

**SISTEMA DE EXTRACCIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA
(SEGUNDA FASE)**

**DAVID ALBERTO ALEGRE ÁLVAREZ
LUIS FERNANDO MORENO MENA
RUBÉN ZAMIR RAMÍREZ PÁRAMO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
MEDELLÍN
2013**

**SISTEMA DE EXTRACCIÓN DEL LABORATORIO DE SOLDADURA
(SEGUNDA FASE)**

**DAVID ALBERTO ALEGREÁLVAREZ
LUIS FERNANDO MORENO MENA
RUBÉN ZAMIR RAMÍREZ PÁRAMO**

**Trabajo de grado para optar el título de
Tecnólogo en Mecánica Industrial y Tecnólogo en Electrónica**

**Asesor:
Sigifredo Gonzales Londoño
Magíster en Administración Educativa**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
MEDELLÍN
2013**

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 14 de Marzo de 2013

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A Florelba Paramo, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A Marcos Ramírez, a pesar de nuestra distancia física, A mi abuela Salma, a quien quiero como a una madre, mi tío Mario Martínez a quien quiero como un padre más, aunque tengamos deferencia en los modos de actuar y pensar.

RUBÉN ZAMIR RAMÍREZ PÁRAMO.

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mi madre y padre que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, A mi familia y a mis dos hijos en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momento.

DAVID ALBERTO ALEGRE ÁLVAREZ

A Dios por haberme permitido lograr estos objetivos, A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, a las personas que de una u otra manera estuvieron pendientes de mi proceso de formación como tecnólogo, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

LUIS FERNANDO MORENO MENA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por protégenos durante todo nuestros caminos y darnos fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda nuestras vida.

En especial al departamento de ingeniería Mecánica, tecnología mecánica y a los técnicos e instructores de laboratorio de mecánica de la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO.

A la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO por la educación impartida y sus excelentes docentes.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. REFERENTE TEÓRICO	19
4.1 SISTEMA DE EXTRACCIÓN	19
4.2 VAPORES Y GASES DESPRENDIDOS DURANTE EL TRABAJO DE SOLDADURA	20
4.2.1 Humos de Soldadura	20
4.2.2 Gases de Soldadura	21
4.2.3 Acciones Preventivas y Equipos	21
4.3 VENTILADORES	22
4.3.1 Ventiladores Axiales	22
4.3.2 Ventiladores Centrífugos	23
4.3.3 Selección de Ventiladores	24
4.3.3.1 Curva característica del sistema de conductos	24
4.3.3.3 Para otros	25
4.4 CHIMENEAS	26
4.4.1 Altura de la Chimenea	27
4.4.2 Sección de Paso de Humos por la Chimenea.	27
4.4.3 Humos	28
4.4.4 Composición de los Humos	29
4.5 FILTROS	31
4.5.1 Filtros Secos	31
4.5.2 Filtros para Partículas	33
4.5.3 Filtros Mecánicos	34
4.5.4 Partículas en el Aire	34
4.5.5 Tamaño de las Partículas Frente a la Eficacia del Filtro	34
4.5.6 Pérdida de Carga	35

4.6 EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	36
4.6.1 Agotamiento De Recursos	36
4.6.2 Contaminación de la Atmosfera	36
4.6.3 Reducción de la Capa de Ozono	36
4.6.4 Contaminación del Agua	36
4.6.5 Residuos	36
5. METODOLOGÍA	37
5.1 TIPO DE ESTUDIO	37
5.2 MÉTODO	37
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	37
5.3.1 Fuentes Primarias	37
5.3.2 Fuentes Secundarias	37
5.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	38
6. RESULTADOS DEL PROYECTO	39
6.1 METODOLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA	40
6.2 EQUIPO UTILIZADO	41
6.2.1 DSP Logger MX 300	41
6.3 ANÁLISIS DE CONDICIÓN POR VIBRACIONES (En rangos)	42
6.4 CALIDAD DE LA VIBRACIÓN	43
6.4.1 Diagnóstico	45
6.4.2 Correctivos	45
6.5 GRAFICA INICIAL DEL VENTILADOR	46
6.5.1 Resumen de Lecturas Registradas Durante el Mantenimiento	46
6.6 GRAFICA INICIAL DEL MOTOR	47
6.6.1 Trabajos Realizados	48
6.6.2 Ficha Técnica Equipo Utilizado para Balanceo en Maquina de Balanceo	48
6.6.3 Lecturas Registradas Durante el Balanceo Dinámico	48
6.7 GRAFICA VELOCIDAD FINAL	48
7. CONCLUSIONES	50
8. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
CIBERGRAFÍA	53
ANEXOS	54

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ventiladores axiales	23
Figura 2. Ventiladores centrífugos	24
Figura 3. Curva característica del ventilador	25
Figura 4. Lámina metálica No. 22	26
Figura 5. Retención de polvo en g/m^2	33
Figura 6. Análisis de condición por vibraciones	42
Figura 7. Grafica inicial del ventilador	46
Figura 8. Grafica inicial del motor	47
Figura 9. Grafica velocidad final	49

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Diversos tamaños de partículas	29
Tabla 2. Composiciones en % en peso	30
Tabla 3. Principales características de este tipo de filtros.	32
Tabla 4. Características de los filtros secos	32
Tabla 5. Diámetro de partículas en micras	35
Tabla 6. Análisis de condición por vibraciones (en rangos)	43
Tabla 7. Ficha técnica del ventilador	44
Tabla 8. Velocidad y aceleración del ventilador	45
Tabla 9. Resumen de lecturas registradas después del mantenimiento	49

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Antes del mantenimiento correctivo aplicado	54
Anexo B. Antes del montaje de la extensión de la chimenea en la parte exterior del laboratorio de soldadura	55
Anexo C. Después del mantenimiento correctivo, alineación, balanceo, compensación	56
Anexo D. Mantenimiento de motor trifásico	57
Anexo E. Mantenimiento del ventilador extracto	58
Anexo F. Cambio de chumaceras	59
Anexo G. Montaje de sistema de extracción e instalación de la extensión de la chimenea	60

GLOSARIO

AMORTIGUADORES DE VIBRACIÓN: los amortiguadores son partes relevantes de seguridad de un equipo industrial y sirven para amortiguar las vibraciones del mismo, causadas por movimientos de su actividad mecánica.

BANDA: las bandas se utilizan para transmitir, mediante un movimiento de rotación, potencia entre árboles normalmente paralelos, entre los cuales no es preciso mantener una relación de transmisión exacta y constante.

CABINA DE TRABAJO: los puestos de trabajo del soldador, deben ser lugares en donde se pueda trabajar de forma segura y ordenada.

CHUMACERAS: la chumacera es una combinación de un rodamiento radial de bolas, sello y un alojamiento de hierro colado de alto grado o de acero prensado, suministrado de varias formas. La superficie exterior del rodamiento y la superficie interior del alojamiento son esféricas para que la unidad sea autoalineable. Algunas de sus características de diseño y ventajas son: tipo libre de mantenimiento, tipo relubricable, dispositivos de obturación, rodamientos de alta capacidad de carga nominal del rodamiento y su fácil instalación de montaje y reemplazo.

COJINETES: son dos puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar su deslizamiento.

FILTRO: objeto o material que obstruye el paso o flujo de partículas sólidas o secas, dependiendo del tamaño.

POLEA: es una rueda generalmente maciza y acanalada en su borde, que, con el concurso de una cuerda o cable se hace pasar por el canal.

RESUMEN

Este trabajo fue realizado con el objetivo de aumentar en forma y significativamente segura el ambiente de aprendizaje y de trabajo de la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, mediante el diseño, mantenimiento correctivo e instalación del conducto de la chimenea de la parte exterior. El cual consta de tres secciones.

La chimenea de extracción está fabricada en lámina de acero galvanizado calibre 20, situada en el exterior y superior aula de soldadura, su función primordial o principal es de capturar las partículas, humos, gases emanados por los diferentes procesos de aprendizaje que se realizan dentro de este.

El extractor consta de un ventilador centrifugo de 10-5/ 8 de pulgadas de diámetro con un rotor de paletas curvas asía el frente y una guarda de seguridad, calibre 22 en acero galvanizado y un sistema de transferencia por ruedas que confirma las rpm indispensables, con la intención de expulsar al extremo superficial del laboratorio de soldadura.

El procedimiento de extracción de gases se encuentra instalado y en funcionamiento del laboratorio, estimamos que el trabajo realizado y las mediciones respectivas y con el material utilizado cumplen bajo normas estándares internacionales y ejecutan las distintas o diversas necesidades de los parámetros y objetivos del trabajo.

ABSTRACT

This work was made with the objective of increase in a safe and significant way the learning and working environment of the INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, through the design, corrective maintenance and the pipe conduct installation in the outside part. Which has three sections.

The extraction pipe is manufactured in a 20 caliber galvanized steel sheet, placed in the upper and outside welding classroom, its main function is to capture the particles fumes and gases emanating by the different learning processes made inside it.

The extractor consists in a 10-5/8 inches diameter centrifugal fan with curved rotor blades in the front and a 22 caliber galvanized steel security guard and a wheel transfer system that confirms the indispensable rpm, with the intention to expel to the superficial end of the welding laboratory.

The gases extraction procedure is installed and working in the laboratory, we estimate that the work done and the respective measures and with the used material meet under international standards and run the various or different needs of the parameters and objectives of the work.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de identificar qué circunstancias y elementos se requiere para satisfacer una necesidad a una comunidad educativa, como lo es la falta de infraestructura adecuada para la enseñanza y la aplicación del conocimiento aprendido, se requiere de varios grupos de trabajo o áreas de conocimiento en conjunto para lograr ese objetivo.

En este proyecto se pretende incentivar a la comunidad del Tecnológico Pascual Bravo I.U. a hacer partícipes de este cambio, pues al ser parte de una sociedad, se debe de aportar y darle solución a los diversos problemas que ocurren en la sociedad, y que nos afecta como tal, como es el problema infraestructural y de recursos educativos. En el caso del Tecnológico Pascual Bravo IU, se trata de aportar a soluciones económicas, que con ellas se podrían equilibrar el problema que presenta no solo la institución, sino el país con otras instituciones tecnológicas.

Además, se resalta como con la instalación de tuberías, campanas de extracción y el motor de extracción para el laboratorio de soldadura de Tecnológico Pascual Bravo I.U., adscrita a la Alcaldía de Medellín, a raíz de una problemática como lo es la falta de recursos de infraestructura y equipos de estudio, la comunidad educativa y en especial los estudiantes, están en la pesquisa de solucionar esta problemática, como se muestra a continuación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de extracción de humos, gases y partículas sólidas del laboratorio de soldadura presenta fallas para extraer los humos generados por las diferentes labores de aprendizaje que se realizan dentro de él. La cual no genera su función principal debido al taponamiento con bolsas, mariposas cerradas y selladas

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El tecnológico Pascual Bravo I.U, adscrito a la alcaldía de Medellín; se ha distinguido a lo largo de sus 73 años de existencia por ser una institución en la cual la ciencia y la tecnología se han fundamentado en cada uno de las áreas de conocimiento que ofrece.

