



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DEL SERVICIO DE RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES SEMI-
HERMÉTICOS PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN”
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar por el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR: López Cedeño, Javier

Meinhardt Yvanovic, Esthefania

PROFESOR GUÍA: Ing. Dorante, Martín

FECHA: septiembre 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DEL SERVICIO DE RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES SEMI-HERMÉTICOS PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN”

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado de:_____.

JURADO EXAMINADOR

Firma:_____ Firma:_____ Firma:_____.

Nombre:_____ Nombre:_____ Nombre:_____.

REALIZADO POR: López Cedeño, Javier

Meinhardt Yvanovic, Esthefania

PROFESOR GUÍA: Ing. Dorante, Martín

FECHA: septiembre 2019



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE ECUACIONES	XI
SINOPSIS	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
1 DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.3 ALCANCE GENERAL.....	5
1.4 ALCANCES ESPECÍFICOS:	5
1.5 LIMITACIONES	6
CAPITULO II.....	8
2 MARCO REFERENCIAL	8
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	8
2.2 MISIÓN.....	9
2.3 VISIÓN	9
2.4 VALORES.....	9
2.5 POLÍTICA DE CALIDAD	9
2.6 ORGANIGRAMA	10
2.7 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11



2.8	CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS	12
2.8.1	<i>Reconstrucción</i>	12
2.8.2	<i>Ensamble</i>	12
2.8.3	<i>Repuestos</i>	12
2.8.4	<i>Lista de materiales</i>	12
2.8.5	<i>Ensamblajes esclavos</i>	12
2.8.6	<i>Gestión</i>	12
2.8.7	<i>Inventario</i>	13
2.8.8	<i>Desperdicio de materia prima</i>	13
2.8.9	<i>Compresores semi herméticos</i>	13
2.8.10	<i>Rectificado</i>	13
2.8.11	<i>Inspección</i>	13
2.8.12	<i>Sistema de aire acondicionado</i>	13
2.8.13	<i>Sistema de refrigeración</i>	14
2.8.14	<i>Distribución de Planta</i>	14
2.8.15	<i>Diagrama de Flujo</i>	14
2.8.16	<i>Diagrama de Flujo de Procesos</i>	14
2.8.17	<i>Diagrama de Proceso de Operaciones</i>	14
2.8.18	<i>Diagrama de Recorrido</i>	15
2.8.19	<i>Diagrama de Relación de Actividades</i>	15
2.8.20	<i>Diagrama Adimensional de Bloque</i>	15
2.8.21	<i>Asociación Internacional de Reconstrucción de Compresores</i> <i>(ICRA)</i>	15
2.8.22	<i>Válvula Schrader</i>	15



2.8.23	KANBAN	16
2.8.24	CONWIP	16
CAPITULO III		17
3	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	17
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	17
3.3	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.4	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	18
3.4.1	<i>Observación directa</i>	19
3.4.2	<i>Entrevista no estructurada</i>	19
3.4.3	<i>Consulta bibliográfica y documental</i>	19
3.5	ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO GRADO	20
CAPITULO IV		21
4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	21
4.1	CARACTERIZACIÓN DE MODELOS DE COMPRESORES	21
4.1.1	<i>Cuadro de caracterización de compresores</i>	22
4.2	ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES	23
4.2.1	<i>Proceso de reconstrucción de compresores</i>	1
4.2.2	<i>Proceso de desarmado de compresores</i>	1
4.2.3	<i>Proceso de limpieza del compresor</i>	3
4.2.4	<i>Proceso de reconstrucción de piezas</i>	5
4.2.5	<i>Proceso de ensamblaje del compresor</i>	8
4.2.6	<i>Proceso de pruebas del compresor</i>	9
4.2.7	<i>Proceso de pintado de compresor</i>	11



4.3	LISTADO DE MATERIALES Y REPUESTOS SOLICITADOS POR COMPRESOR.....	12
4.3.1	<i>Modelos de compresores con mayor tendencia a ser reparados</i>	<i>13</i>
4.3.2	<i>Repuestos y materiales con mayor tendencia a ser solicitados</i>	<i>14</i>
4.3.3	<i>Relación de compresores con mayor tendencia a ser reparados con sus respectivos materiales y repuestos solicitados</i>	<i>15</i>
4.4	LISTADO DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR EN EL TALLER...	16
4.5	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	19
4.6	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO POR ÁREAS DEL TALLER.....	20
4.6.1	<i>Diagrama de flujo de proceso multicolumna (desarme, limpieza e inspección).....</i>	<i>20</i>
4.6.2	<i>Diagrama de flujo de proceso multicolumna (área administrativa)</i>	<i>21</i>
4.6.3	<i>Diagrama de flujo de proceso multicolumna (reconstrucción y ensamblaje).....</i>	<i>22</i>
4.6.4	<i>Diagrama de flujo de proceso multicolumna (prueba y pintura)</i>	<i>23</i>
4.7	CONFORMACIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO.....	24
4.7.1	<i>Área de desarme</i>	<i>24</i>
4.7.2	<i>Área de limpieza.....</i>	<i>25</i>
4.7.3	<i>Área de inspección.....</i>	<i>26</i>
4.7.4	<i>Área administrativa.....</i>	<i>26</i>
4.7.5	<i>Área de reconstrucción.....</i>	<i>26</i>
4.7.6	<i>Área de ensamblaje.....</i>	<i>28</i>
4.7.7	<i>Área de prueba.....</i>	<i>28</i>
4.7.8	<i>Área de pintura.....</i>	<i>29</i>
4.7.9	<i>Área de almacenamiento.....</i>	<i>30</i>
4.8	CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN CADA ÁREA DE TRABAJO. .	32



4.9 ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN IDEAL	33
4.10 DIAGRAMA DE RECORRIDO	42
4.11 ESQUEMAS	44
4.11.1 Esquema 2D.....	44
4.11.2 Esquema 3D.....	46
4.12 DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN.....	48
4.13 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ESTIMADA DEL TALLER.....	48
4.14 VALORACIÓN COSTO-BENEFICIO.....	49
CAPÍTULO V.....	55
5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS.....	58



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	10
FIGURA 2: ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TEG.....	20
FIGURA 3: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES.....	1
FIGURA 6: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE PIEZAS	6
FIGURA 10: GRÁFICA DE MODELOS DE COMPRESORES CON MAYOR TENDENCIA A SER REPARADOS	13
FIGURA 11:GRÁFICA DE CANTIDAD DE REPUESTOS Y MATERIALES CON MAYOR TENDENCIA A SER SOLICITADOS.....	15
FIGURA 12: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DEL TALLER DE RECONSTRUCCIÓN.....	19
FIGURA 13: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO MULTICOLUMNA (DESARME, LIMPIEZA E INSPECCIÓN)	20
FIGURA 14: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO MULTICOLUMNA (ÁREA ADMINISTRATIVA)	21
FIGURA 15: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO MULTICOLUMNA (RECONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE)	22
FIGURA 16: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO MULTICOLUMNA (PRUEBA Y PINTURA).....	23
FIGURA 17: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE DESARME	24
FIGURA 18: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE LIMPIEZA	25
FIGURA 19: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA ADMINISTRATIVA.....	26
FIGURA 20: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE RECONSTRUCCIÓN	27
FIGURA 21: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE ENSAMBLAJE	28
FIGURA 22: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE PRUEBA	29
FIGURA 23: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE PINTURA	30
FIGURA 24: EQUIPOS NECESARIOS EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO	31



FIGURA 25: CONFIGURACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA DE LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS EN CORELAP.....	36
FIGURA 26: DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES EN CORELAP.....	37
FIGURA 27: TABLA DE ACTIVIDADES EN CORELAP.....	38
FIGURA 28: DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUE EN CORELAP.....	39
FIGURA 29: DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUES.....	39
FIGURA 30: REPRESENTACIÓN DEL FLUJO SOBRE DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUES.....	40
FIGURA 31: REORGANIZACIÓN DEL DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUES.....	41
FIGURA 32: ESQUEMA DEL DIAGRAMA DIMENSIONAL DE BLOQUES.....	42
FIGURA 33: DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	42
FIGURA 34: ESQUEMA 2D TALLER DE RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES.....	44
FIGURA 35: VISTA ISOMÉTRICA 1.....	46
FIGURA 36: VISTA ISOMÉTRICA 2.....	46
FIGURA 37: VISTA ISOMÉTRICA 3.....	47
FIGURA 38: VISTA ISOMÉTRICA 4.....	47



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	11
TABLA 2: CUADRO CARACTERÍSTICO DE COMPRESORES	22
TABLA 3 RECURSOS DEL OPERARIO ENCARGADO DEL DESARME.....	3
TABLA 4: RECURSOS DEL OPERARIO ENCARGADO DE LA LIMPIEZA.	4
TABLA 5 RECURSOS DE OPERARIOS ENCARGADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN DE PIEZAS. ...	7
TABLA 6 RECURSOS DE LOS OPERARIOS ENCARGADOS DEL ENSAMBLE DEL COMPRESOR. 9	
TABLA 7 RECURSOS DE OPERARIOS ENCARGADOS DE LAS PRUEBAS DEL COMPRESOR... 11	
TABLA 8 RECURSOS DE OPERARIO ENCARGADOS DE PINTAR EL COMPRESOR.	12
TABLA 9: MODELOS DE COMPRESORES CON MAYOR TENDENCIA A SER REPARADOS.....	13
TABLA 10: CANTIDAD DE REPUESTOS Y MATERIALES CON MAYOR TENDENCIA A SER SOLICITADOS	14
TABLA 11: RELACIÓN DE COMPRESORES CON MAYOR TENDENCIA A SER REPARADOS CON MATERIALES Y REPUESTOS CON MAYOR TENDENCIA A SER SOLICITADOS	15
TABLA 12: LISTADO DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL TALLER	16
TABLA 13: LISTADO DE MATERIALES A UTILIZAR EN EL TALLER	17
TABLA 14: LISTADO DE EQUIPOS A UTILIZAR EN EL TALLER.....	18
TABLA 15: CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN CADA ÁREA DE TRABAJO.	32
TABLA 16: ESTIMACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS DE LA PROPUESTA.....	34
TABLA 17: ESTIMACIÓN DEL ÁREA MÍNIMA DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO DE LA PROPUESTA.....	34
TABLA 18: CÓDIGOS DEL DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	35
TABLA 19: ESTIMACIÓN DEL TIEMPO POR ÁREA DE TRABAJO	48



TABLA 20: REPORTES Y FACTURAS DE RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES EJECUTADAS POR LA EMPRESA.	49
TABLA 21: ESTIMADO DE COSTOS.....	50
TABLA 22: RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESOR CARACAS Y MARGARITA.....	51
TABLA 23: FLUJOS NETOS DE EFECTIVO PARA ESCENARIOS	52
TABLA 24: CÁLCULO DEL TIR.....	52
TABLA 25: CÁLCULO DEL VAN PARA EL ESCENARIO #1	53
TABLA 26: CÁLCULO DEL VAN PARA EL ESCENARIO #2	53
TABLA 27: CÁLCULO DEL VAN PARA EL ESCENARIO #3	53
TABLA 28: CRITERIO DE DECISIÓN PARA EL CÁLCULO DEL VPN.....	54



ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ELÉCTRICA DEL TALLER.....	33
ECUACIÓN 2: ECUACIÓN DEL VPN	53



“DISEÑO DEL SERVICIO DE RECONSTRUCCIÓN DE COMPRESORES SEMI-HERMÉTICOS PARA UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN”

Realizado por: Javier Lopez Cedeño, Esthefania Meinhardt Yvanovic

Tutor: Ing. Martín Dorante

Empresa/Institución: Ingeniería y Refrigeración Ingemeca, C.A.

Fecha: septiembre 2019

SINOPSIS

El presente trabajo de grado tiene como objetivo el diseño del servicio de reconstrucción de compresores semi-herméticos para una empresa comercializadora de equipos de aire acondicionado y refrigeración, la cual estará ubicada en la Isla de Margarita en el Estado Nueva Esparta. El proyecto surge debido a una de las grandes limitantes que posee la empresa en la isla, la cual es la reparación y el mantenimiento de los compresores industriales de sus clientes en dicho estado, ya que no existe un centro especializado para llevar a cabo los servicios antes mencionados, por este motivo la empresa decide llevar a cabo el proyecto de un taller de reconstrucción de compresores. En cuanto a la metodología de investigación será de tipo proyectiva, a lo largo de su desarrollo se caracterizarán los modelos de compresores que se espera que sean reparados en el taller, a continuación, se estudian los procesos llevados a cabo para la reconstrucción de los compresores para poder determinar cómo será el flujo de trabajo dentro del taller, luego se diseñan los puestos de trabajo para los diferentes operarios y la distribución de los mismos en función al flujo estudiado. Por último, se realiza un estimado de los recursos financieros necesarios para el desarrollo del proyecto, de esta manera se podrá medir la factibilidad del mismo.

Palabras Clave: diseño, procesos, distribución, reconstrucción, servicio.



INTRODUCCIÓN

Ingeniería y Refrigeración INGEMECA es una empresa que se fundamenta en prestar un servicio de climatización de aire acondicionado y refrigeración, además de la instalación y el mantenimiento de los equipos para la continuidad y seguridad en su funcionamiento. La misma cuenta con sedes en Caracas, Barcelona y Margarita, debido a su expansión como empresa, una de las limitantes, en cuanto a su sede ubicada en Margarita, es la reparación o el mantenimiento de los compresores industriales que utilizan los equipos, debido a que en dicha ubicación no existe una sede especializada en prestar dicho servicio.

Dicho lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar un servicio de reconstrucción de compresores semi-herméticos, que surge de la iniciativa de la empresa de construir un taller para la reparación y el mantenimiento de dichos compresores, debido a que existe la necesidad de disminuir los costos en el ámbito del traslado de los compresores, y el tiempo de inoperatividad para el cliente del equipo.

El presente trabajo se encuentra estructurado en cinco capítulos y una sección final compuesta por las recomendaciones, tal como se describe a continuación:

Capítulo I, “Definición y delimitación del problema”: en esta sección se describe la problemática enfrentada por la empresa, el objetivo general y los objetivos específicos del trabajo de grado, el alcance del estudio y sus limitaciones.

Capítulo II, “Marco referencial”: en esta sección se presentan los antecedentes del estudio, así como las bases teóricas para cada uno de los términos, conceptos y normativas en las que se fundamenta, además de una descripción de la empresa.

Capítulo III, “Marco metodológico”: en esta sección se presenta el tipo de estudio del presente trabajo de grado, su diseño, enfoque, así como la metodología y herramientas empleadas para su desarrollo.



Capítulo IV, “Análisis de la información”: en esta sección se desarrolla el cumplimiento de los objetivos específicos.

Capítulo V, “Resultados y conclusiones”: en esta sección se muestran los resultados obtenidos luego de haber aplicado las diferentes herramientas del estudio, además de la interpretación de los mismos.

Por último, se encuentra la sección de recomendaciones, en donde se ubican las recomendaciones emitidas por los investigadores para completar el presente trabajo de grado.



CAPITULO I

1 Definición y delimitación del problema

1.1 Planteamiento del problema

En Venezuela las empresas de aire acondicionado y refrigeración han aportado un gran valor a la vida diaria de la población, proporcionando así el bienestar y la comodidad de los mismos. Al igual que muchos campos de negocio, este no se queda atrás al verse afectado por los diferentes factores que perjudican al país, ya que al proporcionar un servicio de climatización de aire acondicionado y refrigeración en los sectores de Telecomunicaciones, Informática, Industrial, Comercial y Residencial, las empresas de dicho sector deben tener presente que debido a la situación actual en Venezuela, se observa directamente el aumento del costo de los servicios que se le proporcionan a sus clientes, debido a esto los mismos deberán contar con mayor cantidad de dinero para poder resolver los problemas que se le presenten, ya sea para la compra de nuevos equipos, partes o piezas, para así poder lograr el buen funcionamiento de sus sistemas instalados. Ingeniería y Refrigeración INGEMECA es una empresa que se fundamenta en prestar un servicio de calidad, asegurando que el personal, los servicios y las actividades relacionadas con los procesos de: instalaciones electromecánicas, aires acondicionados, refrigeración e instrumentación para la elaboración de proyectos y obras, cumplan con las expectativas y requerimientos de calidad de sus clientes, haciendo un esfuerzo permanente en el mejoramiento continuo de los servicios.

Ingeniería y Refrigeración INGEMECA cuenta con sedes en Caracas, Barcelona y Margarita. La misma, además de brindar un servicio de climatización de aire acondicionado y refrigeración, ofrece instalación y mantenimiento para la continuidad, seguridad y confiabilidad en la operación de los equipos y sistemas, stock de repuestos originales críticos, estratégicos y consumibles, además de herramientas y equipos certificados para el diagnóstico del estado en el cual se reciben las unidades que ingresan anualmente a la empresa y contando a su vez con acceso directo para consultas técnicas con los fabricantes de los sistemas que se ofrecen.



Una de las grandes limitantes para el desarrollo eficiente de las labores de la empresa en la Isla Margarita, ubicada en el estado Nueva Esparta, es la reparación y el mantenimiento de los compresores industriales que utilizan los equipos de aire acondicionado y refrigeración, debido a que, en la actualidad, en dicho estado, no existe un centro especializado para realizar los servicios mencionados. Por consiguiente, la empresa debe trasladar dichos compresores a la ciudad de Caracas, para poder efectuar el correcto mantenimiento de los equipos. Al verse la empresa obligada a realizar dicho proceso de traslado, la misma se ve afectada en cuanto al costo y el tiempo de traslado, tiempo de reparación del equipo y tiempo de sistema inoperativo para el cliente.

Por las situaciones antes mencionadas y observando una oportunidad de negocio en el mercado, la misma decide optar por la creación de un taller de reconstrucción de compresores, el cual estará ubicado en la Isla de Margarita, para así lograr solventar todas las situaciones antes mencionadas, además de ser pioneros en el mercado al aprovechar estas circunstancias.

Es un hecho que la empresa no cuenta con el respectivo conocimiento sobre el proceso operativo interno del taller, la distribución de este, los equipos y la maquinaria necesaria para su operatividad, la estructura y el proceso administrativo a ser ejecutado, sin dejar a un lado el stock de partes, piezas y herramientas a utilizar, entre otros factores que se puedan ver involucrados para definir un correcto funcionamiento del taller de compresores.

Por todo lo antes mencionado, surge la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los factores para analizar que admitan el desarrollo de un servicio de reconstrucción de compresores de sistemas de aire acondicionado y refrigeración, que cumpla con los estándares de calidad establecidos por el fabricante original de los equipos?

La respuesta a esta interrogante constituye la razón de ser de la presente investigación.



1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un servicio de reconstrucción de compresores semi-herméticos para una empresa comercializadora de equipos de aire acondicionado y refrigeración.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los modelos de compresores a ser reconstruidos.
2. Estudiar los procesos de reconstrucción de compresores.
3. Diseñar los puestos de trabajo para los procesos estudiados.
4. Establecer la distribución de las áreas de trabajo para el personal administrativo y operativo.
5. Valorar la relación costo beneficio del proceso productivo propuesto.

1.3 Alcance General

Todas las soluciones de este trabajo de grado serán concebidas o formuladas en el año 2019, para poner en funcionamiento el taller especializado en la reconstrucción de compresores ubicada en la Isla de Margarita en el Estado Nueva Esparta. En dicho taller se llevarán a cabo los procesos necesarios para lograr una la correcta reconstrucción de compresores, en los cuales se contemplan los siguientes: recepción, desmontaje, diagnóstico, limpieza, inspección de las partes, re ensamblado, pruebas funcionales, pintado y embalaje.

Este trabajo de grado se limitará a elaborar una propuesta para el diseño del taller de reconstrucción de compresores, tomando en consideración su funcionamiento y distribución interna, mas no abarca su implementación ni operación.

1.4 Alcances Específicos:

1. Se estudiarán los compresores utilizados por los diferentes clientes que posee la empresa en la Isla de Margarita, clasificando cada uno de ellos con base a las diferentes marcas y especificaciones para caracterizar los



modelos de compresores a ser reconstruidos. Dicha información será suministrada por la empresa.

