

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



PROLEX S.A.

PROYECTOS:

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CONTROL DE INVENTARIO DE FAJAS

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN

**Informe de práctica de Especialidad para optar por el grado académico
de Bachiller en Ingeniería en Mantenimiento Industrial**

Marco Vinicio Muñoz Ortiz

Cartago Noviembre, 2003

Dedicatoria

A mis padres, Marco y Ana, en forma especial por su incondicional apoyo en todo momento; a mi hermana Guiselle, su esposo Milton y a Felipe quien con su presencia nos llena de alegría.

A Dios y a la Virgen, porque en ellos he encontrado la tranquilidad en momentos difíciles.

Agradecimiento

Agradezco a Dios la oportunidad que me ha brindado de realizar la práctica profesional en una empresa como Prolex S.A, en donde he aprendido mucho tanto en el campo profesional como personal.

Todo esto no hubiera sido posible sin la colaboración del personal de la empresa, principalmente del Departamento de Mantenimiento donde encontré personas que me brindaron su mano siempre que la necesité.

Mi más sincero agradecimiento a los señores Jaime Piedra e Ing. Rolando Hernández por la confianza, la amistad brindada y, sobre todo, por su orientación en el desarrollo de esta práctica. También, agradezco en forma especial por permitirme realizar la práctica en su empresa al Sr Marco Pérez.

Además, deseo mostrar mi gratitud a los profesores de la Escuela de Ingeniería Electromecánica, quienes han sido una base fundamental en mi formación como profesional, especialmente a los profesores Lic. Osvaldo Guerrero e Ing. Greivin Barahona Guzmán como profesor guía, quien siempre estuvo dispuesto a atenderme cuando requerí su ayuda.

Índice General

I. Nomenclatura.....	7
II. Resumen.....	8
III. Abstract.....	10
IV. Introducción	12
V. Capítulo I. Descripción de la empresa.....	14
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA.....	15
1.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	16
1.3 FORMAS DE COMUNICACIÓN DENTRO DE LA EMPRESA.....	17
1.3.1 Formal.....	17
1.3.2 Informal.....	17
1.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN	18
1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES FASES DE PRODUCCIÓN	19
1.5.1 Diseño de planos	19
1.5.2 Sección de tornos	19
1.5.3 Sección de operaciones secundarias.....	20
1.5.4 Armado de “racks”.....	20
1.5.5 Sección de electroquímica	21
1.5.6 Empaque.....	22
1.6 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	23
1.6.1 Organización del Departamento de Mantenimiento	23
1.6.2 Definición de funciones	23
1.6.3 Sistema de mantenimiento.....	24
1.6.4 Formas de asignar trabajos de mantenimiento	24
1.6.5 Coordinación con bodega de repuestos y materiales	25
1.6.6 Tipos de mantenimiento.....	25
VI. CAPITULO II. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, APLICADO A LAS MÁQUINAS Y EQUIPO DE LA PLANTA Y DEL ÁREA DE GALVANOPLASTÍA	27

2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	28
2.2 OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	29
2.3 CODIFICACIÓN	30
2.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	31
Importancia del mantenimiento preventivo.....	32
2.5 MANTENIMIENTO PROGRAMADO	34
2.6 MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	34
2.7 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
2.8 PROCEDIMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL P.M.P.....	36
2.9 RECOMENDACIONES.....	38
2.10 CONCLUSIONES.....	39
VII. CAPITULO III. CONTROL DE INVENTARIO DE FAJAS	40
3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	41
3.2 OBJETIVOS.....	42
3.3 CONTROL DE INVENTARIOS	42
3.3.1 Impedimentos para el control efectivo de inventarios.	42
3.3.2 Clasificación y codificación de existencias.....	43
3.3.3 Codificación de existencias.....	43
3.3.4 Sistemas de información.....	44
3.3.5 Factores de costo en el control de inventarios.....	45
3.3.6 Puntos de repedido.....	47
3.3.7 Procedimiento para el control de inventarios.	47
3.3.8 Sistemas para el control de inventarios.	48
3.3.9 Métodos de almacenamiento.....	49
3.4 METODOLOGÍA UTILIZADA.....	50
3.5 CONTROL DEL INVENTARIO DE FAJAS	51
3.6 RECOMENDACIONES.....	52
3.7 CONCLUSIONES.....	53
VIII. CAPÍTULO IV. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN, PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	54

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	55
4.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	57
4.3 METODOLOGÍA UTILIZADA.....	57
4.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AIRE.....	58
4.5 PROYECTO DE VENTILACIÓN.....	59
4.4.1 Renovaciones o cambios de aire.	59
4.4.2 Maneras de ventilar.....	60
4.4.3 Sistemas de ventilación.	61
4.4.4 Situación actual en la planta.	63
4.4.5 Propuesta de ventilación.....	64
4.5 RECOMENDACIONES.....	71
4.6 CONCLUSIONES.....	71
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	72
X. APÉNDICES	74
APÉNDICE A.....	75
APÉNDICE B.....	79
APÉNDICE C.....	84
APÉNDICE D.....	88
APÉNDICE E.....	89
APÉNDICE F	91
APÉNDICE G	92
APÉNDICE H.....	96
ANEXOS.....	99
ANEXO A.....	100
ANEXO B.....	102
ANEXO C	105
ANEXO D.	107

I. Nomenclatura

A continuación se presenta la nomenclatura utilizada en este informe.

$^{\circ}\text{C}$ = Grados Celsius

pcm = pies cúbicos por minuto.

m/s = metros por segundo.

m^3/s = metros cúbicos por segundo.

h_f = pérdidas en ductos.

Pa = Pascales

II. Resumen

La práctica profesional se llevó a cabo en la empresa Prolex S.A. En ésta se desarrollaron tres proyectos, dos en el campo de la gestión de mantenimiento y otro de diseño en el área mecánica, todos definidos y ajustados de acuerdo con las necesidades de la empresa.

Este informe se divide en cuatro capítulos resumidos a continuación. El primero de ellos se refiere a la información general de la empresa como es la reseña histórica, estructura jerárquica y el proceso que se lleva a cabo para lograr el producto final: las puntas para cautín.

El segundo capítulo trata del proyecto administrativo, el cual consistió en la elaboración de los manuales de mantenimiento preventivo de máquinas y equipo, lo que permitirá el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo a unas 109 unidades en total. Para llevar a cabo este proyecto, fue necesario realizar el estudio técnico de cada máquina, ajustar el programa a ciertas actividades ya desarrolladas en la empresa. La programación de las inspecciones se realizó con base en una estimación de disponibilidad del personal del Departamento de Mantenimiento.

El Departamento de Mantenimiento, tiene programadas una serie de inspecciones para aproximadamente 50 máquinas, sin embargo, dichas inspecciones se encuentran redactadas de manera muy general y no cuentan con tiempos estimados para la realización de las mismas. Por lo anterior, se hizo una actualización de las inspecciones programadas, redactándolas de mejor forma, codificándolas y se indicó un tiempo para hacerlas.

Además, se identificaron aquellas máquinas y equipo importantes en la empresa, los cuales debían de ser incluidos en el programa de mantenimiento preventivo.

Una vez que se determinó que equipo era necesario introducir al programa, se tomó máquina por máquina, se estudiaron catálogos de fabricantes y junto con el personal del departamento de mantenimiento, se elaboraron las hojas de inspecciones, con los siguientes aspectos: código de máquina, código de inspección, operario, frecuencia y tiempo de duración.

El tercer capítulo versa sobre la elaboración del inventario de todas las fajas utilizadas por las máquinas y equipo de la empresa.

Para ello se realizaron inspecciones en las máquinas para determinar el tipo de faja, además, fue importante contar con los catálogos de cada máquina con los cuales se supo qué tipo utiliza y recomienda el fabricante. Por lo tanto, se realizó una lista de todas aquellas máquinas que utilizan faja, el tipo, cantidad de la misma, compatibilidad con otra de diferente fabricante y finalmente la cantidad mínima de existencia en bodega.

El cuarto capítulo es el desarrollo del proyecto relacionado con la ventilación industrial, el cual consistió en realizar un estudio para determinar la mejor manera de ventilar la planta, con el fin de crear un ambiente de mayor comodidad, sin recurrir en gastos elevados.

En primer lugar se determinó la capacidad de cada ventilador existente en la planta; luego se hicieron tomas de temperatura del medio y velocidad del aire en distintas zonas de la planta, considerando como las más importantes aquellas en donde hay más concentración de personal, con todo lo anterior, se realizó la propuesta de ventilación.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, ventilación, Proles S.A.

III. Abstract

The professional practice was carried out in the company Prolex Corp. In this three projects they were developed, two in the field of the maintenance administration and another of design in the mechanical area, all defined and adjusted of agreement with the necessities of the company.

This report is divided in four chapters summarized next. The first of them refers to the general information of the company like it is the historical review, it structures hierarchical and the process that is carried out to achieve the final product: the tips for caution.

The second chapter is about the administrative project, which consisted on the elaboration of the manuals of preventive maintenance of machines and team, what will allow the development from the program of preventive maintenance to some 109 units in total. To carry out this project, it was necessary to carry out the technical study of each machine, to already adjust the program to certain activities developed in the company. The programming of the inspections was carried out with base to an estimate of the personnel's of the maintenance department readiness.

The maintenance department, has programmed a series of inspections for approximately 50 machines, however, this inspections are edited in a very general way and they don't have clear times for the realization of the same ones. For the above-mentioned, an upgrade of the programmed inspections was made, editing them in a better way, coding them and a time was indicated to make them.

Also, those machines and important team were identified in the company, which should be included in the program of preventive maintenance.

Once it was determined that I equip it was necessary to introduce to the program, he/she took machine for machine, makers' catalogs were studied and together with the personnel of the maintenance department, the leaves of inspections were elaborated, with the following aspects: machine code, inspection code, operative, frequency and time of duration.

The third chapter is on the elaboration of the inventory of all the strips used by the machines and team of the company.

To elaborate this project they were carried out inspections in the machines to determine the strip type, it was also important to have the catalogs of each machine with which it was known that type uses and the maker recommends.

Therefore, he/she was carried out a list of all those machines that use strip, the type, quantity of the same one, compatibility with another of different manufacturing and finally the minimum quantity of existence in cellar.

The fourth chapter is the development of the project related with the industrial ventilation which consisted on carrying out a study to determine the best way to ventilate the plant, to create an atmosphere of more comfort, without appealing to high expenses.

In the first place the capacity of each existent fan was determined in the plant; then takings of temperature of the means and speed of the air were made in different areas of the plant, considering as the most important those where there is more concentration of personal, with all the above-mentioned, he/she was carried out the ventilation proposal.

Key words: Preventive Maintenance; ventilation; Prolex Corp.

IV. Introducción

Esta práctica profesional se desarrolla en la empresa Prolex, S.A., ubicada en el Parque Industrial, Zona Franca de Cartago, dentro de la que se identifica como el local número 34.

Ésta consiste en la realización de un programa de mantenimiento preventivo, un inventario de fajas como proyectos involucrados con la gestión del mantenimiento y como proyecto que contempla el diseño en Ingeniería, se elabora un estudio y diseño sobre la ventilación de la planta de producción. Este último proyecto por su naturaleza corresponde al área mecánica de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial de la Escuela de Ingeniería Electromecánica, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

La práctica profesional forma parte de los requisitos para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial otorgado por la Escuela de Ingeniería Electromecánica del ITCR.

La empresa, en la actualidad no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, aunque se han desarrollado ciertas prácticas que están involucradas dentro de este tipo de propuestas.

La elaboración de los programas de mantenimiento preventivo para las máquinas seleccionadas tiene por objetivo el mantener o reducir los tiempos de paro no programado.

Además, con la reducción de fallas se pretende un funcionamiento más eficiente y seguro de la maquinaria, así como una estabilidad en la calidad del producto terminado.

Otro de los objetivos buscados con la implantación de estos programas es prolongar la vida útil de los equipos.

Para la elaboración de estos planes se requiere de un estudio al pie de la máquina, una revisión de catálogos, analizar los índices de funcionamiento de las máquinas, consultar a operadores y personal encargado del mantenimiento: mecánicos, electricistas, lubricadores, supervisores e ingenieros. Una vez cumplido con lo anterior se dividen las máquinas por partes y se codifican para, posteriormente, realizar los manuales de mantenimiento preventivo, la programación de las inspecciones se hace con base en el cálculo de disponibilidad de cada máquina y a la distribución de tiempo mensual. La elaboración de los manuales se hace apegada a los procedimientos que se utilizan en la empresa.

Es importante mencionar que los Departamentos de Producción y Mantenimiento, no llevan un control de tiempos de paro, por lo tanto el análisis del funcionamiento de las máquinas y la disponibilidad de las mismas es difícil de determinar.

El proyecto de ventilación de la planta de producción se explicará brevemente, la importancia radica en que dicha área se presentan temperaturas considerables, lo que provoca incomodidad al personal. Cabe señalar que las máquinas existentes en esta área no son emisoras de calor.

Actualmente, en la empresa hay instalados cinco ventiladores, sin embargo ,éstos se encuentran bastante lejos de los puestos de trabajo, por lo cual, al personal prácticamente no le llegan corrientes de aire frescas.

V. Capítulo I. Descripción de la empresa.

1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

La compañía PROLEX S.A se fundó en Costa Rica en 1986, y se instaló el siguiente año en el Parque Industrial de Cartago, a fin de iniciar la manufactura de puntas de cobre para caudín.

Sus dueños son la compañía PLATO PRODUCTS Inc. de California, Estados Unidos y el señor Marco Pérez, costarricense.

