



UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO
ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de ingeniería industrial

**DISEÑO DE UNA SALA CENTRALIZADA PARA LOS EQUIPOS DE LOS SISTEMAS DE
SERVICIOS DEL PROCESO DE PASTIFICIO Y MOLINO DE UNA EMPRESA DE CONSUMO
MASIVO DE ALIMENTOS**

Br. Castro Chinchilla, Daniel Eduardo

Ingeniero Ribis, Sebastián

Octubre, 2011



DEDICATORIA

Le dedico a Dios primero que nada por darme la salud necesaria para llegar a etapa de mi vida y lograr mis objetivos, a mis familiares, en especial a mis padres y abuelos que me dieron estabilidad emocional, económica y sentimental, a mi hermana por sus consejos y su motivación brindada, a los maestros y a la institución por ayudarme cada día a desarrollar las habilidades necesarias para formarme como profesional y a los que participaron directa como indirectamente en la elaboración de esta tesis.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios

Por darme la salud llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

Gracias a mis padres

Por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida.

Gracias a mi hermana

Por sus comentarios, sugerencias, opiniones y apoyo.

Gracias a mis abuelos

Por darme el apoyo incondicional que siempre necesite.

Gracias al tutor y a cada uno de los maestros

Por mi desarrollo profesional durante mi carrera.

Gracias a todos mis amigos

Que estuvieron conmigo y compartimos tantas aventuras y experiencias.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|------|
| Introducción: | 1 |
| Capítulo I: Presentación de la Empresa | |
| 1.1 Presentación de la Empresa..... | 3 |
| 1.2 Objetivo de la Empresa | 4 |
| 1.3 Misión de la Empresa..... | 4 |
| 1.4 Visión Estratégica de la Empresa..... | 5 |
| 1.5 Enfoque de la Empresa | 5 |
| 1.6 Estructura Organizativa..... | 6 |
| Capítulo II: Definición y Delimitación del estudio | |
| 2.1 Planteamiento del Problema | 7 |
| 2.1.1 Descripción..... | 7 |
| 2.1.2 Esquema..... | 9 |
| 2.2 Formulación del problema..... | 12 |
| 2.2.1 Interrogantes..... | 12 |
| 2.2.2 Objetivos..... | 12 |
| 2.2.2.1 Objetivo general..... | 12 |



| | |
|--|----|
| 2.2.2.2 Objetivos específicos..... | 12 |
| 2.3 Importancia y justificación de la investigación..... | 13 |
| 2.4 Delimitación temática de la investigación..... | 13 |
| 2.5 Limitaciones..... | 14 |
| Capítulo III: Marco Teórico | |
| 3.1 Antecedentes de la investigación..... | 15 |
| 3.2 Bases teóricas..... | 17 |
| 3.3 Fórmulas..... | 24 |
| Capítulo IV: Marco Metodológico | |
| 4.1 Consideraciones Generales | 28 |
| 4.2 Método de la Investigación..... | 28 |
| 4.3 Tipo de Investigación..... | 28 |
| 4.4 Diseño de la investigación..... | 29 |
| 4.5 Fases de la investigación..... | 29 |
| 4.5.1 Fase I: Ingeniería conceptual y básica..... | 29 |
| 4.5.2 Fase II: Memoria descriptiva y de cálculo..... | 30 |
| 4.5.3 Fase III: Finalización del proyecto..... | 32 |
| 4.6 Técnicas e instrumentos para recolección de datos..... | 32 |
| Capítulo V: Situación Actual | |
| 5.1 Sistema de Aire Comprimido | 33 |
| 5.2 Sistema de Vacío | 39 |



Capítulo VI: La Propuesta

| | |
|---|----|
| 6.1 Objeto de la Propuesta | 44 |
| 6.2 Descripción general y alcances de la Instalación..... | 44 |
| 6.3 Traslado de los Equipos..... | 44 |
| 6.4 Diseño de la nueva sala | 45 |
| 6.4.1 Mecánica..... | 46 |
| 6.4.1.1 Sistema de Vacío | 46 |
| 6.4.1.1.1 Distribución de Equipos..... | 46 |
| 6.4.1.2 Sistema de Aire Comprimido | 47 |
| 6.4.1.2.1 Distribución de Equipos..... | 47 |
| 6.5 Protección contra Incendios..... | 50 |
| 6.5.1 Determinación de los requerimientos del Sistema..... | 50 |
| 6.5.2 Densidad y área de diseño | 50 |
| 6.5.3 Requerimiento de presión en el rociador más lejano..... | 51 |
| 6.5.4 Mangueras..... | 52 |
| 6.5.5 Selección de Materiales..... | 52 |
| 6.5.6 Selección de Bombas..... | 52 |
| 6.5.7 Selección de accesorios para el Sistema contra incendios..... | 52 |
| 6.6 Electricidad..... | 53 |
| 6.6.1 Potencia y Control..... | 53 |
| 6.6.2 Ventilación..... | 55 |



| | |
|---|----|
| 6.6.3 Iluminación de la sala | 57 |
| 6.6.3.1 Iluminación de Emergencia..... | 57 |
| 6.6.4 Tableros de Distribución..... | 58 |
| 6.7 Obra Civil..... | 58 |
| 6.7.1 Estudio del Terreno | 58 |
| 6.7.2 Cimentación..... | 58 |
| 6.7.3 Carpintería..... | 60 |
| 6.7.4 Pavimentación..... | 60 |
| 6.7.5 Estructura | 60 |
| 6.8 Automatización..... | 61 |
| 6.9 Estudio de factibilidad..... | 62 |
| 6.9.1 Estudio Técnico..... | 62 |
| 6.9.1.1 Localización de la nueva sala | 62 |
| 6.9.1.2 Efluentes de los procesos..... | 64 |
| 6.9.1.3 Cronograma de la Inversión..... | 65 |
| 6.9.1.4 Volumen de ocupación..... | 66 |
| 6.9.1.5 Capacidad instalada | 66 |
| 6.9.1.6 Tecnología a utilizarse | 67 |
| 6.9.2 Estudio Económico Financiero..... | 67 |
| 6.9.2.1 Inversión Total..... | 67 |
| 6.9.2.2 Nómina..... | 71 |



| | |
|---|-----------|
| 6.9.2.3 Gastos de Operación..... | 71 |
| 6.9.2.4 Financiamiento..... | 72 |
| Capítulo VII: Resultados | 73 |
| Capítulo VIII: Conclusiones y Recomendaciones..... | 79 |
| Referencias Bibliográficas..... | 80 |







ÍNDICE DE TABLAS

| Tablas | Pág. |
|---|-------------|
| 1. Operacionalización de los objetivos | 27 |
| 2. Volumen total del sistema de aire comprimido | 35 |
| 3. Amperajes en operación de los equipos del sistema de aire | 37 |
| 4. Gasto anual del sistema de aire comprimido | 39 |
| 5. Amperajes en operación de las bombas de vacío | 41 |
| 6. Gasto mensual energético de cada bomba de vacío | 42 |
| 7. Gasto anual del sistema de vacío | 42 |
| 8. Gasto anual de los sistemas de servicios actuales | 43 |
| 9. Tubería principal seleccionada para sistema de vacío | 47 |
| 10. Volumen de aire del sistema de aire comprimido de la nueva de servicios | 48 |
| 11. Tubería principal seleccionada para sistema de aire comprimido | 49 |
| 12. Tubería principal seleccionada para sistema contra incendios | 51 |
| 13. Cronograma de la inversión | 65 |
| 14. Costos para la inversión inicial de la nueva sala de servicios | 71 |
| 15. Ahorro en gastos por diseño de la nueva sala de servicios | 72 |
| 16. (TIR) Tasa interna de retorno y (VAN) valor actual neto. | 73 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| Figuras | Pág. |
|---|-------------|
| 1. Estructura organizativa de la empresa | 6 |
| 2. Esquema del planteamiento del problema | 9 |
| 3. Situación actual del sistema de aire comprimido | 33 |
| 4. Volumen total de la red de aire comprimido de pastificio | 35 |
| 5. Volumen total del sistema de aire comprimido del molino pequeño | 35 |
| 6. Volumen total del sistema de aire comprimido del molino grande | 36 |
| 7. Costo de mantenimiento mensual actual de sistema de aire comprimido | 38 |
| 8. Situación actual del sistema de vacío | 39 |
| 9. Vista de planta de la sala de bombas de vacío actual | 40 |
| 10. Vista lateral de los tanques de decantación de la sala de bombas de vacío | 41 |
| 11. Esquema de instalaciones, servicios y obra civil | 45 |
| 12. Ventajas de un PLC | 62 |
| 13. Plano 2D de la nueva sala de servicios | 74 |
| 14. Ubicación de los secadores de aire comprimido en la nueva sala de servicios | 76 |
| 15. Ubicación de los compresores en la nueva sala de servicios | 76 |
| 16. Ubicación de los tanques de decantación de los sistemas de servicios | 77 |
| 17. Ubicación de las bombas de vacío dentro de la nueva sala de servicios | 78 |



INTRODUCCION

Las primeras máquinas simples sustituían una forma de esfuerzo en otra que fueran manejadas por el ser humano, para que fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable. Posteriormente algunas formas de automatización fueron controladas por mecanismos de relojería o dispositivos similares utilizando algún resorte, un flujo canalizado de agua o vapor para producir acciones simples y repetitivas, tal como figuras en movimiento, creación de música, o juegos.

En la actualidad, las empresas han implementado sistemas en los procesos productivos con tecnologías de vanguardia para fabricar productos confiables y de calidad y así buscar la excelencia en el ramo en cual se especializan.

En esta investigación se busca diseñar una nueva sala a partir del seguimiento de una metodología partiendo de la reubicación de los compresores y bombas de vacío y todos sus elementos, para mejorar a nivel de mantenimiento, tecnología, organización y distribución de equipos en la planta dos (2) sistemas de servicios existentes en los procesos productivos de la pasta, que se mencionan a continuación:

- El sistema de aire comprimido que es una aplicación que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor y se utiliza en los elevadores neumáticos, herramientas automáticas, tornos de dentista, lámparas, ventiladores y muchos otros.

- El sistema de vacío que es una aplicación que hace adoptar una ausencia total de materia en un determinado espacio o lugar a través de las bombas de vacío.

Este diseño está estructurado en ocho (8) capítulos mediante los cuales se estudia, observa y analizan detalladamente todas las variables y factores para llegar a la mejor solución del problema planteado.

Capítulo I: se realiza una breve reseña de la historia y también se explica el objetivo, la visión, la misión y la estructura organizativa de la empresa.

Capítulo II: se hace la definición y la delimitación del estudio del problema, se plantean todas las interrogantes, limitaciones, así como también los objetivos y alcances del proyecto.

Capítulo III: se desarrolla el marco teórico donde se presentan las definiciones de todos los conceptos, procesos, palabras técnicas y las formulas a utilizar en todos los cálculos para la resolución del proyecto.

Capítulo V: se caracterizar, analizar, detallar y esquematizar la situación actual para conocer todas las variables y factores involucrados en los procesos para atacar el problema con una mayor claridad, eficiencia y eficacia.

Capítulo VI: se desarrolla la propuesta para la resolución del problema planteado.

Capítulo VII: se describen y analizan los resultados de la propuesta por medio de esquemas y gráficos.

Capítulo VIII: se dan respuesta o solución a todos los objetivos específicos planteados en la definición y delimitación del problema así como también se dan las recomendaciones mejorar aún más la propuesta antes descrita.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
ANDRÉS BELLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Universidad Católica Andrés Bello

Facultad de Ingeniería

Escuela de ingeniería industrial

TITULO: DISEÑO DE UNA SALA CENTRALIZADA PARA LOS EQUIPOS DE LOS SISTEMAS DE SERVICIOS DEL PROCESO DE PASTIFICIO Y MOLINO DE UNA EMPRESA DE CONSUMO MASIVO DE ALIMENTOS

Autor:

Br. Castro, Daniel V- 17.966196

Tutor:

Ing. Ribis, Sebastián

RESUMEN

El proyecto tiene como objetivo general el diseño de una sala centralizada para los sistemas de servicios, se realiza una investigación preliminar sobre aire comprimido y vacío aplicados en el campo de la industria para posteriormente analizar y esquematizar detalladamente la situación actual de cada uno de los procesos involucrados, después se estudia la factibilidad técnica, económica y operacional de la nueva sala, así como también las posibilidades de reubicación y traslado de los equipos e instrumentos en el espacio delimitado en la planta que se encuentra ubicado específicamente en el centro de la planta, lo que hace posible la movilización tanto de equipos como de los accesorios tales como: tuberías, válvulas, controles, entre otros. Se escogió la configuración que reunía las mejores características de ventilación, distribución de equipos, costos ya sea de inversión inicial como de mantenimiento, la mayor tecnología, mejor organización y mejor eficiencia y eficacia de los sistemas de servicios en general. Se realizaron los planos en dos y tres dimensiones de la distribución final interna y externa detallando medidas y ubicación final de equipos e instrumentos. Se encuentra que el TIR calculado dio un valor menor a la Tasa mínima atractiva, por lo que el VAN dio un valor negativo y el proyecto es rechazado ya que la inversión no produce ganancias por encima de la rentabilidad exigida. Se



recomienda básicamente que aunque no se económicamente viable el diseño propuesto, que la Empresa realice una mejora de ubicación y distribución de los sistemas existentes.

Palabras clave: diseño de plantas, sistema de aire comprimido, sistema de vacío, plan de mantenimiento.

CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 *Presentación de la empresa*

Cargill es una corporación multinacional privada, que tiene su centro de operaciones en la ciudad de Minnesota, en los Estados Unidos de Norteamérica. Fue fundada en 1865. Sus actividades comerciales incluyen la compra, venta, procesado y distribución de granos y otras mercancías agrícolas. También, se dedica a la venta de ingredientes para la industria farmacéutica.

A continuación se describe cronológicamente el desarrollo de la empresa:

1865-1899:

W. W. Cargill y su hermano menor Sam, se mudan a Lime Springs, Iowa, U.S.A., para dedicarse a las actividades agrícolas. Hacia 1868 W. W. Cargill se muda a Minnesota donde adquiere edificios, se adelanta a la gran expansión agrícola y de ferrocarriles de post-guerra. La administración central termina afincándose en La Crosse, Wisconsin, desde donde, en 1890, la empresa "Cargill Bros" manejaría algo más de 102 estructuras en varios estados de la unión.

1900-1949:

Fallece el hermano Sam, y le sucede John H. MacMillan. William, el hijo de W. W. Cargill comienza a involucrarse en los negocios de La Crosse. En 1909 fallece el fundador, y se precipita una crisis financiera sobre los negocios de la empresa. Hacia 1915 con el desarrollo de la Primera Guerra Mundial, los precios de los granos fluctúan ampliamente, y le dan el respiro necesario. Adicionalmente, en 1928 se expande a Canadá, en 1929 abren unas oficinas en Italia y en 1930 en Canadá, Rotterdam, Holanda y Buenos Aires. En 1935 es aceptada como miembro del Chicago Board of Trade.

Posteriormente, en época de la Segunda Guerra Mundial se dedica al transporte marítimo de alimentos, incluso en embarcaciones de propia producción. En 1943, Cargill entra al negocio del procesamiento de soja con la adquisición de plantas en Cedar Rapids y Fort Dodge, Iowa, Springfield e Illinois.

1950-1999:

En 1951 tras fusionarse a Royal Feed & Milling Co, se dedica a la manufactura de alimentos para ganado y aves. En 1963 llega a Perú para la producción de carnes de pescado. En 1965 celebra su 100 aniversario, e inaugura oficinas en Brasil. En los 70's entra al negocio de la harina con la adquisición de Burrus Mills, Saginaw, Texas, allí adiciona feed-lots para engorde de ganado, comercio de algodón, citrus y hasta incursiona en acería.

Por otra parte, en los 80's también trabaja con café, frigoríficos propios, minería de fosfatos fertilizantes, productos derivados del petróleo y chocolates. Asimismo, en los 90's elabora fertilizantes nitrogenados para el agro, administra la compañía Vineyard elaborando cereales para el desayuno y se convierte en uno de los mayores productores mundiales de sal. En 1998 adquiere Continental, una multinacional en el negocio de commodities.

2000-Presente:

Cargill's Excel Corporation progresa en los negocios de la carne. En Turquía fortalece su mercado de pollos. Además, Cargill Dow Polymers LLC anuncia la fabricación de plásticos y polímeros para empaque y otros productos.

1.2 Objetivo de la empresa

Convertirse en el líder mundial en el sector alimentario y en la nutrición de las personas. Produce y comercializa productos y servicios en las áreas de alimentos y agricultura industrial a nivel internacional

1.3 Misión de la empresa

Crear un valor distintivo. Compartir su conocimiento y experiencia global para ayudar a sus clientes a cumplir los retos económicos, sociales, y medioambientales que enfrenten.

1.4 Visión estratégica de la empresa

Visualizando el 2015, Cargill será el socio preferido, reconocido por el talento e imaginación de sus empleados, comprometido con el desarrollo de ideas para atender a los sectores que funcionan para la agricultura, alimentos y gerencia de riesgo.

1.5 Enfoque de la empresa

Cargill como empresa pretende demostrar que posee un grupo de trabajadores y directivos dignos de confianza, creativos, proactivos y emprendedores.