2. Se identificarán los procesos necesarios para prestar el servicio a los compresores y las actividades o subprocesos de los mismos, recursos para llevar a cabo cada uno de ellos (herramientas, tipos de repuestos, maquinaria, personal, materiales, entre otros) y orden en que se ejecuta cada proceso dentro del taller.
3. Se estudiarán los movimientos y los recursos necesarios para cada puesto de trabajo, obedeciendo las razones ergonómicas favorables para el operario.
4. Se organizarán los procesos llevados a cabo dentro del taller de reconstrucción de la manera más eficiente posible para así lograr un flujo de trabajo en el mismo, definiendo las áreas de trabajo para el personal administrativo y operativo, tomando en cuenta el proceso productivo. Es importante destacar que la distribución de las diferentes áreas de trabajo se llevará a cabo considerando el esquema y la infraestructura del local designado por la empresa.
5. Al conocer todos los procesos y recursos necesarios para el correcto funcionamiento del taller, así como también los aspectos involucrados en los puestos de trabajo de cada operario y la cantidad de operarios necesarios para la operación del taller, se podrán conocer los costos totales del proyecto, utilizando además el valor actual de la proyección de los ingresos totales de la empresa, se podrá establecer la relación costo beneficio del proceso productivo propuesto.

1.5 Limitaciones

1. Los viajes al establecimiento estarán limitados al tiempo de permanencia, debido a que la construcción del taller de reconstrucción de compresores se encuentra prevista realizarla en la Isla de Margarita, por lo que esto dificultará el avance requerido para el trabajo de grado en cuanto al diseño y distribución de los puestos de trabajo.



2. La información sobre los modelos de compresores utilizados para ser reconstruidos será suministrada por la sede en la Isla de Margarita, por consiguiente, la validación de los mismos estará sujeta a la experticia y confiabilidad de los técnicos encargados de la información.



CAPITULO II

2 Marco Referencial

En el presente capítulo se presenta una explicación de la empresa, incluyendo la estructura organizativa de la misma. Adicionalmente, se muestran los antecedentes del estudio, los cuales tendrán aportes fundamentales para la realización del trabajo especial de grado, así como las bases teóricas para los diferentes términos y conceptos.

2.1 Descripción de la empresa

Ingeniería y Refrigeración Ingemeca, C.A., es una empresa de servicios de sistemas de climatización de aire acondicionado y refrigeración en los sectores de telecomunicaciones, informática, industrial, comercial y residencial, la cual fue fundada en el año 1985.

Dentro del área de refrigeración, se encuentran en la capacidad de suministrar la línea comercial, para uso en armarios refrigerados de temperaturas comerciales y bajas, así como también, la línea industrial para uso de cavas y depósitos refrigerados, túneles de congelación, cavas de enfriamiento rápido, cavas de conservación de productos congelados durante períodos largos y cámaras de conservación de productos frescos a temperaturas cercanas de congelación.

Dentro del área de aire acondicionado, pueden suministrar unidades condensadoras, unidades de aire acondicionado (consolas y fan-coil), unidades de manejo de aire y enfriadores de agua condensados por aire e instalar equipos de aire acondicionado de precisión.

Adicionalmente el personal se encuentra certificado por fábrica para trabajar con los equipos LIEBERT-VERTIV, en sistemas de climatización de precisión y nuevas tecnologías para Infraestructuras de Data Center's, así como también cuenta con personal calificado y avalado para equipos York by Johnson Controls.



2.2 Misión

“Ser socios estratégicos de nuestros clientes, unidos en un compromiso para generar resultados GANAR-GANAR, satisfaciendo las necesidades de nuestros aliados, y ofrecer a nuestro recurso humano desarrollarse dentro de la empresa para alcanzar un alto nivel de excelencia.”

2.3 Visión

“Consolidarnos en el mercado como una empresa líder en el área de aires acondicionados y refrigeración, estableciendo altos estándares de servicios, comprometidos con nuestros aliados comerciales, desarrollando nuevas estrategias de negocios de manera eficiente logrando una alianza integral.”

2.4 Valores

- Seriedad.
- Compromiso.
- Responsabilidad.
- Profesionalismo.
- Calidad.
- Capacidad de Trabajo.
- Excelencia.

2.5 Política de calidad

“La política de calidad de INGENIERIA Y REFRIGERACION INGEMECA, C.A., es asegurar que el personal, los servicios y las actividades relacionadas con los procesos de: instalaciones electromecánicas, aires acondicionados, refrigeración e instrumentación para la elaboración de proyectos y obras. que cumplan con las expectativas y requerimientos de calidad de nuestros clientes, haciendo un esfuerzo permanente en el mejoramiento continuo de nuestros servicios.”



2.6 Organigrama

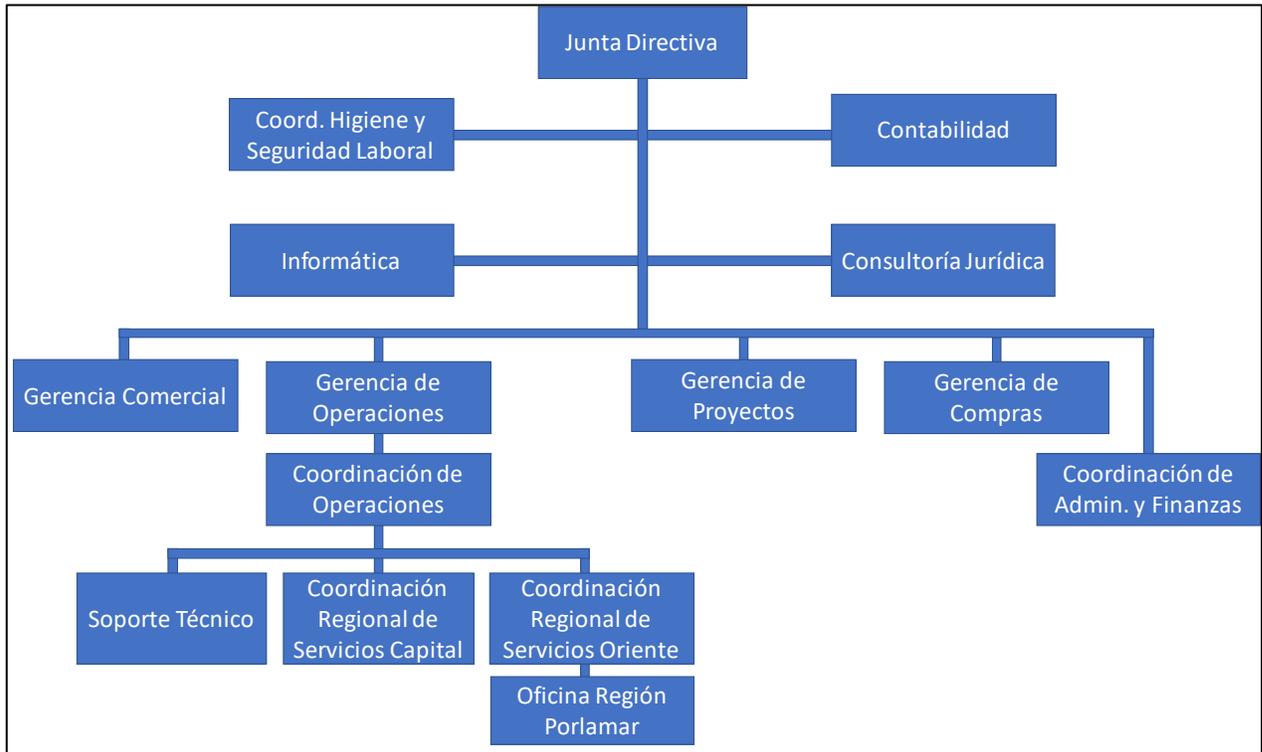


Figura 1: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia



2.7 Antecedentes de la investigación

Para la siguiente investigación se tomarán en consideración los siguientes trabajos, los mismos antecedieron el presente trabajo de grado, debido a las similitudes con el mismo:

Tabla 1: Antecedentes de la investigación

Fuente: Elaboración propia

Título	Área de estudio y Profesor guía	Institución y Fecha	Objetivo General	Aporte
Diseño de la distribución de Planta de una línea de producción en una embotelladora de agua mineral situada en el Estado Miranda para para el año 2019	Ingeniería Industrial Autor: Arturo González Izquierdo Tutor: José Guevara Tipo de trabajo: TEG	UCAB Junio 2019	Diseñar la distribución de Planta de una línea de producción en una embotelladora de agua mineral situada en el Estado Miranda para el año 2019	<ul style="list-style-type: none">• Referencias teóricas• Estructura de la investigación• Ayuda para estructurar el TEG
Propuestas para mejora de la capacidad productiva y desempeño operativo del proceso de remanufactura de equipos usados (impresión y copiado) en la planta XDV-Los Teques	Ingeniería Industrial Autor: Mariana Tillerio Tutor: Joubran Díaz Tipo de trabajo: TEG	UCAB Julio 2016	Mejorar la capacidad productiva y desempeño operativo del proceso de remanufactura de equipos usados (impresión y copiado) en la Planta XDV-Los Teques	<ul style="list-style-type: none">• Referencias teóricas• Estructura de la investigación• Estudio de los procesos
Diseño de la ingeniería conceptual y básica para la construcción del almacén central de sistemas, de una empresa de consumo masivo, situada en el Este de Caracas, para el año 2018	Ingeniería Industrial Autor: Juan Lestón Tutor: Luis Gutiérrez Tipo de trabajo: TEG	UCAB Octubre 2018	Diseñar la ingeniería conceptual y básica para la construcción del almacén central de sistemas, de una empresa de consumo masivo situada en el Este de Caracas, para el año 2018	<ul style="list-style-type: none">• Ayuda para estructurar el TEG• Estudio de la necesidad de espacio para la distribución de las áreas de trabajo



2.8 Conceptos y definiciones básicas

2.8.1 Reconstrucción

Proceso de restauración que consiste en convertir un producto o componente en uno con la misma funcionalidad y calidad que el original. (Aclimaadmin, 2018)

2.8.2 Ensamble

Proceso de unión de varias piezas, las cuales han sido diseñadas para poder ajustarse entre sí, y formar parte de una estructura más compleja y organizada.

2.8.3 Repuestos

Son todos aquellos componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos o electromecánicos que pueden ser reemplazados en un equipo para mantener la operatividad al 100% del mismo.

2.8.4 Lista de materiales

Es la lista de componentes, partes, repuestos y consumibles requeridos para el reacondicionamiento de los equipos usados (BOM “Bill Of Materials”).

2.8.5 Ensamblajes esclavos

Es una estructura conformada por varias piezas, la misma es utilizada por los técnicos como herramienta para verificar la funcionalidad de un equipo que se encuentra en proceso de reacondicionamiento, específicamente en los casos en los cuales, el equipo ya se encuentra en revisión y a la espera de alguna pieza faltante. El ensamble esclavo ocupa el espacio de la pieza faltante y permite que se pueda continuar evaluando.

2.8.6 Gestión

Según la Norma ISO 9000-2000, gestión se define con “el proceso de planificación, organización, liderazgo, control y dotación del personal para llevar a cabo la solución de tareas de forma eficaz”.



2.8.7 Inventario

Es una acumulación de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo de la línea de producción de una empresa.

2.8.8 Desperdicio de materia prima

Se entiende como desperdicio a toda aquello que no puede ser aprovechado para su reutilización en el proceso de reconstrucción de compresores, como, por ejemplo, materiales dañados, líquidos perdidos durante el procedimiento, entre otros.

2.8.9 Compresores semi herméticos

El compresor semi hermético es aquel que se conecta directamente al condensador y evaporador del sistema, formando así un circuito cerrado.

2.8.10 Rectificado

El rectificado tiene como finalidad corregir las imperfecciones de carácter geométrico y dimensional que se producen durante las operaciones de manufactura de piezas, ya sea por maquinado o por tratamiento térmico (Quiminet , 2006).

2.8.11 Inspección

Actividad por la que se examinan diseños, productos, instalaciones, procesos productivos y servicios para verificar el cumplimiento de los requisitos que le sean de aplicación. La misma se realiza por medio de la observación y dictamen, acompañada, cuando es necesario, de medición, ensayo o comparación con patrones (Asociación Española para la Calidad, 2019).

2.8.12 Sistema de aire acondicionado

Proceso que basa su funcionamiento en el ciclo frigorífico, el mismo no genera aire frío, sino que extrae el calor del aire de la estancia que se quiera climatizar. (Arnabat, 2016)



2.8.13 Sistema de refrigeración

Sistema que consiste en la disminución de la temperatura de alguna habitación u objeto, a través de la transferencia de calor. Dicha transferencia se lleva a cabo removiendo el calor del objeto o habitación recorriendo todo el circuito de refrigeración para poder mandar el mismo hacia el exterior. (Mecafenix, 2019).

2.8.14 Distribución de Planta

De acuerdo con (Meyers, 2006) “Es el arreglo físico de máquinas, equipos para la producción y manejo de materiales, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y toda etapa de elaboración”.

2.8.15 Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de una serie de rutinas o actividades simples por medio de una serie de símbolos con un significado intrínseco. A través de este es posible indicar la secuencia del proceso estudiado, las unidades involucradas y el personal responsable de su ejecución. Según (Meyers, 2006) afirma “El diagrama de flujo pondrá de manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancias recorrida” (p.152).

2.8.16 Diagrama de Flujo de Procesos

Para (Niebel, 2009); el diagrama es usado para cada componente de un ensamble o de un sistema, con el fin de obtener el máximo ahorro en la manufactura o procedimientos aplicables a un componente o una secuencia de trabajos específicos.

2.8.17 Diagrama de Proceso de Operaciones

De acuerdo con (Niebel, 2009) el diagrama de operaciones de procesos “muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado.



2.8.18 Diagrama de Recorrido

Según (Niebel, 2009), un diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta y los edificios, que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso. Sirve para lograr una distribución de planta ideal.

2.8.19 Diagrama de Relación de Actividades

Para (Hodson, 1997) “Es una forma semi matriz donde pueden registrar las relaciones que guarda cada actividad (función, área o máquina) con todas las demás actividades”.

2.8.20 Diagrama Adimensional de Bloque

(Meyers, 2006) explica que “El diagrama adimensional de bloque es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades la hoja de trabajo. Aun cuando esta distribución es adimensional, será la base para hacer la distribución maestra”.

2.8.21 Asociación Internacional de Reconstrucción de Compresores (ICRA)

La ICRA es una asociación dedicada a promover buenos estándares de reconstrucción de calidad, prácticas comerciales éticas y a brindar educación y capacitación a sus miembros para su beneficio y a la industria de servicios de aire acondicionado y refrigeración en general (International Compressor Remanufacturers Association, s.f.).

2.8.22 Válvula Schrader

Tipo de válvula que facilita la comprobación de la presión existente en el sistema, permitiendo también la carga o descarga del refrigerante sin alterar el funcionamiento de la unidad (Copeld, 2016).



2.8.23 KANBAN

Método visual para controlar la producción y que forma parte de Just In Time. Es un sistema de señales, que se va utilizando a través de la cadena de producción, desde la demanda del cliente hasta que se llega a las materias primas (Lean Manufacturing 10, s.f.)

2.8.24 CONWIP

CONWIP (en inglés Constant Work In Progress) es un sistema parecido a la idea de utilizar estanterías donde el Kanban es la ubicación real en el taller. Así que, cuando un proceso elimina un producto del proceso anterior, el espacio vacío es el Kanban y el proceso anterior trabajará para llenar el agujero (Lean Manufacturing 10, s.f.).



CAPITULO III

3 Marco Metodológico

En el presente capítulo se muestra de manera detallada la metodología aplicada para la elaboración de la investigación, donde en la misma se explican el conjunto de pasos, técnicas, herramientas y procedimientos empleados para alcanzar los objetivos propuestos.

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se desarrollará es de tipo proyectiva, según (Hurtado, 2000), la misma tiene como objetivo elaborar una propuesta o modelo, para solventar un problema o necesidad de tipo práctico a partir de un estudio de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras.

3.2 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación, según (Arias, 1999) “su objetivo consiste en proporcionar un modelo de verificación que permita constatar hechos con teoría, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para llevarlo a cabo” (p.91). De acuerdo con la naturaleza de los datos recolectados para la elaboración, el tipo de diseño puede ser diseño documental y diseño de campo.

El estudio documental, según (Arias, 1999) es aquel estudio basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de los datos obtenidos y registrados por otro investigador en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas.

El estudio de campo, según (Arias, 1999) es aquel estudio relacionado con la recolección de datos que se hace de manera directa de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin alterar o controlar variable alguna.

En relación con lo anteriormente expuesto, el presente trabajo de grado se fundamenta en seguir un diseño tanto de campo como documental, debido a que



los datos recolectados de la empresa, son registros documentales y los datos recolectados de manera presencial son registrados de forma directa sin realizar alguna alteración de los mismos.

3.3 Enfoque de la Investigación

Existen tres posibles enfoques que pueden sustentar una investigación, siendo estos de tipo cuantitativo, cualitativo y mixto.

El enfoque cuantitativo, según (Sampieri, 2006), “es la utilización de la recolección de los datos para probar hipótesis, con base a mediciones numéricas y aplicar el análisis de datos, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p.5). En cambio, un enfoque cualitativo, según (Sampieri, 2006) “proporciona profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas” (p.28.). Esto quiere decir que el enfoque cualitativo es aquel que presenta explicaciones y descripciones detalladas que permiten mayor comprensión del fenómeno que se estudia.

Por todo lo antes mencionado, se identifica que el enfoque del presente trabajo de grado es del tipo mixto, debido a que se utiliza la modalidad cualitativa para la interpretación de los procesos y actividades que están involucrados en el proceso productivo. En el caso de la modalidad cuantitativa, la misma se tomará en cuenta para el diseño del proceso productivo, los puestos de trabajo, las herramientas a ser utilizadas, la cantidad de personal que se necesitará para su adecuada operatividad, así como también todos los factores necesarios para su culminación.

3.4 Técnicas y herramientas de recolección de datos

Las técnicas y herramientas de recolección de datos, según (Sabino, 1992), “consiste en principio, en cualquier recurso del cual se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (p.114).

Para lograr una investigación lo más acertada posible, se utilizaron diversas técnicas y herramientas de recolección de datos, para que de esta manera la información necesaria para la investigación ayude al cumplimiento de los objetivos.



3.4.1 Observación directa

El tipo de observación que se planteó para el presente trabajo de grado es la de observación directa, la cual consiste en una técnica que permite al investigador mantenerse al margen del fenómeno de estudio, como un espectador pasivo, que se limita a registrar la información que aparece ante él, sin ningún tipo de interacción, ni implicación alguna al no formar parte de la organización. alguna de las herramientas utilizadas para facilitar la recolección para el investigador, es la utilización de fotografías, videos, grabadores, entre otros.

3.4.2 Entrevista no estructurada

Para el presente trabajo de grado se empleó la técnica de entrevista no estructurada, dicho método consiste en una interacción social para la recolección de datos donde se realiza una encuesta que posea preguntas capaces de aportar información a la investigación, aplicando la misma de manera oral al entrevistado, se trabaja con preguntas abiertas, sin un orden preestablecido, de manera que permite mayor flexibilidad al momento de establecer un diálogo para la recolección de información (González, 2019).

3.4.3 Consulta bibliográfica y documental

Para la recolección de información referente a los procesos involucrados en la reconstrucción de compresores se utilizó la técnica de consulta bibliográfica y documental, la cual es la disciplina que estudia textos bajo las formas de conocimiento registradas y sus procesos de transmisión, incluyendo su producción y recepción (Escuela Ingeniería Industrial UCAB).



3.5 Estructura desagregada del trabajo grado

A continuación, se presenta la estructura desagregada del Trabajo de Grado, la cual permite vincular cada objetivo específico con el capítulo donde se van a desarrollar, además, se indica la información necesaria para desarrollar cada uno, las fuentes consultadas y las herramientas utilizadas.

