desensamblar todas las piezas y llevar el cuerpo de la máquina, guardas y parrillas de protección al área de granallado o sandblast donde se someteran a un chorro a alta presión de perlas diminutas de vidrio que les darán un característico acabado superficial de metal opaco.



Enseguida se llevaron de regreso a las naves de ensamble para el armado final y realización de pruebas de funcionamiento en presencia de gerentes de las áreas y de los clientes de MARS que llegaron a una visita de inspección para observar los avances de sus máquinas solicitadas, después de su aprobación y liberación por parte del departamento de calidad, finalmente se prepararon para su envío en 2 transportes de plataforma, se colocaron 6 bunkers por transporte y se aseguraron con eslingas y tensores.



La fabricación de los Bunkers fue el mayor proyecto que la empresa realizó en el año 2012 y me permitió conocer otra forma de fabricación de las máquinas, desde la planeación hasta la manufactura.

Mis aportaciones como supervisor de producción se maximizaron y mi ritmo de trabajo aumento debido al incremento de las actividades de manufactura y a la sincronización que debían tener.

Fue necesario que improvisara otras formas de control de la información de los avances de la producción para determinar los puntos críticos que pudieran retrasar el proyecto como el que muestro en la siguiente tabla:

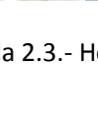
STATUS DE BUNKERS													
BUNKER	CUERPO DE BUNKER HELICOIDAL					AGITADOR			PARRILLAS		GUARDAS		
	SOLDADUR A	ACABAD	ENSAMBLE EN BUNKER	ACAB ADD (PULID	CON MOTOR Y TRANSMI	ENSAMBLE EN BUNKER	ACAB ADD (PULID	CON MOTOR Y TRANSMI	ENDEREZ ADAS	POSICI ONADA EN	ARMADAS	ACABADO (SANDBLAST)	POSICION ADAS EN BUNKER
	EXT. SA	INT. PULIDO											
A 	COMPLETA	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓		✓	✓	✓	✓
B 	COMPLETA	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓		✓	✓	✓	✓
C 	COMPLETA	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓	SOLO MOTOR	✓	✓	✓	✓
D 	COMPLETA	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓		PROBADO Y EN POSICIÓN	✓		✓	✓	✓	✓
E 	COMPLETA	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓		PROBADO	✓		✓	✓	✓	✓
F 	COMPLETA	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓	✓	PROBADO Y EN POSICIÓN	✓		✓	✓	✓	

Tabla 2.3.- Hoja de control de la fabricación los bunkers.

Debido a que en JERSA normalmente se producen máquinas de varios tipos al mismo tiempo, se designa un equipo de pocos trabajadores para cada máquina y la forma de distribución de la planta se torna de posición fija, pero al fabricar estas 12 máquinas la producción en serie resultó ser la mejor opción ya que los procesos se estandarizan y la distribución tuvo que cambiar a una por procesos y agrupamiento de producto que necesito todo el espacio disponible para la manufactura y ensamble así como la participación de todos los trabajadores de la planta. La estandarización de los procesos de fabricación de todas las maquinas de JERSA traería como resultado una optimización de la producción al disminuir el tiempo de fabricación.

### 2.6.1 ARMADO DE TABLEROS DE CONTROL

Debido a que el armado de los tableros de control se realizaba en el área de ensamble para algunos equipos solicitado por el cliente, tuve la oportunidad de ampliar mis conocimientos en la parte de control con tableros electrónicos que controlarían las máquinas en una línea de producción. Para la comprensión de los diagramas y el ensamble de los componentes de los tableros fue necesario hacer uso de los conocimientos proporcionados por las materias de análisis de circuitos y electrónica básica que cursé en quinto y séptimo semestre.

Los elementos que constituyen estos tableros son; interruptores, guarda motores, transformadores, variadores de frecuencia, entre otros. Y se arman por técnicos capacitados conforme a un diagrama desarrollado en el departamento de ingeniería de diseño, en estos tableros se manejan voltajes de 110, 220 y 440 volts que se transforman y distribuyen por los componentes electrónicos con el fin de controlar las máquinas que se fabrican al activar y desactivar cada sistema eléctrico, hidráulico, mecánico, neumático o térmico que las compone y que permite realizar la función para la que fue creada.



Se fabrican tableros de diferentes tamaños y capacidades de acuerdo a la cantidad de máquinas que se desean controlar y a la función que realizan. Un ingeniero de diseño mecatrónico programa el PLC que es el cerebro del tablero y que controlara las señales y la distribución de la energía eléctrica de los motores, electroválvulas, sensores y demás componentes de las máquinas.

## 2.7. PROGRAMACIÓN Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

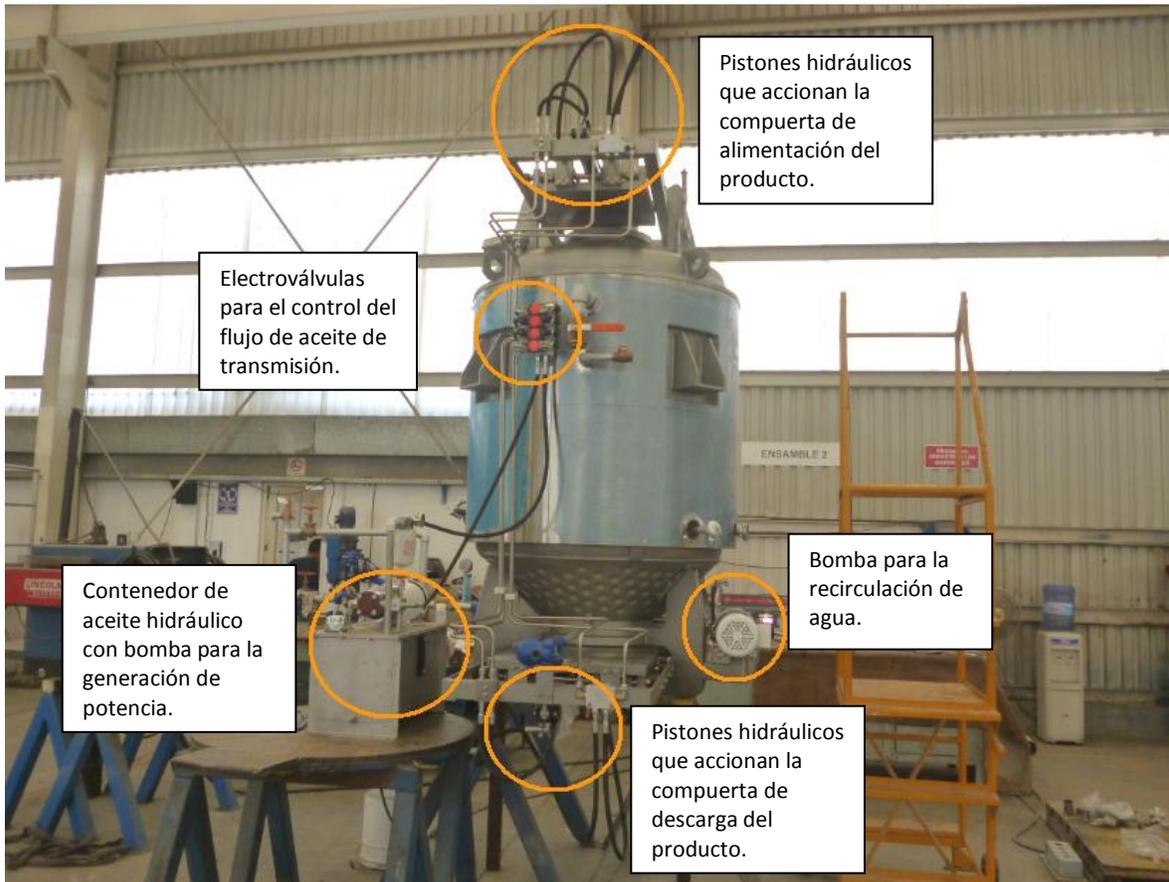
Otra actividad en la que participé, fue en realización de las pruebas de funcionamiento de las máquinas, para comprobar el correcto desempeño del equipo. Una vez terminadas las actividades de ensamble se procedía a preparar los diferentes sistemas que podían integrar una máquina para observar su funcionamiento.



Se procuraba realizar las pruebas de la forma más cercana a la realidad, tratando de establecer las condiciones a las que se sometería la máquina, por lo que en la mayoría de las veces se ocupaba el mismo producto o el más parecido para lo que fue diseñado.



Los equipos fabricados estaban integrados por diferentes sistemas físicos que trabajaban en conjunto para realizar las diferentes funciones que requería el cliente, en la siguiente imagen se describen los sistemas con los que operan los equipos:



Una vez que el personal conecto los diferentes componentes de los sistemas de la máquina, determinaba una reunión con los gerentes de las demás áreas y los principales involucrados en la fabricación de la máquina con el fin de que todos estuviéramos enterados y de acuerdo con la conclusión del armado del equipo.

