

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001
	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 2 de 70
	Rev. B Fecha: 19/11/2010

**INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE
TALLER DE MATERIALES FERROSOS**

**ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA EL
SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA**

**TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM
INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT**

PROYECTO Nº JD1010901

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 3 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

CONTENIDO

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO.	5
2. ALCANCE.	5
3. DATOS DEL SITIO.	5
3.1. Ubicación del sitio.	5
3.2. Información de las Propiedades del Sitio de Instalación □.	7
4. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.	7
5. NORMATIVA APLICABLE.	7
6. METODOLOGÍA PARA LAS ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS.	11
7. OPERACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN FORZADA.	11
7.1. Ventilación Natural.	12
7.2. Ventilación Forzada.	12
7.3. Disposición de los ventiladores.	15
7.4. Clases de Ventiladores.	15
7.5. Instalación, Seguridad y Mantenimiento de Equipos de Ventilación Forzada.	23
8. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA.	25
8.1. Valores de Factores Térmicos Aceptables	26
8.2. Incomodidad Térmica Local.	28
8.3. Valores Límites de Exposición Ocupacional y Calidad del Aire	29
8.4. Seguridad.	31
8.5. Carga Térmica.	32
8.6. Requerimiento de Ventilación.	36
8.7. Sistemas de Distribución de Aire.	39
8.8. Factores de Regulación en Sistemas de Ventilación Forzada.	43
9. PRE-DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA.	48
9.1. Carga Térmica.	49

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 4 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

9.2. Capacidad de Ventilación.....	54
9.3. Propuesta de Diseño para el Sistema de Ventilación Forzada.....	56
10. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE OPCIONES DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....	62
10.1. Definición de los Parámetros de Evaluación.....	63
10.2. Jerarquización de los Criterios o Parámetros de Evaluación.....	64
10.3. Jerarquización de Opciones-Sistemas de Ventilación Forzada.....	66
11. POSIBLES SOLUCIONES BASADAS EN LA JERARQUIZACIÓN DE OPCIONES.....	68
11.1. Salas de Baño.....	68
11.2. Área de Taller.....	69
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 5 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO.

El objetivo de éste documento es presentar los resultados del estudio y selección de tecnologías del sistema de ventilación forzada para el **“TALLER DE MATERIALES FERROSOS”**, del proyecto **“TALLER DE MATERIALES FERROSOS de la ESCM Industria China Venezolana de Taladros-ICVT”**, a desarrollarse en el fundo Taguache, ubicada en el Sector de Palital del Municipio Independencia del Estado Anzoátegui.

2. ALCANCE.

Este documento abarca el análisis, evaluación y selección de tecnologías requeridas para el diseño y construcción del sistema de ventilación forzada para el **“TALLER DE MATERIALES FERROSOS”** del proyecto **“TALLER DE MATERIALES FERROSOS de la ESCM Industria China Venezolana de Taladros-ICVT”**, que permita instalar un sistema de ventilación forzada adecuado y de acuerdo a las normas de ingeniería vigentes.

3. DATOS DEL SITIO.

3.1. Ubicación del sitio.

El área geográfica donde se implantara el **“TALLER DE MATERIALES FERROSOS”**, del proyecto **“TALLER DE MATERIALES FERROSOS de la ESCM Industria China Venezolana de Taladros-ICVT”** está dentro del (parcelamiento o parque industrial ver Fig. 3.1) Fabrica de taladros que se desarrolla al sur de Venezuela, cuyo lugar específico después de un estudio técnico arroja como área idónea para la implantación, la parcela del Fundo Taguache con una extensión de terreno de 800 Hectáreas, ubicada en el sector Palital al Sur-este del Estado Anzoátegui, Municipio Independencia. Norte fluvial cuenca Amazónica a 08 Km. del Puente Orinoquia, ya que se cuenta en las cercanía con: aeropuertos (Puerto Ordaz, El Tigre y Maturín), puertos (Guanta en el mar Caribe, y 7 puertos en el río Orinoco), red eléctrica a alta potencia (EDELCA), y en el futuro con una línea férrea.

Tabla N°3.1 – Referencias Topográficas

Puntos de Apoyo	Norte	Este
P-1	922903.89	507648.13
P-2	923070.55	507793.72
P-3	923119.10	507738.14
P-4	922952.45	507592.55

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 6 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

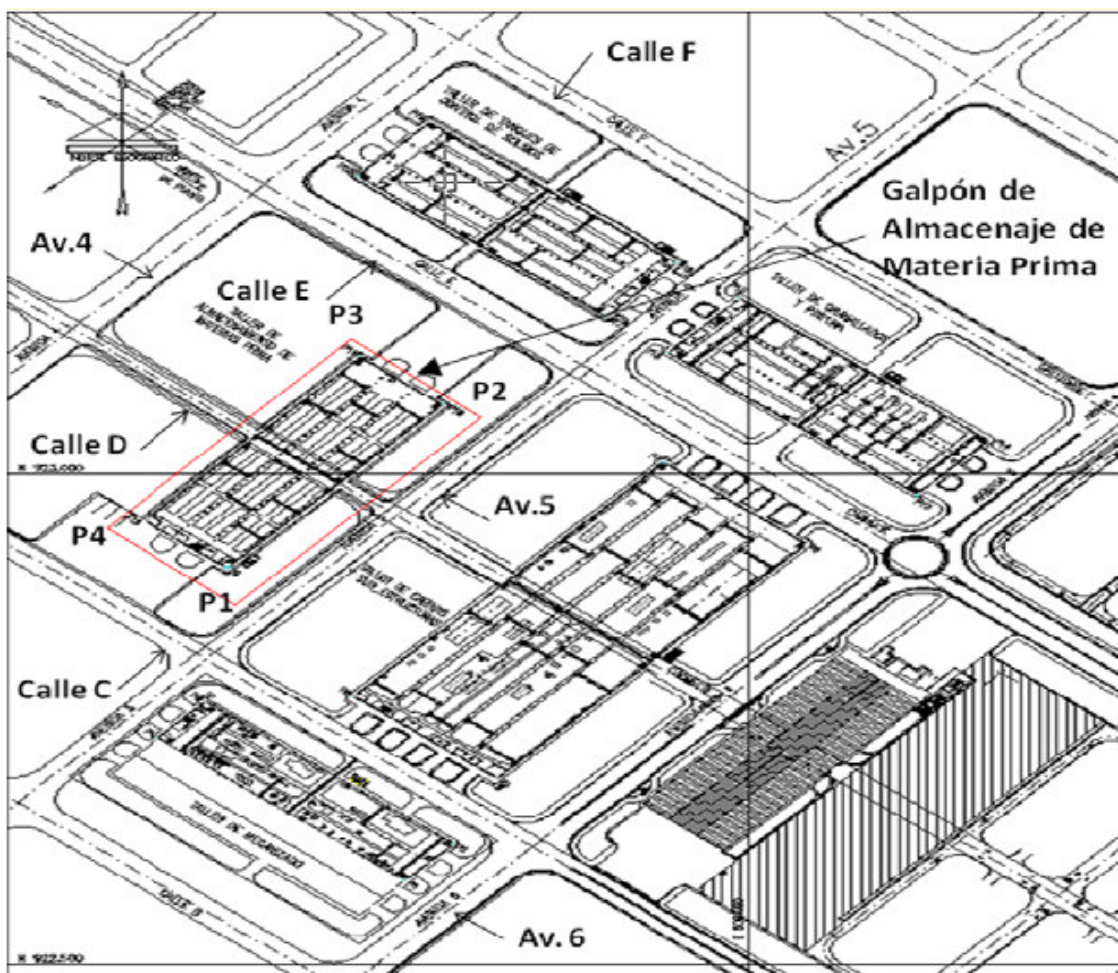


Fig. Nº 3.1 Croquis de Ubicación

El TALLER DE MATERIALES FERROSOS está conformado por tres (3) naves cada una de veinte y cuatro metros (24 m) de ancho por doscientos veinte metros (220 m) de longitud y una altura máxima de izamiento de 12 metros (12 m) con un área aproximada de quince mil cuatrocientos ochenta metros cuadrados (15.480 m²).

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS N° PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
	Página 7 de 70	
	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

3.2. Información de las Propiedades del Sitio de Instalación ^[1].

Ubicación:

Latitud: 8° Norte

Longitud: 62° Este

Altitud: 35 msnm

Presión Atmosférica Promedio (psia): 14,60 ± 0,03

Velocidad del Viento, (Km/h) 15,2

Temperatura Ambiente:

Máxima Media: 32.2 °C (90 °F)

Mínima Media: 22.2 °C (72 °F)

Promedio Anual: 26,7 °C (80 °F)

Humedad Relativa:

Máxima Media: 85 %

Mínima Media: 56 %

Humedad de diseño: 78 %

4. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.

Dentro de las actividades propias para el desarrollo efectivo de un proyecto de ingeniería se encuentra la definición de los estados de entrada y salida, el planteamiento de soluciones alternativas, el establecimiento de variables de solución, la evaluación de las restricciones y la identificación de los criterios de diseño.

Las variables de entrada en el proyecto que nos ocupa se refieren a las condiciones o límites en que pueden fluctuar ciertos estados los cuales afectan los espacios donde existirá personal laborando. Estas variables pueden dividirse en ambientales e intrínsecas a la edificación. Entre las ambientales tenemos la velocidad del aire, irradiación calórica proveniente del sol, temperatura externa. Entre las intrínsecas a la edificación tenemos las características geométricas (específicamente aberturas de ventilación natural), irradiación de calor proveniente de fuentes internas (equipos, personal e iluminación), materiales de construcción.

^[1] Bases y Criterios de Diseño (JD1010901-AM16D3-MD18001)

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001
	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 8 de 70 Rev. B Fecha: 19/11/2010

Las variables de salida están definidas por las condiciones o límites del grado en que puede fluctuar el estado final de las edificaciones, a saber, el espacio ventilado. Para este proyecto, estas variables son la carga calórica de la edificación, cantidad de ventilación natural y la cantidad (de ser necesaria) de aire forzado.

Dentro de las soluciones factibles para este tipo de proyectos, se reconocen fundamentalmente dos sistemas los cuales pueden ser complementarios. Estos son ventilación general y ventilación localizada.

Las variables de solución son las distintas formas en que pueden diferir las soluciones que se plantean, entre las cuales se cuentan en términos generales, el flujo de aire manejado, la potencia de los ventiladores, la presión estática, su ubicación física, las dimensiones, el consumo eléctrico, la distribución, entre otros.

En cada proyecto existen restricciones, es decir, características de solución que se fijan previamente por una decisión, por la naturaleza, por requisitos legales o por cualquier otra disposición que se tengan que cumplir. Estas restricciones son, por lo general, impuestas por el proyectista, propietario, normas o condiciones generales del proyecto. Muchas de estas restricciones son ficticias y pueden desestimarse, aprovechando esta libertad en la búsqueda de soluciones alternas.

Los criterios se utilizarán para seleccionar la mejor tecnología y proponer los mejores sistemas (generales, localizados o ambos). Los proyectos de ventilación forzada son comunes en el desarrollo actual de ingeniería, estando de alguna manera "preestablecidos" los criterios a aplicar. Coinciden los expertos en el establecimiento de estos criterios, definiendo, el costo inicial de instalación, la confiabilidad, la operatividad, la mantenibilidad, el consumo de energía eléctrica, el dimensionamiento, el espacio ocupado por los equipos y su peso.

5. **NORMATIVA APLICABLE.**

Dentro de la normativa aplicable para este proyecto destaca la utilización del manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA, última revisión, así como las normas nacionales e internacionales aplicables.

Normas PDVSA

Manual de Ingeniería de Diseño (MID)

IA-211-POT Materiales e Instalaciones en Edificios

IB-251-POT Ventilación y Aire Acondicionado en Edificios

L-TC-506 Criterios de Diseño para Ventilación y Aire Acondicionado

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 9 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

- PA-201-P** Skid-Mounted Package Units
- L-TP-2.2** Specifying Package Units
- O-201** Selección y Especificaciones de Aplicación de Sistemas Anticorrosivos de Pintura
- H-221** Materiales de Tuberías
- H-223** Piping and Pipe Bends
- L-TP1.1** Preparación de Diagramas de Procesos
- GB-206** Sopladores de Uso General
- Manual de Ingeniería de Riesgos (MIR)
- IR-S-01** Filosofía de Diseño Seguro
- IR-S-02** Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos
- IR-M-01** Separación entre Equipos e Instalaciones
- IR-M-02** Ubicación de Equipos e Instalaciones con Relación a Terceros
- IR-E-01** Clasificación de Áreas
- SN-252** Ruidos de Equipos
- 1750 – 87** Especificaciones Generales para Edificios
- 2248-1987** Manejo de Materiales y Equipos. Medidas Generales de Seguridad
- 2250-90** Ventilación de los Lugares de Trabajo
- 2260-88** Programas de Higiene y Seguridad Industrial. Aspectos Generales
- 2273-91** Principios Ergonómicos de la Concepción de los Sistemas de Trabajo
- 2742-98** Condiciones Ergonómicas en los Puestos de Trabajo en Terminales con Pantallas Catódicas de Datos



Normas Nacionales e Internacionales

AMCA Publication Air Movement and Control Association, “Air Systems”

<p>DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO</p> <p>PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT</p> <p>FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE</p> <p>DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA</p> <p>DISCIPLINA: PROCESOS</p> <p>Nº PROYECTO: JD1010901</p>	<p>DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001</p> <p>DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01</p> <p>Página 10 de 70</p>		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev. B</td> <td style="width: 50%;">Fecha: 19/11/2010</td> </tr> </table>	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
Rev. B	Fecha: 19/11/2010		

200

AMCA Publication 201 Air Movement and Control Association, “Fans and Systems”

AMCA Publication 203 Air Movement and Control Association, “Field Performance Measurement of Fan Systems”

ASHRAE 62 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”

ASHRAE 55 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”

NFPA-90A National Fire Protection Association, “Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems, 2009 Edition”

NFPA-91 National Fire Protection Association, “Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids, 2004 Edition”

NFPA-96 National Fire Protection Association, “Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations, 2008”

OSHA Standards - 29 CFR Occupational Safety and Health Administration, “Occupational Safety and Health Standards”

SMACNA HVAC-DCS-1995 Sheet Metal and Air Conditioning Contractors’ National Association, “HVAC duct construction standards metal and flexible”.

COVENIN 2250-2000 Comisión Venezolana de Normas Industriales, “Ventilación en Lugares de Trabajo”

COVENIN 3153-96 Comisión Venezolana de Normas Industriales, “Trabajos en Espacios Confinados. Medidas de Salud Ocupacional”

GACETA OFICIAL Nº 4.044 Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001
	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 11 de 70 Rev. B Fecha: 19/11/2010

6. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS.

Para el análisis, evaluación y selección de tecnologías del sistema de ventilación forzada para el TALLER DE MATERIALES FERROSOS, que se implantará en el fundo Taguache, ubicado en el Sector de Palital del Municipio Independencia del Estado Anzoátegui, se ha planteado una metodología práctica y basada en los criterios de diseño ya expuestos. A continuación los pasos a seguir:

- a) Se expone detalladamente la operación y tecnologías disponibles en el mercado, estudiando los sistemas con ventiladores axiales, con ventiladores centrífugos, con equipos de ventilación especiales y la extracción con utilización de hogos.
- b) Se establecen los criterios de diseño bajo la base de toda la normativa vigente y la experiencia de expertos en ventilación forzada con el fin de seleccionar el mejor sistema.
- c) Se realiza cálculo general de los posibles flujos de aire a manejar en los ambientes a ventilar, de acuerdo a la normativa existente.
- d) Se establece un esquema del sistema de ventilación forzada donde se muestran las áreas a ventilar y de qué manera se realiza esta ventilación, todo a ser plasmado en el "Plano Diseño Preliminar del Sistema de Ventilación Forzada" JD1010901-AM16D3-PP04001.
- e) Se realiza, a grandes rasgos y sin detalle, solo con el objeto del análisis comparativo, un estudio de costos, donde se establece un factor de costo por potencia instalada.
- f) Se diseña una matriz comparativa de decisión, con los diferentes criterios establecidos y las distintas alternativas planteadas.
- g) Se realiza el estudio correspondiente al puntaje relativo de las distintas alternativas planteadas, utilizando metodologías preestablecidas en la teoría básica de decisiones.
- h) Se hace un estudio del peso relativo de los criterios basados en la experiencia de expertos en ventilación forzada y en las metodologías existente en las teorías de decisiones disponible en la literatura técnica.
- i) Se desarrolla la matriz de toma de decisiones, obteniendo y seleccionando la mejor alternativa de acuerdo a los criterios establecidos y su peso relativo estudiado.
- j) Obtenida la mejor alternativa, se realiza una especificación preliminar de esta solución en cuanto a capacidades de equipos y flujos de aire a manejar.
- k) Se formulan algunas conclusiones y recomendaciones.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001
	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 12 de 70 Rev. B Fecha: 19/11/2010

7. OPERACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN FORZADA.

La finalidad de la ventilación es:

- Asegurar la renovación del aire respirable
- Asegurar la salubridad del aire, tanto el control de la humedad, concentraciones de gases o partículas en suspensión
- Luchar contra los humos en caso de incendio
- Bajar las concentraciones de gases o partículas a niveles adecuados para el funcionamiento de maquinaria o instalaciones
- Proteger determinadas áreas de patógenos que puedan penetrar vía aire
- Colaborar en el acondicionamiento térmico del edificio

Para lograr estos objetivos se realizará un estudio de las características arquitectónicas, uso y necesidades de cada área.