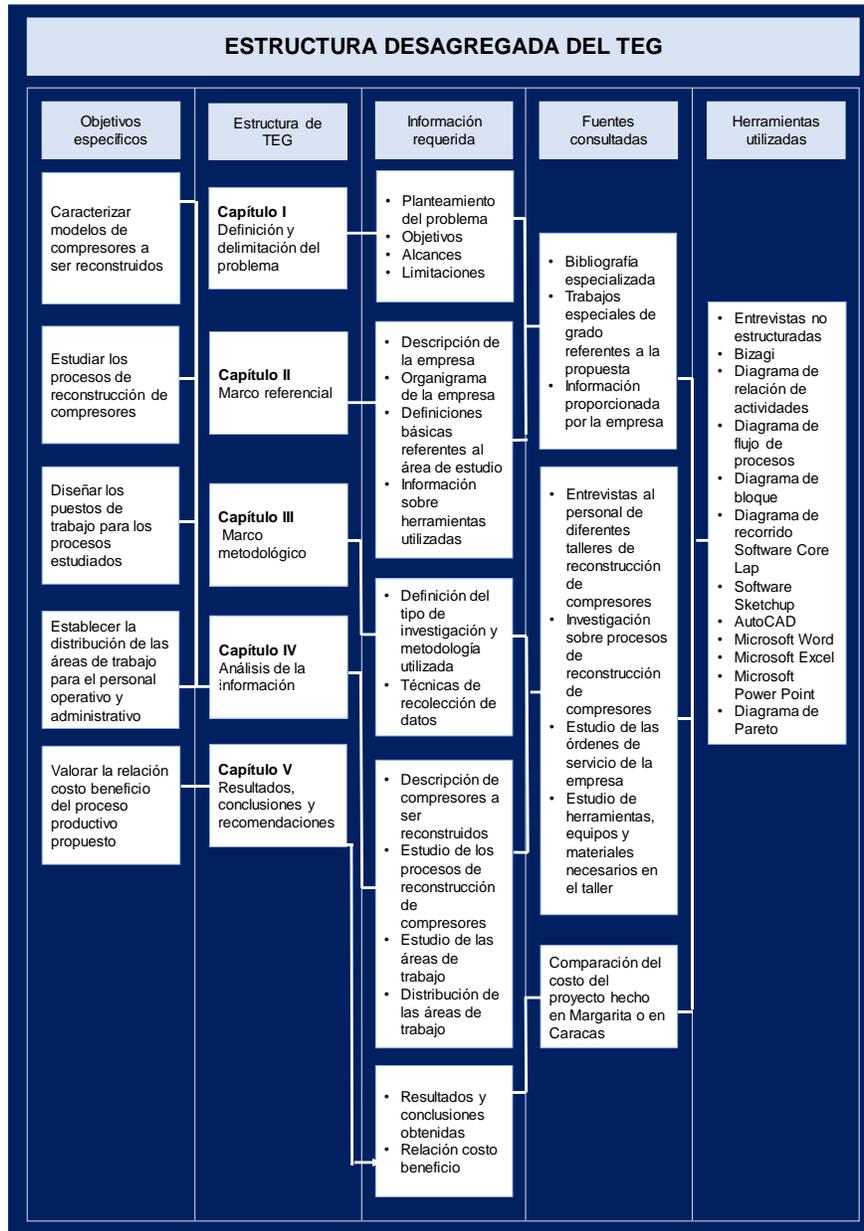


Figura 2: Estructura desagregada del TEG

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO IV

4 Análisis de la información

En el desarrollo del presente capítulo se analiza la información necesaria para la elaboración del trabajo de grado. En primer lugar, se caracterizan los modelos de compresores manejados actualmente por la empresa de manera que se puedan determinar los tipos de repuestos necesarios para el buen funcionamiento del taller, así como los compresores con mayor tendencia a ser reconstruidos y la cantidad de repuestos necesarios por cada modelo de compresor. En segundo lugar, se estudia la naturaleza de la situación operacional de diferentes talleres de reconstrucción de compresores, con el fin de poder determinar el flujo de las actividades dentro del taller. A continuación, se diseñan los diferentes puestos de trabajo dentro del taller, cuales serían sus dimensiones mínimas estimadas y cuál sería la distribución ideal de las diferentes áreas de trabajo en función del flujo del taller. Finalmente, se desarrolla un estimado de los recursos financieros para la implementación de la propuesta.

4.1 Caracterización de modelos de compresores

Es necesario conocer los compresores que van a ser manejados dentro del taller para poder determinar los repuestos necesarios y los equipos que deben utilizarse. En tal sentido, es imprescindible estudiar por medio de los diferentes clientes que posee la empresa, los diversos modelos de compresores manejados, de tal manera que se conozca el tipo y la cantidad de compresores que pueden presentarse en el taller. A partir del estudio se elaboran los cuadros característicos de los diferentes modelos de compresores.

En relación a lo anterior, para lograr caracterizar los diversos compresores a ser reconstruidos, se realiza un estudio con base a los proyectos iniciales en cada sede, con el que se logra establecer la cantidad total de cada modelo de compresor que existe en los diferentes clientes de la empresa.

Una vez recopilada la información del banco de datos de compresores de la empresa, se procede a caracterizarlos de la siguiente manera, se separaron los



compresores por capacidades (Potencia Hp), a partir de esto se identifica la marca del compresor con sus diferentes familias expresando la cantidad total de modelos dentro de cada familia y a su vez se representa la cantidad total existente de compresores por cada modelo.

4.1.1 Cuadro de caracterización de compresores

Tabla 2: Cuadro característico de compresores

Fuente: Elaboración propia

Potencia (Hp)	Marca	Familia	Cantidad De Modelos	Cantidad de Compresores
7,5	Copeland	3D	2	2
8	Bitzer	BS4	1	1
10	Copeland	3D	2	2
12	Copeland	3D	2	2
15	Copeland	3D	5	13
		4D	1	6
	Bitzer	CE4	1	5
20	Copeland	4D	1	5
	Bitzer	CE4	1	4
22	Copeland	4D	2	8
	Bitzer	BE6	1	5
25	Copeland	4D	1	4
	Bitzer	BS6	1	1
		BE6	1	1
	Carlyle / Carrier	06E	1	3
27	Copeland	6D	1	2
30	Copeland	4D	2	5
		6D	1	3
	Bitzer	BS6	1	7
		BE6	1	1
	Carlyle / Carrier	06E	1	4
35	Copeland	6D	3	7
40	Bitzer	BE6	2	5
	Carlyle / Carrier	06E	1	4

Para visualizar con mayor detalle las tablas de caracterización, ver Anexo 1.



4.2 Estudio de los procesos de reconstrucción de compresores

Para poder elaborar una propuesta de diseño que sea realmente efectiva, es necesario en primer lugar determinar el flujo que siguen las unidades a través de la instalación. El proceso de la reconstrucción de compresores que se llevará a cabo dentro del taller se establece con base a información documental y un estudio de campo realizado en talleres ubicados en la ciudad de Caracas.

Dicho estudio de campo abarca un 80% de los talleres de reconstrucción de compresores en Caracas, el cual, junto con la información documental investigada, se logra establecer el proceso que se llevará a cabo dentro del taller, el mismo surge de los requerimientos más frecuentes de la empresa, con los que se establece: los compresores con mayor frecuencia a ser reconstruidos, los repuestos o materiales con mayor frecuencia a ser solicitados, la cantidad mínima de repuestos o materiales necesarios dentro del taller, los tipos de repuestos o materiales por compresor más necesarios dentro del taller y los equipos indispensables para el buen funcionamiento del taller de reconstrucción.

En primer lugar, se establece un proceso de recepción de los compresores, en el cual, si el compresor llega por primera vez al taller, se identifica el mismo para su manejo interno, por otro lado, en tal caso que el compresor posea una garantía debido a que ya ha sido reconstruido en el taller, dicha garantía es inspeccionada para conocer si la misma es válida o ya expiró. Luego se procede a trasladar el compresor al área de desarme e inspección para realizar las pruebas de electricidad para verificar que no presente ningún tipo de falla en el ámbito eléctrico, en tal caso que presente una falla eléctrica la misma será notificada al cliente dentro del presupuesto, al terminar dicha prueba se procede a desarmar el compresor, para poder realizar la limpieza del cuerpo y sus diferentes piezas con el solvente utilizado especialmente para la limpieza de compresores marca Varsol o similar una vez se traslade a la mesa de limpieza. Seguidamente, se regresa el compresor desarmado al área de desarme e inspección y se realiza el diagnóstico de cada una de las piezas para elaborar el presupuesto de la reconstrucción a llevarse a cabo.



A partir de la aceptación del presupuesto de la reconstrucción por parte del cliente, se traslada el compresor nuevamente al área de limpieza para realizar la limpieza completa del mismo, para luego, a aquellas piezas que lo requieran, llevar a cabo el proceso de reconstrucción una vez trasladado el compresor al área de reconstrucción, para seguir con las pruebas de tolerancia a aquellas piezas rectificadas.

Por último, se traslada al compresor al área de ensamblaje con las piezas reconstruidas y los repuestos necesarios, para proceder a ensamblar el compresor y se realizan las pruebas de funcionamiento, para finalizar con el pintado del mismo según las especificaciones del fabricante.

Como se mencionó anteriormente, al compresor presentar una falla eléctrica, se le notificará al cliente, de tal manera que se establezca un tercero, el cual realizará el rebobinado del compresor. Esto se debe a que, dentro del taller no está estipulado la reparación de las bobinas de los compresores, lo que si se tiene contemplado es contar con centros especializados en rebobinado de motores ubicados en la Isla de Margarita (Ejemplo: Electro Piache C.A.).



4.2.1 Proceso de reconstrucción de compresores

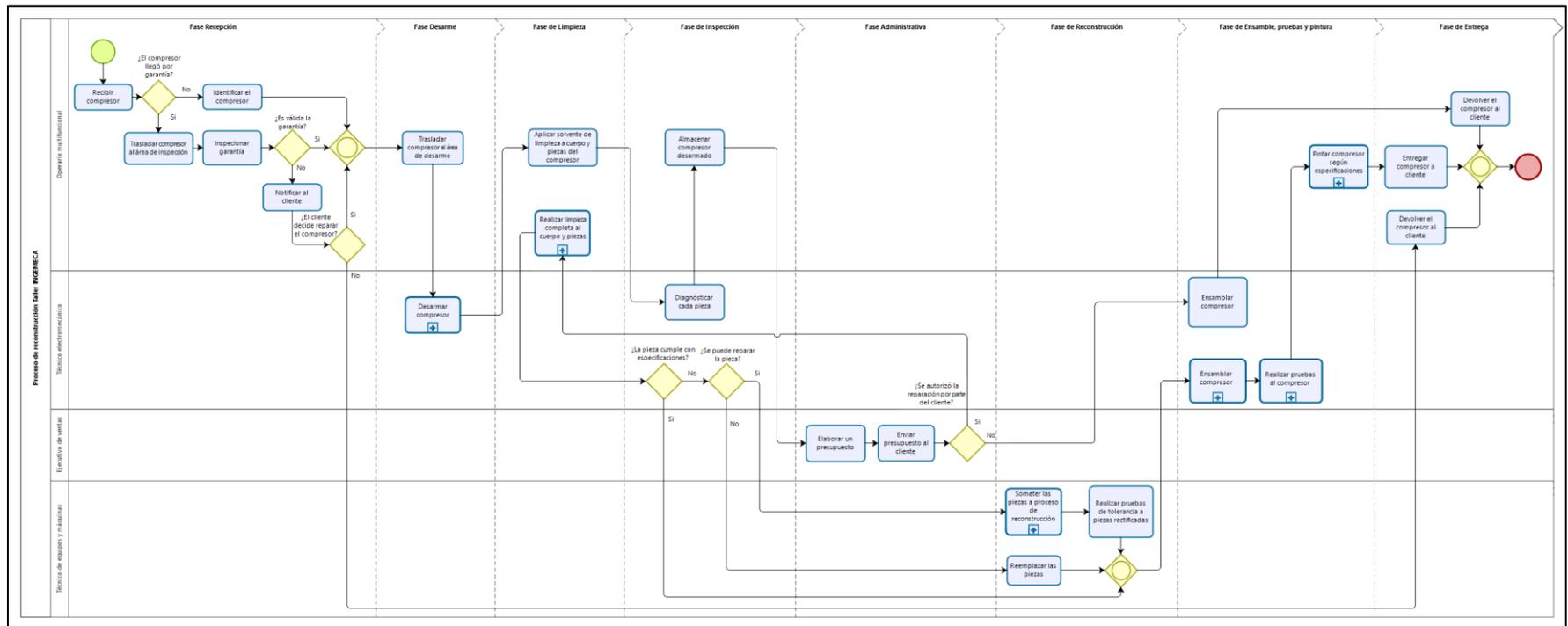


Figura 3: Diagrama de flujo de la reconstrucción de compresores

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar el proceso detallado por fases ver Anexo 2.

Para visualizar los procesos estudiados e investigados con mayor detalle, ver Anexos 3 y 4.



4.2.2 Proceso de desarmado de compresores

Previo a realizar el desarme del compresor, en el momento de recepción del mismo, se debe, en primer lugar, codificar el compresor para poder identificarlo, luego se debe notificar al cliente que se realiza un cobro por revisión, lo cual involucra tanto la limpieza del compresor, como la mano de obra utilizada para la inspección. Además, el compresor pasa por una inspección de garantía, si el mismo posee una, de ser dicha garantía válida el compresor sigue con el proceso respectivo de reconstrucción, de no ser válida la garantía, el cliente es notificado para concluir si se va a proseguir con la reconstrucción del compresor o si se regresa el mismo al cliente.

Al comenzar el proceso de desarme del compresor, cuando se recibe el mismo, se transporta con ayuda de un transpaleta o grúa pluma plegable al área de desarme, el cual consta de una mesa principal de desarme en la que se coloca el compresor, dicha mesa tendrá la capacidad máxima de dos compresores, uno por operario, en la cual, un operario estará realizando el desarme de un compresor y otro la inspección de otro compresor. Además, contará con las herramientas a utilizar durante el proceso de desarme, por otro lado, la mesa principal tendrá dos mesas móviles a cada extremo en las que se colocan las diferentes partes del compresor.

Una vez en el área de desarme de la mesa principal, el operario se encarga de colocar el compresor en la misma y despresurizar el mismo extrayendo el refrigerante por la válvula Schrader, luego, antes de comenzar el desarmado del compresor, se remueve el aceite por el tapón de drenaje. Al realizar lo descrito anteriormente se procede a destornillar la cubierta de la caja de terminales del compresor utilizando un destornillador.

El operador procede a utilizar una llave de impacto neumática para el desmontaje de la válvula de descarga, al igual que para el desmontaje de la válvula de succión, además retira el filtro de succión. Una vez efectuado lo anterior, con ayuda de la llave de impacto, remueve dos tornillos paralelos en la parte superior de la cubierta de la culata, luego coloca dos pasadores paralelos en lados opuestos



para garantizar una extracción adecuada y evitar que la cubierta se caiga, posteriormente se remueven los demás tornillos y se afloja con ayuda de un mazo de goma, con el cual se golpea suavemente la carcasa para que de esta manera se remueva de forma más sencilla junto con la empaadura.

Luego se procede a desmontar el rotor, el cual, en primer lugar, se debe extraer el tornillo de cabeza hexagonal junto con el contrapeso, para poder sacar el mismo del compresor con ayuda de un alicate. Seguidamente se remueve el cabezal del compresor utilizando la llave de impacto y el mazo de goma para aflojar.

En cuanto a la tapa delantera, la misma se destornilla y se remueve junto con la centrífuga de aceite y el contrapeso, y se procede a remover el cigüeñal del compresor halándolo suavemente, extrayendo posteriormente los pistones. Por último, se procede con la placa de terminales, la cual es destornillada y desconectada para luego poder extraer la bobina del compresor con un mecanismo hidráulico.

En la tabla 3 se pueden apreciar todos los recursos e insumos que utiliza el operador durante el proceso



Tabla 3 Recursos del operario encargado del desarme.

Fuente: Elaboración propia.

Desarmado Compresor		
Entrada	Compresor defectuoso	
Materiales	Guantes de seguridad	Guantes marca Safefit o similar
Herramientas y equipos	Mesa principal de desarme	Mesa con pared de agujeros perforados y compartimientos para herramientas
	Mesa de acumulación de piezas	Mesa auxiliar móvil para movilizar piezas
	Llave de impacto y dados	Llave de impacto marca DeWalt o similar
	Mazo de goma	Mazo de goma marca Truper o similar
	Alicate ajustable	Alicate ajustable marca Proto o similar
	Piqueta eléctrica	Piqueta eléctrica marca Petrul o similar
	Destornillador	Destornillador de estrías y/o plano marca Proto o similar
	Pinzas	Pinzas marca Truper o similar
	Prensa hidráulica	Prensa hidráulica marca King Tony o similar
	Megóhmetro	Megóhmetro marca Megger
	Válvula de Schrader	Válvula Schrader marca Rothenberger
Mano de obra	Cantidad de personas	Técnico electromecánico y operario multifuncional
	Experiencia	Entre 2 y 6 años de experiencia (técnico medio)
Salida	– Piezas del compresor – Cuerpo del compresor	

4.2.3 Proceso de limpieza del compresor

Luego de que el compresor se ha desarmado por completo, tanto el cuerpo como las piezas son trasladados, a través del transpaleta, al área de limpieza, la cual consta de una mesa con drenaje en donde se coloca el bloque y todas las partes del compresor, en la misma se procede a la limpieza tanto del cuerpo como de las piezas con un solvente utilizado especialmente para la limpieza de compresores marca Varsol o similar con ayuda de una pistola de aire comprimido, la cual está conectada a una bomba que succiona el químico luego de haber pasado por un proceso de decantación para poder reutilizar el mismo (véase Anexo 5 para visualizar el proceso con mayor detalle), este mecanismo requiere de un operario que se encargue de limpiar cada una de las piezas y el cuerpo del compresor, dicha limpieza se encontrará reflejada dentro del cobro por revisión al cliente. Posteriormente, se procede a colocar el bloque con sus partes asociadas en un



horno especializado para oxidar la pintura, los residuos y el aceite, luego este pasa a una máquina de Shot Blasting encargada de remover el óxido que queda como residuo de haber pasado por el horno y, por último, las piezas y partes pequeñas son colocadas en la máquina de Sand Blasting para limpiarlas completamente con mayor precisión.

En la tabla 4 se pueden apreciar todos los recursos e insumos que utiliza el operador durante el proceso

Tabla 4: Recursos del operario encargado de la limpieza.

Fuente: Elaboración propia.

Limpieza Compresor	
Entrada	– Piezas del compresor – Cuerpo del compresor
Materiales	Guantes de seguridad Guantes marca Safefit o similar
	Lentes de seguridad Lentes marca 3M
	Solvente de limpieza Solvente de limpieza marca Varsol o similar
	Mascarilla media cara Mascarilla marca 3M
Herramientas y equipos	Mesa con drenaje Mesa especial para recolectar y reutilizar el solvente utilizado para la limpieza
	Pistola de aire comprimido para limpieza Pistola de aire comprimido marca Shunhe Oem o similar
	Horno para limpieza de compresores Horno de compresores marca Bayco o similar
	Máquina Sand Blasting Sand Blaster marca Big Red o similar
	Máquina Shot Blasting Shot Blaster marca Steelabrator o similar
Mano de obra	Cantidad de personas Operario multifuncional
	Experiencia Entre 2 y 6 años de experiencia (técnico medio)
Salida	– Piezas del compresor limpias – Cuerpo del compresor limpio



4.2.4 Proceso de reconstrucción de piezas

Una vez se tengan las diferentes piezas junto con el cuerpo del compresor completamente limpios y conociendo el diagnóstico de cada una de las piezas, se procede a realizar el proceso de reconstrucción únicamente a aquellas piezas que lo requieran, aquellas que se encuentren en buen estado pasan directamente al proceso de ensamblaje del compresor. Durante el proceso de reconstrucción las actividades ocurren de manera paralela, por lo que se requieren 2 operarios para poder ejecutarlas de manera eficiente.