1.6 Estructura organizativa de la empresa

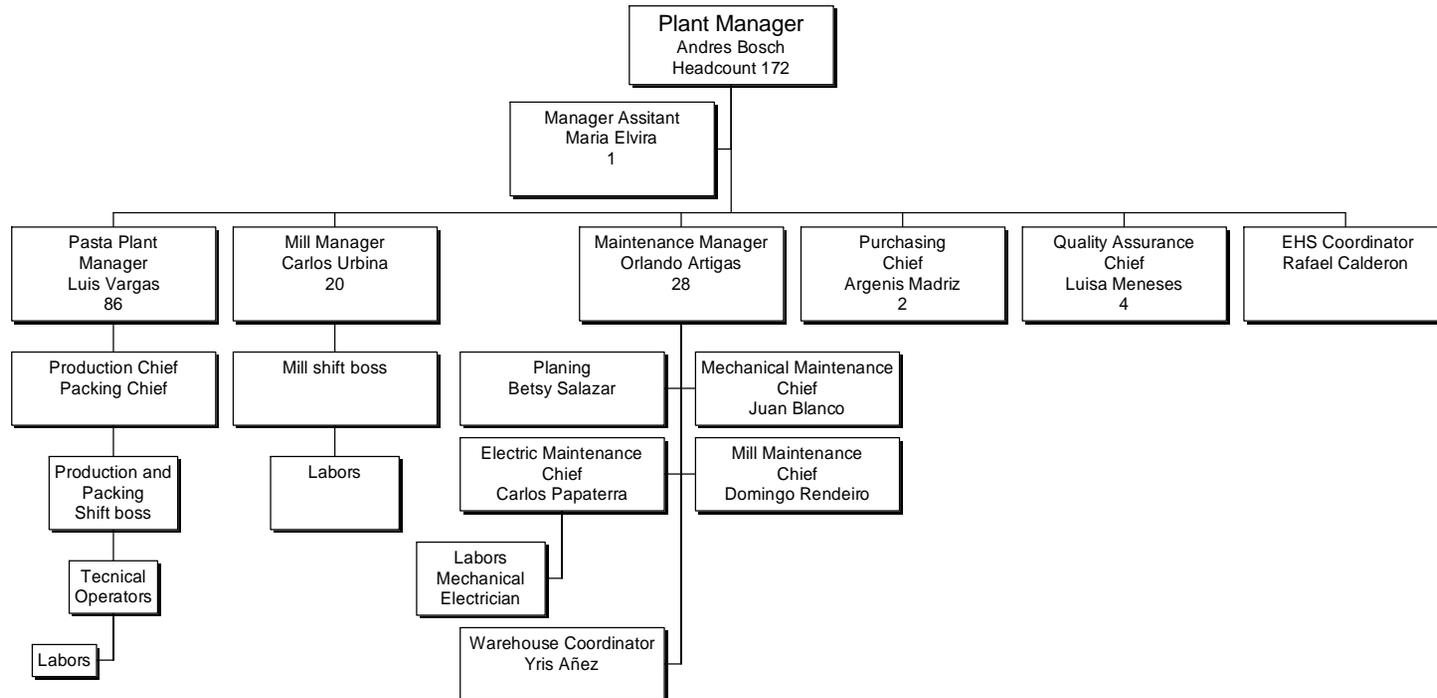


Figura # 1: Estructura organizativa de la empresa.

Fuente: Cargill de Venezuela.



CAPÍTULO II: DEFINICION Y DELIMITACION DEL ESTUDIO

2.1 Planteamiento del problema

2.1.1 Descripción

El mantenimiento son todas las actividades realizadas o impartidas con el objeto de conservar la capacidad de funcionamiento de cualquier equipo o instalación usando un conjunto de prácticas técnico-gerenciales, a fin de garantizar la utilización de los bienes físicos con máxima productividad al menor costo.

La base de sustentación del mantenimiento es esencialmente económica. La utilización de equipos deteriorados reduce la calidad y cantidad de los bienes y servicios producidos, disminuyendo las ganancias esperadas por los accionistas de las Empresa. Por otro lado el uso de los equipos en condiciones de deterioro incrementa los riesgos laborales. El riesgo de siniestro potencial al utilizar equipos en malas condiciones es muy alto, tanto en términos de producción defectuosa e interrumpida, como en términos de accidentes personales. Así mismo el costo de reemplazar dichos equipos es también muy elevado en términos económicos y encarece el producto o en servicio de que se trate.

El mantenimiento desde el punto de vista de su ejecución se clasifica en:

1. *Mantenimiento preventivo*: son las acciones programadas y ejecutadas de manera que no se afecte la producción de forma imprevista.
2. *Mantenimiento Predictivo*: son las acciones de mantenimiento programadas de acuerdo a las evaluaciones de la condición de operación de los equipos, cuyo seguimiento se realiza por medio de la utilización de instrumentos especiales y su ejecución de manera de no afectar la producción de forma imprevista.

3. *Mantenimiento correctivo*: son las acciones de mantenimiento planificadas para, después de haber ocurrido una falla, devolver al equipo a su condición normal de funcionamiento. Se afecta la producción debido a la ocurrencia imprevista de la falla.

Las anomalías son los defectos y/o deficiencias que puede presentar un equipo y se clasifican en:

- *Averías*: son las deficiencias y/o defectos menores en los equipos y que no llegan a dejarlo fuera de funcionamiento ni constituyen factor de riesgo.
- *Fallas*: son los defectos y/o deficiencias en los equipos por los cuales quedan fuera de funcionamiento y pueden constituirse en factor de riesgo.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Asegurar las condiciones de utilización de los equipos para el momento en que se necesiten.
- Contribuir con el retorno óptimo del capital invertido en el equipo durante su funcionamiento.
- Contribuir con la seguridad del usuario y del mantenedor, así como con la protección del medio ambiente

Los beneficios de un buen mantenimiento se miden en términos de costo, calidad y seguridad. También, en mayor productividad y satisfacción de todo el personal que trabaja en la planta. Por supuesto, que disponer de un buen mantenimiento tiene también su costo, pero siempre es más rentable mantener que reemplazar, prevenir que corregir, trabajar con equipos confiables y seguro, que lamentarse por paros de producción o por accidentes imprevistos.

2.1.2 Esquema del planteamiento del problema

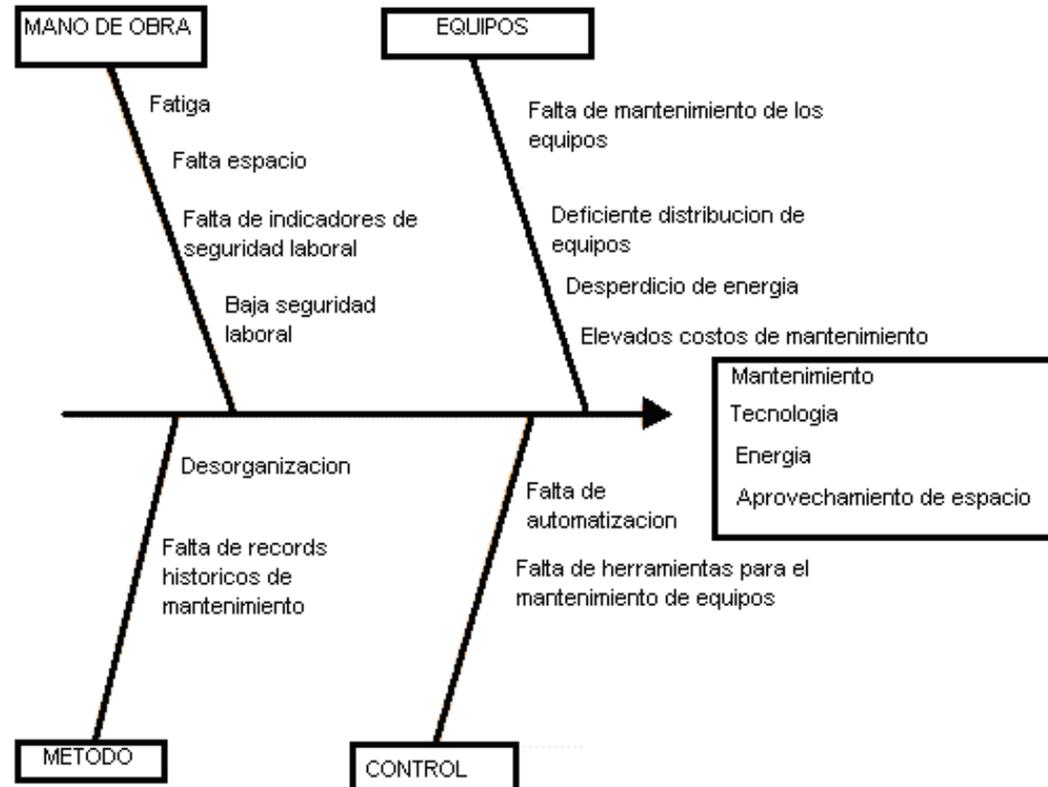


Figura # 2. Esquema del Planteamiento del problema.

Fuente: Elaboración Propia.

- *Mano de obra:* debido a la lejanía en la distribución de equipos de los sistemas de servicios, hace que el personal de mantenimiento tenga que desplazar grandes distancias con todas las herramientas e instrumentos provocando en ellos cansancio y fatiga, a ello se le une la falta de espacio en las salas de equipos lo que conlleva a realizar las tareas de mantenimiento sin disposición alguna. Por otra parte no existen indicadores de seguridad para los trabajadores, lo que puede ocasionar graves lesiones en los trabajadores y accidentes en los sitios de trabajo.
- *Método:* existe mucha desorganización por parte del personal de mantenimiento, sin llevar ningún tipo de record histórico de las labores antes realizadas a los equipos, lo que conlleva a un sobretrabajo de algunos equipos y no realizando ninguna operación en otros, por lo que existen elevados costos de mantenimiento.
- *Equipos:* falta de mantenimiento o sobretrabajo de equipos y existe una deficiencia en la ubicación de ellos dentro de toda el área de la planta.
- *Control:* bajo nivel de tecnología en los sistemas de servicios, lo que conlleva a un desperdicio de energía considerable.

La planta Cargill de Venezuela ubicada en Catia La Mar, Estado Vargas que se enfoca en la producción de pasta alimenticia a nivel nacional, requiere mejorar sus procesos productivos, para lo cual pretende reubicar algunos de los equipos existentes específicamente los que comprenden: los seis (6) compresores y las cuatro (4) bombas de vacío, que operan para los procesos de pastificio y molino de la planta.

Esos compresores suministran el aire comprimido que se utiliza para alimentar los sistemas neumáticos tanto del molino como del pastificio, manteniendo una presión de operación establecida, mientras que las bombas de vacío se usan para extraer el aire de la masa en las líneas de producción, que luego se descarga a la atmosfera.

Cargill de Venezuela, presenta actualmente algunos problemas en determinados departamentos de la empresa debido a la ubicación en que se encuentran los compresores y las bombas de vacío, que se refleja en los siguientes puntos:

- Las labores de mantenimiento y reposición se hacen realmente costosas y difíciles, debido al limitado espacio que existe entre de todos los equipos de servicios y sus alrededores. Los técnicos recorren mucha distancia dentro de la planta, y realizan maniobras innecesarias para la revisión de todos los sistemas de servicios.
- Existe un terreno ocioso dentro de la planta que cumple con los requerimientos para la posible reubicación de los equipos indicados.
- En vista de que en la planta no existe un control minucioso para los equipos, debido a su dispersión, la planta utiliza casi todo el tiempo las unidades a su máxima capacidad, llevando a un gasto de energía innecesario, que repercute en los costos. Revisando la factura mensual de electricidad se observa que con respecto al total de la planta, los equipos indicados representan el 20% del gasto general.

De no realizarse este proyecto la planta de Cargill de Venezuela ubicada en Catia La Mar, se enfrentaría a inconvenientes tales como:

1. Acortamiento de la vida útil de los equipos debido a la falta de mantenimiento.
2. Sobretrabajo en mantenimiento con equipos debido a la desorganización presentada por la falta de récords históricos de mantenimiento.
3. Desperdicio de energía por la falta de control de los equipos en los procesos de aire comprimido y vacío.
4. Accidentes laborales por la falta de sistemas de seguridad, ocasionándole costos a nivel de salud laboral.

Debido a los problemas antes mencionados, Cargill de Venezuela plantea llevar a cabo la construcción de una nueva sala donde se reubique y reorganice los sistemas de servicios antes descritos para lograr mejoras a nivel de mantenimiento y distribución de equipos en la planta.

La nueva sala debe solucionar los problemas de espacio porque es posible desarrollar un área delimitada para el posicionamiento de los equipos y otra para la maniobra de todos ellos.

Los elevados costos de mantenimiento y mano de obra directa deben disminuir debido a la reorganización total de todos los equipos y procesos de mantenimiento de los sistemas de servicios.

Colocar nuevas y avanzadas tecnologías en la nueva sala contribuye a disminuir el desperdicio de energía ayudando así al medio ambiente.

Instalar indicadores de seguridad en la nueva sala conlleva a la disminución de lesiones y accidentes laborales al personal de mantenimiento.

2.2 Formulación del problema

2.2.1 Interrogantes

El presente Trabajo Especial de Grado pretende responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál será la mejor distribución de equipos dentro del espacio delimitado?
2. ¿Qué beneficios brinda la nueva configuración de ubicación de los equipos?
3. ¿Disminuirán los costos referidos a mantenimiento, gastos de energía y control de equipos?

2.2.2 Objetivos del trabajo especial de grado

2.2.2.1 Objetivo general

Diseñar una sala centralizada para los equipos de los sistemas de servicios del proceso de pastificio y molino de una empresa de consumo masivo de alimentos.

2.2.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los sistemas de servicios actuales.
- Desarrollar configuraciones alternativas de los sistemas de servicios actuales.
- Analizar la factibilidad técnica y financiera de la configuración desarrollada.
- Presentar un diagrama de la distribución final de los sistemas de servicios involucrados.

2.3 Importancia y justificación de la investigación

Desde la categoría Institucional se lograra garantizar la vida útil de los equipos, permitiendo ahorros importantes en las intervenciones, lo cual se traduce en menor utilización de repuestos. Por otro lado en la seguridad industrial permitirá reducir de manera importante la cantidad de accidentes de personas; lo cual incidirá en un mejor ambiente de trabajo.

En el aspecto técnico gerencial, se tendrá un personal más satisfecho con el trabajo realizado, servicial con los clientes, mejor entrenado, con mayor capacidad técnica y de mayor productividad. Teniendo este personal los trabajos de mantenimiento se realizaran con mayor calidad reduciendo riesgos para el personal.

Por la parte social, se fabricaran productos industriales de mejor calidad, a un menor costo, por lo tanto existirán consumidores satisfechos.

Por ultimo en lo académico, permite emplear conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, haciendo uso de las herramientas necesarias para el desarrollo de la investigación para obtener el título de grado de Ingeniería Industrial.

2.4 Delimitación temática de la investigación

1. *De contenido:* se deben analizar detalladamente y desarrollar temas de mantenimiento referidos diagnostico, plan de acción y desarrollo para la implantación de un buen mantenimiento en la empresa así como también en la distribución y reubicación de equipos dentro una planta, teniendo en cuenta las áreas a cubrir.
2. *Geográfica:* la investigación se realizara en la empresa Cargill de Venezuela, en la planta de pastas ubicada en el Estado Vargas, Catia La Mar.
3. *Temporal:* el proyecto se ha querido realizar desde el año 2003, pero la empresa no ha contado con los recursos ni las bases teóricas para llegar a un análisis detallado para su implantación.

2.5 Limitaciones

La empresa no posee los planos actuales de distribución de las tuberías de los sistemas de aire comprimido ni los instrumentos de medición completos lo cual pudiera dificultar el análisis y los cálculos de los mismos.

El Trabajo Especial de Grado no incluye la implementación de los resultados, ya que queda bajo el criterio de Cargill el desarrollo de cualquiera de las alternativas planteadas.

No se realizarán estudios detallados pertinentes a la parte civil referente a la nueva sala diseñada.



CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen detalladamente los conceptos, teorías, ideas básicas y revisión de literatura se refiere a los artículos, estudios y libros específicos que forman la base para los argumentos que se utilizan para formular y desarrollar la investigación en los capítulos siguientes.

Se deben responder las siguientes interrogantes:

- ¿Qué teorías, esquemas, modelos o argumentos desarrollan el problema?
- ¿qué teorías guían al desarrollo de la investigación?
- ¿Qué partes o aspectos componen el problema en la bibliografía conocida?

3.1 Antecedentes de la investigación

Autores: Forte, Claudio; Valenzuela, Luis. “Desarrollo de un prototipo de sistema automatizado basado en controladores lógicos programables para simulación de la limpieza de silos en la industria de bebidas “. Presentado como requisito en la Universidad Nueva Esparta, con el fin de obtener el título de ingeniería en sistemas.

Resumen: desarrollo de un prototipo automatizado para la simulación de limpieza de silos en la industria de bebidas carbonatadas, basándose en el estándar ISA-88 que estructura los activos físicos de la empresa, incluyendo los equipos, el talento humano y el financiero.

Conclusiones: se ha obtenido una descripción detallada del proceso, permitiendo identificar y caracterizar los componentes software y las tecnologías de información y comunicaciones necesarias en las fases de implementación del control, supervisión y gestión, se delimitaron los lineamientos de producción por lotes para la estructura de programación.

El prototipo fue desarrollado con éxito a través de la automatización por PLC de todo el sistema de limpieza.

Aporte: ampliar los conocimientos en cuanto a los sistemas automatizados de cómo pueden ayudar al ahorro de tiempo, costo de mano de obra directa, ahorro de energía y al aumento de la calidad de los procesos.

Autores: Hernández, Melissa; López Luis José. “Estudio Técnico-Económico-Financiero para la creación de una unidad de negocios destinada a la comercialización de frutas, hortalizas y verduras mediante un servicio de entrega directa a consumidores”. Presentado como requisito en la Universidad Católica Andrés Bello, con el fin de obtener el título de Ingeniería Industrial.

Resumen: se conceptualizó una nueva unidad de negocios, basada en las exigencias establecidas por la organización. Se analizó el comportamiento de la oferta y la demanda basado en la información recabada de las distintas fuentes. Se desarrolló un estudio técnico para la presentación del empaque de los productos. Por último se realizó un estudio económico-financiero donde se estimaron costos, ingresos y gastos.

Conclusión: a través de los análisis de factibilidad e integrando todos los resultados obtenidos se concluyó que el proyecto es viable al ser proyectado en diferentes escenarios con un nivel de rentabilidad superior al de las expectativas.

Aporte: reforzar los conocimientos en cuanto a la realización de un análisis de factibilidad para llegar a la conclusión de viabilidad de un proyecto.