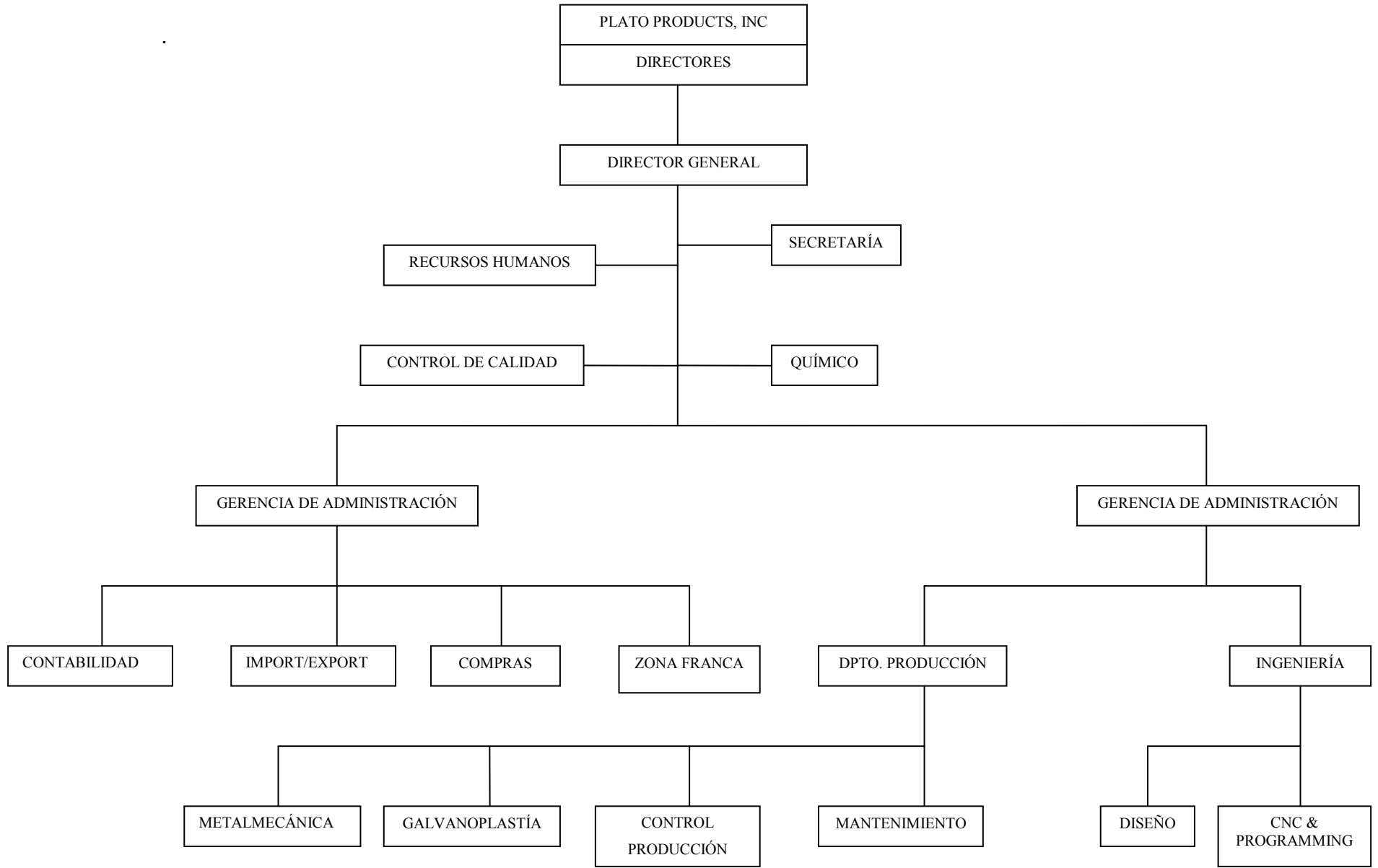
PLATO PRODUCTS Inc. se dedica, desde 1955 a la fabricación de puntas para caudín y otros accesorios utilizados por la industria electrónica en soldadura, tales como cortadoras, botellas dispensadoras, pinzas, entre otros.

Es a través de PLATO PRODUCTS Inc. que se realiza la mayoría de las compras en el exterior, además es esta compañía quien se encarga de mercadear los productos elaborados en Costa Rica.

Como afiliada a PLATO PRODUCTS Inc., PROLEX S.A opera bajo licencia; sus productos terminados están amparados a las patentes de PLATO, de quien recibe la asistencia técnica requerida.

En agosto del 2003 la empresa PLATO PRODUCTS Inc, Junto con PROLEX S.A. fueron adquiridas por TECHSPRAY.

1.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA



1.3 FORMAS DE COMUNICACIÓN DENTRO DE LA EMPRESA

Para distribuir la información y lineamientos de la empresa, se emplean dos vías:

1.3.1 Formal

Este tipo de comunicación se da en toda la planta, la cual consiste en documentos llamados MEMORÁNDUM mediante los cuales se les avisa a los empleados sobre actividades o cambios importantes que se realizarán; también existen las cartas de amonestación de ser requeridas y, finalmente, los planos de las diferentes piezas mediante los cuales se transmiten diversas órdenes con mensajes o notas aclaratorias para las diferentes secciones de producción.

1.3.2 Informal

La comunicación informal es inevitable en toda la planta y es la que a veces tiene gran peso en las decisiones que se toman.

Otra manera informal la constituye el uso de teléfono, mediante el cual se pueden comunicar con la sección de Bodega, Oficina de Química o con la sección de Calidad.

1.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Las puntas para caudín que PROLEX S.A produce son diseñadas y fabricadas en función de las necesidades del cliente, por lo que son herramientas especializadas hechas a la medida.

El proceso de producción se inicia con la recepción de los pedidos provenientes de Estados Unidos.

En Costa Rica, PROLEX S.A. opera bajo régimen de Zona Franca, el 100% de la producción se exporta a Estados Unidos, desde donde Plato distribuye a través de sus oficinas de ventas a Singapur, Alemania y propiamente a Estados Unidos. Un pequeño porcentaje se exporta a Brasil (menos del 1%).

Recibidos los pedidos, se procede a importarlos en el sistema de producción, el cual establece la cantidad de piezas por fabricar, el tipo de material requerido, los procesos a los cuales deben ser expuestas las piezas y la fecha en que debe ser entregado el pedido. Posteriormente, se procede a distribuir la información en los diferentes departamentos de Diseño de Planos, Gerencia de Producción y supervisores de producción.

Es importante mencionar que entre cada fase de producción se realizan inspecciones periódicas con el fin de evitar que una pieza que no cumple con las normas de calidad y siga siendo procesada, lo cual generaría pérdidas de tiempo y dinero.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES FASES DE PRODUCCIÓN

1.5.1 Diseño de planos

Todo inicia con la realización de los planos de fabricación de las diferentes piezas, los cuales son creados por el departamento especializado.

Bajo la supervisión del Gerente de Producción, el Departamento de Diseño establece las dimensiones de fabricación, las cuales no son tomadas en cuenta por los planos enviados por los clientes. Una vez realizados y establecidos los diferentes procesos de las piezas, se distribuye un plano en el área de producción con las diferentes dimensiones necesarias para cada una de las secciones productivas de la planta, además se adjunta una hoja de control de proceso en el cual se anotan las operaciones por hacer y el orden en que se deben de producir.

1.5.2 Sección de tornos

En esta sección de la planta, se encuentran dispuestos siete tornos, cinco de ellos capaces de procesar cualquier tipo de pieza, ya que son máquinas de control numérico (CNC), los dos tornos restantes son tornos semiautomáticos, los cuales están programados mediante levas y son de poco uso en comparación con los CNC.

En esta sección de tornos, el porcentaje de piezas defectuosas es bajo dada la alta precisión de las máquinas, únicamente se da cuando las cuchillas sufren algún desgaste.

Las piezas son almacenadas en bodega hasta que se decida incorporarlas a las operaciones secundarias, generalmente se tornean con un anticipo de que va de cuatro a seis semanas, dependiendo de la fecha de entrega.

1.5.3 Sección de operaciones secundarias

Cuando las piezas salen de bodega después de haber pasado por la sección de tornos, llegan a la sección de operaciones secundarias. Aquí se realiza una diversa gama de operaciones que son necesarias para el acabado de las piezas.

Entre éstas se hallan: pulido, esmerilado, limado, torneado de puntas, perforación de agujeros según sea la pieza, estampado del logo de la casa matriz PLATO y el código de la pieza que la diferencia de los demás tipos de puntas que se elaboran.

1.5.4 Armado de “racks”

Luego que las piezas salen de operaciones secundarias son llevadas al área de montaje de “racks” que son piezas de bronce rectangulares, los cuales son de diferentes tamaños; dependiendo del tipo, se tienen “racks” de 35 7/8, 41, 33 ½, y de 32 pulgadas de largo, donde son colocadas las puntas para caudín. Existen tres tipos de “racks”, a saber: los que usan rosca, aquellos que tienen ganchos y los que usan “plocks”. Las puntas son montadas a ambos lados del “rack”, pueden montarse hasta ochenta y cuatro piezas.

También se realizan operaciones, tales como limpiar el ducto que atraviesa las puntas, inspeccionar el alambre de cobre que rodea las puntas a lo largo de los “racks”, para que no toque o roce alguna de las puntas instaladas en él, pues esto puede afectar el galvanizado y producir así una pieza defectuosa.

1.5.5 Sección de electroquímica

Esta sección es llamada también electrodeposición o galvanoplastía. Una vez que las piezas se encuentran debidamente montadas en los “racks” son llevadas a Galvanoplastía en donde son sometidas primeramente a baños ácidos, sumergiéndolas en piletas con el objeto de eliminar cualquier suciedad, luego son llevadas a los tanques de hierro para darles mayor consistencia.

Después de estos baños, las puntas son llevadas de vuelta a la sección de “racks”, donde son desmontadas y enviadas a la sección de secundarias donde son lijadas, pulidas y estampadas. Realizadas estas operaciones, se montan nuevamente en los “racks” para posteriormente ser sometidas a baños de níquel y cromo en las piletas de Galvanoplastía con el objeto de proteger las piezas de agentes oxidantes.

Durante dichos procesos de electro deposición, se regulan las condiciones de temperatura de las diferentes piletas, así como el estado de los ánodos, concentración e intensidad de corriente, tiempo de exposición. Dichas condiciones varían según la forma y corpulencia de las puntas.

Una vez concluidos los procesos antes mencionados, se procede a llevar las piezas nuevamente a la sección de “racks” donde son desmontadas para prepararlas y llevarlas al último tratamiento químico; el recubrimiento en estaño de sólo la punta de la pieza, el cual representa la rentabilidad real de usar las puntas para soldar que fabrica PROLEX S.A.

1.5.6 Empaque

Una vez que la pieza está totalmente tratada en forma química con todos los recubrimientos que se necesita, se envía a la bodega de producto terminado donde se empaqueta en tubos o en bolsas plásticas, dependiendo el tipo de punta, además, se empaquetan en cantidades de diez unidades, en algunas ocasiones en cantidades de cincuenta o cien unidades.

El producto terminado está sujeto a un Control de Calidad final, aun cuando haya recibido diversas inspecciones periódicas durante todo el proceso de producción.

Existen dos tipos de puntas para cautín: unas para soldar y otras para remover soldadura o desoldar. PROLEX S.A. fabrica ambas.

1.6 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

1.6.1 Organización del Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento depende de la Gerencia de Planta y está organizado por un Jefe de Departamento, el señor Jaime Piedra. Además cuenta con tres empleados, los cuales se encargan del mantenimiento físico de la planta y el equipo y máquinas, así como de la fabricación y reparación de “racks” para el proceso productivo.

El horario de trabajo para este Departamento es de dos turnos, de 6:00 am a 2:00 pm y de 2:00pm a 10:00 pm. El encargado de Mantenimiento tiene un horario de 8:00 am a 5:00 pm.

Los costos de mantenimiento son controlados por Proveeduría.

1.6.2 Definición de funciones

Este Departamento coordina, organiza y distribuye las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria y equipos.

Funciones generales:

- a. Administrar el suministro de repuestos de las máquinas existentes.
- b. Dar mantenimiento y montaje del sistema de tratamiento de agua en Galvanoplastía.

- c. Realizar en forma directa la reparación de todos los artefactos electromecánicos.
- d. Encargarse del mantenimiento de la estructura física del edificio.
- e. Vigilar el sistema de iluminación de oficinas, planta interna y externamente.
- f. Dar sostén al sistema neumático de la planta, compresores y tubería.
- g. Coordinar y resolver las solicitudes de reparaciones y mantenimiento hechas por los diferentes departamentos.

1.6.3 Sistema de mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento es de tipo centralizado, en el cual todo el personal se encuentra en la sección de Mantenimiento, desde ella es enviado a cualquier punto de la planta para cumplir con las labores respectivas.

Cuando se presentan trabajos complejos o que se requiere de mucho tiempo, se asigna a terceros con lo cual se estaría dando un mantenimiento extraordinario.

1.6.4 Formas de asignar trabajos de mantenimiento

Básicamente las formas de asignar los trabajos de mantenimiento son por vía oral o informal: el operario anuncia a su jefe de sección el problema, éste a su vez notifica al encargado de mantenimiento, el cual después de analizar el desperfecto,

coordina con la Gerencia de Planta en qué momento se hace la reparación correspondiente.

En el momento de realizar la reparación, el encargado de mantenimiento selecciona el personal según las características del trabajo.