7.1. Ventilación Natural.

La ventilación natural es aquella que se lleva a cabo sin medios mecánicos mediante las aberturas externas de la edificación como: ventanas o puertas. Este tipo de ventilación se limita debido a su efectividad, dependiendo de muchos factores ambientales como velocidad del aire exterior y sentido de flujo del aire. Otro factor es la temperatura interior de la edificación (determinante en la ventilación natural) ya que la misma es extremadamente sensible a variaciones en el suministro de aire.

La ventilación natural se recomienda para aquellas edificaciones donde no se requiera control de contaminación y dilución de micro partículas, es decir puede ser utilizada en edificaciones urbanas como: casas, edificios y determinados locales comerciales como galpones de almacenaje entre otros.

7.2. Ventilación Forzada.

La ventilación forzada, también conocida como ventilación mecánica, es el proceso mediante el cual se suministra o extrae aire de un determinado espacio, utilizando dispositivos mecánicos (ventiladores) con el objeto de controlar los niveles de calor, extraer gases contaminantes, diluir partículas y polvillo producto de procesos industriales y proveer oxígeno necesario para el personal o habitantes del recinto. La ventilación forzada es utilizada cuando la ventilación natural es insuficiente o no

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 13 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

tiene la capacidad de mantener un espacio determinado en condiciones confortables.

A continuación se mencionan los tipos de ventilación forzada:

7.2.1. Ventilación por sobrepresión.

Este tipo de ventilación consiste en suministrar aire a un local determinado aumentando la presión interna con respecto a la presión atmosférica. Generalmente cuando se requiere de sobre presión en un local, se inyecta una cierta cantidad de aire y se calcula un volumen de presurización con la finalidad de extraer menos aire que se inyecta y así poder mantener las condiciones internas de sobre presión. Un esquema puede observarse en la figura N° 7.1.

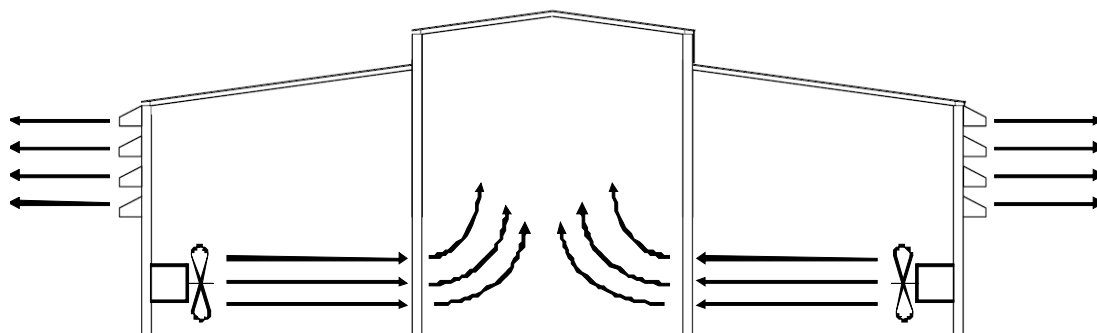


Figura N° 7.1 - Esquema sobre el flujo de aire en un sistema por sobrepresión

7.2.2. Ventilación por depresión

En este tipo se colocan extractores en el local sacando el aire del interior provocando una caída de presión dentro de este respecto a la atmosférica. De esta manera el aire penetra por el diferencial de presión a través de las distintas aberturas dispuestas para ello, logrando lo mismos resultados que en la ventilación por sobrepresión. Un esquema puede observarse en la figura N° 7.2.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 14 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

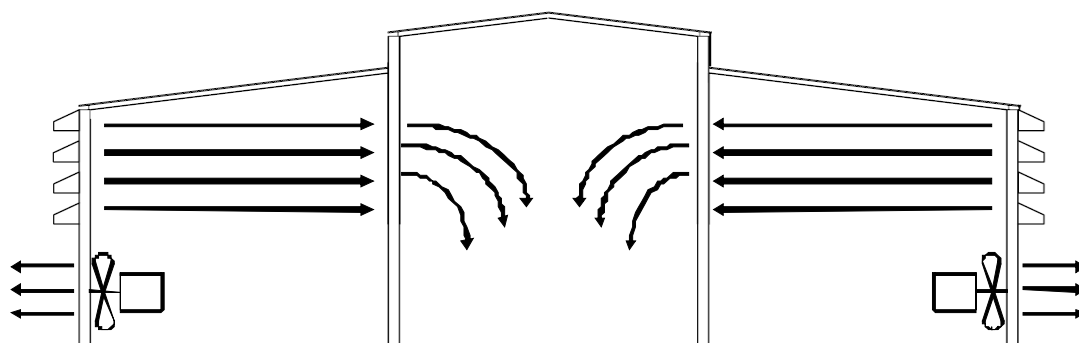


Figura N° 7.2 - Esquema sobre el flujo de aire en un sistema por depresión

7.2.3. Ventilación Localizada.

Esta clase de ventilación el aire contaminado es captado en el mismo lugar que es producido evitando su difusión en el local. Se logra normalmente a través de una campana conectada a un sistema de ductería que guía el aire hacia el exterior del local. Cuando puede identificarse claramente el foco de contaminación este resulta el sistema más efectivo y económico para captar emisiones nocivas.

Los pasos a seguir para diseñar un sistema de ventilación localizada son:

- Identificar los puntos de producción del contaminante
- Encerrarlo bajo una campana
- Establecer una succión capaz de captar, arrastrar y trasladar aire, posiblemente cargado de partículas.

El elemento que diferencia al sistema de ventilación localizada es la captación. La misión de este es la de poder atraer el aire con los contaminantes que contenga para trasladarlo al lugar de descarga. Los principios de diseño son:

- El caudal de captación varía aproximadamente con el cuadrado de la distancia, o sea que si la campana está a una distancia "L" del foco, necesitando un caudal "Q" para captarlo, si se aleja a una distancia 2L el caudal necesario será 4Q.
- Cuando se trate de gases nocivos la campana debe colocarse de modo que se evacue fuera del espacio de respiración de los operantes.

<p>DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO</p> <p>PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT</p> <p>FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE</p> <p>DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA</p> <p>DISCIPLINA: PROCESOS</p> <p>Nº PROYECTO: JD1010901</p>	<p>DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001</p> <p>DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01</p> <p>Página 15 de 70</p>		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev. B</td> <td style="width: 50%;">Fecha: 19/11/2010</td> </tr> </table>	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
Rev. B	Fecha: 19/11/2010		

- La campana que envuelva una maquina debe diseñarse para que las partículas a captar incidan dentro de su boca.
- Siempre que sea posible las boquillas de extracción deben ser con brida, reduciendo así el caudal en un 25% aproximadamente.

7.3. Disposición de los ventiladores.

Los diversos edificios encontrados actualmente en las distintas construcciones dificultan que se den normas fijas respecto a la disposición de los sistemas de ventilación. No obstante existen unas directrices generales que deben seguirse siempre de ser posible:

- Los ventiladores deben situarse diametralmente opuestos a las entradas de aire, de modo que el flujo de aire atravesase toda la zona contaminada.
- Colocar los extractores cerca de focos de contaminación para captar los contaminantes antes de que se difundan por el local.
- Colocar los ventiladores lejos de una ventana o abertura hacia el exterior para evitar recirculamiento del aire expulsado o inyectado.

7.4. Clases de Ventiladores.

Los ventiladores pueden dividirse en dos tipos principales como son los axiales y los centrífugos, siendo los demás variaciones de estos.

7.4.1. Ventiladores de hélice o de pared.

Es el más utilizado de todos los tipos de ventiladores axiales. Puede ser encontrados en instalaciones que van desde el ambientes comerciales hasta industriales. Pueden retirar aire caliente y contaminado o gases corrosivos de fábricas, salas de soldaduras, fundiciones, cuartos con hornos, laboratorios, lavanderías, tiendas, áticos residenciales, entre otros.

Algunas veces ventiladores como estos son colocados en hileras en las paredes de un edificio operando en paralelo y retirando el aire.

En la figura N° 7.3 se puede observar la configuración general de un ventilador de hélice impulsado por un motor eléctrico y correa. Las unidades consisten de los siguientes once componentes: carcasa, base para los cojinetes, dos cojinetes, eje, base del motor, motor eléctrico, dos poleas, una correa y las aspas.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 16 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

La figura N° 7.4 muestra un ventilador de hélice pero de transmisión directa. Estas unidades consisten de solo cuatro componentes: carcasa, base del motor, motor eléctrico y aspas.

El modelo de transmisión por correa tiene las siguientes ventajas:

- Más flexibilidad en su operación al permitir variar su velocidad de operación cambiando el diámetro de las poleas que lo activan. Sin embargo cuando se trata de aumentar el caudal por este método la eficiencia del ventilador se ve afectada
- Para grandes tamaños de ventiladores la transmisión por correas es preferible ya que puede mantener bajas las revoluciones del ventilador con altas revoluciones en el motor y bajar costos (motores eléctricos de altas revoluciones son más económicos que los de bajas revoluciones con la misma potencia)

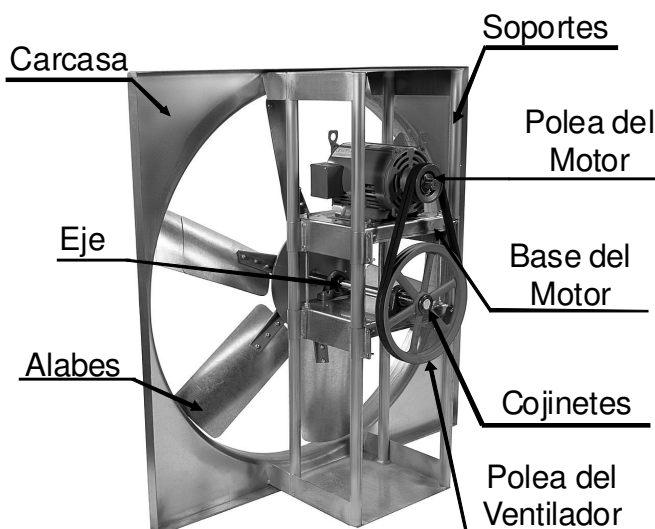


Figura N° 7.3 - Ventilador tipo hélice de transmisión por correa

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 17 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

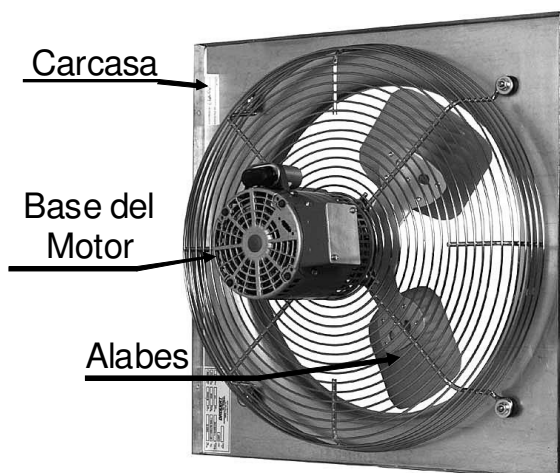


Figura N° 7.4 - Ventilador tipo hélice de transmisión directa

- El motor eléctrico se encuentra mejor refrigerado al tener un flujo de aire pasando a través de él

El modelo de transmisión directa tiene las siguientes ventajas:

- Menor número de componentes significando un costo menor
- No requiere mantenimientos ni chequeos regulares para chequear el ajuste de la correa
- Tiene mejor eficiencia ya que en los del tipo de transmisión por correa este consumo alrededor de 10% extra de potencia
- Mayores caudales ya que la posición del motor en el centro no obstruye el flujo de aire

Concluyendo los ventiladores tipo hélice con transmisión directa suelen ser menos costosos y más eficientes aunque son preferibles para tamaños pequeños. Ventiladores de gran tamaño presentan mejores prestaciones con sistemas de transmisión por correa gracias a su flexibilidad.

7.4.2. Ventiladores tubo-axiales

Es aquel que tiene su rotor y motor dentro de una carcasa cilíndrica (Figura N° 7.5), lo que incrementa su capacidad y caída presión, apropiado para ser conectados a ductos, campanas, torres de enfriamiento y para operar en serie. Sin duda su más alto rendimiento se obtiene dentro de un ducto, y

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 18 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

aunque puede usarse con tramos cortos de ductería las pérdidas por el recirculamiento de aire pueden ser elevadas.

En caso de poseer transmisión por correa el motor se encontrara fuera de la carcasa cilíndrica con una carcasa protectora para la correa. El de transmisión directa tiene menos parte y menores costos al igual que los ventiladores tipo hélice.

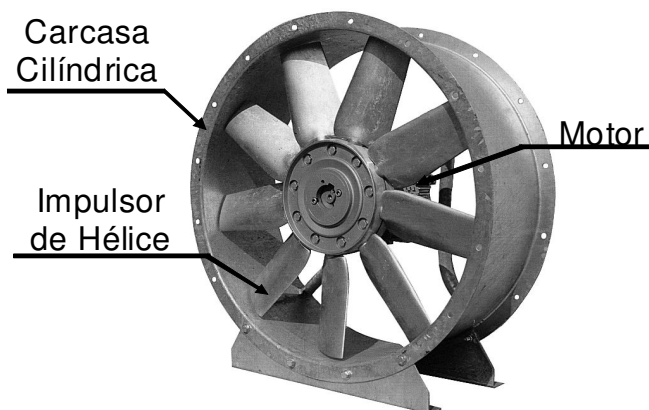


Figura N° 7.5 - Ventilador tipo tubo-axial de transmisión directa

7.4.3. Ventiladores vane-axiales.

Es similar al tubo-axial, pero además posee un juego de paletas guías fijas a la carcasa (vanes, venas) que le permite obtener una más alta presión estática de trabajos, adicionalmente estas paletas le permiten eliminar el recirculamiento del aire pudiendo usarse tanto para inyectar como extraer aire. Al igual que en los tipo hélice y los tubo-axiales una transmisión directa suele ser más económica por incorporar menos piezas (figura N° 7.6).

7.4.4. Ventiladores centrífugos con alabes curvados hacia adelante.

Los ventiladores de álabes curvados hacia adelante (también llamados de jaula de ardilla como en la figura N° 7.7) tienen una hélice o rodete con los álabes curvados en el mismo sentido que la dirección de giro. Estos ventiladores necesitan poco espacio y presentan baja velocidad periférica además de ser silenciosos. Se utilizan cuando la presión estática necesaria es de baja a media, tal como la que se encuentran en los sistemas de calefacción, aire acondicionado o renovación de aire, etc. No es recomendable utilizar este tipo de ventilador con aire polvoriento ya que las

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 19 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

partículas se adhieren a los pequeños álabes curvados y pueden provocar desequilibrios en el rodete.



Figura N° 7.6 - Ventilador tipo vane-axial de transmisión por correa

Estos ventiladores tienen un rendimiento bajo fuera del punto de operación. Además, como su característica de potencia absorbida crece rápidamente con el caudal, ha de tenerse mucho cuidado con el cálculo de la presión necesaria en la instalación para no sobrecargarlo. En general son bastante inestables funcionando en paralelo.