Autores: Merino, Carlos; Paparoni, Leonardo. “Análisis de los desperdicios generados en una planta de producción de pastas y proposición de métodos para su reducción y mejor aprovechamiento”. Presentado en la Universidad Católica Andrés Bello con el fin de obtener el título de Ingeniería Industrial.

Resumen: establecer un control estricto sobre los desperdicios generados por la empresa calculando los porcentajes de desperdicio de energía, de material de empaque y de pasta, así como también identificar las fuentes causantes de estos y buscar los lugares y productos que tienen mayor incidencia

Conclusiones: se propusieron soluciones y planes de acción tendientes a la reducción en los gastos generales en el proceso de producción, así como también mejorar el aprovechamiento de los desperdicios.

Aporte: analizar los desperdicios en una empresa de pastas y de cómo pueden afectar en los gastos generales de la planta.

1.2 Bases teóricas

Teoría sobre Distribución de planta

Se basa en “la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller”¹

Principios básicos: una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios los que se listan a continuación:

1. *Principio de la Integración de conjunto:* la mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.
2. *Principio de la mínima distancia recorrida:* es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.
3. *Principio de la circulación o flujo de materiales:* es mejor aquella distribución o proceso que este en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
4. *Principio de espacio cúbico:* la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
5. *Principio de la satisfacción y de la seguridad:* será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

¹ Muther, Richard, “Distribución en planta”, Pág. 13. 1

6. *Principio de la flexibilidad:* a igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

Sala centralizada de equipos

Es el espacio o área destinada al alojamiento de equipos industriales que cumplan una función en específico dentro de los procesos productivos de una planta.

Empresa de consumo masivo

Empresa que se encarga de la venta de objetos de necesidades primarias, la carne, el arroz, ropa, muebles y en general lo que cubre las necesidades básicas del ser humano.

Sistema de aire comprimido

El aire comprimido “Se define como un grupo de equipos y accesorios con una disposición específica, con el fin de proporcionar un caudal de aire determinado, a unas condiciones de presión y calidad de acuerdo con los requerimientos de la aplicación.”²

Las necesidades de aire comprimido están definidas por tres factores determinantes:

1. La calidad de aire:

Está determinada por la proporción de humedad, y de contaminación que permita la aplicación final del mismo. En general se utilizan cuatro niveles de calidad en función de su aplicación:

- ***Aire de planta:*** aire que puede estar relativamente sucio y húmedo, que es empleado en herramientas neumáticas y para usos generales.
- ***Aire para instrumentos:*** aire con cantidad de humedad y suciedad moderada, por lo que es usado en laboratorios, controles de clima, etc.
- ***Aire de proceso:*** aire con poca humedad y casi nula suciedad, por sus características es usado en la industria química, alimenticia, farmacéutica y electrónica.

² Cesar Nieto Londoño, 2007. 2

- **Aire para respiración:** aire sin humedad y totalmente libre de aceites y polvo. Se utiliza para recargar tanques de buceo, hospitales, consultorios dentales, etc.

A mayor calidad del aire, mayor será el costo para producirlo, porque una alta calidad del aire implica un equipo adicional, el cual incrementa no solo la inversión de capital inicial sino también hace que el sistema global sea más caro de operar en términos de consumo de energía y mantenimiento.

2. *La cantidad de aire:*

La capacidad del sistema de aire comprimido, se determina sumando el consumo promedio de cada una de las herramientas, y por la operación de cada proceso en toda la planta.

Todo sistema puede presentar picos de demanda, que se pueden satisfacer a través de tanques de almacenamiento, llamados en algunos casos pulmón, que son más efectivos si se localizan más cerca de donde se produce la mayor demanda. En muchos casos la evaluación detallada del sistema, nos puede llevar a una adecuada estrategia de control a través de estos tanques, de tal suerte que podamos reducir la capacidad global del compresor.

El sobredimensionar los compresores es extremadamente ineficiente, porque la mayoría de los sistemas, operando a carga parcial, consumen más energía por unidad de volumen de aire producido. Es preferible usar varios compresores pequeños, con un control de secuenciador de arranque, permitiendo así una operación más eficiente

Los usos inapropiados de los sistemas de aire comprimido dan lugar a una demanda artificial, ya que requieren de un exceso en el volumen de aire, y por consecuencia, una mayor presión que en el requerido por las propias aplicaciones, que en algunos casos puede ser manipulado con controladores

3. *El nivel de presión requerido por los usuarios finales de la planta:*

El nivel de presión del sistema debe ser definido a través de los requerimientos de presión de cada una de las herramientas, que normalmente han sido probadas por sus fabricantes a dichas presiones. En cambio las presiones requeridas por los procesos deben ser especificadas por el ingeniero en procesos. Con ambos requerimientos se puede definir

la presión del sistema, no olvidando que a mayor nivel de presión, el sistema será más costoso desde el punto de vista energético y de mantenimiento.

Cuando se define el nivel de presión del sistema se debe tomar en cuenta las pérdidas a través de las tuberías y accesorios, de los equipos adicionales tales como secadores, separadores, filtros, entre otros.

La red de sistema comprimido se compone generalmente por los siguientes elementos:

1. **Compresores:** producen aire comprimido mediante el empuje continuo del mismo desde la aspiración hasta la descarga del compresor, a través de un sistema rotatorio.
2. **Pulmón:** se encarga de almacenar aire y eliminar el agua condensada presente en el aire comprimido al mismo tiempo que elimina las impurezas.
3. **Secadores:** tienen como función eliminar el vapor de agua del aire comprimido.
4. **Filtros:** eliminan las impurezas y partículas sólidas del aire comprimido.
5. **Válvulas:** son dispositivos mecánicos con los cuales se puede iniciar, detener o regular la circulación de gases mediante una pieza móvil.
6. **Tuberías:** son los conductos por donde se transporta todo el aire comprimido
7. **Tableros eléctricos:** encargados de dotar de potencia eléctrica a los compresores, secadores y pulmón.

En el sistema de aire comprimido, el aire entra por los ductos hacia los compresores, donde se comprime y sale por la tubería de descarga en dirección al calderín para que los sólidos presentes en el aire decanten, posteriormente el aire sale de los tanques hacia los secadores en donde se seca y pierde toda la humedad posible. Finalmente es dirigido hacia las herramientas o equipos de trabajo. (*Ver anexo 1*).

Sistema de vacío

El término vacío se refiere a cierto espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica, por lo que el grado de vacío se incrementa en relación directa con la disminución de presión del gas residual. Esto significa que cuanto más disminuyamos la presión, mayor vacío obtendremos, lo que nos permite clasificar el grado de vacío en correspondencia con intervalos de presiones cada vez menores.

En la actualidad el sistema de vacío es muy utilizado en diferentes situaciones físicas como por ejemplo:

1. *Bajas presiones*: se utiliza para sostenimiento, elevación, transporte y moldeado.
2. *Baja densidad molecular*: utilizado para eliminar los componentes activos, extracción de gas disuelto y disminución de la transferencia de energía. Como por ejemplo lámparas, empaquetado, encapsulado, fusión, deshidratación y aislamiento térmico.
3. *Gran recorrido libre medio*: se utiliza para evitar colisiones en tubos catódicos, tubos de rayos X, tubos electrónicos, etc.
4. *Tiempo largo de formación de una monocapa*: para mantener superficies limpias. Como por ejemplo estudios de adhesión, corrosión, fricción y prueba de materiales para experiencias espaciales.

La red de sistema de vacío está compuesta generalmente por los siguientes elementos:

1. **Bombas**: su función es extraer el aire contenido en las mezcladoras y batidoras del pastificio y descargarlo a la atmosfera.
2. **Pulmones**: se encargan de almacenar aire y eliminar el agua condensada presente en el aire al mismo tiempo que elimina las impurezas.
3. **Válvulas**: son dispositivos mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de gases mediante una pieza movable.
4. **Tuberías**: son conductos por donde se transporta todo el aire extraído.
5. **Tableros eléctricos**: encargados de dotar de potencia eléctrica a los compresores y pulmones.

En el sistema de vacío el aire que está contenido en los recintos se extrae a través de una tubería, pasando después por los calderines para la decantación de los sólidos, y finalmente llega a las bombas de vacío por donde se disipa a la atmosfera. (*Ver anexo 2*).

PLC (Controlador Lógico Programable):

Instrumento diseñado para programar y controlar procesos en tiempo real, este tipo de equipos son encontrados en ambientes industriales.

Válvulas de seguridad

Es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más conductos u orificios.

Teoría sobre plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas y detectivas), con el objetivo de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

Gestión de repuestos

Una buena gestión de un mantenimiento, sea preventivo o correctivo, depende siempre del grado de disponibilidad de los repuestos o materiales que se necesiten para la realización de los trabajos a través de los siguientes puntos:

1. Controlar el stock mínimo necesario a disponer en la fábrica
2. Controlar los costes económicos de los repuestos en stock (material inmovilizado)
3. Histórico de repuestos utilizados y optimización de los mismos

Esto también ayuda a reducir al máximo posible el coste del material inmovilizado correspondiente a repuestos del departamento de mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo.

Es el trabajo que se realiza a las maquinarias y equipos a raíz del uso que se les ha dado y que por algún motivo se están deteriorando. No se implican cambios funcionales, solamente lo que se hace es corregir los defectos que tienen las maquinarias, equipos o vehículos. Se divide en:

No Planificado:

Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente.

Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo No Planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

Planificado:

El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

Mantenimiento Preventivo

Es el tipo de actividad que se encarga de inspeccionar todo un equipo para así conocer todos sus errores desde su parte inicial y corregirlas inmediatamente para no generar problemas graves.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado.

El mantenimiento preventivo puede estar basado en las condiciones o en datos históricos de fallas del equipo.

Mantenimiento predictivo.

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo:

1. Análisis de vibraciones
2. Análisis de lubricantes
3. Análisis por ultrasonido
4. Termografía

Flujo luminoso nominal

Es aquel medido después de cinco (5) minutos, en el estado de iluminación de la lámpara, es medido en lux.

1.3 Fórmulas a utilizar en el desarrollo de la investigación

Flujo luminoso

Es la medida de la potencia luminosa percibida, es decir la cantidad de energía luminosa transportada por un haz luminoso.

$$\Phi_t = \frac{E_m \times S}{C_u \times C_c}$$

Formula # 1

Qt=flujo luminoso (lúmenes)

Em= nivel medio de iluminación necesario (lux)

S= superficie a iluminar (m²)

Cu =coeficiente de utilización (adimensional)

Cc =coeficiente de conservación elegido (adimensional)

Para calcular el número de lámparas a utilizar, aplicamos la siguiente fórmula

$$n = \frac{\Phi_t}{\Phi_u}$$

Formula # 2

n= número de lámparas

Qt= flujo luminoso total (lúmenes)

Qu= flujo luminoso unitario de la lámpara (lúmenes)

Interruptor automático

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

Breaker principal= (amperajes) x 1,25

Formula # 3

Perdidas por fricción en las tuberías de agua

$$\Delta P = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

Formula # 4

Donde:

AP = Pérdidas por fricción (PSI/ft)

Q = Flujo, en galones por minuto

d = Diámetro interno real de la tubería (pulgadas)

C = Coeficiente de fricción

Tuberías

Conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. El espesor de una tubería que transporta aire se calcula de la siguiente forma:

$$e = ((P \times D) / (2 \times F)) + C$$

Formula # 5

Donde:

P= presión de la tubería (Kg. / cm²)

C= seguridad para el material (cm)

D= diámetro de la tubería (cm)

F= fatiga del material (Kg. /cm²)

Perdidas por fricción en las tuberías de aire

$$H = (J \times L \times V^2) / (2 \times D \times g) \quad \text{Formula \# 6}$$

Donde:

J= coeficiente de fricción; V= velocidad el aire (m/s); L = longitud de la tubería (m)

D= Diámetro de la tubería (m); g= gravedad (m/s²)

Delta de presión en las tuberías

$$AP = \rho \times g \times H \quad \text{Formula \# 7}$$

Donde:

P = densidad del aire; g= gravedad (m/s²); H= longitud de la tubería (m)

Consumo de aire del sistema de aire comprimido

$$Q_0 = (V \times AP) / t_2 \quad \text{Formula \# 8}$$

Donde:

V= volumen de la red (l)

AP= diferencias de presiones (bar); T₂= tiempo de descarga del compresor (s)

Tasa interna de retorno

$$TIR = \sum_{i=1}^n \{(I_t - E_t) \times (1 / (1+i))^n\} \quad \text{Formula \# 9}$$

Donde:

I_t= ingresos en el tiempo E_t= egresos en el tiempo; N = periodos

Bomba de agua

$$H_p = (Q \times H_d.) / 76 \times n \quad \text{Formula \# 10}$$

Donde:

Q = caudal (l/s) ; H_{d.}= H_{st.} + h_{f.} (Perdidas) (m); n= rendimiento de la bomba.

Formula # 6, # 7: Ralph M. Rotty, 1969; Formula # 8: Abuchabel, Arturo, 1982; Formula # 9: Blanco, Adolfo, 1985; Formula # 10: Giles, 1969

3.4 Definición y Operacionalización de los objetivos

OPERACIONALIZACIÓN DE LOS OBJETIVOS

| Objetivo General: Diseñar una sala centralizada para los equipos de los sistemas de servicios del proceso de pastificio y molino de la empresa de consumo masivo de alimentos | | | |
|--|--|--|---|
| Objetivo Específico 1: Caracterizar los sistemas de servicios actuales. | | | |
| Variables | Dimensión | Indicadores | Técnicas |
| Capacidad | Aire suministrado y extraído por los compresores y bombas. | Capacidad de cada compresor y bomba de vacío | Revisión del manual de bombas y compresores |
| Demanda | Extracción y suministro de aire | Presión de vacío y de aire en los manómetros. | Desarrollo de planos y observación directa |
| Distribución de los equipos actuales | Espacio para el mantenimiento y funcionamiento de los sistemas | Costos de mantenimiento | |
| Objetivo Específico 2: Desarrollar configuraciones alternativas de los sistemas de servicios actuales. | | | |
| Variables | Dimensión | Indicadores | Técnicas |
| Nueva distribución de equipos e instrumentos | Funcionamiento de los sistemas | Productividad y calidad de la pasta | Desarrollo de planos y observación directa de la pasta e inventario |
| Costes económicos | Gastos de energía Mantenimiento, electricidad, iluminación y ventilación de la sala | Factura de electricidad Factura de electricidad y costes de mantenimiento | Observación de la factura eléctrica. |
| Objetivo Específico 3: Analizar la factibilidad técnica y financiera de cada configuración desarrollada. | | | |
| Variables | Dimensión | Indicadores | Técnicas |
| Inversion | Gastos generales | Presupuesto | Estudio de los costos de las configuraciones desarrolladas |
| Desperdicio de energía | Presión de vacío y de suministro de aire Gastos de energía | Factura de electricidad | Observación de la factura eléctrica. Automatización |
| Mantenimiento | | Costes de mantenimiento | |
| Objetivo Específico 4: Presentar un diagrama de la distribución final de los sistemas de servicios involucrados. | | | |
| Variables | Dimensión | Indicadores | Técnicas |
| Factibilidad de la configuración | Costos | Inversión, costos generales y funcionamiento de los sistemas de servicios | Estudio de presupuestos, y la factibilidad del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de servicios en la nueva sala |

Tabla #1. Operacionalización de los objetivos

Fuente: Elaboración Propia



CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

4.1 *Consideraciones generales*

En la presente investigación se plantearon las herramientas metodológicas para analizar la información obtenida y lograr dar respuestas a las interrogantes propuestas. Los métodos a utilizar se definen a continuación, para el diseño de una sala centralizada, donde se encuentran ubicados los equipos de los sistemas de servicios del proceso de pastificio y molino de una empresa de consumo masivo de alimentos.

4.2 *Método de la investigación*

El enfoque utilizado en esta investigación es de tipo mixto, ya que se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, donde "se miden características o variables que pueden tomar valores numéricos y deben describirse para facilitar la búsqueda de posibles relaciones mediante el análisis estadístico"² y por el enfoque cualitativo, que por lo general se utiliza al inicio de la investigación donde se recolectan datos por medio de descripciones y observaciones sin ningún tipo de medición numérica.

En esta investigación empírico-analítica "se conocen los hechos y su orden aparente y se surten respuestas concernientes a las razones de ser del objeto de estudio, todo ello logrado por experiencias y observaciones"³.

4.3 *Tipo de investigación*

La investigación es de tipo descriptiva, ya que "consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos,

² Cook y Reichardt. " Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa" 2

³ Bunge, Mario. " Ensayo sobre la teoría de la investigación" 3

sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento”⁴.

4.4 Diseño de la investigación

La investigación es no experimental, limitándose a observar los acontecimientos sin intervenir ni alterar los mismos; bibliográfica ya que se toman para el desarrollo de la presente investigación fuentes como libros, manuales y páginas web para sustentar el trabajo a realizar, de campo porque se realiza en condiciones naturales y en el terreno de los acontecimientos y es un proyecto factible porque es una propuesta de diseño para ser aplicado a un problema, siguiendo un determinado método que se le aplica a una entidad o grupo de individuos.

4.5 Fases de la investigación

4.5.1 Fase I: Ingeniería conceptual y básica.

En esta parte se identifican la viabilidad técnica y económica del proyecto, se definen los aspectos esenciales de la nueva sala de servicios, y se forman los esquemas de principio de la lógica, las plantas y cortes básicos, los criterios de diseño a aplicar y las especificaciones básicas.

Para lograr el desarrollo del objetivo N° 1 el cual caracteriza los sistemas de servicios actuales, se realiza lo siguiente:

1. Revisión bibliográfica de los manuales de los equipos, teorías y normas aplicables mediante entrevistas con los jefes de mantenimiento o usando información en línea.
2. Medición de caudales en las tuberías de los sistemas de servicios

⁴ Deobold B. Van Dalen y William J. Meyer. “Estrategia de la investigación descriptiva” 4

3. Revisión de las facturas de mantenimiento y electricidad del sistema de aire comprimido y vacío
4. Ejecución de los diagramas de flujo de los procesos de aire comprimido y extracción de aire.
5. Revisión de los diagramas de flujo de aire comprimido y sistema de vacío para saber del funcionamiento detallado de los procesos y mejorarlos.
6. Realizar las mediciones de los equipos y de las salas de servicios.