Sin embargo, este no posee grandes recurso físicos, como aulas, laboratorios, equipos de cómputo y en si la infraestructura además de estar deteriorada, está obsoleta. Por lo cual se hace un poco insuficiente el conocimiento que se implanta. Se ha buscado varias soluciones en las cuales se alivie un poco esta situación, pero no se logra ni en lo mínimo las expectativas, como es el caso de compra de equipo y la alianza con otras instituciones en la facilitación de sus instalaciones y equipos.

Ahora con cambios de administración en la institución se examina políticas en las cuales se busque dar soluciones concretas a esta problemática. Una iniciativa que se está fortaleciendo, es la aplicación del conocimiento adquirido por parte de los estudiantes con sus aportes en recursos humanos y económicos.

En la actualidad, se busca realizar mejorías en laboratorio de soldadura enfocándose en el buen manejo del humo que emergen del lugar principalmente. Para la realización de este proyecto se cuenta con la participación de estudiantes de Tecnología en mecánica industrial y electrónica, además se trabajara en su estructura en dos montajes que requiere el laboratorio: instalación de las mariposas y abrazaderas a los conductos de extracción de humo, cambiando cojinetes, poleas, amortiguadores de impacto o vibración y balanceo del motor de extracción; elaboración del conducto de chimenea con una trampa de humo para la parte exterior, platinas de soporte para las cabinas de trabajo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo sería de útil esta implementación al manejo del humo del laboratorio de soldadura del IUPB?

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto será importante realizarlo porque permitirá incrementar la calidad de los diferentes trabajos a realizar haciendo de esta útil para estudiantes y docentes de las diferentes tecnologías brindadas por la institución así se tendrá más calidad de avances e investigaciones haciendo de la institución una de las mejores. El desarrollo de este tipo de actividades será de gran importancia para el laboratorio de la institución, ya que permite el mejoramiento continuo del mismo, de igual manera va adquiriendo credibilidad y reconocimiento de alta calidad y permite brindarle al medio ambiente un impacto menor de contaminación y partículas sólidas que se generen durante el proceso de la soldadura.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Sistema de extracción del laboratorio de soldadura (Segunda fase)

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer en qué forma se trabaja con la asesoría ofrecida en la realización de las diferentes etapas de mejoras para la construcción del laboratorio de atmosferas controladas de IUPB, para aplicar nuestro proyecto.
- Optar por el diseño más adecuado para el montaje del sistema de extracción de humo y de gases.
- Seleccionar los materiales aptos que garantice la funcionalidad del sistema de extracción de humo y gases contaminantes.
- Construir y ensamblar las partes de la chimenea

4. REFERENTE TEÓRICO

4.1 SISTEMA DE EXTRACCIÓN

Las características de los humos de soldadura, su composición y concentraciones dependen de los metales que se estén soldando, del procedimiento de soldadura utilizado, de los electrodos, de la existencia de revestimientos en las piezas a soldar,... Así en el proceso de soldadura pueden aparecer humos metálicos formados por óxidos de los metales que intervienen en el proceso y gases como CO₂, CO, argón, helio, vapores nitrosos (sobre todo NO₂), ozono (O₃) y si las piezas contienen restos de disolventes clorados pueden originar gases fuertemente tóxicos e irritantes como el fosgeno. Además si existen aceites o grasas recubriendo las piezas a soldar puede aparecer acroleína¹.

La legislación actual sobre emisiones a la atmósfera no da una definición clara de "focos de emisión", pero normalmente se suele entender como focos de emisión las chimeneas, extractores de ventilación, etc.

La principal duda que surge entonces es ¿qué pasa si la ventilación es a través de puertas, ventanas, rejillas,...?, en la legislación no existe respuesta clara a esta pregunta, pero hasta el momento parece que la administración no los considera como focos de emisión y no exige su control. En todo caso, en este aspecto particular es recomendable pedir información a la administración medioambiental competente (en la Comunidad Valenciana, la Cancillería de Territorio y Vivienda) Únicamente el Real Decreto 117/2003 sobre limitación de emisiones debidas al uso de disolventes en determinadas actividades distingue entre "emisiones de gases residuales" (que serían las emisiones a través de chimeneas, extractores,...) y "emisiones difusas" (las que se producen a través de ventanas, puertas, respiraderos y aberturas similares). Según este Real Decreto, que es aplicable solo a disolventes y en determinadas actividades, deben controlarse ambas, aunque por la dificultad de medir las emisiones difusas admite una estimación de las mismas.

¹VILLEGAS GARCÍA, Aervonh. Soldadura Eléctrica y Autógena. Inglaterra, Alsina: 2004. p. 1160.

Para el caso de humos de soldadura en los que no existe extracción localizada:

- Si en el taller o nave industrial existe algún foco de emisión claro, como un extractor de ventilación, podría realizarse un control en ese foco de emisión (dependiendo del tipo de industria es obligatorio realizar mediciones periódicas o no).
- Si no existe un foco de emisión claro, sino que la ventilación se realiza a través de puertas, ventanas y otras aberturas, es difícil realizar un control de las emisiones y probablemente la administración tampoco lo exigirá.
- No obstante los anteriores comentarios, hay que tener en cuenta que para el caso de que se trata (humos de soldadura sin extracción localizada) interviene, además de la legislación medioambiental referente a emisiones a la atmósfera, la legislación en materia de riesgos laborales: dependiendo de la concentración de contaminantes procedentes de los humos de soldadura en el aire interior de la empresa o en los puestos de soldadura, podría ser necesario instalar sistemas de extracción localizada (y en ese caso habría que controlar las emisiones a la atmósfera²)

4.2 VAPORES Y GASES DESPRENDIDOS DURANTE EL TRABAJO DE SOLDADURA

4.2.1 Humos de Soldadura. Los humos de soldadura son el resultado de la vaporización y oxidación de diferentes sustancias a raíz de las altas temperaturas del arco. Las partículas de estos humos son generalmente tan pequeñas que pueden llegar a alcanzar las ramas más estrechas del sistema respiratorio del cuerpo humano.

Estas partículas consisten, por ejemplo en: óxidos de hierro, manganeso, cromo y níquel; así como de diferentes tipos de fluoruros compuestos. El nivel de humos (emisión) producidos durante la soldadura Shaw y mig-mag con alambre sólido o tubular son virtualmente los mismos, sin embargo en algunos casos, son muy diferentes. En condiciones favorables, los humos producidos durante la soldadura mig/mag pueden ser considerablemente menores que los producidos con Shaw.

En soldadura tig, los humos producidos son menores en comparación con la soldadura mig/mag o Shaw

² FERNANDEZ DINAK, M s.a. Montajes e Instalaciones. Abril, 2005. Vol. 35. Edición Lobrit, 2005. p. 69.

- Riesgos derivados de los humos de soldadura. El cromo hexavalente, que es principalmente producido en el proceso Shaw de aceros inoxidable, puede causar cáncer y enfermedades del tipo asmáticas. El manganeso, puede afectar el sistema nervioso central (snc) el níquel, puede causar cáncer y asma; el óxido de hierro puede causar irritación en las vías respiratorias y los fluoruros pueden afectar el esqueleto óseo. Una variedad de sustancias pueden liberarse de la superficie del metal base: Materiales tratados superficialmente con pinturas conteniendo plomo pueden liberar plomo, que puede afectar el sistema nervioso central (snc). El zinc proveniente de los materiales galvanizados, puede ser causante de Temblores las pinturas de poliuretano o aislantes pueden liberar asociantes que pueden ser causantes de asma³.

4.2.2 Gases de Soldadura. El ozono se forma a partir de la reacción entre el oxígeno y la radiación uv del arco. Es un gas incoloro, es un irritante fuerte que ataca las mucosas. Los gases nitrosos se forman cuando el nitrógeno y el oxígeno del aire reaccionan con el metal caliente. Estos gases nitrosos afectan los pulmones. El monóxido de carbono se forma durante la soldadura mag como resultado de la atomización del dióxido de carbono en el gas de protección. El monóxido de carbono afecta la capacidad de absorción de oxígeno de la sangre riesgos derivados de los gases de soldadura.

4.2.3 Acciones Preventivas y Equipos. Pueden adoptarse distintas acciones preventivas para disminuir el riesgo de exposición a las sustancias peligrosas:

- Usar extractores de humo, cuando se trabaje en lugares cerrados o mal ventilados. Utilizar toberas de aspiración o succión que se muevan sobre la soldadura a medida que se va avanzando o toberas especiales conectadas directamente a la torcha mig.
- Incluso teniendo una extracción localizada efectiva, algunos humos de soldadura van a ser emitidos al ambiente. Los humos generados por detrás de la pieza y aquellos generados en el acabado son difíciles de captar con extracción localizada. Por esta razón, los requisitos de ventilación general deben ser rigurosos.
- En lugares confinados, donde existe riesgo que la concentración de gases contaminantes sea elevada, el soldador debe utilizar protección respiratoria con suministro de aire fresco, de forma tal de independizarse del ambiente.

³ HORWITZ, Henry. Soldadura Aplicaciones y Prácticas. México D.F: Alfa Omega, 1997. p. 783.

- Las pinturas u otras sustancias usadas en tratamientos superficiales deben ser removidos al menos 10 cm alrededor del punto de soldadura, para evitar la generación de gases y humos.
- La espuma de poliuretano, utilizada habitualmente como aislante térmico, debe ser removida al menos 25 cm alrededor del punto de soldadura, para evitar la ignición por calentamiento.
- El amolado de electrodos de tungsteno debe llevarse a cabo con un sistema de extracción efectivo o amoladoras cerradas especiales. El operador debe utilizar máscara facial si existen dudas sobre la efectividad del sistema de extracción.
- El polvo debe ser recogido y dispuesto con precaución
- De ser posible, utilice electrodos libres de torio. Existen electrodos conteniendo zirconio, lantano o cerio como alternativa. Un contenido de 2% de torio (wt20) es preferible a un contenido de 4% de torio (wt40).
- Evite utilizar electrodos con torio sin un efectivo sistema de extracción cuando suelde con corriente alterna (el riesgo de inhalación es normalmente despreciable, pero puede alcanzar o superar los valores límite cuando se suelda con corriente alterna⁴)