El taller contará con una serie de equipos para poder efectuar el proceso de reconstrucción, como lo son: rectificadora de cilindros, rectificadora de bielas, rectificadora de cigüeñal, rectificadora de planos, prensa troqueladora, fresadora, pulidora, torno y taladro de banco, todos los equipos descritos anteriormente permiten al taller lograr efectuar el proceso de reconstrucción de manera independiente, por lo que únicamente se requiere de un tercero para elaborar la reconstrucción de la bobina del compresor debido a que el taller no manejará la parte eléctrica del mismo.

En caso de que la pieza a ser reconstruida no se pueda reparar la misma será reemplazada por una pieza nueva con las mismas características, dicha pieza deberá encontrarse en el inventario del almacén de repuestos del taller. Dentro del proceso de reconstrucción de piezas del compresor existen seis procesos que pueden ocurrir de manera paralela, en cuanto a la reconstrucción de cilindros y bielas el proceso es similar, ya que la pieza únicamente pasa por la rectificadora de cilindros y de bielas respectivamente, en cuanto al proceso de reconstrucción del cigüeñal, el mismo es rectificado para luego ser pulido, en la reconstrucción de los platos de válvula, antes de realizar su rectificación, se le retiran las aletas (en inglés flappers) con ayuda de la fresadora y luego se realiza la rectificación de los platos de válvula.

Por otro lado, en cuanto a las empacaduras, las mismas no pueden ser reconstruidas sino reemplazadas, dentro del taller se dispondrá de una prensa troqueladora con la que, luego de realizar el boceto de la empacadura respectiva se



podrá cortar la misma para su uso o se podrá solicitar el kit de empacadura necesario. Por último, la reconstrucción de las bocinas consta en calibrar y alinear las mismas con ayuda de la barrenadora.

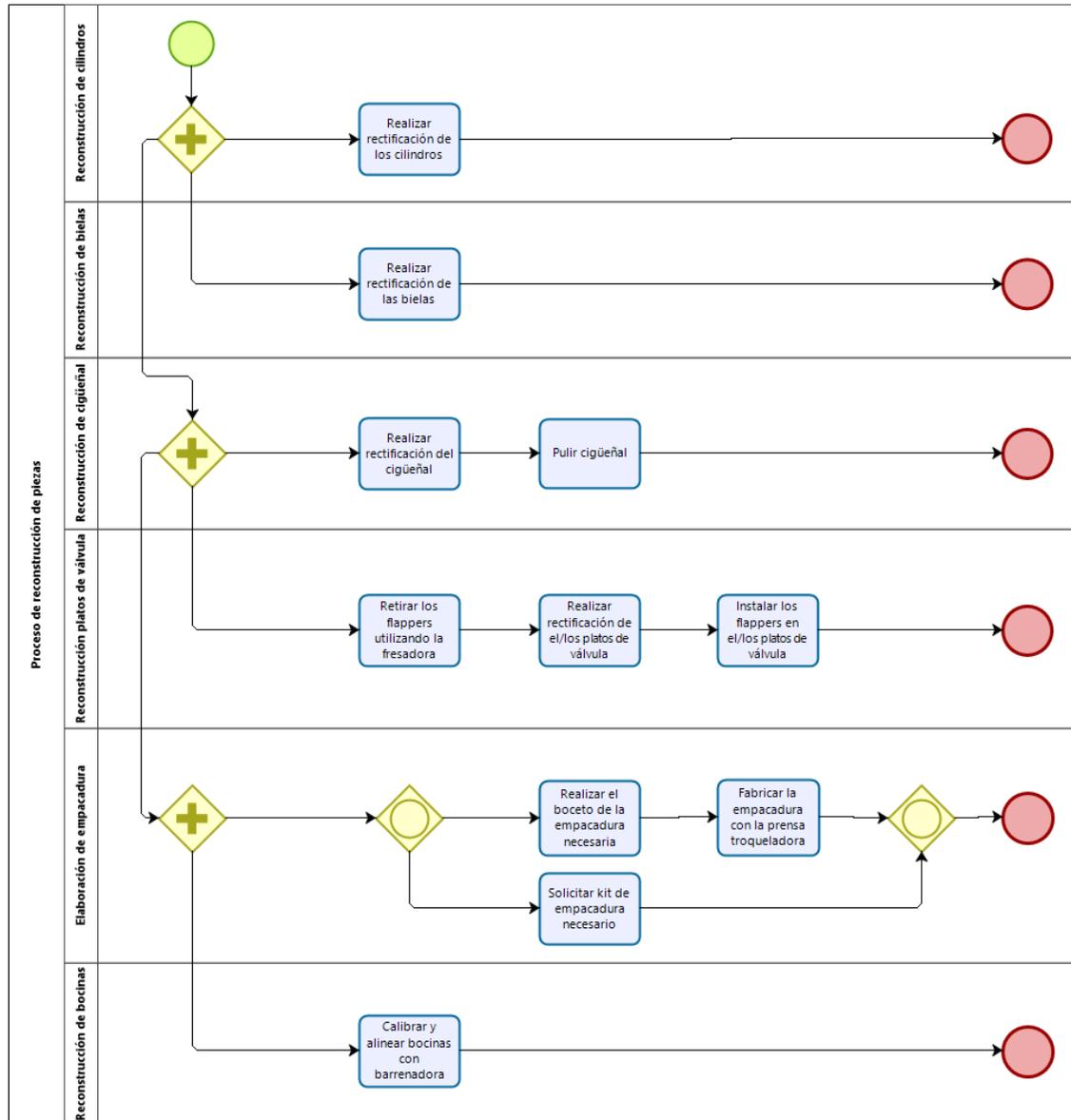


Figura 4: Diagrama de flujo de la reconstrucción de piezas

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 5 se pueden apreciar todos los recursos e insumos que utilizan los operadores durante el proceso

Tabla 5 Recursos de operarios encargados de la reconstrucción de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Reconstrucción Compresor		
Entrada	– Piezas defectuosas	
Materiales	Guantes de seguridad	Guantes marca Safefit o similar
	Manual de especificaciones del fabricante	Manuales de compresores Copeland, Bitzer y Carlyle
	Trapos	Trapos esterelizados marca Trapoven
	Lentes de seguridad	Lentes de seguridad marca 3M
Herramientas y equipos	Señorita	Marca Vitaltone o similar
	Sistema de riel	Sistema utilizado para la movilización de los compresores
	Rectificadora de cilindros	Rectificadora de cilindros marca Rexin o similar
	Rectificadora de bielas	Rectificadora de bielas marca Chinelatto o similar
	Rectificadora de cigüeñal	Rectificadora de cigüeñal marca StormVulcan o similar
	Rectificadora de planos	Rectificadora de planos StormVulcan o similar
	Prensa troqueladora	Troqueladora marca Atom o similar
	Fresadora	Fresadora marca Maquitor o similar
	Torno	Torno marca Damatomacchine o similar
	Barrenadora	Barrenadora marca Farmin o similar
	Taladro de banco	Taladro de banco marca Damatomacchine o similar
	Láminas para empacaduras	Láminas marca Fibreflex
	Mesa de reconstrucción	Mesa de acero inoxidable con capacidad máxima de 2 compresores
	Mano de obra	Cantidad de personas
Experiencia		Entre 2 y 6 años de experiencia (técnico medio)
Salida	– Piezas rectificadas – Piezas reemplazadas	



4.2.5 Proceso de ensamblaje del compresor

Una vez finalizado cada uno de los procesos necesarios para la reconstrucción de piezas, se procede a iniciar el proceso de ensamblaje del compresor, comenzando por el montaje de la bobina dentro del cuerpo, mediante la utilización de la prensa hidráulica, una vez dentro, utilizando el mismo equipo, se pasa a instalar el cigüeñal. Luego se procede con el montaje de los pistones y sus anillos en los cilindros del cuerpo del compresor, previo al montaje se aplica aceite tanto en la parte interior de los cilindros como en los pistones para que puedan deslizar con mayor facilidad, por otra parte, para lograr introducir los pistones de manera adecuada dentro de los cilindros, es necesario utilizar una prensa de anillos que ejerza compresión sobre los mismos y con ayuda de un mazo de goma realizar pequeños golpes sobre el pistón hasta que esté totalmente adentro del cilindro.

Seguidamente se ensamblan y ajustan las bielas al cigüeñal con la ayuda de la llave de impacto y una llave Ratchet con sus respectivos dados de ajuste, para así luego poder instalar las válvulas del cárter, las válvulas de retorno de aceite, el filtro de aceite y el portador de resistencia. Para hacer el cierre del cárter, primero se coloca la empacadura de cárter y luego se atornilla la tapa de cierre utilizando la llave de impacto y la llave Ratchet.

Una vez realizado lo anterior se procede a instalar el retenedor, para luego proceder con el montaje del rotor e instalar la cubierta de rodamiento de la bomba de aceite, la cual se ajusta utilizando la llave de impacto y la llave Ratchet.

El siguiente paso es instalar la placa de terminales para realizar las respectivas conexiones con la bobina. En este momento se pueden realizar las pruebas a compresor abierto, las cuales consisten en: verificar el paso de aceite por los cilindros, verificar la corriente, la presión de aceite, la presencia de vibraciones y el paso de aceite por la bobina.

Finalizadas las pruebas a compresor abierto, se colocan las empacaduras de los platos de válvulas en los cabezales para luego instalar dichos platos, en este momento se colocan las empacaduras de los cabezales y por último se instalan y



atornillan los cabezales al bloque utilizando la llave de impacto y la llave Ratchet con sus respectivos dados.

En la tabla 6 se pueden apreciar todos los recursos e insumos que utilizan los operadores durante el proceso

Tabla 6 Recursos de los operarios encargados del ensamble del compresor.

Fuente: Elaboración propia.

Armado Compresor		
Entrada	– Piezas del compresor	– Cuerpo del compresor
Materiales	Guantes de seguridad	Guantes marca Safefit o similar
	Tapa bocas	Tapa bocas marca 3M
	Aceite	Aceite mineral ó aceite POE, dependiendo del refrigerante utilizado
	Lentes de seguridad	Lentes de seguridad marca 3M
Herramientas y equipos	Ratchet y dados	Marca Fixman o similar
	Señorita	Marca Valtone o similar
	Sistema de riel	Sistema utilizado para la movilización de los compresores
	Prensa hidráulica	Prensa hidráulica marca King Tony o similar
	Prensa de Anillos	Prensa de Anillos Marca PPA o similar
	Mazo de goma	Mazo de goma marca Truper o similar
	Pinza	Pinzas marca Truper o similar
	Multímetro	Multímetro marca UNIT-T o similar
	Mogóhmetro	Megóhmetro marca Megger
	Juego de Manómetros	Juego de manómetros marca Artica o similar
	Llave de impacto y dados	Llave de impacto marca DeWalt o similar
	Llaves fijas combinadas	Llaves fijas combinadas marca Stanley o similar
Mano de obra	Cantidad de personas	Técnico electromecánico y operario multifuncional
	Experiencia	Entre 2 y 6 años de experiencia (técnico medio)
Salida	– Compresor Ensamblado	

4.2.6 Proceso de pruebas del compresor

Una vez ensamblado el compresor, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento del mismo en la zona de pruebas del taller, comenzando de la siguiente manera: primero se introduce la carga de aceite necesaria, dentro del



compresor, para poder efectuar pruebas de compresión, de succión, de descarga, de sellado de platos de válvulas, revisión de niveles de presión de la bomba de aceite y verificar el consumo de energía del motor, por último, se efectúan pruebas de ruido y vibraciones. Es importante destacar que para este proceso se contará con un tablero de pruebas el cual estará conformado por manómetros y diferentes medidores para la revisión de los niveles necesarios que ameriten las pruebas mencionadas.

Seguidamente se procede a retirar el aceite utilizado en las pruebas y se presuriza el compresor con nitrógeno seco para que de esta manera se proceda a efectuar la última prueba, la misma consiste en una prueba de fugas que se basa en sumergir el compresor presurizado en un tanque con agua y observar si el mismo presenta alguna fuga, luego de la prueba es retirado el nitrógeno seco del compresor.

Por último, el compresor, al quedar operativo, es cargado con el aceite específico para el tipo de refrigerante que se utiliza en el sistema de refrigeración o aire acondicionado en el cual el compresor es utilizado, para luego ser trasladado al área de pintado.

En la tabla 7 se pueden apreciar todos los recursos e insumos que utilizan los operadores durante el proceso.



Tabla 7 Recursos de operarios encargados de las pruebas del compresor.

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de Compresor		
Entrada	– Compresor Ensamblado	
Materiales	Guantes de seguridad	Guantes marca Safefit o similar
	Tapa bocas	Tapa bocas marca 3M
	Aceite	Aceite mineral ó aceite POE, dependiendo del refrigerante utilizado
	Lentes de seguridad	Lentes de seguridad marca 3M
Herramientas y equipos	Tablero de pruebas	Tablero para pruebas de funcionamiento
	Señorita	Marca Vitaltone o similar
	Sistema de riel	Sistema utilizado para la movilización de los compresores
	Tanque de pruebas de fuga	Tanque para pruebas de hermeticidad
	Nitrógeno seco	Bombonas de nitrógeno seco para pruebas de fuga
Mano de obra	Cantidad de personas	Técnico electromecánico
	Experiencia	Entre 2 y 6 años de experiencia (técnico medio)
Salida	– Compresor Operativo	

4.2.7 Proceso de pintado de compresor

El proceso de pintado consiste en aplicar una capa de pintura primaria sobre el compresor, utilizando la pistola de aire comprimido para poder ser rociada sobre el mismo. Luego se aplica la pintura anticorrosiva dependiendo de las especificaciones del fabricante, dejando de esta manera el compresor listo para ser entregado.

En la tabla 8 se pueden apreciar todos los recursos e insumos que utilizan los operadores durante el proceso.



Tabla 8 Recursos de operario encargados de pintar el compresor.

Fuente: Elaboración propia.

Pintura de Compresor		
Entrada	– Compresor Operativo	
Materiales	Guantes de seguridad	Guantes marca Safefit o similar
	Tapa bocas	Tapa bocas marca 3M
	Lentes de seguridad	Lentes de seguridad marca 3M
Herramientas y equipos	Pistola de aire comprimido para pintar	Pistola de aire comprimido marca Shunhe Oem o similar
	Señorita	Marca Vitaltone o similar
	Sistema de riel	Sistema utilizado para la movilización de los compresores
	Pintura primaria	Pintura primaria marca comex o similar
	Pintura específica del fabricante	Pintura específica del fabricante marca comex o similar
Mano de obra	Cantidad de personas	Operario multifuncional
	Experiencia	Entre 2 y 6 años de experiencia (técnico medio)
Salida	– Compresor Pintado	

4.3 Listado de materiales y repuestos solicitados por compresor

Para conocer el listado de materiales y repuestos a ser solicitados por compresor se realizó la revisión de los reportes de servicios y facturas efectuadas en la empresa dentro del período 2017-2019. Para analizar dicha información se realizó un grafica donde se observó la frecuencia acumulada de los compresores con mayor tendencia a ser reparados, de la misma manera se realizó el gráfico para conocer los materiales y repuestos más solicitados sin distinción de modelo de compresor, de dichos datos se tomarán para el estudio el 80% de los mismos, por último, se estableció la relación de compresores más reparados con sus partes asociadas

Por otro lado, se consultaron los manuales de los compresores según su marca y familia, para poder conocer todas las partes de los compresores presentes en el historial de la empresa (para visualizar las tablas de cada modelo de compresor con sus respectivas imágenes ver Anexo 6).



4.3.1 Modelos de compresores con mayor tendencia a ser reparados

Al utilizar dicho gráfico, se puede destacar que, en el siguiente cuadro, los modelos de compresores que aparecen sombreados representan el 80% de los compresores con mayor tendencia a ser reparados.

Tabla 9: Modelos de compresores con mayor tendencia a ser reparados

Fuente: Elaboración propia

Compresores	Repetición
4DL3A-150L-TSK	10
4DT3A-220L-TSK	6
6DT3A-300L-TSK	5
06EA265	5
3DF3A-120-TFD	4
6B5406PH-2NU	4
6B6462PL-2NU	4
3DB3A-100L-TFD	3
6DH3A-350L-TSK	3
4C2067PH-2NU	3
06EA299	3
3DS3-1500-TFC	2
3DS3R17ME-TFC / 3DS3A-150E-TFC	2
4DH3A-250L-TSK	2
4DJ3A-300-TSK	2
06EA275	2
4DT3A-200L-TSK	1
6DP3A-350L-TSK	1
6B4709PL-2NU	1

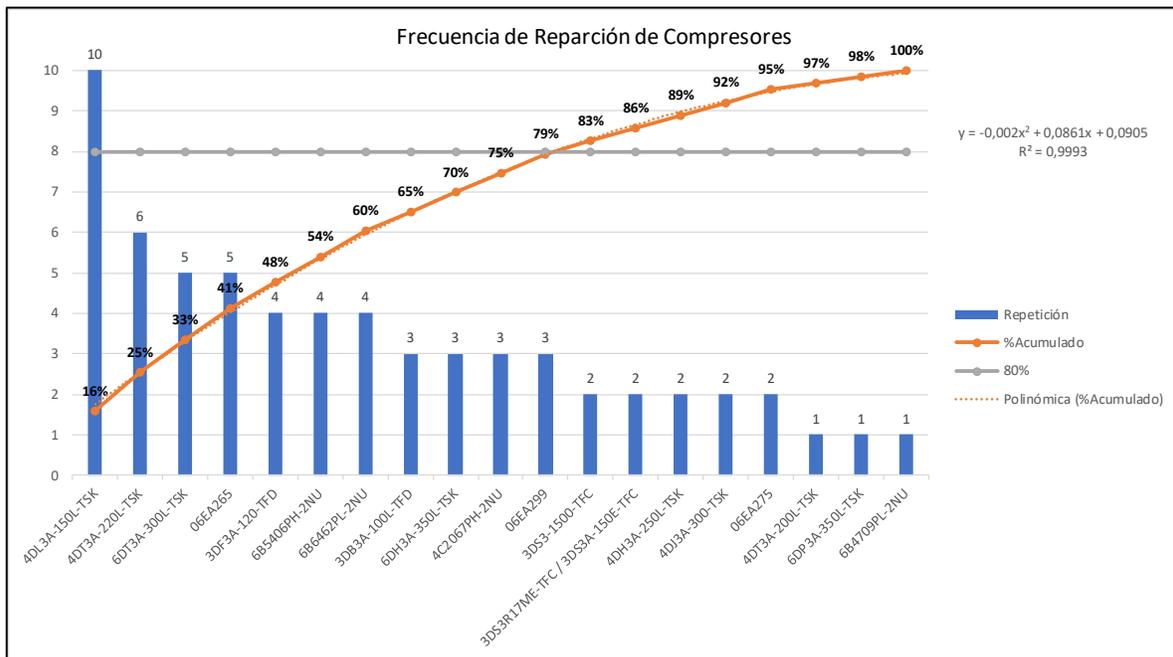


Figura 5: Gráfica de modelos de compresores con mayor tendencia a ser reparados

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar la gráfica con mayor detalle ver Anexo 7.



4.3.2 Repuestos y materiales con mayor tendencia a ser solicitados

A continuación, se presenta la tabla y el gráfico que hacen referencia a los repuestos y materiales con mayor frecuencia a ser solicitados para la reparación de los compresores.

En la Tabla 10, las casillas que se encuentran sombreadas, representan el 80% de los repuestos y materiales con mayor tendencia a ser solicitados para la reconstrucción de compresores.