1.6.5 Coordinación con bodega de repuestos y materiales

Existen dos bodegas en la planta, una exclusivamente para producto terminado, producto en proceso y herramientas de tornos, la otra es una bodega general, la cual es pequeña para dar abasto a toda la planta y donde se guarda todo tipo de materiales como: químicos, equipo viejo, etc. En esta última bodega se almacenan los repuestos y materiales más grandes del Departamento de Mantenimiento, cabe decir que debido a su pequeña capacidad, se presenta desorden en los materiales allí guardados.

El encargado de mantenimiento es quien coordina y controla los repuestos de su departamento, llevando controles de máximos y mínimos sólo en algunos repuestos.

1.6.6 Tipos de mantenimiento

Dentro de los tipos de mantenimiento más importantes utilizados por la empresa están: el preventivo, correctivo, programado y extraordinario.

El Mantenimiento Preventivo se emplea en algunas máquinas, sin embargo no está muy bien definido. Como parte de este mantenimiento el Departamento cuenta con un programa de lubricación.

El Mantenimiento Correctivo también es utilizado, dado que siempre sucederán fallas imprevistas en las máquinas.

El Mantenimiento Programado tiene peso en la empresa, ya que debido a la presencia de fallas en las máquinas el Gerente de Planta y el encargado de mantenimiento, programan una serie de trabajos dependiendo la urgencia que estos demanden.

El Mantenimiento Extraordinario también es utilizado, ya que hay trabajos que requieren de mucho tiempo o por su complejidad son realizados por terceros, como es el caso de la atención de los compresores.

VI. CAPITULO II. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, APLICADO A LAS MÁQUINAS Y EQUIPO DE LA PLANTA Y DEL ÁREA DE GALVANOPLASTÍA

2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La empresa PROLEX S.A desde su inicio ha recibido asesoramiento técnico y lineamientos generales por parte de la empresa PLATO Inc. en el área de la producción. Sin embargo, en otras como mantenimiento no han sido abarcadas.

Actualmente la empresa cuenta con un pequeño programa de mantenimiento preventivo, el cual más que un programa se puede definir como una guía, para abarcar las inspecciones por realizar y la frecuencia de éstas en un pequeño grupo de máquinas. Éstas son máquinas importantes para el proceso productivo.

La empresa, en especial el Departamento de Mantenimiento, está muy interesada en mejorar el Programa de Mantenimiento Preventivo actual, y además incluir la mayor cantidad de equipo en dicho programa, ya que se tiene clara la importancia de este tipo de programas en beneficio tanto para el equipo como para la parte de producción.

Cabe resaltar que con un Programa de Mantenimiento Preventivo se conservan en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente las propiedades físicas de la empresa. Además, es el medio para descubrir y corregir deficiencias en los equipos, que pueden generar daños más graves, lo que implica mayor costo.

Con el objeto de fortalecer esta área de mantenimiento, se sugiere realizar el Programa de Mantenimiento Preventivo asistido por computadora, utilizando el programa Excel, para que se ajuste a la actualidad y, a la vez, sea de fácil manejo y acceso.

Así pues, el Departamento de Mantenimiento contará con una herramienta para la programación de tareas y podrá llevar un control más eficaz de las inspecciones y reparaciones de cada máquina o equipo incluido en el programa.

2.2 OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- a. Dotar de un programa asistido por computadora que sirva de apoyo en la administración del mantenimiento.
- b. Tener un respaldo en computadora del historial de las máquinas y que éste sea de fácil acceso.
- c. Contribuir con el mejoramiento continuo en la eficiencia del equipo.
- d. Garantizar un funcionamiento adecuado de las máquinas para seguridad del personal.
- e. Incrementar la disponibilidad de las máquinas, disminuyendo tiempos de parada de los equipos durante períodos de producción.
- f. Incrementar la vida útil del equipo.
- g. Reducir costos de operación y reparación.

2.3 CODIFICACIÓN

La codificación del equipo es de gran importancia, ya que así se tiene una manera rápida para ubicarlo e identificarlo.

Para realizar la codificación del equipo o maquinaria, se decidió utilizar el mismo código empleado por el control de inventarios de la empresa, y por el control de producción.

En lo que respecta al Departamento de Mantenimiento, se tomó la decisión de codificar las máquinas con el código ya establecido y agregarle un código de letras para así saber en cual sección de la planta se encuentra dicho equipo.

Cabe señalar que este “nuevo código” será utilizado exclusivamente por el Departamento de Mantenimiento, con el fin de agilizar la identificación del equipo tanto en la planta como en el Programa de Mantenimiento Preventivo.

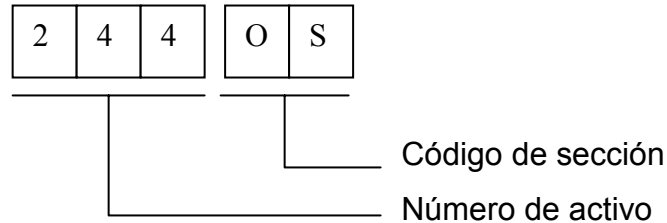
Además, se cuenta con activos que no tienen un código establecido, por lo tanto se les asignó un código, sólo para fines de mantenimiento.

Tabla 2.1 Codificación de las áreas de la planta

Nombre del área	Código
Operaciones secundarias	OS
Taller de mantenimiento	TM
Galvanoplastía	GA
Área de lijado y corte de piezas	AC
Limpieza y secado de piezas	LS
Tratamiento de agua	TA

Excel

Tomando en cuenta los elementos antes mencionados se procedió a realizar una codificación compuesta por números y letras, o sea, alfanumérica, la cual consta de cinco dígitos y se describe a continuación.



Cabe decir que la lista con el total de las máquinas y su respectivo código se muestra en el Apéndice A.

2.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento Preventivo es una serie de actividades ejecutadas para prevenir y detectar condiciones que lleven a las interrupciones de la producción, averías y deterioro acelerado del equipo, realizadas en un paro programado basado en un análisis cíclico.

Es necesaria una planificación, pues se debe hacer un estudio previo para fijar cuál será el camino más rápido y barato por seguir en el plan de trabajo, para lograr los objetivos deseados.

Es de suma importancia un control, pues de poco servirá planificar, programar y poner en marcha un Programa de Mantenimiento Preventivo, si luego no se realiza la supervisión técnica, que será la manera de ver si el plan de trabajo trazado está dando buen resultado.

Importancia del mantenimiento preventivo

Su aplicación tiene como meta descubrir y corregir deficiencias en los equipos tales como: pérdidas, aflojamientos, desgastes, entre otros. , que pueden ser causas de daños más graves, que se han de evitar descubriéndolos y subsanándolos en forma preventiva.

En consecuencia, el mantenimiento preventivo contribuye significativamente al desarrollo de la empresa, pues disminuye costos en reparaciones, baja los tiempos muertos y aumenta tanto la vida útil del equipo como la calidad del producto.

Características

Para el correcto funcionamiento del programa se requiere de una adecuada organización, ya que se involucran acciones ANTES y DESPUÉS de efectuar las inspecciones.

Acciones ANTES. se debe programar las inspecciones o trabajos analizando todos los aspectos, tales como coordinación con bodega de repuestos, así como planeamiento con los departamentos con que esté vinculado en los trabajos.

Acciones DESPUÉS:, es de suma importancia el análisis de toda la información recolectada una vez realizadas las inspecciones, anotando en los documentos que lleven el historial de las máquinas, los trabajos más importantes, cambios de repuestos, además se debe estudiar dicho documento para ajustar las frecuencias y mejoramiento del programa.

El Programa de Mantenimiento Preventivo contiene una planificación y un procedimiento ya establecido para su implantación, cabe señalar que el programa no es una estructura rígida, más bien es flexible, por lo tanto prácticamente en toda empresa, sin importar los recursos disponibles, se puede desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo (P.M.P). Al hablar de recursos, debe quedar claro que el mantenimiento requiere de materiales, repuestos, posibilidad de contar con el personal, no en la cantidad ideal, pero si la necesaria para trabajar en condiciones normales.

Cuando se esté en presencia de recursos mínimos para el mantenimiento, el criterio preventivo adquiere importancia, pues existe la necesidad de sustituir sólo piezas defectuosas, por lo tanto contribuye a identificar problemas y previene el deterioro de piezas.

Un P.M.P requiere en sus etapas iniciales un seguimiento detallado, la persona que está desarrollando el P.M.P debe inspeccionar la realización de los trabajos y observar si se están efectuando realmente según lo especifica el programa, en otras palabras, todo el personal debe de involucrarse en forma activa.

2.5 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Es un tipo de mantenimiento basado en la planificación, programación y control de trabajos preestablecidos.

Este mantenimiento será resultado del análisis de las inspecciones realizadas por el P.M.P, en las cuales, según las observaciones, se determina si se hace necesaria la realización de algún trabajo de importancia en alguna máquina o equipo y, de ser así, coordinar con el Departamento de Producción el momento más adecuado para realizar dicha corrección.

2.6 MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA

La computadora se presenta como uno de los instrumentos que marca el cambio hacia la automatización de todo tipo de tareas, incluso la de Mantenimiento.

Para este caso el Programa de Mantenimiento Preventivo, se utilizará el programa EXCEL de Microsoft Office, como una herramienta, ya que este software lo contiene toda computadora, es de fácil manejo y bastante versátil. Cabe señalar que existen paquetes de computo diseñados para programas de mantenimiento preventivo.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al utilizar EXCEL como herramienta para la elaboración del programa, se creó una carpeta en la cual se encuentra un archivo por máquina, nombrado con el código de la máquina la cual corresponde.

Cada archivo está compuesto por dos hojas, llamadas Inspecciones y Reparaciones.

En la hoja de inspecciones se encuentran las diferentes tareas por realizar, el código y nombre de la máquina, código de inspección, si debe ser realizada por un mecánico o un eléctrico, así como el tiempo destinado en la realización de cada labor. (Ver apéndice B)

En la hoja de reparaciones, se encuentra el código y nombre de la máquina, así como la fecha y el tipo de reparación que se realice. (Ver apéndice C)

El Departamento de Mantenimiento cuenta con un pequeño historial de ciertas máquinas, por lo que es de suma importancia que dichas reparaciones sean insertadas en los respectivos archivos.

Al tener registrados en el archivo las restauraciones y trabajos importantes realizados a las máquinas, se tendrá un acceso más simple y rápido, lo que permitirá un análisis más eficaz con respecto del comportamiento del equipo, así como al estudio de las frecuencias.

Sumado a lo anterior, se realizó en otro archivo la gráfica denominada Gantt Anual, en la cual se programan todas las inspecciones que fueron creadas en el Manual de Mantenimiento, teniendo en cuenta el tiempo de duración de la inspección y la frecuencia de ésta. (Ver apéndice D)

En dicho gráfico se muestra el nombre de cada máquina y sus respectivas inspecciones. El año está dividido en 52 semanas, en cada una de las cuales se coloca el tiempo estimado de la inspección por realizar.

Como la programación en el Gantt es semanal, no se incluyeron las inspecciones de los compresores, debido a que la frecuencia de éstas es por medio de horas de trabajo, por lo que el Departamento debe de comprometerse a realizar y programar las revisiones.

En este informe el apéndice D es una pequeña muestra del Gantt, debido a que éste es sumamente extenso, cabe señalar que a la empresa Prolex S.A, se le dará un archivo en Excel, en el cual se encuentra el Gantt en su totalidad.

2.8 PROCEDIMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL P.M.P.

Antes de poner en marcha el Programa de Mantenimiento Preventivo se debe tener en cuenta una serie de pasos previos para lograr que la planta esté en óptimas consideraciones.

- a. Reparar todos aquellos equipos que no estén funcionando correctamente o que estén discontinuados.
- b. Definir al personal del Departamento de Mantenimiento la metodología que se pretende implantar con el P.M.P.
- c. Coordinar con el Departamento de Producción la disponibilidad que tendrán las máquinas en fechas futuras.

Para ejecutar las inspecciones es necesario indicar al operario los pasos para realizar cada trabajo con la finalidad de obtener un mayor rendimiento de las observaciones; los pasos son los siguientes:

- a. El encargado de mantenimiento consultará con el computador sobre las inspecciones que se deben de realizar, al menos con una semana de anticipación.
- b. La persona seleccionada para realizar los trabajos, recibirá cada inicio de semana la lista de las inspecciones correspondientes a dicha semana.
- c. El operario en caso de necesitar alguna herramienta especial debe solicitarla a bodega por medio de la requisición de materiales, así como contar con el visto bueno del encargado de mantenimiento.
- d. Para las tareas por realizar se llenará una orden de trabajo con las observaciones necesarias.
- e. Al finalizar la semana se entregará los reportes al Encargado de Mantenimiento para su posterior análisis, del cual se considerará incluir en el Historial de Reparaciones.

2.9 RECOMENDACIONES

- a. Ordenar y codificar los materiales y repuestos en bodega.
- b. Capacitar e incentivar al personal sobre la importancia del Mantenimiento Preventivo.
- c. Actualizar el inventario de repuestos en bodega.
- d. Obtener información del equipo para actualizar los archivos de las máquinas.
- e. Mejorar continuamente el P.M.P según las frecuencias, fallas e historial del equipo.

2.10 CONCLUSIONES

- a. El programa de mantenimiento preventivo será de gran ayuda para la organización de la administración del mantenimiento.
- b. Los archivos creados ayudarán a simplificar la organización de las tareas.
- c. Se tendrá un acceso más rápido al historial de reparaciones de las máquinas.
- d. Al aplicar el P.M.P se garantiza tanto la seguridad del personal como la del equipo.
- e. La implantación del programa permitirá incrementar la disponibilidad de las máquinas.
- f. El P.M.P aumentará la vida útil y el rendimiento del equipo.
- g. Se reducirán los costos de reparación.

