

Formato para la publicación de trabajos de grado en la revista Tekhné.

Javier Lopez , Esthefania Meinhardt

Jalopezc@gmail.com, teffteff23@gmail.com

¹ Ingeniería y Refrigeración Ingemeca,C.A., Caracas, Venezuela

² Escuela de Industrial, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela

Resumen: 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: Compresores semi-herméticos, Reconstrucción, Rectificación, Inspección, Sistema de refrigeración, Sistema de aire acondicionado, Gestión.

Preparation of grade jobs for publication in Tekhné Magazine.

Abstract: The purpose of this degree project is to design the semi-hermetic compressor reconstruction service for a commercialized air conditioning and refrigeration equipment company, which will be located on Margarita Island in Nueva Esparta State. The project arises due to one of the great limitations that the company has on the island, which is the repair and maintenance of the industrial compressors of its customers in that state, since there is no specialized center to carry out the services. Before evaluating, for this reason, the company decides to carry out the project of a higher compressor reconstruction workshop. As for the research methodology, it will be of a projective type, throughout its development the compressor models that are expected to be repaired at the highest will be characterized, then study the processes carried out for the reconstruction of the compressors. In order to determine how the workflow will be within the workshop, then the jobs will be designed for the different operators and their distribution according to the flow studied. Finally, an estimate is made of the financial resources necessary for the

development of the project, in this way the feasibility of the project can be measured.

Keywords: Semi-hermetic compressors, Reconstruction, Rectification, Inspection, Cooling system, Air conditioning system, Management.

I. 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 para la empresa, en cuanto al 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, la cual está compuesta por las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos, 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 desarrollan todas las herramientas del estudio para el cumplimiento de los objetivos específicos.

Capítulo V, "Resultados, conclusiones y recomendaciones": en esta sección se muestran los resultados obtenidos luego de haber aplicado las diferentes herramientas del estudio, además de la interpretación de los mismos y las recomendaciones emitidas por los investigadores para completar el presente trabajo de grado.

Por último, se encuentra la sección de referencias y anexos en donde se ubica la información referente a los libros, páginas web, entre otros que fueron utilizados para la elaboración del presente trabajo.

II. OBJETIVOS

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

III. MÉTODO

El tipo de investigación que se desarrolla es de tipo proyectiva, según [1], 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.

El presente trabajo de grado se fundamenta en seguir un diseño de campo, debido a que los datos recolectados u observaciones realizadas, son registrados de forma directa con la realidad.

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.

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, como: observación directa, entrevista no estructurada y consulta bibliográfica y documental.

IV. RESULTADOS

A. Caracterización de compresores

Tabla 1: Cuadro de caracterización de compresores

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
20	Bitzer	CE4	1	5
	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
	Carlisle / Carrier	06E	1	3
27	Copeland	6D	1	2
		4D	2	5
30	Copeland	6D	1	3
		BS6	1	7
	Bitzer	BE6	1	1
		Carlisle / Carrier	06E	4
35	Copeland	6D	3	7
40	Bitzer	BE6	2	5
	Carlisle / Carrier	06E	1	4