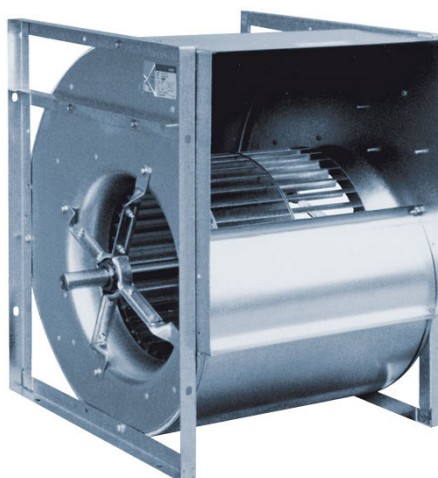


Figura N° 7.7 – Ventilador centrífugo con alabes curvados hacia adelante

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 20 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

7.4.5. Ventiladores centrífugos con alabes radiales o rectos.

Los ventiladores centrífugos radiales tienen el rodete con los álabes dispuestas en forma radial. La carcasa está diseñada de forma que a la entrada y a la salida se alcanzan velocidades de transporte de materiales (figura 7.8).

Existen una gran variedad de diseños de rodetes que van desde los de "alta eficacia con poco material" hasta los de "alta resistencia al impacto". La disposición radial de los álabes evita la acumulación de materiales sobre las mismas. Este tipo de ventilador es el comúnmente utilizado en las instalaciones de extracción localizada en las que el aire contaminado con partículas debe circular a través del ventilador. En este tipo de ventiladores la velocidad periférica es media y se suele utilizar en muchos sistemas de extracción localizada para aire vehicular sucio.



Figura N° 7.8 – Rodete de un ventilador centrífugo con alabes rectos

7.4.6. Ventiladores centrífugos con alabes curvados hacia atrás.

Los ventiladores centrífugos de álabes curvados hacia atrás tienen un rodete con los álabes inclinados en sentido contrario al de rotación (figura N° 7.9). Este tipo de ventilador es el de mayor velocidad periférica y mayor rendimiento con un nivel sonoro relativamente bajo y una característica de consumo de energía del tipo "no sobrecargable". En un ventilador "no sobrecargable", el consumo máximo de energía se produce en un punto próximo al de rendimiento óptimo de forma que cualquier cambio a partir de este punto debido a cambios de la resistencia del sistema resultará en un consumo de energía menor.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 21 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010



Figura N° 7.9 – Ventilador centrífugo de doble rodete con alabes curvados hacia atrás

La forma de los álabes condiciona la acumulación de materiales sobre ellas, de forma que el uso de estos ventiladores debe limitarse como se indica a continuación:

- **Álabes de espesor uniforme:** Los álabes macizos permiten el trabajo con aire ligeramente sucio o húmedo. No debe emplearse con aire conteniendo materiales sólidos ya que tienen tendencia a acumularse en la parte posterior de los álabes.
- **Álabes de ala portante:** Las álabes de ala portante permiten mayores rendimientos y una operación más silenciosa. Los álabes huecos se erosionan rápidamente y se pueden llenar de líquido si la humedad es alta, por ello su uso queda limitado a aplicaciones en las que se manipule aire limpio.

7.4.7. Extractores de Techo.

El Manual de Ventiladores industriales explica que los extractores de techo son equipos compactos que pueden ser de tipo axial o centrífugo. En este caso no se utiliza una voluta, sino que la descarga del aire a la atmósfera se produce en todo el perímetro de la rueda. Estos equipos se pueden suministrar con deflectores que conducen el aire de salida hacia arriba o hacia abajo (figura N° 7.10)

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 22 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010



Figura Nº 7.10 - Extractores de Techo

7.4.8. Acoplamiento de Ventiladores.

En instalaciones importantes de ventilación, cuando es necesario disponer de caudales o presiones con grandes variaciones, puede resultar conveniente de dotarlas de aparatos acoplados de forma tal que trabajando en conjunto tenga el sistema la capacidad de suministrar el caudal necesario de aire. A nivel industrial se utiliza el acoplamiento de dos o más ventiladores dependiendo de la demanda del flujo de aire que se requiera suministrar a un local determinado, esto arreglo se puede hacer en serie o paralelo dependiendo del requerimiento.

- **Acoplamiento de Ventiladores en Serie:** En este sistema de ventilación se instalan los ventiladores uno a continuación del otro, la instalación puede realizarse dentro del ducto pero ambos deben tener la misma dirección de flujo. Este acople de ventiladores modifica las curvas características de operación de cada uno de ellos, si se desea acoplar dos ventiladores en serie de las misma especificaciones técnicas debemos sumar las presiones estáticas de ambos, obteniendo una presión total y permanece constante el caudal a suministrar.
- **Acoplamiento de Ventiladores en Paralelo:** Se dice que dos o más ventiladores están acoplados en paralelo cuando aspiran del mismo lugar y descargan el flujo hacia un mismo sentido en la canalización, un ejemplo de instalación de ventiladores en paralelo son los sistemas de ventilación de los túneles de carretera. La curva característica de dos o

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA: PROCESOS	Página 23 de 70
Nº PROYECTO: JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

más ventiladores acoplados en paralelo se obtiene sumando los caudales de operación para una misma presión de trabajo.

- Acoplamiento Mixto de Ventiladores: Este sistema de acoplamiento se utiliza cuando deben alcanzarse grandes porciones de ventilación entre márgenes muy amplios de variación, lo cual se recurre a acoplar ventiladores en serie y a su vez en paralelo. En los túneles de carretera también es común observar la instalación de este tipo de sistema de acoplamiento mixto, ya que en los mismo debido a la circulación constante de los vehículos se genera concentración de gases contaminantes producto de la combustión y cargas térmicas generadas por múltiples fuentes de calor.

7.5. Instalación, Seguridad y Mantenimiento de Equipos de Ventilación Forzada.

Para la correcta operación de un ventilador tres requisitos son necesarios: rendimiento satisfactorio, instalación y mantenimiento.

- El ventilador seleccionado debe adecuarse a los requerimientos del sistema en relación con el volumen de aire, pérdidas, potencia y ruido.
- El ventilador debe ser instalado apropiadamente para asegurar la seguridad, para un mínimo de vibraciones y turbulencia internas, y para una óptima alineación de acoples, rodamientos y ejes.
- El ventilador debe ser inspeccionado periódicamente y con un correcto mantenimiento en relación a la tensión de la correa, lubricación y superficies limpias. Un mantenimiento preventivo es mejor que subsecuentes y costosas reparaciones.

A continuación consideraciones de seguridad e instalación para ventiladores.

7.5.1. Carcasas protectoras.

Los ventiladores contienen varios elementos rotativos como los rodets, ejes, acoples y correas siendo todos estos elementos potencialmente peligrosos. Por tanto carcasas protectoras deben ser colocadas en la entrada, salida y otras zonas del ventilador.

7.5.2. Máxima velocidad y temperatura del aire.

Estos límites pueden ser encontrados en las especificaciones técnicas de cada ventilador y deben ser observadas y cumplidas.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 24 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

7.5.3. Fundaciones.

Ventiladores de techo deben ser colocados sobre estructuras apropiadas como vigas o losas reforzadas para garantizar que el peso sea soportado y conforme aumente el tamaño del ventilador lo hace el tamaño de la fundación siendo el concreto el material preferible.

Por lo natural el peso de la fundación debe ser tres a cuatro veces superior al peso del ventilador. Cuando se utilizan fundaciones con acero estructural este debe ser lo suficientemente rígido para garantizar la alineación de los componentes y evitar vibraciones no deseadas. La mínima frecuencia natural de cualquier parte de la fundación debe ser 25 a 50% más alta que la velocidad del ventilador. Antes de apernar el ventilador a la fundación este debe ser colocado en nivel para garantizar que ningún componente rotativo interno pueda rozar con otro componente.

7.5.4. Flujo de aire en la entrada y la salida.

Para que el desempeño de un ventilador sea acorde a lo encontrado en sus especificaciones técnicas el flujo de aire antes y después debe ser suave y distribuido uniformemente. Esto requiere que no exista una obstrucción o en caso de existir ductería debe haber un tramo de ductería recta de al menos tres veces el diámetro antes de que exista cualquier codo o accesorio. En caso de tener limitaciones por espacio el codo debe tener paletas guías para prevenir pérdidas excesivas de rendimiento.

Las conexiones de ductería a la entrada y salida del ventilador deben ser flexibles para aislar al ventilador de expansiones térmicas de la ductería, vibraciones y ruido. La ductería debe tener su propia soportería y de ninguna manera ser apoyada del ventilador.

7.5.5. Transmisión por correas.

En ventiladores con transmisión por correas la velocidad del ventilador puede variarse cambiando por ende el volumen de aire y las presiones máximas que el ventilador puede superar.

Transmisiones por correa requieren una cuidadosa alienación de los ejes y las poleas además de garantizar la tensión en la correa todo esto debiendo hacerse después de haber colocado el ventilador en la fundación y haber sido apernado para no correr el riesgo que durante el montaje pueda haberse perdido la alineación.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 25 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

7.5.6. Lubricación de rodamientos y acoples.

Luego de que los rodamientos y acoples han sido colocados y correctamente alineados debe verificarse su lubricación (los rodamientos y acoples del motor vienen pre-lubricados por un periodo de entre 5 a 10 años).

El ventilador debe operarse a bajas revoluciones o manualmente para lograr una correcta lubricación aunque nunca debe lubricarse de más ya que esto puede calentar los rodamientos. Luego de la lubricación el ventilador está listo para su operación, y debe ser chequeada cada dos meses para una operación continua.

7.5.7. Protección del ventilador cuando no está en uso.

Si el ventilador va a permanecer en desuso o si será almacenado por largos periodos de tiempo todas las superficies expuestas, así como los rodamientos y acoples deben ser protegidos. El eje debe rotarse periódicamente para evitar la corrosión y el rodete debe ser bloqueado para evitar que gire. Cuando vaya a ser devuelto a servicio debe re-engrasarse para sustituir todo el lubricante antiguo.

8. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA.

Para el TALLER DE MATERIALES FERROSOS se debe considerar los distintos valores objetivos que ciertos parámetros deben cumplir dentro de las instalaciones. A grandes rasgos estos valores objetivos son: Valores Límites de Exposición Ocupacional, Valores de Factores Térmicos Aceptables, Incomodidad Térmica Local y Calidad o Renovación de Aire.

Para cumplir con estos valores objetivos se deben definir las capacidades de suministro de aire, cargas y descargas y establecer ciclos mínimos de operación al día.

En términos generales, las zonas o áreas que requieren ventilación mecánica o forzada son aquellas donde no es posible o suficiente la ventilación natural. Esta se fundamenta en la inyección de aire fresco y no contaminado al interior del local de la edificación, permitiendo la salida de aire viciado al exterior, o bien, en la extracción del aire viciado del local, permitiendo la entrada al mismo de una cantidad de aire fresco y no contaminado desde el exterior.

El TALLER DE MATERIALES FERROSOS tiene áreas de trabajo de taller y áreas de oficina. Las áreas de oficina serán suplidas de aire acondicionado, siendo objeto de

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 26 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

ventilación mecánica las áreas restantes, donde no sea posible la ventilación natural. Estas son las siguientes:

- Baños
- Área de Taller

La selección de las condiciones internas de diseño de un local depende de su función y la actividad que se lleve a cabo. A continuación se definen los valores objetivos para las distintas zonas de la edificación:

8.1. Valores de Factores Térmicos Aceptables

El principal objetivo de los sistemas de acondicionamiento de aire es proveer un ambiente aceptable que no perjudique la salud ni el desempeño del personal que ahí labora. La filosofía básica ha sido la de estandarizar los métodos de evaluación con valores límites recomendados obtenidos a través de las distintas normativas. Esta sección tratará lo correspondiente al ambiente térmico.

La temperatura de bulbo seco deseable para ciertos espacios es como se muestra en la tabla N° 8.1.

Tabla N° 8.1- Temperaturas de Bulbo Seco Recomendadas ^[2]

Local destinado a:	Rango de Temperatura de Bulbo Seco (°F)
Oficinas	72 a 76°F
Fábricas	62 a 68 °F
Apartamentos	74 a 76 °F
Salones de Clases	72 a 75 °F
Gimnasios	60 a 65 °F
Salas de Hospitales	74 a 76 °F
Salas Operacionales	74 a 78 °F
Auditorios	68 a 72 °F
Tiendas	66 a 68 °F
Cocinas	66 a 68 °F

Estos valores representan una serie de mejores prácticas en la industria pero para establecer el valor de temperatura para baños y área de taller nos basamos en la siguiente metodología.

^[2] BLEIER, F. 1998. *Fan Handbook: selection, application and design*. McGraw-Hill.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 27 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

La metodología a usar se basa en el índice PMV o *Voto Medio Previsto* (*Predicted Mean Vote* por sus siglas en inglés) el cual a través de un gráfico que asocia la actividad física del personal con la vestimenta que estos utilizan y arroja la temperatura adecuada a existir en la edificación o zona.

Estos dos parámetros (actividad física y vestimenta) se encuentran asociados a dos conceptos como son: Tasa Metabólica y Resistencia Térmica de la Vestimenta. Dados estos dos parámetros mediante el gráfico puede leerse cuál es la temperatura óptima en el recinto. Existen tres de estos gráficos para tres escenarios con tres índices PPD diferentes. El índice PPD o Porcentaje de Insatisfacción Previsto (*Predicted Percent of Dissatisfied* por sus siglas en inglés) es el porcentaje de personas no satisfechas dado cierto valor de PMV. Los tres gráficos se encuentran para porcentajes de < 6%, < 10% y < 15% de PPD.

La humedad relativa más deseable es 50%, pero desviaciones de más o menos 15% son aceptables en la mayoría de los casos ya que variaciones de 10% en la humedad relativa equivalen solo a 0,3 °C de aumento en la temperatura óptima operacional.

8.1.1. Área de Taller

Dado que la zona de taller será de dimensiones bastante grandes y el personal será poco en comparación al espacio disponible se decide utilizar un índice PPD de < 15% lo cual corresponde a un índice de PMV cercano a cero. Solo falta por definir los valores de Tasa Metabólica y Resistencia Térmica de la Vestimenta. La Tasa Metabólica se mide en met y para una actividad física moderada como la que se desarrollará en el taller el valor es 2 [met]. Por otro lado la Resistencia Térmica de la Vestimenta se mide en clo y considerando un uniforme estándar compuesto por un overol, vestimenta ordinaria (franela, pantalón) y ropa interior nos encontramos con un valor que oscila entre 0,5 y 0,6 [clo]. Con estas premisas vamos a la figura N° 8.1.

Con los parámetros seleccionados observamos que la temperatura óptima de operación oscila entre los 22 °C y los 24 °C. Debemos aclarar que esta temperatura óptima de operación corresponde a un escenario donde la humedad relativa esta en torno al 50% (aunque su peso es poco por lo anteriormente explicado) y una velocidad del viento menor a 0,1 m/s.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 28 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

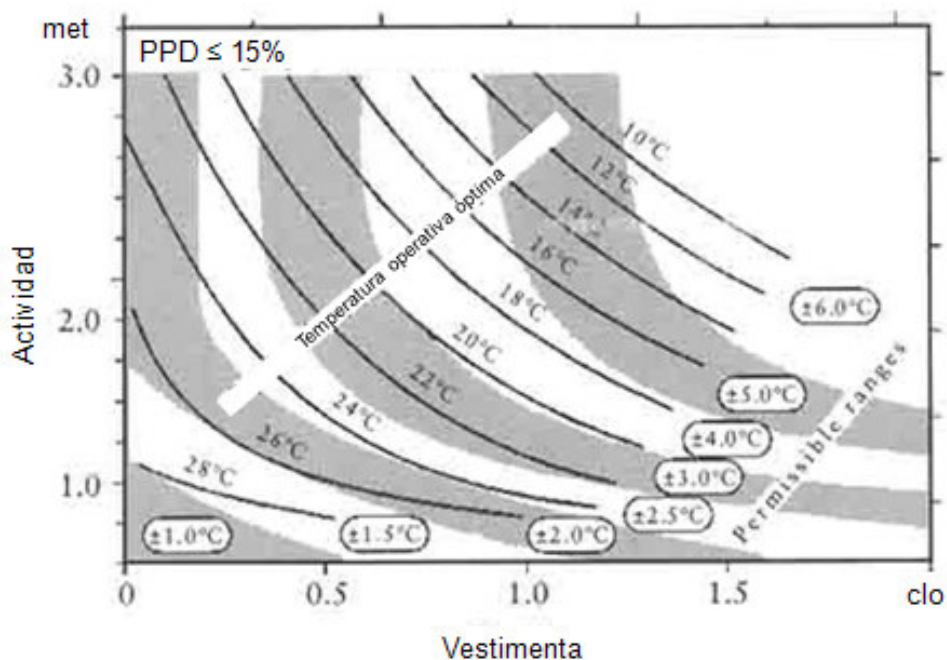


Figura Nº 8.1- Temperatura óptima de operación en función de la vestimenta y actividad física para un ambiente con un PPD de $< \leq 15\%$

8.1.2. Área de Baños

El análisis hacerse en la zona de baños es idéntico al de la zona del taller con la excepción que en la zona de baños la actividad es de reposo, con lo cual tenemos un Tasa Metabólica de 1 [met]. Con los demás parámetros iguales tenemos una temperatura en los baños que oscila entre 26°C y 24°C .