La invitación se realizaba por el correo electrónico de la empresa tratando de establecer el mejor horario para evitar perturbar en lo posible las actividades del personal que en todo momento estaba a contrarreloj.

El mensaje de correo debía enviarse solo al personal cuya participación era primordial, especificando la hora, máquina y ubicación del equipo a probar, como se puede apreciar en la siguiente copia de un mensaje enviado:

**De:** Javier Pérez Martínez [jperez@jersa.com.mx]

**Enviado el:** Jueves, 11 de Abril de 2013 10:24 a.m.

**Para:** 'Rubén González'; 'Juan Alberto Aguilar'; 'Javier Ortiz'; FERMIN VARGAS (fvargas@jersa.com.mx); 'jaguerrero@jersa.com.mx'; MARIBEL RAMIREZ ([mr Ramirez@jersa.com.mx](mailto:mr Ramirez@jersa.com.mx))

**CC:** 'Fernando Arreola Mora'; 'Lidia Hernández Franco'; 'Fernando Pérez Reyes'

**Asunto** PRUEBA DE ELEVADOR INTRALOX RECTO OF 13-015

Buenos días,

Les informo que a las 3:00 pm se realizarán la prueba del Elevador Intralox que se encuentra en el área de pruebas, contamos con su puntual asistencia.



Saludos,



Javier Pérez Martínez  
Supervisor de Ensamble  
Tel.: (52) 55-5889-0020  
[jperez@jersa.com.mx](mailto:jperez@jersa.com.mx)  
[www.jersa.com.mx](http://www.jersa.com.mx)

## 2.8. PRUEBAS CON CLIENTES

El departamento de ventas es quien realiza las pruebas de los equipos y el departamento de producción se encarga de que todo funcione de acuerdo a los parámetros requeridos para las pruebas, que en la mayoría de las ocasiones se trata de procesos con alimentos. Las pruebas se realizan en el laboratorio, el cual está equipado con máquinas que son parte de la línea estándar de fabricación JERSA y que eran solicitadas con mayor frecuencia por los clientes. Dependiendo de la prueba, es la cantidad de máquinas utilizadas y proporcionalmente el número de trabajadores que apoyarían en la preparación de las máquinas. Como ejemplo, en las siguientes imágenes se muestra una prueba realizada:



La actividad consistía en el envasado hermético de un guisado comestible que sería pasteurizado y preparado para conserva. Mi participación en esta actividad consistió en la selección y coordinación de un grupo de trabajadores que harían las conexiones de las máquinas y controlarían su funcionamiento.

El proceso comenzó con el uso de una máquina para sellar las bolsas del producto, posteriormente fue necesario introducir el producto en otra máquina llamada autoclave que funciona con vapor de agua para la pasteurización, el cual es generado en una caldera y recirculado con una bomba a través de un condensador controlado con un tablero electrónico, en esta sencilla prueba se regularon parámetros de presión y temperatura de manera precisa en los que es necesario el

conocimiento en sistemas de generación de vapor, [16]. Sin lugar a duda las asignaturas de termodinámica aplicada y maquinas térmicas fueron necesarias para entender todos estos procesos y poder dirigir a los trabajadores de acuerdo a la planeación de la prueba que se hizo con el departamento de ventas.

Debido a que existen muchos procesos aplicados a los productos de los clientes, las máquinas son utilizadas de forma versátil y por lo mismo es necesario conocer el funcionamiento completo de las máquinas disponibles para las pruebas, que van desde pequeñas marmitas y llenadoras, hasta las voluminosas lavadoras de inmersión y autoclaves. En la tabla 2.4 se muestran algunas de las máquinas de uso más común para las pruebas así como el sistema físico que utiliza y la función que realiza:

<b>MÁQUINA</b>	<b>SISTEMAS FÍSICO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
 <p>Molino de martillos</p>	Sistema eléctrico con motor eléctrico de 5 HP	Tritura y muele semillas, chiles secos, frutas, etc.
 <p>Llenado tipo pistón</p>	Sistema neumático	Llenar frascos o botes de mermeladas, pastas, productos lácteos, aceites, etc.
 <p>Lavadora de inmersión</p>	Sistemas eléctrico e hidráulico	Limpiar y seleccionar frutas y verduras que contienen insecticidas, tierra, fertilizantes, etc.
 <p>Deshidratador</p>	Sistemas térmico y/o eléctrico	Elimina el agua de frutas, verduras, hierbas o flores, para la elaboración de dulces, condimentos, etc.
 <p>Despulpador</p>	Sistema eléctrico	Separa semillas, tallos y cascara de frutas y verduras, obteniendo únicamente jugo o pulpa.

Tabla 2.4.- Máquinas del laboratorio para pruebas.

Todas las pruebas se realizan con la colaboración de técnicos e ingenieros con los que interactúe para llevar a cabo cada una de las pruebas con los clientes que resultaban muy importantes, ya que el éxito de estas podía determinar la venta de una máquina que genera los ingresos de la empresa.

## 2.9. EMBARQUE DE LOS EQUIPOS TERMINADOS

El envío de las máquinas es la etapa final del proceso y se lleva a cabo en cuanto el departamento de calidad revisa minuciosamente el equipo y emite la liberación después de haber realizado con éxito las pruebas de funcionamiento. El embarque de las máquinas también era parte de mi trabajo, el tiempo de ejecución, la seguridad de los trabajadores y el cuidado de las maquinas era mi responsabilidad, por lo que esta actividad en la mayoría de las ocasiones requería mucho tiempo y tolerancia al estrés.

Por lo general el mismo equipo de trabajadores que realizó los trabajos de manufactura de la máquina es quien se encarga de los trabajos para el embarque, para cumplir con el tiempo establecido era necesario que coordinara a ese personal designando actividades en forma prioritaria, empezando con la limpieza completa de la máquina con aire a presión y con un producto comercial para limpiar acero inoxidable dejando libre de grasa, polvo y demás residuos. El siguiente paso es cubrir completamente con plástico protector y colocar en tarima o alguna plataforma de madera.



La forma de acomodar los equipos resultaba ser de acuerdo a sus dimensiones y geometrías y en la mayoría de las ocasiones se utilizaba el programa de diseño SolidWorks como apoyo para la ubicación de los equipos en la plataforma del transporte.



## **CAPITULO 3: Descripción de la participación en la empresa.**

### **3.1. PROYECTO "RED DE SUMINISTRO DE GAS"**

Mi participación en la empresa JERSA se enfoca en varias actividades, todas dentro del departamento de producción. Mi principal actividad es brindar apoyo a todos los trabajadores para dar continuidad a las múltiples tareas del departamento con las instrucciones del jefe de producción, lo que incluye dar seguimiento a las actividades de manufactura para que los procesos no se vean interrumpidos y consecuentemente la producción. Sin embargo como empleado de la empresa estaba comprometido con la reducción de costos, lo cual se puede llevar a cabo con el desarrollo de proyectos que mejoren o mantengan la calidad de los productos y que disminuyan el capital de inversión. Por tal motivo realicé el proyecto de una "Red de Suministro de Gas" que aparte de representar una importante reducción en los costos de producción fue aceptada como propuesta para mejorar la infraestructura de la planta teniendo como resultados; mayor seguridad para todos, mejora en la imagen de las instalaciones, practicidad y por lo tanto eficiencia de la producción al tener un mejor lugar de trabajo. Esto fue parte del trabajo para la reducción de costos que se planearon en el departamento de producción para ese año y que fue presentado a la dirección y posteriormente aceptado por el comité dueño de la empresa.

#### **3.1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Dentro de las principales actividades en el área de ensamble de las máquinas se realizan trabajos de soldadura, pulido, bridaje y colocación de los diferentes elementos que conforman los equipos que se fabrican. En esta área es donde se presentan la mayor cantidad de tiempos improductivos y por lo tanto donde se tiene que trabajar más para contrarrestarlos y contribuir a la disminución de costos de producción, fue así como inicié el proyecto, enfocándome específicamente en los gases de protección utilizados en los procesos de soldadura, por lo que a principios del mes de junio de 2012 contacté a la empresa llamada PRAXAIR, la cual ya conocíamos debido a que es la que provee de gases para soldar, pero solo se limita a suministrar su producto en cilindros, sin intervenir en algún proceso más. Esta vez solicité una reunión con un especialista de dicha empresa para conocer sus opciones tecnológicas que yo podía aprovechar para optimizar el proceso en cuestión. En dicha reunión hablamos de diferentes formas de mejora, el especialista me recomendó el uso de otros gases puros como helio ó diferentes mezclas a las ya utilizadas, también ofreció nuevas y mejores máquinas para soldar que ellos

comercializan, sin embargo no se llegó a algo en concreto que detonara una notable mejora.



Días después al continuar con la observación de los procesos de soldadura pude observar que la forma en que se suministraban los gases podía ser el área de oportunidad que estaba buscando, ya que el gas traído en los cilindros que son reemplazados por los trabajadores de manera individual genera los tiempos improductivos así como pérdida de capital y al revisar la información de los productos ofrecidos por PRAXAIR en el catálogo de servicios observé que ofrece el servicio de suministro de gas a contenedores de gran capacidad que ellos mismos proveen. De esta manera inicié el análisis de las limitaciones y ventajas de este aspecto técnico que se convertiría en un importante proyecto para la empresa.