VII. CAPITULO III. CONTROL DE INVENTARIO DE FAJAS

3.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Es importante para el Departamento de Mantenimiento contar con un inventario actualizado de todas las fajas que utilizan tanto las máquinas como el equipo de la empresa.

En la bodega de Mantenimiento de la empresa en estudio, existe una serie de fajas, las cuales no están codificadas, por lo tanto, es difícil saber cuál corresponde a cada máquina. Además, no se cuenta con un control de máximos y mínimos, lo que contribuye a atrasos en el momento de sustituir alguna faja en una máquina.

Así mismo, si se tiene en cuenta el P.M.P, es importante contar con el inventario de fajas, para la realización de las inspecciones en donde éstas se vean involucradas.

También, se puede saber qué fajas hay en existencia y ya no son utilizadas y también cuáles son necesarias de mantener.

3.2 OBJETIVOS.

Con el inventario de fajas se pretende:

- Minimizar los tiempos de búsqueda de las fajas.
- Reducir los costos de almacenamiento.
- Agilizar las reparaciones.
- Mantener en bodega un número adecuado de existencias.

3.3 CONTROL DE INVENTARIOS

El control de inventarios es un aspecto crítico de la administración exitosa. Cuando mantener inventarios implica un alto costo, las compañías no pueden darse el lujo de tener una cantidad de dinero detenida en existencias excesivas.

Se deben satisfacer las necesidades manteniendo un nivel mínimo, pero garantizando que las existencias estén en bodega para cuando los equipos lo requieran.

3.3.1 Impedimentos para el control efectivo de inventarios.

Entre las barreras que existen para manejar eficientemente los inventarios están:

- Tener exceso de inventario por pensar en las consecuencias de no tenerlo o para obtener descuentos.

- Tener un constante cambio en la demanda de repuestos, que vuelven inexactas las predicciones y afectan las cantidades de inventario que deben comprarse.
- Tolerar la incapacidad de los proveedores para hacer entregas oportunas.

3.3.2 Clasificación y codificación de existencias.

Consiste en agrupar los activos por características comunes. Esto garantiza la vida útil de las partes, ordena la bodega y reduce tiempos de búsqueda.

Existen tres formas de hacer la clasificación:

- Topográfica: basado en la distribución de las instalaciones.
- Técnica: agrupar artículos de acuerdo con su función.
- Matriculación: se considera la agrupación ordenada y natural de acuerdo a su uso.

3.3.3 Codificación de existencias.

Consiste en asignar números o letras a cada artículo para definirlo en forma única. Entre sus ventajas están: es una manera de evitar las largas descripciones de un determinado artículo, minimiza el tamaño de las bases de datos y facilita la diferenciación de artículos.

Un código debe:

- Facilitar la clasificación de datos.
- Ser flexible, fácilmente identificable por medio de una clave.
- Debe ser simple y breve y fácil de memorizar.
- Entendible, aceptado y no ambiguo.

3.3.4 Sistemas de información.

Documentos activos:

Son los documentos vitales para el buen funcionamiento del control de inventarios ya que mantienen al día los registros. Deben de tener un fin específico, estar numerados, autorizados por un número mínimo de personas y de fácil manipulación.

Algunos ejemplos son:

- Traslados entre bodegas: para pasar activos de una bodega a otra.
- Requisición a bodega: para retirar activos.
- Tarjetas de inventario permanente: para llevar el control de movimientos de los artículos.
- Recibo y pedido de materiales: para solicitar partes y materiales que se han acabado y dar fe de que han llegado.

Documentos pasivos:

Proporcionan información en el momento que se requiere, lo que redundará en una correcta recepción de los materiales y su adecuada identificación, conservación y control. Ejemplos: copias de pedidos, catálogos, lista de materiales y herramientas, planos y especificaciones, tarjetas de localización, etc.

3.3.5 Factores de costo en el control de inventarios

Costos de adquisición:

Incluyen los costos de papeleo administrativo, análisis y selección de proveedores, recibo, inspección y almacenamiento de materiales. Estos costos por lo general son independientes del tamaño del pedido. Mientras más pequeños son los pedidos se deben hacer más, lo cual aumenta el costo de adquisición, pero hay niveles menores de inventario y en ocasiones esto es deseable.

Costos de existencia:

Incluyen costos por:

- Intereses: se da cuando una compañía se endeuda a través de préstamos para adquirir inventarios. Aunque se financie internamente, este costo no desaparece ya que el dinero invertido en inventarios pudo haberse utilizado en otras situaciones que generen ganancia a la empresa.

- Impuestos: representan activos basados en el valor del inventario como propiedad de la firma.

- Obsolescencia, deterioro y mermas: representan riesgos por tener grandes cantidades de inventario.
- Almacenamiento: Este costo incluye depreciación sobre estantes de bodega y costos de operaciones tales como calefacción, luz, mantenimiento y otros.
- Costos por manejo: implica mover los artículos a la bodega y fuera de ella cuando entran o salen de ésta.
- Depreciación: representan declinaciones en el valor de los artículos al pasar el tiempo, mientras mayores sean los inventarios mayores serán los costos de depreciación a ellos asociados.

Costos de fluctuaciones.

Muchas veces la demanda de productos es fluctuante en el año, por lo que las máquinas tienen un uso más continuo en ciertos períodos, por lo cual la demanda de repuestos crece. Esto puede traer como consecuencia la contratación y capacitación de personal para la bodega en las épocas críticas.

Costos de oportunidad.

Representan las posibles ganancias que pudieran lograrse si se tomara un curso de acción diferente, es decir, se incurre en costos al no aprovechar oportunidades tales como descuentos, posibles cambios de precios, etc.

3.3.6 Puntos de repedido.

Se necesita averiguar la mínima cantidad de unidades que deben existir en bodega en la cual se debe contactar con el proveedor para hacer un reabastecimiento de repuestos.

El encargado de control de inventario debe definir:

- Nivel máximo y mínimo de inventario que se llevará.
- ¿Cuánto dura el abasto de inventario entre las existencias máximas y mínimas?.
- ¿Cuánto tardará un pedido para ser surtido y entregado?.

Los niveles máximos se determinan considerando costos de existencia, posición financiera de la firma, entre otros. Los niveles mínimos se basan en satisfacer las necesidades reales mínimas. La duración de los repuestos se determinará con registros históricos y calculando tasas de uso. El tiempo crítico se debe tener en cuenta y se define como aquel en que dura el proveedor en traer los repuestos y todo el papeleo administrativo que conlleva.

3.3.7 Procedimiento para el control de inventarios.

- Determinar las necesidades del inventario.
- Pedir repuestos a proveedores.
- Recibir los repuestos, inspeccionarlos y almacenarlos.

- Poner al día los registros de inventario.
- Dar salida a los materiales a través de la requisición a bodega.
- Evaluar la condición del inventario.

3.3.8 Sistemas para el control de inventarios.

Sistema de cantidad fija.

Se basa en la suma económica del pedido y en el punto de repedido. Con el conocimiento del costo del pedido, el encargado del control de inventario vuelve a solicitar una cantidad fija de artículos cuando se llega al punto de repedido.

Sistema de límite monetario:

Es más flexible que el anterior. Se asigna una cantidad de dinero fija para los repuestos. Pueden emitirse órdenes para compra de repuestos en cualquier tiempo y por cualquier cantidad mientras que los pedidos no excedan el monto asignado.

Sistemas de tiempo límite:

Están basados en la colocación de pedidos de artículos usados regularmente a intervalos periódicos. La cantidad de repuestos no es fija y se puede ajustar en el tiempo de acuerdo con la tasa de uso. Este sistema es el preferido por los proveedores.

Sistema de doble depósito:

Tipo más sencillo de control. Se basa en usar dos depósitos para el mismo repuesto, en uno de ellos se colocan las existencias de seguridad y en el otro las existencias para uso normal. Cuando éstas se acaban y se deben usar las primeras, se notifica al encargado de suplir repuestos para que se ponga en contacto con el proveedor.

3.3.9 Métodos de almacenamiento.

La cantidad de artículos por almacenar depende del consumo, la dificultad del aprovisionamiento, el precio y el costo de almacenamiento. Los métodos de almacenamiento son un conjunto de actividades que se ocupan de la colocación de un activo donde pueda ser racionalmente conservado y luego entregado al usuario en buen estado.

Debe de considerarse:

Materiales por almacenarse:

Volumen, peso, condiciones especiales de conservación, consumo, existencias mínimas, frecuencia de movimientos, espacio adecuado para la manipulación.

Espacio por utilizar:

Determinar si las zonas de trabajo están alejadas para descentralizar la bodega, aunque esto tiene inconvenientes.

Formas de almacenamiento:

Tomar en cuenta la forma y características del artículo, éste puede ser de forma regular o irregular, pesado o liviano, líquido, etc.

Equipo de la bodega:

Estanterías, cajas apilables, soporte para barras y tubos, escaleras, equipo de medición.

3.4 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para realizar el inventario de fajas, se realizó una lista de todas aquellas máquinas que las empleaban, luego se buscó cuáles de estas máquinas contaban con archivos o catálogos y se determinaron las fajas y códigos empleados por los fabricantes. (Ver apéndice F)

Una vez obtenida la lista de fajas según el fabricante, se recurrió a tomar máquina por máquina, hacer inspecciones y levantar una lista del tipo y código de fajas que estaban instaladas.

Además, se anotaron todas aquellas existentes en bodega y la cantidad de éstas.

Luego se compararon las fajas en existencia y las requeridas para cada máquina, se encontró que había una serie de ellas que ya no se utilizaban y otro tanto de fajas necesarias no se contaba en bodega.

3.5 CONTROL DEL INVENTARIO DE FAJAS

Se utilizó el programa EXCEL de Microsoft Office, como una herramienta para elaborar la lista de máquinas que utilizan faja, el tipo correspondiente a cada máquina y la cantidad requerida de fajas.

También se elaboró una lista en donde se especifica la cantidad total de cada tipo de faja, así como la existencia mínima. (Ver apéndice E)

Además, se hizo un archivo adjunto en donde, todas aquellas máquinas que contaban con catálogo, les fue insertada una fotografía propia, para identificar el lugar de ubicación y el tipo de faja que emplea. (Ver apéndice F)

Cabe señalar, que en muchos casos, las máquinas no tenían instaladas las fajas recomendadas por los fabricantes, así, dentro de la lista, se agregó una columna para anotar tipos equivalentes de éstas. (Ver apéndice F)

En el momento en que se haga una solicitud al encargado de Mantenimiento, éste deberá de apersonarse a la bodega, cerciorarse que la faja o fajas solicitadas sean entregadas, y en caso de llegar al mínimo, inmediatamente solicitar la orden de compra a proveduría.

3.6 RECOMENDACIONES

- a. Adquirir un organizador para colocar las fajas.
- b. Ubicar las fajas de acuerdo con su tamaño y en un lugar específico.
- c. Tener junto al organizador, una lista, la cual posea: el tipo, cantidad de fajas en inventario, ubicación en el organizador y las máquinas que la utilizan.
- d. Incentivar al personal de Mantenimiento para que fomente el orden.

3.7 CONCLUSIONES

- a. Con el control de inventarios se reduce el tiempo de búsqueda.
- b. Se sabrá con certeza qué tipo de faja y cantidad utiliza cada máquina.
- c. Hay una reducción en costos, ya que se contará sólo con las fajas necesarias.
- d. Se tendrá un mayor control, sobre la adquisición de fajas.

VIII. CAPÍTULO IV. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN, PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El cuerpo humano autorregula su calor interno para mantener uniforme su temperatura dentro de una corta variación, siendo su temperatura normal de 37 °C y con cualquier alteración, en más o en menos, de la citada cifra, el organismo humano puede sufrir serias consecuencias.

Por otro lado, la capacidad de trabajo y la salud de la persona se ve disminuida, si su actividad laboral se desenvuelve dentro de ambientes contaminados, bien sea por exceso de calor o por humos, polvo u otros agentes atmosféricos que pululan alrededor, los cuales destruyen la pureza del aire que se respira.

La ventilación ayuda a mitigar estos desarreglos, según estudios elaborados por años sobre el medio ambiente que avalan resultados satisfactorios.

La atmósfera en una habitación puede parecer pesada aunque el aire no esté viciado en forma perceptible ni el calor sea opresivo. Esto puede ser debido a la ausencia de variación de las corrientes de aire.

Se ha visto que el movimiento de aire hace bajar la temperatura de la piel, lo cual aumenta la sensación de frescor. El resultado total es que variaciones de las corrientes de aire hacen parecer una habitación más fresca.

Actualmente en la planta de producción, de la empresa PROLEX S.A. se presenta una sensación de calor alta, lo que incomoda y predispone al personal, cabe señalar que no hay equipo o maquinaria que sean fuentes de calor.

La situación se da más que todo porque no hay entradas naturales de aire; se cuenta con cinco ventiladores: sin embargo, éstos están instalados relativamente lejos de los puestos de trabajo y a una altura considerable.

Además, no hay una circulación adecuada del aire, para que el poco que es introducido a la planta genere condiciones de comodidad y frescura, al estar los ventiladores a una altura considerable, el flujo de aire prácticamente no circula por los puestos de trabajo, sino a una altura que no es perceptible para el personal.