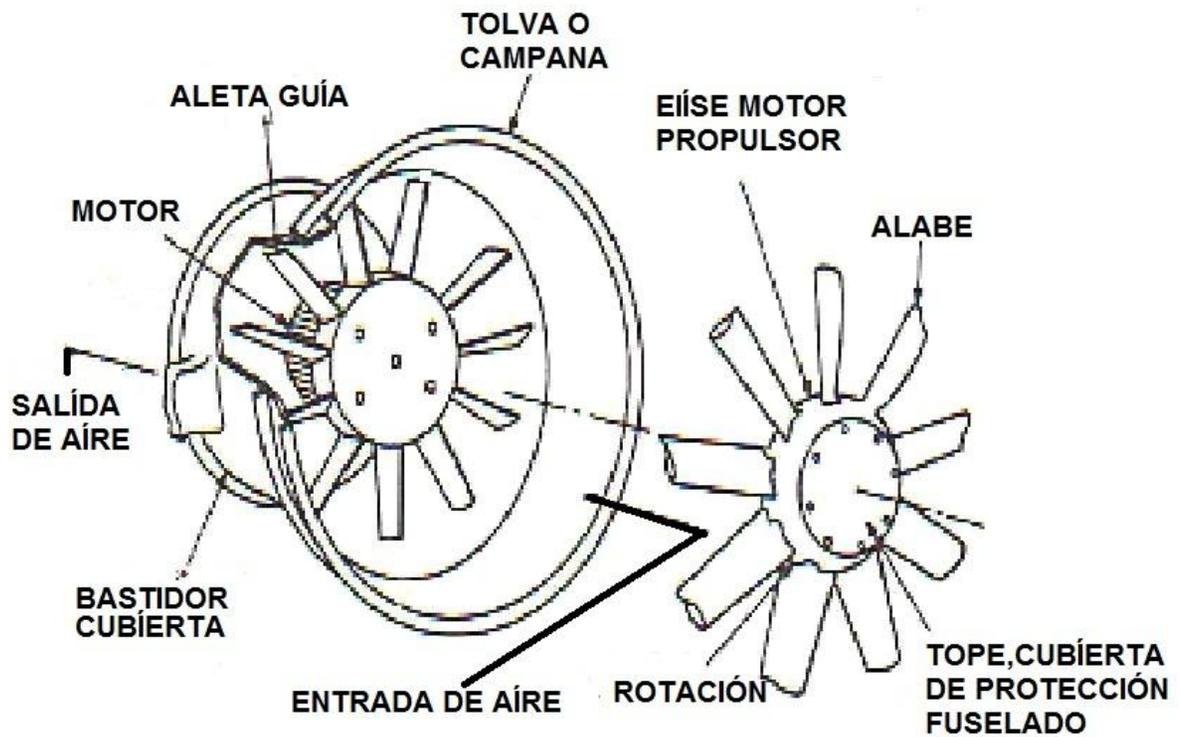
4.3 VENTILADORES

Los ventiladores son las máquinas más usadas para producir el movimiento del aire en la industria. Su funcionamiento se basa en la entrega de energía mecánica al aire a través de un rotor que gira a alta velocidad y que incrementa la energía cinética del fluido, que luego se transforma parcialmente en presión estática. Se dividen en dos grandes grupos: los ventiladores axiales y los ventiladores centrífugos.

4.3.1 Ventiladores Axiales. En los ventiladores axiales, el movimiento del flujo a través del rotor, con Álabes o palas de distintas formas, se realiza conservando la dirección del eje de éste

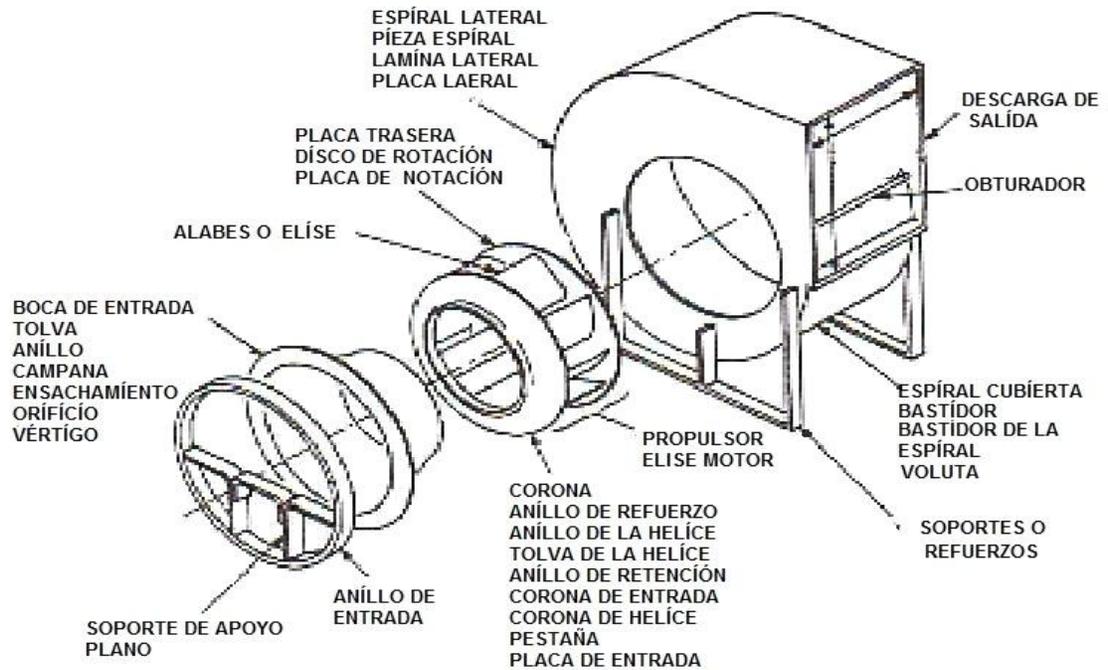
⁴ MICHEL JORION, Jean. La Soldadura. Madrid España: Susaeta Ediciones S.A., 1991-1994. p. 94.

Figura 1. Ventiladores axiales



4.3.2 Ventiladores Centrífugos. En estos ventiladores el aire ingresa en dirección paralela al eje del rotor, por la boca de aspiración, y la descarga se realiza tangencialmente al rotor, es decir que el aire cambia de dirección noventa grados (90°)

Figura 2. Ventiladores centrífugos



4.3.3 Selección de Ventiladores. La selección de un ventilador consiste en elegir aquel que satisfaga los requisitos de caudal y presión con que debe circular el aire, para la temperatura de la operación y la altitud de la instalación y además se debe determinar su tamaño, el número de revoluciones a las que debe girar el rotor, la potencia que debe ser entregada a su eje, el rendimiento con el que funciona, la disposición de la transmisión, el ruido generado, etc.

4.3.3.1 Curva característica del sistema de conductos. Como resultado final del cálculo de un sistema de conductos, se obtiene el caudal total de aspiración (Q) que circula por el mismo y la presión requerida por el sistema. La presión se puede indicar como la presión total del ventilador, expresada en altura de columna de agua (h_{TV}) o como la presión estática del ventilador, también expresada en altura de columna de agua (h_{EV})

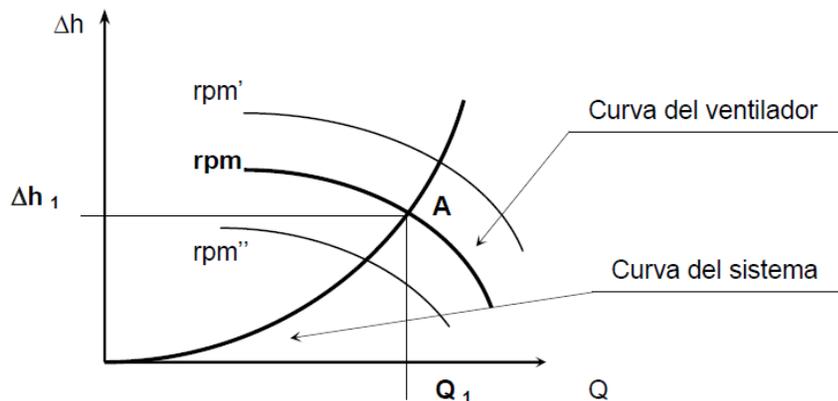
$$h_{TV} = (h_{Es} + h_{Ds}) - (h_{Ee} + h_{De}) \text{ (mmcda)}$$

$$h_{EV} = h_{TV} - h_{Ds} = h_{Es} - h_{Ee} - h_{De} \text{ (mmcda)}$$

4.3.3.2 Curva característica del ventilador. En la gráfica anterior también pueden representarse las curvas características de todos los ventiladores que pertenecen a una misma Serie.

Para un ventilador de tamaño dado (**D**), la presión (Δh) desarrollada por el ventilador, expresada como presión total o como presión estática, se representa en función del caudal (**Q**). Pero en este caso se indican distintas curvas $h - Q$, cada una correspondiente, a su vez, a un número de revoluciones por minuto (**rpm**) del rotor. De las distintas curvas posibles, una sola intercepta a la curva característica del sistema en el punto de funcionamiento "A". Por lo tanto, el ventilador de tamaño "**D**" solo puede funcionar a un número de revoluciones por minuto (**rpm**) tal que la curva pase por el punto de funcionamiento "A" requerido por el sistema.

Figura 3. Curva característica del ventilador



4.3.3.3 Para otros. Tamaños de los ventiladores, las curvas pasarán por el mismo punto "A", cuando los rotores giren a distintos números de revoluciones por minuto (rpm). Al respecto se comenta que las distintas velocidades de giro se logran transmitiendo el movimiento del motor eléctrico al eje del ventilador por medio de correas montadas sobre poleas que está colocadas en el eje del motor eléctrico y en el eje del ventilador; según sea la relación entre los diámetros de estas poleas se obtendrán distintas velocidades de giro del eje del ventilador. También se puede realizar un acople directo entre el motor eléctrico y el ventilador, pero en este caso la velocidad depende del número de polos del primero y no se obtiene la misma gama amplia de velocidades.

4.4.1 Altura de la Chimenea. Para la Dispersión de los Humos en Atmósfera Libre la altura mínima de una chimenea emitiendo gases considerados por la legislación U. E. como contaminantes, viene determinada por la normativa correspondiente del lugar en el que se ubique.

En el caso del territorio español, esta legislación está basada fundamentalmente en los siguientes Decretos y Órdenes Ministeriales:

- Decreto 833/1975, del 6 de Febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, del 22 de Diciembre, sobre Protección del Medio Ambiente Atmosférico.
- Real Decreto 717/1987, del 27 de Mayo, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, del 6 de Febrero, y se Establecen Nuevas Normas de Calidad del Aire en lo Referente a la Contaminación por Dióxido de Nitrógeno y Plomo.
- Real Decreto 1321/1992, del 30 de Octubre, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, del 1 de Agosto, y se Establecen Nuevas Normas de Calidad del Aire en lo Referente a la Contaminación por dióxido de azufre y Partículas.

Posteriormente, cada una de las Comunidades Autónomas colombianas, a medida que se les transferían las competencias de protección medioambiental, han ido legislando en función de otros criterios, tales como el análisis de la dispersión de los humos por simulaciones numéricas de los contaminantes en función de vientos dominantes y orografía del terreno circundante, así como otras consideraciones de orden ecológico.

4.4.2 Sección de Paso de Humos por la Chimenea. La velocidad mínima de evacuación de los humos por la coronación de la chimenea suele venir fijada por la normativa correspondiente de la Administración Pública del lugar.

A modo de orientación, puede decirse que las velocidades medias deberían oscilar entre un mínimo de 5 m/s y los 17 m/s. Una velocidad media de 10 m/s suele considerarse como adecuada.