Figura 3.1.- Tanques de almacenamiento del catálogo de productos de praxair.

### 3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

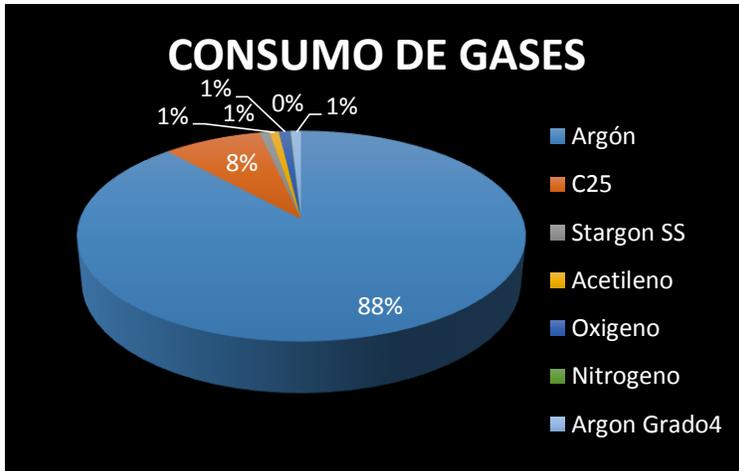
La implementación de otro sistema para el suministro de los gases fue la mejor alternativa para el ahorro de capital en los procesos de soldadura en la fabricación de las máquinas de JERSA, fue entonces cuando visualicé la necesidad de una red de tubería que distribuya el gas desde un tanque estacionario de gran capacidad hasta los puntos de consumo a la que llamé "Red de Suministro de Gas", dichos tanques de almacenamiento eran los del catálogo de servicios de PRAXAIR.

Para asegurar la funcionalidad y viabilidad del proyecto en primer lugar identifiqué cuales gases eran los que consumíamos en mayor proporción, las áreas de trabajo y los procesos de soldadura en los cuales invertíamos más tiempo, quedando de la siguiente manera:

- El argón comprimido, la mezcla Stargold LD Stargon SS, helio y una mezcla de argón con bióxido de carbono llamada C-25, son los gases de consumo.
- Nueve áreas de ensamble donde se realizan trabajos de soldadura.
- Dos procesos de soldadura: GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), o también conocido como antorcha con tungsteno Y GMAW (Gas Metal Arc Welding) ó soldadura con micro alambre.

Fue necesario obtener información precisa sobre los consumos de los diferentes gases que se tuvo en el año 2012, la cual solicité al departamento de administración y posteriormente realicé un concentrado en una gráfica de los consumos requeridos para el estudio. A continuación se presenta parte de la información requerida ya filtrada.

MAQUINARIA JERSA, S.A. DE C.V. MJE-831116-EJ8 E. ZAPATA 51 COL. Sn JOSE BUENAVISTA C. IZCALLI AUXILIAR DE MAYOR DEL 01/01/2012 AL 31/12/2012													
Mes	Día	Tipo	Partida	Póliza	Nombre	Importe	Argón	C25	Stargon SS	Acetileno	Oxigeno	Nitrogeno	Argon Grado4
<b>CONSUMO DE GAS</b>													
Ene	31	004	45	000002	(3) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	4,173.04	3						
Ene	31	004	78	000002	(5) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	6,691.45	5						
Ene	31	004	102	000002	(3) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	4,114.87	3				1		
Ene	31	004	126	000002	(3) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	4,431.57	3						
Ene	31	004	173	000002	(6) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	8,029.74	6						
Feb	29	004	16	000002	(4) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	5,353.16	4						
Feb	29	004	43	000002	(3) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	4,114.87	3						
Feb	29	004	58	000002	(4) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	5,353.16	4						
Feb	29	004	70	000002	(3) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	4,114.87	3						
Feb	29	004	101	000002	(2) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	2,676.58	2						
Feb	29	004	157	000002	(4) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	5,353.16	4						
Feb	29	004	160	000002	(2) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	2,676.58	2						
Feb	29	004	193	000002	(4) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	5,353.16	4						
Mar	31	004	19	000002	(3) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	4,014.87	3						
					(4) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3								
					(1) CILINDRO ARGON GRADO 4.0 (1)		4	1					
Mar	31	004	55	000002	CILINDRO DE ACETILENO GRADO 1 (1)	8,317.82				1			1
Mar	31	004	91	000002	(5) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	6,691.45	5						
Mar	31	004	100	000002	(1) CILINDRO DE ARGON INDUSTRIAL 9.68 M3	1,754.99	1				1		
<b>Totales:</b>						<b>582,977.89</b>	<b>378</b>	<b>47</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
						<b>cilindros</b>	<b>378</b>	<b>47</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
						<b>m3</b>	3659.04	375.06	38.72	58.08	87.12	9.68	19.36
						<b>\$</b>	525803.04	49612.26	5052.92	4623.34	5689.8	416.7	5030.853333



También obtuve la siguiente información con base en los consumos registrados durante el año.

-Consumo por hora promedio de gas que se tuvo en el año 2012 con un turno de 12 horas de lunes a sábado, tomado 300 días laborables, la planta consumió el siguiente flujo volumétrico aproximado:

#### FLUJO VOLUMÉTRICO PROMEDIO EN 2012

- 1.0164  $\frac{m^3}{hr}$  Para argón comprimido
- 0.1041  $\frac{m^3}{hr}$  Para C-25
- 0.0107  $\frac{m^3}{hr}$  Para Stargon SS

CONSUMO DE GASES	
TIPO DE GAS	CONSUMO 2012 (M3)
ARGÓN COMPRIMIDO	3659.04
STARGOLD C-25	375.06
STARGON SS	38.72
ACETILENO	58.08
OXIGENO	87.12
NITROGENO	9.68
ARGON GRADO 4.0	19.36

- Mano de obra soldador \$ 135.00 / hr.

Una vez que tuve la información, solicite nuevamente la asistencia de PRAXAIR para plantearles el proyecto y conocer la factibilidad. Esta vez fue un ingeniero experto en procesos de soldadura de PRAXAIR a quien contacté y proporcioné la información anterior para que la analizara y determinara si contaban con la tecnología adecuada para los requerimientos de suministro como son el flujo volumétrico y la presión. Tras algunos días de revisión y con resultados positivos, el ingeniero se puso en contacto y regresó a JERSA con personal del departamento de instalaciones de PRAXAIR para que en coordinación conmigo realizáramos un levantamiento preliminar de las tomas de gas que serían necesarias en cada área de trabajo en las naves de ensamble, para lo cual yo había realizado con anticipación el siguiente plano de identificación (layout).

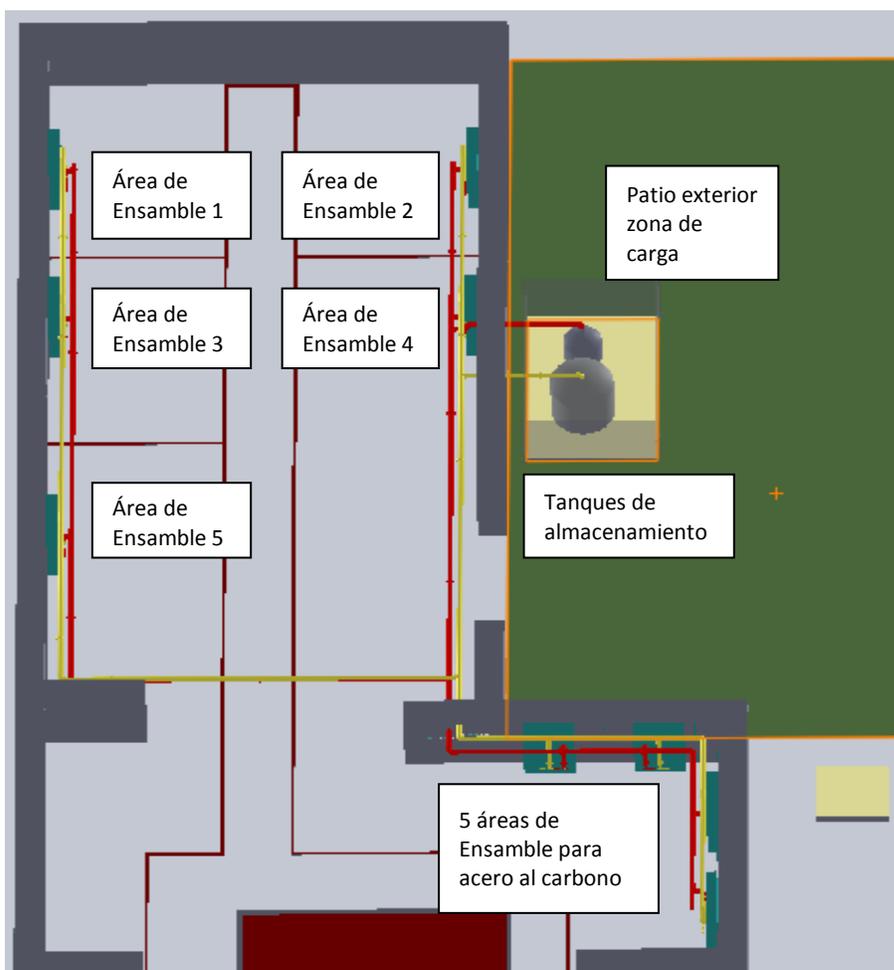


Figura 3.2.- Layout de la planta, indicando las nueve estaciones de tomas de gas distribuidas en la planta de ensamble y los tanques de almacenamiento.