Tabla 10: Cantidad de repuestos y materiales con mayor tendencia a ser solicitados

Fuente: Elaboración propia

Materiales y Repuestos	Frecuencia Unitaria
Químico para limpieza interna.	25
Empacadura de Plato de Válvula.	20
Kit de Empacadura.	20
Empacadura de Cabezal.	19
Juego de Anillos (par).	15
Juego de Flapper de alta-baja.	15
Pistón.	14
Empacadura de Carter.	10
Biela.	9
Plato de Válvula.	8
Pistón ensamblado (pistón-anillos-biela-pasador-retén).	7
Plato de Válvula Remanufacturado.	4
Rivetes para Flappers de baja.	4
Bobina Remanufacturada.	3
Cigüeñal.	3
Desengrasante.	3
Lámina para Empacaduras.	3
Cabezal.	2
Pliego de lija.	2
Aceite Mineral	1
Bobina.	1
Empacadura de Bomba de Aceite.	1
Empacadura de Culata.	1

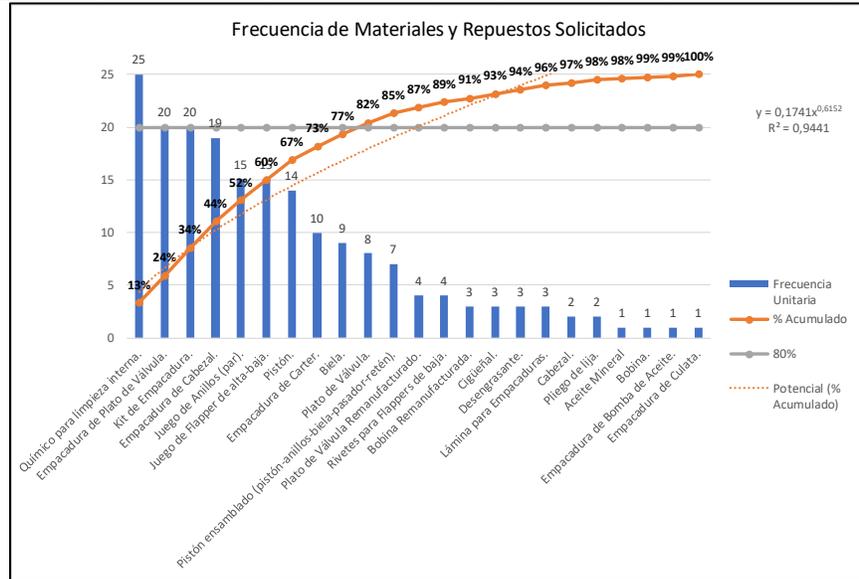


Figura 6: Gráfica de cantidad de repuestos y materiales con mayor tendencia a ser solicitados

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar la gráfica con mayor detalle ver Anexo 8.

4.3.3 Relación de compresores con mayor tendencia a ser reparados con sus respectivos materiales y repuestos solicitados

Al conocer la información tanto de los modelos de compresores con mayor tendencia a ser reparados, como de los materiales y repuestos con mayor tendencia a ser solicitados, se logró elaborar una tabla en donde se relacionarán ambas informaciones, para que de esta manera se conociera el tipo de materiales y repuestos que el taller debería poseer en mayor cantidad, según los modelos de compresores más reparados.

Tabla 11: Relación de compresores con mayor tendencia a ser reparados con materiales y repuestos con mayor tendencia a ser solicitados

Fuente: Elaboración propia

Materiales	3DB3A-100L-TFD	3DF3A-120-TFD	4DL3A-150L-TSK	4DT3A-220L-TSK	6DT3A-300L-TSK	6DH3A-350L-TSK	4C2067PH-2NU	6B5406PH-2NU	6B6462PL-2NU	06EA265	06EA299
Químico para limpieza interna.	5		11	5	15		7	10	10	5	8
Juego de Anillos (par).	6		6	4	24		8	12		3	
Pistón.	3		1	4	24		8	6		3	
Biela.	3			4	24		4	6			
Empacadura de Plato de Válvula.	1	4	8	8	3	3	2		1	3	
Empacadura de Cabezal.	1	3	6	4		3			4	6	1
Juego de Flapper de alta-baja.	2		3	4	9		2	1	5		
Kit de Empacadura.	2		2		4		1	3		1	2
Empacadura de Carter.		1	6		4						
Plato de Válvula.		2			6				2		3

Para visualizar Tabla 11 con mayor detalle visualizar Anexo 9.



4.4 Listado de herramientas, materiales y equipos a utilizar en el taller

En la siguiente tabla se representa el listado de herramientas, materiales y equipos necesarios para el taller. El surgimiento de los mismos proviene del estudio de los procesos involucrados para la reconstrucción de compresores, además de la ejecución de las tablas y gráficas antes mencionados y del estudio de las partes de un compresor según los manuales del fabricante

Tabla 12: Listado de herramientas a utilizar en el taller

Fuente: Elaboración propia

Herramientas
Acetiera
Alicate ajustable
Alicate de presión
Caja de herramientas
Careta para soldar
Carretilla
Cepillo de alambre
Cinta métrica
Conector de nitrógeno
Conector de oxígeno
Destornilladores Phillips o estria
Destornilladores plano
Equipo de Oxígeno Completo (Bombonas de Oxígeno, Bombonas de Acetileno, Juego de reguladores de Oxígeno y Acetileno, Juego de Mangueras, Picos de Corte, Picos de Soldar)
Escalera
Esmértil angular
Esmértil de banco
Exacto
Extensión eléctrica
Ganchos retradores de retenes
Hidrojet
Juego de centro-punto (de 1,5 a 4,0 mm)
Juego de dados con punta Allen (mm y pulg)
Juego de dados con reducciones, aumentos y extensiones (mm: 4/5/6/7/8/9/10/11/13/14/16/19/20/21/22)
Juego de dados con reducciones, aumentos y extensiones (pulg: 3/16", 7/32", 1/4", 9/32", 5/16", 11/32", 3/8", 7/16", 1/2", 9/16", 5/8", 11/16", 3/4", 1", 1 1/8")
Juego de destornilladores de copa (mm: 5/6/7/8/9/10/11/13/14/16/19)
Juego de destornilladores de copa (pulg: 3/16", 5/16", 7/16", 9/16", 7/32", 9/32", 11/32", 1/4", 3/8", 1/2", 5/8")
Juego de extractores mecánicos
Juego de extractores para tornillos
Juego de limas (Planas/Triangular/Media Caño / Rabo de Raton)
Juego de llaves Allen (de 1,5 a 19 mm)
Juego de llaves Allen (pulg: 1/16", 5/64", 3/32", 7/64", 3/16", 5/16", 7/16", 9/16", 7/32", 9/32", 11/32", 1/4", 3/8", 1/2", 5/8")
Juego de llaves fijas combinadas (mm: 4/5/6/7/8/9/10/11/13/14/16/19/20/21/22)
Juego de llaves fijas combinadas (pulg: 3/16", 7/32", 1/4", 9/32", 5/16", 11/32", 3/8", 7/16", 1/2", 9/16", 5/8", 11/16", 3/4", 1", 1 1/8")
Juego de llaves Torx (T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40, T45, T50, T55, T60)
Juego de Manómetro de Refrigeración para R22/R404/R410
Juego de palancas
Juego de saca reten
Linterna
Llave de impacto
Mangueras Neumáticas
Mangueras para juego de manómetros
Máquina de Soldar
Marco de sequeta (con sequeta)
Martillo
Mazo de Goma
Mechas para taladro eléctrico
Mechero
Megger (megohmetro)
Micrómetro para medir diametro externo
Micrómetro para medir diametro interno
Multímetro digital
Pinza amperimétrica digital
Pinzas
Piqueta
Presia de anillos
Pulidora de cirqueñal
Ratchet de refrigeración (pulg: 1/4" 3/8" 5/16")
Remachadora
Señorita (capacidad de 2 a 4 ton)
Taladro eléctrico
Tenazas
Tijeras
Torquímetro
Tranzadora
Válvula Schrader
Vernier

Para visualizar el listado con mayor detalle ver Anexo 10.



Tabla 13: Listado de materiales a utilizar en el taller

Fuente: Elaboración propia

Materiales
Aceite
Anillo retenedor
Arandelas
Bombillos
Botas de seguridad con suela antiresbalante
Braga
Brida de nylon
Casco de seguridad
Cinta aislante
Cinta de enmarcado
Detergente
Electrodos
Envases Varios
Faja de levantamiento
Fusibles
Gavetas plasticas apilables
Grasa
Guantes de nitrilo
Guantes de poliuretano
Lámina de amianto para empacaduras
Lentes
Lubricante
Mascarilla de Seguridad media cara
Pintura
Pliego de lija
Productos de limpieza general
Protector auditivo
Recipientes plásticos
Remaches
Sellador
Tapa boca
Tapones de Carter
Teflón
Terminales eléctricos
Toallin
Tobos
Tornillos cabeza hexagonal
Tornillos cabeza hexagonal interna
Tornillos cabeza Phillips
Tornillos cabeza plana
Tornillos para bridas
Trapos
Tuercas
Varilla rosacada
Varsol



Tabla 14: Listado de equipos a utilizar en el taller

Fuente: Elaboración propia

Equipos
Barrenadora de bocinas
Bomba para aplicar Varsol
Bomba para cargar aceite
Compresor de aire
Fresadora
Horno
Transpaleta
Prensa hidráulica
Rectificadora de cilindros
Rectificadora de bielas
Rectificadora de cigüeñal
Rectificadora de plano
Sand blaster
Shot blaster
Tablero de pruebas
Taladro de banco
Tanque para pruebas de fuga
Torno
Troqueladora
Grúa móvil



4.5 Diagrama de flujo de proceso

En la siguiente figura se desarrolló la técnica de Diagrama de Flujo de Proceso, en el cual, por medio de símbolos, se detalla el proceso con la finalidad de registrar: retrasos, almacenamientos temporales y la duración de cada una de las operaciones realizadas.

Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento
Recibir compresor	●	➡	□	D	▽
Identificar compresor	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor al área de desarme	○	➡	□	D	▽
Desarmar compresor	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor al área de limpieza	○	➡	□	D	▽
Aplicar Varsol a bloque y piezas	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor al área de inspección	○	➡	□	D	▽
Inspeccionar compresor	○	➡	■	D	▽
Elaborar reporte de inspección	●	➡	□	D	▽
Entregar reporte de inspección al área administrativa	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor desarmado a rack de espera por cliente	○	➡	□	D	▽
Almacenar compresor desarmado en rack de espera por cliente	○	➡	□	D	▽
Registrar compresor en sistema	●	➡	□	D	▽
Elaborar presupuesto	●	➡	□	D	▽
Enviar presupuesto al cliente	●	➡	□	D	▽
Esperar por respuesta del cliente	○	➡	□	●	▽
Trasladar compresor al área de limpieza	○	➡	□	D	▽
Introducir bloque y piezas en homo	●	➡	□	D	▽
Colocar bloque y piezas en máquina Shot Blasting	●	➡	□	D	▽
Colocar piezas en máquina Sand Blasting	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor desarmado a rack de espera por reconstrucción	○	➡	□	D	▽
Almacenar compresor desarmado en rack de espera por reconstrucción	○	➡	□	D	▽
Trasladar compresor desarmado al área de reconstrucción	○	➡	□	D	▽
Realizar rectificaciones necesarias según inspección	●	➡	□	D	▽
Buscar en almacén de repuestos piezas necesarias	●	➡	□	D	▽
Realizar pruebas de tolerancia a piezas rectificadas	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor desarmado al área de ensamblaje	○	➡	□	D	▽
Ensamblar compresor	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor al área de pruebas	○	➡	□	D	▽
Realizar pruebas al compresor	●	➡	□	D	▽
Colocar carga de aceite al compresor	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor operativo al área de pintura	○	➡	□	D	▽
Pintar compresor según especificaciones de fabricante	●	➡	□	D	▽
Trasladar compresor operativo al rack de despacho	○	➡	□	D	▽
Almacenar compresor operativo en rack de despacho	○	➡	□	D	▽
Entregar compresor al cliente	●	➡	□	D	▽

Figura 7: Diagrama de flujo de proceso del taller de reconstrucción

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar el proceso con mayor detalle ver Anexo 11.



4.6 Diagrama de flujo de proceso por áreas del taller

Es necesario estandarizar cada proceso llevado a cabo dentro del taller de reconstrucción, para que, de esta manera, el operador tenga la capacidad de conocer los pasos a seguir en cada estación de trabajo.

Debido a lo anteriormente descrito, se desarrolló la técnica de Diagrama de Flujo de Proceso tipo Multicolumna para cada área de trabajo del taller, con el fin de diseñar las mismas y establecer las operaciones, inspecciones, almacenamientos temporales y retrasos que se presentan en cada una de ellas.

4.6.1 Diagrama de flujo de proceso multicolumna (desarme, limpieza e inspección)

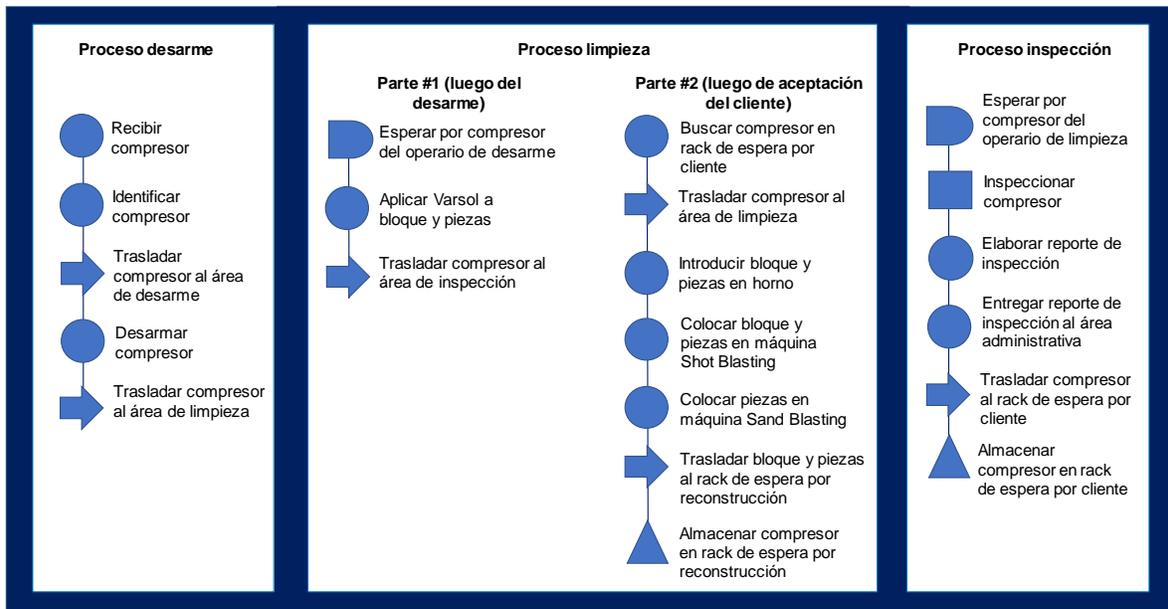


Figura 8: Diagrama de flujo de proceso multicolumna (desarme, limpieza e inspección)

Fuente: Elaboración propia



4.6.2 Diagrama de flujo de proceso multicolumna (área administrativa)



Figura 9: Diagrama de flujo de proceso multicolumna (área administrativa)

Fuente: Elaboración propia



4.6.3 Diagrama de flujo de proceso multicolumna (reconstrucción y ensamble)

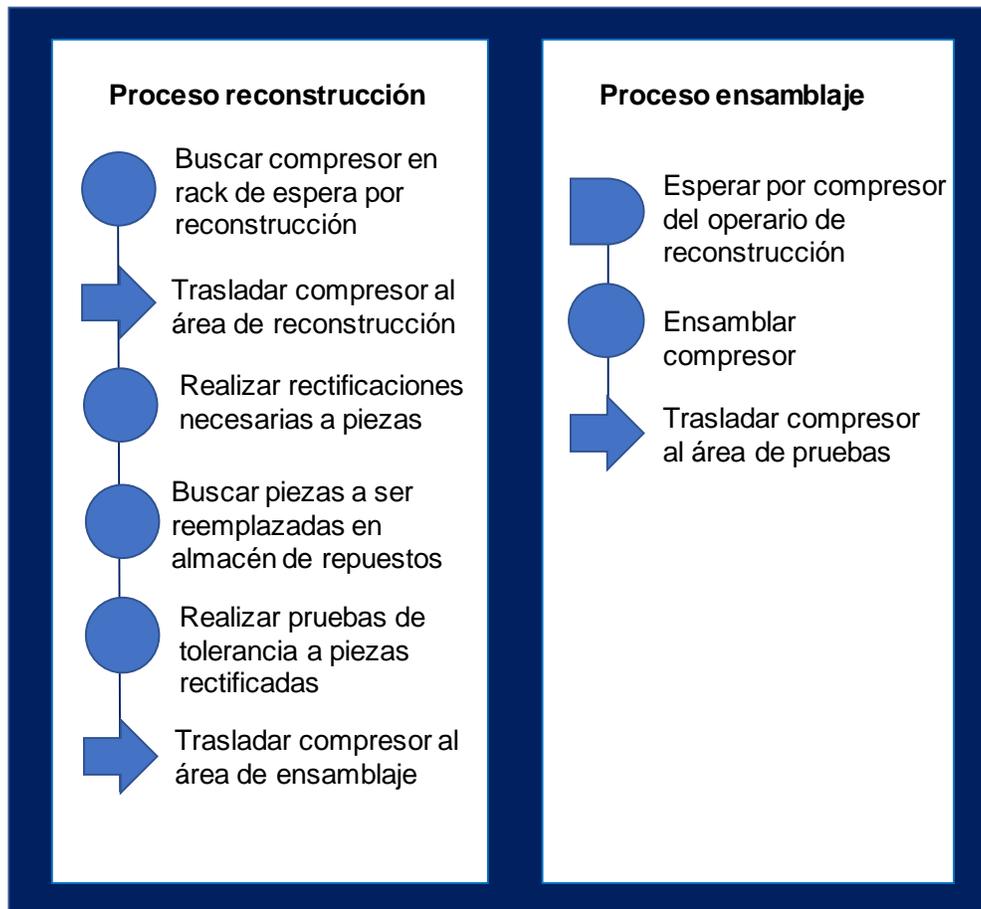


Figura 10: Diagrama de flujo de proceso multicolumna (reconstrucción y ensamble)

Fuente: Elaboración propia



4.6.4 Diagrama de flujo de proceso multicolumna (prueba y pintura)

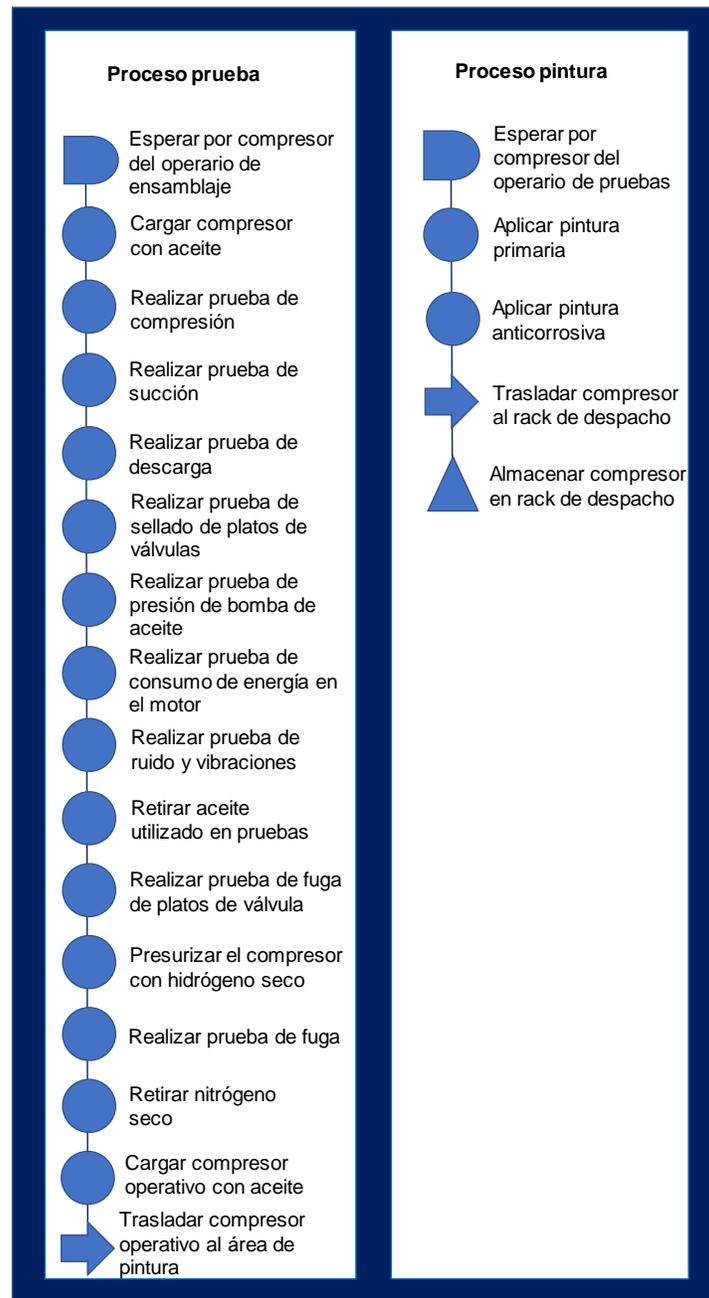


Figura 11: Diagrama de flujo de proceso multicolumna (prueba y pintura)

Fuente: Elaboración propia



4.7 Conformación de las áreas de trabajo

4.7.1 Área de desarme

El área de desarme contará con una mesa de trabajo principal, de tal manera que se puedan realizar las actividades de desarme e inspección de manera simultánea, ya que las medidas de dicha mesa, facilitan el manejo de dos compresores. La misma contará con paredes perforadas en donde se encontrarán las herramientas a utilizar a lo largo del proceso de desarme, además de recipientes plásticos en donde el operador colocará piezas pequeñas removidas del compresor.