Dados el volumen de gases (caudal másico Q Kg/s y su temperatura T_H) y su velocidad ($V = 10$ m/s), resulta sencillo determinar la sección de paso (o su diámetro) de los humos por la chimenea:

$$\text{Sección} = \frac{Q(273,16 + T_H)}{273,16.V.d_0}$$

d_0 = densidad de los humos en *Condiciones Normales* (0°C, 1 atm.) = 1,29 Kg/Nm^{3.6}

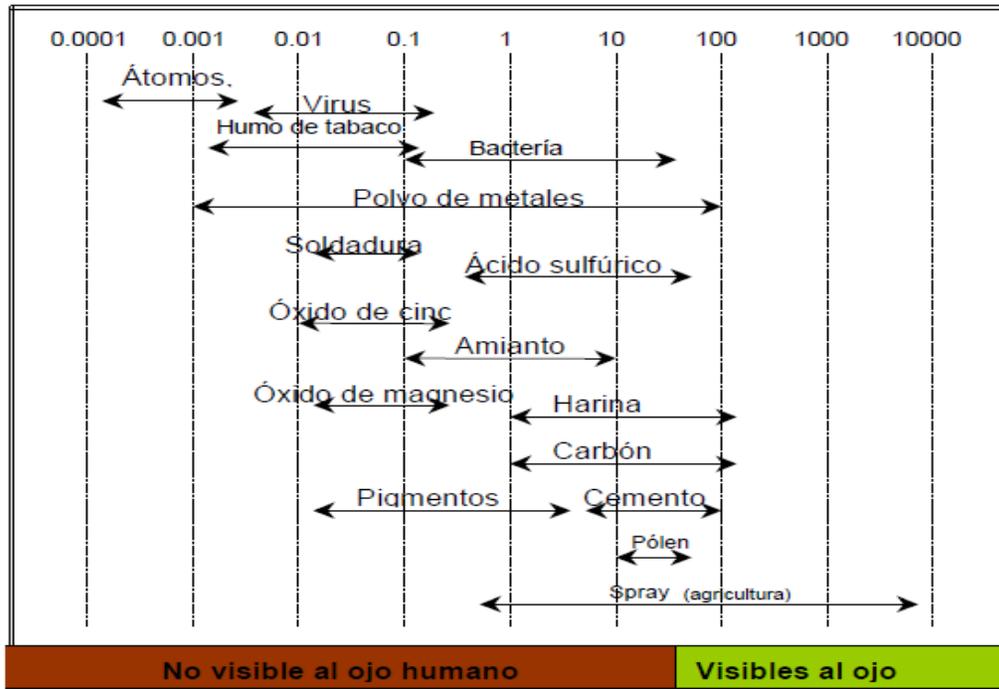
4.4.3 Humos. Los humos se generan cuando un material, por ejemplo un metal o un plástico, se calienta hasta fundirse, se evapora y después se enfría rápidamente, formando partículas sólidas muy finas. Las partículas de humo tienen diámetros normalmente inferiores a 1 micra. En la mayoría de los casos las partículas calientes reaccionan con el aire y se oxidan formando óxidos metálicos. En operaciones de corte y soldadura se generan humos provenientes de metales fundidos.

A veces podemos estar ante varios tipos de aerosoles al mismo tiempo. La soldadura, por ejemplo, puede producir polvo y humos.

En la figura se muestran los tamaños de partícula más comunes de algunos contaminantes ambientales en forma de partícula. El humo de un tabaco tiene un tamaño medio de 0,15 micras. El polen mide entre 20 y 50 micras. Como ya se ha dicho, las partículas menores de 10 micras se consideran respirables. Las partículas inferiores a 100 micras se consideran inhalables, es decir, son capaces de entrar en las vías respiratorias pero no llegan a pasar las primeras barreras de defensa de nuestro organismo y quedan depositadas al nivel de la nariz.

⁶ FERNÁNDEZ, M. Dinak S. A, op.cit.p71

Tabla 1. Diversos tamaños de partículas



4.4.4 Composición de los Humos. Para determinar las características de una chimenea es imprescindible conocer el tipo de fluido que se espera que circule por ella.

Normalmente se trata de humos producto de la combustión de combustibles fósiles (carbón, derivados líquidos o gaseosos del petróleo y de la soldadura), madera, etc., en aire ambiente.

Sin embargo, aun en estos casos, hay que tener en cuenta la posible “contaminación” de estos humos con sustancias desprendidas de los procesos en los que intervienen, como por ejemplo, los hornos de reverbero.

En el caso frecuente de combustibles líquidos (fuel-oil, gasoil, etc.) o gaseosos (hidrocarburos gaseosos o “gas natural”), estos humos se componen de:

- N₂: procedente del aire comburente.
- CO₂ y H₂O (vapor): procedentes de la combustión de los hidrocarburos, junto con pequeñas cantidades provenientes de la propia composición de aire comburente.
- O₂: procedente del aire comburente en exceso respecto al necesario para una combustión estequiométrica.

- NO_x : si la temperatura alcanzada por la llama supera los 1.300°C en alguna zona, la combinación del nitrógeno del aire (o de los compuestos nitrogenados presentes en el combustible) con el oxígeno se realiza a velocidades apreciables, contaminando los humos con óxidos de nitrógeno en proporciones suficientes como para sobrepasar las normativas de ciertos países.
- SO_x : algunos combustibles, especialmente los líquidos, contienen azufre en proporciones que pueden variar entre menos de un 1% (combustibles B.T.S.) hasta algo más de un 5% (fueles pesados) que combinado con el oxígeno del aire, da lugar a diferentes compuestos de azufre, todos ellos considerados como contaminantes por las administraciones de diferentes países
- CO: resultado de una combustión incompleta
- Radicales libres, partículas sólidas (fundamentalmente de carbono) y otros productos, procedentes de impurezas en el combustible (metales pesados), aunque todos ellos en muy pequeñas proporciones.

A título de ejemplo, en la tabla adjunta puede verse composiciones típicas de humos producidos por la combustión estequiométrica de un combustible líquido y un “gas natural” en aire, comparadas con la del aire ambiente (con una humedad relativa de un 50%)

Tabla 2. Composiciones en % en peso

Composiciones en % en peso			
Componente	Aire	Con Fuel oil	Con Gas Natural
CO_2	0,05	20,8	15,4
HO_2	0,56	7,6	12,4
SO_2	0,00	0,4	0,0
N_2	75,05	70,0	70,9
O_2	23,07	0,0	0,0
Ar	1,27	1,1	1,2
Otros	-	0,1	0,1
Calor específico			
Kcal/Kg/ $^\circ\text{C}$	0,23	0,25	0,26
Densidad, Kg/m ³	1,288	1,311	1,254
Kg aire/Kg comb.	-	14	17

Las propiedades de los humos se asemejan a las del aire ambiente (con un 50% de humedad relativa).

Normalmente, la combustión se realiza en ambientes con exceso de aire comburente respecto de la proporción estequiométrica, llegando a duplicar o triplicar esta proporción. En estos casos con más motivo, las propiedades de los humos se acercan a las del aire. Por estas razones, y a efectos de cálculos técnicos –y en una primera aproximación– se pueden tomar como propiedades de los humos de la combustión de derivados del petróleo, las del aire⁷.

4.5 FILTROS

4.5.1 Filtros Secos. Están formados por un material fibroso o por un lecho de fibras finas a través del cual se hace pasar el aire.

El rendimiento aumenta a medida que la porosidad del material es menor. Permiten una velocidad de paso del aire más reducida que los filtros húmedos al mismo tiempo que su duración es menor. Por el contrario el precio unitario es más económico.

A fin de aumentar la superficie de paso del aire suelen disponerse en forma de V.

En la tabla 3 pueden verse las principales características de este tipo de filtros. El material de las fibras que forman el filtro deberá escogerse según sea el ambiente que debe purificarse, la temperatura del mismo y las sollicitaciones físicas a que estará sometido. En esta tabla se resumen las particularidades que podemos esperar de distintos materiales utilizados para la construcción de filtros.

⁷GALVERY. JR; WILLIAN, L. Soldadura para el Técnico Profesional. Costa Mesa California: Limusa, 2009. p. 457.

Tabla 3. Principales características de este tipo de filtros.

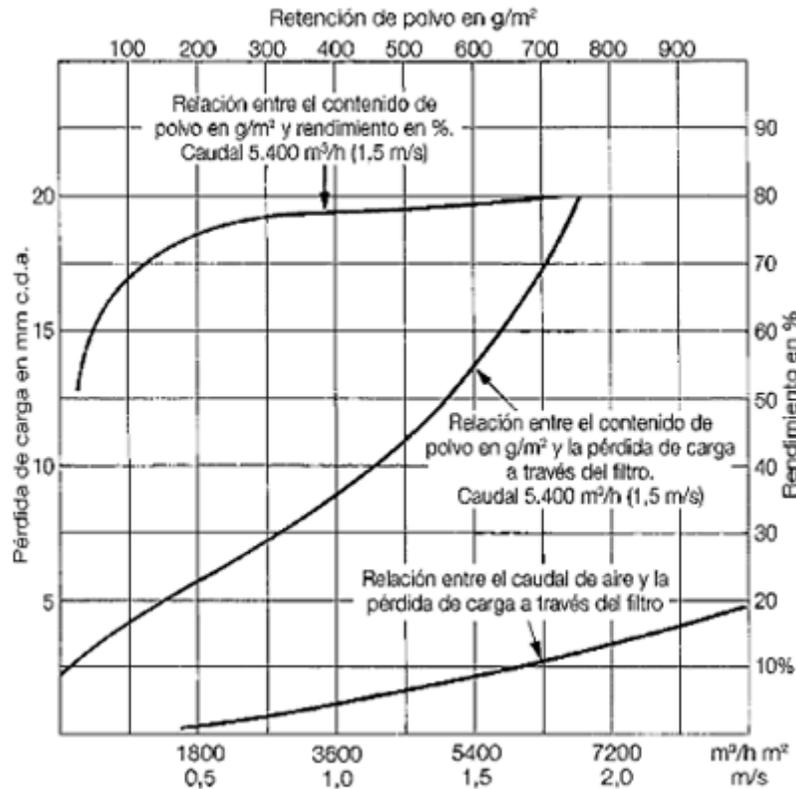
Tipo de filtro	Material	Velocidad aire m/s	Pérdida de carga mm c.d.a./m ²	Rendi- miento %	
FILTRO HÚMEDO	PANELES CONTÍNUO	Tamiz, tela de alambre, metal estampado	1'5 - 2'5	2 ÷ 15	65 ÷ 80
			2'5	3 ÷ 17	80 ÷ 90
FILTRO SECO	PANELES CONTÍNUO	Celulosa, material sintético, papel, fieltro de vidrio	0'1 - 1	2'5 ÷ 25	50 ÷ 95
			0'25	3 ÷ 18	
FILTROS ABSOLUTOS	Material sintético, papel	0'1 - 2'5	25 ÷ 60	99'97	

Tabla 4. Características de los filtros secos

MATERIA	Temperatura máx. °C		RESISTENCIA FÍSICA					RESISTENCIA QUÍMICA				
	Con- ti- nua	Inter- mi- tente	Ca- lor seco	Calor húme- do	A- bra- sión	Vi- bra- ción	Fle- xión	Ácidos Mine- rales	Ácidos Orgá- nicos	Al- ca- lis	Oxi- dan- tes	Disol- ven- tes
- LANA	101	121	R	R	B	R	B	R	R	M	M	R
- ALGODÓN	82	-	B	B	R	B	B	M	B	R	R	E
- POLIÉSTER	135	-	B	R	B	E	E	B	B	R	B	E
- ACRÍLICA	135	140	B	B	B	B	E	B	B	R	B	E
- POLIAMIDA												
Nylon	107	-	B	B	E	E	E	M	R	B	R	E
Nomex	203	-	E	E	E	E	E	M-R	E	B	B	E
- POLIPROPILENO	93	121	B	R	E	E	B	E	E	E	B	B
- FLUORCARBONATO (Teflón)	260	287	E	E	M-R	B	B	E	E	E	E	E
- FIBRA DE VIDRIO	260	315	E	E	M	M	R	E	E	R	E	E

Otras características a tener en cuenta al seleccionar un filtro serán: la pérdida de carga del mismo, el rendimiento así como el incremento que experimenta la pérdida a medida que aumenta el contenido de polvo del mismo. La tabla. 4 muestra una gráfica en la que se ve como varían todas estas características en un filtro seco⁸.