## LEVANTAMIENTO

- 1.- Identificación física de las áreas de trabajo.
- 2.- Reconocimiento de los 2 principales gases de consumo:
  - Argón comprimido para GTAW.
  - Mezcla Stargold C-25 para SMAW acero al carbono.
- 3.- Ubicación de tanques de almacenamiento.

Un total de 9 bajadas con 5 tomas cada una fueron las que considere suficientes para la carga de trabajo de acuerdo a las estaciones de soldadura y al número de soldadores. En el área de ensamble de máquinas de acero inoxidable 3 de las 5 tomas serían para argón comprimido y las otras 2 para la mezcla C-25, y en la zona de ensamble de máquinas de acero al carbono 3 tomas serían para C-25 y 2 para argón como se muestra en la figura 3.3.

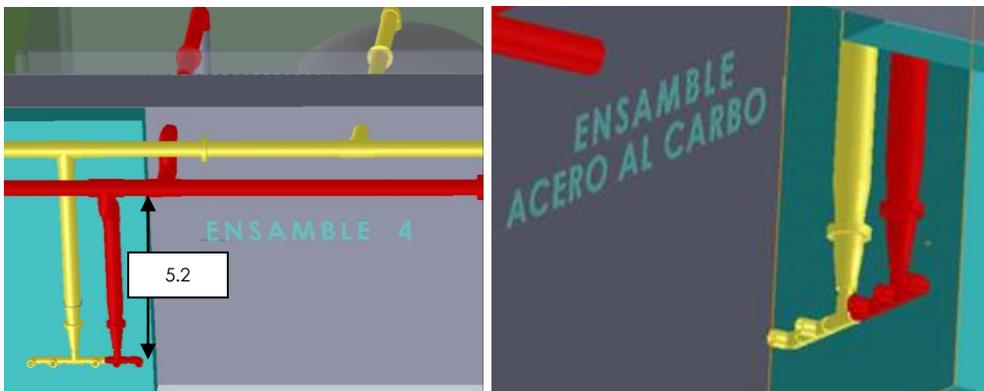


Figura 3.3.- Numero de tomas por bajada de acuerdo al área de soldadura.

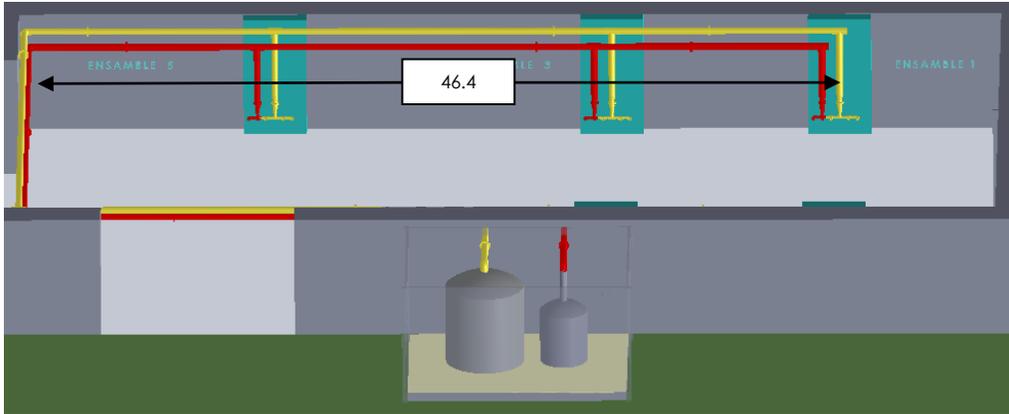
Al hacer el levantamiento de la red, realizamos el siguiente listado de los principales materiales a utilizar:

- 345 mts. de tubería de cobre
- Tanques de almacenamiento de argón y bióxido de carbono para C-25
- Manómetros
- Reguladores de flujo
- Rollos de manguera retráctil
- Accesorios (válvulas, uniones, reducciones, abrazaderas, etc.)

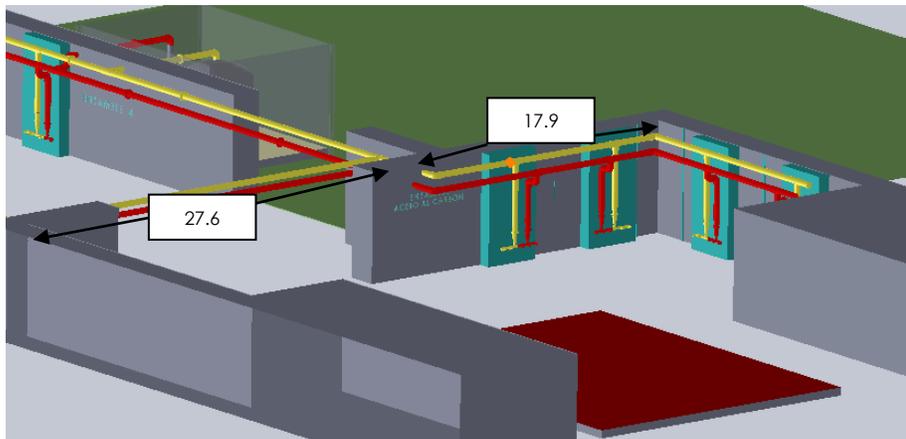
La empresa PRAXAIR tenía interés en el cambio de sistema de suministro de gas, de cilindros pequeños a tanques de almacenamiento de gran capacidad, porque les resulta más rentable la venta de su producto y servicios. Es por eso que en caso de

optar por la implementación de este proyecto, PRAXAIR colocaría los tanques de almacenamiento sin ningún costo para JERSA.

Posteriormente expuse el reporte a la dirección. Este proyecto llamó la atención de los líderes de la empresa debido al importante ahorro económico que representaría una vez implementado, por lo que se me indicó seguir desarrollándolo y realizar una reunión para darlo a conocer ya como un proyecto formal a las diferentes gerencias que integran la empresa. Con las siguientes imágenes de una simulación de la red realizada en el programa SolidWorks presente el proyecto:



En la simulación se observan las diferentes estaciones de soldadura en donde se utilizan los gases de protección, la tubería en color amarillo representa el argón comprimido y en rojo la mezcla C-25.



### 3.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA A SOLUCIONAR

Estaba definida la red en cuanto a distribución física en la planta, sin embargo era necesario determinar cómo se harían los trabajos de instalación para que la red fuera capaz de suministrar el flujo de gas requerido y el costo que esto tendría. Para esto continué con la asistencia técnica de PRAXAIR y solicité que realizaran una cotización para los trabajos de instalación de la tubería. Para dicha cotización PRAXAIR me solicitó los datos técnicos necesarios para seleccionar el tipo de tubería, conexiones, soldadura y accesorios necesarios de acuerdo a los tanques de almacenamiento con que se estaban contemplando. Los parámetros técnicos necesarios para la red de tubería los calculé de acuerdo a los datos obtenidos del estudio de consumo de gases del año 2012 y a información de manuales, [17].

#### DATOS TÉCNICOS

-Tasa de flujo de gas al soldar	$7 \text{ a } 16 \frac{L}{min} = 0.42 \text{ a } 0.96 \frac{m^3}{hr}$
- Densidad del argón	$1.78 \frac{Kg}{m^3}$
- Densidad del aire atmosférico	$1.293 \frac{Kg}{m^3}$
- Presión del argón en el tanque de almacenamiento	$160 \frac{Kg}{m^2}$
- Presión del argón al soldar	$2.55 \frac{Kg}{m^2}$
- Pureza del argón	99.96%

#### FLUJO VOLUMÉTRICO PROMEDIO EN 2012

- $1.0164 \frac{m^3}{hr}$  Para argón comprimido
  - $0.1041 \frac{m^3}{hr}$  Para C-25
- Presión de operación de los cilindros 2300 psi ó 160 kg/cm<sup>2</sup>

La cotización propuesta por PRAXAIR en este análisis se realizó con base en la instalación de una red de tubería para argón y otra para la mezcla C-25 que prácticamente irían a la par y que se distribuiría a cada una de las nueve áreas de trabajo identificadas, lo que contemplaría materiales y los trabajos de mano de obra para la tubería, y faltarían los siguientes componentes de la red:

- Tanques de almacenamiento, los cuales pondría PRAXAIR
- Un área cimentada para la colocación del tanque y protección de los componentes de medición.
- Manómetros, mangueras y conexiones.