Es importante tener una circulación y renovación de aire adecuadas, así como también un buen flujo de éste, el cual sea dirigido hacia los puestos de trabajo para provocar una reducción en la temperatura y con efecto una satisfacción para el personal de la planta.

4.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

- I. Diseñar un sistema efectivo de ventilación.
- II. Reducir la sensación de calor percibida en la planta.
- III. Contribuir con el diseño del sistema a la extracción de agentes contaminantes.

4.3 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para realizar el cálculo y diseño de sistema de ventilación, se recurrió a literatura sobre diseño de sistemas de ventilación industrial, así como al material utilizado en el curso Turbo máquinas.

En primer lugar se determinó el volumen de aire por recircular, así como la capacidad de volumen que tienen los cinco ventiladores instalados.

Por otra parte, el área denominada Galvanoplastía cuenta con extractores; se realizó una comparación de temperaturas entre dicha área y la planta de producción, cabe señalar que en el área de Galvanoplastía, sí hay fuentes de calor considerables, aún así esta área presenta una diferencia de temperatura de alrededor 2 °C, comparada con el resto de la planta.

Es importante mencionar que en el área de Galvanoplastía, se midió la temperatura cuando trabajaban los extractores y cuando no lo hacían, se determinó que al tener los extractores trabajando, la temperatura disminuye un poco más de 2 °C.

Se realizaron las comparaciones anteriores para tener un parámetro de la variación de la temperatura utilizando los extractores.

4.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AIRE

La planta de producción está conformada por cinco naves industriales, de las cuales dos tienen las siguientes dimensiones: 36.07 metros de largo por 15.30 de ancho; otras dos tienen: 30.6 metros de largo por 23.75 de ancho, y, finalmente, una de 5.47 metros de largo por 23.75 metros de ancho.

Teniendo las medidas anteriores y la altura de la planta que es de 7.20 metros, se calculó que el volumen total de la planta de producción es de 12.919 m³ o el equivalente: 456.232 pies³.

Por otra parte, basándose en el catálogo Greenheck Delivery Catalog 2001 se compararon los ventiladores instalados con los de dicho fabricante; de esta forma se estimo que el total de aire introducido por los cinco ventiladores es de aproximadamente: 58.156pcm

4.5 PROYECTO DE VENTILACIÓN

Ventilar es cambiar, renovar, extraer el aire del interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior, a fin de evitar el enrarecimiento, eliminando el calor, el polvo, los olores y cuanto elemento perjudicial o impurezas contenga el aire ambiental encerrado dentro del local. De no llevarse a cabo esta renovación, la respiración de los seres vivos que ocupan el local se haría dificultosa y molesta, lo cual es un obstáculo para las normales actividades que se desarrollen dentro del lugar.

4.4.1 Renovaciones o cambios de aire.

La cantidad de aire necesaria para efectuar una ventilación puede depender entre otros factores de:

- Dimensiones y características del local.
- Actividad a la que está destinado.
- Calor por disipar o carga térmica.
- Granulometría de los sólidos por transportar.

Es importante mencionar que la ventilación en absoluto modifica las cualidades del aire respecto de la temperatura, humedad y además aspectos que son estudiados en el aire acondicionado, pues se centra en el movimiento del aire y su consiguiente desplazamiento y traslación.

4.4.2 Maneras de ventilar

La ventilación puede llevarse a cabo de las siguientes maneras:

- Extracción del aire viciado del local.
- Impulsión de aire nuevo del local.
- Extracción e impulsión reunidas en una misma instalación. La impulsión para la introducción de aire exterior y la extracción para expulsar el aire enrarecido o viciado.

El sistema de extracción de aire es bastante empleado en la industria. Esencialmente consiste en disponer a lo largo del local o en lugares estratégicos, una serie de extractores incluso también en el techo del local por ventilar. La misión de los ventiladores consiste en aspirar el aire adulterado y expulsarlo fuera de la atmósfera.

Lógicamente para que exista una corriente de aire a través del ventilador es necesario que en otros puntos del edificio haya huecos por donde pueda entrar aire en mayor cantidad, así los extractores eliminan el volumen de aire enrarecido. Estos huecos pueden ser ventanas, puertas o simplemente rendijas, aunque lo más recomendable es disponer toberas para la entrada de aire.

En el método por impulsión, como su nombre lo indica, los ventiladores recogen el aire exterior limpio y lo empujan hacia el interior del recinto, creando una sobre presión dentro del recinto que obliga al aire impuro a salir por las aberturas previstas para tal fin. A su vez, la sobre presión impide que penetre aire exterior por sitios que no están en el planeamiento general de una instalación.

Una de las ventajas de la impulsión consiste en poder dotar al ventilador de un filtro para retener las partículas microscópicas y demás contaminantes que proliferen en el aire exterior. Además puede controlarse la cantidad de aire entrante y repartir más eficazmente el volumen de éste sobre las secciones que necesiten mayor renovación.

El sistema de extracción - impulsión reunidas en una misma instalación viene determinado por un estudio de las bocas de entrada y salida del aire así como por la configuración del local, en virtud de que se usan ventiladores para impulsar el aire limpio y para extraer el aire viciado, lo cual lleva a considerar adecuadamente todas las variantes posibles, pues, por un lado, se tendrá depresión y, por otro, sobre presión, sería conveniente que los impulsores den más aire que el desalojado por los extractores para que dentro del recinto exista sobre presión y la instalación funcione correctamente, para ello se estima en un 20% más.

4.4.3 Sistemas de ventilación.

La ventilación espontánea se realiza a través de rendijas, puertas, ventanas y otros huecos que se conectan con el exterior, causada principalmente por las distintas temperaturas que se detectan entre los interiores del local y el exterior, a las que se añade la acción del viento, por cuya comunicación se crean diferencias de presión entre ambos ambientes.

Ventilación natural

La ventilación natural emplea la fuerza del viento y las diferencias de temperatura para lograr el movimiento del aire que da origen a la ventilación de los

locales, pueden establecerse como principios básicos de la ventilación natural los siguientes:

- Diferencia de altura.
- Diferencia de temperaturas exterior e interior.
- Diferencia de presión.
- Acción del viento.
- Carga térmica.

Para la ventilación de grandes naves de tipo industrial, suelen utilizarse varios sistemas de ventilación natural, desde el simple hueco en la cubierta pasando por los lucernarios, las ventanas altas ubicadas en los laterales, la ventilación forzada ya sea lateral o en cubierta, por sombretes, chimeneas de ventilación y cuando la nave esté construida con dientes de sierra, mediante compuertas colocadas en éstos.

Ventilación mecánica

Cuando la ventilación natural de ningún modo pueda llevarse a cabo o es insuficiente, como sucede en muchas situaciones, hay que recurrir a la ventilación por medios mecánicos, para conseguir la necesaria renovación del volumen de aire que se concentra en el interior de un recinto cerrado.

La ventilación por medios mecánicos suele efectuarse por intermedio de ventiladores y extractores de aire que pueden montarse de manera individual en el lugar elegido, o bien, emplear una instalación colectiva que ampare un circuito de tubería.

4.4.4 Situación actual en la planta.

La planta tiene un área aproximada de 1956.6 m² y por consiguiente un volumen de 12.919 m³ como anteriormente se mencionó; además cuenta con cinco ventiladores, los cuales se ubican en el costado Este del edificio, a 6 metros de altura y a 16.8 metros de los primeros puestos de trabajo, esto conlleva a diferentes situaciones y criterios, que sumados, perjudican una ventilación adecuada.

Por la ubicación de los ventiladores, se está introduciendo aire caliente, tanto por encontrarse al costado Este, ya que es en esta zona en donde hay una incidencia mayor del sol, provocando que el aire circundante afuera del edificio sea caliente, agregando a dicha situación la altura de los mismos; se está introduciendo aire caliente. (Ver apéndice G)

Por otra parte, el aire introducido no es guiado por algún factor externo, o sea, a la salida de los ventiladores no existen ductos que envíen el aire a zonas específicas, lo que provoca una dispersión de flujo, haciendo que la mayoría del aire circule por la parte superior de la planta, llegándole muy poco al personal de la planta.

La mayor concentración de personal en la planta se ubica a aproximadamente a 45 metros de donde se encuentran instalados los ventiladores, por lo que el poco aire que llega a esta zona es caliente, agregado a esto, por la propia fabricación de la planta, hay barreras de infraestructura que perjudican al flujo de aire, provocando que parte de este no llegue a zonas importantes del edificio.

Se realizaron medidas de velocidad del aire en diferentes zonas de la planta, principalmente en lugares en donde se concentra la mayor cantidad de trabajadores, se determinó que en dichas zonas no hay un movimiento de aire, ya que la velocidad medida por el anemómetro es de 0m/s.

Sumado a lo anterior, en la estructura del edificio hay persianas, sin embargo éstas se encuentran tapadas por acrílico, ello le impide al aire caliente abandonar la planta, y provoca una sobre presión en la planta, así como una nula recirculación del aire.

Además se realizaron tomas de temperatura y se determinó una diferencia de 2°C entre la temperatura de la planta y la del ambiente, siendo más caliente la planta.

4.4.5 Propuesta de ventilación.

A continuación se describe la propuesta de ventilación para la planta, así como las consideraciones y el porqué de éstas, ello para tener un mejor ambiente, más cómodo y que el personal se sienta mejor a la hora de laborar y contribuya en la producción.

En primer lugar, se estimó que cada ventilador existente en la empresa ha de tener una capacidad de 8.63 m³/s, además una mejor ubicación de éstos ayudarán a refrescar el área de trabajo. (Ver Anexo A)

Con la utilización de tres de estos ventiladores, se crearía un flujo importante de aire, el cual bien distribuido en las zonas en donde hay más personal, ayudaría considerablemente a ventilar y refrescar el ambiente de trabajo.

Los ventiladores deben ser ubicados en el costado Norte de la planta, ya que en ésta la influencia del sol es mínima, por lo tanto el aire introducido a la planta es más fresco y tiene mayor capacidad de absorber el calor existente en el edificio.

Es importante mencionar que los ventiladores serán ubicados a una altura de seis metros, aunque esta altura no es recomendada, es la única opción, debido a que en la pared Norte de la planta se encuentran instalados ductos eléctricos y cajas de potencia, por lo cual la movilización de dichos elementos sería costosa.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decidió hacer la ventilación por medio de ductos, los cuales tendrán cinco bajantes en zonas donde hay mayor acumulación de personas y además, se tomó en cuenta la dispersión del flujo de aire y la velocidad de éste, para que llegue a una mayor cantidad de personas, cubra mayor espacio, tenga un movimiento de barrido para robar calor al medio y, con la velocidad, ayude a generar una sensación de frescura en el personal.

Sumado a la utilización de ductos, está descubrir las rejillas o persianas existentes en el edificio, para que por medio de estas, salga el aire caliente permitiendo flujo y recirculación de aire, cambiando aire viciado por aire fresco.

El diseño de los ductos se realizó basándose en la literatura sobre ventilación industrial, así como también con material proporcionado en el curso de turbo maquinas, de donde se consideraron aspectos como la forma del ducto, velocidades de diseño y demás criterios para elaborar un sistema de ventilación eficaz.

Además de hacer un diseño óptimo, es importante resaltar el aspecto económico en que debe incurrir la empresa para la elaboración de dicho sistema, de esta manera se trató de diseñar un sistema que sea económico en su implantación, por lo tanto, se decidió utilizar los ventiladores ya existentes en la empresa; por lo que el costo se da en la elaboración de los ductos y en el traslado de los ventiladores, así como en su instalación tanto física como eléctrica.

Para la fabricación de los ductos, se tomaron velocidades de flujo, que contribuyeran a la disminución del área del ducto, sin alterar las recomendaciones dadas por la teoría, y los fabricantes de este tipo de sistemas. Además deben de ser contruidos en lámina de Hierro Galvanizado #24

Otro aspecto importante por tomar en cuenta, es que un flujo de aire que pase a una velocidad de 3m/s, por una persona, ésta experimentará una sensación de reducción de temperatura de 6C, este punto fue considerado en el diseño del sistema. (Ver Anexo B)

Por último, no menos importante, se debe de mencionar que la sensación de calor percibida por una persona influye directamente en su desempeño laboral, lo que se ve reflejado en la producción y por ende constituye gastos para la empresa.

Muestra de cálculos:

Con el tipo, diámetro y velocidad de giro, se determinó que los ventiladores tienen una capacidad de 8.63 m³/s. Según catálogo de ventilación (Ver anexo A)

El caudal en cada salida será de: 1.726 m³/s

Cálculo de las dimensiones de cada tramo de sistema de ventilación.

Tramo AB

Caudal: 8.63 m³/s

Área del ducto: 1m²

Secciones del ducto: h = b = 1m.

Velocidad: $Q/A = 8.63 \text{ m}^3/\text{s} / 1\text{m}^2 = 8.63 \text{ m/s}$.

En este caso el área es de 1 metro, debido a que el diámetro del ventilador es de aproximadamente 1 m, por lo que no se puede diseñar un ducto más pequeño, además si se reduce dicha área hay un incremento considerable en la velocidad del aire.

Tramo BC

Caudal: $6.904 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad: 11 m/s

Área: 0.627 m^2

$H = b = 0.79 \text{ m}$

Tramo CD

Caudal: $5.178 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad: 11 m/s

Área: 0.470

$H = b = 0.68$

Tramo DE

Caudal: $3.452 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad: 9 m/s

Área: 0.384 m^2

$H = b = 0.62 \text{ m}$

Tramo EF

Caudal: $1.726 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad: 4.5 m/s

Área: 0.384 m^2

$H = b = 0.62 \text{ m}$

Cálculo de los bajantes.