Para lograr el desarrollo del objetivo N° 2 en donde se desarrollan las configuraciones alternativas de los sistemas de servicios actuales se efectúan las siguientes actividades:

1. Localización aproximada de la nueva sala de servicios.
2. Área física de la instalación por medio del estudio de la estructura, cimentación, terreno y disposición de la nueva sala.
3. Levantamiento de planos de la instalación planteada.
4. Especificaciones de materiales a utilizar, los equipos a trasladar y la obra que se va a realizar.
5. Revisión de los planos físicos de equipos en función del espacio requerido y las normas aplicables.
6. Plano de disposición de equipos realizando el levantamiento de planos de las configuraciones a utilizar en la nueva sala de servicios.
7. Adecuación de los procesos a las normas y diseño de procedimientos.

4.5.2 Fase II: Memoria descriptiva y de cálculo

Para lograr el desarrollo del objetivo N° 3 que analiza la factibilidad técnica y financiera de la configuración desarrollada se efectúan las siguientes actividades:

Se diseña una sala centralizada para los equipos de los sistemas de servicios del proceso de pastificio y molino de la empresa de consumo masivo de alimentos, bajo los siguientes criterios:

1. Se realiza el diseño estructural de las configuraciones de la nueva sala: a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse.
2. Se buscan materiales que cumplan otro tipo de funciones aparte de la estructural ya sea como aislante térmico, acústico, impermeabilidad y otros propios de una estructura.
3. Estudio de los códigos internacionales de seguridad para la correcta colocación de las tuberías y sus materiales.
4. Determinación del nivel de iluminación de la sala así como también el número de lámparas a utilizar, el tipo, el potencial y la ubicación de cada una de ellas.
5. Estudio de los tipos y ubicación de cables, canalizaciones, conectores, etiquetas, espacios y demás dispositivos para dar cumplimiento de estándares para que califiquen como cableado estructurado.
6. Calculo de la renovación del aire en el interior de la nueva sala mediante extracción o inyección de aire.
7. Se analiza la transmisión de cargas de la nueva sala al suelo distribuyéndolas para que no superen la presión admisible haciendo que el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados.
8. Estudio el terreno y el movimiento de tierras para la ubicación de la sala y se calcula la profundidad de la cimentación de la nueva sala.
9. Se busca la mejor distribución de equipos dentro de la sala buscando un mayor rendimiento en los procesos y tanto comodidad como seguridad en el mantenimiento de los sistemas de aire.
10. Diseño de todos los sistemas de seguridad dentro de la sala desde extintores hasta alarmas de emergencias.

11. Se instalan equipos que den una observación más detallada de presiones, válvulas, temperaturas, caudales de aire, vibraciones, ruidos de los equipos, entre otros, así como también se realiza el proceso de automatización.
12. Costo de la inversión total de la nueva sala.
13. Desarrollar el análisis de factibilidad técnica-financiera y determinar la viabilidad del proyecto.

4.5.3 Fase III: Finalización del proyecto

Para lograr el desarrollo del objetivo N° 4 que se desarrollan los planos para la presentación de la nueva sala de servicios en dos (2) y tres (3) dimensiones para presentarlos en los resultados de la investigación.

4.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se utilizan las siguientes técnicas de recolección de datos:

1. Se habla con los operarios y gerentes de mantenimiento de la planta y por medio de entrevistas realizando cuestionarios, se obtiene más información de los sistemas de servicios actuales y tener una idea más clara de la nueva configuración a realizar para la nueva sala.
2. Por medio de la observación directa se analiza más detalladamente el funcionamiento de los sistemas de servicios de la planta y la nueva área a disponer para la nueva sala de servicios.



CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Sistema de aire comprimido

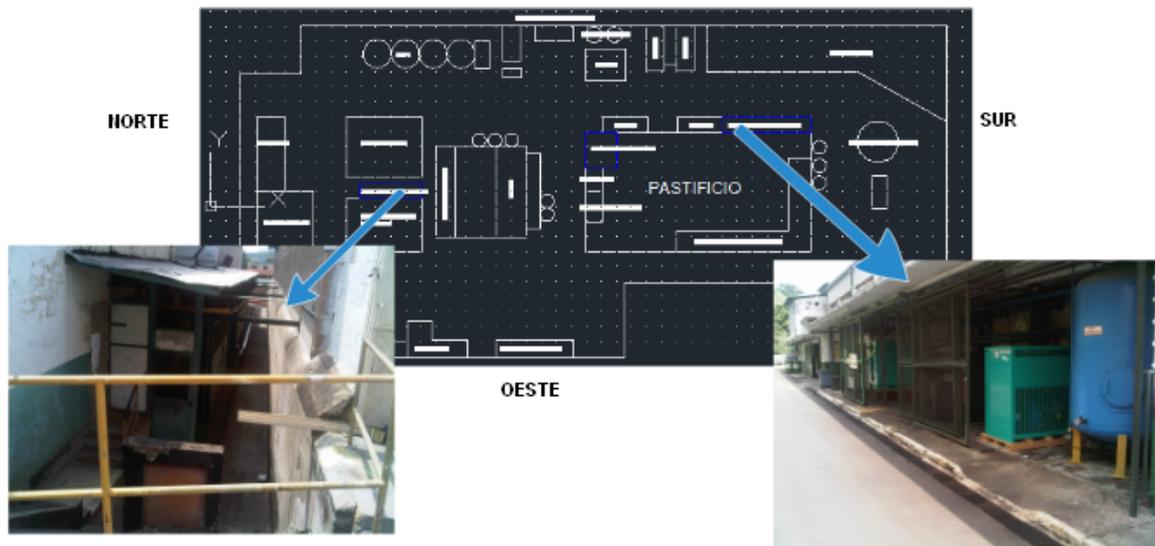


Figura # 3. Situación actual del sistema de aire comprimido

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el plano de planta de la Empresa de consumo masivo, que se presentan actualmente las salas (ubicadas en la orientación norte y sur de la edificación) para los distintos sistemas de aire comprimido.

En la parte sur se encuentra la red de aire comprimido que surte al pastificio. Se puede observar que es una sala que tiene un área de 20 metros de largo por 2 metros de ancho, con poca iluminación, con algunas rejas que se encuentran dañadas, existiendo poca distancia entre cada equipo, faltando organización entre todos los elementos,

lo cual hace difícil cualquier actividad de mantenimiento. Por otra parte, la falta de control de los equipos hace que exista gran desperdicio de energía, ya que hace trabajar a los compresores en su máxima capacidad, sin tener ningún control sobre la presión requerida.

En la orientación norte de la planta se encuentra la red de aire comprimido que surte a los molinos, dentro de una sala de 20 metros de largo por 1,5 metros de ancho aproximadamente, con poca iluminación, presentando grandes problemas para movimiento de equipos, ya que se encuentra ubicada en un nivel menor que la cota de la planta, por lo que hay que bajar y subir escaleras para cualquier trabajo y además existe una pared a la derecha de ella, que no tiene protección contra la lluvia. Existe poco espacio entre cada equipo y sus elementos de la red y al igual que la parte de pastificio presenta problemas referidos a la supervisión de los controles. Estas características afectan directamente a las labores de operación y mantenimiento que deben ejecutar.

Por otra parte, el gerente de mantenimiento ha indicado que la falta de automatización afecta directamente a la factura mensual de electricidad, lo que trae como consecuencia desperdicio de energía.

Por último en ninguna de las salas se presentan avisos de seguridad para el personal, ni tampoco luces de emergencia. Además no existen extintores ni sistemas de ventilación.

Se presenta la capacidad de los compresores y secadores del sistema de aire comprimido tanto de los molinos como del pastificio y los volúmenes de las tuberías principales del sistema de aire comprimido de la planta (*Ver anexo 3, 4, 5, 6, 7, 8*)

Distribución aire comprimido pastificio

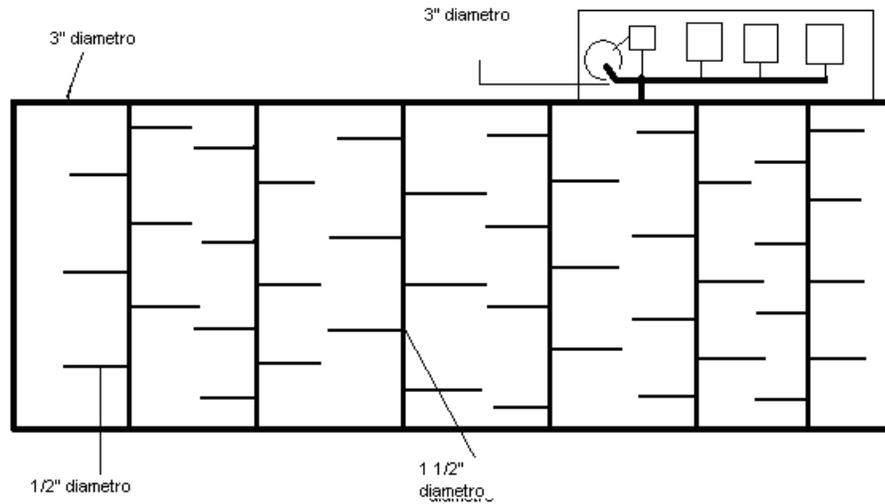


Figura # 4. Volumen total de la red de aire comprimido de pastificio

Fuente: Elaboración propia

Distribución aire comprimido del molino pequeño

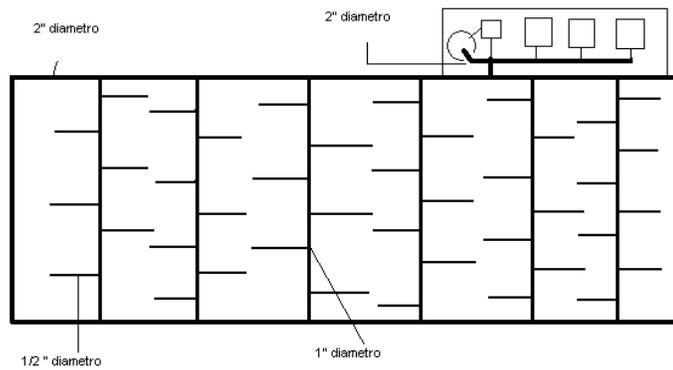


Figura # 5. Volumen total del sistema de aire comprimido del molino pequeño

Fuente: Elaboración propia

Distribución aire comprimido del molino grande

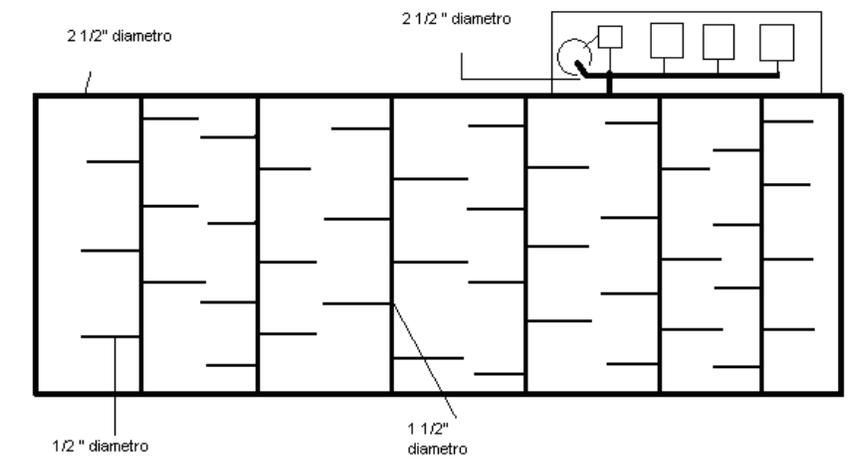


Figura # 6. Volumen total del sistema de aire comprimido del molino grande

Fuente: Elaboración propia

| Descripción | Volumen(L) |
|--|--------------|
| Volumen de aire comprimido de pastificio | 5240 |
| Volumen de aire comprimido de molino pequeño | 1950 |
| Volumen de aire comprimido de molino grande | 3810 |
| TOTAL | 11000 |

Tabla # 2. Volumen total del sistema de aire comprimido

Fuente: Elaboración propia

- De la formula # 9 se calcula el consumo de aire comprimido total de la planta :

Caudal del pastificio actual = 167 l/s

Caudal del molino pequeño actual = 62 l/s

Caudal del molino grande actual = 121 l/s

Consumo de aire total actual = 350 l/s a una presión de 7 a 8 bar aproximadamente

Revisando la factura mensual de Cargill de Venezuela, planta Catia La Mar, el costo por Kwh. es de 0,045259 Bsf. con un recargo por pasar el límite de consumo establecido por la empresa CORPOELEC, este límite no es un valor fijo y varía mensualmente según el consumo de la empresa.

| Equipo | Voltaje nominal (V) | Hp (máx.) | Potencia (Kw.) | Intensidad nominal (Amp.) | Intensidad operación (Amp.) | Voltaje operación(v) |
|----------------------------------|---------------------|-----------|----------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Compresor Ingersoll Rand SSR 75 | 440,00 | 100,00 | 75,00 | 123,00 | 117,00 | 408,40 |
| Compresor Sullivan Palatek 100UD | 440,00 | 100,00 | 75,00 | 123,00 | 118,00 | 405,30 |
| Compresor Atlas Copco - 709 PACK | 440,00 | 50,00 | 33,57 | 63,00 | 57,00 | 419,10 |
| Secador Sullivan Palatek | 220,00 | 5,00 | 3,73 | 15,00 | 10,20 | 211,40 |
| Secador Atlas Copco FD-210 | 220,00 | 5,00 | 3,73 | 15,00 | 10,30 | 209,30 |
| Compresor Atlas Copco GA 22 | 440,00 | 30,00 | 22,00 | 39,00 | 35,00 | 409,50 |
| Compresor Atlas Copco GA 75(2) | 440,00 | 100,00 | 75,00 | 123,00 | 117,00 | 408,00 |

Tabla # 3. Amperajes en operación de los equipos del sistema de aire comprimido

Fuente: Elaboración propia

Se presenta una tabla con el consumo de cada equipo del sistema de aire comprimido y gasto eléctrico mensual promedio. (Ver anexo 9).

En el pastificio actualmente se encuentran tres (3) compresores de los cuales está funcionando el Sullivan Palatek para cumplir la demanda y de los otros dos (2) el GA 709 E-PACK se encuentra dañado y el Ingersoll Rand se encuentra de reserva.

En la zona de molinos, se encuentran tres (3) compresores de los cuales el GA-22 funciona con el molino pequeño, el GA-75 con el molino grande y el otro está en reparación.

Actualmente en promedio anual de gasto eléctrico por concepto de aire comprimido de la planta es de aproximadamente 71.534,64Bsf.

Gastos por mantenimiento del sistema de aire comprimido

COMPRESORES American Dry C.A.
RIF.: J-29961772-5

CONTRIBUYENTE ORDINARIO
FORMA LIBRE
No. DE CONTROL
00 - 000261

Venta, Servicio, Alquiler y Repuestos de todo tipo de Compresores y Secadores para Aire Comprimido

OFICINA PRINCIPAL: Carrera 28 entre Av. Andrés Bello y Calle 23 - Quinta Villa Zulia - Piso 1 / Barquisimeto Edo. Lara.
SUCURSAL PLANTA: Zona Industrial II Calle A-2 entre Carreteras A1 y A2 / Barquisimeto Edo. Lara.
TELÉFONOS: (0251) 232.26.38 - 232.67.13 - 233.82.90. Celulares: (0416) 650.08.68 - 680.05.95 / (0414) 255.57.86 - 536.82.41
e-mail: americandryca@cantv.net - compresoramericandry@cantv.net Página Web: www.compresoresamericandry.net.

Cliente: Cargill de Venezuela, S.R.L.
RIF : J- 07032176-8
Dirección: Avenida Francisco de Miranda, Edificio Parque Cristal Torre Oeste, Piso 8. Caracas - Venezuela.

DOCUMENTO
Factura

| FECHA DE EMISION | NUMERO |
|------------------|--------|
| 01-08-2011 | 000261 |

| VENDEDOR | NOTA DE ENTREGA | FECHA | ORDEN DE COMPRA | CONDICIONES DE PAGO | VENCIMIENTO |
|-------------|-----------------|------------|-----------------|---------------------|-------------|
| A. Martinez | S/N | 01-08-2010 | 22041426 | Credito | 01-09-2011 |

| CANTIDAD | NUMERO PARTE | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | MONTO TOTAL |
|----------|--------------|---|-----------------|-------------|
| 01 | | Out Sourcing en el Sistema de Aire Comprimido Correspondiente al Mes de Julio del 2011. | 19.800,00 | 19.800,00 |

04 AGO 2011
Planta Cede La Jara
PROCESADO

BASE IMPONIBLE 19.800,00
Exonerado / Exento Bs. 00,00
IVA 12 % SOBREIMP 2.376,00

22.176 Bsf.

Figura # 7 .Costo de mantenimiento mensual actual de sistema de aire comprimido

Fuente: Cargill de Venezuela

| Descripción | Cantidad (Bsf.) |
|--|-------------------|
| Mantenimiento anual del sistema de aire comprimido | 266.112,00 |
| Gasto en promedio anual de electricidad del sistema de aire comprimido | 71.888,00 |
| GASTOS ANUALES GENERALES TOTALES ACTUALES POR CONCEPTO DE AIRE COMPRIMIDO | 338.000,00 |

Tabla # 4. Gasto anual del sistema de aire comprimido

Fuente: Elaboración propia

5.2 Sistema de vacío

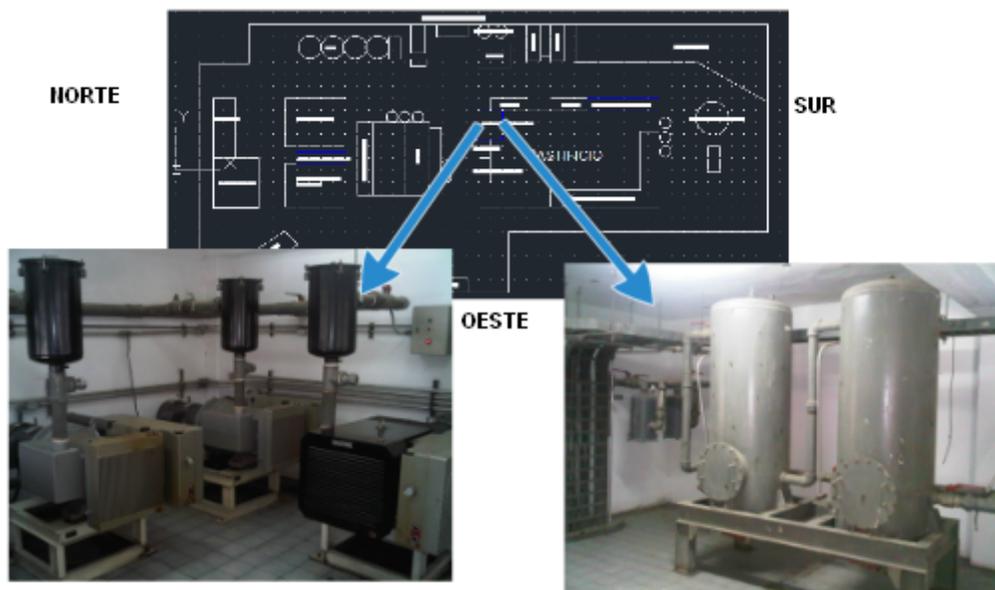


Figura # 8. Situación actual del sistema de vacío

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el plano de planta de la figura # 2 que la sala de bombas de vacío está ubicada en la parte central de ella, dentro del pastificio y en un piso superior que las salas de los operarios.