Figura 5. Retención de polvo en g/m^2



4.5.2 Filtros para Partículas. Al pensar en un filtro, solemos imaginarnos un tamiz cuyos orificios son menores que las partículas filtradas. De esta forma funcionaría un "filtro absoluto" y su mecanismo consistiría en cribar las partículas. Estos filtros ofrecen una resistencia alta al paso del aire y se obstruyen rápidamente, por lo que no resultan prácticos ni cómodos en el caso de un filtro respiratorio.

Los filtros de equipos de protección respiratoria no suelen ser filtros absolutos. En muchas ocasiones los filtros son bastante porosos y los orificios son mayores que las partículas que queremos filtrar. Su función consiste en conseguir que las

⁸BADGER, L.; MCCABE, W. L., Elements of Chemical Engineering Edición 2. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1936. p. 235.

partículas queden retenidas en las minúsculas fibras que forman el filtro. Las fuerzas moleculares son lo bastante importantes como para que las partículas se adhieran a esas fibras.

En la actualidad los filtros no absolutos constituidos por fibras suponen la solución más práctica para los filtros de protección respiratoria. Se pueden diseñar a fin de que adquieran un grado particular de eficacia en la eliminación de partículas, cercana a la de los filtros absolutos, con una muy baja resistencia al paso del aire.

4.5.3 Filtros Mecánicos. Los mecanismos que acabamos de describir se presentan en todos los filtros utilizados en equipos de protección respiratoria. Los filtros que se basan en dichos mecanismos se denominan "mecánicos". La eficacia del filtro depende del número de fibras existentes para atrapar las partículas ambientales. Cuantas más fibras haya, más difícil será que el aire pase a través de ellas, por lo que para que los filtros mecánicos resulten eficaces suelen presentar una alta resistencia al paso del aire, es decir, "resistencia a la respiración".

4.5.4 Partículas en el Aire. Las partículas ambientales, también llamadas "aerosoles" se definen como partículas sólidas o líquidas dispersas en el aire. Pueden provocar problemas de salud a corto o largo plazo, es decir efectos agudos o efectos crónicos. Aquellas partículas con un diámetro superior a 100 micras caen con rapidez; no quedan suspendido suficiente tiempo en el aire para suponer un riesgo respiratorio. Sin embargo, las de menor tamaño quedan suspendidas por más tiempo y cabe la posibilidad de inhalarlas. Las partículas de menos de 10 micras se denominan "respirables", puesto que pueden llegar hasta la zona pulmonar donde se produce el intercambio de gases (alveolos)⁹.

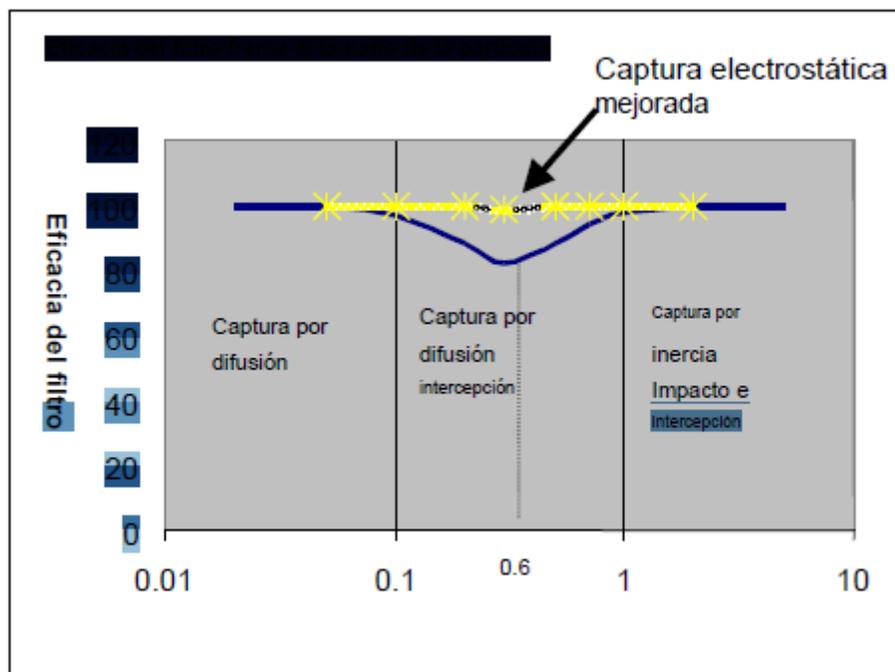
4.5.5 Tamaño de las Partículas Frente a la Eficacia del Filtro. En los siguientes esquemas se muestra el efecto combinado de los diferentes mecanismos de filtración para partículas de tamaños diversos. Aunque muchas personas se sorprendan, la *eficacia* (porcentaje de partículas capturadas) no disminuye a medida que lo hace el tamaño de las partículas, puesto que la difusión resulta muy eficaz para atrapar partículas muy pequeñas, de menos de 0.1 micras de tamaño. Cuando se utiliza un aerosol de cloruro de sodio, como se refleja en las Normas Europeas con las que se ensayan los filtros, la eficacia del filtro es menor en partículas de 0.6 micras de diámetro. Es lo que se denomina "tamaño de partícula más penetrante", y varía según el tipo de aerosol. En la práctica, la mayoría de los

⁹PERRY H. John. Chemical Engineers Handbook. Vól. 4. Parte 1963. p. 186.

contaminantes que nos encontramos en el mundo laboral tienen tamaños de partícula mayores.

Es importante destacar que, según las Normas Europeas, la eficacia de filtración de una mascarilla o de un filtro para partículas se mide utilizando partículas del tamaño más penetrante. Lo que significa que la prueba se realiza en el peor de los supuestos. Por tanto, las partículas de mayor o menor tamaño se filtrarán con una eficacia incluso mayor. Por esa razón al seleccionar una mascarilla, resulta más importante la concentración ambiental del contaminante en el lugar de trabajo que el tamaño de la partícula¹⁰.

Tabla 5. Diámetro de partículas en micras



4.5.6 Pérdida de Carga. El filtro opone una resistencia al paso del aire originado una Pérdida de carga, expresada en Pascales o mm c.d.a., que deberá vencer la presión del ventilador que impulse aire a través del mismo.

Esta pérdida de carga es inicial, con el filtro limpio, o bien final recomendada, que es cuando el filtro debe limpiarse o reponerse por otro nuevo. Para mantener el caudal de aire uniforme debe preverse el aumento de pérdida de carga a medida que se colmata el filtro, a través de una regulación de la velocidad del ventilador o bien por compuertas graduables¹¹.

¹⁰L. BADGER & W. L. MCCABE, *ibid.*, p260

¹¹PERRY H. John *op.cit.*p 199

4.6 EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

4.6.1 Agotamiento De Recursos

- Usando energía eléctrica procedente de centrales de combustión de carbón o gas natural.
- No aprovechando al máximo los materiales.
- No reutilizando los restos de chapas y tubos.

4.6.2 Contaminación de la Atmosfera

- Con los humos y gases desprendidos en la soldadura.
- Con los escapes de gases empleados en los procesos (acetileno, argón, co2
- Con el ozono desprendido en el oxicorte.

4.6.3 Reducción de la Capa de Ozono

- Utilizando aerosoles con *cf.
- Con el uso de desengrasantes con cf.
- Empleando extintores con alones.

4.6.4 Contaminación del Agua

- Con las partículas metálicas de los humos que llegan al agua.
- Con las aguas sucias de la limpieza de las instalaciones.

4.6.5 Residuos

- No cambiando los filtros de los sistemas de extracción con la frecuencia necesaria para que cumplan su función.
- No separando los distintos residuos según sus requisitos de gestión.
- Adquiriendo productos con un embalaje excesivo¹².

¹²DE PINEDO. Concha Fernández. Manuales de Buenas Prácticas Ambientales, Soldadura. Gobierno de Navarra: 2001. p. 7.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El enfoque de este proyecto es básicamente una adaptación, ya que se basa en el trabajo en conjunto de conocimiento aplicado en un espacio de trabajo como lo es la soldadura, importante hablándose del desempeño como profesionales del área metalmeccánica. También se hablaría de tipo mejoramiento, pues se pretende optimizar la infraestructura con esta mejoría en el laboratorio, además que se avanza las condiciones de educación de la institución.

5.2 MÉTODO

En este proyecto se utilizara el método científico, debido a que se tomara la institución y se realizara cambios implicando que se cambie el proceso normal por así decirlo, en sus instalaciones, de tal manera que se identifique y se cambie los factores por los que en alguna forma resulta el problema como es la necesidad de implementar equipos tecnológicos a la institución para mejorar la calidad de la educación.

5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1 Fuentes Primarias. Para este proyecto se contaría en su ejecución con trabajo de campo, directamente con el docente encargado del proyecto y el jefe de departamento de mecánica, con el que toma las decisiones y procesos para realizar las diferentes tareas.

5.3.2 Fuentes Secundarias. Las fuentes secundarias es la información recolectada en libros, internet, catálogos referentes a sistema de extracción; empleándose así, la técnica de la consulta.

5.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la ejecución de este proyecto, se requiere que se defina y se estructure en las siguientes actividades:

- Buscar asesorarse en la forma como se adquiriría al equipo de extracción de humo (especificaciones, análisis de catálogos, necesidades que se cumpliría e instalación de ella).
- Comprar el equipo de extracción de acuerdo a lo decidido y a la necesidad que requiera este.
- Instalar con ayuda de un técnico especializado, certificado en trabajo en altura en extractores de humo y manejo de humo y gases.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

Este proyecto está basado en la implementación de la extensión de la chimenea un sistema de extracción de humo, gases y con su respectivo filtro, mantenimiento correctivo del ventilador extractor del laboratorio de soldadura, la cual está se trabajara en su estructura en dos montajes que requiere el laboratorio: mantenimiento de las mariposas y abrazaderas a los conductos de extracción de humo, cambiando chumaceras, cojinetes, poleas, banda, amortiguadores de impacto o vibración y balanceo, compensación y alineación del motor de extracción; elaboración del conducto de chimenea con una trampa de humo para la parte exterior, la cual se aplicara en este proyecto. Se implementara un mantenimiento a todo el si sistema de extracción de la parte interna del laboratorio de soldadura ya que este requiere de un mejoramiento continuo del sistema.

