



**UCV**  
**UNIVERSIDAD**  
**CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ADSORCIÓN DE HUMOS METÁLICOS DEL PROCESO DE  
SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO MEDIANTE UN SISTEMA DE  
EXTRACCIÓN LOCALIZADO EN LA EMPRESA CONSTRUCCIÓN DE  
MÓDULOS S.A, 2013 – 14**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTOR**

**Avellaneda Salazar, Dana Marilya**

**ASESOR**

**Mag. Ing. Amancio Guzmán Rodríguez**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**Ingeniería de Conservación y Protección de los Recursos Naturales**

**Lima-Perú**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios por iluminar mi mente y ha sido mi compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre quien supo guiarme por el buen camino, dándome las fuerzas para seguir adelante, siendo el pilar fundamental para mi educación.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo realizado por ellos. El apoyo en mis estudios, de ser así no hubiese sido posible. A mis padres y demás familiares ya que me brindan el apoyo y fortaleza necesaria para seguir adelante.

A la empresa Construcción de Módulos S.A, porque me han dado su apoyo incondicional para llevar a cabo el trabajo de investigación en sus instalaciones.

A todos ellos muchas gracias.

## PRESENTACIÓN

Este documento constituye el proyecto y desarrollo de la tesis “Adsorción de humos metálicos del proceso de soldadura por arco eléctrico mediante un sistema de extracción localizado en la empresa Construcción de Módulos S.A, 2013 – 14”, describiendo una serie de conceptos y teorías entorno a los efectos ambientales y con daño a la salud de los trabajadores asociados a los niveles de concentración de humos metálicos por este tipo de trabajo.

La exposición laboral a los humos metálicos es una realidad que está en el día a día de nuestras actividades siendo una de las emanaciones más frecuentes en cualquier tipo de industria. En tal sentido el presente trabajo es el resultado del reconocimiento preciso de la situación problemática en la planta de la empresa Construcción de Módulos S.A.

Me es grato haber realizado esta investigación que espero sea de ayuda para los sectores involucrados y de aporte para futuras investigaciones.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b>	iii
<b>PRESENTACIÓN</b>	iv
<b>ÍNDICE</b>	v
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Problema	7
1.1.1 Problema General	7
1.1.2 Problemas Específicos	7
1.2. Hipótesis	7
1.2.1 Hipótesis General	7
1.2.2 Hipótesis Específicas	8
1.3. Objetivos	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
<b>II. MARCO METODOLÓGICO</b>	
2.1. Variables	8
2.2. Operacionalización de variables	10
2.3. Metodología	10
2.4. Tipos de estudio	11
2.5. Diseño	11
2.6. Población, muestra y muestreo	11
2.6.1 Población de estudio	11
2.6.2. Muestra	11
2.6.3. Muestreo	11
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
2.8. Métodos de análisis de datos	12
<b>III. RESULTADOS</b>	15
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	42
<b>V. CONCLUSIONES</b>	43
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	45
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	46
<b>VIII. ANEXOS</b>	
Anexo N° 01: Matriz de Consistencia	48
Anexo N° 02: Mapa del área de estudio	49
Anexo N°03: Fotos del funcionamiento del Sistema de extracción Localizado	50
Anexo N° 04: Sistema de Extracción Localizado	51
Anexo N° 05: Resultados de Monitoreo	52

## Lista de Tablas

Tabla N° 01: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo abierto pre Implementación del Sistema de extracción localizado	19
Tabla N° 02: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo cerrado abierto pre Implementación del Sistema de extracción localizado	20
Tabla N° 03: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo abierto post Implementación del Sistema de extracción localizado	22
Tabla N° 04: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo cerrado post Implementación del Sistema de extracción localizado	23
Tabla N° 05: Porcentaje de adsorción de humos metálicos en el área de Trabajo abierto (8m <sup>2</sup> )	25
Tabla N° 06: Porcentaje de adsorción de humos metálicos en el área de Trabajo cerrado (2m <sup>2</sup> )	26
Tabla N° 07: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Arsénico (área de 8m <sup>2</sup> )	27
Tabla N° 08: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cadmio (área de 8m <sup>2</sup> )	28
Tabla N° 09: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cromo (área de 8m <sup>2</sup> )	28
Tabla N° 10: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cobre (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 11: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Hierro (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 12: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Manganeso (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 13: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Níquel (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 14: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Plomo (área de 8m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 15: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas –Zinc (área de 8m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 16: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Arsénico (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 17: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cadmio (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 18: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cromo (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 19: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cobre (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 20: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Hierro (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 21: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Manganeso (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 22: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Níquel (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 23: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Plomo (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 24: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas –Zinc (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 25: Hipótesis estadísticos de la investigación	