La sala actual de bombas de vacío presenta dos cuartos, en el primero están ubicadas las bombas y en el otro los tanques de decantación. El espacio entre las bombas es mínimo, las tuberías no están señalizadas ni cumplen con el código de colores indicados por las normas, la temperatura en la sala es muy alta, presenta buena iluminación, el cableado dentro de las cajas de potencia esta desorganizado, no hay ningún tipo de sistema de emergencia o de seguridad en la sala, por lo que cualquier persona puede sufrir las consecuencias de accidentes o lesiones. El acceso a esta sala no está restringido por lo que cualquier persona no autorizada puede entrar. Por otra parte, al igual que la red de aire comprimido, hay poca tecnología involucrada con lo que se presentan desperdicios de energía considerable y fallas en los controladores de la red de aire.

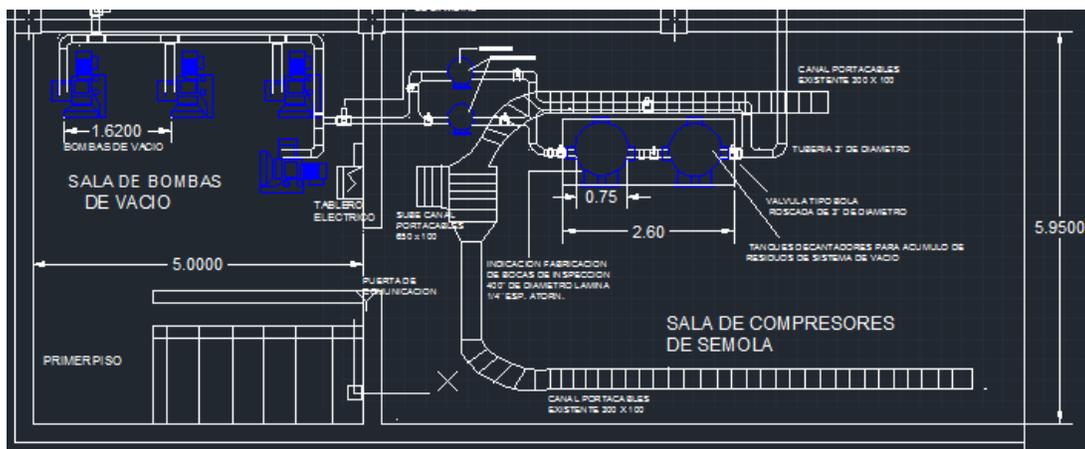


Figura # 9. Vista de planta de la sala de bombas de vacío actual

Fuente: Elaboración propia

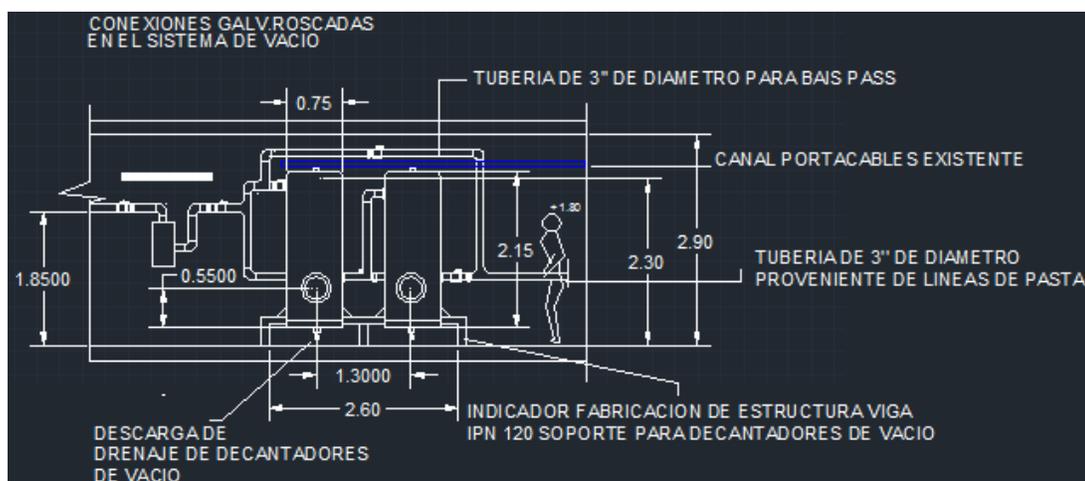


Figura # 10. Vista lateral de los tanques de decantación de la sala de bombas de vacío

Fuente: Elaboración propia

En el pastificio se revisa en la salas de los operarios los paneles de control para observar los flujos máxicos de cada mezcladora y batidora en las líneas de producción, y con el proceso de vacío se extrae el 20% de la humedad de la masa.

Se presenta una tabla con el volumen de extracción total en m^3/s para determinar la demanda total del sistema de vacío (*Ver anexo 10*).

La demanda total de extracción de aire de las cuatro (4) líneas de producción es de 1300 m^3/h .

| Equipo | Voltaje nominal (V) | Hp (máx.) | Potencia (Kw.) | Intensidad nominal (Amp.) | Intensidad operación (Amp.) | Voltaje operación(v) |
|--------------------|---------------------|-----------|----------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Bombas de vacío(4) | 440,00 | 20,00 | 14,92 | 26,00 | 22,00 | 413,50 |

Tabla # 5. Amperajes en operación de las bombas de vacío

Fuente: Elaboración propia

| Consumo/Costo | Cantidad |
|---------------------------------|----------|
| Consumo Mensual (Kwh./mensual) | 11587,20 |
| Costo (Bsf./mes): | 624,00 |

Tabla # 6. Gasto mensual energético de cada bomba de vacío

Fuente: Elaboración propia

Para cumplir con la demanda el sistema de vacío tiene dos (2) bombas trabajando continuamente y dos (2) bombas de reserva

Anualmente se cancelan por concepto de vacío aproximadamente la cantidad de 15.000,00 Bsf.

En la planta no fueron suministrados los recibos por costo de mantenimiento del sistema de vacío, por lo que se observa el gasto del aire comprimido y se calcula el precio unitario por hp más el costo del mantenimiento de todos los accesorios:

Precio unitario por HP = 22176 Bsf / 490 hp del sistema de aire comprimido = 45,25 Bsf / Hp, adicionando el costo por mantenimiento de todos los accesorios. Por lo que:

Costo de mantenimiento anual de vacío = 45, 25 Bsf/Hp x 80 hp = (3620 Bsf + costo por mantenimiento de accesorios) x 12 = 78.000 Bsf aproximadamente.

| Descripción | Cantidad (Bsf.) |
|--|------------------|
| Mantenimiento anual del sistema de vacío | 78.000,00 |
| Gasto en promedio anual de electricidad del sistema de aire comprimido | 15.000,00 |
| GASTOS ANUALES GENERALES TOTALES ACTUALES POR CONCEPTO DE VACIO | 93.000,00 |

Tabla # 7. Gasto anual del sistema de vacío

Fuente: Elaboración propia



| Descripción | Cantidad (Bsf.) |
|--|-------------------|
| Gastos anuales por concepto de aire comprimido | 338.000,00 |
| Gastos anuales por concepto de vacío | 93.000,00 |
| GASTOS ANUALES GENERALES | 431.000,00 |

Tabla # 8. Gasto anual de los sistemas de servicios actuales

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO VI: LA PROPUESTA

6.1 *Objeto de la propuesta*

Se desea proyectar la instalación de una sala de compresores y bombas de vacío dedicada al suministro de aire comprimido para uso de aire de instrumentos, y a la extracción de aire en las mezcladoras y batidoras de las líneas de producción.

Se pretende que la producción de aire comprimido sea capaz de alimentar todos los útiles necesarios para el pastificio y los molinos y que las bombas de vacío extraigan todo el aire posible de las mezcladoras para así elaborar una pasta de mayor calidad. Para ello se desea construir una instalación moderna, eficiente y fiable.

6.2 *Descripción general y alcances de la instalación*

La instalación está dimensionada para una operación y mantenimiento cómodo de los equipos con la mayor tecnología posible, cubriendo las demandas máximas de aire tanto de extracción como de suministro de aire comprimido.

6.3 *Traslado de los equipos*

- *Desmontaje y desconexión:*
 1. Desconexión de la parte eléctrica de fuerza y control de los equipos.
 2. Desconexión de tuberías de aire incluyendo válvulas y filtros de línea.
 3. Desmontaje de los ductos de succión de los compresores.
 4. Desmontaje de los pernos de anclajes de los equipos.

- *Traslado:*
 1. Levantamiento en sitio de los equipos con montacargas.
 2. Traslado con el montacargas al nuevo espacio delimitado para la sala de servicios.

- *Montaje:*
 1. Colocación en sus bases de concreto de los compresores y las bombas de vacío.
 2. Anclaje con los pernos situados en las bases de concreto de los equipos.
 3. Conexión de tuberías de aire incluyendo válvulas y filtros de líneas.
 4. Conexión de la parte eléctrica (fuerza y control).
 5. Pruebas y puesta en marcha de los sistemas de los servicios.

6.4 Diseño de la nueva sala

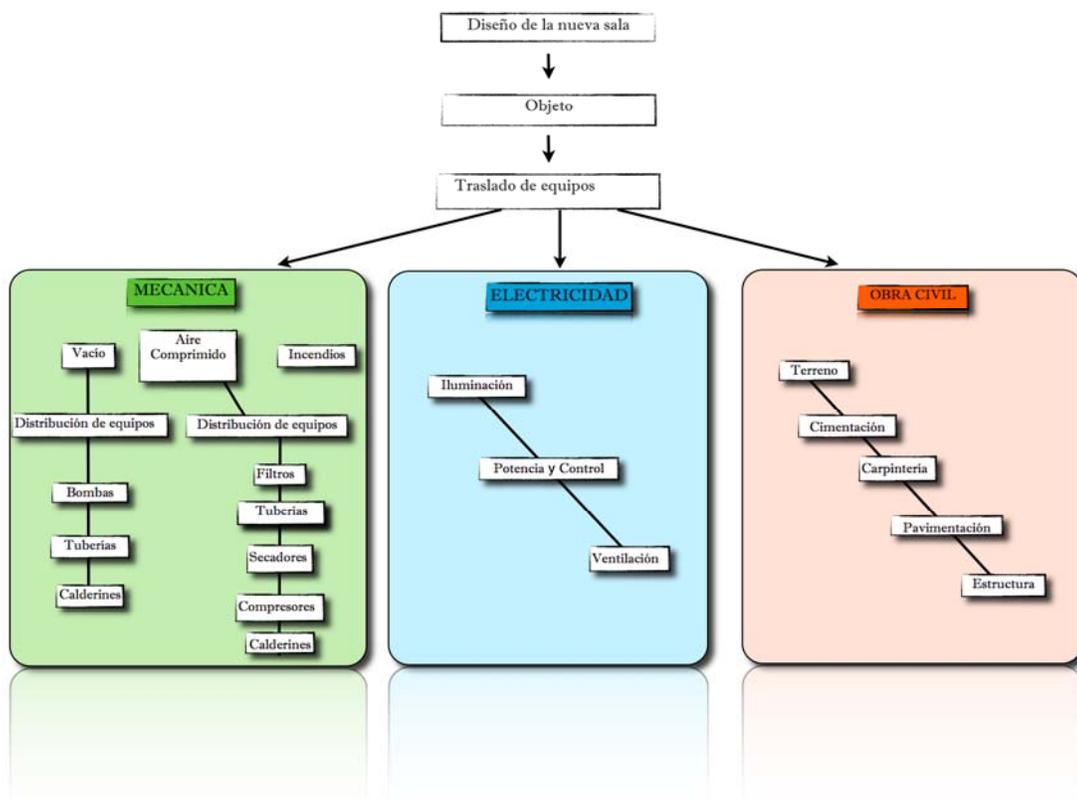


Figura # 10. Esquema de instalaciones, servicios y obra civil

Fuente: Elaboración propia

6.4.1 Mecánica

6.4.1.1 Sistema de vacío

6.4.1.1.1 Distribución de equipos

Bombas de vacío (Ver anexo 11)

1. Bomba de vacío # 1
2. Bomba de vacío # 2
3. Bomba de vacío # 3
4. Bomba de vacío # 4

Tanques de decantación (Ver anexo 12)

Tableros eléctricos (Ver anexo 13)

Tuberías

Las tuberías en el sistema de vacío salen de las mezcladoras y batidoras en las líneas de producción, pasan por los tanques de decantación, después por los acumuladores de vacío y por último están conectadas a las bombas de vacío de donde descargan el aire extraído a la atmosfera.

Para la visualización de la presión real de trabajo y caudales se colocan en las tuberías controladores y manómetros, para observar todos los datos “just in time “reales del sistema y así delimitar los problemas con mucha mayor facilidad.

El sistema de vacío está ubicado casi en la misma posición que en la actualidad por lo que las características de la tuberías son las mismas y las perdidas en ellas siguen siendo despreciables.

A continuación se presentan las características de la tubería a utilizar en le sistema de vacío:

| GAS NAT,AIRE Y OTROS | | |
|----------------------|--------------------------|----------|
| FLUIDO | GAS | |
| PRESION (KG/CM2) | 1 | |
| CAUDAL(NM3/H) | 1500 | |
| TEMPERATURA(GR C) | 35 | |
| VELOCIDAD(M/S) | 100 | |
| DIAM INTER CALC(MM) | 55,1473232 | |
| DIAM;SCH ADOPTADO | 2 1/2"SCH40 | |
| DIAM INT ADOP(MM)(1) | 63 | |
| ESPESOR(MM) | 5,16 | |
| VELOCID | | |
| RECAL(M/S)(1) | 76,6245214 | |
| | PRESION MAXIMA SOPORTADA | |
| | SA 106 /SA 53 (KG/CM2) | |
| | GRADO A | GRADO B |
| | 68,6 | 85,4 |
| | | TEMP MAX |
| | | 343 GR C |

Tabla # 9.Tubería principal seleccionada para sistema de vacío

Fuente: Elaboración propia

6.4.1.2 Sistema de aire comprimido

6.4.1.2.1 Distribución de equipos

Compresores (Ver anexos 14, 15, 16, 17,18)

1. Compresor Atlas Copco GA 709
2. Compresor Ingersoll Rand SSR-EP75
3. Compresor Atlas Copco GA 22
4. Compresores Atlas Copco GA 75
5. Sullivan Palatek

Tanques de decantación (Ver anexo 19, 20)

Secador (Ver anexo 21, 22)

- Secador Sullivan Palatek

- Secador Atlas Copco FD 210

Filtro Atlas Copco

Tableros eléctricos

- Breaker principal

Se presenta una tabla con la distribución de áreas en la nueva sala de servicios (Ver anexo 24)

Tuberías

Las tuberías en el sistema de aire comprimido están conectadas a los compresores, todas van a una tubería en común la cual se dirige al tanque de decantación, de allí se conectan con los secadores y por ultimo salen de los secadores al lugar de trabajo recorriendo una distancia aproximada total de 50 m a los sitios de trabajo de los molinos y el pastificio, por lo que el nuevo volumen de aire debido a la nueva colocación de los sistemas de servicios será el siguiente (ver anexo 25, 26,27).

| Descripción | Cantidad (l) |
|---|--------------|
| Volumen total del sistema de aire comprimido de pastificio para la nueva sala | 6870 |
| Volumen total del sistema de aire comprimido de molino pequeño para la nueva sala | 2027 |
| Volumen total del sistema de aire comprimido de molino grande para la nueva sala | 3938 |
| Volumen de la tubería principal del sistema de aire comprimido de 6". | 547 |
| TOTAL | 13382 |

Tabla # 10.Volumen de aire del sistema de aire comprimido de la nueva de servicios

Fuente: Elaboración propia

De la formula # 8 se calculan los nuevos caudales para la nueva ubicación del sistema de aire comprimido en la nueva sala:

Caudal pastificio= 219,8 l/s

Caudal molino pequeño= 64,8 l/s

Caudal molino grande= 126,0 l/s

Caudal tubería principal= 17, 5 l/s

El nuevo caudal propuesto para la nueva sala es: 428,5 l/s = 1695 Nm³/h

| GAS NAT,AIRE Y OTROS | | |
|--|-------------------|-----------------------------|
| FLUIDO | GAS | |
| PRESION (KG/CM2) | 8 | |
| CAUDAL(NM3/H) | 1695 | |
| TEMPERATURA(GR C) | 35 | |
| VELOCIDAD(M/S) | 7 | |
| DIAM INTER CALC(MM) | 105,115636 | |
| DIAM;SCH ADOPTADO | 6"SCH40 | |
| DIAM INT ADOP(MM)(1) | 154 | |
| ESPEJOR(MM) | 7,11 | |
| VELOCID RECAL(M/S)(1) | 3,26130371 | |
| PRESION MAXIMA SOPORTADA SA 106 /SA 53 (KG/CM2) | | |
| | GRADO A | GRADO B |
| | 46,9 | 58,8 |
| | | TEMP MAX 343 GR C |

Tabla # 11.Tubería principal seleccionada para sistema de aire comprimido

Fuente: Elaboración propia

Se apoyan sobre unas barras de acero empotradas en la pared para evitar vibraciones a una altura aproximada de 2,00 m.