Por otro lado, el área de desarme contará con dos mesas móviles con dos niveles en ambos extremos de la mesa principal, para permitir al operador tener más espacio para realizar su trabajo. Además de esto, en dicha área se contará con una manguera conectada a una llave de impacto, en el extremo de la mesa principal donde se lleve a cabo el desarme del compresor, dicha llave de impacto servirá con el sistema neumático del taller.

Por último, para completar el área de desarme, se debe contar con una prensa hidráulica para poder remover la bobina del compresor, dicha prensa debe tener una capacidad de 20 toneladas.



Figura 12: Equipos necesarios en el área de desarme

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características de los equipos ver Anexos 12.1, 13.3 y 13.4.



4.7.2 Área de limpieza

Para lograr una limpieza completa tanto del bloque del compresor como de sus diferentes piezas, se necesitará una mesa para el lavado del compresor, aplicando el solvente utilizado especialmente para la limpieza de compresores marca Varsol o similar, con rejillas en su parte superior para poder lograr el drenaje del químico y realizar el proceso de decantación necesario para reutilizar el mismo. Dicha mesa contará con una pistola de aire comprimido, para poder rociar el químico por el bloque y las piezas del compresor, la misma estará conectada a una bomba la cual ayudará con la reutilización del químico proveniente del proceso de decantación.

Debido a la utilización del químico de dicho solvente para la limpieza del compresor, dicha área contará con un fregador de limpieza de químico, para ser utilizado en caso de emergencia.

Además, el área contará con un horno en el cual se colocará tanto el bloque como las piezas del compresor para oxidar la pintura, los residuos y el aceite del mismo. En tercer lugar, se necesitará una máquina de Shot Blasting y una máquina de Sand Blasting.

Área de limpieza				
Equipos				
Mesa de Limpieza	Horno	Shot Blaster	Sand Blaster	Fregadero
				

Figura 13: Equipos necesarios en el área de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características de los equipos ver Anexos 13.2, 12.13, 12.11, 12.9 y 12.15.



4.7.3 Área de inspección

Para poder elaborar el reporte de inspección del compresor a ser reconstruido se debe realizar un diagnóstico del mismo el cual se hará en la misma mesa principal de desarme, en la división respectiva para la inspección, luego de haber finalizado con el proceso de limpieza con el solvente utilizado especialmente para la limpieza de compresores.

4.7.4 Área administrativa

El área administrativa contará con 4 puestos de trabajo los cuales serán: compras, finanzas, ventas y gerente del taller, los mismos estarán ubicados en el cuarto de oficinas en cuatro mesas de trabajo.



Figura 14: Equipos necesarios en el área administrativa

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características del equipo ver Anexo 13.6.

4.7.5 Área de reconstrucción

Durante el proceso de reconstrucción, según las necesidades del compresor, se utilizarán diferentes equipos para poder realizar las rectificaciones necesarias a las diferentes piezas. Dicho lo anterior, se contará con los siguientes equipos:

- Rectificadora de cilindros.
- Rectificadora de bielas.



- Rectificadora de cigüeñal.
- Rectificadora de plano.
- Barrenadora.
- Troqueladora.
- Fresadora.
- Torno.
- Taladro de banco.

Además de esto, el área contará con una mesa con una capacidad de máximo dos compresores.

Dicha área sigue los lineamientos de la norma ANSI B11, en cuanto a la seguridad de máquinas, se toman en cuenta las normas ANSI B11.1 con respecto a los requisitos de seguridad para prensas mecánicas, ANSI B11.2 con respecto a los requisitos de seguridad para prensas hidráulicas y neumáticas y ANSI B11.9 con respecto a los requisitos de seguridad para máquinas rectificadoras (ANSI B11, 2019).

Área de reconstrucción				
Equipos				
Rectificadora de cilindros	Rectificadora de bielas	Rectificadora de cigüeñal	Rectificadora de plano	Barrenadora
				
Troqueladora	Fresadora	Torno	Taladro de banco	Mesa de reconstrucción
				

Figura 15: Equipos necesarios en el área de reconstrucción

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características de los equipos ver Anexos 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6 12.10, 12.7, 12.8, 12.14 y 13.5.



4.7.6 Área de ensamblaje

El área de ensamblaje, al igual que el área de desarme, contará con una mesa de trabajo principal. Dicha mesa principal, al igual que la mesa de desarme, contará con paredes perforadas en donde se encontrarán las herramientas a utilizar a lo largo del proceso. Además de esto, en dicha área se contará con dos mangueras conectadas a llaves de impacto que servirán con el sistema neumático del taller.

Por último, para completar el área de ensamblaje, se debe contar con una prensa hidráulica para poder insertar la bobina del compresor, dicha prensa debe tener una capacidad de 20 toneladas.



Figura 16: Equipos necesarios en el área de ensamblaje

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características de los equipos ver Anexos 13.3 y 12.1.

4.7.7 Área de prueba

El área donde se realizarán las respectivas pruebas al compresor ensamblado contará con un banco de pruebas, el cual estará equipado con las herramientas necesarias para poder llevar a cabo las diferentes pruebas al compresor. Además de esto, dicha área contará con un tanque de prueba, en donde



se llevará a cabo la prueba de hermeticidad, el mismo contará con una capacidad de 1000 litros y medidas para colocar máximo un compresor.



Figura 17: Equipos necesarios en el área de prueba

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características de los equipos ver Anexos 13.1 y 12.16.

4.7.8 Área de pintura

Durante el proceso de pintura se contará con una manguera conectada a la pistola de aire comprimido, la cual servirá con el sistema neumático del taller, además de esto, se necesitará la pintura primaria para la primera aplicación de pintura al compresor y la pintura anticorrosiva según especificaciones del fabricante.

Por otro lado, dicha área estará constituida por una cabina de pintura con cortinas, en donde el operario entrará con el compresor con ayuda del sistema de riel del taller y podrá pintar el mismo sin interrumpir el trabajo de las demás áreas que se encuentren cerca.



Figura 18: Equipos necesarios en el área de pintura

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características del equipo ver Anexo 17.

4.7.9 Área de almacenamiento

Dentro del taller se contarán con cinco áreas de almacenamiento:

- Almacenamiento de compresores en espera de reconstrucción: contará con un rack, con capacidad de hasta 849 kg por nivel, el mismo tendrá tres niveles con una capacidad total de nueve compresores, tres por nivel. Dicho rack tendrá una altura de 2 metros.
- Almacenamiento de compresores en espera por respuesta del cliente y de despacho: contará con un rack para cada almacenamiento, con capacidad de hasta 849 kg por nivel, los mismos tendrán tres niveles con una capacidad total de nueve compresores, tres por nivel. Dichos racks tendrán una altura de 2,5 metros.
- Almacenamiento de piezas pequeñas: contará con un rack de seis niveles y en cada nivel se encontrarán diez gavetas apilables donde se colocarán las diferentes piezas.



- Almacenamiento de repuestos: contará con un rack con capacidad de hasta 735 kg por nivel, el mismo tendrá tres niveles en donde se colocarán los diferentes repuestos.

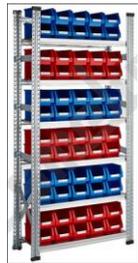
Área de almacenamiento				
Equipos				
Rack de espera reconstrucción	Rack de autorización cliente	Rack de despacho	Rack de piezas pequeñas	Rack de repuestos
				

Figura 19: Equipos necesarios en el área de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar con mayor detalle las características de los equipos ver Anexos 14.1, 14.2, 14.3 y 14.4.

Con respecto al área administrativa y al área de reconstrucción, se contará con la presencia de un bebedero para los trabajadores de cada una de ellas, cumpliendo con lo descrito en la LOPCYMAT, Artículo 59 de “Condiciones y ambiente que debe desarrollarse el trabajo (Venezuela., 2005).

Las áreas administrativas, área de limpieza y área de reconstrucción, contarán con un extintor para cada una, cumpliendo con lo descrito en la norma COVENIN de “Extintores portátiles” (COVENIN, 1988)

Haciendo referencia al área administrativa, las mesas de trabajo utilizadas en la misma, cumplen con lo descrito en la norma COVENIN de “Condiciones ergonómicas en los puestos de trabajo en terminales con pantallas catódicas de datos” (Fondonorma, 1998). Con respecto a las áreas de desarme, limpieza, inspección, reconstrucción, ensamblaje, prueba y pintura, en las cuales el trabajo a llevarse a cabo es de pie, se consideró para su diseño lo descrito en el libro de Ergonomía 1 Fundamentos (Mondelo, 1999)

En cuanto al uso correcto de los implementos de seguridad en las diferentes áreas de trabajo, como los son: calzado, tapa bocas, guantes y cascos, se seguirán



las normas COVENIN respectivas, las cuales son: COVENIN 39:1997 “Calzado de seguridad. Requisitos” (COVENIN, 1997), COVENIN 1056/I-91 “Criterios para la selección y uso de los equipos de protección respiratoria” (COVENIN, 1991), COVENIN 1927-82 “Guantes de cuero para uso industrial” (COVENIN, 1982) y COVENIN 815:1999 “Cascos de seguridad para uso industrial” (COVENIN, 1999)

4.8 Consumo eléctrico de los equipos a utilizar en cada área de trabajo.

Estableciendo los equipos a ser utilizados en las diferentes áreas de trabajo, se calculó el consumo eléctrico total por actividad en el taller, el valor total del consumo mostrado en la Tabla 15, representa la utilización de los equipos de manera simultánea, sin embargo, se conoce que la utilización de los equipos dentro del taller no es de dicha manera ya que, en el proceso productivo a ser empleado por el taller, se establece la cronología de utilización de los mismos.

Tabla 15: Consumo eléctrico de los equipos a utilizar en cada área de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

Equipos	Voltaje (V)	Fase	Potencia (HP)	Consumo (Amp)
Rectificadora de cilindros	220-208	1	1	8
Rectificadora de bielas	220-208	3	5	5
Rectificadora de cigüeñal	220-208	3	4	12
Rectificadora de plano	220-208	1	1,5	10
Barrenadora	220-208	3	4	12
Fresadora	220-208	3	2	6,5
Torno	220-208	3	5	5
Shot blasting	220-208	3	10	27
Taladro de banco	220-208	1	1	8
Tablero de pruebas	220-208	3	40	104
Compresor de aire	220-208	3	5,5	18
Bomba para aplicar químico Varsol.	220-208	1	1/2	5
			Total	220,5

Al observar el resultado del consumo eléctrico total al utilizar los diferentes equipos dentro del taller de manera simultánea, se obtiene un sumario de cargas el cual implica una capacidad total en equipos aproximada de 80 Hp. Al aplicar todo ese consumo en un mismo instante se puede hablar de aproximadamente 48 KVA necesarios para mover la carga antes indicada. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que se sabe que no es cierto que durante el proceso se aplique el 100% de la carga.



Actualmente la capacidad instalada en la infraestructura del taller está compuesta por dos acometidas eléctricas de las cuales una es de 25 KVA y la otra de 30 KVA, lo cual da un total de 55KVA. Por lo tanto, se considera que estas cargas estarán bien respaldadas con la acometida eléctrica existente.

Cálculo:

Ecuación 1: Cálculo de la capacidad eléctrica del taller

Fuente: Elaboración propia

$$80Hp \times 746 \frac{W}{Hp} = 59.680 W$$
$$59.680 W \times 0,8 = \frac{47.744 VA}{1.000} = 47,74 KVA \approx 48 KVA$$

4.9 Análisis de la distribución ideal

Con el fin de determinar cuál es la distribución ideal del taller de reconstrucción, es decir, el “Layout” más efectivo, se emplea la herramienta conocida como diagrama de relación de actividades. Para esto, es necesario determinar, en primer lugar, qué áreas van a existir en éste.

Luego de tener en consideración el criterio anterior, es importante realizar un estimado del área mínima necesaria para el diseño de cada uno de los sectores de la propuesta. De esta manera, en primer lugar, se procede a realizar el cálculo del área total requerida por cada espacio de almacenaje y área de recepción, tomando en cuenta equipos y racks a utilizar en cada una de ellas. Por consiguiente, se obtienen las áreas mínimas por área productiva de almacenaje, las cuales son las indicadas en la Tabla 16.



Tabla 16: Estimación del área mínima de los sectores productivos de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

Área	Espacio mínimo requerido (m ²)
Recepción y despacho de compresor	2,15
Almacén de espera del cliente	1,96
Almacén de espera a reconstrucción	1,96
Almacén de materiales y respuestos	1,90
Almacén de despacho	1,96
Total	9,93

Por otro lado, en cuanto a los espacios que constituyen áreas de trabajo, se debe realizar la estimación de empleados mínimos requeridos para cada uno de ellos, se toman en consideración las recomendaciones efectuadas en el Real Decreto 486/1997 del Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo, específicamente en el Anexo 1, donde se indica que se debe asegurar una superficie libre por trabajador de 2 metros cuadrados (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, s.f.). De esta manera, para emplear dicho criterio se cuantifica el número de trabajadores mínimos requeridos en cada área de trabajo.

Tabla 17: Estimación del área mínima de los espacios de trabajo de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

Área	Número de trabajadores mínimo requeridos	Espacio mínimo requerido (m ²)
Desarme e inspección del compresor	2	4,00
Limpieza del compresor	1	2,00
Reconstrucción del compresor	2	4,00
Ensamblaje del compresor	2	4,00
Pruebas	1	2,00
Pintura	1	2,00
Total	9	18,00

Una vez conocida la información anterior, se procede a desarrollar el diagrama de relación de actividades en el que se emplean los siguientes códigos que indican la importancia de proximidad o alejamiento entre ciertas áreas.



Tabla 18: Códigos del diagrama de relación de actividades

Fuente: Elaboración propia

Código	Definición
A	Absolutamente necesario que estas dos áreas estén una junto a la otra
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Para poder llevar a cabo el análisis de relación de actividades y facilitar la selección del diagrama adimensional de bloques, el cual refleja la menor cantidad de deméritos por el incumplimiento de las puntuaciones establecidas previamente, se emplea la herramienta informática de generación de “Layouts” llamada “CoreLap”. Dicha herramienta lleva a cabo un proceso iterativo del análisis de proximidad entre las distintas áreas de una instalación, basado en la puntuación numérica asociada a los códigos de relación que el usuario registra. De esta manera, como se muestra en la Figura 25, el primer paso es configurar la interfaz inicial del programa.



CORELAP 01_Plantamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

	Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1	Recepción y despacho	2,15
2	Almacén cliente	1,96
3	Almacén reconstrucción	1,96
4	Almacén mat. y repuestos	1,90
5	Almacén despacho	1,96
6	Desarme e inspección	4
7	Limpieza	2
8	Reconstrucción	4
9	Ensamblaje	4
10	Pruebas	2
11	Pintura	2

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A =	<input type="text" value="6"/>
E =	<input type="text" value="5"/>
I =	<input type="text" value="4"/>
O =	<input type="text" value="3"/>
U =	<input type="text" value="2"/>
X =	<input type="text" value="1"/>

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

Figura 20: Configuración del área mínima de los diferentes departamentos en CoreLap

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que se establece el número de áreas a crear en el taller, el nombre de identificación de las mismas y el área mínima estimada para cada una, según la información de las Tablas 16 y 17 Además, se registra el área de superficie disponible para la construcción del taller, que en el presente caso es de alrededor de 150,38 m² y finalmente se define el puntaje numérico asociado a cada una de las relaciones de proximidad establecidas en la Tabla 18.

Luego, en la siguiente ventana se despliega la reproducción del diagrama de relación de actividades, como se observa en la Figura 26, donde se introducen las relaciones de proximidad entre las distintas áreas establecidas, teniendo en cuenta el flujo de unidades deseado entre las distintas áreas de instalación.

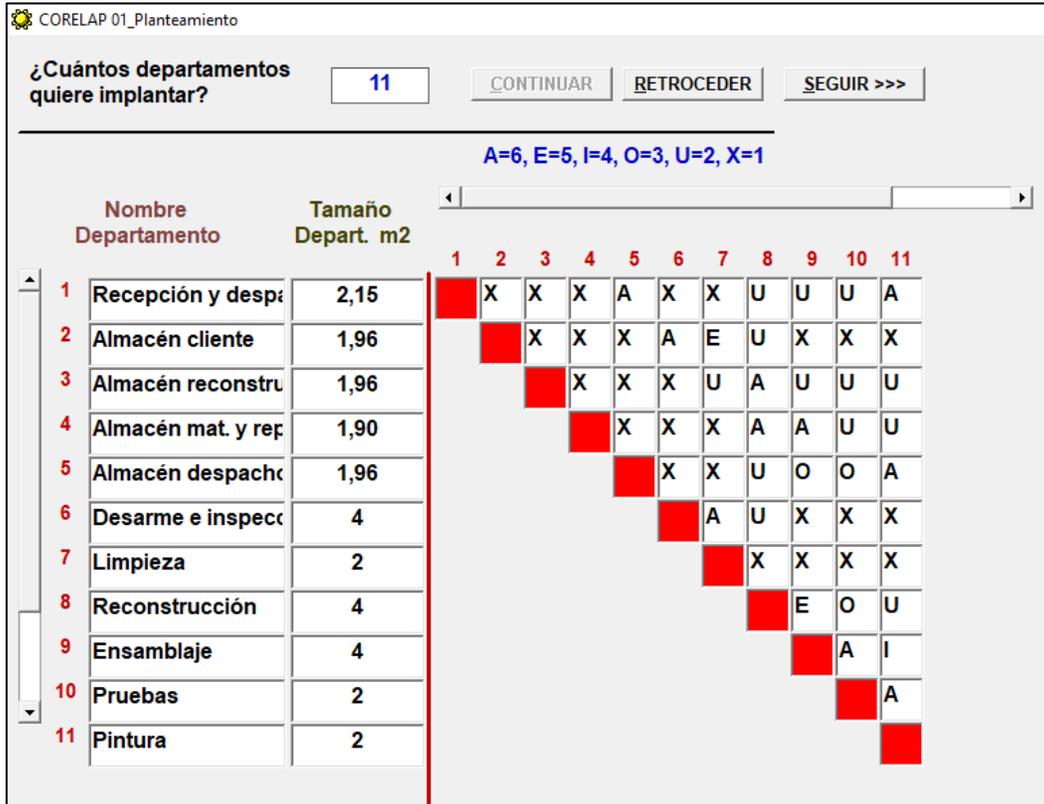


Figura 21: Diagrama de relación de actividades en CoreLap

Fuente: Elaboración propia

Una vez ejecutado el programa, se despliegan los resultados obtenidos, como se observa en la Figura 27, en la misma se muestran las áreas según su orden de importancia, lo cual va determinado con el “Ratio Total de Proximidad” (TCR, del inglés Total Closeness Rating).



CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Ensamblaje	31	4
2.-	Reconstrucción	31	4
3.-	Pintura	31	2
4.-	Pruebas	27	2
5.-	Almacén despach	25	1,96
6.-	Recepción y desp	23	2,15
7.-	Almacén mat. y re	22	1,9
8.-	Desarme e inspec	21	4
9.-	Limpieza	20	2
10.-	Almacén cliente	20	1,96
11.-	Almacén reconstr	19	1,96

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:
27,93

Superficie Disponible:
150,38

Figura 22: Tabla de actividades en CoreLap

Fuente: Elaboración propia

La metodología empleada por el software para poder determinar el orden de las diferentes áreas se basa en el área que obtiene el mayor puntaje (TCR) debido a las relaciones que posee con las demás áreas es el que ocupa el primer lugar, en caso de empate el área que ocuparía dicho lugar es el que ocupe un área mayor. Luego, se coloca la siguiente zona que posea la mayor afinidad con el área ya definida hasta llegar a la última área del taller.

Posteriormente, la herramienta despliega una representación gráfica de los resultados obtenidos, la cual es un equivalente al diagrama adimensional de bloques, como se puede observar en la Figura 28.

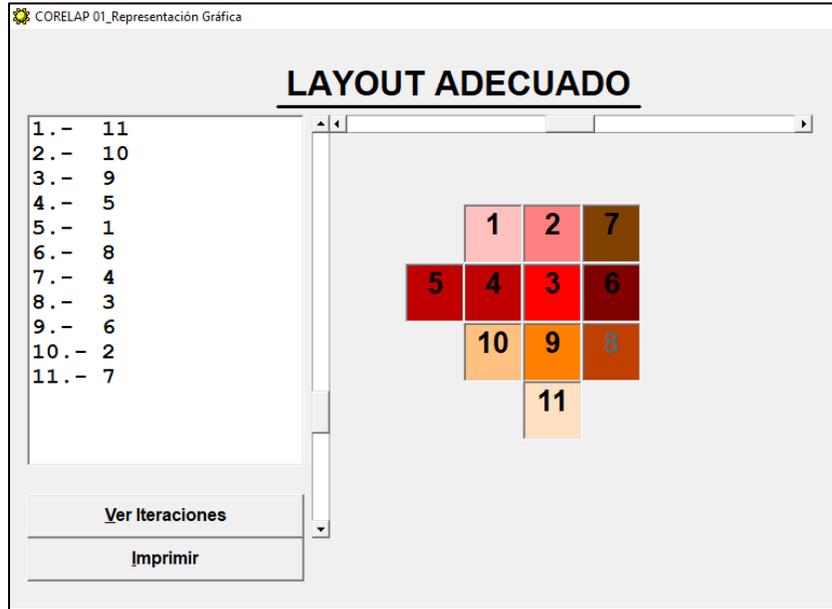


Figura 23: Diagrama adimensional de bloque en CoreLap

Fuente: Elaboración propia

Para facilitar la visualización del resultado obtenido del programa se reemplazan los números de identificación por el nombre de dichas áreas, como se puede observar en la Figura 29.

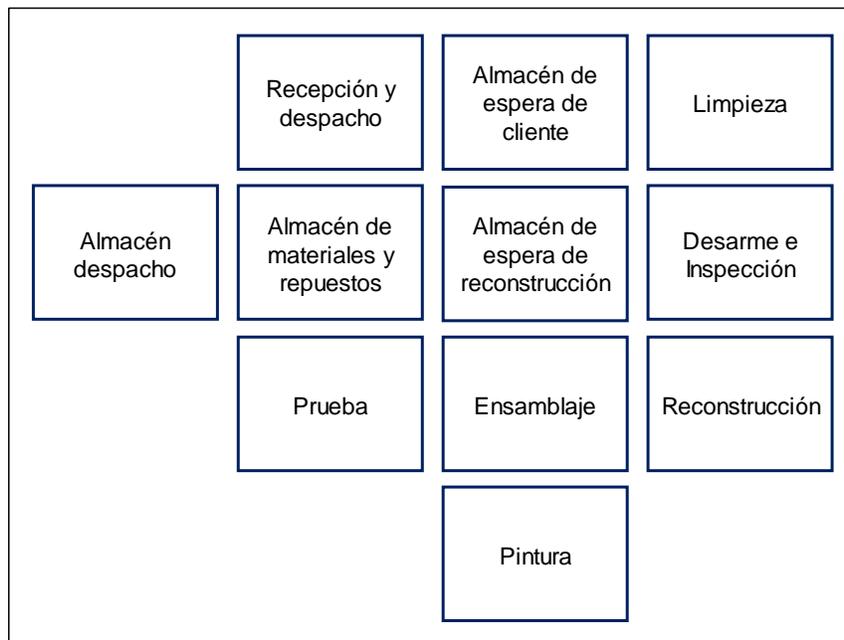


Figura 24: Diagrama adimensional de bloques

Fuente: Elaboración propia



Posteriormente, se dibuja sobre el diagrama adimensional de bloques el flujo que siguen las unidades a través de la instalación Figura 30.

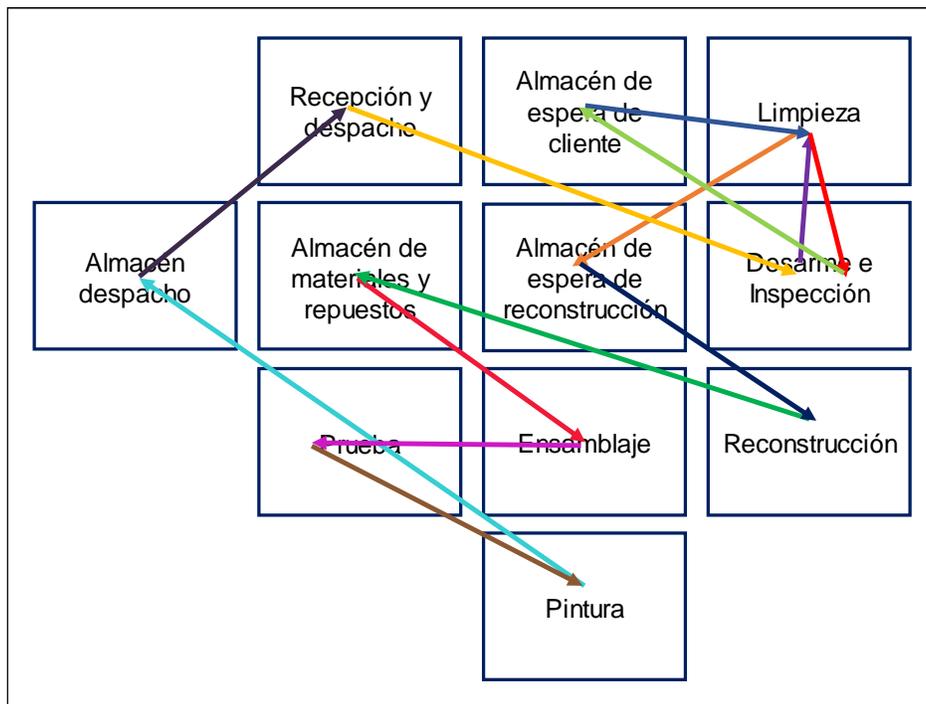


Figura 25: Representación del flujo sobre diagrama adimensional de bloques

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el flujo obtenido sobre el diagrama adimensional de bloques, se puede observar que existen problemas en cuanto a la continuidad del recorrido de las unidades. Debido a esto, se procede a realizar una reorganización de la distribución obtenida de manera que se tenga un flujo práctico para el taller, donde el recorrido de las unidades siga un flujo lógico.

Por esta razón, se realiza una reubicación de los bloques adimensionales, respetando las relaciones de proximidad obtenidas del diagrama de relación de actividades, como se puede observar en la Figura 31.

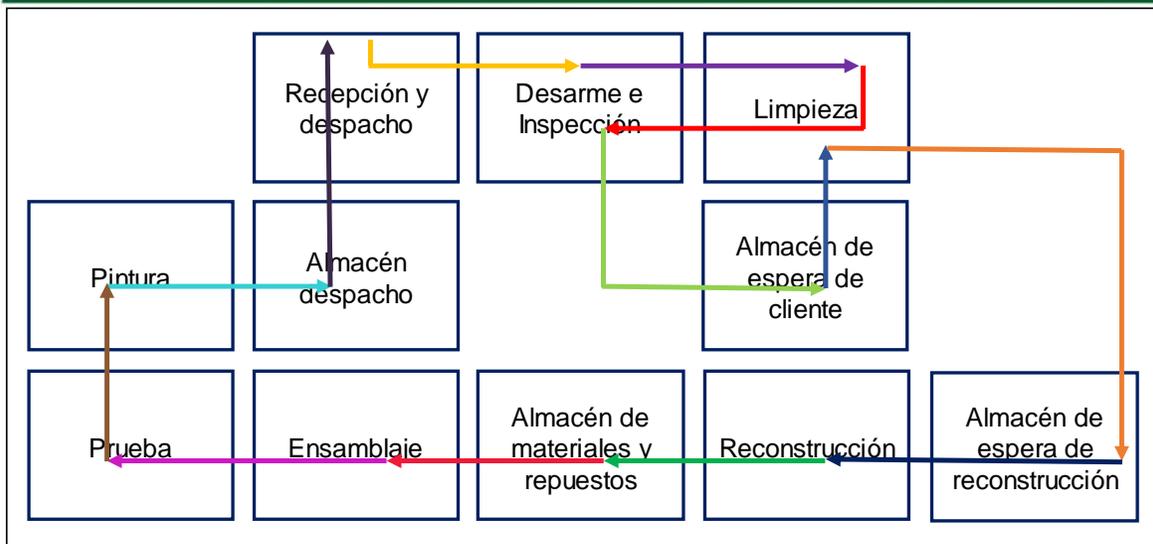


Figura 26: Reorganización del diagrama adimensional de bloques

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la reorganización de los bloques del diagrama, se puede observar que se logra obtener una distribución satisfactoria. Además de esto, al analizar el recorrido de las unidades obtenido se puede establecer que se trata de un flujo en “U”.

Una vez determinada la distribución de las diferentes áreas de trabajo dentro del taller de reconstrucción, se procede a elaborar un diagrama dimensional de bloques con el fin de determinar las porciones de tamaño entre las diferentes áreas y de esta manera determinar el arreglo más conveniente de las mismas. De tal manera, utilizando la herramienta de “AutoCAD”, se visualiza el esquema del taller de reconstrucción de compresores, con los espacios necesarios para cada una de las áreas del mismo (Figura 32).

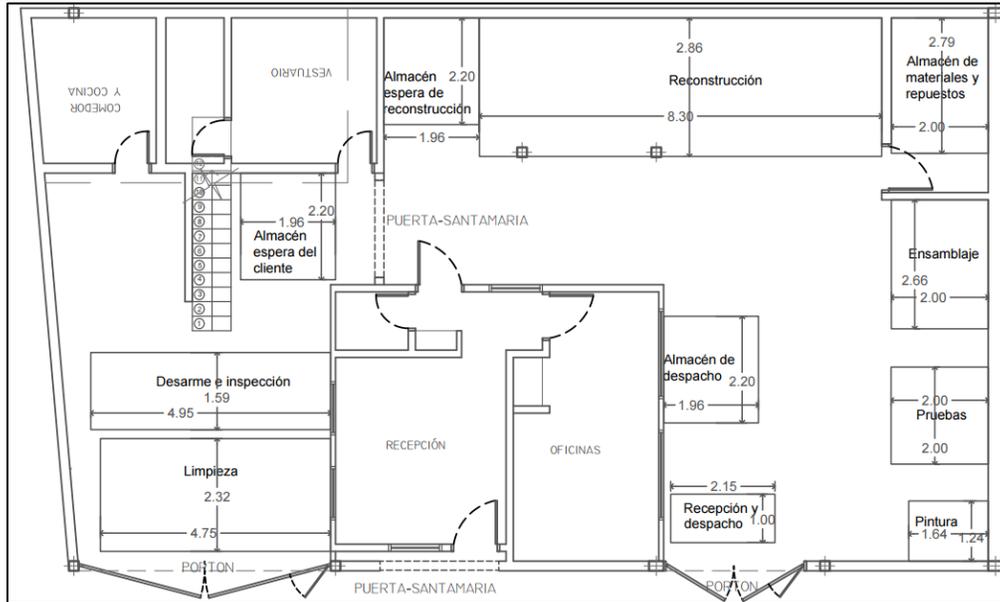


Figura 27: Esquema del diagrama dimensional de bloques

Fuente: Elaboración propia

4.10 Diagrama de recorrido

Se procede a elaborar el diagrama de recorrido del compresor dentro del taller de reconstrucción, con sus respectivas operaciones, transportes, inspecciones y almacenamientos.

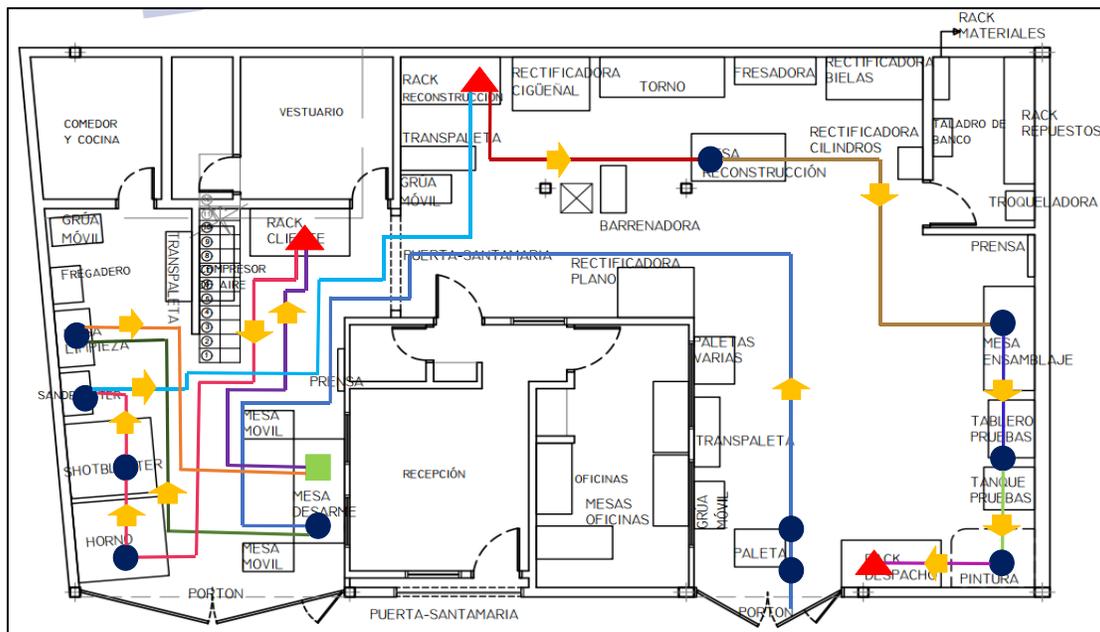


Figura 28: Diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia



En cuanto al número de cruces, el mismo es de 8 en total, esto se debe a que, durante el proceso de reconstrucción, previo a realizar la limpieza completa del compresor y sus partes, se debe esperar por la respuesta del cliente para conocer si se va a llevar a cabo el resto del proceso. Debido a esto, el compresor debe pasar por una fase inicial en la que solo se realiza el desarme, la limpieza con el solvente utilizado especialmente para la limpieza de compresores y la inspección del mismo para luego ser almacenado en el rack de clientes a espera de la aprobación del presupuesto, en dicha fase se presentan seis cruces.

El resto de los cruces, dos en total, se presentan en el momento que se obtiene la respuesta del cliente, donde se procede a la fase secundaria, que consiste en realizar la limpieza completa del compresor y almacenar el mismo en el rack de espera de reconstrucción.



además de tres señoritas móviles, una para el área de reconstrucción, otra para las áreas de ensamblaje y prueba y por último una para el área de pintura.

- Debido a que el sistema de riel solo se utilizará para las áreas de reconstrucción, ensamblaje, prueba y pintura, se hará uso de un transpaleta y una grúa móvil para poder trasladar el compresor a las áreas de desarme, limpieza e inspección.
- En el área de desarme se utilizarán dos mesas móviles, las cuales en el momento que no sean necesarias se pueden movilizar a la pared para poder ampliar las áreas de movilidad de los operarios.
- En el área de pintura se contará con una cabina conformada por cortinas móviles, las cuales serán cerradas únicamente cuando se encuentre un operario pintando un compresor, además, dicha área contará con una señorita fija, de manera tal que pueda quedar disponible la señorita móvil para las áreas anteriores.
- Se contará con un área para tener cierta cantidad de paletas apiladas cerca del rack de despacho y del rack de espera de cliente, para facilitar la utilización de las mismas para el operario.
- Se contará con dos prensas hidráulicas, una para el área de desarme y otra para el área de ensamblaje, para evitar cruces en el flujo de trabajo.



4.11.2 Esquema 3D



Figura 30: Vista isométrica 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Vista isométrica 2

Fuente: Elaboración propia

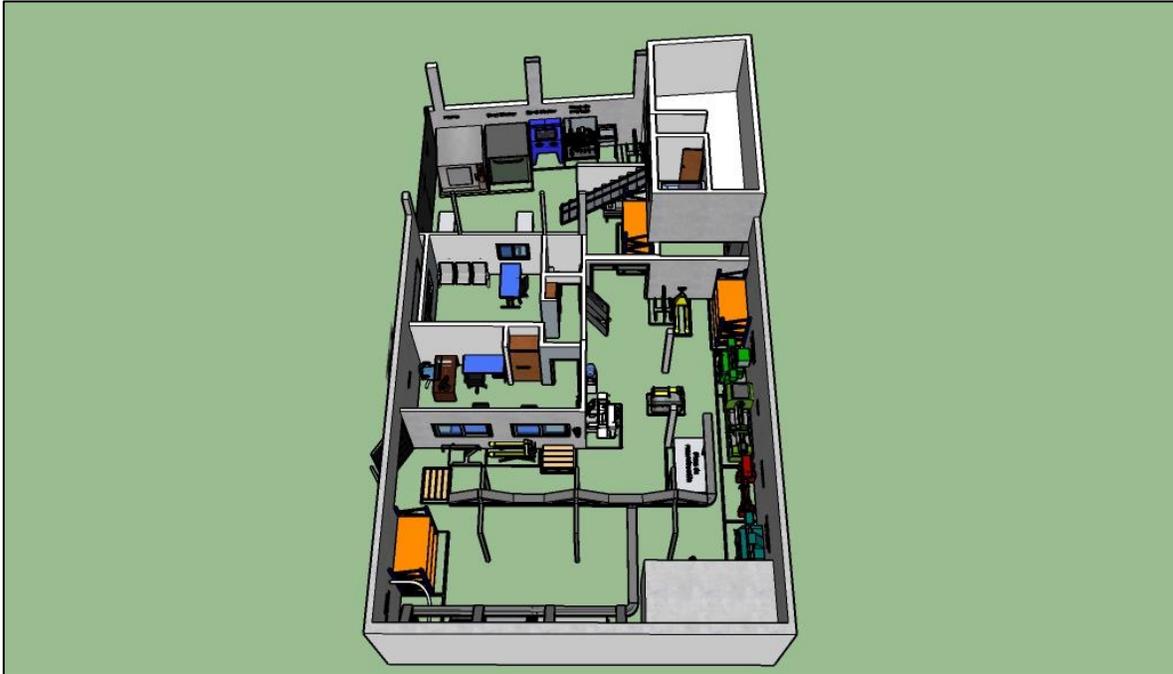


Figura 32: Vista isométrica 3

Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Vista isométrica 4

Fuente: Elaboración propia



4.12 Determinación de los tiempos de operación

Para diseñar las diferentes áreas de trabajo, se visitó el 80% de los talleres de reconstrucción de compresores ubicados en la ciudad de Caracas, cuya información detallada del proceso es confidencial. Por tal motivo, no existió alguna manera de obtener datos de distancias recorridas entre las áreas de trabajo y tiempos de operación que componen el proceso. Debido a lo descrito anteriormente, se utilizó el sistema de tiempos predeterminados conocido como MTM (Métodos de Medición de Tiempo), el cual ayudó a establecer los tiempos para cada área de trabajo, tomando en cuenta movimientos fundamentales como lo son: alcanzar, mover, girar, agarrar, entre otros (Niebel, 2009).