Caudal: 1.726 m³/s

Velocidad: 4.5 m/s

Área: 0.384 m²

H = b = 0.62 m

Pérdidas del sistema

Tramo AB

$$K = \frac{h+b}{h \times b} \times l \times 0.01$$

$$K = 0.02$$

$$h_f = \frac{k \times v^2 \times \rho}{2}$$

$$h_f = 0.74 \text{ Pa}$$

Tramo BC

$$K = 0.126$$

$$h_f = 7.64 \text{ Pa}$$

Tramo CD

$$K = 0.147$$

$$h_f = 8.92 \text{ pa}$$

Tramo DE

$$K = 0.16$$

$$h_f = 6.5 \text{ Pa}$$

Tramo EF

$$K = 0.16$$

$$h_f = 1.62 \text{ Pa}$$

Codo, Radio 13, 90

$$K = 0.4$$

$$h_f = 4.06 \text{ Pa}$$

Bajantes

$$K = 0.048$$

$$H_f = 0.5 \text{ Pa.}$$

Las pérdidas en los ductos son de aproximadamente: 32.5 Pa.

Las características de los ductos, como: dimensiones, longitud y forma, se pueden observar en el (Ver Apéndice H)

Rejillas de salida:

Las rejillas a instalar a la salida de los bajantes son del tipo de doble vía, seleccionando una de 24" x 24". (Ver Anexo D)

Debido al tamaño que presentan dichas rejillas, se decidió hacer los bajante de 24" x 24", o sea de 0.61 m x 0.61 m, lo que representa una pequeña disminución del área y por ende un aumento en la velocidad, sin embargo este es muy bajo, aproximadamente de un 3%.

Los términos para considerar las velocidades son tomados de la tabla velocidades del aire recomendadas en los ductos. (Ver Anexo C)

La distribución de los ventiladores, así como la ubicación de los bajantes, se realizó basándose en la ubicación del personal, así como, considerando aquellos obstáculos que hay en la planta como maquinas e instalación eléctrica. (Ver Apéndice D).

Es importante señalar que los cálculos anteriores, son los mismos para los tres ventiladores, y cada uno está en forma independiente.

4.5 RECOMENDACIONES

- Realizar lo más pronto posible, el traslado de ventiladores y el comienzo del proyecto.
- Quitar el acrílico de las persianas, ya que impide la recirculación de aire.
- Cambiar las fajas de los ventiladores, ya que éstas no están en buen estado, lo que perjudica el buen desempeño de los mismos.

4.6 CONCLUSIONES

- Una buena ubicación de los ventiladores, contribuye significativamente a mejorar el ambiente de la planta.
- Con una orientación adecuada del aire, se reduce la sensación de calor percibida por las personas.
- Velocidades relativamente bajas, ayudan para tener un ambiente más confortable.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Woods of Colchester Limited. Guía práctica de ventilación. 1 ed. Barcelona Blume Editorial, 1970.
2. Carnicer, Enrique. Ventilación industrial, cálculo y aplicaciones. 3 ed Editorial Paraninfo, 1998.
3. Havrella, Raimond. Fundamentos de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire. 1 ed. México McGraw-Hill, 1983.
4. V, Baturin. Fundamentos de ventilación industrial. 3 ed. Barcelona Editorial Labor, S.A., 1976.
5. Proles. Guía del colaborador. Editorial Multimedia G.C y Asociados.

X. APÉNDICES

APÉNDICE A
CODIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS

Tabla A1. Codificación de las máquinas.

MÁQUINA	CÓDIGO
PULIDOR	01-SW
PULIDOR	02-SW
PULIDOR	03-SW
PULIDOR	04-SW
PULIDOR	05-SW
PULIDOR	06-SW
PULIDOR	07-SW
PULIDOR	08-SW
PULIDOR	09-SW
L16	05-OS
TORNO DE SERIES II	10-OS
CENTRÍFUGA DESCO	111-LS
ESTAMPADORA	13-OS
LIMADORA	14-OS
LIMADORA	15-OS
TALADRO ORBIT	16-OS
TALADRO ORBIT	17-OS
TALADRO PEQUEÑO DE PRECISIÓN	18-OS
LIJADORA DE BANDA BURR KING	20-OS
LIJADORA DE BANDA BURR KING	21-OS
PULIDOR VIEJO	222-AC
RECTIFICADORA FALCON	236-OS
FRESADORA FIRST SHARP	237-OS
RECTIFICADORA CINCINNATY	238-OS
RECTIFICADORA CHEVALIER	240-OS
FRESADORA COMET	241-OS
TORNO HARDINGE	243-OS
TORNO LIJADORA	244-OS
ESTAMPADORA	245-OS
RECTIFICADORA CHALLENGER	246-OS
TORNO HARDINGE	248-OS
FRESADORA COMET	249-OS
RECTIFICADORA ROYAL	24-OS
TORNO L16	253-OS
TORNO L16	254-OS
TORRINGTON SWAGER	259-AC
TORNO DE SERIES II	25-OS
TORNO HARDINGE	261-OS
TORNO HARDINGE	262-OS
LIMADORA	263-OS

SIERRA PARA COBRE	266-AC
B-12	274-OS
B-12	275-OS
MAZAK	282-OS
HORNO LIMBERG	28-TM
TORNO DE SERIES II	29-OS
RECTIFICADORA CHALLENGER	42-OS
TALADRO ROCKWELL	44-TM
TALADRO DOBLE	45-TM
SIERRA CINTA	46-TM
PULIDOR NUEVO	555-AC
TORNO HARDINGE	616-OS
SIERRA SCOTCHMAN	625-AC
TORNO DE SERIES II	659-OS
EXTRACTOR GALVANOPLASTÍA	701-GA
SISTEMA AGITACIÓN DE TANQUE DE HIERRO	706-GA
TAMBORES PARA ELECTROLESS	715-GA
TANQUE DE CAPTACIÓN	719-TA
SISTEMA AGITACIÓN DE TANQUE DE HIERRO	723-GA
EXTRACTOR GALVANOPLASTÍA	724-GA
TAMBORES PARA ELECTROLESS	730-GA
B-12	733-OS
RECTIFICADOR DECAPE HORIZONTAL	735-GA
TANQUE DE CAPTACIÓN	737-TA
SISTEMA AGITACIÓN DE TANQUE DE HIERRO	740-GA
TAMBORES PARA ELECTROLESS	741-GA
FILTRO PARA TRATAMIENTO DE AGUA	748-TA
FILTRO PARA TRATAMIENTO DE AGUA	756-TA
SISTEMA AGITACIÓN DE TANQUE DE HIERRO	757-GA
FILTRO PARA TRATAMIENTO DE AGUA	770-TA
EXTRACTOR GALVANOPLASTÍA	777-GA
CENTRÍFUGA NEW HOLLAND	77-LS
EXTRACTOR GALVANOPLASTÍA	790-GA
SISTEMA AGITACIÓN DE TANQUE DE HIERRO	799-GA
RECTIFICADOR DE Cr	808-GA
CRISOLES DE ESTAÑO	811-GA
RECTIFICADOR DEL TANQUE DE Fe2	813-GA
RECTIFICADOR DEL TANQUE DE Fe5	814-GA
CRISOLES DE ESTAÑO	816-GA
RECTIFICADOR DEL TANQUE DE Fe4	822-GA
MAQUINA: CRISOLES DE ESTAÑO	827-GA
RECTIFICADOR DEL TANQUE DE Fe1	833-GA
FIILTROS DE PRENSA HIDRÁULICOS	837-GA
RECTIFICADOR DEL TANQUE DE Fe3	841-GA
RECTIFICADOR DESENGRASE DE ELECTROLESS	

Y DECAPE DE Fe	844-GA
RECTIFICADOR DESENGRASE DE COBRE	852-GA
FIILTROS DE PRENSA HIDRÁULICOS	855-GA
CENTRÍFUGA NEW HOLLAND	85-LS
RECTIFICADOR DE Ni	860-GA
RECTIFICADOR DESENGRASE Ni Y Cr	879-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR TANQUE Fe1	838-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR TANQUE Fe2	853-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR TANQUE Fe3	891-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR TANQUE Fe4	717-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR TANQUE Fe5	769-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR DESENGRASE DE COBRE	855-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR DESENGRASE DE ELECTROLESS Y DECAPE DE HIERRO	727-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR Ni	794-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR Cr	788-GA
PANEL DE CONTROL DE TEMPERATURA, Y CONTROL DE RECTIFICADOR Ni y Cr	871-GA
SÚPER TEC	260-OS
SÚPER TEC	265-OS
SÚPER TEC	278-OS

EXCEL

APÉNDICE B

HOJAS DE INSPECCIONES.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

MÁQUINA: RECTIFICADORA CHALLENGER

CÓDIGO: 246-OS

MANUAL DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO

NOMBRE DE PARTE	NOMBRE SUBPARTE	INSPECCIÓN	CÓDIGO DE INSPECCIÓN	OPERARIO	DURACIÓN (Minutos)	FRECUENCIA
	PANEL ELÉCTRICO	Revisión y limpieza del panel eléctrico	RE1	1 Eléctrico	60	Trimestral
	MUELA ABRASIVA	Revisión, limpieza y lubricación del tornillo de la muela abrasiva y revisión de la estrella de acople	RE2	1 Mecánico	120	Bimensual
	MESA	Revisión del sistema de tracción de la mesa	RE3	1 Mecánico	120	Anual

EXCEL

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

MÁQUINA: LIJADORA DE BANDA BURR KING

CÓDIGO: 20-OS

MANUAL DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO

NOMBRE DE PARTE	NOMBRE SUBPARTE	INSPECCIÓN	CÓDIGO DE INSPECCIÓN	OPERARIO	DURACIÓN (Minutos)	FRECUENCIA
MESA Y GUIÍA PARA LIJADO	MOTOR Y POLEAS	Inspección visual del estado y tensión de la faja	LB1	1 Mecánico	30	Bimensual
		Revisión del juego de poleas	LB2	1 Mecánico	30	Semestral

EXCEL

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

MÁQUINA: RECTIFICADORA CINCINNATY

CÓDIGO: 238-OS

MANUAL DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO

NOMBRE DE PARTE	NOMBRE SUBPARTE	INSPECCIÓN	CÓDIGO DE INSPECCIÓN	OPERARIO	DURACIÓN (Minutos)	FRECUENCIA
	MOTOR DE ARRASTRE	Inspección visual del estado y tensión de la faja	RC1	1 Mecánico	25	Trimestral
	MOTOR DE DESBASTE	Inspección visual del estado y tensión de la faja	RC2	1 Mecánico	25	Trimestral
	BOMBA DEL SISTEMA HIDRÁULICO	Revisar el nivel de aceite rellenar si es necesario	RC3	1 Mecánico	5	Semanal
		Inspección de mangueras tuberías y depósito de aceite	RC4	1 Mecánico	15	Trimestral

EXCEL

APÉNDICE C

HOJA DE REPARACIONES

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

HISTORIAL DE REPARACIONES

MÁQUINA: RECTIFICADORA CHALLENGER

CÓDIGO: 246-OS

FECHA	REPARACIÓN

EXCEL

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

HISTORIAL DE REPARACIONES

MÁQUINA: LIJADORA DE BANDA BURR KING

CÓDIGO: 20-OS

FECHA	REPARACIÓN

EXCEL

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

HISTORIAL DE REPARACIONES

MÁQUINA: RECTIFICADORA CINCINNATY

CÓDIGO: 238-OS

FECHA	REPARACIÓN

EXCEL

APÉNDICE D

GANTT ANUAL

BELEGAR GANTT ANNUAL 2004

Table with columns for months (ENERO to DICIEMBRE) and rows for various tasks (e.g., 10-OS TO1, 10-OS TO2, etc.). Each cell contains numerical values representing task duration or progress for that month.