En seguida se muestra una copia de la cotización que me fue enviada tras haber realizado las actividades previamente mencionadas:



1

Praxair México, S. de R. L. de C. V.  
 Biólogo Maximino Martínez 3804  
 Col. San Salvador Xochimanca  
 02870 México, D.F.  
 www.praxair.com.mx

México D.F. a 15 de Marzo de 2013

**MAQUINARIA JERSA, S. A. DE C. V.**

Emiliano Zapata, No. 51  
 Col. José Buenavista  
 Cuautitlán Izcalli. Edo. de México  
 CP 54710

**Ing. Javier Pérez Martínez:**

Estimado Cliente:

Nos permitimos distraer su fina atención con el propósito de saludarle y agradecer el darnos la oportunidad de poder servirle, mil gracias.

Con base a nuestras conversaciones previas, anexo a la presente nos permitimos poner a su atenta consideración nuestra propuesta **Técnico Comercial** para el suministro de mezcla para soldar **STARGOLD** producida en su planta a partir de sus componentes en estado líquido; argón, bióxido de carbono y Argón en estado líquido también para su proceso de soldadura.

Para el logro de lo anterior y poder cumplir así con las necesidades presentes y futuras de su proceso de soldar, Praxair México, S. A. de C. V. propone a su empresa un proyecto llave en mano más eficiente y seguro que nos permita contribuir con ustedes para lograr mayor **productividad** y **calidad** su proceso de soldar, pero a un **menor costo** del mismo, mediante sistema Microbulk a través de una línea de suministro como a continuación indican los ejemplos.

**Condiciones Comerciales:**

Concepto	Cantidad	Subtotal
Red de tubería para Mezcla y Argon, en cobre tipo L sin costura, con aplicaciones en brazing con plata, valvulas, accesorios, pruebas de hermeticidad, mano de obra.	2	\$242,857.14
<b>Subtotal</b>		<b>\$242,857.14</b>
	<b>IVA</b>	<b>\$38,857.14</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$281,714.28</b>

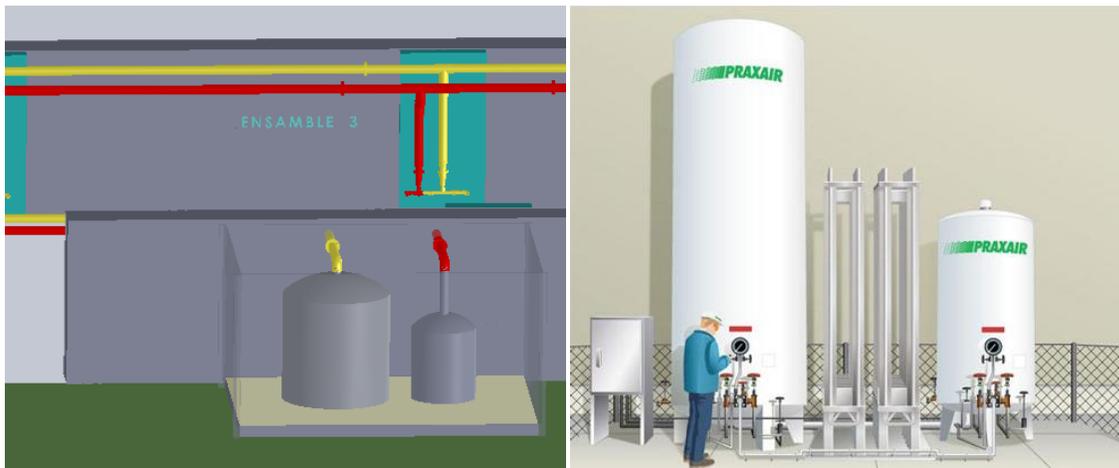
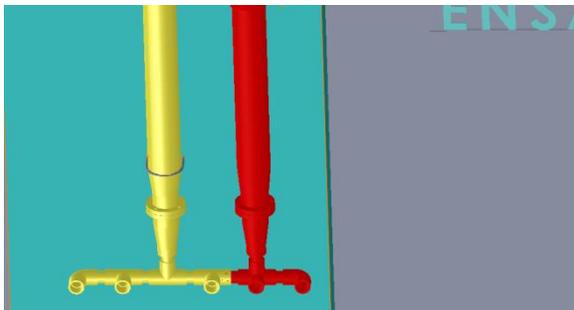


Figura 3.4.- Simulación de los tanques de almacenamiento para argón y bióxido de carbono.

Debido a que en JERSA también se fabrican sistemas de distribución de gases para quemadores industriales pude realizar el diseño de forma ilustrativa de las tomas en las que tomé en cuenta que se ubicaran en lugares estratégicos que pudieran suministrar el gas a todos los puntos de ensamble de la nave y que fueran seguros para los trabajadores.



En las siguientes imágenes se muestran algunos ensambles de sistemas de distribución de gas para máquinas de combustión y que me permitieron conocer las características necesarias para el proyecto de la red de suministro de gas que estaba realizando. Y en un momento dado la instalación de la red de tubería podría ser realizada por personal de JERSA ya que cuenta con la experiencia necesaria para estos trabajos.



## ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

También busqué más opciones con otras empresas como fue INFRA y GRUPO LICONA para la realización del proyecto para llevar a cabo la más conveniente de acuerdo a factores como recurso, a quienes contacté con ayuda de mis jefes e hice la invitación para reunirnos en JERSA. Se les expuso el objetivo del proyecto y se les proporcionó la misma información que a PRAXAIR y posteriormente presentaron sus

respectivas cotizaciones y los servicios que podían ofrecernos para la realización del proyecto.

Algunos aspectos que tomé en cuenta antes de elegir el equipo de instalación para una planta son:

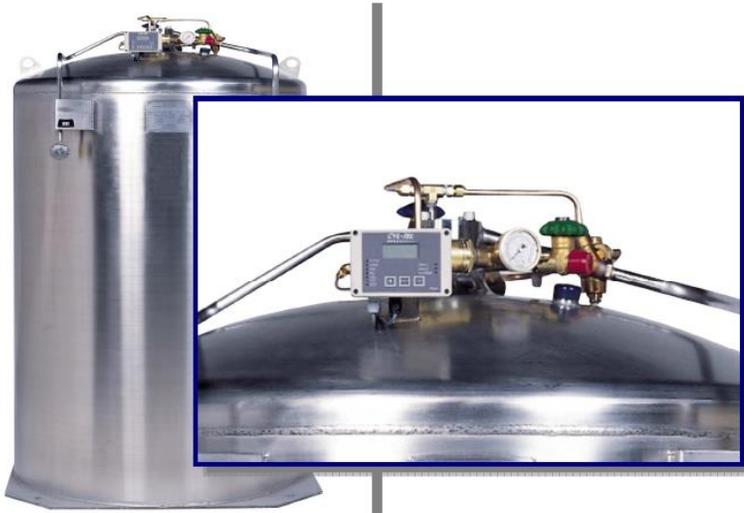
- Costos de instalación.
- Facilidad de instalación y mantenimiento.
- Capacidad de suministro.
- Vida media del equipo.



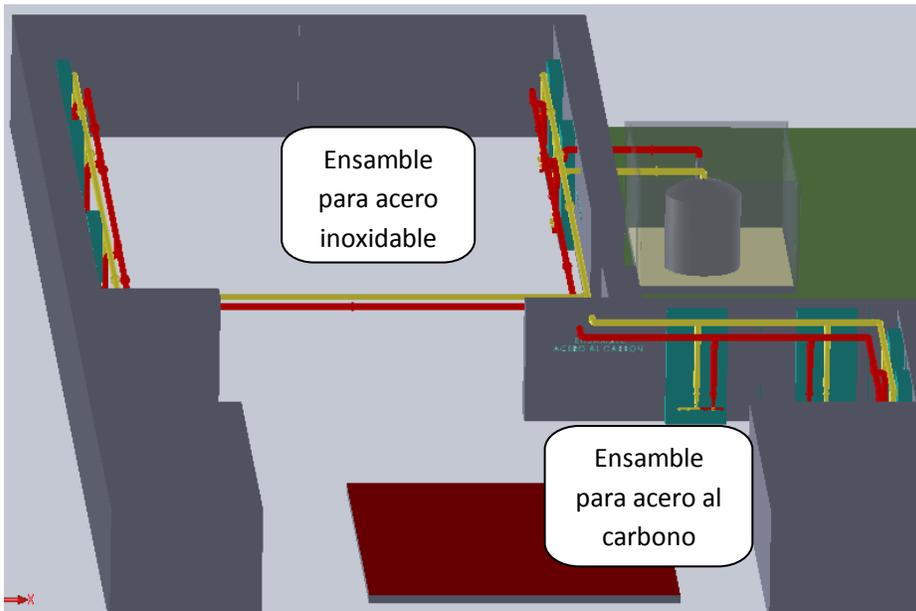
Al hacer la comparación de las tres empresas, determiné que la más conveniente era PRAXAIR debido a que cuentan exclusivamente con un departamento que realiza este tipo de instalaciones y otro aspecto es que debido a que JERSA es un cliente que consume los productos de PRAXAIR ya con cierta antigüedad, se habló de facilidades de pago y demás beneficios de financiamiento que resultaba un proyecto de ganar-ganar para ambas empresas.