8.2. Incomodidad Térmica Local

Aparte del estado térmico general del cuerpo, una persona puede encontrar un ambiente térmico inaceptable si existen influencias locales sobre el cuerpo como radiación asimétrica, vientos, diferencias verticales de temperatura del aire o contacto con superficies frías o calientes.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 29 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

8.2.1. Velocidades de aire locales

Uno de los factores más críticos es el viento. Muchas personas en bajos niveles de actividad son muy sensibles a las velocidades del aire, y por ende el viento es una causa muy común de quejas para personal en zonas ventiladas. Dado la morfología del taller en el que tenemos grandes galerías de ventilación ubicadas muy por encima del personal, y niveles de actividad moderados el efecto de las velocidades del viento es mínima. Por el contrario, al tratarse de actividades moderadas las que se llevan a cabo en el taller el viento pasa a ser un factor que mejora las condiciones térmicas pudiendo alcanzarse velocidades de hasta 4000 pie/min sin ningún inconveniente.

8.2.2. Diferencia Vertical en la Temperatura del Aire

Altas diferencias de temperatura entre los pies y la cabeza del personal puede ser una seria causa de incomodidad. Dada la configuración del taller las diferencias de temperatura entre el suelo y una altura de hasta 2m son muy bajas debido fundamentalmente a la gran altura de la edificación y galerías de ventilación ubicadas a partir de los 6 a 8 m de altura.

8.2.3. Pisos Fríos o Calientes

Si el piso es muy frío o muy caliente puede causar incomodidad al personal. Con un calzado ligero el porcentaje de insatisfacción más bajo se alcanza alrededor de los 24 °C lo cual coincide perfectamente con el rango de temperatura óptima en el taller.

8.2.4. Temperatura Asimétrica Radiada

Una radiación asimétrica también puede causar incomodidad. Las personas son más sensibles a radiaciones asimétricas provocadas por pisos o techos fríos o calientes. Dado que a alturas mayores a los 9 m estas asimetrías son prácticamente imperceptibles no representan un factor de peso en el taller con una altura en su parte más baja de 12 m.

8.3. Valores Límites de Exposición Ocupacional y Calidad del Aire

Los efectos peligrosos de un ambiente en donde ciertos agentes químicos están presentes en el aire inhalado por los trabajadores son conocidos ya hace tiempo. Un trabajador puede encontrarse expuesto a muchos agentes químicos, físicos o

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 30 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

biológicos durante su jornada laboral y dependiendo de la dosis el efecto puede ser enfermedades o inclusive la muerte.

El principal concepto a manejar que relaciona los efectos dañinos de agentes químicos en el ambiente y el nivel de exposición del cuerpo humano es el de “Límites de Exposición Ocupacional” u OELs (siglas en ingles de Occupational Exposure Limits). Los OELs se encuentran basados en un tiempo ponderado de ocho horas de exposición promedio a sustancias gaseosas, en forma de vapor o en forma suspendida que puedan encontrarse en el aire.

Es posible definir dos tipos de OELs los cuales son:

- Límite de exposición por promedio de tiempo ponderado con un específico periodo de referencia. Para periodos largos existe el *Tiempo Ponderado Promedio* (TWA o por sus siglas en inglés *Time-Weighted average*) y para periodos cortos existe el *Límite de Exposición de Corto Tiempo* (STEL o *Short-Term Exposure Limit*)
- Límite de exposición instantáneo

Es normal establecer los OELs para largos periodos de tiempo (TWAs) en relación a un periodo de referencia de ocho (8) horas diarias que es un típico horario de trabajo. Las concentraciones de agentes químicos en el aire pueden variar mucho en una base de trabajo diario, por ende la cantidad por la cual los OEL-TWA pueden ser excedidos por cortos periodos de tiempo depende de muchos factores. Según la ACGIH (*American Conference of Government Industrial Hygienists, USA*) las variaciones en los niveles de exposición pueden exceder tres veces los límites de OEL-TWA por no más de 30 minutos en una jornada laboral de un día (8 horas) y bajo ninguna circunstancia debe exceder cinco veces el limite OEL-TWA.

En la zona de baño no tendremos presencia de químicos ni agentes patógenos en el aire, por lo que este documento se sustentará en la normas sanitarias venezolanas para garantizar las condiciones en baños y vestidores.

8.3.1. Área del Taller

Los procesos en el TALLER DE MATERIALES FERROSOS son simplemente el traslado de materia prima. De esta manera los valores de exposición por contaminantes son prácticamente inexistentes y no tiene ningún peso específico en el estudio.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 31 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

8.4. Seguridad.

La ventilación es un factor importante en la lucha contra incendios. Por medio de la ventilación adecuada se pretende alejar del edificio los humos, gases y el calor engendrado por el fuego. El sistema de ventilación para contribuir con el sistema contra incendio debe cumplir las siguientes funciones:

- Protección de las vidas humanas, alejando o desviando los gases tóxicos y humos de los lugares donde los ocupantes del edificio deberán encontrar refugio temporal.
- Mejorar el ambiente de las zonas vecinas al incendio, mediante alejamiento de humos y calor. Esto permite a los bomberos avanzar más hacia el incendio, con el fin de extinguirlo con la mínima cantidad de tiempo, agua y daños.
- Control de la propagación o dirección del fuego, instalando corrientes de aire que dirigirán el incendio en la dirección deseada. De esta manera, los ocupantes o pertenencias valiosas podrán ser protegidas más rápidamente.
- Tomar las debidas previsiones para alejar los gases combustibles que no han ardido, antes de que éstos adquieran una combinación inflamable, evitando contracorrientes o explosiones de humo.

Al diseñar el edificio y sus sistemas de ventilación natural y/o forzada, el equipo proyectista debe estar consciente de las importantes funciones de la ventilación con respecto al incendio. La instalación de ventiladores de humos, paneles, claraboyas o cualquier otro medio de apertura rápida en caso de emergencia es importante y garantizar que sus dispositivos y comandos estén en óptimas condiciones de operación, exigencias que nunca deben ser olvidadas.

En los edificios de producción de la industria el diseño del sistema de extracción de humos está en dependencia del nivel de riesgo (tipo de material en producción o almacenaje) del edificio bajo cubierta. Así, por ejemplo, en la tabla N° 8.3 se muestran diferentes superficies de salida de humos por la cubierta para los diferentes niveles de riesgo.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 32 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

Tabla Nº 8.3 – Porcentajes de superficie de ventilación dependiendo del riesgo ^[3]

Tipo de Riesgo	Superficie de salida de humos por la cubierta [% de la superficie en planta]
Área de bajo riesgo (Acero u otros materiales incombustibles)	La superficie de ventilación debe ser equivalente al 0,75 -1% de la superficie en planta
Área de riesgo moderado (Maquinaria en general)	La superficie de ventilación debe ser equivalente al 1,5 - 2% de la superficie en planta
Área de alto riesgo (Madera, platico, papel)	La superficie de ventilación debe ser equivalente al 2,5 - 3% de la superficie en planta
Área de altísimo riesgo (Pintura, disolventes químicos)	La superficie de ventilación debe ser equivalente al 3 - 5% de la superficie en planta

8.5. Carga Térmica.

Para llegar a la capacidad de ventilación deben conocerse primero todas las posibles entradas en la que nuestro sistema experimenta transferencia de calor o lo que también se llama el cálculo de la **carga térmica**. Estas variables se muestran en el gráfico (Figura Nº 8.2).

Estas variables pueden dividirse en tres grandes renglones como son: conducción, convección y radiación. Comenzando con la conducción tenemos lo que está en contacto físicamente con la edificación. Dado que tanto el ambiente exterior como el suelo se encuentran a temperaturas más bajas que el interior del taller la conducción extrae calor a nuestro sistema. Ocurre lo mismo con la convección (con los alrededores), ya que la transferencia de calor que ocurre entre el ambiente y el taller por esta vía extrae calor del sistema. Como variables que introducen calor al sistema nos quedan el sol, el personal que labora, los equipos y la iluminación.

^[3] La Seguridad Contra Incendios en la Concepción y el Diseño de los Edificios Civiles e Industriales. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 33 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

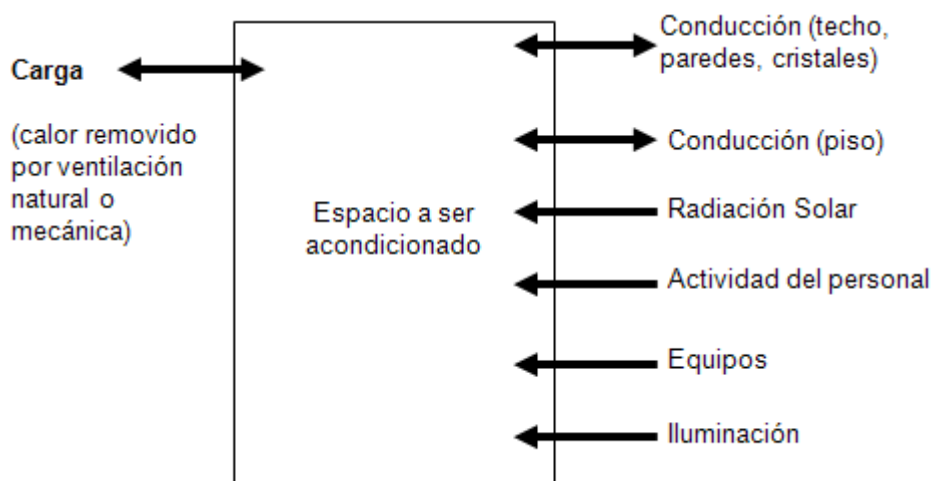


Figura Nº 8.2- Variables en el cálculo de la carga térmica

8.5.1. Calor transmitido por el Sol.

El cálculo del calor debido al sol viene representado por la siguiente ecuación:

$$I = \alpha_s G_s + \alpha_{sky} G_{sky} - E - q''_{conv} - q''_{ind}$$

Dónde:

I: Intensidad de Calor recibido por la edificación por unidad de área $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

α_s : Factor de absortividad de la superficie de la edificación

G_s : Intensidad de Calor emanado por el sol por unidad de área $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

α_{sky} : Factor de absorbancia del cielo

G_{sky} : Irradiación de la tierra debido a emisión atmosférica $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

E: Calor reflectado por la superficie de la edificación $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

q''_{conv} : Calor retirado debido a convección natural $\left[\frac{W}{m^2} \right]$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 34 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

q''_{ind} : Calor retirado debido a inducción $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

El valor de E es el calor reflejado por la superficie calculado por la expresión:

$$E = \epsilon \sigma T_s^4$$

ϵ : emisividad de la superficie

σ : Constante de boltzmann $5,67 \times 10^{-8} \left[\frac{W}{m^2}\right]$

T_s : Temperatura de la superficie [K]

El calor retirado de la edificación debido a convección natural será igual a:

$$q'' = \bar{h}(T_s - T_{amb})$$

Dónde:

\bar{h} : Coeficiente de transferencia de calor por convección medio $\left[\frac{W}{m^2 K}\right]$

T_s : Temperatura de la superficie [K]

T_s : Temperatura ambiente [K]

Para el cálculo del coeficiente de transferencia de calor por convección nos valemos de correlaciones empíricas halladas en la literatura. ^[4]

La ecuación es la siguiente:

$$\bar{h} = \frac{\overline{N_{ul}} k}{L}$$

Dónde:

$\overline{N_{ul}}$: Número de Nusselt

k : Coeficiente de conductividad térmica del fluido (aire) $\left[26,3 \times 10^{-3} \frac{W}{mK}\right]$

L : Largo característico [m]

El cálculo del número de Nusselt varía dependiendo si la convección es natural o forzada, de la geometría de la superficie y su posición. En primer

^[4] INCROPERA, F. 2006. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Wiley.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 35 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

lugar el cálculo de Nusselt para una superficie horizontal (el techo) es la siguiente:

$$\overline{N_{ul}} = 0,15R_{al}^{1/3}$$

Dónde:

R_{al} : *Número de Rayleigh*

El número de Rayleigh es igual a:

$$R_{al} = \frac{g\beta(T_s - T_{amb})L^3}{\nu\alpha}$$

Dónde:

g : *gravedad* $\left[9,18 \frac{m}{s}\right]$

β : *coeficiente de expansión térmica* $\left[\frac{2}{T_s + T_{amb}}\right]$

ν : *Viscosidad cinemática* $\left[15,89 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s} \text{ a } 300 K\right]$

α : *Difusividad Térmica* $\left[22,5 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s} \text{ a } 300 K\right]$

Comenzamos calculando la longitud característica para superficies horizontales que se denota como:

$$L \equiv \frac{A_s}{P}$$

Dónde:

A_s : *Área de superficie (o el techo)* $[m^2]$

P : *Perímetro de la superficie (o techo)* $[m]$

El cálculo de Nusselt para una superficie vertical (pared) es:

$$\overline{N_{ul_{pared}}} = 0,10(R_{al})^{1/3}$$

Falta el cálculo de conducción de temperatura a través del piso, la fórmula es:

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 36 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

$$q''_{cond} = \frac{k(T_s - T_{suelo})}{x}$$

Dónde:

x: Espesor de la losa del piso [m]

Los calores pertenecientes a personal, equipos e iluminación serán tratados de manera particular para el taller.

Finalmente debemos sumarizar el calor ganado versus el perdido y esto dependerá de las dimensiones de la edificación.

8.6. Requerimiento de Ventilación.

Para calcular la capacidad de ventilación que se necesita en un espacio cerrado como una oficina (o espacio abierto con alguna limitación) se suelen tomar en consideración una serie de factores como temperaturas, humedad, calor, confort, entre otros (los métodos son Caudal por pies cuadrados de área de piso, Caudal por ocupante, Mínima velocidad del aire y el Método de remoción de calor) ^[5]. Sin embargo el método de cambio de aire es una práctica sencilla, que se puede utilizar para estimar la capacidad de ventilación, y será el método primeramente utilizado. Luego usaremos el método de remoción de calor ^[6], el cual a través de una sencilla fórmula calcula la capacidad de ventilación necesaria en un ambiente si se realiza por medio de ventilación natural.

8.6.1. Cálculo de Capacidad de Ventilación por el Método de Cambio de Aire.

Una forma de proceder es calcular el caudal de aire necesario en base al número de ocupantes y en razón a 7,5 litros por segundo y persona para los casos normales en lo que la polución provocada por otros elementos diferentes al humano no sea significativa.

Pero si se hace difícil prever el número de ocupantes y se cree mejor referirse en función de las actividad a desarrollarse dentro del local puede recurrirse al cálculo de cambio de aire o número de renovaciones por hora, esto se resumen en el número de veces que debe renovarse todo el volumen de aire dentro del local, lo cual puede observarse en la tabla N° 8.4 ^[7].

^[5] BLEIER, F. 1998. *Fan Handbook: selection, application and design*. McGraw-Hill.

^[6] GOODFELLOW, H. 2001. *Industrial Ventilation Design Guidebook*. Academic Press.

