



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO, PARA MINIMIZAR EL COSTO ENERGÉTICO EN EL ESTACIONAMIENTO DE NARANJAL DE UNA EMPRESA RUBRO AUTOMOTOR, AÑO 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Miguel Angel Estrada Lopez

**Asesor:**

Ing. Aldo Guillermo Rivadeneyra Cuya

Lima – Perú

2017

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Antecedentes .....	12
1.2. Situación problemática.....	12
1.3. Justificación.....	13
1.3.1. <i>Objetivo General</i> .....	14
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	14
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1. Temas de apoyo para la elaboración de la tesis .....	15
2.2. Conceptos teóricos .....	24
2.3. Definición de términos básicos .....	33
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO.....</b>	<b>34</b>
3.1. Organización .....	34
3.2. Elaborar el diagnóstico de la situación actual del sistema de extracción de monóxido tradicional.....	41
3.3. Diseñar el sistema de extracción de monóxido Jetfan.....	51
3.4. Implementar el sistema de extracción de monóxido Jetfan .....	52
3.5. Evaluar los resultados de la implementación del sistema de extracción de monóxido Jetfan .....	67
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>74</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>78</b>
Anexo n°. 1. Conceptos generales de ventilación .....	78
Anexo n°. 2. Concentraciones de partículas .....	79
Anexo n°. 3. Concentraciones de gases nocivos .....	80
Anexo n°. 4. Condiciones de diseño para estacionamientos 1 .....	81
Anexo n°. 5. Condiciones de diseño para estacionamientos 2 .....	82
Anexo n°. 6. Metodología de cálculo de ventilación .....	83
Anexo n°. 7. Introducción de ventilación con jetfan.....	84
Anexo n°. 8. Ventilación jetfan 2.....	85
Anexo n°. 9. Cálculo de equipos de ventilación .....	86
Anexo n°. 10. Costos de ventilación.....	87
Anexo n°. 11. Simulación en CFD para jetfan .....	88
Anexo n°. 12. Características de ventiladores tuboaxiales .....	89
Anexo n°. 13. Características acústicas de ventiladores tuboaxiales .....	90
Anexo n°. 14. Curva de característica de jetfan .....	91
Anexo n°. 15. Características de un equipo centrífugo de doble entrada .....	92
Anexo n°. 16. Encuesta a los trabajadores del estacionamiento con una concentración de 40-49 ppm sistema tradicional.....	93
Anexo n°. 17. Encuesta a los trabajadores del estacionamiento con una concentración de 0-5ppm sistema Jetfan .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 3-1 Cuadro de equipo del sistema tradicional.....	44
Tabla n.º 3-2. Parámetros de corriente .....	44
Tabla n.º 3-3. Costo energético en KW/H .....	45
Tabla n.º 3-4. Cuadro de equipos del sistema de monóxido Jetfan.....	62
Tabla n.º 3-5. Consumo de la potencia total de sistema de extracción de monóxido tradicional vs Jetfan.....	67
Tabla n.º 3-6. Costo Energético de los Sistemas de extracción de monóxido tradicional y Jetfan..	68
Tabla n.º 3-7. Costo de implementación e instalación de los sistemas de extracción de monóxido	68
Tabla n.º 3-8. Ahorro en los costos energéticos con el sistema jetfan en los tres primeros años ...	69
Tabla n.º 3-9. Recuperación en costo de lo invertido en el sistema jetfan.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 2-1. Autómatas programables .....	16
Figura n.º 2-2. Calidad de aire .....	16
Figura n.º 2-3. Circulación de aire fresco .....	18
Figura n.º 2-4. Curva típica de un ventilador .....	19
Figura n.º 2-5. Equipo centrífugo.....	19
Figura n.º 2-6. Diagrama de política energética.....	23
Figura n.º 2-7. Ventilación por sobre presión .....	26
Figura n.º 2-8. Ventilación por depresión .....	26
Figura n.º 2-9. Equipo centrífugo.....	29
Figura n.º 2-10. Equipo axial .....	29
Figura n.º 2-11. Equipo Jetfan.....	30
Figura n.º 2-12. Detector de monóxido MC-6.....	30
Figura n.º 3-1 Proceso de atención al cliente.....	35
Figura n.º 3-2 Sistema ofrecidos por INGEL 1 .....	36
Figura n.º 3-3 Sistemas ofrecidos por INGEL 2 .....	37
Figura n.º 3-4 Sistema ofrecidos por INGEL 3dos .....	38
Figura n.º 3-5 Sistema ofrecidos por INGEL 4 .....	39
Figura n.º 3-6 Modelo de los 7 pasos.....	40
Figura n.º 3-7 Plano actual del sistema tradicional .....	42
Figura n.º 3-8. Diagrama de funcionamiento del sistema tradicional .....	43
Figura n.º 3-9. Costo energético en KW/H Edelnor.....	46
Figura n.º 3-10. Detector de monóxido.....	48
Figura n.º 3-11. Límite de concentración de monóxido.....	48
Figura n.º 3-12. Cotización del sistema tradicional .....	49
Figura n.º 3-13. Diagrama de causa efecto del sistema tradicional .....	50
Figura n.º 3-14. Plano del sistema de extracción de monóxido Jetfan implementado.....	52
Figura n.º 3-15. Formula del caudal en CFM .....	53
Figura n.º 3-16. Renovaciones de aire en un local .....	54
Figura n.º 3-17. Cálculo de la caída de presión en el ducto.....	55
Figura n.º 3-18. Cálculo de la caída de presión .....	55
Figura n.º 3-19. Fórmula para calcular la potencia del motor eléctrico .....	56
Figura n.º 3-20Equipo centrífugo.....	57
Figura n.º 3-21. Curva de característica.....	58
Figura n.º 3-22Equipo jetfan.....	59
Figura n.º 3-23. Ficha técnica jetfan.....	60
Figura n.º 3-24. Ficha técnica del detector de monóxido CM-6 .....	61
Figura n.º 3-25. Cotización del sistema de extracción de monóxido Jetfan.....	64
Figura n.º 3-26. Diagrama de funcionamiento del sistema Jetfan.....	65
Figura n.º 3-27. Sistema de extracción Jetfan implementado .....	66
Figura n.º 4-1. Cuadro comparativo del costo eléctrico entre ambos sistemas mensualmente .....	71
Figura n.º 4-2. Cuadro comparativo del consumo eléctrico entre ambos sistemas. ....	72
Figura n.º 4-3. Cuadro comparativo del costo de Implementación e instalación entre ambos sistemas mensualmente.....	73