Otro servicio que ofrece PRAXAIR es la telemetría, que es un sistema de medición de los niveles de gas en los tanques de almacenamiento y que se transmite mediante sistema satelital a la planta de PRAXAIR en Tepeji de Rio, dando la señal para el suministro de gas, también con el uso de este sistema PRAXAIR realiza un estudio sobre los consumos que se tienen mensualmente y son representados en gráficos que pueden ser consultados por JERSA en un portal de internet.

TELEMETRÍA



Ahora tomando en cuenta que se requiere distribuir dos tipos de gases diferentes en áreas específicas de soldadura, puede asentar por completo el proyecto como se aprecia en el siguiente plano:



En la última reunión con el ingeniero en procesos de soldadura y de desarrollo del mercado por parte de PRAXAIR se revisaron algunas ventajas que se tendrían al implementar dicha red de tubería. Con ésta información realicé un estudio de costo-beneficio y retorno de inversión que sustentaría el proyecto, [18].

	ARGON COMPRIMIDO	C-25
CONSUMO DE GAS POR AÑO (M3)	3659.04	375.06
PORCENTAJE DE REMANENTE PROMEDIO POR CILINDRO:	10%	10%
GAS REMANENTE ESTIMADO POR AÑO (M3):	365.904	37.506
PRECIO POR M3 DE GAS :	\$143.70	\$132.28
COSTO ANUAL POR GAS REMANENTE:	<b>\$52,580.30</b>	<b>\$4,961.23</b>
TIEMPO ESTIMADO POR CAMBIO Y ACARREO DE CILINDROS:	4 HRS/MES	
SUELDO DEL SOLDADOR ESTIMADO:	\$135.00 / Hr.	
CANTIDAD DE SOLDADORES:	10	
COSTO ANUAL POR ACARREO DE CILINDRO:	<b>\$64,800.00</b>	
<b>AHORRO ANUAL TOTAL ESTIMADO:</b>	<b>\$122,341.53</b>	

LA MERMA DE GAS Y EL CAMBIO-ACARREO SON LOS 2 ASPECTOS MÁS IMPORTANTES PARA EL RETORNO DE INVERSIÓN

## FORMAS DE PAGO

Finalmente me presentaron la cotización y hablamos sobre las facilidades de pago más resultados positivos:

- 1.- Praxair realizará un descuento a la cantidad \$281, 714.28 que es el costo de red que cotizaron. Posteriormente informarían sobre este descuento ya que van a hacer un estimado de los gastos que pueden absorber.
- 2.- El pago podría ser de varias formas; ya sea con un anticipo y lo demás en pagos diferidos o se podría negociar con producto consumido.
- 3.- El precio del gas líquido para la red es menor que el de los cilindros ya que se facturan por separado (el argón y el CO2), así que con esto se estima un ahorro más.

4.- Praxair presentara cotización de la obra civil para el área de tanques con personal calificado de praxair con experiencia en este tipo de instalaciones para que comparar con otras empresas de servicios.

5.- El departamento de ventas de praxair realizara un análisis económico completo de costo-beneficio.

Todas estas propuestas se negociaron debido a que para praxair es mucho más rentable suministrar gas por pipa que por cilindros.

Finalmente el proyecto recibió el visto bueno por los directivos después de haber sido analizado en la junta que se tiene con el comité dueño de la empresa. El análisis consistió en comprobar la funcionalidad y la valides de las condiciones que provocaron la creación de este proyecto que indudablemente traería a la empresa grandes beneficios técnicos y económicos. El proyecto se encuentra en espera de capital para su realización al igual que otros proyectos que aportaría mejoras a la empresa.

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE TRABAJO.

### VALORACIÓN DEL PROYECTO

Al finalizar la elaboración del proyecto, pude constatar que las actividades realizadas fueron las adecuadas, lo cual permitió construir un objeto técnico funcional que cumplió con la finalidad de resolver el problema identificado, al optimizar el proceso de soldadura en producción de las máquinas fabricadas en maquinaria JERSA, causando un gran impacto al grado de ser considerado uno de los proyectos de mayor importancia que se había desarrollado en la empresa.

Con la implementación de este proyecto en la planta de maquinaria JERSA se modificaría en gran medida la forma en que se trabaja. El departamento de compras evitaría requisiciones para cilindros de gas, ya que si lo quisiéramos el sistema de suministro sería controlado por el servicio de telemetría, los obreros no serían interrumpidos en sus labores a causa del cambio de cilindros, el personal de almacén ya no estaría al pendiente de las existencias de cilindros, entre otros aspectos que cambiarían.

## 3.2. MESA GIRATORIA DE USO MULTIPLE COMO APORTACIÓN A LA EMPRESA

### CONDICIONES QUE PROPICIARON LA FABRICACIÓN DE LA MESA GIRATORIA.

La necesidad de instrumentos y dispositivos para la fabricación de las máquinas fueron algunas de las limitaciones que se presentaban en las naves de fabricación de

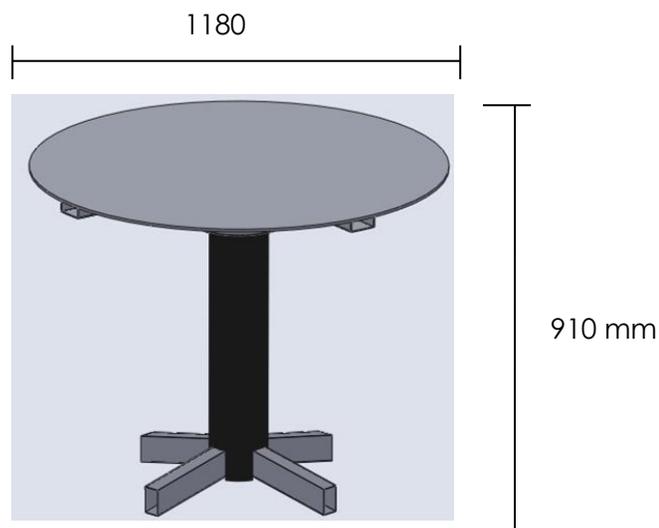
maquinaria JERSA, en muchas de las ocasiones la creatividad del obrero era indispensable para la ejecución de sus actividades, fue por eso que decidí elaborar una mesa que sirviera de apoyo en los trabajos de conformado, soldadura, ensamble mecánico y demás acciones realizadas por los obreros.

La idea surgió a partir de que observé otras mesas circulares utilizadas por los trabajadores, sin embargo estas presentaban algunas limitaciones como; excesivo peso, dificultad para transportarse y manipularse. Por lo tanto debía fabricar una mesa ligera, versátil, capaz de soportar carga pesada y de uso práctico que estuviera disponible para cualquier trabajador con el fin de mejorar el desempeño de sus actividades.



#### DISEÑO Y FABRICACIÓN DE LA MESA GIRATORIA

Inicie el diseño la mesa tomando en cuenta esas características necesarias y seleccionando las dimensiones adecuadas para la comodidad de los trabajadores, principalmente altura y diámetro.

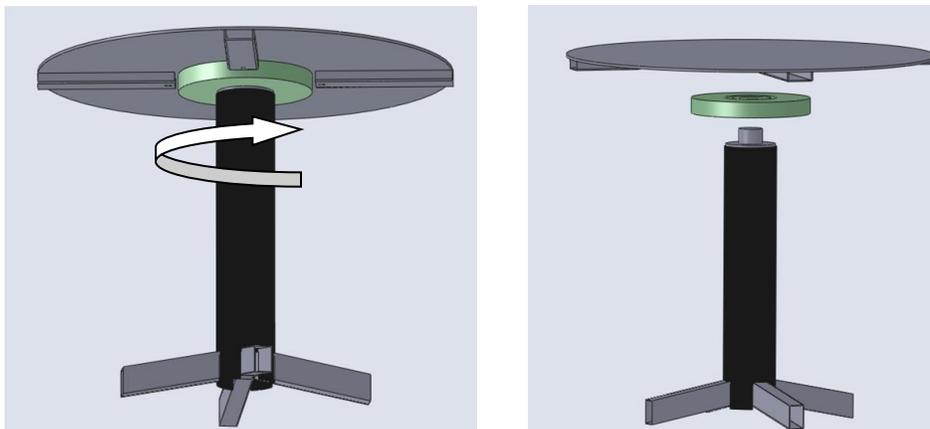


La superficie circular que será el área de contacto para los trabajos debería ser de acero inoxidable para evitar contaminación. Determiné que el diámetro adecuado para dicha circunferencia debía estar en función de la longitud promedio de los brazos de los trabajadores para darles la mayor área posible sin afectar la estabilidad de la mesa. Obtuve el círculo de una placa de acero inoxidable AISI 304 de ¼" de espesor que fue cortada por un operador con equipo de corte con plasma



Figura 3.5.-Corte con plasma de placa circular de acero inoxidable.