^[7] GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. N° 4.044. Normas Sanitarias, 8 de Septiembre de 1.988.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 37 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

Tabla N° 8.4- Niveles mínimos de cambios de aire por hora requeridos según el local

Local destinado a:	Número mínimo de cambios de aire por hora (N)
Apartamentos en general	5
Archivos	5
Aulas de clase en general	12
Bancos (oficinas y público)	8
Barberías	15
Bares	25
Billares	25
Boleras (<i>bowling</i>)	25
Boîtes	25
Cafeterías	10
Capillas y Funerarias	15
Cervecerías	25
Cocinas de Restaurantes	30
Cocinas de Viviendas	30
Comedores	10
Comerciales	10
Cuartos y Pasillos	5
Cuartos de hoteles	10
Despachos (oficinas)	8
Depósitos (en general)	10
Discotecas y similares	25
Dormitorios en general	5
Fábricas (ambiente laboral en general)	10
Farmacias (preparación de fármacos)	12
Garajes	12
Gimnasios	20
Laboratorios	10
Oficinas públicas	8
Oficinas Privadas	10
Peluquerías	20

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 38 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

Local destinado a:	Número mínimo de cambios de aire por hora (N)
Restaurantes	10
Salas de conferencias	10
Salas y recibos	5
Salas de baile	25
Salas sanitarias	8
Salones de belleza	15
Teatros y otros sitios de reunión públicos	10
Tiendas por departamentos	12
Viviendas en general	8

Finalmente si se consideran los requerimientos térmicos y de calidad del aire y estos dan por debajo de los establecido en las normas sanitarias éstas tienen prioridad sobre las anteriores

8.6.2. Cálculo de Capacidad de Ventilación por el Método de Remoción de Calor.

El método de remoción de calor cuenta con una sencilla fórmula que establece:

$$G_o = W [C_p K_\theta (\theta_{uz} - \theta_{oz})]$$

Dónde:

G_o : Tasa de cambio de aire $\left[\frac{kg}{s} \right]$

W : Calor en el interior de la edificación [kW]

C_p : Calor específico del aire $\left(1,005 \frac{kJ}{Kg K} \right)$

Para explicar los otros conceptos necesitamos primero establecer lo que ocurre en una edificación con ventilación natural. Cuando solo existe ventilación natural ocurre un efecto llamado estratificación. Esto significa que a diferentes alturas del edificio encontramos diferentes temperaturas, teniendo las más altas en la parte superior y las más bajas en la zona inferior. Toda la zona del taller es considerada área ocupacional, dividiéndose está en dos: zona ocupacional superior (θ_{uz}) y zona

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 39 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

ocupacional inferior (θ_{oz}). El último factor (K_θ) se denomina el coeficiente de eficiencia de remoción de calor y su ecuación es la siguiente:

$$K_\theta = \frac{(\theta_{exh} - \theta_o)}{(\theta_{oz} - \theta_o)}$$

Dónde:

θ_{exh} : *Temperatura de expulsión del aire* [°C]

θ_o : *Temperatura exterior o ambiente* [°C]

8.7. Sistemas de Distribución de Aire.

Un sistema de distribución de aire es aquel que mediante sistemas de ductos se puede distribuir desde el equipo una cantidad determinada de aire a un ambiente con la finalidad de ventilarlo mecánicamente o acondicionarlo. En los sistemas de ventilación forzada y acondicionamiento de aire en el diseño de ductos se deben tomar en cuenta una serie de factores que definen: el costo, las condiciones de ruido, las condiciones de confort, las vibraciones, entre otros.

8.7.1. Velocidad y Ruido.

Usualmente se encuentra un conflicto de requerimientos al diseñar porque altas velocidades en la ductería significan ductos pequeños (menos espacio y menor costo inicial) pero al mismo tiempo significa mayores niveles de ruido y pérdidas por fricción (mayor presión estática). La tabla N° 8.5 muestra los rangos normalmente usados en la industria sin importar el método de cálculo utilizado.

Tabla N° 8.5- Velocidades recomendadas en ductería para edificios industriales [pie/min]^[8]

	Recomendado	Máximo	Sistemas de Alta Velocidad	
			Recomendado	Máximo
Ducto Principal	1.200-1.800	2.200	2.500	6.000
Ducto Secundario	800-1.000	1.800	2.000	4.500
Filtros	300-350	350	350	350
Serpentines	600	700	600	700

8.7.2. Materiales de los Sistemas de Ductería

^[8] BLEIER, F. 1998. Fan Handbook: selection, application and design. McGraw-Hill.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 40 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

Una característica son los materiales de fabricación:

- **Aluminio:** Las láminas deben ser de una aleación de aluminio con 0.40 % de cobre para tener resistencia a la corrosión y a su vez una resistencia a la tracción mínima de 16000 psi.
- **Cobre:** Se utiliza especialmente en las aplicaciones donde se producen humos corrosivos como en los laboratorios químicos.
- **Láminas de Acero Galvanizado:** Las láminas deben estar compuestas por carbón, manganeso, sulfuro, fósforo, silicón y cinc, y es el material más común en los sistemas de ductos.

8.7.3. Características constructivas de los ductos

Los ductos se construirán en secciones de acuerdo con los planos del proyecto. Las superficies interiores se cuidarán de que sean lisas, las costuras deberán hacerse bien acabadas y a prueba de escapes de aire y libres de toda vibración bajo cualquier condición de operación. Los bordes de las juntas deslizantes se mantendrán orientados en la dirección de la corriente de aire. Los ductos se fijarán a las estructuras de acuerdo con los detalles de instalación y cumpliendo las observaciones que al respecto se indiquen. Las características que deberán tener los ductos pueden observarse en la tabla N° 8.6, esto para ductos de acero galvanizado.

Tabla N° 8.6 – Características de ductos rectangulares en baja presión^[9]

Dimensión mayor del ducto (pulgadas)	Calibre	CONSTRUCCIÓN RECOMENDADA Juntas transversales, riostras y refuerzos
Hasta 24	24	Grapa deslizante o grapa en S, separado no más de 8 pies.
de 24 a 30	24	Grapa deslizante o grapa en S, separado no más de 4 pies.
de 31 a 60	22	

^[9] CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. Handbook of Air Conditioning System. McGraw-Hill, New York.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 41 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

Dimensión mayor del ducto (pulgadas)	Calibre	CONSTRUCCIÓN RECOMENDADA Juntas transversales, riostras y refuerzos
de 61 a 72	20	Grapa deslizante o grapa en S, separado no más de 4 pies. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" o zuncho angular de las mismas dimensiones situada a mitad de distancia entre juntas.
de 73 a 90	20	Grapa deslizante o grapa en S, separado no más de 4 pies. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" o zuncho angular de las mismas dimensiones situada a mitad de distancia entre juntas. Tirante de hierro de 1 1/4" x 1/8" para anchura de conducto de 73" a 90".
de 91 en adelante	18	Grapa deslizante o grapa en S, separado no más de 4 pies. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" o zuncho angular de las mismas dimensiones situada a mitad de distancia entre juntas. Tirante de hierro de 1 1/4" x 1/8" para anchura de conducto de 91" a 120". Tirante de hierro de 1 1/4" x 1/8" separado 48" para anchuras de conducto de 121" o más.

8.7.4. Soportería.

La soportería en los ductos deberá cumplir con los siguientes requerimientos (Tabla N° 8.7)

Tabla N° 8.7 - Soporte de los Ductos

Dimensión Mayor del Ducto [pulgadas]	Tipo de Soporte	Máxima Separación [metros]	Carga de Prueba [kg]
Hasta 40	Pletina galvanizada calibre # 16	3	560 kg

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 42 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

Dimensión Mayor del Ducto [pulgadas]	Tipo de Soporte	Máxima Separación [metros]	Carga de Prueba [kg]
41 hasta 60	Pletina galvanizada calibre # 16	3	900 kg
61 hasta 120	Barras de 3/8"	2,4	1360 kg

8.7.5. Elementos Terminales de Distribución de Aire.

Los elementos terminales son los encargados de la distribución y control del aire dentro de un determinado ambiente.

En función de la actividad que se desarrolle en el ambiente a acondicionar o ventilar la función de los elementos terminales puede ser: el suministro de aire, retorno o extracción.

- Difusores: Según Cohen, M. en su curso práctico de aire acondicionado los difusores pueden aplicarse en conductos de aire a la vista, o bien en conductos de aire ubicados encima del cielo raso del ambiente. Se tiene una gran variedad en cuanto a la configuración geométrica de los difusores circulares, cuadrados, rectangulares y lineales, existiendo además entre ellos mismos diferentes tipos, de acuerdo principalmente a la dirección requerida en la corriente de aire. Los difusores son generalmente equipados con un sistema o elemento de control para regular el caudal de aire a suministrar en el ambiente, su selección se lleva a cabo de en función del flujo total a manejar y se pueden regular manualmente. Este elemento terminal se utiliza como medio de suministro de aire para aplicaciones de acondicionamiento de aire, muy pocas veces se utiliza en sistemas ventilación forzada, ya que para estos sistemas se utilizan rejillas de suministro.
- Rejillas: Es un elemento terminal utilizado para la extracción o retorno de aire. A lo igual que los difusores las rejillas tienen un elemento de control de flujo que permite regular el flujo de aire. Pueden aplicarse en ductos de aire a la vista, ductos encima del cielo raso, ductos detrás de las paredes del ambiente o directamente conectadas, sin ductos, al cielo raso del ambiente, generándose una cámara de retorno entre la placa de techo y el cielo raso.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 43 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

- **Plafón Ventilante:** Este elemento terminal se caracteriza por su instalación a nivel del techo falso, es decir se realiza un corte en los paneles del techo con las dimensiones del elemento terminal y la instalación queda al mismo nivel.

8.7.6. Factores Económicos que Influyen en Diseño de Ductos.

Un factor determinante en los costos en ductería es la relación de aspecto. Esta es el cociente entre el lado mayor y lado menor del ducto rectangular. Al aumentar la relación de aspecto, la rigidez de la sección del ducto disminuye, lo recomendable es que la relación de aspecto de cualquier sistema de ductos tienda a uno ya que serían menos los costos asociados. Los dos aspectos que afectan en mayor medida la relación de aspecto son:

- **Ganancia de Calor:** La ganancia de calor influye de manera tal que si aumenta la temperatura del aire que será distribuido, habrá un aumento de la relación de aspecto del ducto y mayores costos.
- **Caída de Presión:** La caída de presión es un factor determinante en el diseño de sistemas de distribución de aire. En sistemas de distribución de aire donde existen muchos ramales de ductos se generan mayores pérdidas de carga producto de la fricción, lo cual conlleva a al diseño de ducto con mayor relación de aspecto (y mayor costo) para buscar vencer estas pérdidas.

8.8. Factores de Regulación en Sistemas de Ventilación Forzada.

Los equipos de ventilación, como cualquier otro equipo mecánico, tienen unos parámetros adecuados de funcionamiento. A continuación se listan los parámetros a controlar, límites permisibles y algunas mejores prácticas a considerarse.

8.8.1. Regulación del Aire.

En todo sistema de distribución de aire debe considerarse la instalación de compuertas de balanceo de aire también conocidas como dampers, con la finalidad de regular la cantidad de aire a suministrar a un determinado ambiente bajo condiciones específicas.

En las instalaciones que sean necesarios estos dispositivos debe verificarse la adecuada instalación de las compuertas, para esto una persona manualmente mide con un anemómetro la cantidad de aire que suministro el

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS N° PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001 DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 44 de 70		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev. B</td> <td style="width: 50%;">Fecha: 19/11/2010</td> </tr> </table>	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
Rev. B	Fecha: 19/11/2010		

difusor y así se puede ir regulando el caudal hasta entregar el caudal adecuado al ambiente.

8.8.2. Ruido.

Los ventiladores son fuentes de ruido y como tal vienen caracterizados con una potencia sonora o NWS (medido en decibeles [dB]). Normalmente esta característica debe venir referida en las especificaciones del equipo pero no es habitual encontrarlo y normalmente se encuentra el valor de presión sonora o NPS (medido en decibeles [dB]) acompañado con las condiciones en que se hicieron las mediciones. La relación entre NWS y NPS es la siguiente:

$$NWS = NPS + 20\log D + 11$$

NWS [dB]: Potencia sonora

NPS [1/h]: Presión sonora

D [m]: Distancia de la fuente al punto de medida de presión

De esta manera en caso de que el fabricante ofrezca la potencia sonora puede calcularse la presión sonora a cualquier distancia. En caso de darse la presión sonora puede calcularse la potencia sonora y de esta manera calcular la presión sonora en el punto que se desee. A continuación se muestran los valores de presión sonora permisible por horas de trabajo (tabla N° 8.8) conociendo que el limite o umbral de dolor es 120 dB.

Tabla N° 8.8 - Límites permitidos de exposición al ruido ^[10]

Horas al día	Presión Sonora [dB]
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1,5	102
1	105
0,5	110
0,25 o menos	115

^[10] Occupational Safety and Health Standards, Occupational noise exposure. - 1910.95.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 45 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

El ruido puede presentar posibles atenuaciones a lo largo de toda la conducción del aire las cuales se listan a continuación:

- *Tuberías desnudas:* Cuando tenemos tramos rectos la atenuación puede considerarse casi nula ya que el ruido se propaga por la ductería prácticamente sin perder intensidad. Cuando tenemos codos la atenuación ocurre por un efecto más de reflexión que de absorción siendo el codo de 90° sin tramos curvos en el más atenúa.
- *Tuberías tratadas con material absorbente:* El hecho de recubrir una ductería internamente mediante un material absorbente como fibra de vidrio, lana de roca o materiales plásticos porosos hace que se produzca una notable atenuación del ruido. Esta es tanto mayor cuanto mayor sea la relación entre el perímetro de material absorbente en contacto con el aire y la sección de paso. También crece con la capacidad absorbente del material. Cabe acotar que la mejor absorción ocurre a frecuencias medias y la peor con frecuencias altas y bajas. La atenuación del ruido en codos queda notablemente incrementada si estos son recubiertos de material absorbente.

Elementos atenuadores insertados en tuberías:

- *Plenum:* Son unos receptáculos donde el aire puede expandirse para después salir del mismo por una tubería de dimensiones parecidas a las que tiene en la entrada. Un Plenum produce una atenuación bastante importante del ruido sobre todo si están cubiertos internamente de material absorbente, siendo su principal inconveniente el volumen que ocupan.
- *Silenciadores Pasivos:* Pueden ser cilíndricos o rectangulares y se encuentran forrados internamente con material absorbente y recubierto de una lámina metálica perforada para disminuir los niveles de presión sonora. Cuando se utilizan estos dispositivos deben tomarse en cuenta las pérdidas aerodinámicas que producen ya que pueden llegar a ser bastante significativas.
- *Silenciadores Activos:* Su principio se basa en neutralizar el ruido anteponiéndole otro contrario por medio de una instalación electroacústica. Técnicamente consiste en un micrófono que capta el ruido original emitido por el ventilador y un altavoz aguas abajo que emite un ruido desfasado 180 grados que, al incidir sobre el inicial lo neutraliza dejando una intensidad residual que es el resultado de la aplicación de

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS N° PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001 DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 46 de 70		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Rev. B</td> <td style="width: 50%;">Fecha: 19/11/2010</td> </tr> </table>	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
Rev. B	Fecha: 19/11/2010		

este silenciador. Son muy efectivos a baja frecuencia por lo que trabajando junto a los pasivos arrojan excelentes resultados en la disminución de la presión sonora.

8.8.3. Vibraciones.

Las amplitudes de vibración son medidas mediante dispositivos electrónicos en “mils” (1 mil = 0,001 pulgadas). Estas son chequeadas fuera de los rodamientos en direcciones vertical, horizontal y axial.

Pequeñas amplitudes de vibración no pueden evitarse, pero grandes amplitudes reducirán la vida de los rodamientos y deberán ser corregidas.