Para la visualización de la presión real de trabajo y caudales se colocan en las tuberías controladores y manómetros, para observar todos los datos “just in time “reales del sistema y así delimitar los problemas con mucha mayor facilidad y también se colocan todos los accesorios del sistema como diez (10) válvulas de seguridad tipo bola una en cada equipo del sistema de aire comprimido y en los tanques de decantación, además de accesorios como codos dependiendo el direccionamiento que se le da a la tubería.

Las tuberías tanto del sistema de vacío como del aire comprimido se colocan con un 1 % de inclinación para que los condensados bajen, se descarguen y no queden en el interior de ellas obstruyendo el paso de aire.

6.5 Protección contra incendios

Se proyecta el edificio para su adecuada protección pasiva contra incendios según uso a que se destina, así como la instalación completa para protección activa contra incendios, compuesta por la central de alarma, pulsadores y sirenas de emergencia, extintores portátiles, rociadores y luces de emergencia

6.5.1 Determinación de los requerimientos del sistema

El área a ser protegida y todos los requerimientos de agua de protección contra incendio deben ser determinados antes de comenzar los cálculos.

Los requerimientos de agua de protección contra incendio son: el agua necesaria para lograr la densidad del sistema de rociadores, mangueras y/o hidrantes, y otros requerimientos que disponga una norma.

6.5.2 Densidad y Área de diseño

La densidad es un parámetro que representa el caudal descargado por un sistema de extinción por unidad de área. Según la norma COVENIN 1330-1997 usualmente, su valor fluctúa entre (4.1 l / min. / m²) y (24.6 l / min. /m²). Por lo que se toma un valor medio de 12 l / min., para la nueva sala se necesitan: Caudal = 12 l /min. /m² x 260 m²= 3120 l /min (Ver anexo 28).



Por lo que la tubería principal conectada a la bomba de agua contra incendios es de:

| AGUA O LIQUIDOS | | | |
|----------------------|--------------------------|---------|----------|
| FLUIDO | AGUA | | |
| CAUDAL(M3/H) | 198,6 | | |
| VELOCIDAD(M/S) | 3 | | |
| DIAM INTER CALC(MM) | 152,963159 | | |
| DIAM;SCH ADOPTADO | 6"SCH40 | | |
| DIAM INT ADOP(MM)(1) | 154 | | |
| ESPEJOR(MM) | 7,11 | | |
| VELOCID | | | |
| RECAL(M/S)(1) | 2,95973959 | | |
| | PRESION MAXIMA SOPORTADA | | |
| | SA 106 /SA 53 | | |
| | (KG/CM2) | | |
| | GRADO A | GRADO B | TEMP MAX |
| | 46,9 | 58,8 | 343 GR C |

Tabla # 12.Tubería principal seleccionada para sistema contra incendios

Fuente: Elaboración propia

De la formula # 7 se calculan las pérdidas en la tubería:

Perdidas por fricción = 2,44 x E-7 PSI/ ft.

No existen pérdidas considerables en las tuberías por fricción.

6.5.3 Requerimiento de presión en el rociador más lejano

Las normas nos dan los criterios a utilizarse en el momento de realizar el esquema de los rociadores dentro de los que tenemos:

- El caudal de alimentación mínimo es de 68 litros/ min.
- Área máxima protegida por un rociador es de 13.4m²

Por lo que se instalan: $260 \text{ m}^2 / 13,4 \text{ m}^2 = 20$ rociadores; con una distancia máxima entre rociadores de 3,7 m y distancia a paredes de 1,8 m.

6.5.4 Mangueras

Según la norma NFPA los sistemas de clase I, tienen conexiones para mangueras de 2½"(64 mm.) en determinados lugares de la nueva sala con el fin de facilitar una total intervención contra incendios. Estos sistemas están proyectados para ser utilizados por los bomberos.

6.5.5 Selección de materiales

Se instalan tuberías de hierro galvanizado, porque es un material que no se oxida, da uniformidad en el interior de la tubería y reduce la caída de presión.

6.5.6 Selección de las Bombas

De la formula # 10 se calculan los hp de la bomba contra incendios y su motor:

- Hp de la bomba = $(55,16 \times 4) / 76 * 0,65 = 4,46$ hp.
- Motor de la bomba= $4,46 \times 1,15 = 5, 12$ Hp = 5 hp.

Se necesitan dos bombas, una principal de 5 hp con un caudal aproximado de 3310 litros/minuto y otra auxiliar o también llamada jockey, para mantener los niveles de presión, de 1 hp según la norma NFPA 20 del sistema contra incendios.

6.5.7 Selección de accesorios para el sistema contra incendios

Los accesorios son indispensables dentro del sistema, debido a la necesidad de usar una válvula principal con tornillo sobresalido para que de esta manera se aprecie que está abierto el suministro, llevar el control del caudal con un sensor de flujo, utilizar medidores de presión a la entrada y salida de la bomba como los manómetros para los puntos críticos donde la presión debe ser controlada, utilizar una placa anti vórtice la que evita que se forme turbulencia a la entrada de la bomba para evitar que se generen remolinos que eviten la formación de burbujas que produzcan a su vez cavitación en el sistema.

Además se instalan un extintor a base de dióxido de carbono de 10 Kg. por cada 15 m de recorrido real y uno en el exterior lo más próximo al acceso de la sala.

Es necesario estar capacitando a los trabajadores continuamente e implementando todas las medidas de prevención y control que se exigen para que los incendios no ocasionen grandes pérdidas ya sean a las personas, materiales y equipos.

6.6 Electricidad

6.6.1 Potencia y control

Se alimentan los equipos eléctricos desde dos armarios, uno de potencia y otro de control.

El armario de potencia alimenta los equipos compresores, los secadores y las bombas, mientras que desde el otro cuadro se alimentan los controladores y el alumbrado interior incluyendo el de emergencia si es necesario.

Cada uno de los armarios se alimenta de forma independiente, de tal manera que si el interruptor general del cuadro de alimentación abre, no deje sin el control primario ni el alumbrado necesario para hacer las posibles sustituciones, reparaciones o mantenimiento.

Se dejaran conexiones R, S, T, N y tierra para conexión de los equipos trifásicos, y F, N y tierra para conexión de los equipos monofásicos. Se proporciona la información necesaria para realizar las protecciones utilizadas y los rangos para poder asegurar la selectividad de la planta.

Para llegar a las conexiones de los equipos y el alumbrado los cables se llevaran mediante bandeja galvanizada en caliente que se dispondrá por la parte superior de la instalación.

Se presentan los amperios de cada equipo para realizar el cálculo de los interruptores (*Ver tabla # 4 pagina 44, # 6 pagina 48*).

La alimentación de todos los elementos eléctricos de la sala se hace a través de cuadros de alimentación.

Cuadro de potencia:

Desde este cuadro se alimentan eléctricamente los siguientes equipos:

1. Los compresores y secadores con una tensión de alimentación trifásica 440V/3f/60Hz, proveniente de las fases R, S, T.
2. Las bombas de vacío con una tensión de alimentación trifásica 440V/3f/60Hz.

Interruptor automático principal (I.A.P) en la caja de potencia de bombas, compresores y secadores

De la formula # 6:

$$IAP = (117 + 118 + 35 + 22 + 22 + 10,2 + 6,1) \times 1,25 = 412,8 \text{ amperios, aproximado a } 500 \text{ amperios.}$$

El interruptor automático principal es de 3 polos 500 amperios, para la caja de potencia de los compresores, secadores y bombas de vacío.

Cuadro de control y alumbrado:

Desde este cuadro se alimentan eléctricamente los siguientes equipos:

2. Compuestos por fluorescentes de alimentación 220V/1f/60Hz, provenientes de la fase F, N.
3. Alumbrado de emergencia con alimentación a 220V/1f/60Hz.
4. Controladores a 220V/1f/60Hz provenientes de la fase F, N.

Interruptor automático principal (I.A.P) en la caja de iluminación

De la formula # 6:

$$IAP = 16 \times 1,25 = 20 \text{ Amperios}$$

El interruptor automático principal es de 20 amperios para la caja de potencia del alumbrado de emergencia, la iluminación y los controladores.

Cada caja de potencia está constituida por los siguientes elementos (*Ver anexo 24*)

Cumpliendo con el Código Eléctrico Nacional, el cableado está constituido por conductores unipolares de cobre del tipo THW los cuales son usados especialmente en instalaciones eléctricas tanto residenciales como para instalaciones en sitios abrasivos o contaminados con aceite, grasas, gasolina y otras sustancias químicas. Este tipo de conductores son diseñados para una tensión de operación hasta 600 V.

Se presenta la información detallada de los conductores por cada equipo instalado en sistema monofásico (F+N+T) o trifásico (3F+N+T) según sea el receptor (*Ver anexo 29*).

Los conductores de la instalación son fáciles de identificar, por lo que respecta al neutro y al conductor de protección. Esta identificación se presenta por colores en sus aislamientos. Según el Código Eléctrico Nacional Covenin 200:1999, cuando haya un conductor neutro en la instalación se identificara con el color azul claro y cuando haya uno de protección se identificara con el color verde-amarillo (*ver anexo 30*).

En el caso de la tensión monofásica, el cable de fase es identificado como marrón o gris, mientras que el neutro se identificara con el azul claro. El cable de protección seguirá siendo verde-amarillo.

Se deja en cada armario una toma de conexión a tierra para conectar a la red de tierra de la planta. Esta toma de tierra está conectada a los equipos y es común para cada uno de ellos.

6.6.2 Ventilación

La sala de máquina necesita ventilación para no permitir una elevada temperatura, dado que a mayor temperatura menor cantidad de oxígeno disponible para la combustión. Todos los motores irradian calor, más aquellos que no poseen un sistema de refrigeración de los

múltiples de escape; por tanto, el calor irradiado debe ser disipado por una ventilación generosa.

Los motores de los compresores y las bombas de vacío están probados a una determinada temperatura y se establecen determinados parámetros de funcionamiento: si incrementamos la temperatura del aire que ingresa al motor disminuye la potencia, que irá en proporción a ese aumento.

En consecuencia la correcta ventilación de la sala de máquinas es importante a fin que cada motor tenga el aire que necesita y a su vez se mantenga la sala aireada.

La ventilación en la sala nos va a permitir controlar el calor y la toxicidad del aire dentro de la sala de máquinas.

Según la norma DIN 1946 y la norma Sanitaria Nacional Gaceta Oficial 4044 se recomienda tener en la sala de servicios de 10 a 40 renovaciones de aire por hora por lo cual, se toma un valor medio de 25 renovaciones por hora:

$$\text{Volumen de la sala} = 261 \text{ m}^2 \times 3,5 \text{ m} = 913,5 \text{ m}^3 / \text{s}$$

El caudal necesario será: $913,5 \text{ m}^3 \times 25 \text{ renovaciones/h} = 22837,5 \text{ m}^3 / \text{h}$, por lo tanto la nueva sala de servicios necesita un extractor con los siguientes datos técnicos (*Ver anexo 31*).

Se colocan 2 extractores de caudal máximo de $12.117 \text{ m}^3/\text{h}$, un nivel sonoro aproximado de 54 decibeles, un peso de 48 Kg.

La colocación de conductos de ventilación puede eliminar una parte del calor irradiado por los equipos y minimiza los costos de equipos para la extracción del calor de la sala.

Alternativa I:

El aire para la ventilación de la sala circula a través de los bloques de ventilación, el calor sale por los extractores y los equipos no presentan ningún tipo de ducto de ventilación. No se presenta inyección de aire mecánica (*Ver anexo 32*).

Alternativa II:

Los compresores presentan tanto ducto en la entrada de aire como para la ventilación, el calor en la sala es mucho más bajo comparado con la alternativa I, se puede observar únicamente un extractor en la sala por la presencia de los ductos de ventilación de los compresores (*Ver anexo 32*).

6.6.3 Iluminación de la sala

Se adoptan lámparas fluorescentes fabricadas en poliéster liviano a prueba de polvo y humedad de alta resistencia a la corrosión debido a su bajo consumo, larga vida útil y que reproducen perfectamente todas las tonalidades de luz requeridas en cada recinto.

El nivel de iluminación medio en servicio de la Sala es, como mínimo, de 200 lux, por lo tanto el flujo luminoso:

De la formula # 2:

$$Q_t = (200 \times 261) / (0,5 \times 0,85) = 122823,52 \text{ Lúmenes}$$

Según las especificaciones técnicas, las lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso en promedio de 70 lúmenes por wattio por lo que:

De la formula # 3:

$$n = 122823,52 / (70 \times 40) = 44 \text{ lámparas}$$

EL número total de lámparas que se calculan es de 44 por lo tanto:

$$\text{El numero de luminarias totales es de: } 44 / 4 = 12 \text{ Luminarias}$$

(*Ver anexo 33*).

6.6.3.1 Iluminación de emergencia

Se instalan luces de emergencia que duran hasta 8 horas, se cargan con luz natural o artificial lo cual al cortarse la luz ya están listos para indicar la vía de escape.

La instalación y el diseño de las lámparas de emergencia se van a regir según el código COVENIN 1472:2000. (Ver anexo 34).

6.6.4 Tableros de Distribución.

Según el Código Eléctrico Nacional norma 408.5, la ubicación de los tableros que tengan alguna parte activa descubierta serán ubicados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados por personal competente y sólo sean accesibles a personal calificado. Los tableros serán ubicados en forma tal que se reduzca al mínimo la probabilidad de daños por equipos o procesos.

6.7 Obra civil

6.7.1 Estudio del terreno

Previamente al inicio de la obra civil se debe realizar un estudio Geológico- Geotécnico del espacio donde se ubica la instalación. El estudio lo deben realizar especialistas en el área civil, por lo que hay que subcontratar una empresa encargada de este tipo de proyectos.

El movimiento de tierras del espacio delimitado se debe ejecutar de tal forma de que el terreno resulte prácticamente plano. Las pequeñas pendientes realizadas deberán respetarse y señalizarse para facilitar la pavimentación. Este trabajo se debe realizar con maquinaria pesada, se debe subcontratar a una empresa especializada en el ramo.

6.7.2 Cimentación

Se requiere evaluar las siguientes características del terreno y estructurales a través de un ingeniero civil para saber que tipo de cimentación que conviene en el proyecto:

- Profundidad del estrato resistente.
- Nivel freático y sus variaciones.
- Capacidad de asentamiento del estrato de apoyo.



- Cota de socavaciones debidas a corrientes subterráneas.
- Cargas transmitidas, su valor y características.
- Capacidad de asiento diferencial: capacidad de desplazamiento vertical relativo de un pilar antes de provocar la rotura por flexión de los dinteles
- Influencia de las estructuras próximas
- Los cimientos tienen la función de transmitir en forma repartida las cargas de la casa de fuerza al terreno.
- La estructura proporciona esfuerzos, de compresión o tracción hasta las bases, y se deben distribuir en forma pareja para que no originen tensiones mayores de la que puede soportar.
- El coeficiente de seguridad que se aplica, debe considerar probables diferencias en la predeterminación de su capacidad portante.
- Como los cimientos están solicitados a esfuerzos de compresión y también de tracción, efectos de fricción y de adherencia al suelo; es conveniente que estén solicitados por una carga centrada.

Se recomienda realizar la cimentación en capas superficiales de hormigón de 3 metros de profundidad por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de una construcción de importancia secundaria y relativamente liviana. La carga se reparte en un plano de apoyo horizontal repartiendo la fuerza que le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas.

Debe considerarse como posible que en un mismo lugar se encuentren distintos tipos de terreno para una misma edificación; esto puede provocar asientos diferenciales peligrosos aunque los valores de los asientos totales den como admisibles.



6.7.3 Carpintería

Puertas de acceso con aberturas de 2,75 metros de ancho x 3 metros de alto para fácil acceso de los montacargas. Se instalarán rejillas de ventilación en cada una de las fachadas a fin de refrigerar los equipos. Antes de colocar la rejilla se coloca un pre-marco con las dimensiones necesarias que se adapten a la misma.

6.7.4 Pavimentación

El piso se diseña de concreto que resiste 250 Kg. / cm² (mezcla de cemento, arena y agua) con fibras metálicas que permiten eliminar la colocación de acero logrando un pavimento de rápida, fácil ejecución y más resistente de un espesor de 0,20 m para colocar anclajes y un área total a recubrir de 280 m², con inclinación para desagües y cualquier canal debe estar tapado con rejillas metálicas removibles.

6.7.5 Estructura

En la estructura se analizan longitudes y propiedades geométricas de los elementos estructurales, fuerzas sobre la estructura, el tipo de material, y sus propiedades elásticas.

En la nueva sala se construye una estructura con vigas de dimensiones 20 cm de ancho y 40 cm de alto de riostra reforzadas con acero (cabillas) y una carga admisible 3,00 toneladas, columnas de 3,5 m de alto con una sección transversal de 30 cm x 30 cm y una carga admisible de 15,00 toneladas, equidistantes una de otra y se realiza doble pared con espesor de 20 cm cada una, para la absorción de ruidos con bloques de cemento, frisado y por último la pintura.

EL techo de la nueva sala es plano, con inclinaciones hacia los desagües y recubierto de manto asfáltico para impermeabilizarlo y se dejan huecos respectivos para los ductos de las entradas de aire de los compresores.

