



RESUMEN TRABAJO DE GRADO

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** DEIVID DAYAN **APELLIDOS:** PEREZ JARAMILLO

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA MECÁNICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** PEDRO ANTONIO **APELLIDOS:** PEREZ ANAYA

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** DISEÑO DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA PLANTA TECNISOL S.A.S

**RESUMEN**

En este proyecto se diseñó la red de aire comprimido para la planta Tecnisol S.A.S, ubicada en la ciudad de Cúcuta- Colombia, es una empresa especializada en el diseño, construcción y montaje metalmeccánico de oleoductos, gasoductos y estructuras metálicas. El objetivo de la empresa es expandir sus instalaciones y capacidad de producción regional y nacional. En el proyecto se determinó la ruta de aire comprimido analizando la geometría del lugar, dando resultado un circuito abierto a toda la planta y áreas de producción como lo son: el área metalmeccánica, motores diésel y de pintura. En el diseño de la red de aire comprimido se aseguró que los equipos y herramientas neumáticas en cada área, cumplieran con los requisitos de presión y caudal. En el diseño de la red de aire comprimido se tuvo en cuenta la necesidad del aire actual y futura de la planta. Resultando la selección del compresor SK 20 T Kaeser con un secador frigorífico para secar el aire que ingresa a la línea principal. La red de circuito abierto se diseñó con puntos de caída a una pendiente de 1/200, para drenar el condensado que se produce en la línea principal.

**PALABRAS CLAVE:** caudal, presión, aire comprimido, aire seco, caída de presión.

**CARACTERISTICAS:**

**PÁGINAS:** 243 **PLANOS:** 1 **ILUSTRACIONES:**      **CD ROOM:** 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
<b>Fecha</b>	24/10/2014	<b>Fecha</b>	08/30/2017	<b>Fecha</b>	08/30/2017

DISEÑO DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA PLANTA TECNISOL S.A.S

DEIVID DAYAN PEREZ JARAMILLO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

DISEÑO DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA PLANTA TECNISOL S.A.S

DEIVID DAYAN PEREZ JARAMILLO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:

Ingeniero mecánico

Director:

PEDRO ANTONIO PÉREZ ANAYA

Ingeniero mecánico

Co-director:

JOHN ROPERO MANTILLA

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 30 DE AGOSTO DEL 2017  
HORA: 3:00 P.m.  
LUGAR: SALA DE MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

Título de la Tesis: "DISEÑO DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO PARA LA PLANTA TECNISOL S.A.S."

Jurados:  
Ing. ORLANDO GUTIERREZ  
Ing. JORGE EDUARDO GRANADOS  
Esp. JUAN CARLOS RAMÍREZ BERMÚDEZ

Director: ING. PEDRO PÉREZ ANAYA

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación	
		Letra	Número
DEVID DAYAN PÉREZ SARMIENTO	1121179	Cuatro, Dos	4.2

### APROBADA

  
Ing. ORLANDO GUTIERREZ

  
Ing. JORGE EDUARDO GRANADOS

  
Esp. JUAN CARLOS RAMÍREZ BERMÚDEZ

  
Vn. Do GONZALO DE LA CRUZ ROMERO G.  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Dedicatoria**

A Dios por permitir terminar mis estudios con éxito y con muchos deseos de seguir en este mundo de la investigación.

A mis padres Lloyd Noel Perez y Olga lucia Jaramillo quienes me han apoyado incondicionalmente en cada paso que doy en mi vida. Y de quienes también aprendí que siempre es primero la familia.

A mis hermanos les agradezco la confianza y la hermandad que me han brindado en cada etapa de mi vida.

Amigos y compañeros quienes fueron acompañantes de esta bonita e inolvidable etapa universitaria.

Y finalmente a todas las personas que han estado junto a mí y me han apoyado, con quienes hemos compartido gratos momentos.