## RESUMEN

La presente tesis se desarrolló para la implementación de un sistema de extracción de monóxido, para minimizar el costo energético en un estacionamiento subterráneo. Es muy importante que los estacionamientos subterráneos tengan un sistema de ventilación mecánica para la extracción de los gases emitidos por los vehículos, el gas más mortal que emite los vehículos es el monóxido de carbono.

En el mercado peruano existe el sistema de extracción de monóxido ducto enterrado, tradicional y jetfan, pero cada uno de ellos conlleva a un consumo energético más elevado que el otro que luego se convierten en costos fijos muy elevados para la empresa.

Inicialmente el estacionamiento tenía implementado un sistema de extracción de monóxido tradicional que tenía un consumo energético elevado y su costo energético mensual era costoso.

Con la finalidad de lograr minimizar el costo energético se planteó una nueva reingeniería en el sistema de extracción de monóxido, por un sistema de extracción de monóxido Jetfan.

El proyecto estuvo enmarcado en la investigación de la ingeniería de ventilación mecánica en estacionamientos. Normas peruanas vigentes (Norma Técnica E.M. 030 Instalaciones de Ventilación), fichas técnicas de proveedores de equipos de ventilación (Memoria técnica Soler & Palau) y (Memoria Técnica TCP Ventilador Tubo axial Jet Fan) en el libro de la Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) y los conocimientos adquiridos en el campo de trabajo de la ventilación mecánica. Por otro lado, se empleó la metodología de los 7 pasos que nos brindó identificar las causas del consumo energético del sistema de extracción tradicional.

Para la implementación del sistema de extracción de monóxido Jetfan, se tuvo que realizar los cálculos de caudal en  $m^3/h$  de área total del estacionamiento, potencia eléctrica del motor en HP del equipo centrífugo de extracción, caída de presión del ducto de extracción en mm.c.d.a, radio de alcance de trabajo de los detectores de monóxido en  $m^2$  y cálculo de la cantidad de los equipos tubo axiales (Jetfan) de acuerdo al caudal del estacionamiento.