6.8 Automatización

Entre un 20% y un 60% de la energía que se emplea para mantener en funcionamiento los sistemas de aire comprimido se desaprovecha. Por lo que el PLC puede controlar:

1. El nº de horas de funcionamiento de cada compresor y bombas de vacío para que el desgaste sea uniforme
2. Demanda y consumo de aire comprimido y vacío “ just in time “
3. Presión de las bombas de vacío
4. Presión de aire comprimido
5. Vibraciones de los equipos
6. Ruido de los equipos
7. Temperatura de los sistemas de servicios
8. Defectos detectados sobre los equipos.
9. Presión de los acumuladores de aire.
10. Caudal de suministro y extracción de aire
11. Iluminación de la sala
12. Sistema contra incendios

Por medio de un PLC se puede controlar la temperatura, la demanda de 430 l/s de aire comprimido a una presión de 7 a 8 bar, y la extracción de aire 370 l/s a una presión de 1 bar colocando flujómetros y manómetros en las tuberías principales de los sistemas de servicios, contribuyendo a:

1. Reducir los costes de operaciones y de energía
2. Activar los equipos de reserva sucesivamente durante los períodos de mayor demanda y sólo cuando se necesitan.
3. Seleccionar la combinación de compresores y bombas de vacío más eficaz en función de la energía consumida y la demanda de aire comprimido y de extracción de aire.

4. Minimizar la energía desaprovechada.
5. Gestionar el sistema de aire comprimido y vacío en relación a la mínima presión requerida sin comprometer la fiabilidad del suministro de aire.

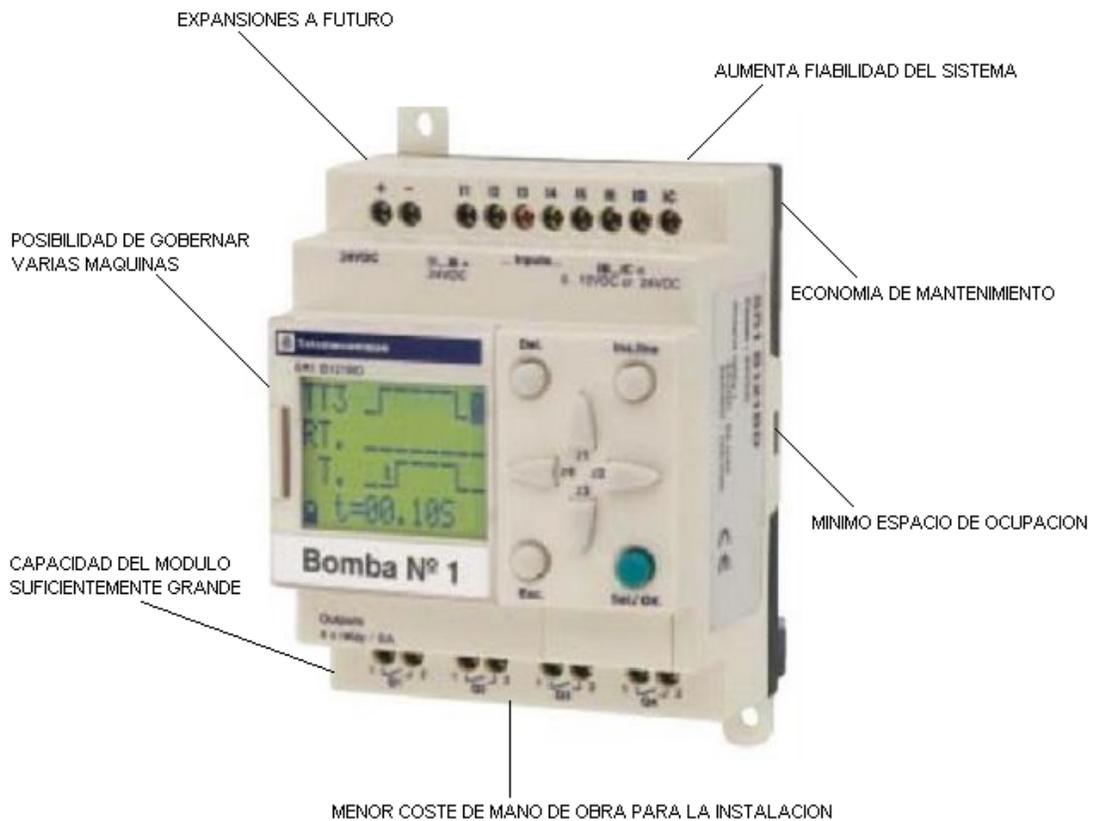


Figura # 11. Ventajas de un PLC

Fuente: Elaboración propia

6.9 Estudio de Factibilidad

6.9.1 Estudio técnico

6.9.1.1. Localización de la nueva sala

La nueva sala para los sistemas de servicios se diseña ubicada cerca de las fuentes existentes de electricidad y agua, específicamente entre la zona del pastificio y los molinos en un espacio de terreno que no se está utilizando actualmente, cerca al patio de los chillers existentes.

El área para construcción que se requiere para la nueva sala es de aproximadamente 260 metros cuadrados.

El terreno actualmente se compone por pisos en parte de tierra con piedra y por otra parte de cemento. No existen árboles ni otro tipo de matorrales. El espacio es completamente liso y a nivel exceptuando por las partes de relleno con cemento que tienen un sobrepiso aproximadamente 10 cm del suelo (*Ver anexo 35*).

Por otra parte se analizan las pérdidas en las tuberías del sistema comprimido de pastificio, ya que se va a colocar a 50 m de distancia de los sitios de trabajo, por otro lado con el sistema de aire comprimido de molino no hay ningún tipo de problema porque se va a colocar a una distancia más cercana que la actual y el sistema de vacío va a estar ubicado al lado de su ubicación actual, por lo tanto el sistema instalado en la nueva sala no tiene ningún tipo de problema de funcionamiento.

A continuación se calculan las pérdidas por fricción desde el sistema de aire comprimido de la nueva sala hasta los sitios de trabajo.

De la fórmula # 6:

$$H = (0,02 \times 50 \times (5,9219)^2) / 2 \times 0,075 \times 9,81 = 24 \text{ m}$$

De la fórmula # 7 se calculan las pérdidas para la nueva ubicación del sistema de aire comprimido:

$$AP = 24 \times 1,2 \times 9,81 = 288 \text{ Pa} = 0,0028 \text{ Bar}$$

Por lo que las pérdidas en la tubería que va de la nueva sala a los sitios de trabajo de pastificio son despreciables.



6.9.1.2. Efluentes de los procesos:

La nueva sala presenta dos (2) tipos de efluentes:

- Los condensados del proceso de aire comprimido que salen de los compresores, secadores y tanque de decantación y son dirigidos por medio de las alcantarillas hacia la red principal de aguas negras de la planta.
- El aire extraído proveniente de las mezcladoras y batidoras de las líneas de producción en el sistema de vacío, es dirigido mediante tuberías hacia la atmosfera.

6.9.1.3 Cronograma de la inversión

| Trabajo a realizar | MESES | | | | | | | | | | | |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
| Delimitar área física | █ | | | | | | | | | | | |
| Estudios iniciales | █ | | | | | | | | | | | |
| Estudio del terreno | | █ | █ | | | | | | | | | |
| Obra civil | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | |
| Colocar parte eléctrica | | | | | | | | █ | █ | | | |
| Desconexión y traslado | | | | | | | | █ | | | | |
| Colocar las tuberías | | | | | | | | | █ | █ | | |
| Colocar los extractores y los ductos de ventilación | | | | | | | | | | █ | | |
| Colocación del sistema contra incendios de la sala y automatizar | | | | | | | | | | █ | █ | |
| Pruebas técnicas | | | | | | | | | | | █ | |
| Señalizaciones y limpieza. | | | | | | | | | | | █ | █ |

Tabla # 13. Cronograma de la inversión

Fuente: Elaboración propia

6.9.1.4 Volumen de ocupación

Se deben tener tres turnos de trabajo al día, cada uno de ocho (8) horas, ya que la planta trabaja continuamente las 24 horas del día.

Cada turno presenta un operario el cual supervisa que todos los equipos e instrumentos trabajen y estén funcionando correctamente.

Si se presenta algún tipo de problema o emergencia en la sala, el operario debe avisar al Gerente de Mantenimiento o al Ingeniero a cargo para el momento.

6.9.1.5 Capacidad Instalada

En la nueva sala se pretende la colocación de los siguientes equipos y elementos:

- Cuatro (4) bombas de vacío. (*ver anexo 11*)
- Tanques de decantación para depositar las partículas sólidas del aire extraído por las bombas (*Ver anexo 12*)
- Seis (6) compresores de aire con capacidad del 100% de caudal.(*ver anexos 14, 15, 16, 17, 18*)
- Dos (2) secadores de absorción para tratamiento de aire del 100% de caudal cada uno. (*ver anexos 21, 22*)
- Dos (2) depósitos de pulmón para amortiguación de vibraciones debido a cambios en la demanda (*Ver anexos 19, 20*)
- Purgas de condensados para filtros.
- Dispositivo para control de los compresores y bombas de vacío logrando una operación óptima.
- Instalaciones eléctricas y tuberías.
- Conexiones mecánicas entre equipos y conexiones mecánicas entre colectores finales para instrumentos y los equipos.
- Canalización de aire de refrigeración para de los equipos al exterior mediante conducto.



- Derivación de condensados a un punto común
- Cuadros de potencia y control
- Bandejas de acero galvanizado en caliente para los calves de alumbrado
- Alumbrado interior y de emergencia

6.9.1.6 Tecnología a utilizarse

La tecnología que se utiliza es propia, y se obtienen los siguientes beneficios:

1. Minimiza los costos de mantenimiento
2. Se alarga la vida útil de los equipos
3. Disminución del consumo de energía eléctrica y costos de mano de obra directa
4. Mejora de la planificación de tareas, órdenes de trabajo, intervenciones para los trabajadores del departamento de mantenimiento.
5. Mejora de la información con respecto al análisis de intervenciones, históricos de máquinas.

6.9.2 Estudio Económico-Financiero

6.9.2.1 Inversión total

Los costos son estimados de la obra se hacen conforme al proyecto y representan una aproximación de lo que será el costo real de la obra una vez que se realice la misma.

El presupuesto fue elaborado según el IP3 del colegio de ingenieros (*Ver Anexo 36, precios unitarios*).

| Descripción | Valor (Bsf.) |
|--|---------------------|
| Excavación a 3 metros, tendido y desplante de cimentaciones, trazo, nivelación y compactación del terreno. | 199.134,00 |



| | |
|---|-------------------|
| <p>Obra civil : 260 m²</p> <ul style="list-style-type: none">• Bloques de concreto con acabado corriente: 47.480,81 Bsf.• 15 Columnas de concreto 250 kg/cm²: 6.023,38 Bsf.• 15 Vigas de riostra en fundación: 17.340,48 Bsf.• Techo de concreto 210 kg./cm²: 31.377,5 Bsf.• 15 Vigas de carga de concreto: 20.975,76 Bsf.• Pintura para paredes interior: 6.750,53 Bsf.• Pintura para paredes exterior: 15.036,11 Bsf.• Pavimentación: 62347,45 Bsf.• Bloques de ventilación: 2944 Bsf.• Puertas metálicas con marco metálico y cerradura: 7112 Bsf.• Esmalte en puertas metálicas: 423,10 Bsf.• Rejas: 39600 Bsf.• Esmalte en rejas: 2.568,06• Fondo anticorrosivo elementos metálicos: 3.489,95• Impermeabilización en losas de techo: 42724 Bsf. | <p>306.193,13</p> |
| <p>Desconexión, traslado de equipos e instrumentos y reconexión de 6 compresores y 4 bombas de vacío</p> | <p>5.000,00</p> |



| | |
|---|------------|
| <ul style="list-style-type: none">Mano de obra directa: montacarguista, 2 ayudantes y un técnico electromecánico. | |
| <p>Instalaciones eléctricas:</p> <p>Interruptor 3 polos 20 amperes: 416,08 Bsf.</p> <p>Interruptor 3 polos 1000 amperes: 10116,85 Bsf.</p> <p>Cableado:</p> <ul style="list-style-type: none">THW Calibre 2/0: 63.091.29 Bsf.THW Calibre 4: 18.229,53 Bsf.THW Calibre 6: 5.566,32 BsfTHW Calibre 10: 2.565,33 BsfTHW calibre 14: 2960 Bsf <p>50 m bandeja de hierro galvanizado: 48.177,5 Bsf.</p> | 151.122,90 |
| <p>Ventilación: .</p> <p>180 Kg. de hierro galvanizado para ductos de ventilación de equipos calibre 22 a 26: 12.897 Bsf.</p> <p>2 extractores de ½ hp: 14.498,28 Bsf.</p> | 27.395,28 |
| <p>Tuberías:</p> <ul style="list-style-type: none">Sistema de vacío <p>60 metros de tubería de 1 1/2" de hierro galvanizado: 7.803,6 Bsf.</p> <p>10 metros de tubería 1 1/2 " acero</p> | 63.398,14 |



| | |
|---|-----------|
| <p>inoxidable: 7000 Bsf.</p> <ul style="list-style-type: none">• Sistema de aire comprimido <p>60 metros de tubería de 3" de hierro galvanizado: 19.555,8 Bsf</p> <p>20 metros de tubería 2" de hierro galvanizado: 3.233,64 Bsf.</p> <p>30 metros de tubería ½ "de hierro galvanizado: 1586,7 Bsf.</p> <ul style="list-style-type: none">• Sistema contra incendios <p>5 metros de tubería de 6" de hierro galvanizado: 3340 Bsf.</p> <p>80 metros de tubería de 2 ½" de hierro galvanizado: 20.878,4 Bsf.</p> | |
| <p>Alumbrado:</p> <p>12 Luminarias: 6.197,28 Bsf.</p> | 6.197,28 |
| <p>Sistema contra incendios:</p> <p>20 Rociadores: 4.193 Bsf.</p> <p>1 Manguera y gabinete: 6.666,31 Bsf</p> <p>Bomba principal de 5 hp: 13.667,29 Bsf</p> <p>Bomba Jockey 1 hp: 5.494,69 Bsf</p> <p>2 extintores 10 lbs.: 5.271,54 Bsf.</p> <p>6 lámparas de emergencia: 3.002,76 Bsf.</p> <p>6 Detectores de humo fotoeléctrico: 4.243,56 Bsf.</p> | 42.539,15 |
| <p>Automatización</p> <p>1 PLC, manómetros, programación del PLC, 4 flujómetros, 4 manómetros, cables</p> | 55.832,92 |



| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| e interruptores para cada equipo. | |
| Estudios realizados para el proyecto. | 1.187,20 |
| Total | 858.000,00 |

Tabla # 14. Costos para la inversión inicial de la nueva sala de servicios

Fuente: Elaboración propia

En suma, la inversión total requerida es de 858.000,00 Bsf. aproximadamente para la construcción de la nueva sala de servicios.

El costo total por metro cuadrado es de 3.300,00 Bsf.

6.9.2.2 Nómina

No hay información administrativa sobre los sueldos, prestaciones sociales y otro beneficio de los empleados a cargo de la nueva sala de servicios.

6.9.2.3 Gastos de operación

- Mantenimiento preventivo

Para calcular el mantenimiento preventivo realizado cada mes de la nueva sala se toma en cuenta el precio unitario calculado (Ver anexo 37)

- Gasto eléctrico

En promedio mensualmente se utilizan dos (2) bombas de vacío, dos (2) compresores y dos (2) secadores para suplir la demanda de los sistemas de servicios de la empresa, sumándole la iluminación, el alumbrado de emergencia y los controladores de la sala. El costo por Kwh. es 0,045259 Bsf, con el recargo variable por pasar el límite. Colocando un caso favorable del ahorro del 50% por concepto de electricidad en consecuencia de la automatización se tiene la siguiente tabla (Ver anexo 38)

No se incluye en el gasto general mensual de la sala intervenciones correctivas o cambio de equipos por avería según sea el caso.

6.9.2.4 *Financiamiento*

El presupuesto para la realización de la sala, es cubierto en el 100 % por la empresa Cargill de Venezuela, ya que favorece a la empresa en cuanto al ahorro por concepto de electricidad, mantenimiento y minimización de la depreciación de los equipos.

Con la colocación del PLC se ahorra por concepto de mantenimiento y gasto de energía, y calculando un valor muy favorable de ahorro en mantenimiento del 10% y de gasto de energía de 50%, estos ahorros se convierten en ingresos para la nueva sala, por lo que se obtiene lo siguiente:

| Descripción | Cantidad (Bsf.) |
|--|-------------------|
| Mantenimiento anual del sistema de aire comprimido actual | 267.000,00 |
| Mantenimiento anual del sistema de vacío actual | 78.000,00 |
| <i>SUBTOTAL 1</i> | <i>345.000,00</i> |
| <i>Ahorro del 10% por automatización anual</i> | <i>35.000,00</i> |
| Mantenimiento anual propuesto de la nueva sala | 239.000,00 |
| Ahorro de mantenimiento total por diseño de la nueva sala anual | 140.000,00 |
| Gasto en promedio anual de electricidad del sistema de aire comprimido | 72.000,00 |
| Gasto en promedio anual de electricidad del sistema de vacío | 15.000,00 |
| <i>SUBTOTAL 2</i> | <i>87.000,00</i> |
| Ahorro del 50% por automatización anual | 43.500,00 |
| Ahorro total del diseño de la nueva sala anual | 183.500,00 |

Tabla # 15. Ahorro en gastos por diseño de la nueva sala de servicios

Fuente: Elaboración propia

De la formula # 9 se calcula el TIR:

$$0 = -858.000,00 + \text{sumatoria } \{n=1 \rightarrow 4\} 183.500,00 / (1 + i)^n$$

TIR = 0% < Tasa minima atractiva (18%- 24%)



| TABLA DE ANALISIS DE INVERSION DEL PROYECTO | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|
| AÑO 0 | -858.000 | -858.000,00 | -858.000 | -858.000 | -858.000 | -600.000 |
| AÑO 1 | 183.500 | 183.500,00 | 183.500 | 320.000 | 183.500 | 150.000 |
| AÑO 2 | 183.500 | 183.500,00 | 183.500 | 320.000 | 183.500 | 150.000 |
| AÑO 3 | 183.500 | 183.500,00 | 183.500 | 320.000 | 183.500 | 150.000 |
| AÑO 4 | 183.500 | 183.500,00 | 183.500 | 320.000 | 183.500 | 150.000 |
| | | | | | 183.500 | |
| TIR | 0% | 10% | 15% | 18% | 183.500 | 18% |
| | | | | | 183.500 | |
| VAN (Bsf) | -124.000 | -277.000 | -334.000 | 2.820 | 183.500 | -197.000 |
| | | | | | 183.500 | |
| | | | | | 183.500 | |
| | | | | | | |
| | | | | | 15% | |
| | | | | | | |
| | | | | | 63.000 | |

Tabla # 16. (TIR) Tasa interna de retorno y (VAN) valor actual neto.