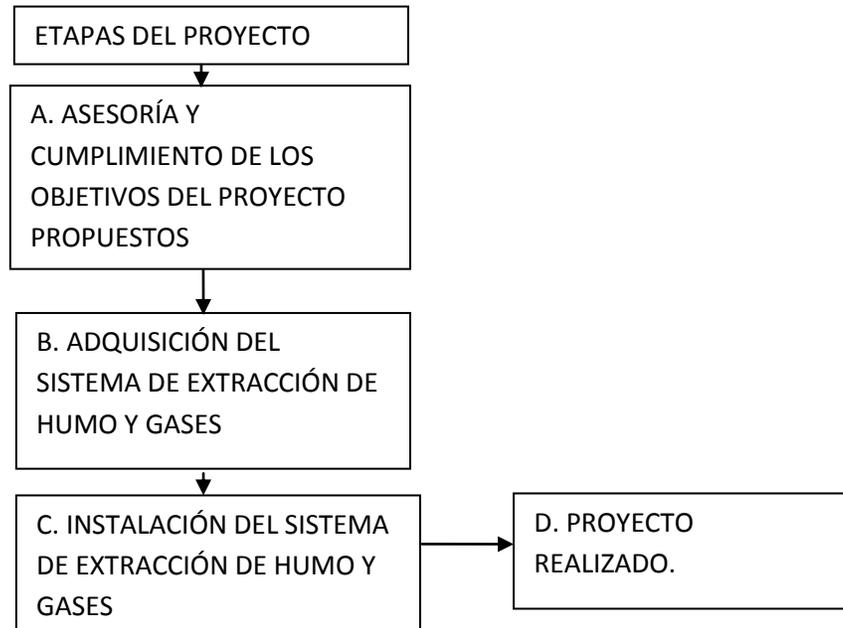
Este sistema está ubicado en el interior del laboratorio, ayudando que se conserve la energía, el bienestar de los estudiantes y se mantenga una temperatura ambiente adecuada para la realización de los proyectos educativos, aprendizaje de los alumnos y tareas del área.

Para adquirir este sistema se pretende que con recursos propios se compre, para así posteriormente se instale en el laboratorio una vez que logren los objetivos previamente planteados.

Para la elaboración de este proyecto, se requiere que se divida en 3 etapas que al cumplirse se puede llegar al objetivo fácilmente:

- Asesoría de adquisición e instalación de los elementos
- Compra o adquisición del sistema de extracción de humo y gases.
- Instalación del sistema de extracción de humo y gases, con sus respectivas chimeneas, trampa para gases, partículas y accesorios.

Figura 6. Etapas del Proyecto



6.1 METODOLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA

Toma de información dinámica de la vibración lo más próximo a los cojinetes de los componentes conductores y conducidos de cada uno de los equipos, en condiciones normales de carga y producción. La información obtenida a través de nuestros instrumentos se usará para determinar el estado operativo de los diferentes equipos. Esta labor analítica generó el presente informe técnico donde se evaluó vibracionalmente la máquina y se dan las recomendaciones del caso, con el objeto de restablecer los niveles adecuados de vibración y de funcionalidad.

El servicio de medición y análisis de vibraciones se desarrolló valiéndose de dos Colectores de vibraciones MARCA DSP LOGGER MX 300 SOFTWARE VERSION 10.8 Adicionalmente se emplearon transductores tipo acelerómetro en las direcciones horizontal, Vertical y Axial de los puntos de apoyo de cada uno de los ejes del elemento conductor y conducido de los equipos involucrados; se tomó la amplitud de la vibración en velocidad pico en milímetros/segundos (mm/seg.), y en aceleración pico en G's ($1G=9,8 \text{ m/seg}^2$). La frecuencia de la vibración, se registra en ciclos por segundo o Hz.

El software automáticamente entre sus múltiples características y ayudas, localiza la máquina dentro de límites preestablecidos de vibración y avisa cualquier situación anormal, registra la forma de onda en dominio de tiempo, calcula y

registra la vibración en dominio de frecuencia (Espectros) mediante Transformadas Rápidas de Fourier (FFT), calcula y registra las curvas de Tendencia, de las diferentes variables del proceso.

El análisis de la información recolectada, se basa en las normas de severidad para vibraciones mecánicas, de máquinas con velocidades de operación entre 10 y 200 Hz

6.2 EQUIPO UTILIZADO

6.2.1 DSP Logger MX 300



Colector de Datos de Vibraciones
Analizador de Fase
Analizador de campo FFT
Balanceador de Máquinas
Medidor de Variables de Procesos
Medidor de Vibraciones Mecánicas

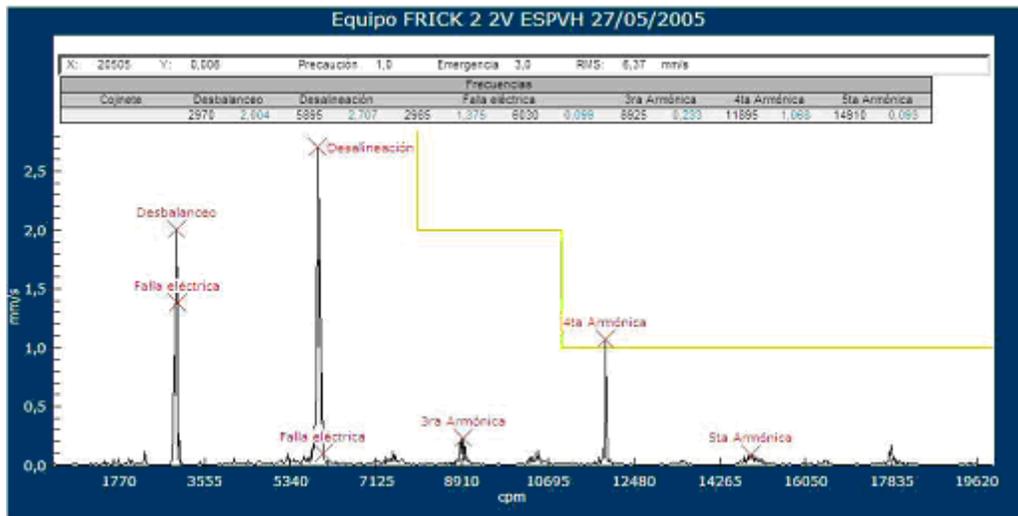
El mantenimiento predictivo y el análisis de vibraciones se basa en el conocimiento del estado operativo de una maquina o instalación. Este tipo de mantenimiento es asimilable al preventivo, en el que el conocimiento de la condición operativa se realiza a

través de la medida continua, el análisis y el control de determinados parámetros, que son indicadores del estado de salud o condición del sistema. Lo que permite la intervención sobre el mismo, permitiendo planificar la operación de antemano y optimizar los recursos dedicados al mantenimiento, a la vez, que se elimina la incertidumbre sobre el estado de la máquina o instalaciones.

El mantenimiento predictivo o preventivo por condición comprende un conjunto de técnicas de inspección: adquisición de parámetros, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan el servicio del equipo y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio, planificando la intervención antes de que el fallo se produzca.

El Análisis de Vibraciones es una técnica que permite diagnosticar el estado de los equipos sin sacarlos de operación. La aplicación de éste conocimiento tiene un impacto financiero directo al contribuir al aumento de la disponibilidad de los equipos y al bajar los costos de mantención.

Figura 7. Análisis de condición por vibraciones



El Análisis de Vibraciones se basa en la obtención y análisis de la onda en el tiempo, características de la vibración y su espectro de frecuencia. Los modos de desarrollo característicos de las maquinas se asocian a la presencia de ciertos armónicos o a una elevada amplitud de estos. El objetivo es fundamentalmente, la detección de desequilibrio, excentricidad, desalineamiento, holguras, estudio pormenorizado de rodamientos.

6.3 ANÁLISIS DE CONDICIÓN POR VIBRACIONES (En rangos)

Debidamente después del estudio analítico y detallado que se realizó, el software del equipo DSP LOGGER MX 300 nos muestra una tabla en donde se detallan la clasificación de la calidad de la vibración.

Tabla 6. Análisis de condición por vibraciones (en rangos)

Rango de Clasificación	Rango de Velocidad efectiva RMS (mm/s.)	Tipos de Máquinas			
		Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
0.28	0.18 a 0.28	A	A	A	A
0.45	0.28 a 0.45				
0.71	0.45 a 0.71				
1.12	0.71 a 1.12	B	B	B	B
1.8	1.12 a 1.8				
2.8	1.8 a 2.8	C	C	C	C
4.5	2.8 a 4.5	D	D	C	C
7.1	4.5 a 7.1				
11.2	7.1 a 11.2				
18	11.2 a 18	D	D	D	D
28	18 a 28				

TIPO DE MÁQUINAS

- Clase I** : Máquinas bajo 15 KW. (20 HP)
- Clase II** : Máquinas de Tamaño mediano de 15 a 75 KW., o máquinas rígidamente montadas hasta 300 KW.
- Clase III** : Máquinas grandes sobre 300 KW. Montadas en soportes rígidos.
- Clase IV** : Máquinas grandes sobre 300 KW. Montadas en soportes flexibles.

6.4 CALIDAD DE LA VIBRACIÓN

Factor que nos indica el estado de funcionamiento de la máquina.

- A** : Buena.
- B** : Satisfactoria.
- C** : Insatisfactoria.
- D** : Inaceptable.

En el siguiente cuadro se evidencia el estado actual y características de la maquina.

EQUIPO: VENTILADOR FC 122 SW SI		RPM: 1.347
DEPENDENCIA:	DATOS TÉCNICOS	
I.U.P.B	LOCALIZACION.	SISTEMA DE EXTRACCION DE HUMOS TALLER DE SOLDADURA
TIPO DE MAQUINA:	COMPONENTE.	MOTOR-ROTOR
EXTRACTOR CENTRIFUGO FC 122	ARREGLO.	9 (Transmisión por poleas y bandas).
	FICHA MOTOR.	1/2 HP- 3.400 RPM
	NORMA ISO.	CLASE I (Norma ISO 2372).
		
<small>DIBUJO ILUSTRATIVO DEL EQUIPO.</small>		

Tablas que nos muestran especificaciones las mediciones obtenidas del funcionamiento del ventilador centrífugo.