Con la implementación del sistema de extracción de monóxido Jetfan conseguimos minimizar el consumo energético mensual a 2,238 KW/H respecto al sistema tradicional que consumía 5,327.4 KW/H y se minimizó el costo energético a 892.73 soles, respecto al sistema tradicional que su costo eléctrico era de 2,125.36 soles obteniendo un ahorro mensual de 1,232.36 soles.

Palabra clave: Sistema de monóxido, ventilación mecánica, sistema Jetfan, monóxido

## ABSTRACT

The present thesis was developed for the implementation of a system of extraction of monoxide, to minimize the energetic cost in the Chevrolet parking lot. It is very important that underground parking lots have a mechanical ventilation system for extracting the gases emitted by vehicles, the most deadly gas emitted by vehicles is carbon monoxide.

In the Peruvian market there is the traditional buried duct and jetfan monoxide extraction system, but each one leads to a higher energy consumption than the other, which then becomes very high fixed costs for the company.

In order to minimize the energy cost, a new reengineering was proposed in the monoxide extraction system by a Jetfan monoxide extraction system.

The project was framed in the research of mechanical ventilation engineering in parking lots. Peruvian standards in force (Technical Standard E.M. 030 Ventilation Installations), technical datasheets of suppliers of ventilation equipment (Soler & Palau Technical Memory) and (Technical Memory TCP Fan Fan Tuboaxial Fan), In the book of the American Association of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) and the knowledge acquired in the field of mechanical ventilation. On the other hand was used the methodology of the 7 steps that allowed us to identify the causes of the energy consumption of the traditional extraction system.

For the implementation of the Jetfan monoxide extraction system, the flow calculations had to be carried out in  $m^3 / h$  of total parking area, the HP engine power of the centrifugal extraction equipment, the pressure drop of the extraction duct in mm.c.d.a, radius of work of the monoxide detectors in  $m^2$  and calculation of the amount of axial tube equipment (Jetfan) according to the flow of the parking lot.

With the implementation of the Jetfan monoxide extraction system we were able to minimize the monthly energy consumption to 2,238 KW / H compared to the traditional system that consumed 5,327.4 KW / H and the energy cost was reduced to 892.73 soles, compared to the traditional system that its electric cost was Of 2,125.36 soles, obtaining a monthly saving of 1,232.36 soles.

Keywords: Monoxide system, mechanical ventilation, Jetfan system, Monoxide

Nota de acceso:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.



## REFERENCIAS

- Torres, M.A. (2014). *Diseño de un sistema de ventilación para estacionamiento subterráneo de tres niveles* (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Salgado, N.M (2014). *Propuesta de mejora en la gestión energética de una empresa del sector alimentos* (Tesis pre Grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, lima, Perú.
- Rodríguez, V.H. (2010). *Diseño del sistema de control para la ventilación de una mina subterránea usando un controlador AC800M* (Tesis pre Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, lima, Perú.
- Pedelaborde, C.L. (2007). *Ventilación mecánica*.
- Esparza, J.U. & Sánchez, G.A. (2007). *Control de extracción de carbono en estacionamientos cerrado* (Tesis pre Grado) Tijuana Baja California, México.
- Lujan, N. E. (1997). *Cálculos de las características electromecánicas y de operaciones de motores asíncronos de doble jaula a partir de las dimensiones* (Tesis pre Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, lima, Perú.
- Tellez, J., Rodriguez, A. & Fajardo, A. (2006). *Contaminación por Monóxido de Carbono: un problema de Salud Ambiental. En Revista de Salud Pública Journal of Public Healih, 8 (1) pp. 108-117*. Recuperado <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42280110>
- Soler & Palau, *Manual Práctico de Sistema de Ventilación*. Recuperado de [http://www.solerpalau.mx/pdf/sp\\_ventilacion\\_TOTAL.pdf](http://www.solerpalau.mx/pdf/sp_ventilacion_TOTAL.pdf)
- Reglamento nacional de edificaciones, Norma Técnica E.M. 30 Instalaciones de Ventilación. Recuperado de <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Soler & Palau, *Memoria Técnica TCP Ventilador Tuboaxial Jetfan*. Recuperado de [file:///C:/Users/miguel/Downloads/342\\_03112010\\_memoria%20tecnica%20tcp%2010%20marzo.pdf](file:///C:/Users/miguel/Downloads/342_03112010_memoria%20tecnica%20tcp%2010%20marzo.pdf)