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO VII: RESULTADOS

DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE LA SALA EN 2D

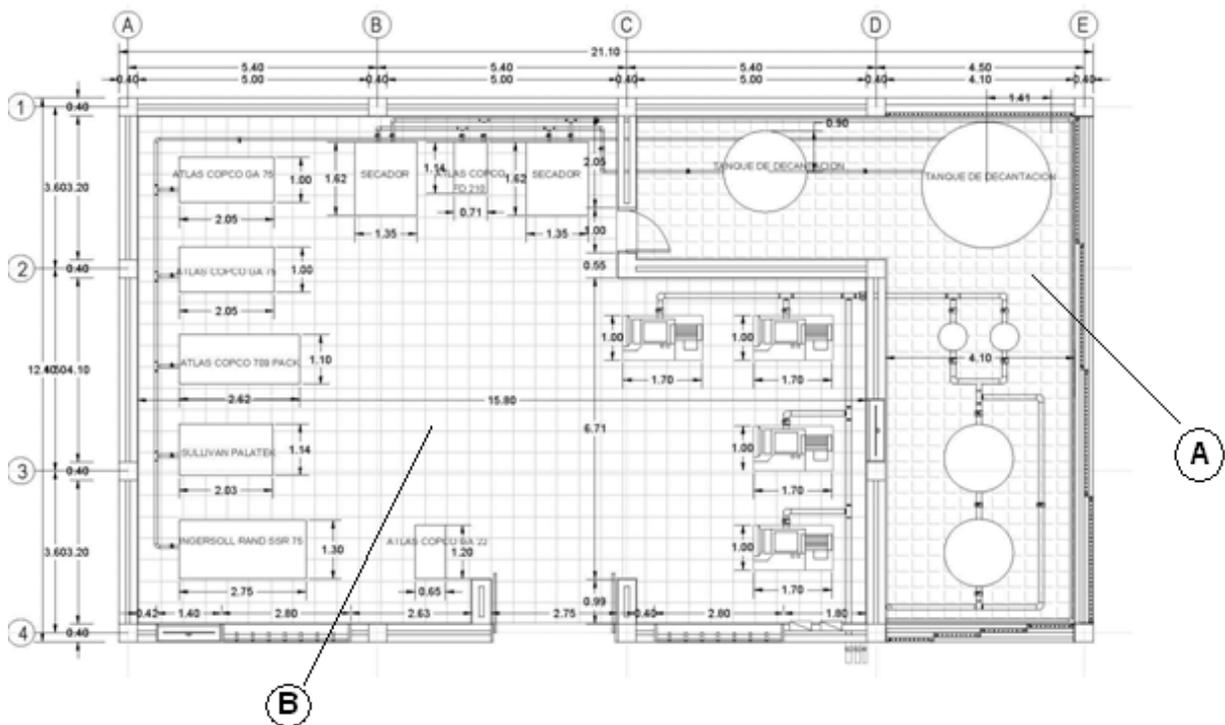


Figura # 13. Plano 2D de la nueva sala de servicios

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el plano de dos dimensiones, la sala ocupa un área de 260 m^2 se propone una estructura de vigas de acero reforzado con cimentación de profundidad entre de 3 metros, distribuyendo las columnas alrededor de todo el cuarto de servicios y colocándolas con 5 metros de separación entre cada una.

Por otra parte, en la sala se diseñan dos cuartos por razones de seguridad y organización, en uno llamado cuarto A se instalan los tanques de decantación de los sistemas de servicios y en el otro llamado cuarto B se distribuyen las bombas de vacío y los compresores.

En el cuarto B, se colocan las tuberías y todos los instrumentos necesarios para cada red dejando un espacio para que un montacargas tenga un radio de giro completo con el fin de cargar y descargar los equipos con facilidad para su mantenimiento.

El cuarto A es diseñado para montar y desmontar con facilidad los tanques de decantación a través de las rejas corredizas colocadas alrededor de la sala, también se instalan todos los instrumentos y tuberías de cada sistema de servicio por separado.

Así mismo, los cuartos están unidos por una puerta ubicada al lado de los secadores por donde el operario puede supervisar con mayor facilidad las dos áreas de la sala.

Toda la sala se levanta con doble pared y a su vez, se coloca un material para la absorción de ruidos con el objetivo de controlarlos en su salida hacia el exterior, ya que en las zonas aledañas a la misma existen viviendas familiares.

DISEÑO Y DESCRIPCION DE LA SALA EN 3D

Para mejor visualización de todas las características y funcionalidades de la sala se hace un plano en tres (3) dimensiones. *(Ver anexo 39, 41, 42, 43, 44)*

En el plano se representa toda la sala, en la vista frontal y lateral se observa una adecuada recirculación de aire para evitar la presencia de temperaturas que afectan al motor de los dispositivos eléctricos, además se visualiza el área destinada para la ubicación de los extractores, los desagües para las aguas pluviales que provienen del techo, la puerta por donde entra y sale un montacargas y las rejas para desmontar y montar los tanques de decantación.



Figura # 14. Ubicación de los secadores de aire comprimido en la nueva sala de servicios

Fuente: Elaboración propia

En la figura # 13 se observa la ubicación de los tres secadores en la sala, los cuales presentan suficiente espacio para realizar todos los tipos de mantenimiento, las tuberías de carga y descarga de ellos, la puerta de conexión entre los dos cuartos, el sistema de cableado que se instala cercano al techo, las vigas de acero reforzado para la estructura y los sistemas de seguridad, y además, en esta vista también se visualiza el extintor.



Figura # 15. Ubicación de los compresores en la nueva sala de servicios

Fuente: Elaboración propia

En la figura # 14 se observa la localización de los compresores al lado de los secadores, presentan un espacio óptimo de la parte lateral como la superior e inferior para realizar todos los trabajos rutinarios. También se visualizan los ductos de entrada de aire y sus ductos de ventilación ubicados en la parte posterior de ellos. Es importante mencionar, que se diseñan los ductos de ventilación para los compresores ya que disminuyen el calor en la sala, lo cual minimiza los costos de ventilación.

Todos los equipos presentan fácil acceso y ubicación para que no los eviten, lo cual es una reacción humana normal.

Así mismo, se observa el sistema de iluminación de la sala con lámparas de luz blanca de alta resistencia y el espacio de la sala destinado para que el montacargas tenga un radio de giro completo para descarga y carga de equipos.

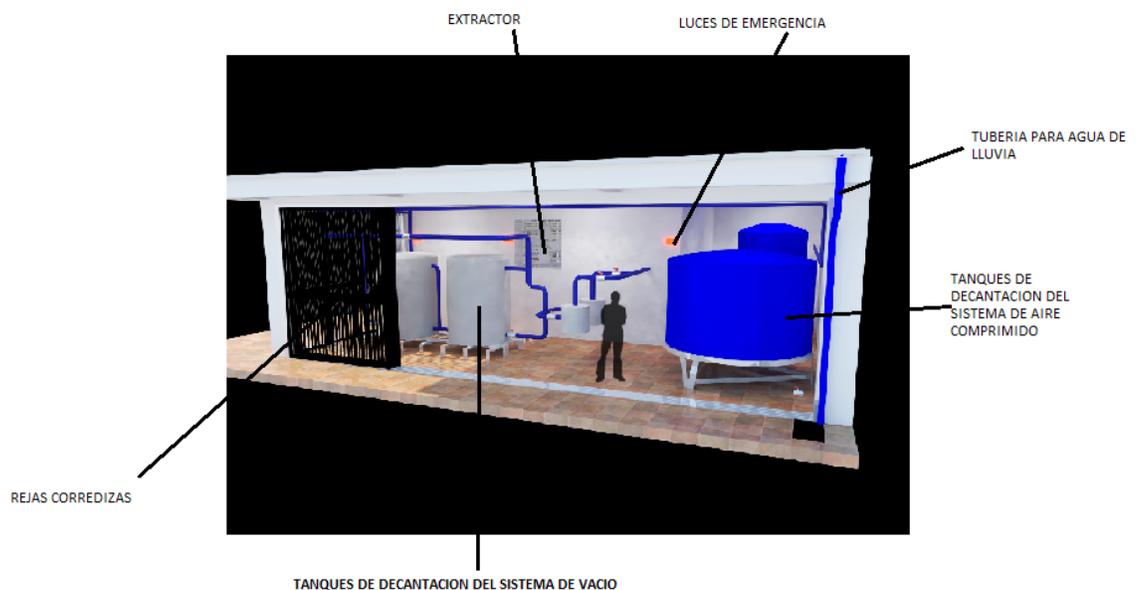


Figura # 16. Ubicación de los tanques de decantación de los sistemas de servicios

Fuente: Elaboración propia

En la figura # 15 se observa la vista lateral de la sala, donde están ubicadas las rejillas para montar y desmontar los tanques de decantación y todos sus instrumentos. Además, se diseñarán rejillas corredizas que abrirán y cerrarán por distintos canales.

Por otra parte, también se visualizan el extractor lateral, las luces de emergencia y la distribución de los tanques de decantación con sus tuberías y cómo se conectan con los equipos ubicados en el otro cuarto a través de la pared.

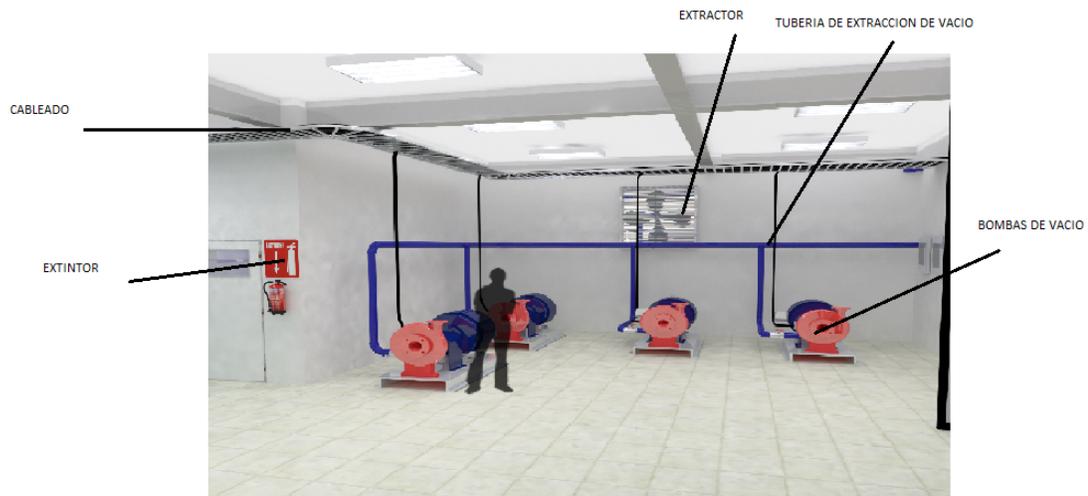


Figura # 17. Ubicación de las bombas de vacío dentro de la nueva sala de servicios

Fuente: elaboración propia

En la figura # 16 se observa el área derecha de la sala, en la cual se organizan las bombas de vacío en serie, cada una presenta su caja de potencia unidas por el tubo PVC, el cual está unido al cableado que pasa cerca del techo y la tubería de descarga de cada una. Por otra parte, al fondo de la imagen se visualiza el extractor que dirige el aire caliente de la sala hacia el ambiente.

Esta nueva sala mejora la ejecución de los mantenimientos a realizar ya que cuenta con el espacio necesario para la maniobra de los equipos tanto internamente como externamente a través de la intervención de un montacargas. También debido a la realización de un correcto mantenimiento se alarga la vida útil de los equipos, logrando procesos de mayor eficiencia, eficacia y calidad.

Se disminuye el consumo de electricidad mediante los avances tecnológicos de automatización de procesos, desperdiciando el mínimo de energía posible.

También se reducen los costos por concepto de mano de obra directa, ya que todos los equipos están centralizados en una misma área de la planta, por lo que se puede disminuir el número de trabajadores encargados de dirigir y operar los sistemas de servicios.

Existen mejoras a nivel de seguridad laboral ya que colocando indicaciones de emergencia, sistemas de protección contra incendios, alarmas de seguridad, extintores y lámparas de emergencia se puede lograr disminuir los accidentes y personas lesionadas en esta área de la planta y por consiguiente se minimizan los gastos que conllevan estos accidentes.



CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto es técnico y operacionalmente viable, mas no económicamente ya que se obtuvo una TIR $<$ a la Tasa mínima atractiva (18 % a 24%) y un VAN menor a cero (0) (valor actual neto), por lo que la inversión no producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

A pesar que la TIR implica que no es viable económicamente, se recomienda tratar de usar los resultados de este trabajo, tomando en cuenta que la empresa requiere la mejora de sus espacios.

RECOMENDACIONES

1. Se plantea que Cargill realice un estudio posterior para determinar como afecta el servicio deficiente de los sistemas de aire comprimido y vacío en los procesos de producción, en cuanto a la cantidad y a la calidad del producto terminado.
2. Implantación futura de un sistema de gestión informática para el mantenimiento de los sistemas de servicios
3. Para mejorar la efectividad del sistema de aire comprimido se puede usar el súper cañón de aire que provee fuerzas de soplado extremadamente altas, con lo cual maximiza el caudal y la fuerza de aire de salida mientras que reduce el consumo y el ruido (*Ver anexo 40*).



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abuchaibe, Arturo; Manual sobre aire comprimido y sus aplicaciones en la industria; República Bolivariana de Venezuela: Comunicaciones de Atlas Copco Venezuela S.A.
- Bandejas portacables (página Web en línea) Disponible en www.bandejas-portacables.com/informacion_tecnica.html. Consultado 22 de Julio de 2011
- Blanco, Adolfo Tropykos (2001) Formulación y evaluación de proyectos República Bolivariana de Venezuela, Caraca
- Bomba de vacío de paletas rotativas (página Web en línea) Disponible en <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/bomba-vacio-paletas-72792.html> Consultado 12 de Julio de 2011
- Características y tablas del hierro (página Web en línea) Disponible en www.hierrobeco.com Consultado 13 de Julio de 2011
- Catálogo Normas COVENIN (documento en línea) Disponible en <http://www.aqc.com.ve/NormasCOVENIN/Catalogo/CatalogoCIngenieriaCivil.htm>. Consultado 06 de Julio de 2011
- Catálogo. Normas COVENIN (documento en línea) Disponible en <http://www.aqc.com.ve/NormasCOVENIN/Catalogo/CatalogoCSaludAmbienteSeguridad.htm#Presion>. Consultado 06 de Julio de 2011
- Catálogo Normas COVENIN (documento en línea) Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1472-00.pdf> Consultado 15 de Agosto de 2011

- Código Eléctrico Nacional (documento en línea) Disponible en <http://vlex.com.ve/tags/codigo-electrico-nacional-de-venezuela-1017221> Consultado 22 de Agosto de 2011
- Compresores (página Web en línea) Disponible en <http://www.aucrom.com/id61.html>. Consultado el 06 de Julio de 2011
- Compresores (pagina Web en línea) Disponible en www.palatek.com/default_espanol.asp Consultado 06 de Agosto de 2011
- Compresores (pagina Web en línea) Disponible en [www.viarural.com.ve › agroindustria › compresores](http://www.viarural.com.ve/agroindustria/compresores). Consultado 18 de Julio de 2011
- Data Construcción (2007) Sistemas de información de costos República Bolivariana de Venezuela: Data construcción C.A
- Datos técnicos de materiales y costos. (pagina Web en línea) Disponible en <http://www.dataconstruccion.com> Consultado 10 de Julio de 2011
- Hernández ,Mariano Ceac (1982) El hierro en la construcción (16ta edición) Barcelona, España:
- Iluminación (pagina Web en línea) Disponible en http://www.dcb.unam.mx/Publicaciones/Naturalis/bfyq_6.pdf Consultado 28 de Agosto de 2011
- Manual (documento en línea) Disponible en <http://www.sullivanpalatek.com> Consultado 03 de Julio de 2011
- Manual (documento en línea) Disponible en <http://www.atlascopco.com> Consultado 03 de Julio de 2011
- Manual (documento en línea) Disponible en <http://www.elmoriestchle.com> Consultado 03 de Julio de 2011
- Ranald V. Giles; McGraw-Hill (1969) Mecánica de los fluidos e hidráulica (2da edición) México

- Rotty, Ralph Sucs S.A. (1962) Introducción a la dinámica de los gases (1era edición) México D.F
- Secadores industriales (pagina Web en línea) Disponible en <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/secador-61731.html> Consultado 12 de Julio de 2011
- Tablas del acero (pagina Web en línea) Disponible en www.vemacero.com/Tablas/A53MP.pdf. Consultado 15 de Julio de 2011
- Tipos de Bombas de vacío. (pagina Web en línea) Disponible en <http://avdiaz.files.wordpress.com/2008/10/tipos-de-bombas.pdf> Consultado 09 de Julio de 2011
- Ventiladores (pagina Web en línea) Disponible en http://www.gruberhermanos.com/GRUBER/Castellano/Productos/Division_de_ventilacion/Ventiladores_centrifugos/centrifugos.htm?gclid=CMnmqZq_m6sCFa0SNAodr36BkQ Consultado 28 de Julio de 2011