Posteriormente para darle un uso más práctico se me ocurrió hacer que la mesa girara para evitar que el operador tuviera que moverse alrededor de la pieza de trabajo que realiza y perder de referencia. Para la realización de dicho grado de libertad tomé en cuenta varias opciones como; el uso de rodamientos entre la mesa circular y su base tubular ó la colocación de ruedas en las patas de la base, pero opté por algo más sencillo, girar sobre un buje plástico, para lo cual utilicé un disco de teflón, un material empleado en bujes plásticos para máquinas que requieren ejes giratorios, lo seleccione debido a la baja fricción que presenta al ponerse en contacto con metales como el acero inoxidable y acero al carbono. Solicité al almacén de consumibles teflón en color verde que se ensamblaría con una pieza circular de acero inoxidable. El ensamble se muestra en la siguiente simulación:



La pieza de teflón necesitó que le realizara ajustes en el diámetro, espesor y una ranura circular para insertar la pieza de acero inoxidable que permitiría una libre rotación.

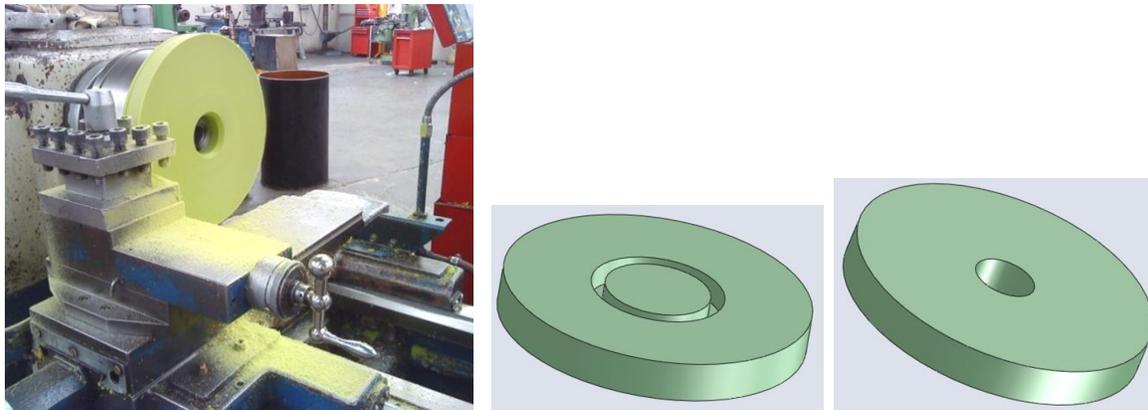
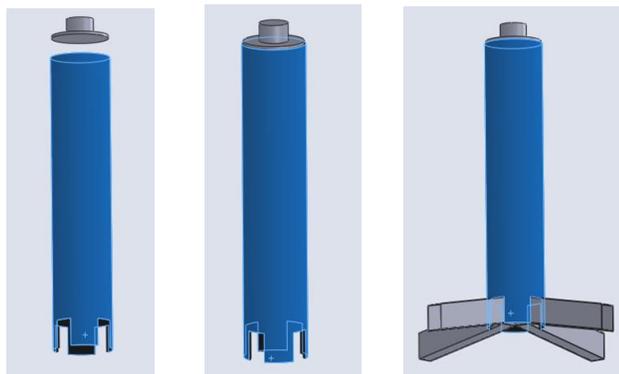


Figura 3.6.-Torneado de pieza de teflón.

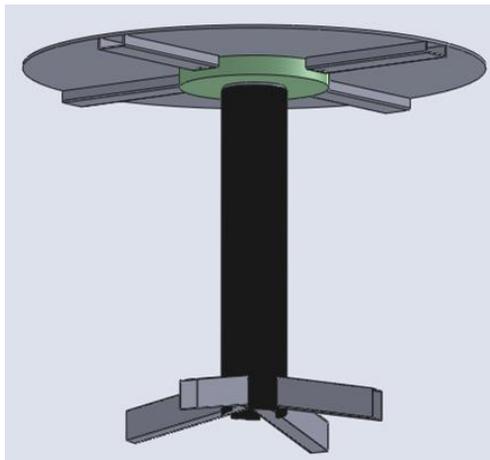
Para la base seleccione una barra hueca de acero al carbono y mediante una sierra cinta se cortó a una longitud de 840 mm para que con las patas y los demás componentes se tuviera la altura adecuada de 910 mm. Con el mismo corte con plasma realicé 4 cortes rectangulares en un extremo de la barra hueca para la inserción de las patas diseñadas para mantener la estabilidad de la mesa y en el otro extremo un trabajador soldó una pieza de acero inoxidable que también fue torneada y que alojaría el disco de teflón.



Una vez que se cortó la placa circular un grupo de trabajadores pulió los bordes afilados y asperezas que pudieran ocasionar lesiones. También le soldaron de forma concéntrica una pieza en forma de anillo de acero inoxidable que estaría en contacto con la parte superior del disco de teflón, al soldar dicha pieza, la placa circular sufrió una deformación a causa del calor aportado, por lo que se tuvo que ejercer presión en los abombamientos para recuperar su forma original como se muestra en la siguiente imagen.



Al observar la vulnerabilidad que se tenía a la deformación por aporte de calor del acero inoxidable agregué al diseño 4 canaletas de acero inoxidable que funcionarían como refuerzos en la placa circular. El diseño de la mesa incluyó entre sus características que la mesa fuera desmontable de forma fácil, por lo que con las piezas terminadas se realizó el ensamble para verificar el funcionamiento.



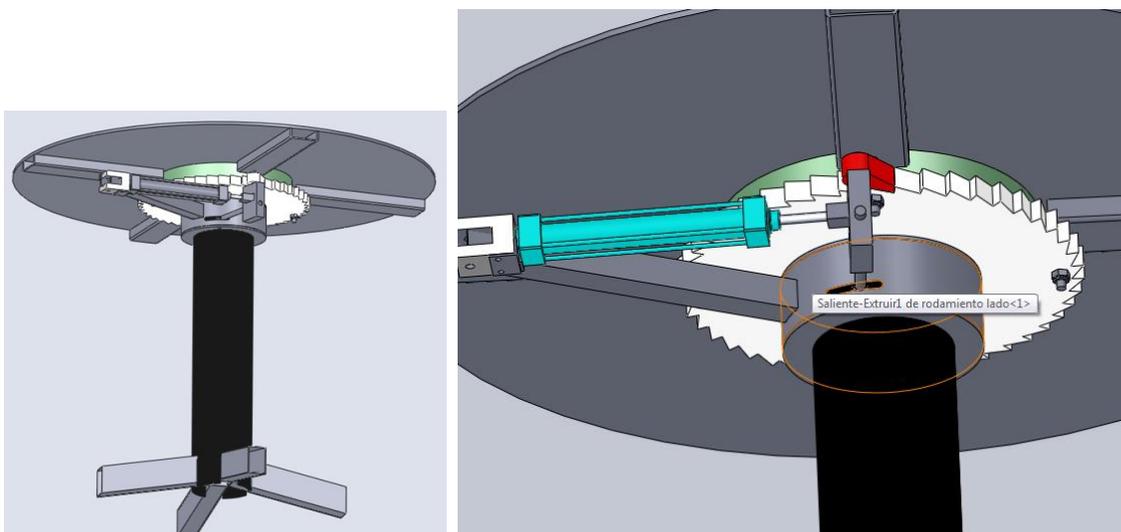
Las pruebas de funcionamiento se realizaron con éxito, se podía girar aplicando muy poca fuerza, se logró muy buena estabilidad y resultó ser muy cómoda y útil para los trabajadores que de inmediato utilizaron para diversas actividades en la fabricación de las máquinas.



Sin embargo aún realicé mejoras en el diseño con el objetivo de automatizar el movimiento giratorio, para lo que decidí adaptar en el diseño de la mesa, un sistema neumático que es propio de una llenadora volumétrica que es máquina del catálogo de JERSA. Básicamente pensé en diseñar un sistema de giro con un mecanismo de trinquete que se accionaría con el embolo de un pistón neumático al pisar un pedal y mediante válvulas y demás componentes del sistema, el embolo se retrae preparándose para girar nuevamente la mesa 45°, lo que da 8 posiciones.