Deivid Dayan Perez Jaramillo

## **Agradecimiento**

EL autor expresa sus agradecimientos a:

A la Universidad Francisco de Paula Santander, a la carrera de Ingeniería Mecánica, a sus distinguidos Directivos y Profesores, por la formación integral recibida.

Al Msc. Ing. y director del proyecto Pedro Antonio Pérez Anaya por su colaboración, compromiso y apoyo.

Al Ing. y codirector del proyecto John Roper Mantilla por su ayuda brindada, respaldo y guía durante la realización del proyecto.

Al Gerente de Tecnisol S.A.S José Lorenzo Angarita por su ayuda brindada durante la realización del proyecto.

Al Ing. y compañero Pedro Jesús Gonzáles Torres por su apoyo y asesoría para el desarrollo del proyecto.

A todo el equipo de Tecnisol S.A.S por permitirme desarrollar y culminar las pasantías para el proyecto de grado.

A los compañeros que fueron amables, cooperativos durante la realización del proyecto.

Deivid Dayan Perez Jaramillo

## Contenido

	pág.
Introducción	22
1. Descripción de Problema	24
1.1 Título	24
1.2 Planteamiento del Problema	24
1.3 Formulación del Problema	25
1.4 Justificación	25
1.5 Alcances	26
1.5.1 Usuarios Directos	26
1.6 Limitaciones y Delimitaciones	26
1.6.1 Limitaciones	26
1.6.2 Delimitaciones	27
1.7 Objetivos	28
1.7.1 General	28
1.7.2 Específicos	28
1.8 Antecedentes	28
1.9 Descripción de la Institución	30
1.9.1 Reseña Histórica	30
1.9.2 Misión	31
1.9.3 Visión	31
1.9.4 Políticas de Calidad	32
1.9.5 Organigrama de la Empresa S.A.S	33
1.9.6 Descripción del Departamento Donde se Realiza las Pasantías	33

2. Marco Teórico	36
2.1 Aire Comprimido	38
2.1.1 Introducción	38
2.1.2 Principio Termodinámico	39
2.1.2.1 Ley de Boyle-Mariotte	40
2.1.2.1 Ley de Charles-Gay Lussac	40
2.1.2.3 Ley de los Gases Ideales	40
2.1.3 Ventajas del Aire Comprimido	41
2.1.4 Desventajas del Aire Comprimido	43
2.1.5 Tratamiento y Distribución de Aire Comprimido	43
2.1.5.1 Separación de Agua	44
2.1.5.1.1 Secado en Frio por Refrigeración	45
2.1.5.1.2 Secado por Adsorción	47
2.1.5.1.3 Secado por Adsorción (Decandesente)	48
2.1.5.2 Tratamiento Final del Aire Comprimido	49
2.1.5.2.1 Filtro	50
2.1.5.2.2 Filtro Regulador	51
2.1.5.2.3 Regulador de Presión	52
2.1.5.2.4 Lubricadores	53
2.1.6 Redes de Aire Comprimido	53
2.1.6.1 Determinación de la Necesidad de Aire Comprimido	53
2.1.6.1.1 Factor de Simultaneidad	54
2.1.6.1.2 Factor de Utilización	54
2.1.6.1.3 Fugas	55



2.1.6.1.4 Expansión	55
2.1.6.1.5 Error	56
2.1.6.1.6 Correcciones por Altitud	56
2.1.6.2 Dimensionado de la Red	58
2.1.6.2.1 Factores que Influyen en la Determinación del Diámetro Interno	59
2.1.6.3 Calcula del Diámetro Interno de Tubería	60
2.1.6.4 Distribución del Aire Comprimido	61
2.1.6.4.1 Tubería Principal	62
2.1.6.4.2 Tubería de Distribución	63
2.1.6.4.3 Tubería de Servicio	63
2.1.7 Tipos de Compresores	63
2.1.7.1 Compresor de Émbolo	65
2.1.7.2 Compresor de Tornillo	66
2.1.7.3 Compresor de Paleta	67
2.1.7.4 Compresor Scroll	68
2.1.7.5 Dinámicos Compresores Centrífugos Radiales	68
2.1.7.6 Dinámicos Compresores Centrífugos Axiales	69
2.1.7.7 Selección del Compresor	70
2.1.7.8 Número y Ubicación de los Compresores	71
2.1.8 Determinación del Volumen del Recipiente Adecuado	72
2.1.9 Importancia de una Presión Adecuada	73
2.1.10 Presiones Bajas en la Red de Suministro	74
2.1.11 Tuberías Incorrectas	74
2.1.12 Fugas en el Sistema de Red	75