Las amplitudes de vibración aceptables dependerán de la velocidad del ventilador siendo más pequeñas conforme la velocidad del ventilador aumenta. Las siguientes formulas muestran amplitudes de vibración en “mils” para tres casos:

$V = \frac{2865}{rpm}$	Normal y aceptable
$V = \frac{4200}{rpm}$	Alarma, peligro potencial
$V = \frac{9550}{rpm}$	Apagar inmediatamente

V [mils]: Amplitud de vibración

rpm [rev/min]: Revoluciones por minuto

En la tabla N° 8.9 se muestran amplitudes de vibración calculadas con las formulas anteriores.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Página 47 de 70	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
Nº PROYECTO:	JD1010901		

Tabla Nº 8.9- Amplitudes de vibración máxima a ciertas revoluciones

Velocidad Máxima o de diseño [rpm]	Normal = $\frac{2865}{\text{rpm}}$	Alarma = $\frac{4200}{\text{rpm}}$	Apagar = $\frac{9550}{\text{rpm}}$
400	7,2	10,5	23,9
600	4,8	7,0	15,9
800	3,6	5,3	11,9
1000	2,9	4,2	9,6
1200	2,4	3,5	8,0
1400	2,0	3,0	6,8
1600	1,8	2,6	6,0
1800	1,6	2,3	5,3
2000	1,4	2,1	4,8
2200	1,3	1,9	4,3
2400	1,2	1,8	4,0
2600	1,1	1,6	3,7
2800	1,0	1,5	3,4
3000	1,0	1,4	3,2
3200	0,9	1,3	3,0
3400	0,8	1,2	2,8
3600	0,8	1,2	2,7
3800	0,8	1,1	2,5
4000	0,7	1,1	2,4

Si se llegasen a desarrollar excesivas vibraciones las siguientes posibles causas deben ser investigadas:

- Acumulación de sucio u otros agentes extraños en el rodete del ventilador que puedan causar desbalances
- La tornillería de la carcasa, los rodamientos o el motor pueden no estar correctamente apretados
- En el caso de ser transmisión por correa alguna desalineación, tensión en la correa o balance en las gavillas puede ser inadecuada
- Los collares de los rodamientos pueden no estar bien ajustados
- Chequear los tornillos de fijación del rodete

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 48 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

- Chequear que cualquier material extraño no haya dañado el rodete, el eje o los rodamientos
- Chequear si la vibración viene de un agente externo al ventilador, para hacer esto apagarlo y medir nuevamente las vibraciones
- Chequear que existe suficiente espacio entre el rodete y la entrada del ventilador

8.8.4. Calidad del aire.

Disminuir el contenido de polvo y partículas en suspensión presentes en el aire es llamado depuración de aire lo cual es el objetivo de los filtros de aire y separadores de polvo. Los principales parámetros que definen el proceso de selección son:

- Tamaño de las partículas en suspensión
- Concentración de polvo en el aire

Los dispositivos utilizados para depurar el aire se dividen en dos grupos principales:

- Filtros de aire: Dispositivos diseñados para disminuir la concentración de las partículas que se encuentran en suspensión en el aire. El tipo de filtro a emplear dependerá del tamaño de las partículas a separar según la siguiente clasificación: Carbón Activo (para la separación de virus y partículas de tamaño molecular) y Electroestáticos (para separar hollín y el humo del tabaco) Separadores de polvo
- Separadores de polvo: Cuando las partículas tienen un diámetro por gramo superior a 1mm pueden emplearse medios mecánicos para su separación. En este caso es llamado separación de polvo. Los separadores pueden especificarse de la siguiente manera: Separadores por gravedad (se utilizan cuando las partículas son de gran tamaño) y Separadores húmedos (también llamados en inglés “scrubbers”, son en los que se utiliza el agua para evitar que las partículas vuelvan a la corriente de aire)

9. PRE-DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA.

Conocidas las características de los ambientes, se procede a determinar las cantidades de aire a suministrar o extraer, según el caso. Luego se procede a determinar el flujo de

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 49 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

aire a manejar en cada ambiente y posteriormente se determina la cantidad de equipos a utilizar.

Previo a todo este análisis se resalta un aspecto bastante importante del TALLER DE MATERIALES FERROSOS y la ubicación geográfica donde se encuentra. Tenemos que la temperatura máxima promedio en la región de Palital es 32,2°C (90°F). Esta se encuentra por encima de la temperatura de confort calculada en la sección 8.1.1.

Dada la naturaleza del taller y que este no contará con un sistema A/C en su parte operacional debemos partir del hecho que en el caso más favorable la temperatura interna del taller será igual a la temperatura ambiente y un caso desfavorable donde la acumulación de calor dentro del taller sea mayor a la que la ventilación natural pueda remover. Es motivo de este documento realizar un cálculo conservador sobre la carga térmica del taller y verificar si es necesaria una ventilación mecánica que evite que el calor generado dentro de este no escape con la suficiente rapidez, provocando aumentos en la temperatura interna.

Para medir el impacto de estas (posibles) altas temperaturas en el personal deberá acudirse a la norma ISO-7243 (*Hot environments -- Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index*) y luego a la norma ISO-7933 (*Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*) para el cálculo de las consecuencias de estas altas temperaturas y el establecimiento de turnos de trabajo adecuados a estos requerimientos.

9.1. Carga Térmica.

9.1.1. Calor transmitido por el Sol.

La intensidad de calor irradiada por el sol en la superficie de la tierra para un día soleado sin ninguna atenuación tiene un valor de 945 W/m² ($\alpha_s G_s$), si además consideramos los efectos de la irradiación del cielo ($\alpha_{sky} G_{sky}$) este valor aumenta a 1.025 W/m² ($\alpha_s G_s + \alpha_{sky} G_{sky}$)^[11].

Los valores de absorbancia vienen dados por el material. En nuestro caso siendo conservadores usamos una superficie con pintura blanca con $\alpha_s = 0,40$ ya que materiales como el UBM del cual estará recubierto gran parte de la edificación son buenos aislantes y estarán recubiertos de pintura de caucho blanca.

^[11] JONES, W. P. 2001. *Air Conditioning Engineering*. Elsevier Science & Technology Books.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 50 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

La emisividad, será la de una superficie con pintura blanca ($\epsilon = 0,8$). La temperatura de la superficie se asumirá como máximo cinco (5) grados mayor que la del ambiente. Teniendo que la temperatura del ambiente es $32,2^{\circ}\text{C}$ entonces la temperatura de la superficie de las paredes y el techo será $T_s = 37,2^{\circ}\text{C}$.

Parte importante de este cálculo térmico será que tomaremos el taller como un paralelepípedo de las dimensiones mostradas en la Figura N° 9.1. La longitud característica tendrá un valor de $L = 27,12 \text{ m}$. El coeficiente de expansión térmica será $\beta = 3,34 \times 10^{-3}$. El valor de Rayleigh será:

$$R_{aL_{techo}} = \frac{\left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \left(3,25 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}\right) \left(310,35 \text{ K} - 305,35 \text{ K}\right) \left(27,12 \text{ m}\right)^3}{\left(15,89 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}\right) \left(22,5 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}\right)}$$

$$R_{aL} = 8,90 \times 10^{12}$$

El cálculo de Nusselt para una superficie horizontal (techo) es:

$$\overline{N_{uL_{techo}}} = 0,15 \left(8,90 \times 10^{12}\right)^{1/3}$$

$$\overline{N_{uL_{techo}}} = 3.108$$

El coeficiente de transferencia de calor será:

$$\bar{h}_{techo} = \frac{(3.108) \left(26,3 \times 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{mK}}\right)}{27,12 \text{ m}} = 2,98 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

El calor por unidad de área debido a convección natural en el techo es:

$$q''_{conv \text{ techo}} = \left(2,98 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}\right) (310,35 \text{ K} - 305,35 \text{ K}) = 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 51 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

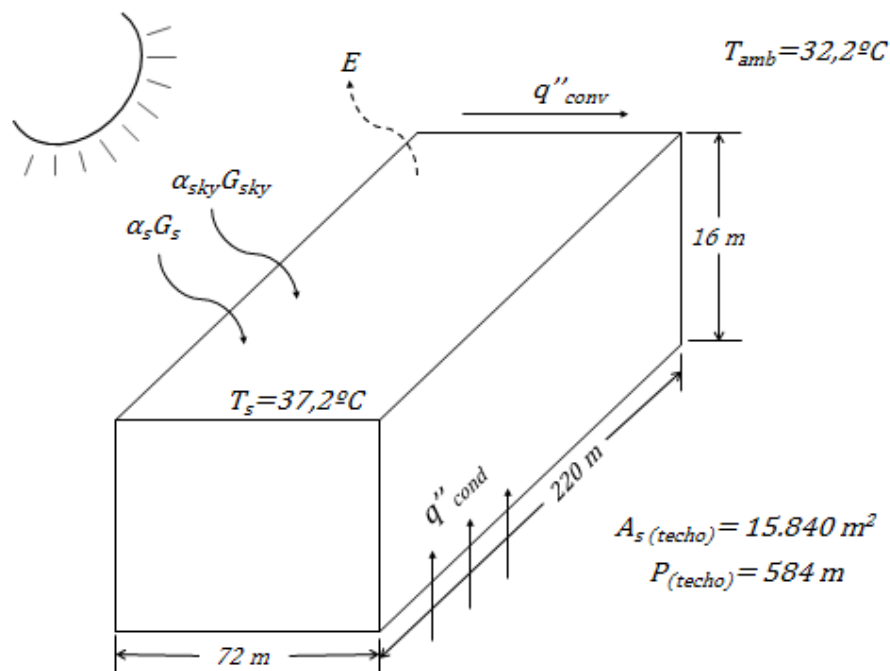


Figura Nº 9.1- Esquema de la Transferencia de Calor en el Taller

El coeficiente de expansión térmica será $\beta = 3,25 \times 10^{-3}$. La longitud característica para una superficie vertical es la altura de esta. El valor de Rayleigh será:

$$Ra_{L,pared} = \frac{\left(9,81 \frac{m}{s}\right) (3,25 \times 10^{-3} K^{-1}) (310,35 K - 305,35 K) (16 m)^3}{\left(15,89 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}\right) \left(22,5 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}\right)}$$

$$Ra_{L} = 1,83 \times 10^{12}$$

El cálculo de Nusselt para una superficie vertical (pared) es:

$$\overline{Nu}_{UL} = 0,10(1,83 \times 10^{12})^{1/3}$$

$$\overline{Nu}_{UL} = 1.222$$

El coeficiente de transferencia de calor será:

$$\bar{h}_{pared} = \frac{(1.222) \left(26,3 \times 10^{-3} \frac{W}{mK}\right)}{16 m} = 2,01 \frac{W}{m^2K}$$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 52 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

El calor por unidad de área debido a convección natural en las paredes es:

$$q''_{\text{conv paredes}} = \left(2,01 \frac{W}{m^2 K}\right) (310,35 K - 305,35 K) = 10,05 \frac{W}{m^2}$$

Siendo conservadores y asumiendo un valor de caída en la temperatura de 5°C y un espesor de la losa de alrededor de 50cm (0,5 m) tenemos que:

$$q''_{\text{cond}} = \frac{1,7 \frac{W}{mK} (5 K)}{0,5 m} = 17 \frac{W}{m^2}$$

Ahora calculamos el calor debido a radiación conjunta del sol y el cielo:

$$\alpha_s G_s = (0,4) \left(1025 \frac{W}{m^2}\right) = 410 \frac{W}{m^2}$$

Por ultimo calculamos el calor refractado por la superficie:

$$E = \epsilon \sigma T_s^4 = (0,8) \left(5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K}\right) (302,15)^4 = 378 \frac{W}{m^2}$$

Finalmente nuestra ecuación queda:

$$I = \left(410 \frac{W}{m^2}\right)_I - \left(378 \frac{W}{m^2}\right)_{II} - \left[\left(14,9 \frac{W}{m^2}\right)_{III} + \left(10,1 \frac{W}{m^2}\right)_{IV}\right] - \left(17 \frac{W}{m^2}\right)_V$$

Aquí hay que hacer un análisis previo al cálculo final de balance de calor en la edificación. El primer término (I) corresponde a la radiación que entra por el sol, este valor se presenta (máximo) solo en tres superficies como son dos paredes y el techo (la llamaremos A_1). Lo mismo ocurre con el segundo término (II) que es el calor refractado por la superficie. El tercer término (III) corresponde a la convección en el techo, por ende la superficie sobre la que tendrá efecto será solo esta. El cuarto término (IV) corresponde a la convección de las paredes, por ende la superficie a tomar será esa. Por último el quinto término corresponde a la conducción entre la tierra y el suelo del taller, esta ocurrirá con en el suelo. Con esto en mente la ecuación final quedará así:

$$Q = I \cdot A_1 - II \cdot A_1 - [III \cdot A_{\text{techo}} + IV \cdot A_{\text{paredes}}] - V \cdot A_{\text{piso}}$$

Dónde:

$$A_1 = 20.512 m^2$$

$$A_{\text{techo}} = A_{\text{piso}} = 15.840 m^2$$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 53 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

$$A_{paredes} = 9.344 \text{ m}^2$$

Finalmente:

$$Q_{solar} = 56.714 \text{ W} = 56,7 \text{ kW}$$

9.1.2. Calor Generado por el Personal.

De acuerdo a lo ya establecido en los criterios el personal consumirá alrededor de 2 met o 126 W/m². El área Du-Bois del cuerpo humano es 1,8 m² lo cual representa 104 W por persona. Para un total de 50-60 personas laborando el calor generado será de:

$$Q_{personal} = 13.608 \text{ W} = 13,6 \text{ kW}$$

9.1.3. Calor Generado por los Equipos.

Los equipos de la planta según el documento "LISTA PRELIMINAR DE EQUIPOS MAYORES" (JD010916-AM2C3-PD05002) suman una carga total (en potencia) de 10.501 W. Dado que todos los equipos son eléctricos, y estas son máquinas con eficiencias mayores al 80% tenemos que la energía liberada en forma de calor será:

$$Q_{equipos} = 10.501 \text{ W} \times 20\% = 2.100 \text{ W} = 2,1 \text{ kW}$$

Cabe acotar que este calculando se hace suponiendo que todos los equipos de la planta se encuentran operando a toda capacidad en el mismo momento. Suponiendo un factor de utilización conservador del 80% tenemos que:

$$Q_{equipos} = 2,1 \text{ kW} \times 80\% = 1,68 \text{ kW}$$

Referencial documento de Eléctricida.

9.1.4. Calor Generado por la Iluminación.

La cantidad de luminarias a encontrarse en el área industrial será de 144 cada una con una potencia de 1000W o 1 kW, tomando en cuenta que la energía en forma de luz usada es de aproximadamente 10% nos queda que 90% de esta energía se transforma en calor, esto nos daría un cálculo de :

$$Q_{iluminación} = 144 \times 1 \text{ kW} \times 0.9 = 129,6 \text{ kW}$$

Sumarizando tendremos que el calor total a remover de la edificación será:

$$Q_{total} = 201,58 \text{ kW}$$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 54 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

9.2. Capacidad de Ventilación.

9.2.1. Cálculo de Capacidad de Ventilación por el Método de Cambio de Aire.

Calcular el volumen de una habitación/ cuarto/ oficina / cocina / etc. en metros cúbicos, lo cual se realiza midiendo la longitud, el ancho y el alto del ambiente cerrado en metros cúbicos:

Con la masa de aire caliente que se acumula y genera en el techo, no afecta el ambiente, se analiza, no requiere ser extraído, esta considerado algún dispositivo o es suficiente a través de las fachadas. Clarificar.

$$V = L \cdot A \cdot H$$

V [m³]: Volumen

L [m]: Largo

A [m]: Ancho

H [m]: Altura

$$V[\text{pie}^3] = V[\text{m}^3] \cdot 35,31$$

Para el área operacional se toma una altura de 2 metros desde el suelo dado que es la zona donde se encontrará el personal que laborará en las instalaciones, mientras que por encima de esta altura no solo son nulos los requerimientos para el personal sino que la ventilación natural del taller es más que suficiente (Tabla N° 9.1). Esto trae como consecuencia la necesidad de la instalación de hileras de ventilación natural ubicadas en las fachadas laterales del taller.