Tabla 7. Ficha técnica del ventilador

FICHA TÉCNICA DEL VENTILADOR		
MOTOR	½ HP	3.400 RPM
CHUMACERAS	SY	1"
BANDA	TIPO B	36"
REFERENCIA	FC	122

Tabla 8. Velocidad y aceleración del ventilador

TABLA DE VELOCIDADES (mm/s.)			TABLA DE ACELERACIONES (Gs.)		
Mm/s.	MOT.	VENT.	Gs.	MOT.	VENT.
RMS PROMEDIO	5.2	16.3	ENVOLVENTE PROMEDIO	1.3	1.2
Valor máximo	5.2	16.3	Valor máximo	1.3	1.2
Valor mínimo	5.2	16.3	Valor mínimo	1.3	1.2
Menor de 4.5 mm/s. (%)	0	0	Menor de 0.8 Gs. (%)	0	0

6.4.1 Diagnóstico

- Pico a la frecuencia de giro (1X) característico de desbalanceo dinámico del ventilador.
- Picos de vibración en altas frecuencias característicos de falla de los rodamientos, del motor y del ventilador
- Se observa deterioros de los rodamientos, lo que afecta la condición de funcionamiento de toda máquina y reduce la confiabilidad de operación de la misma.

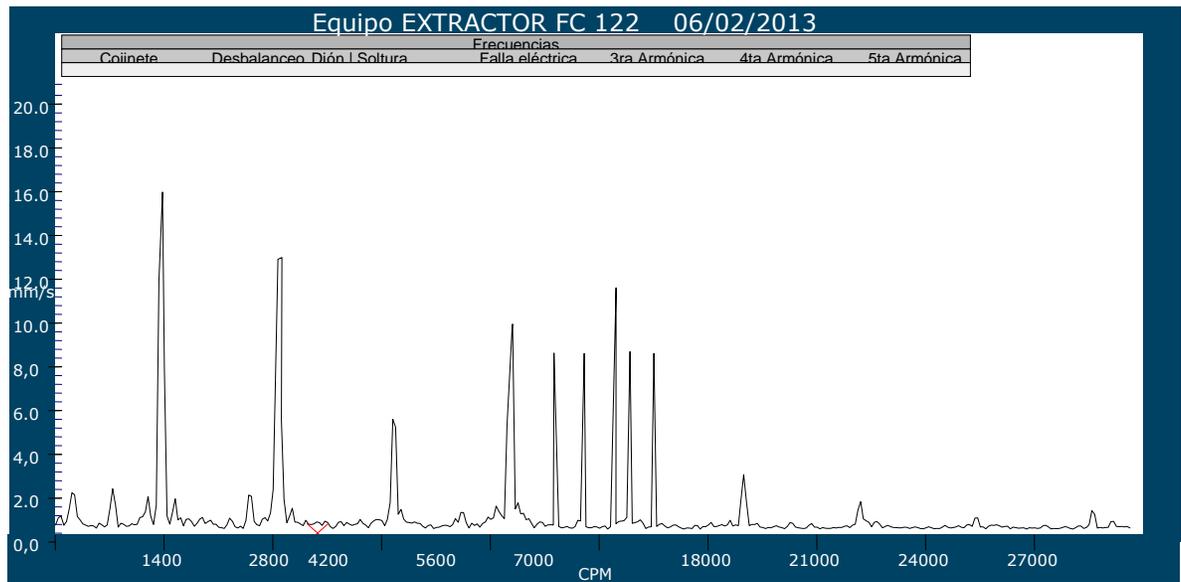
6.4.2 Correctivos

- Cambiar las chumaceras del ventilador.
- Cambiar los rodamientos del motor.
- Balancear dinámicamente el equipo.
- Alinear la transmisión del equipo.

6.5 GRAFICA INICIAL DEL VENTILADOR

En esta grafica se observa los desniveles de vibración mediante las pruebas obtenidas por el equipo de medición, donde vemos los picos pronunciados debido al desbalanceo de la máquina.

Figura 8. Grafica inicial del ventilador



6.5.1 Resumen de Lecturas Registradas durante el Mantenimiento. Los ruidos y vibraciones están relacionados, su diferencia corresponde a que las vibraciones son transmitidas por frecuencias bajas de gran magnitud, lo cual hace que su transmisibilidad a través de sólidos sea percibida de forma de movimiento.

El análisis y medición de vibraciones que se realizó durante este mantenimiento correctivo tiene como fin cuantificar si la magnitud de la vibración que se produce en él o los receptores ya sea: percepción, molestia, mareos, para los seres humanos; o malfuncionamiento de máquinas, o daños en estructuras, edificios. Las vibraciones pueden ser transmitidas por una variedad de fuerzas a través del suelo, el aire y también por impactos. Algunas fuentes típicas que inducen vibraciones son el tráfico, las detonaciones, maquinaria de alto impacto, máquinas rotativas, vientos y sismos.

El fenómeno de vibración requiere ser descrito según distintos: rangos de frecuencia como lo este que muestra en esta tabla, rangos de amplitud, velocidad

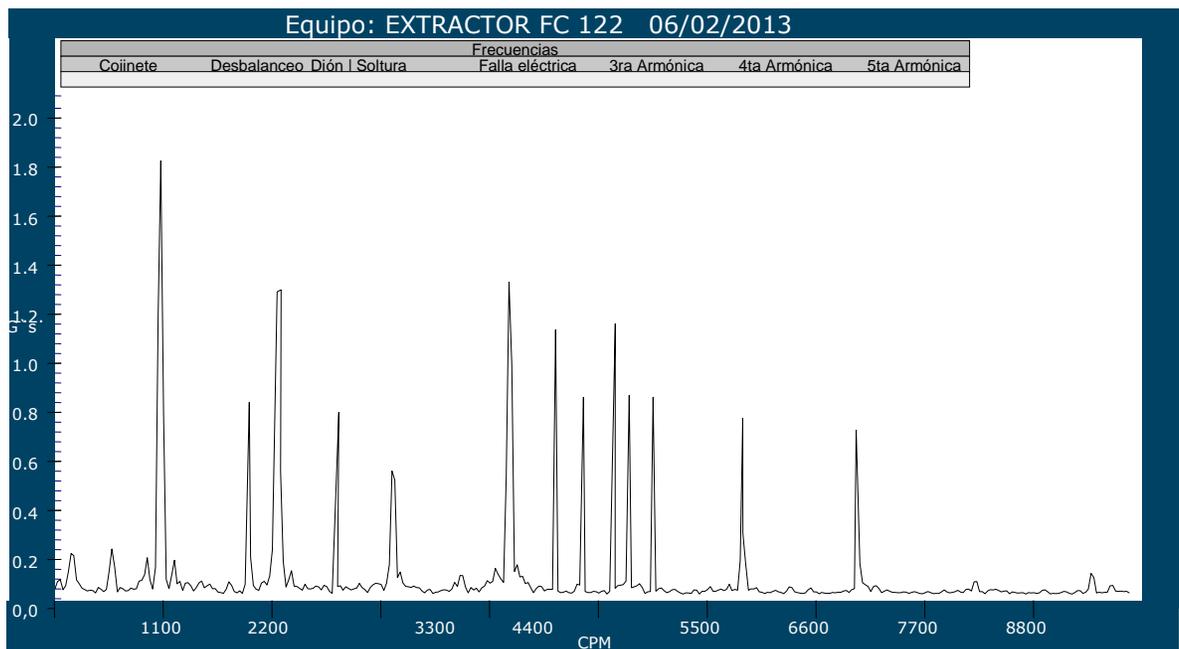
de partículas, aceleración de partículas, tiempo característico del fenómeno y descriptores de medidas. En resumen, distintos descriptores, sensores y procedimientos se asocian a medir ya sea las vibraciones de un motor, las vibraciones en los seres humanos o las vibraciones que produce un terremoto, donde existe gran desplazamiento, es decir gran magnitud.

El aislamiento a las vibraciones es tratado, generalmente, con suspensiones anti vibratorias, masas de inercia; y también cambiando elementos desgastados como rodamientos producto de ejes mal alineados, etc. esto implica que los picos sean tan altos y manejen rangos mayores de errores como lo muestra esta imagen.

6.6 GRAFICA INICIAL DEL MOTOR

En esta grafica se observa que el sistema se encuentra descompensado debido al mal estado en que se encuentra partes internas del mismo.

Figura 9. Grafica inicial del motor



6.6.1 Trabajos Realizados.

- Cambio de rodamientos del motor
- Cambio de chumaceras del ventilador
- Cambio de banda
- Cambio de soportes anti vibratorios
- Alineación de la transmisión
- Limpieza del equipo
- Pintura del equipo
- Balanceo dinámico del aquí.

6.6.2 Ficha Técnica Equipo Utilizado para Balanceo en Maquina de Balanceo.

MARCA.	SEMAPI
MODELO.	DSP LOGGER MX 300
SENSOR.	ACELERÓMETRO.
UNIDAD DE MEDICIÓN.	mm/s.

6.6.3 Lecturas Registradas Durante el Balanceo Dinámico.

RPM	1.347	
NIVEL VIBRACIÓN INICIAL	16.3	mm/s
NIVEL VIBRACIÓN FINAL	0.6	mm/s
PESO COLOCADO	12.3	gr.

6.7 GRAFICA VELOCIDAD FINAL

Resultado de grafica después del balanceo, alineación y compensación del motor y extractor, en donde se observa la eliminación de los picos que se producían debido al mal estado del sistema extractor donde este nos arroja un óptimo y eficaz funcionamiento.

El equipo queda en óptimas condiciones de funcionamiento

Figura 10. Grafica velocidad final

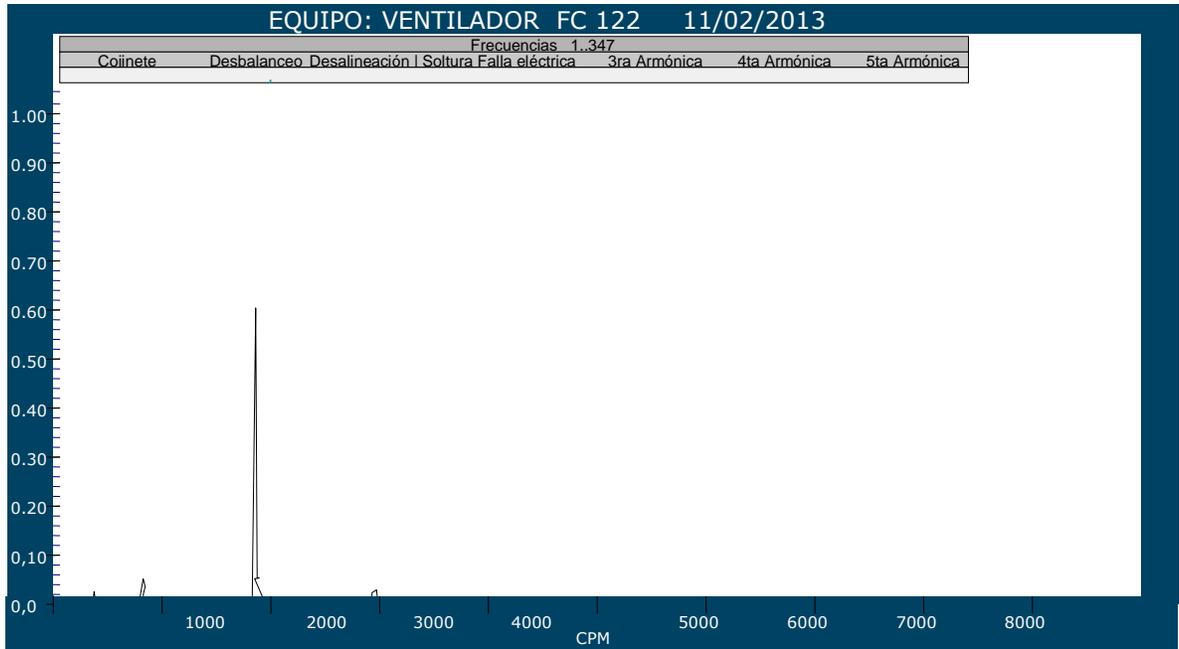


Tabla 9. Resumen de lecturas registradas después del mantenimiento

TABLA DE VELOCIDADES (mm/s.)			TABLA DE ACELERACIONES (Gs.)		
Mm/s.	MOT.	VENT.	Gs.	MOT.	VENT.
RMS PROMEDIO	0.3	0.6	ENVOLVENTE PROMEDIO	0.2	0.2
Valor máximo	0.3	0.6	Valor máximo	0.2	0.2
Valor mínimo	0.3	0.6	Valor mínimo	0.2	0.2
Menor de 4.5 mm/s. (%)	100	100	Menor de 0.8 Gs. (%)	100	100