B. Proceso de reconstrucción de compresores

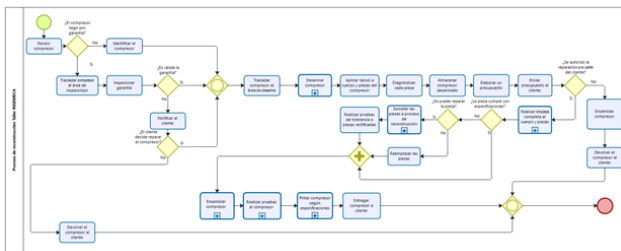


Figura 1: Diagrama de flujo de la reconstrucción de compresores

C. Proceso por área de trabajo

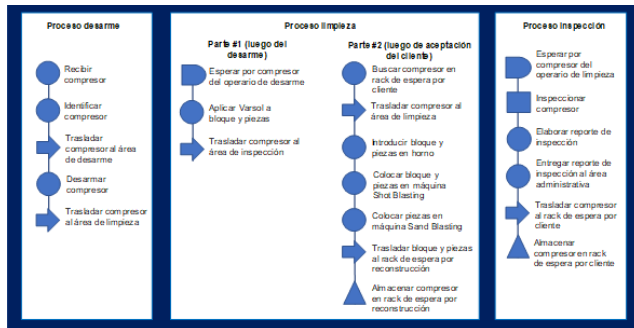


Figura 2: Diagrama de flujo de proceso para desarme, limpieza e inspección



Figura 3: Diagrama de flujo de proceso para el área administrativa

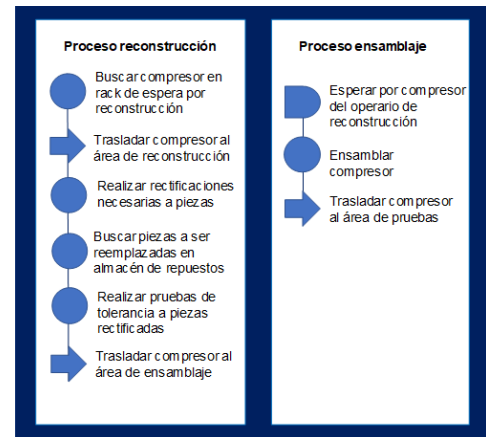


Figura 4: Diagrama de flujo de proceso para reconstrucción y ensamble

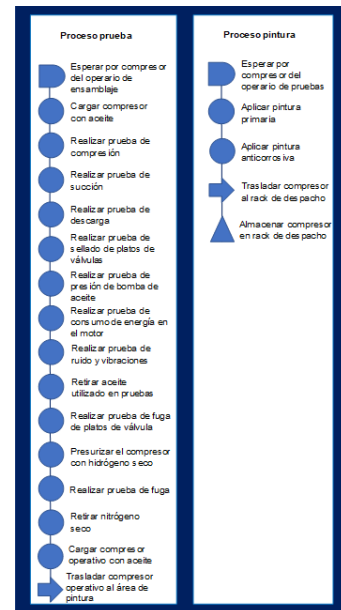


Figura 5: Diagrama de flujo de proceso para prueba y pintura

D. Distribución de las áreas de trabajo

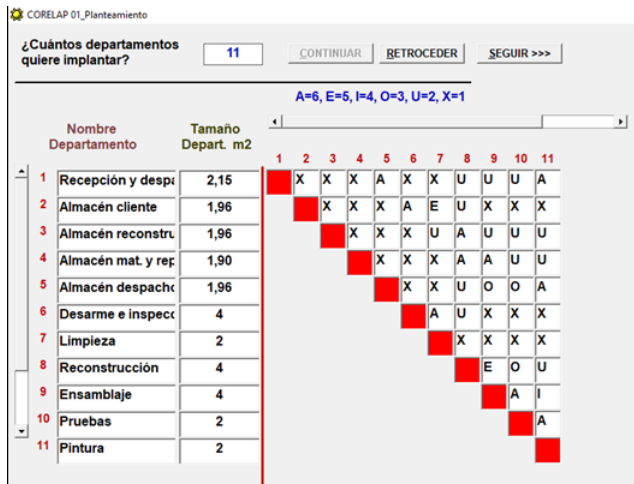


Figura 6: Diagrama de relación de actividades

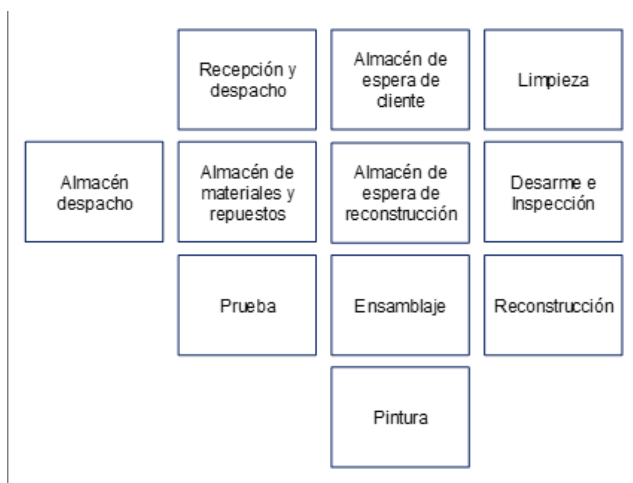


Figura 7: Diagrama de bloques adimensional

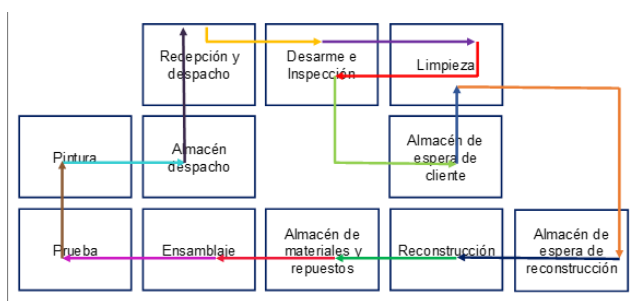


Figura 8: Reorganización de diagrama de bloques adimensional

E. Diagrama de recorrido

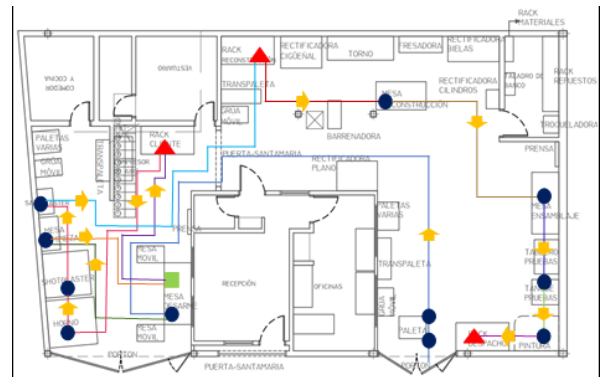


Figura 9: Diagrama de recorrido

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo específico del trabajo de grado que consiste en la caracterización de los compresores a ser manejados por el taller de reconstrucción, en primer lugar, se estudiaron los tipos y las cantidades de compresores actuales en cada cliente de la empresa en Margarita, luego se comparó dicha información con la cantidad y tipo de compresores en los diferentes clientes en el momento que se empezó a prestar servicio a cada uno de ellos. A partir de dicha comparación, se procedió a elaborar un cuadro general de todos los compresores existentes en los diferentes clientes de la empresa en Margarita y luego se pasó a desarrollar el cuadro característico de los compresores a ser manejados por el taller, para que de esta manera sea más fácil la identificación de los mismos.

En cuanto al segundo objetivo relacionado con el estudio de los procesos de reconstrucción de compresores, haciendo uso de la información documental investigada y el estudio de campo realizado a diferentes talleres de reconstrucción ubicados en la ciudad de Caracas, se desarrollaron diagramas de flujo para establecer los procesos para cada uno de los talleres estudiados y con dicha información se logró elaborar el proceso a llevar a cabo en el taller de reconstrucción en Margarita con sus respectivos subprocesos, herramientas, materiales y equipos a utilizar y la mano de obra necesaria para cada área de trabajo.

Posteriormente, se llevó a cabo el tercer objetivo, el cual consta en diseñar los diferentes puestos de trabajo, el mismo, con el uso del diagrama de Pareto para conocer los materiales y repuestos más solicitados y los compresores con mayor tendencia a ser reconstruidos, además del uso del diagrama de flujo para cada área de trabajo, se estandarizó el trabajo a realizar en cada área, además de las herramientas, los materiales y los equipos a utilizar en las mismas.