APÉNDICE E

INVENTARIO DE FAJAS

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
LISTA DE FAJAS			
TIPO DE FAJA	CANTIDAD	MÁQUINAS QUE LA UTILIZAN	MÍNIMO
1626V380	10	25-43-40-10-29-659-616-261-248-262	4
1626V517	8	25-43-10-659-616-261-248-262	3
1626V604	2	10-40	2
AP42 DAYCO Súper BLUE RIBBON	1	24	1
A25 (4L270)	1	24	1
3V750	2	24	2
420H150 OBTIBELT	1	24	1
1632V210 ORS SC	2	24	2
3VX600	1	633	1
240J	1	244	1
A32	1	46	1
A23	1	46	1
A17	1	46	1
225L BANDO SYNCHRONOUS BELT	3	237-241-249	2
875V3828 BANDO VS BELT	3	237-241-249	2
DAYCO RPP 1120 8M 20	1	625	1
4L280	1	266	1
B97	3	259	3
AP29 DAYCO Súper BLUE RIBBON	2	20-21	2
A26	4	16-17	4
A45	1	45	1
AP53 DAYCO Súper BLUE RIBBON	1	45	1
A52	1	44	1
B68	3	PULIDOR NUEVO	3
B58 HY T GOODYEAR	2	PULIDOR VIEJO	2
B57	2	CENTRÍFUGA DESCO	2
BP58	2	SCRUBER Ni-Cr	2
A37	1	SCRYBER Fe	1
A54 (4L560)	1	BARIDORA DE CONCRETO	1
39191366	5	COMPRESOR INGERSALL RAND	5
A44	1	VENTILADOR 1	1
AP36	2	VENTILADORES 3 Y 5	1
800-8 YU 15 POWER GRIP	3	5-253-254	2
239060 POWER GRIP	3	5-253-254	2
75163X30HTD CATALOGO	3	5-253-254	2
670-5GT UNITTA	3	5-253-254	2
T5-10-120	3	5-253-254	2
T5-10-90	3	5-253-254	2
A35	6	265-260-278	4
FALTA	3	265-260-278	2
3L200	3	265-260-278	2
A66	3	238	3
1922V282	1	238	1
FALTA	1	238	1

APÉNDICE F

TIPOS DE FAJA POR MÁQUINA

# MAQUINA	CANTIDAD	TIPO DE FAJA		
		NOMBRE SEGÚN CATÁLOGO	NOMBRE SEGÚN GATES	NOMBRE OTRO FABRICANTE
25	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V517	1626V517	
243	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V517	1626V517	
40	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V604	1626V604	
10	1	1626V380	1626V380	26X8X935 OBTIBELT Súper VX
	1	1626V517	1626V517	
29	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V604	1626V604	
659	1	1626V380	1626V380	26X8X935 OBTIBELT Súper VX
	1	1626V517	1626V517	
616	1	1626V380	1636V380	26X8X935 OBTIBELT Súper VX
	1	1626V517	1626V517	
24	1			AP42 DAYCO Súper BLUE RIBBON
	1		A25 (4L270)	
	2		3V750	
	1			420H150 OBTIBELT
	2			1632V210 ORS SC
261	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V517	1626V517	
248	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V517	1626V517	
262	1	1626V380	1626V380	
	1	1626V517	1626V517	
633	1		3VX600	
244	1		240J	
46	1		A32	A32 GOODYEAR
	1		A23	A23 MOTOMOSTER
	1		A17	A17- FIRST Súper
237	1			225L BANDO SYNCHRONOUS BELT
	1			875V3828 BANDO VS BELT
241	1			225L BANDO SYNCHRONOUS BELT
	1			875V3828 BANDO VS BELT
249	1			225L BANDO SYNCHRONOUS BELT
	1			875V3828 BANDO VS BELT
625	1			DAYCO RPP 1120 8M 20
266	1		4L280	
259	3		B97	
20	1			AP29 DAYCO Súper BLUE RIBBON
21	1			AP 29 DAYCO Súper BLUE RIBBON
16	2		A26	
17	2		A26	
45	1		A45	
	1			AP53 DAYCO Súper BLUE RIBBON
44	1		A52	
PULIDOR NUEVO	3		B68	
PULIDOR VIEJO	2			B58 HY T GOODYEAR
CENTRÍFUGA DESCO	2		B57	
SCRUBER Ni-Cr	2			BP58
SCRUBER Fe	1		A37	
BATIDORA CONCRETO	1		A54 (4L560)	
COMP. INGERSALL	5	39191366		
VENTILADOR 1	1		A44	
VENTILADOR 2	1	FALTA		
VENTILADOR 3	1			AP36
VENTILADOR 4	1	FALTA		
VENTILADOR 5	1			AP 36
253	1	239100X15 KONITTA		800-8 YU 15 POWER GRIP
	1	23960X15 KONITTA		239060 POWER GRIP
	1	75163X30HTD		
	1	75134X25HTD		670-5GT UNITTA
	1	T5-10.120		T5-10-120
	1	T5 90 28 M4		T5-10-90
5	1	239100X15 KONITTA		800-8 YU 15 POWER GRIP
	1	23960X15 KONITTA		239060 POWER GRIP
	1	75163X30HTD		
	1	75134X25HTD		670-5GT UNITTA
	1	T5-10.120		T5-10-120
	1	T5 90 28 M4		T5-10-90
254	1	239100X15 KONITTA		800-8 YU 15 POWER GRIP
	1	23960X15 KONITTA		239060 POWER GRIP
	1	75163X30HTD		
	1	75134X25HTD		670-5GT UNITTA
	1	T5-10.120		T5-10-120
	1	T5 90 28 M4		T5-10-90
265	2	A35	A35	
	1	M24	FALTA	
	1	M19	3L200	
260	2	A35	A35	
	1	M24	FALTA	
	1	M19	3L200	
278	2	A35	A35	
	1	M24	FALTA	
	1	M19	3L200	
238	3		A66	
	1		1922V282	
	1	FALTA	FALTA	

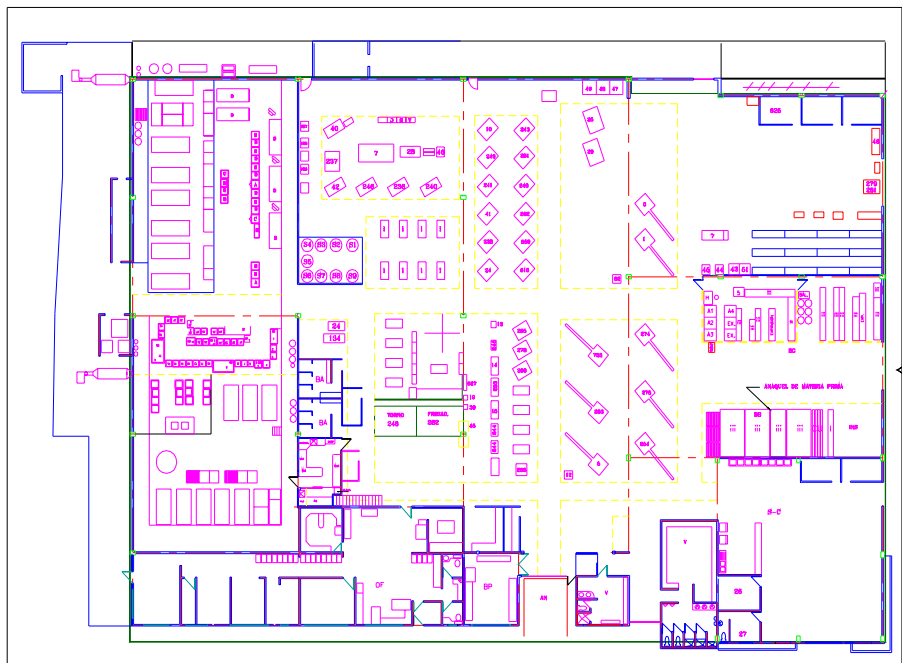
APÉNDICE G

UBICACIÓN DE LOS VENTILADORES

1G PLANTA

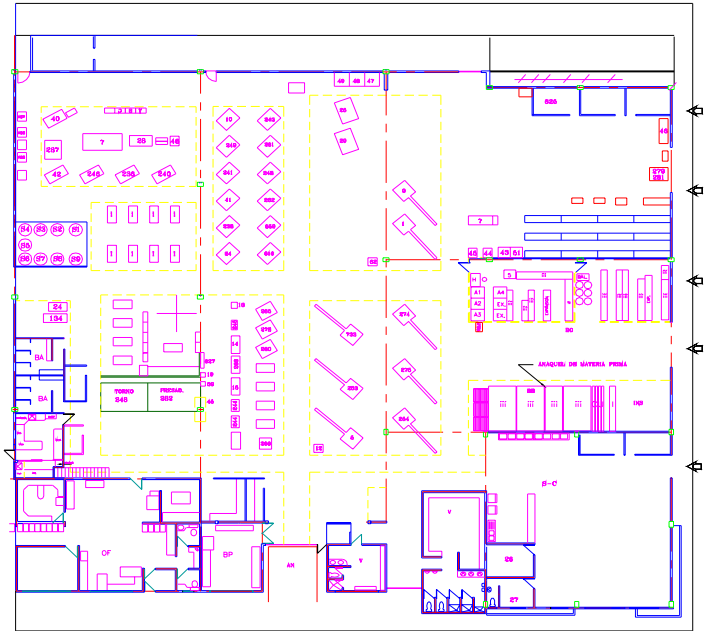
2G DISTRIBUCIÓN DE VENTILADORES

3G PROPUESTA DE UBICACIÓN



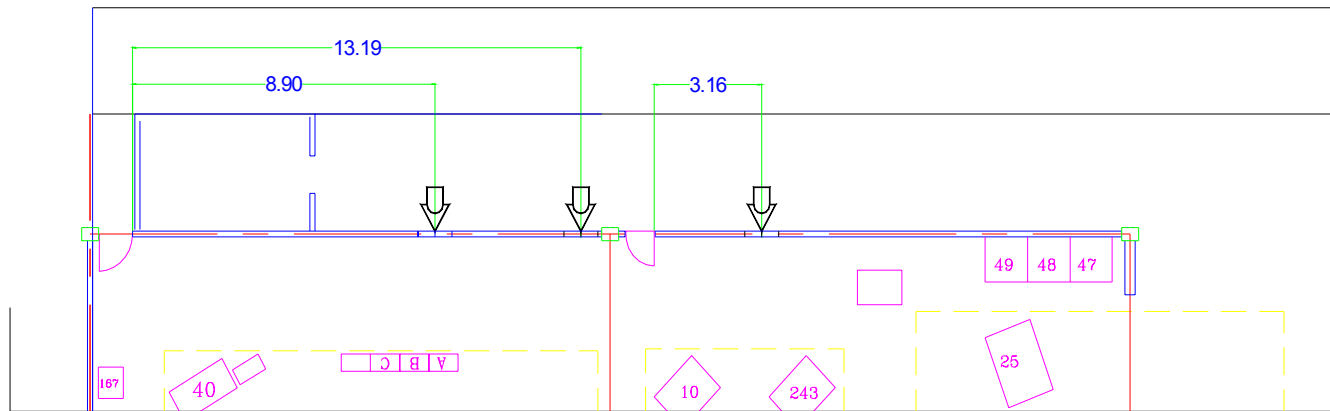
AUTOCAD

Figura 1G. Planta.



AUTOCAD

Figura 2G. Ubicación actual de los ventiladores.

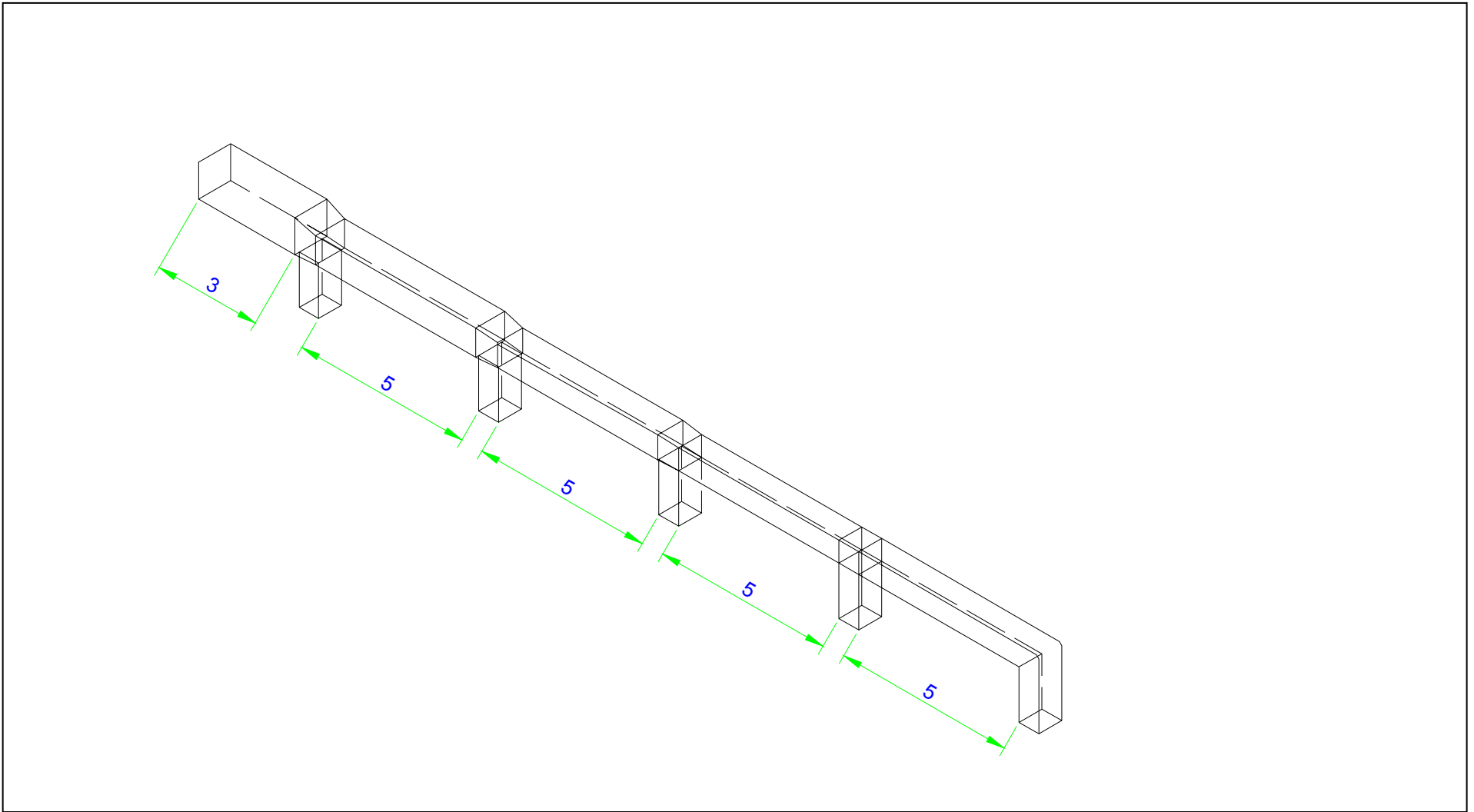


AUTOCAD

FIGURA 3G. Propuesta de ubicación de los ventilad

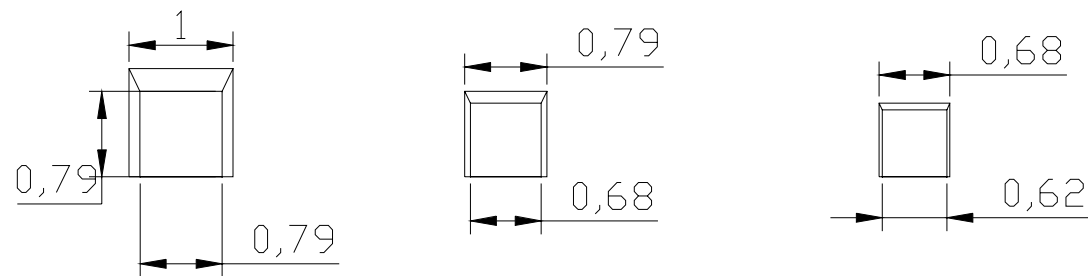
APÉNDICE H

DIMENSIONES DE LOS DUCTOS.