Tabla 19: Estimación del tiempo por área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Área de trabajo	Mover (TMU)	Girar y aplicar presión (TMU)	Posicionar (TMU)	Desenganchar (TMU)	Agarrar (TMU)	Total TMU	Tiempo (min)
Desarme e inspección	5751,15	17253,45	3834,10	3450,69	8051,61	38.341	23
Limpieza	40674,80	5084,35	30506,10	15253,05	10168,70	101.687	61
Reconstrucción	32506,50	25005,00	47509,50	13752,75	6251,25	125.025	75
Ensamblaje	13769,42	29505,90	4917,65	4917,65	45242,38	98.353	59
Prueba	5001,00	N/A	3334,00	1667,00	6668,00	16.670	10
Pintura	5834,50	N/A	2333,80	N/A	3500,70	11.669	7
TOTAL							235

Con los tiempos calculados, se establece que se reconstruirá un compresor cada cuatro horas (235 minutos), este tiempo establecido se toma en cuenta solo en aquellos casos en los que el compresor recibido requiera de un arreglo completo. En caso de que el problema del compresor sea eléctrico se necesitará de un tercero para su arreglo.

4.13 Determinación de la demanda estimada del taller.

Para la determinación de la demanda estimada del taller, se tomaron en cuenta los reportes de servicios y facturas efectuadas en la empresa dentro del período 2017-2019. De esta manera se establece un promedio de reparación de 4 compresores por mes, con una desviación estándar de 3 compresores.



Tabla 20: Reportes y Facturas de reconstrucción de compresores ejecutadas por la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

Reportes y Facturas	
Mes	Cantidad de compresores
mar-17	2
jul-17	5
ago-17	2
oct-17	2
nov-17	1
ene-18	3
feb-18	3
abr-18	4
may-18	2
jul-18	2
sept-18	14
oct-18	8
nov-18	3
dic-18	3
feb-19	2
mar-19	6
may-19	1
jul-19	2
Promedio	4

4.14 Valoración costo-beneficio

Para poder elaborar la valoración de la relación costo beneficio para el proceso productivo desarrollado, se establece un estimado de los costos relacionados al diseño del taller y además se realiza una comparación entre el costo total de la reconstrucción de compresores hecha desde la ciudad de Caracas con respecto al costo de llevar a cabo dicho proceso desde la Isla de Margarita.



Tabla 21: Estimado de costos

Fuente: Elaboración propia

Equipos	Costo Unitario	Cantidad	Total
Fresadora	\$ 6.500,00	1	\$ 6.500,00
Horno	\$ 5.300,00	1	\$ 5.300,00
Rectificadora de cilindros	\$ 4.636,57	1	\$ 4.636,57
Rectificadora de bielas	\$ 4.533,54	1	\$ 4.533,54
Rectificadora de cigüeñal	\$ 4.000,00	1	\$ 4.000,00
Torno	\$ 4.000,00	1	\$ 4.000,00
Prensa hidráulica	\$ 1.752,89	2	\$ 3.505,78
Shot blaster	\$ 3.410,00	1	\$ 3.410,00
Barrenadora	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
Transpaleta	\$ 800,00	3	\$ 2.400,00
Tablero de pruebas	\$ 2.400,00	1	\$ 2.400,00
Grúa móvil	\$ 800,00	3	\$ 2.400,00
Rectificadora de plano	\$ 2.000,00	1	\$ 2.000,00
Compresor de aire	\$ 1.715,00	1	\$ 1.715,00
Sand blaster	\$ 1.200,00	1	\$ 1.200,00
Bebadero	\$ 346,17	2	\$ 692,34
Señorita	\$ 200,00	3	\$ 600,00
Mesa de limpieza	\$ 589,00	1	\$ 589,00
Mesa de reconstrucción	\$ 550,00	1	\$ 550,00
Cabina de pintura	\$ 500,00	1	\$ 500,00
Mesa oficina	\$ 120,00	4	\$ 480,00
Fregadero de limpieza de químico	\$ 475,00	1	\$ 475,00
Pulidora de cigüeñal	\$ 404,00	1	\$ 404,00
Rack de cliente	\$ 397,00	1	\$ 397,00
Rack de despacho	\$ 397,00	1	\$ 397,00
Rack de reconstrucción	\$ 390,00	1	\$ 390,00
Rack de repuestos	\$ 367,00	1	\$ 367,00
Botas de seguridad con suela antiresbalante	\$ 26,00	14	\$ 364,00
Taladro de banco	\$ 350,00	1	\$ 350,00
Mesa de trabajo principal	\$ 154,00	2	\$ 308,00
Troqueladora	\$ 300,00	1	\$ 300,00
Mesa móvil	\$ 140,00	2	\$ 280,00
Paleta	\$ 10,00	27	\$ 270,00
Rack de piezas pequeñas	\$ 222,00	1	\$ 222,00
Tanque para pruebas de fuga	\$ 200,00	1	\$ 200,00
Sistema de riel	\$ 200,00	1	\$ 200,00
Extintores	\$ 54,00	3	\$ 162,00
Trolley	\$ 50,00	3	\$ 150,00
Casco de seguridad	\$ 7,77	14	\$ 108,78
Sistema para cambio de riel	\$ 98,00	1	\$ 98,00
Mascarilla de seguridad media cara	\$ 15,00	4	\$ 60,00
Bomba para aplicar Varsol	\$ 45,00	1	\$ 45,00
Bomba manual de aceite	\$ 20,00	2	\$ 40,00
Guantes de Poliuretano	\$ 2,00	10	\$ 20,00
Lente de seguridad	\$ 1,20	10	\$ 12,00
Guantes de Nitrilo	\$ 1,00	10	\$ 10,00
Protector auditivo	\$ 0,50	14	\$ 7,00
Tapaboca	\$ 0,60	10	\$ 6,00
		Total	\$ 59.855,01

Al calcular el costo total del proyecto del taller de reconstrucción de compresores (Tabla 21), da un total de \$59.855,01, dicho monto representa la inversión que debe realizar la empresa para poder llevar a cabo el proyecto.

Posteriormente, se calcula el costo total por la reconstrucción de compresores desde la ciudad de Caracas y desde la Isla de Margarita, tomando como ejemplo la reconstrucción de un compresor Copeland.



Tabla 22: Reconstrucción de compresor Caracas y Margarita

Fuente: Elaboración propia

Costos	Caracas	Margarita
Cigüeñal	\$ 363,74	\$ 363,74
Pistón ensamblado	\$ 543,36	\$ 543,36
Anillos sobre medida	\$ 53,94	\$ 53,94
Kit de empaadura	\$ 85,50	\$ 85,50
Bocinas	\$ 40,32	\$ 40,32
Platos de válvula	\$ 684,00	\$ 684,00
Envío a Miami (5%)	\$ 88,54	\$ 88,54
Envío a Venezuela ((15%) valor estimado por la empresa)	\$ 278,91	\$ 278,91
Mano de obra	\$ 450,00	\$ 450,00
Rectificación	\$ 250,00	\$ 250,00
Envío (Ccs-Mgta) 30%	\$ 851,49	\$ -
Subtotal	\$ 3.689,81	\$ 2.838,31
Administración (12%)	\$ 442,78	\$ 340,60
Total	\$ 4.132,58	\$ 3.178,91

Es importante destacar que los costos fijos asociados para mantener el taller operativo están representados en el porcentaje de administración reflejado para el cálculo del costo de reparación de un compresor.

Para visualizar con mayor detalle cómo se realizaron los cálculos del mismo, ver Anexo 21.

Para realizar el estudio de factibilidad del proyecto, se plantearon 3 escenarios posibles, se tomó en cuenta la demanda estimada calculada de la reconstrucción de 4 compresores por mes con una desviación estándar de 3 compresores, por consiguiente, los 3 escenarios a plantear son: reparar 1, 4 y 7 compresores mensuales.

Es importante destacar que los flujos netos efectivos de los diferentes escenarios serán tomados en cuenta a partir de la aplicación del 30% de ganancia según la ley (Ley Orgánica de Precios Justos, 2014), sobre el costo del compresor reconstruido en la Isla de Margarita, por consiguiente dicho valor por reparación de un compresor será de \$953,67, esto quiere decir que según los diferentes



escenarios los flujos efectivos cambiarán según la cantidad de compresores a ser reparados mensualmente.

Tabla 23: Flujos netos de efectivo para escenarios

Fuente: Elaboración propia

Cantidad de compresores reparados	Flujos netos de efectivo
1	\$11.444,08
4	\$45.776,30
7	\$80.108,53

Seguidamente se procedió al cálculo de la TIR (tasa de interés de retorno) para el escenario mas desfavorable, el cual consiste en la reparación de un compresor mensual, de esta manera se puede conocer la tasa mínima de retorno de inversión para que el proyecto sea factible. Para poder realizar el cálculo se utilizó la herramienta Excel, tomando en cuenta la inversión inicial del proyecto previamente reflejada y además los flujos netos de efectivos, para este escenario se establecieron 6 períodos, donde el resultado del mismo fue el siguiente:

Tabla 24: Cálculo del TIR

Fuente: Elaboración propia

	Inversión inicial	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
Flujo neto de efectivo	-\$59.855,01	\$11.444,08	\$11.444,08	\$11.444,08	\$11.444,08	\$11.444,08	\$11.444,08
TIR	4%						

Tomando en cuenta dicho valor arrojado por el escenario más desfavorable, se establecerá una tasa de descuento del 2% para poder efectuar el cálculo del VAN (valor anual neto) en los diferentes escenarios, al tomar este valor se está cumpliendo con una tasa de factibilidad menor a la mínima aceptada, arrojada por el cálculo de la TIR de un 4%.

Por último, se calculó el VAN (Valor Anual Neto), para los distintos escenarios planteados anteriormente, dicho cálculo se aplicó utilizando la herramienta de Excel, arrojando los siguientes resultados:



Tabla 25: Cálculo del VAN para el escenario #1

Fuente: Elaboración propia

Valor Anual Neto	
Escenario #1 (Reparación de 1 compresor mensual)	
Inversión inicial (I ₀)	\$ 59.753,01
Flujos netos de efectivo (F _t)	\$ 11.444,04
Tasa de interés (k) anual	2%
Número de períodos	6
VAN	Bs. 4.248,19

Tabla 26: Cálculo del VAN para el escenario #2

Fuente: Elaboración propia

Valor Anual Neto	
Escenario #2 (Reparación de 4 compresor mensual)	
Inversión inicial (I ₀)	\$ 59.753,01
Flujos netos de efectivo (F _t)	\$ 45.776,16
Tasa de interés (k) anual	2%
Número de períodos	2
VAN	Bs.29.022,47

Tabla 27: Cálculo del VAN para el escenario #3

Fuente: Elaboración propia

Valor Anual Neto	
Escenario #3 (Reparación de 7 compresor mensual)	
Inversión inicial (I ₀)	\$ 59.753,01
Flujos netos de efectivo (F _t)	\$ 80.108,28
Tasa de interés (k) anual	2%
Número de períodos	1
VAN	Bs.18.682,77

Cabe destacar que la ecuación para poder realizar el cálculo del VAN también conocido como VPN, es la siguiente:

Ecuación 2: Ecuación del VPN

Fuente: (Suárez, 2017)

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$



Tabla 28: Criterio de decisión para el cálculo del VPN.

Fuente: (Suárez, 2017)

Criterios de Decisión	
VPN>0	El proyecto genera ganancias.
VPN=0	El proyecto no genera ni ganancias ni pérdidas
VPN<0	El proyecto genera pérdidas



CAPÍTULO V

5 Resultados y conclusiones

Al diseñar cada una de las áreas junto con el proceso a llevar a cabo dentro del taller, se logró concluir que se requiere de técnicos especialistas en determinadas áreas de trabajo para poder ejecutar de manera eficiente cada una de las tareas establecidas, debido a que algunas requieren mayor grado de experticia.

Se estableció una estimación de la duración de cada estación de trabajo, con lo que se concluye que diariamente se podrán reconstruir 2 compresores en una jornada laboral de 8 horas, con lo que se logró establecer una capacidad máxima de reconstrucción de compresores mensual del taller de un total de 40 compresores, tomando en consideración la reconstrucción completa de los mismos.

Se obtuvo la valoración de la relación costo beneficio para el proceso productivo diseñado. Al comparar los costos totales por la reconstrucción de un compresor, tanto en la ciudad de Caracas como en la Isla de Margarita, se puede concluir que, al tener el taller localizado en la Isla de Margarita la disminución de los costos de la empresa, serán de \$953,67 por compresor, representando un ahorro del 23%. Considerando la reparación mensual de 40 compresores, mensualmente la empresa ahorraría \$38.146,80.

Del cálculo del VAN (valor anual neto), se concluye que, para cada uno de los escenarios planteados en el trabajo de grado, el proyecto a llevarse a cabo es factible, ya que la empresa logra recuperar la inversión inicial y generar las ganancias respectivas de acuerdo a los diferentes períodos de tiempo establecidos en cada uno de los escenarios. Cabe destacar, que los escenarios planteados se encuentran por debajo de la capacidad máxima de operación mensual del taller.



Recomendaciones

1. Es conveniente llevar a cabo una identificación estandarizada de los compresores a partir del cuadro de caracterización elaborado en el presente trabajo de grado, para facilitar su manejo interno.
2. Ejecutando el proceso establecido dentro del taller de reconstrucción, se recomienda estandarizar cada uno de los subprocesos en las áreas de trabajo pertinentes, en función a los diagramas de flujo elaborados en el presente trabajo.
3. Se recomienda utilizar KANBAN como método para controlar la reconstrucción de compresores, es decir, solo se procederá a reconstruir aquellos compresores cuyos clientes aprueben el presupuesto. El sistema KANBAN a utilizar, es conveniente que sea el sistema CONWIP, ya que con el mismo se establece que en el momento que el área de reconstrucción se quede sin compresor a reparar, dicho espacio vacío sería el KANBAN y el proceso anterior, el cual es el de desarme, inspección y limpieza, trabajará para llenar ese vacío.
4. Para futuras mejoras al taller, una vez se encuentre operativo, se recomienda realizar un estudio de tiempos y distancias entre las diferentes áreas, para poder observar e identificar algún punto de mejora en el proceso y distribución.
5. En las diferentes áreas de trabajo, al momento de manipular los equipos presentes en el proceso de reconstrucción de compresores, se recomienda el uso de los implementos de seguridad descritos en el trabajo de grado.
6. Se recomienda que los operarios que trabajarán dentro del taller sean trabajadores multitareas, para que de esta manera el funcionamiento de las diferentes áreas de trabajo del taller no depende de operarios en específico, sino que cualquier operario pueda realizar las diferentes tareas dentro del proceso de reconstrucción.
7. Para la manipulación y almacenamiento del solvente utilizado especialmente para la limpieza de compresores marca Varsol o similar como producto



inflamable se recomienda seguir los lineamientos de la hoja de seguridad del correspondiente (ver Anexo 22).

8. Debido a que actualmente la empresa cuenta con una cartera de clientes, se recomienda establecer la subcontratación con los centros de servicio especializados en el rebobinado de motores ubicados en la Isla de Margarita, a fin de garantizar el 100% de la reparación de compresores y generar beneficios mutuos.
9. Para una adecuada gestión del inventario de repuestos de compresores, se recomienda utilizar el modelo clásico de inventario, el cual consiste en pedir una cantidad de unidades de repuestos cuando el nivel de inventario baja al punto de reorden. El pedido se realiza en el momento adecuado, para recibirlo exactamente en el punto que la demanda reduce el inventario a cero. La cantidad de repuestos a solicitar es determinada de tal manera que se minimice el costo total del inventario en condiciones casi ideales.



Referencias

- Aclimaadmin. (15 de Marzo de 2018). *Aclima*. Obtenido de <https://aclima.eus/oportunidades-de-negocio-derivadas-de-la-economia-circular-la-remanufactura/>
- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (s.f.). Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669&tn=1&p=20041113#ani>
- ANSI B11. (2019). *MACHINERY SAFETY STANDARDS*. Obtenido de <https://www.b11standards.org/standards/>
- Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación*. Caracas: Episteme. Obtenido de <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- Arnabat, I. (25 de Abril de 2016). *Calor y Frío*. Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/como-funciona-el-aire-acondicionado-infografia.html>
- Asociación Española para la Calidad. (2019). *AEC*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/inspeccion>
- Copeld. (02 de Marzo de 2016). *Refrigeración desde casa*. Obtenido de <https://refrigeraciondesdecasa.blogspot.com/2016/03/valvulas-tipo-schrader.html>
- COVENIN. (1982). *Sencamer*. Obtenido de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1927-82.pdf>
- COVENIN. (1988). *scancamer*. Obtenido de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1040-89.pdf>
- COVENIN. (1991). *Sencamer*. Obtenido de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1056-1-91.pdf>
- COVENIN. (1997). *Sencamer*. Obtenido de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/39-97.pdf>



- COVENIN. (1999). *Sencamer*. Obtenido de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/815-99.pdf>
- Escuela Ingeniería Industrial UCAB. (s.f.). Obtenido de <https://m7.ucab.edu.ve/courses/11797/files/folder/08%20Marco%20Metodol%C3%B3gico?preview=584191>
- Fondonorma. (12 de Agosto de 1998). Norma COVENIN 2742: 1998. *Condiciones ergonómicas en los puestos de trabajo en terminales con pantallas catódicas de datos*. Caracas, Miranda, Venezuela: Fondonorma.
- González, A. (Junio de 2019). Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1fLyRZNafdPrYi8MSDUaKp3-6frF6cY_n/view?ts=5d1b9f52
- Hodson, W. (1997). *Manual del Ingeniero Industrial*. México: Mcgrawhill.
- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación holística*. Quirón.
- International Compressor Remanufacturers Association. (s.f.). *ICRA Online*. Obtenido de <http://icracomp.com/>
- Lean Manufacturing 10. (s.f.). *Lean Manufacturing 10*. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/kanban>
- Lestón, J. (Octubre de 2018). Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1JQOLAY5mZWz1hXokPnvqCaQWA-QopCgM/view?ts=5d1b7555>
- Ley Orgánica de Precios Justos. (23 de Enero de 2014). Caracas, Distrito Capital, Venezuela: Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela.
- Mecafenix, F. (30 de Enero de 2019). *Ingeniería Mecafenix*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/como-funciona/sistema-de-refrigeracion-basico/>
- Meyers, F. &. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación. Obtenido de



<https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/01/disec3b1o-de-instalaciones-de-manufactura.pdf>

- Mondelo, P. R. (1999). *Ergonomía 1 Fundamentos*. Barcelona: EDICIONS UPC.
- Niebel, B. F. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Quiminet . (21 de Agosto de 2006). Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/el-rectificado-y-las-maquinas-rectificadoras-14070.htm>
- Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Caracas. Obtenido de http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf
- Sampieri, R. C. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW HILL. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Suárez, I. M. (Junio de 2017). *Método de Evaluación de Proyectos*. Caracas, Distrito Capital, Venezuela.
- Tillero, M. (Julio de 2016). Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B7N8tI0GWS6jVG41RUtBaklydTQ/view?ts=5d1b9d57>
- Venezuela., A. N. (26 de Julio de 2005). *Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo*. Caracas, Distrito Capital, Venezuela.