Tabla N° 9.1- Áreas y volúmenes requiriendo Ventilación Forzada

	Área m ²	Altura m	Volumen m ³	Volumen pie ³
Área Operacional	15.480	2,00	30.960	1.093.342
Baños/Vestidores Caballeros	58,20	3,70	215,34	7.605
Baños/Vestidores Damas	58,20	3,70	215,34	7.605
Baños Caballeros #1	12,86	3,70	47,58	1.680
Baños Caballeros #2	13,00	3,70	48,10	1.699
Baños Caballeros #3	13,00	3,70	48,10	1.699
Baños Caballeros #4	12,86	3,70	47,58	1.680
Baños Damas #1	12,86	3,70	47,58	1.680
Baños Damas #2	14,64	3,70	54,17	1.913
Baños Damas #3	14,64	3,70	54,17	1.913
Baños Damas #4	12,86	3,70	47,58	1.680

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 55 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

El siguiente paso es determinar el Factor “N” dependiendo de la actividad que se desarrolle dentro del volumen deseado, este factor viene dado en razón del número de veces por hora que debe ser evacuado todo el aire encerrado en el volumen a estudiar. Este viene determinado por la siguiente tabla encontrada en las normas sanitarias venezolanas (Tabla Nº 8.4).

De la tabla el factor “N” a utilizar en la zona operacional es 10 cambios de aire por hora, mientras que en los baños y zonas sanitarias será 15 cambios por hora.

La carga mínima de ventilación para un ambiente cerrado corresponde el producto del volumen (V) por el factor de número mínimo de cambios de aire por hora (N), resultado que representa la carga requerida para ventilar el ambiente que se requiera:

$$F = V \cdot N$$

F [m³/h]: Caudal de Aire

N [1/h]: Cambios de aire por hora

V [m³]: Volumen

Luego para motivos de la metodología y literatura utilizada para el cálculo se trabajara el flujo en pies cúbicos por minuto. Luego la Tabla Nº 9.2 con los resultados.

$$F\left[\frac{\text{pie}^3}{\text{min}}\right] = F\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right] \cdot 0,5886$$

Tabla Nº 9.2- Caudales de aire para cubrir los requerimientos de ventilación

	Caudal [m³/h]	Caudal [pie³/min]	Caudal de Diseño [pie³/min]
Area Operacional	309.600	182.224	185.000
Baños/Vestidores Caballeros	1.722,72	1.013,96	1.100
Baños/Vestidores Damas	1.722,72	1.013,96	1.100
Baños Caballeros #1	380,66	224,05	230
Baños Caballeros #2	384,80	226,49	230
Baños Caballeros #3	384,80	226,49	230
Baños Caballeros #4	380,66	224,05	230
Baños Damas #1	380,66	224,05	230
Baños Damas #2	433,34	255,06	260

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 56 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

	Caudal [m ³ /h]	Caudal [pie ³ /min]	Caudal de Diseño [pie ³ /min]
Baños Damas #3	433,34	255,06	260
Baños Damas #4	380,66	224,05	230

9.2.2. Cálculo de Capacidad de Ventilación por el Método de Remoción de Calor.

Para motivos de este documento suponemos la diferencia entre la temperatura de expulsión del aire y el aire exterior en 4°C mientras que solo de 1°C entre el exterior y la zona ocupacional baja. Además la diferencia de temperaturas entre la zona ocupacional baja y alta será de tan solo 2°C. Con estas premisas de diseño conservadoras (suelen ser más bajas) para el estándar en fábricas de este estilo tenemos que:

$$F_o = 201,58 \text{ kW} \left[\left(1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right) (4 \text{ °C})(2 \text{ °C}) \right] = 1620,7 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Para llevar este flujo a m³/s dividimos por la densidad:

$$F = \left(1620,7 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1,2 \text{ kg}} \right) = 1350,6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

9.3. Propuesta de Diseño para el Sistema de Ventilación Forzada.

Para ventilación natural la cantidad de aire que entra a una edificación se calcula mediante la ecuación ^[12]:

$$F = C_d A \left(\frac{\Delta p}{\rho} \right)^{0,5}$$

Dónde:

F [m³/h]: Caudal de Aire

C_d: Coeficiente de Caída de Presión por la Abertura Lateral de la Edificación (Galerías de Ventilación)

A [m²]: Área de las Aberturas Laterales de la Edificación (Galerías de Ventilación)

Δp [Pa]: Diferencia de Presión en la Galería de Ventilación

ρ [kg/m³]: Densidad del Aire

^[12] GOODFELLOW, H. 2001. *Industrial Ventilation Design Guidebook*. Academic Press.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 57 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

Cabe destacar que a pesar de que es importante la velocidad del viento no lo es su dirección. Este se debe a que la ventilación natural funciona como una gran infiltración y como se muestra en la ecuación anterior el flujo resultante depende de un valor de diferencia de presión, el cual a su vez se basa en la diferencia de velocidades dentro y fuera del taller. La dirección solo sirve para establecer sobre cual fachada está ocurriendo la entrada del aire y en cual está saliendo. Como las fachadas donde se encuentran las galerías de ventilación son idénticas es irrelevante para el estudio de flujo la dirección del viento.

De los planos de fachadas de la edificación (JD1010901-TS20D3-AP02001) calculamos el tamaño de las aberturas laterales las cuales arrojan un área total de 680,04 m². Además la velocidad lineal promedio que utilizamos es una considerablemente debajo del promedio, un valor de 10 Km/h (2,8 m/s) en la dirección indicada en el mismo plano.

La diferencia de presión (Δp) se calcula mediante la ecuación de Bernoulli:

$$0 = z_2 - z_1 + \frac{\Delta p}{\rho g} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

Dónde:

$z_2 - z_1$ [m]: Diferencia en las alturas estáticas (0 en nuestro caso)

V_1 [m/s]: Velocidad del aire en el exterior (10 km/h)

V_2 [m/s]: Velocidad del aire en el interior (≈ 0 en nuestro caso)

g [m/s²]: Aceleración de gravedad (=9,81)

ρ [kg/m³]: Densidad del Aire (=1,2)

Aplicando la fórmula la diferencia de presión da 4,60 Pa.

La caída de presión viene dada por el tipo de abertura. En la siguiente tabla N° 9.3 mostramos los coeficientes de caída de presión para el tipo de abertura que presenta el TALLER DE MATERIALES FERROSOS.

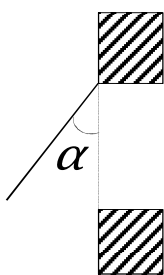
De acuerdo al plano de "Fachadas (Frontal, Posterior, Lateral Izquierda y Lateral Derecha)" (JD1010901-AM16D3-AP02001) el ángulo de la abertura es aproximadamente 60° (58,9°).

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
P	Este caudal es la suma de las 4 Fachadas, es de inyección?. Si es así no habra una sobre presión interna, la extracción es por las mismas fachadas?., Como serán las corrientes o flujos de aire de acuerdo a los esquemas representados en las figuras 9.2 y 9.3		
F	Clarificar , exactamente por donde entra y hacia donde se desplazarán las corrientes de aire.		
D			
DISEÑADOR: PROCESOS		Rev. B	Fecha: 19/11/2010
Nº PROYECTO: JD1010901			

Finalmente el caudal de aire será:

$$F = (3,5)(680,04 \text{ m}^2) \left(\frac{4,60 \text{ Pa}}{1,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} \right)^{0,5} = 4.663 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tabla Nº 9.3- Coeficientes por Pérdida de Presión para Aberturas ^[13]

Esquemático	Ángulo del Deflector				
	15º	30º	45º	60º	90º
	30,8	9,2	5,2	3,5	2,6

Esta cantidad supera lo requerido por el taller en el método de *Cambio de Aire* (87 m³/s) y por el calculado con el método de *Remoción de Calor* (1.351 m³/s). Debido a la práctica inexistencia de estos gases la ventilación forzada se encontrará solo localmente en las salas sanitarias de la edificación.

9.3.1. Distribución de aire.

La distribución de aire en un edificio con ventilación natural se debe a tres factores:

- Diferencias de temperatura (densidad térmica) entre el interior y el exterior del edificio
- Fuerzas de viento alrededor de la edificación
- Una combinación de las anteriores

El aire exterior tiene una densidad mayor para un volumen dado que el aire interior, entra a través de las aberturas ubicadas más abajo en el edificio y desplaza el aire más caliente generando los cambios de aire necesarios. El aire caliente escapa a través de las aberturas más altas. La ventilación

^[13] GOODFELLOW, H. 2001. *Industrial Ventilation Design Guidebook*. Academic Press.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 59 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

causada por este método (Figura 9.2) es comúnmente llamada “Efecto Chimenea” (*Stack Effect*).

En la Figura 9.3 se muestra como el viento que paso sobre un edificio produce una presión positiva de un lado y negativa del otro. Es esta diferencia de presión la que genera el movimiento de aire a través de las entradas de la edificación.

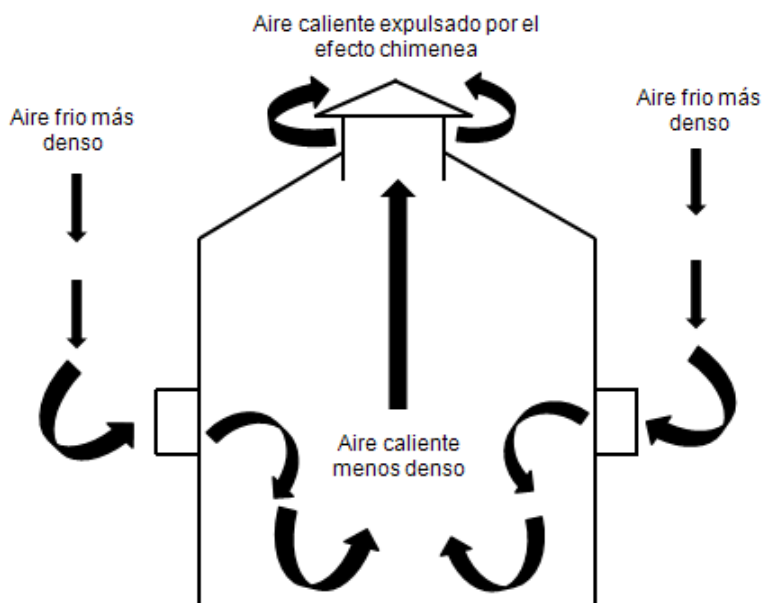


Figura Nº 9.2- Efecto de Chimenea (*Stack Effect*)

Explicado lo anteriormente se propone un sistema de ventiladores para la zona de baños y vestidores ubicados en las fachadas, lo cual generará el recirculamiento de aire necesario. Un ejemplo de este tipo de instalación puede observarse en la figura Nº 9.4.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 60 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

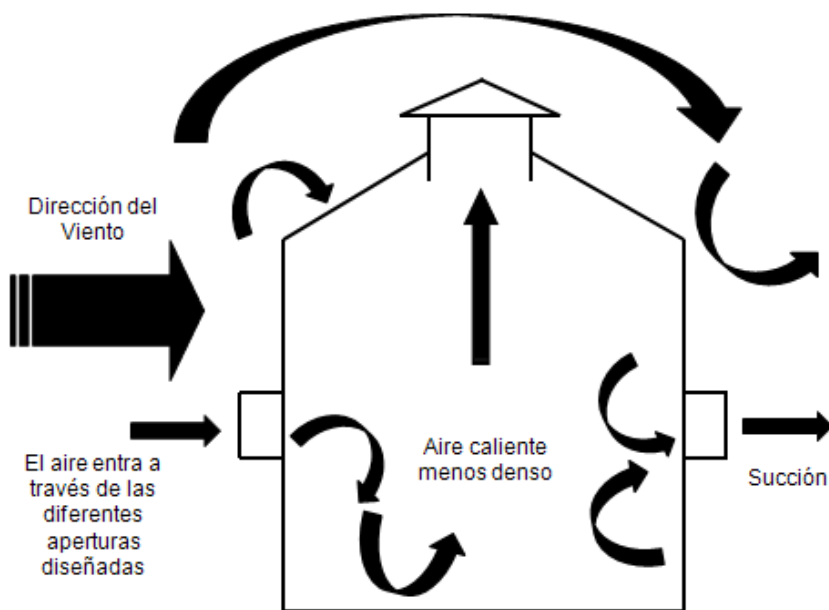


Figura Nº 9.3- Fuerzas del Viento alrededor de un Edificio



Figura Nº 9.4- Modelo de la ubicación de ventiladores propuesta para la zona de baños y vestidores en el TALLER DE MATERIALES FERROSOS

9.4. Resumen.

Luego de los cálculos sobre carga térmica y el caudal suministrado a través de ventilación natural concluimos que esta cumple con los requerimientos de remoción de calor generado y con las normas sanitarias vigentes. Esto quiere decir que a

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 61 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

pesar de que sumemos todas las fuentes de calor que afectan el taller (sol, personal, equipos e iluminación) la ventilación natural garantiza que el calor nunca se acumule.

La temperatura óptima de trabajo calculada en la sección 8.1.1 arrojó un rango entre los 22 °C y los 24 °C y mientras la temperatura externa se mantenga en este rango o por debajo no deberá existir ninguna alteración del confort térmico para el personal. Sin embargo cuando esta temperatura aumenta por encima de este rango (lo cual es factible dada la zona geográfica donde se encuentra) deben considerarse opciones para cumplir los requerimientos de confort. Entre las opciones tenemos: sistemas de acondicionamiento del aire (aire acondicionado) o de ventilación mecánica o forzada.

No obstante los sistemas de aire acondicionado no son aplicables al sistema por dos razones: primero el enorme espacio a ventilar haría térmicamente ineficiente al sistema (mucho espacio, grandes aberturas y pocas personas) y segundo los grandes costos en que se incurrirían al aplicar un sistema de estas dimensiones (área de 15.480 m²).

Los sistemas de ventilación forzada lucirían como la opción a elegir con la importante limitante que estos sistemas inyectan aire exterior al sistema, es decir, a lo sumo la ventilación mecánica solo lograría igualar las condiciones exteriores con las internas. Dado que a través de toda la metodología presentada mostramos que la ventilación natural garantiza la remoción del calor en el taller, e impide su acumulación, el uso de una ventilación mecánica carece de sentido (solo se lograría una más rápida remoción de calor). De hecho la remoción de calor que realiza la ventilación natural es tan efectiva que las condiciones psicométricas dentro y fuera del taller serán, a todas luces, idénticas.

Dada esta situación, de los tres objetivos que tiene la ventilación (natural o mecánica) para cualquier zona nuestro sistema cumple dos (remoción de calor y condiciones sanitarias) solo el confort del personal no sería el óptimo.

Esta es una situación muy similar a la presente en países templados durante la época de verano. La ventilación natural es de enorme ayuda en los meses fríos ya que ayuda a mantener la temperatura de trabajo en rangos agradables a pesar del calor generado en las fabricas, pero en meses calurosos solo contribuye a ingresar el calor exterior al sistema disminuyendo el confort térmico.

Cuando esta situación se presenta la solución es realizar un análisis del efecto de las nuevas condiciones sobre el personal para seguidamente establecer procedimientos orientados a la mejora de las condiciones de trabajo.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 62 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

El primer paso, de análisis de las situaciones psicométricas de la edificación sobre el personal, lo realizamos de acuerdo a la norma ISO-7243 (*Hot environments -- Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index*). Esta norma permitirá conocer cuáles serán los efectos de estas condiciones sobre el personal del taller.

Seguidamente para el establecimiento de turnos laborales en base a estas nuevas premisas deberá utilizarse la norma ISO-7933 (*Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*) la cual establece la normativa a seguir que garantiza condiciones (en este caso turnos laborales) donde la salud del personal no estará en riesgo.

Cabe resaltar que no es alcance de este documento ni de ningún otro dentro de esta ingeniería el de establecer los turnos laborables del personal. Este documento se limita a servir de guía a los responsables de esta tarea a considerar estas premisas para evitar riesgos a la salud de cualquier personal que labore turnos en el área operacional de este taller.

10. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE OPCIONES DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN

Para la selección de la mejor opción técnico-económica el análisis se lleva a cabo en dos pasos: *Jerarquización de los criterios o parámetros de evaluación de opciones* sobre la base de una escala de calificación y evaluación de las opciones mediante una matriz que permite comparar y ponderar cada opción y establecer la jerarquización de dichas opciones.

Para el desarrollo del análisis que conllevará a la selección de la mejor opción, se utiliza la metodología denominada AHP, Proceso Analítico de Jerarquía ("The Analytic Hierarchy Process"), la cual es una metodología aceptada internacionalmente que permite soportar la toma de decisiones.