Con respecto al diseño de las diferentes áreas de trabajo, debido a que la empresa no cuenta con un taller de reconstrucción en la ciudad de Caracas y para poder estudiar el proceso se tuvieron que visitar diferentes talleres cuya información detallada del proceso es confidencial, no existió alguna manera de obtener datos de distancia y tiempo entre las áreas de trabajo que componen el proceso. Por esta razón, se utilizó el sistema de tiempos predeterminados conocido como MTM (Métodos de Medición de Tiempo), el cual ayudó a establecer tiempos para cada área de trabajo tomando en cuenta movimientos fundamentales como lo son: alcanzar, mover, girar, agarrar, entre otros. Teniendo los movimientos requeridos por operación se logra establecer una estimación de la duración de cada estación de trabajo, con la cual se determina la cantidad de compresores a reconstruir por día [2].

Tabla II: Estimación del tiempo por área de trabajo

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	3450.65	8051.61	38341	23
Limpieza	40674.80	5094.35	30508.10	15053.05	10198.70	101687	61
Reconstrucción	32506.50	25005.00	47509.50	13752.75	6251.25	125026	75
Ensamblaje	13769.42	29505.50	4917.65	4917.65	45242.38	98353	59
Prueba	5001.00	N/A	3334.00	1957.00	8868.00	18670	10
Pintura	5834.50	N/A	2333.80	N/A	3500.70	11668	7
TOTAL							235

Con los tiempos calculados, se estableció que se reconstruirá un compresor cada cuatro horas (236 minutos), este tiempo establecido se toma en cuenta solo en aquellos casos en los que el compresor recibido no necesite de arreglo en la bobina, ya que de ser contrario el caso, se necesitará de un tercero para su arreglo, por lo que el tiempo de reconstrucción del compresor será de un estimado de un día.

Adicionalmente, se desarrolla el diagrama de relación de actividades haciendo uso de la aplicación informática “CoreLap” y a través de la misma se determina la necesidad de proximidad entre las áreas de trabajo. Además de esto, se elabora el diagrama adimensional de bloques ideal, para luego reorganizarlo de acuerdo al flujo general de las unidades dentro del taller y se desarrolla el diagrama de recorrido de los compresores, de manera que se establece la distribución de las diferentes áreas de trabajo.

Para el cumplimiento de la valoración de la relación costo beneficio para el proceso productivo desarrollado, se establece un estimado de los costos relacionados al diseño del taller. Con base a dichos costos, se lleva a cabo una comparación de los mismos con los costos relacionados con la reconstrucción de compresores de clientes de Margarita en la ciudad de Caracas.

VI. CONCLUSIÓN

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.

REFERENCIAS

- [1] Hurtado, J. (2000). Metodología de la Investigación holística. Quirón.
- [2] Niebel, B. F. (2009). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México D.F.: Mc Graw Hill.