7. CONCLUSIONES

- El proyecto que realizamos contribuirá de manera muy importante ya que ayuda a minimizar los impactos de contaminación al medio ambiente controlando partículas que se generan debido al proceso de soldadura. Este sistema de implementación nos indica y a serenos menos vulnerables a futuras enfermedades debido a la emanación de gases contaminantes.
- En el presente trabajo se realizó la evaluación de un sistema de extracción de gases en el laboratorio de soldadura, siendo estos resultados comparados con la metodología utilizada para el diseño de la extensión de la chimenea con su respectivo filtro de gases secos y partículas sólidas.
- La extracción de gases, polvos y vapores, productos estos resultantes de determinados procesos industriales, es esencial para mantener un adecuado estado y composición del aire.
- Para calcular la velocidad de captura se tomó en consideración el valor de la densidad de las partículas sólidas que se desean extraer, y como este valor es mayor que la densidad de los gases, se garantiza la extracción del material particulado y de los gases. Esta consideración implica un aumento en las dimensiones de los equipos e instalaciones requeridos para el sistema, pero, garantizan una mayor eficiencia en la limpieza de la atmósfera.
- Los beneficios que proveerá la Implantación del sistema de extracción de gases y partículas sólidas se verán reflejados en un aumento de producción y en el cumplimiento de la legislación ambiental y normativas de seguridad.

Consideramos que con este tipo de tecnología implementada ayudara a minimizar los impactos que tienes este sobre el medioambiente y la salud de cada uno de los estudiantes que con frecuencia damos uso a este tipo de laboratorio para nuestra formación y aprendizaje académico, mirando un vínculo a un futuro profesional, destacando así la implementación del sistema de extracción de gases con la extensión de la chimenea y su filtro interno que con cavidad será de fácil acceso para el mantenimiento de este.

8. RECOMENDACIONES

- Evitar manipulación de alimentos dentro de las instalaciones del laboratorio de soldaduras.
- Realizar ficha técnica en donde se especifiquen instrucciones referentes al manejo del sistema de extracción de gases.
- Concientizar a todos el campus universitario que se beneficia del laboratorio de soldadura, la importancia que tiene la utilización de este sistema ya que este mejora las condiciones de aprendizaje.
- Realizar mantenimiento periódico al sistema de extracción de gases.
- Al realizar las prácticas de soldadura se deben tener cuidado de que no hallan elementos o sustancias extraños depositados en el conducto de extracción ni introducirlos durante de los diferentes procesos de soldadura.
- El uso habitual del ventilador de extracción en el laboratorio de soldadura y su localización en un medio abierto en la parte exterior del mismo con exposición al viento permite su acumulación de materiales y partículas sólidas sobre las palas del rodete ocasionando el debilitamiento de su estructura donde este se encuentra apoyado o vibraciones importantes.
- Recomendamos una inspección rutinaria al ventilador extractor. Aspectos tener en cuenta:
 - Tención y desgastes de correas
 - Temperaturas de los rodamientos (lubricación programada).
 - Alineamientos de los acopladores.
 - Balanceo, alineación y compensación del motor de extracción.

BIBLIOGRAFÍA

BADGER, L.; MCCABE, W. L., Elements of Chemical Engineering Edición 2. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1936. p. 235.

BAUMEISTER & MARKS. Mechanical Engineers Handbook. 10, junio, 1996. Edición TEHN. 179 p.

FERNÁNDEZ DE PINEDO, Concha. Manuales de Buenas Prácticas Ambientales, Soldadura. Gobierno de Navarra, 2001. p. 7.

GALVERY. JR; WILLIAN, L. Soldadura para el Técnico Profesional. Costa Mesa California: Limusa, 2009. p. 457.

HORWITZ, Henry. Soldadura Aplicaciones y Prácticas. México D.F: Alfa Omega, 1997. p. 783.

JORION, Jean Michel. La Soldadura. Madrid – España: Susaeta Ediciones S.A., 1991-1994. p. 94.

M. FERNANDEZ, Dinak S.A. Montajes e Instalaciones. Abril, 2005. Núm. 393. p. 69.

MICHEL JORION, Jean. La Soldadura. Madrid España: Susaeta Ediciones S.A., 1991-1994. p. 94.

PERRY H. John. Chemical Engineers Handbook. Vól. 4. Parte 1963. p. 186.

POCOVÍ, Rubens E. Universidad Nacional De Salta. Descripción y Diseño de los Sistemas de Ventilación Industrial. San Miguel de Tucumán - República Argentina: Ediciones Magna Publicaciones, 1997. p. 215.

VILLEGAS GARCÍA, Aervonh. Soldadura Eléctrica y Autógena. Inglaterra, Alsina: 2004. p. 1160.

CIBERGRAFÍA

<http://www.treballo.com/documentos/3M.Informe.Mecanismos.Filtracion.Particulas.pdf>

<http://www.slideshare.net/quenza/concepto-de-cojinetes>

http://www.ntnsudamericana.com/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=107

<http://www.slideshare.net/vfloresg/elementos-de-transmision-de-potencia-mecanica>

<http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema05.pdf>

<http://www.sured.info/defe/amortiguador.html>

http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/procedimientosoldadura/index%20soldadura_archivos/Page766.htm

http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_VENTILADORES

http://www.google.com.ar/search?q=filtros+seco&hl=es-419&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ei=s4UmUanoMo-i8ASG7YGwAg&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1366&bih=667

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/Buenas%20Practicas%20Ambientales%20-%20Soldadura.pdf>

ANEXOS

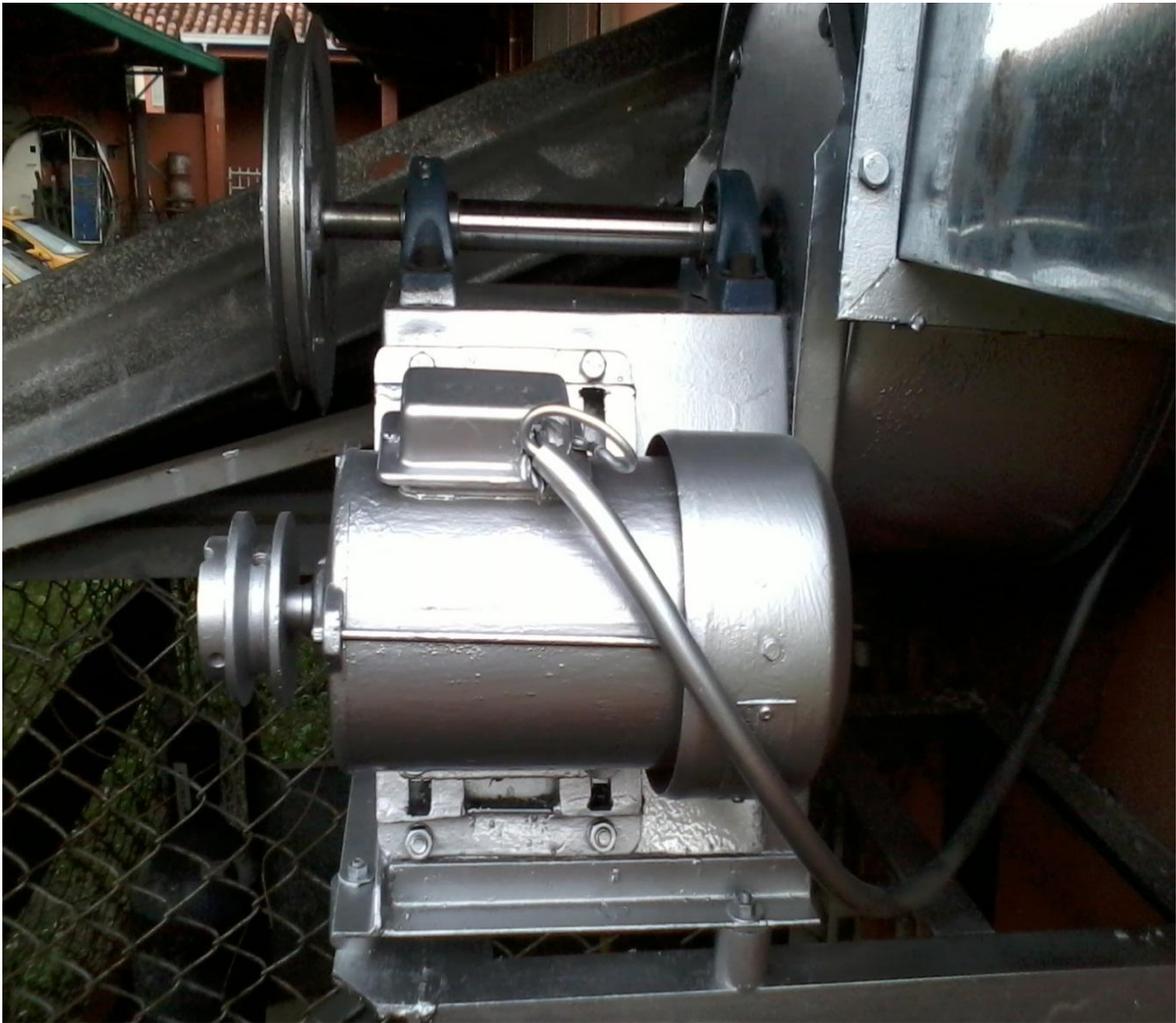
Anexo A. Antes del mantenimiento correctivo aplicado



Anexo B. Antes del montaje de la extensión de la chimenea en la parte exterior del laboratorio de soldadura



Anexo C. Después del mantenimiento correctivo, alineación, balanceo, compensación



Anexo D. Mantenimiento de motor trifásico



Anexo E. Mantenimiento del ventilador extracto



Anexo F. Cambio de chumaceras



Anexo G. Montaje de sistema de extracción e instalación de la extensión de la chimenea