Esta metodología se basa en la elaboración de una matriz que permite ponderar parámetros de evaluación que se aplican de manera comparativa a varias opciones. La importancia relativa de dichos parámetros se determina a partir de una comparación de cada parámetro con respecto a cada uno de los restantes.

El segundo paso implica la *calificación de los parámetros para cada una de las tecnologías disponibles*.

Esta puntuación es multiplicada por el peso ponderado establecido para cada parámetro en la etapa anterior, resultando una puntuación ponderada que permite la jerarquización de opciones. El orden de mayor a menor puntuación indica el orden en el cual una opción

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 63 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

es más favorable que otra. La mayor puntuación indicará la opción más favorable y viceversa.

Los parámetros de evaluación, considerados para la comparación y jerarquización de opciones se describen a continuación.

10.1. Definición de los Parámetros de Evaluación.

De acuerdo a una consulta sistemática con expertos en la materia, para la evaluación de opciones se han seleccionado los siguientes parámetros:

10.1.1. Costo de inversión inicial:

Los costos de inversión de las diferentes opciones incluyen los costos del suministro e instalación de equipos y del sistema de distribución de aire. Es conveniente aclarar que las comparaciones de costos para este tipo de equipos no son sencillas puesto que existen muchas variantes dependiendo del flujo de aire manejado, de la potencia utilizada, la velocidad de giro, el tipo de acoplamiento, la carcasa, entre otras. Los costos referenciales se presentan como un promedio del costo de inversión de suministro por unidad de potencia para un mismo flujo, relativamente bajo. Los costos referenciales de los equipos que comprende cada opción se presentan a continuación (Tabla Nº 10.1).

Tabla Nº 10.1 - Costo Referencial promedio (Bs. / Kw)

Tipo de Ventilador	Costo Bs./ kw
Axial	697,8
Centrífugo	639,65
Tipo Hongo	1628,2

10.1.2. Confiabilidad.

Significa la capacidad del sistema para mantenerse en funcionamiento de manera continua, adecuada y estable durante un periodo de tiempo especificado sin necesidad de mantenimiento mayor.

10.1.3. Operatividad, Ruido y Vibraciones

Se refiere a la característica del sistema para funcionar continuamente de manera segura y confiable, de acuerdo a unos requerimientos operacionales pre-definidos, sin causar ruido ni presentar vibraciones

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 64 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

10.1.4. Manejo de Flujo

Se refiere a la capacidad del equipo o sistema para manejar un mayor o menor flujo de aire manteniendo parámetros de operación adecuados o pre-establecidos, sin causar ruido ni presentar vibraciones.

10.1.5. Manejo de Presión

Se refiere a la capacidad del equipo o sistema para mover aire con mayor o menor pérdida de carga o caída de presión

10.1.6. Dimensión, Peso y Espacio

Este factor permite evaluar el espacio requerido en una edificación para cada sistema y el peso es importante para determinar la ubicación dentro de la estructura de cada edificación.

10.2. Jerarquización de los Criterios o Parámetros de Evaluación.

En este primer paso, se define la importancia relativa de los parámetros de evaluación mediante comparación de cada parámetro con respecto al resto de los parámetros. La ponderación se basó sobre la escala de calificación y respectivas definiciones indicadas en la Tabla N° 10.2, recomendadas por la metodología AHP.

Tabla N° 10.2 – Escala de Ponderación para definir la Importancia Relativa entre Parámetros

Importancia	Definición	Explicación
1	Misma importancia	Dos elementos contribuyen igualmente a lograr el objetivo
3	Importancia moderada	Experiencia y juicio favorecen ligeramente un elemento sobre otro
5	Fuerte importancia	Experiencia y juicio favorecen fuertemente un elemento sobre otro
7	Muy fuerte importancia	Un elemento es favorecido muy fuertemente sobre el otro, y su dominio está demostrado en la practica
9	Extrema importancia	La evidencia favorece un elemento sobre el otro en el orden posible más alto de afirmación

Las matrices de evaluación comparativa y jerarquización de los parámetros o criterios de evaluación, se elaboran en el caso objeto de estudio para sistemas de ventilación a instalarse en los siguientes ambientes:

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 65 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

- Salas de Baño
- Área de Operaciones

El peso de los criterios de evaluación de opciones de sistemas de ventilación forzada en salas de baño se determina mediante el proceso AHP, con la ponderación relativa entre los parámetros ya definidos asignamos los valores (Tabla Nº 10.3) y los resultados se muestran en la Figura Nº 10.1.

Tabla Nº 10.3 – Importancia Relativa entre Parámetros para Salas de Baño

Criterio		Mas importante	Intensidad
A	B		
Costo Inversión	Confiabilidad	B	2
Costo Inversión	Operatividad	A	3
Costo Inversión	Manejo de Flujo	B	1.3
Costo Inversión	Manejo de Presión	A	3
Costo Inversión	Dimensión/Peso/Espacio	A	1
Confiabilidad	Operatividad	A	3
Confiabilidad	Manejo de Flujo	A	1
Confiabilidad	Manejo de Presión	A	3
Confiabilidad	Dimensión/Peso/Espacio	A	1.5
Operatividad	Manejo de Flujo	B	2
Operatividad	Manejo de Presión	A	1.3
Operatividad	Dimensión/Peso/Espacio	B	3
Manejo de Flujo	Manejo de Presión	A	3
Manejo de Flujo	Dimensión/Peso/Espacio	A	2
Manejo de Presión	Dimensión/Peso/Espacio	B	3

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 66 de 70
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B Fecha: 19/11/2010

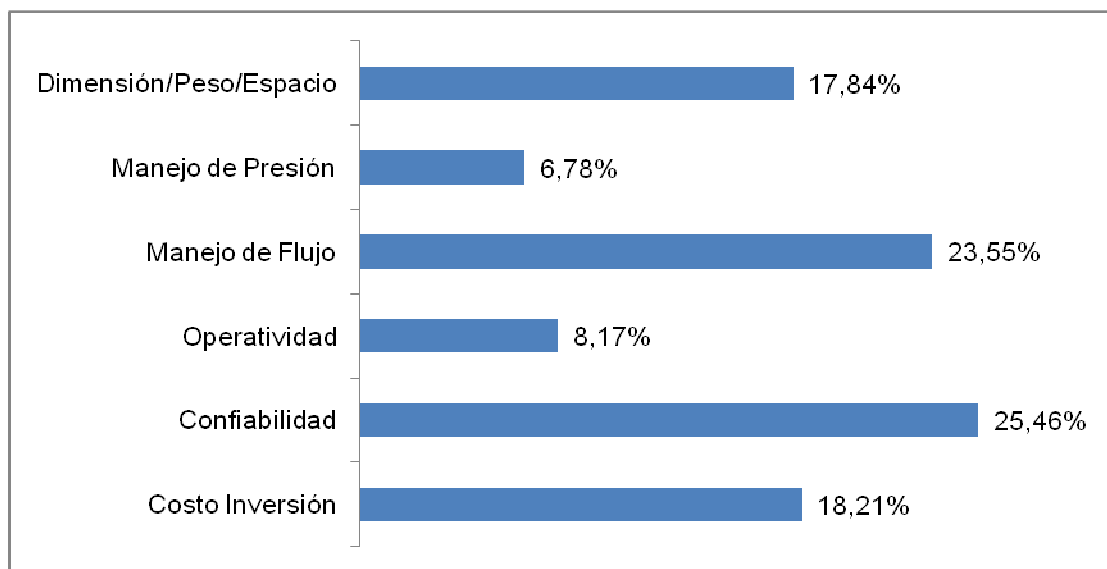


Figura Nº 10.1 – Importancia Relativa entre Parámetros para Salas de Baño

10.3. Jerarquización de Opciones-Sistemas de Ventilación Forzada.

Para jerarquizar las opciones, se establece la ponderación para cada opción mediante la multiplicación de los pesos relativos de los criterios de evaluación por la puntuación resultante para cada opción respecto a cada criterio de evaluación.

La importancia relativa por criterio de selección para los equipos de ventilación forzada en las salas de baños se determina mediante en proceso AHP, con los valores mostrados en la tabla Figura Nº 10.4.

Luego de calculada la importancia relativa de los equipos con respecto a los criterios establecidos procedemos a calcular porcentualmente el valor de cada equipo dentro de cada parámetro, los resultados se muestran en la tabla Nº 10.5.

Finalmente colocamos estos porcentajes relativos a los respectivos de cada parámetro de selección y obtenemos los totales. El equipo que obtiene el mayor porcentaje será la mejor opción teórica basada en los parámetros definidos (Tabla Nº 10.6).

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 67 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

Tabla Nº10.4 – Importancia Relativa por Criterio de Selección entre Equipos de Ventilación para Salas de Baño.

A	B	Costo Inver.		Conf.		Oper.		Manejo de Flujo		Manejo de Presión		Dimensión/ Peso/Espacio	
		Mejor	Ponderación	Mejor	Ponderación	Mejor	Ponderación	Mejor	Ponderación	Mejor	Ponderación	Mejor	Ponderación
Axial	Centrífugo	B	2	A	3	A	1	A	7	B	7	A	3
Axial	Hongo	A	1	A	3	A	3	A	5	B	3	A	3
Centrífugo	Hongo	A	2	A	1	A	3	B	3	A	5	A	1

Tabla Nº 10.5 – Escala de Ponderación Relativa entre Equipos de Ventilación para Salas de Baño.

	Axial	Centrífugo	Hongo
Costo Inversión	25.0%	50.0%	25.0%
Confiabilidad	60.0%	20.0%	20.0%
Operatividad	42.9%	42.9%	14.2%
Manejo de Flujo	72.4%	8.3%	19.3%
Manejo de Presión	8.3%	72.4%	19.3%
Dimensión/Peso/Espacio	60.0%	20.0%	20.0%

Tabla Nº 10.6 – Matriz de Evaluación/Jerarquización de Opciones- Sistemas de ventilación Forzada en Salas de Baño.

Modelo	Costo Inversión	Confiabilidad	Operatividad	Manejo de Flujo	Manejo de Presión	Dimensión/ Peso/ Espacio	Total
Axial	4.6%	15.3%	3.5%	17.0%	0.6%	10.7%	51.6%
Centrífugo	9.1%	5.1%	3.5%	2.0%	4.9%	3.6%	28.1%
Hongo	4.6%	5.1%	1.2%	4.5%	1.3%	3.6%	20.2%
Totales	18.2%	25.5%	8.2%	23.5%	6.8%	17.8%	100.0%

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 68 de 70	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	Rev. B	Fecha: 19/11/2010
DISCIPLINA:	PROCESOS		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

La mejor opción resulta ser los ventiladores axiales. En la figura Nº 10.3 podemos ver los resultados de forma gráfica.

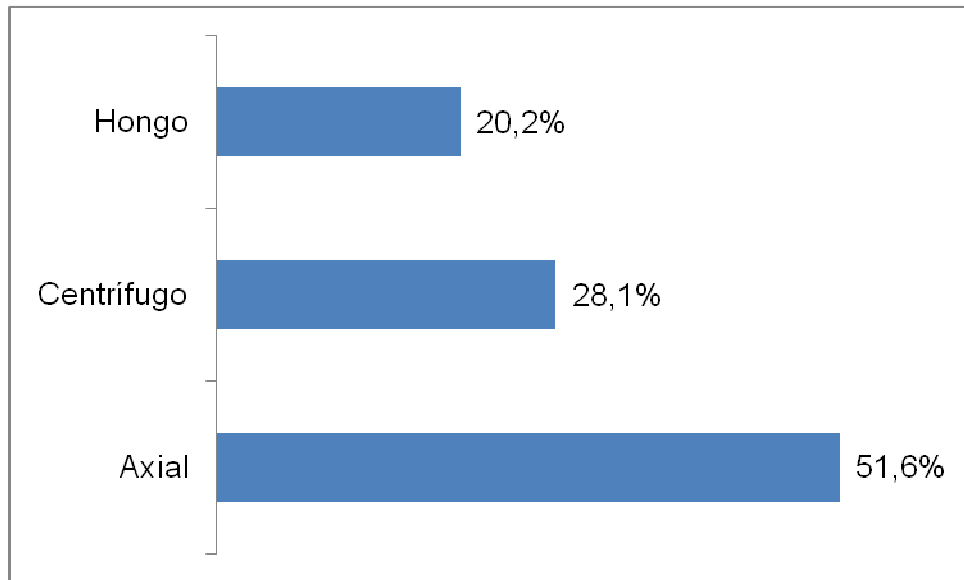


Figura Nº 10.3 – Resultados (en porcentaje) de la mejor opción de selección de Equipos de Ventilación para Salas de Baño.

11. POSIBLES SOLUCIONES BASADAS EN LA JERARQUIZACIÓN DE OPCIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las opciones de sistemas de ventilación más favorable y su ubicación, para el TALLER DE MATERIALES FERROSOS, se muestran a continuación. Todo basado en los resultados obtenidos del análisis de capacidades de los equipos y de la evaluación jerárquica de opciones. Una representación del sistema podrá verse en el “**Plano Diseño Conceptual Ventilación Forzada**” JD1010901-TS20D3-PP04001.

11.1. Salas de Baño.

Las salas de baño serán ventiladas mecánicamente utilizando ventiladores axiales. Donde sea posible, debido a la ubicación relativa, se utilizará ventiladores axiales tipo pared. Solo en aquellos casos, donde no sea posible la utilización de este tipo de ventiladores, se utilizarán ductos para extraer el aire de los baños.

Debe prestarse gran atención sobre el lugar donde se dirige el aire que se extrae de los baños, verificando que no se envíe a lugares de paso de personas o donde existan tomas de aire fresco.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-PD13001	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	C-1-013-P-IN-01	
DISCIPLINA:	PROCESOS	Página 69 de 70	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. B	Fecha: 19/11/2010

11.2. Área de Taller.

El área del taller se encontrará carente de ventilación mecánica.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- La temperatura óptima de trabajo en el taller se determinó entre los 22°C y 24°C
- En la zona operacional no existe generación de gases peligrosos o tóxicos
- La ventilación natural garantiza la remoción de calor y las condiciones sanitarias (limpieza del aire) más no un confort térmico en el taller
- La instalación de un sistema de aire acondicionado para mejorar el confort térmico en el área operacional carece de sentido debido a su ineficiencia térmica y altos costos
- Una ventilación forzada en el área operacional solo conseguiría igualar las condiciones psicométricas externas a las internas (lo cual ya se logra a través de la ventilación natural) más no generar un confort térmico
- Debido a la ventilación natural las condiciones psicométricas encontradas en el exterior (o ambiente) serán casi idénticas a las del interior
- Las condiciones de confort del personal no podrán ser cumplidas con un sistema de ventilación forzada, o por uno de aire acondicionado por su ineficiencia y altos costos, por lo cual será necesario un estudio de las condiciones psicométricas del taller a la hora de diseñar los turnos de trabajo siguiendo las normativas ISO-7243 e ISO-7933

Porque no se recomienda la instalación de Extractores en el techo Eolicos para el desplazar el calor que se genera en este y el que sube por efecto chimenea. Es bien conocido que esto ayuda a aumentar la diferencia de temperatura entre lo exterior e interior, que ayuda a mejorar el ambiente de trabajo.

Futuros análisis, por parte de los encargados de la operación del taller, sobre las condiciones de higiene del personal deberán ser llevados a cabo para medir el posible impacto de temperaturas mayores a las óptimas en el ambiente y establecer horarios de trabajo adecuados a la normativa ISO-7933

La ventilación mecánica se limitara a las zonas de baños

La mejor opción para la ventilación de los baños del TALLER DE MATERIALES FERROSOS, la constituyen los ventiladores tipo axiales, los cuales garantizan condiciones sanitarias adecuadas

El sistema de ventilación axial tipo pared, es la mejor opción para todas las salas de baño, con excepción de aquellas donde, por su ubicación relativa, no sea posible ventilar de esa manera, en cuyo caso se utilizará el sistema de distribución mediante ductos, con su respectivo ventilador axial

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA DISCIPLINA: PROCESOS Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-PD13001
	DOCUMENTO RLG C-1-013-P-IN-01 Página 70 de 70 Rev. B Fecha: 19/11/2010

- Verificar, cuando se realice extracción de aire de baños, la zona donde se envía el aire viciado, evitando expulsarlo en zonas de paso de personas y/o tomas de aire fresco