2.1.13 Sistemas con Dispositivos de Secado de Aire	76
2.1.14 Materiales de la Red de Aire Comprimido	77
2.1.14.1 Tubería de Acero al Carbono-Roscada	77
2.1.14.2 Tubería de Acero al Carbono-Soldada	78
2.1.14.3 Tubería de Acero Inoxidable	79
3. Diseño Metodológico	81
3.1 Tipo de Investigación	81
4. Sistema de Distribución de Aire Comprimido	83
4.1 Introducción	83
4.2 Capacidad de Aire requerido para la Planta Tecnisol S.A.S	83
4.2.1 Descripción de las Áreas y Funcionalidad	83
4.2.2 Necesidad de Aire para la planta	84
4.2.2.1 Primera Sección: Equipos Iniciales con Factor Utilización Simultanea	84
4.2.2.2 Segunda Sección: Equipos Iniciales con Factor de Utilización según su Requerimiento	84
4.2.3 Descripción de los Equipos y Consumo de Aire	85
4.2.3.1 Equipo de Pintura	85
4.2.3.2 Equipo de Corte Plasma-Aire	85
4.2.3.3 Pistola Aerografía	85
4.2.3.4 Pistola de Soplado	85
4.2.3.5 Pistola Neumática	85
4.2.3.6 Pulidora Neumática	86
4.2.3.7 Lijadora Neumática	86
4.2.4 Calculo del Consumo de Aire de cada Sección	86

4.2.4.1	Calculo del Consumo de Aire para la Selección N-01	86
4.2.4.2	Calculo de Consumo de la Sección N-02	87
4.2.4.2.1	Factor de Simultaneidad	87
4.2.4.2.2	Factor de Utilización	88
4.2.4.2.3	Corrosión de Consumo por Fugas	89
4.2.4.2.4	Corrección de Consumo por Expansión	89
4.2.4.2.5	Corrección por Error	89
4.2.4.2.6	Corrección por Altitud	91
4.3	Calidad y Tratamiento de Aire Comprimido	91
4.3.1	Calidad de Aire Requerido para la Planta	92
4.3.1.1	Clasificación de la Calidad de Aire	92
4.3.1.1.1	Aire para la Pintura por Atomización sin mayores Exigencias	93
4.3.1.1.2	Aire para la Pintura por Atomización con mayores Exigencias	93
4.3.1.1.3	Aire para el Funcionamiento del Pulverizador Industrial Airless Pres	94
4.3.1.1.4	Aire para el Accionamiento del Equipo de Corte de Plasma-Aire con mayor Exigencias	94
4.3.1.1.5	Aire para el Soplado de Limpieza General	94
4.3.1.1.6	Aire para el uso de las Herramientas Neumáticas	94
4.3.2	Equipos y Accesorio para el Tratamiento del Aire	94
4.3.2.1	Equipo y Accesorio Comúnmente Utilizados	95
4.4	Selección y Dimensionamiento del Compresor de Aire	97
4.4.1	Selección del Tipo de Compresor de Aire	97
4.4.1.1	Compresor de Tornillo	98
4.4.1.2	Compresor de Émbolo	98