## Lista de Tablas

Tabla N° 01: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo abierto pre Implementación del Sistema de extracción localizado	19
Tabla N° 02: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo cerrado abierto pre Implementación del Sistema de extracción localizado	20
Tabla N° 03: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo abierto post Implementación del Sistema de extracción localizado	22
Tabla N° 04: Concentración de Humos Metálicos en área de trabajo cerrado post Implementación del Sistema de extracción localizado	23
Tabla N° 05: Porcentaje de adsorción de humos metálicos en el área de Trabajo abierto (8m <sup>2</sup> )	25
Tabla N° 06: Porcentaje de adsorción de humos metálicos en el área de Trabajo cerrado (2m <sup>2</sup> )	26
Tabla N° 07: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Arsénico (área de 8m <sup>2</sup> )	27
Tabla N° 08: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cadmio (área de 8m <sup>2</sup> )	28
Tabla N° 09: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cromo (área de 8m <sup>2</sup> )	28
Tabla N° 10: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cobre (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 11: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Hierro (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 12: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Manganeso (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 13: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Níquel (área de 8m <sup>2</sup> )	29
Tabla N° 14: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Plomo (área de 8m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 15: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas –Zinc (área de 8m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 16: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Arsénico (área de 2m <sup>2</sup> )	30
Tabla N° 17: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cadmio (área de 2m <sup>2</sup> )	31
Tabla N° 18: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cromo (área de 2m <sup>2</sup> )	31
Tabla N° 19: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Cobre (área de 2m <sup>2</sup> )	31
Tabla N° 20: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Hierro (área de 2m <sup>2</sup> )	32
Tabla N° 21: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Manganeso (área de 2m <sup>2</sup> )	32
Tabla N° 22: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Níquel (área de 2m <sup>2</sup> )	32
Tabla N° 23: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas – Plomo (área de 2m <sup>2</sup> )	33
Tabla N° 24: Prueba de Hipótesis, para muestras relacionadas –Zinc (área de 2m <sup>2</sup> )	33
Tabla N° 25: Hipótesis estadísticos de la investigación	34

## Lista de Gráficos

Gráfico N° 01: Concentración de Humos metálicos en ambiente de trabajo abierto pre Implementación del Sistema de extracción localizado	19
Gráfico N° 02: Concentración de Humos metálicos en ambiente de trabajo cerrado pre Implementación del Sistema de extracción localizado	20
Gráfico N° 03: Cuadro comparativo de promedios de concentración de Humos metálico pre Implementación del Sistema de extracción localizado	21
Gráfico N° 04: Concentración de Humos metálicos en ambiente de trabajo abierto post Implementación del Sistema de extracción localizado	22
Gráfico N° 05: Concentración de Humos metálicos en ambiente de trabajo cerrado post Implementación del sistema de Extracción localizado	23
Gráfico N° 06: Concentración de Humos metálicos en ambiente de trabajo cerrado después de la Implementación del sistema de Extracción localizado	24
Gráfico N° 07: variación de Concentración de Arsénico (As)	35
Gráfico N° 08: Variación de concentración de Cadmio (Cd)	36
Gráfico N° 09: Variación de Concentración de Cromo (Cr)	36
Gráfico N° 10: Variación de Concentración de Hierro (Fe)	38
Gráfico N° 11: Variación de Concentración de Manganeseo ( Mn)	38
Gráfico N° 12: Variación de Concentración de Níquel (Ni)	39
Gráfico N° 13: Variación de Concentración de Plomo ( Pb)	40
Gráfico N° 14: Variación de Concentración de Zinc ( Zn)	40
Gráfico N° 15: Concentración de Humos Metalicos emanados en presencia del Sistema de extracción localizado a escala piloto	41



## RESUMEN

Esta tesis se refiere a la implementación de un sistema de extracción localizado de humos metálicos (a escala piloto), del proceso de Soldadura por arco eléctrico y su manejo para el control del Impacto Ambiental y disminución de riesgos ocupacionales. Se realizó para la empresa Construcción de Módulos S.A, que es una empresa de carácter privado dedicado a la construcción de estructuras modulares.

La motivación de la presente investigación es la disminución de los elementos contaminantes producidos por la actividad de soldadura por arco eléctrico, que afectan a la salud del operador cuando se concentran grandes cantidades.

El propósito de este trabajo es evitar la inhalación de los contaminantes como humos metálicos del proceso de soldadura que causan enfermedades ocupacionales en el operador y en el personal aledaño, con graves consecuencias como lesiones permanentes y hasta incluso la muerte, todo esto sino se controla la emisión de contaminantes en el ambiente de trabajo.

La adsorción de humos metálicos se realizó a través de un sistema de extracción localizado en dos puntos a evaluar, el primero en un ambiente abierto de 8 m<sup>2</sup> y el segundo en un ambiente cerrado de 2m<sup>2</sup>. El sistema de extracción de soldadura por arco eléctrico, a escala piloto está compuesto por un brazo flexible auto – soportado, un sistema de ductos y accesorios de unión, un filtro de tela con un sistema de limpieza de tipo pulso – jet ,el material de las mangas de polyester.

La aplicación de normas internacionales permite obtener altas eficiencias de operación, control y retención de las altas concentraciones de contaminantes disminuyendo de esta manera las enfermedades ocupacionales.

## ABSTRACT

This research concerns the implementation of a system of localized metal fume extraction (pilot scale), the process of welding arc and its management for the control and reduction of the environmental impact of occupational risks. It was performed for the company Construcción de ModulosSA, a private company dedicated to the construction of modular structures.

The motivation of this research is the reduction of pollutants produced by the activity of electric arc welding, affecting the health of the operator when large amounts are concentrated.

The purpose of this paper is to avoid inhaling pollutants such as metal welding fumes that cause occupational diseases in the Device and the adjacent staff, with serious consequences such as permanent injury or even death, all but controlled the emission of pollutants in the work environment.

The adsorption of metal fume was performed through an extraction system located at two points to be evaluated, the first in an open environment of 8 m<sup>2</sup> and the second a closed room of 2m<sup>2</sup>. The extraction system of arc welding, pilot scale consists of a car flexible arm - supported a system of ducts and union fittings, filter cloth cleaning system of pulse type - jet, material polyester sleeves.

The application of international standards can achieve high operating efficiencies, control and retention of high concentrations of contaminants thereby reducing occupational diseases.