AUTOCAD.

FIGURA H1. Dimensiones de los ductos{



AUTOCAD

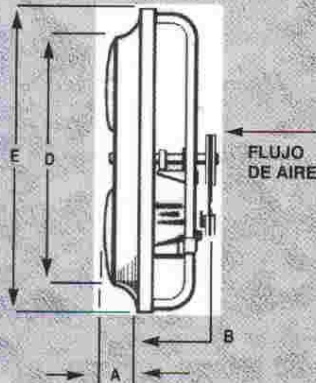
FIGURA 2H. Dimensiones de las reducciones.

ANEXOS

ANEXO A
CARACTERÍSTICAS DE VENTILADORES

MEDIDAS

MOD	DIMENSIONES DEL ABANICO (ver diagrama)					Venturi Ga.
	A	B	C	D	E	
243	3 1/2"	12"		24 3/4"	32"	20
303	4"	12		30 3/4	36	20
363	4"	12		36 3/4	42	18
425	4 1/2"	12		43	48	18



SERVICIOS METALMECANICOS, S.A.

Nació con un ideal, poder ofrecer una Industria de manufactura en el campo Metalmeccánico, específicamente

Ventilación Mecánica y sus derivados, para la gran zona tropical del área. Con nuestra mano de obra calificada y el equipo humano que seleccionamos, nos hemos preocupado por dotar a nuestra fábrica de maquinaria moderna para ofrecer día a día un mejor producto en cuanto a eficiencia y calidad, gracias a la confianza en centenares de obras realizadas de la industria en general lo cual nos motiva a superarnos y actualizamos como lo hemos logrado en los últimos veinticinco años.

Rodrigo Rojas Spears
GERENTE

ESPECIFICACIONES

MOD	Diámetro Hélice	Cap. metros cúbicos/minuto. Cap. Pies cúbicos/minuto			R.P.M. aprox	Motor H.P.
		aire libre	3mm P.E.	6mm P.E.		
R R 243	0.61m (24")	(9400)	(4500)	(2350)	---	740 1/3
		170 (6000)	147 (5200)	92 (3250)	60 (2150)	
		196 (6900)	177 (6250)	151 (5350)	90 (3200)	
		222 (7850)	208 (7350)	188 (6650)	161 (5700)	
R R 303	0.76m (30")	(7650)	(6150)	(2450)	---	560 1/2
		253 (8950)	216 (7650)	130 (4600)	---	
		288 (10200)	260 (9200)	206 (7400)	121 (4300)	
		311 (11000)	288 (10200)	254 (9000)	172 (6100)	
R R 363	0.91m (36")	358 (12650)	266 (9400)	191 (6750)	111 (3950)	500 3/4
		386 (13650)	337 (11900)	229 (81100)	162 (5750)	
		444 (15700)	393 (13900)	294 (10400)	227 (8400)	
R R 425	1.07m (42")	441 (15600)	300 (10600)	192 (6800)	---	400 3/4
		475 (16600)	379 (13400)	240 (8500)	136 (4800)	
		546 (19300)	467 (16500)	331 (11700)	243 (8600)	
		600 (21200)	540 (19100)	404 (14300)	317 (11200)	

ANEXO B

TABLAS SOBRE LA VELOCIDAD DEL VIENTO Y SUS CARACTERÍSTICAS

Tabla 1 Relación velocidad del viento y enfriamiento del medio.

Velocidad (m/s)	Enfriamiento
0.1	0
0.3	1
0.7	2
1	3
1.6	4
2.2	5
3	6
4.5	7
6.5	8

EXCEL

Tabla 2 Escala Beaufort de los vientos.

Fuerza del viento según la escala de Beaufort		Velocidad media	
		m/s	km/h
0	Calma	-----	0.46
1	Ligero	1.5	5.4
2	Brisa ligera	3	10.8
3	Brisa Suave	5	18
4	Brisa moderada	7	25
5	Brisa fresca	9	32.4
6	Brisa fuerte	11	39.6
7	Viento moderado	13	47
8	Viento fresco	15	54
9	Viento fuerte	18	65
10	Gran viento	21	76
11	Tempestad	28	100
12	Huracán	45	160

EXCEL

Tabla 3 Valores medios de velocidad del aire

Velocidad del aire m/s	Sensación de que la temperatura ambiente se ha rebajado en °C
0.1	0
0.3	1
0.7	2
1.0	3
1.6	4
2.2	5
3.0	6
4.5	7
6.5	8

EXCEL

ANEXO C

VELOCIDADES RECOMENDADAS DE DISEÑO

Tabla 4 Velocidades recomendadas en ductos

Ducto	Velocidad (m/s)
Entrada de aire fresco	6-8
Conducto principal a partir del ventilador	6-12
Conductos derivados	3-5
Conductos verticales	2-4
Salidas	1-5

EXCEKL

ANEXO D.

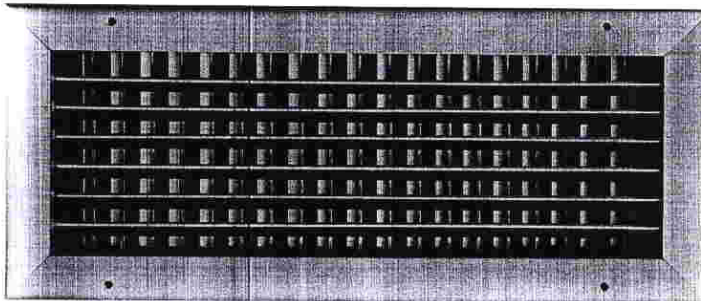
CARACTERÍSTICAS DE LA REJILLA.

model HV
model VH

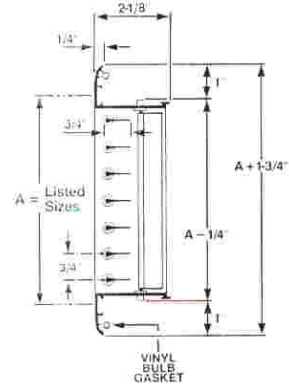
Double Deflection Supply Grille



Note: Model HV front blades parallel to the horizontal dimension
Model VH front blades parallel to the vertical dimension



model HV



Listed Sizes

horizontal dimensions	vertical dimensions
(ins) (mm)	(ins) (mm)
4 102	4 102
6 153	6 153
8 204	8 204
10 254	10 254
12 305	12 305
14 356	14 356
16 407	16 407
18 457	18 457
20 508	20 508
22 559	22 559
24 610	24 610
26 660	
28 711	
30 762	
32 813	
34 864	
36 915	
38 965	
40 1006	
42 1067	
44 1117	
46 1168	
48 1219	
50 1270	
52 1321	
54 1372	
56 1422	
58 1473	
60 1524	

Sizes other than shown are available.

AIRGUIDE CORPORATION
795 WEST 20th STREET
HIALEAH, FLORIDA 33010
PHONE : (305) 888-1631

SG-2

product description

Frame and blades are 6063 extruded aluminum alloy with 200-R1 satin anodized finish. The frame has a typical wall thickness of .050" and is separated from the blades with injection-molded nylon bushings... this method of assembly eliminates corrosion and vibration. The frame mounting holes are dimpled, allowing for a counter-sunk fastener head appearance.

All blades are airfoil in design, individually adjustable and spaced 3/4" on center. At the outer edge of the frame is a specially engineered channel which retains an extruded flexible vinyl bulb gasket that produces a positive air seal at the mounting surface, minimizing smudging.

An optional opposed blade damper is screwdriver-operated through the face of the unit, and has the same extruded aluminum construction and injection-molded nylon bushings.

The unit achieves an effective area of 80% with the blades set at a 0° pattern, thus eliminating high velocity and pressure drop at the grille face. Wider deflection with reduced flow may be achieved at the 22° and 45° blade settings with slightly increased noise levels.

Suitable for sidewall application.
Available in clear anodized, white or a variety of custom colors.

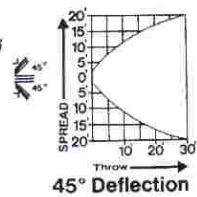
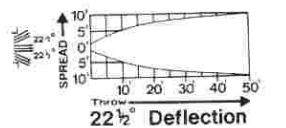
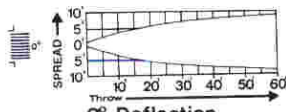
available options	depth of unit	test data
HV, VH Double deflection grille with individually adjustable horizontal and vertical blades.		TD 1-4
HV-OB, VH-OB Double deflection register with individually adjustable horizontal and vertical blades with opposed blade damper.		TD 1-4
HV-PF, VH-PF Double deflection grille with individually adjustable horizontal and vertical blades with plaster frame.		TD 1-4
HV-OB-PF, VH-OB-PF Double deflection register with individually adjustable horizontal and vertical blades with opposed blade damper and plaster frame.		TD 1-4
HV-OB-FL, VH-OB-FL Double deflection register with individually adjustable horizontal and vertical blades with opposed blade damper and fire link. (Fire link only is UL-listed.)		TD 1-4

Guidance for reading tables on following pages

Variable deflection settings to satisfy all air distribution requirements are obtained by individual adjustment of airfoil blades in AIRGUIDE Supply Grilles and Registers.

To obtain long throw and narrow air pattern use 0° to 22½° deflection. For shorter throw and wide air patterns use up to 45° deflection, or more. Performance data shown in the selection charts on the following pages is based on double deflection grilles with vertical airfoil blades set at 0°, 22½° and 45° as illustrated below.

MAXIMUM NOISE CRITERIA (NC) RECOMMENDATIONS – For AIRGUIDE Supply Grilles



The sound level of a supply grille or register is in direct ratio to the velocity of the air passing through it.

Air passing through a properly selected outlet will not add any appreciable noise to the sound level of the existing system.

APPLICATIONS

- Broadcast studios
- Residences, apartments, churches, hotel bedrooms
- Movie theatres, private offices
- General offices
- Department stores
- Factories, computer rooms, etc.

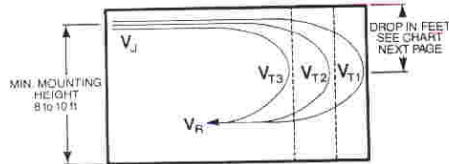
- N.C. LEVEL Below NC-25
- NC-25-30
- NC-30-35
- NC-35-40
- NC-40-45
- NC-45-50 & Over

AK – Area In. Sq. Ft. For Sizes Not Shown

AK Factors

LISTED HEIGHT	LISTED WIDTHS										Deflection			
	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	0°	22½°	45°
4												.08	.07	.058
5												.11	.10	.082
6												.15	.14	.11
8												.18	.17	.14
10												.23	.22	.18
12												.30	.28	.22
14												.32	.30	.235
16												.42	.38	.31
18												.52	.48	.39
20												.65	.59	.48
24												.78	.72	.58
30												.96	.90	.75
36												1.14	1.04	.85
40												1.25	1.12	.90
44												1.49	1.36	1.07
48												1.61	1.45	1.17
												2.07	1.86	1.50
												2.46	2.17	1.82
												2.94	2.65	2.10
												3.25	2.84	2.47
												3.97	3.57	3.27
												4.58	4.08	3.68
												5.08	4.58	4.18
												5.69	5.09	4.59
												6.06	5.60	4.79

VELOCITY AND THROW CHART



- V_j – Outlet velocity as indicated by average velocity readings on Anor Velometer with 2220A jet.
- V_t – Terminal velocity of 50 ft. per min. used for maximum throw data and 100 ft. per min. for minimum.
- V_r – Resulting room velocity, V_r of 25 to 35 ft. per min. depending on ceiling height.
- V_{t1} – Throw for 0° deflection
- V_{t2} – Throw for 22½° deflection
- V_{t3} – Throw for 45° deflection

CORRECTION FACTORS TO PERFORMANCE DATA PAGES

For Model VML, V or H Single Deflection Grilles, effective area may be increased by 5%.
 When OB Volume Control is used in conjunction with VH or HV Supply Grille models, the effective area is reduced by approximately 5%. However, the effect is negligible on throw and drop.
 When OB damper is partially closed for balancing purposes, pressure drop and sound are affected and following correction factors should apply.

Damper Closed	1/4	1/3	1/2
Pressure Addition	.05	.15	.25
NC Addition	5	10	15

When Damper on VML model is partially closed for balancing purposes, in addition to pressure and sound corrections, the throw pattern will be reduced from 10% to 25% depending on amount of throttling. Drop will increase accordingly.

AIRGUIDE CORPORATION, 795 WEST 20th STREET, HIALEAH, FLORIDA 33010 ☐ PHONE: (305) 888-1631

TD-1