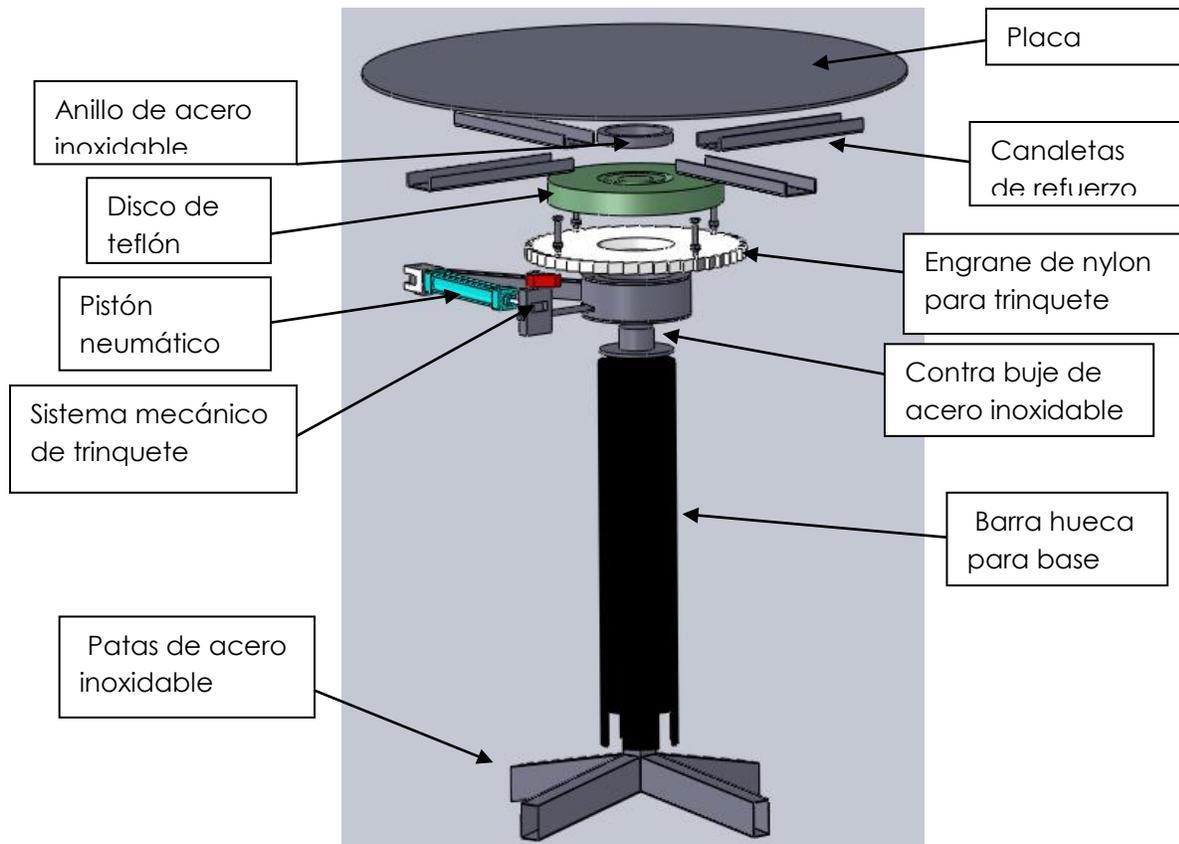


El diseño final de la mesa quedó de la siguiente forma donde se puede observar el mecanismo de trinquete accionado por un pistón neumático.



## ESTRUCTURA DE LA MESA

En el siguiente dibujo se muestran las principales partes que componen la mesa giratoria según el diseño completo.



## VALORACIÓN DEL TRABAJO

Finalmente mediante un estudio de movimiento con el programa de diseño pude constatar que funcionaba correctamente y que podía ser usado con toda seguridad, sin embargo al solicitar la cotización de la lista de componentes neumáticos al departamento de compras y presentarla a la dirección, fue de alguna forma pospuesta por los directivos debido al costo monetario de los componentes del sistema neumático. Sin embargo el prototipo manual de la mesa resulto ser funcional y de gran utilidad para los trabajadores de la planta a pesar de la falta del sistema neumático que sin duda lo haría mucho más cómodo al solo pisar el pedal.

Entre las habilidades técnicas que utilicé están las siguientes:

- Implementación de conocimientos del software Solid Edge adquiridos en la facultad de ingeniería y correlacionarlo con el software SolidWorks utilizado en JERSA.
- Aplicación de las habilidades de manufactura adquiridas en las asignaturas de proceso de corte de materiales y sistemas de manufactura flexible.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Al realizar esta sencilla aportación pude corroborar mis habilidades técnicas para el diseño y la manufactura de un objeto técnico, pude darme cuenta de los diferentes aspectos que hay que tomar en cuenta para un análisis global como son; el funcionamiento, las formas, aspectos técnicos, los históricos-sociales y sobre todo los económicos. La mesa giratoria para usos múltiples fue anexada al catálogo de maquinaria JERSA de productos ofrecidos a los clientes y considerada una máquina más de la empresa.

Este proyecto me hizo reconocer ante los directivos de maquinaria JERSA como una persona creativa capaz de generar cambios positivos que conduzcan a la potencialización de la empresa y ser considerado como un líder frente a los obreros de la planta a los que podría aportar conocimientos confiables.

## CONCLUSIONES

Con la integración de aspectos técnicos como la Red de Suministro de Gas como ejemplo, ó con la modificación de la distribución de la planta para la fabricación de las máquinas, se puede llegar a una estandarización en los trabajos de producción, con el objetivo de mejorar el flujo de fabricación al realizar las actividades minimizando las interrupciones. La aplicación de modificaciones que conduzcan a la estandarización de los procesos es de suma importancia ya que permite llegar a mejores resultados en la efectividad de la empresa, con determinado alcance y limitaciones.

Las actividades de manufactura que se realizan en la fabricación de los equipos de maquinaria JERSA se relacionan directamente con las aptitudes teóricas de un ingeniero mecánico y son el complemento técnico necesario para su formación y el buen desempeño de estas se refleja en la calidad de los productos, lo que consecuentemente determina los resultados de la empresa, de ahí su importancia. La coordinación de todas estas actividades para la producción resulta ser de gran importancia para una planta manufacturera como JERSA, debido a que una cuadrilla de trabajadores necesita organización y liderazgo para la ejecución óptima de sus labores. Entre las principales dificultades que se presentan en el puesto de supervisor de producción están la evaluación del desempeño de los trabajadores y la solventación de los problemas laborales, esto se debe a que el factor humano resulta ser entre lo más complicado de controlar. Sin embargo con conocimientos sólidos y fundamentados de las actividades de manufactura que los trabajadores realizan, esas dificultades se pueden resolver.

Este reporte me permitió demostrar que las habilidades adquiridas en la Facultad de Ingeniería fueron suficientes para desempeñar con éxito todas las actividades que realicé en maquinaria JERSA y que me hicieron competente para ocupar el puesto, además al interactuar con personas de diferentes profesiones como ingenieros industriales, mecatronicos, en alimentos y mecánicos, pude incrementar mi panorama profesional y aprender cómo funciona una fábrica metal-mecánica y la forma en que se podrían aportar métodos actuales y confiables que benefician a la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- [2] Montiel Ardines, Oscar C. "Educación Tecnológica 3", 2ª. Edición, Ámbitos industriales y de servicios de apoyo para la producción, México, 2005.
- [4] Mangonon, P. L. "The Principles of Materials Selection for Engineering Design", Prentice-Hall, 1999.
- [9] Callister, William D. "Materials Science and Engineering: an Introduction", 6th edition, John Wiley & Sons, 2002
- [11] Schey, John A. "Procesos de Manufactura", 3a. Edición, México, McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2002
- [12] Norton "Diseño de Máquinas", Pearsons, 2002.
- [13] Cengel, Y. A. "Transferencia de Calor y Masa", 3a. edición, McGraw-Hill, 2007.
- [14] American Welding Society "Manual de soldadura", 8ª. Edición, Tomo 1, (1996).
- [15] Ayala, Álvaro "Normas de dibujo. Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistido por Computadora", México, Facultad de Ingeniería. UNAM, México, 2003.
- [16] Wark, K. "Termodinámica", 6a. edición, Mc Graw Hill, 2001.
- [17] Gieck, Kurt "Manual de fórmulas técnicas", 19ª. Edición, Heilbronn / N, Alemania (1989)
- [18] Cashin y Polimeni "Fundamentos y Técnicas de Contabilidad y Costos", Colombia, McGraw-Hill, 2000.

## MESOGRAFÍA CONSULTADA

- [1] SIEM. <http://www.siem.gob.mx/siem/portal/estadisticas/ActXedo.asp>.
- [3] Indicadores y Medidores de los sistemas de manufactura. <http://prezi.com/ysxtpagi17jb/indicadores-y-medidores-de-los-sistemas-de-manufactura/>
- [5] Clasificación de los aceros inoxidable según la norma AISI. <http://www.multimet.net/pdf/clasificacionaceros.pdf>
- [6] WIKIPEDIA, ACERO INOXIDABLE [http://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_inoxidable](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_inoxidable)
- [7] Acero Inoxidable- AISI 304, Catálogo en línea. <http://www.goodfellow.com/S/Acero-Inoxidable-AISI-304.html>
- [8] TKFORTINOX. <http://www.tkfortinox.com/img/productos/inoxidables>
- [10] EHOW en español. [http://www.ehowenespanol.com/determinar-plastico-grado-alimenticio-manera\\_41624/](http://www.ehowenespanol.com/determinar-plastico-grado-alimenticio-manera_41624/)