4.4.1.3 Requerimiento de la Planta	99
4.4.2 Determinación de la Presión Máxima del Compresor	99
4.4.3 Configuración del Compresor	101
4.4.3.1 Opcion1: Un Compresor Kaeser Modelo Sk 20T (Enfriado por Aire) que Abastece todo el Requerimiento de la Planta	101
4.4.3.2 Opción 2: Un Compresor Alup Modelo Serie Sonetto-20 (Enfriado por Aire) que Abastece todo el Requerimiento de la Planta	102
4.4.3.3 Opción 3: Un Compresor Alup Modelo SCK-25 que Bastece todo el Requerimiento de la Planta	103
4.4.3.4 Selección del Compresor	104
4.4.4 Hoja Técnica del Compresor Seleccionado	104
4.4.4.1 Datos Técnicos del Compresor	104
4.4.4.2 Dimensiones del Área Requerida para la Instalación del Compresor	105
4.4.4.3 Ciclos de Funcionamiento del Compresor	105
4.4.5 Potencia del Compresor	106
4.5 Calculo del Volumen del Recipiente	106
4.5.1 Método 1	107
4.5.2 Método 2	109
4.5.3 Método 3	110
4.5.4 Determinación del Volumen del Recipiente a Presión	110
4.6 Selección del Secador	111
4.6.1 Tipos de Secadores	111
4.6.1.1 Secador Frigorífico	112
4.6.1.2 Secador de Membrana	112

4.6.1.3 Secador por Adsorción	112
4.6.2 Selección y Configuración del Tipo de Secador	112
4.6.2.1 Configuración del Secador Frigorífico	112
4.6.2.1.1 Selección del Secador antes del Recipiente a Presión del Sistema de la Red	112
4.6.2.1.2 Selección del Secador después del Recipiente a Presión del Sistema de la Red	113
4.6.3 Dimensionamiento del Secador Frigorífico	114
4.7 Selección de la Ruta de la Red de Tubería de Aire Comprimido	114
4.7.1 Requerimientos Generales	115
4.7.1.1 Requerimientos Técnicos	115
4.7.1.2 Requerimiento de Seguridad Industrial	116
4.7.1.3 Requerimiento Económico	116
4.7.1.4 Requerimiento Institucionales	116
4.7.2 Alternativa de Ruta	116
4.7.3 Selección de la Ruta	116
4.7.3.1 Características de la Ruta de la Red de Tubería Seleccionada	117
4.8 Selección de Materiales para la Red de Tuberías	118
4.8.1 Códigos y Especificaciones	118
4.8.2 Material para la Tubería	118
4.8.2.1 Selección de la Tubería	119
4.8.3 Material para los Accesorios	123
4.8.4 Materiales y Tipos de Válvula	123
4.9 Dimensionamiento de la Red de Tubería	125

4.9.1 Segmentos que Componen la Red	125
4.9.1.1 Línea Principal	125
4.9.1.2 Línea Distribución	126
4.9.1.3 Línea de Servicio	126
4.9.1.4 Línea de Interconexión	126
4.9.2 Métodos para Dimensionar el Diámetro de Tubería	126
4.9.3 Calculo el Diámetro de Tubería	130
4.9.4 Dimensionamiento de los Diámetros de Tubería	133
4.10 Soportes de Tubería	135
4.11 Lista de Materiales	136
4.12 Planos de Construcción	136
5. Costos y Presupuesto	137
5.1 Costos de los Materiales y Equipos de la Red de Aire Comprimido	137
5.1.1 Costos Directos	137
5.1.2 Costos Indirectos	146
5.1.3 Costos Total del Proyecto	147
5.2 Costo de Operación	147
5.2.1 Costo del Sistema de Aire Comprimido	147
5.2.1.1 Costo Anual de Energía	148
5.2.1.2 Costo por Mantenimiento y Servicio	149
5.2.1.3 Costo Total de Operación Red de Aire Comprimido	150
6. Conclusiones	151
7. Recomendaciones	153
Referencias Bibliográficas	154

