

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP

PRESENTADO POR :
Br. FABRIZIO HERRERA LOAIZA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO
MODALIDAD POR SERVICIOS A NIVEL
PROFESIONAL**

CONSEJERO:
Mgt. Ing. MARIO GABRIEL CASTRO
IRRARAZABAL

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP

presentado por: FABRIZIO HERRERO LOPEZ con DNI Nro. 44621208 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO MECÁNICO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 0.9.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de JULIO de 2024

Firma

Post firma MARCO GABRIEL CASTIZO IZRAZABA L

Nro. de DNI 23908002

ORCID del Asesor 0000-0002-4667-4954

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:370737009

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME TECNICO FABRIZZIO HERRER
A [final].pdf**

AUTOR

FABRICIO HERRERA

RECUENTO DE PALABRAS

11299 Words

RECUENTO DE CARACTERES

53251 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 29, 2024 8:29 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 29, 2024 8:30 PM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.


- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


Dedicatoria

A Dios por ser mi Padre, Creador y Guía, porque nada pasa sin su voluntad y él ha permitido que este momento llegara. A mi mamá por su ejemplo alegría, optimismo, amor incondicional, A Daniela por estar a mi lado cuando más necesito de ella y ser mi compañera idónea. A Marcelo y Daniel mis hijos por ser el motivo y la luz fundamental de mi existencia.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------


Agradecimientos

A Dios, por ser mi creador, estar conmigo siempre, cuidarme y no permitir que pase necesidad, por ser la luz que ilumina mi camino y hacer que todo lo que acontece en mi vida sea lo más acertado. También agradezco a la universidad San Antonio Abad del Cusco y a los maestros que han dejado huella en mi aprendizaje, Así mismo a la empresa Lima Gas S.A. mis compañeros de trabajo junto a los cuales he podido desarrollar esta tan esperada meta. A mi familia que ha dejado que yo tenga el tiempo suficiente para permitirme lograr la realización de este añorado objetivo.


	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE GRAFICOS	viii
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. Introducción	12
II. Descripción del proyecto	13
2.1 Descripción de actividades	13
2.2 Aspectos referenciales	14
2.3 Cronograma de actividades del proyecto	15
2.4 Objetivos	15
2.5 Alcances	15
2.6 Estándares	15
2.7 Antecedentes	16
2.8 Ámbito geográfico	17

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	Fecha: 22/06/24
---	--	-----------------

	2.9 Condiciones geográficas	17
III.	El problema	18
	3.1 Planteamiento del Problema	18
	3.2 Problema general	19
IV.	Objetivos	19
V.	Alcances y limitaciones	20
	5.1 Alcances	20
	5.2 Limitaciones	20
VI.	Memoria descriptiva y especificaciones	20
VII.	Cálculo de pérdidas en la tubería	23
VIII.	Consideraciones de Diseño	29
IX.	Instalación, montaje y puesta en marcha del sistema de extracción de gases	45
X.	Detección de gases inflamables – área envasado	49
XI.	Conclusiones	52
	REFERENCIAS	52
	ANEXOS	

	<p style="text-align: center;">C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p style="text-align: center;">INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------


INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diámetros circulares equivalentes para ductos rectangulares

Tabla 2 Cálculo de caídas de presión estática

Tabla 3 Cálculo de presión de la velocidad para el flujo

Tabla 4 Cálculo de caídas de presión dinámica

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

ÍNDICE DE FIGURAS


Figura 1 Ubicación geográfica de la planta lima gas Cusco

Figura 2 Modelo del diseño del sistema de extracción de gases

Figura 3 Ventilador centrífugo

Figura 4 Detalle de ductos del sistema de extracción de gases

Figura 5 Tabla de cálculo de derrateo

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Organigrama planta cusco

Grafico 2 Plano de la vista alzada del sistema de extracción de gases

Grafico 3 Plano de la vista frontal del sistema de extracción de gases


Grafico 4 Tramos para el cálculo de caídas de presión

Grafico 5 Perdida de fricción por ductos

Grafico 6 Cálculo de caídas de presión dinámica

Grafico 7 Ubicación de accesorios en el sistema

Grafico 8 Localización de detectores de gases inflamables

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

INDICE DE FOTOGRAFIAS:

- Fotografía 1** Instalación de motor eléctrico antiexplosivo de clase I

- Fotografía 2** Características del motor eléctrico utilizado en el sistema de extracción de gases

- Fotografía 3** Instalación de ramal principal con 07 ductos de extracción global (45 metros), estas tienen rejillas de 20 cmx20cm en la parte inferior, para evitar el ingreso de elementos extraños.

- Fotografía 4** Unión mediante bridas cuadradas con empaque

- Fotografía 5** Aterramiento en cada ducto

- Fotografía 6** Instalación de ramal de ventilación

- Fotografía 7** Instalación Final de recorrido del ducto de extracción de gases.

- Fotografía 8** Inicio de prueba de instalación de gas

- Fotografía 9** Instalación de sensor detector de gases de glp (01 y 02) en la zona de plataforma, este detector de gases actúa por transmisor infrarrojo inteligente.

- Fotografía 10** Instalación de sensor detector de gases de GLP (03) en la zona de plataforma.


- Fotografía 11** Instalación de sensor detector de gases de GLP (04)

- Fotografía 12** Tablero de Control del Sistema de Extracción de Gases

- Fotografía 13** Tablero de Panel de control de los sensores de detección de gas.

- Fotografía 14** Tablero de Panel de control de los sensores

- Fotografía 15** Sirena de alarma del sistema de control de gases de GLP.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

RESUMEN


La implementación de un sistema de extracción automatizado de gases en una planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo (GLP) ha mejorado significativamente tanto la seguridad como la eficiencia operativa de la instalación. Este avanzado sistema consta de varios componentes clave, incluyendo sensores de gas estratégicamente ubicados para una detección precisa, controladores lógicos programables (PLC) que gestionan las señales y activan las respuestas necesarias, extractores de gases que eliminan rápidamente cualquier fuga detectada, y alarmas de seguridad que alertan al personal sobre posibles peligros.

El sistema está diseñado para detectar fugas de GLP de manera inmediata y activar automáticamente los extractores para ventilar las áreas afectadas. Esto reduce de forma efectiva el riesgo de explosiones, protegiendo tanto a los trabajadores como a la infraestructura de la planta. El proceso de implementación del sistema fue meticuloso, comenzando con una evaluación inicial exhaustiva de la planta para identificar las áreas críticas y posibles puntos de fuga.

El siguiente paso involucró el diseño detallado del sistema, seguido de la instalación cuidadosa de los equipos necesarios. La programación de los PLC fue un componente crucial, asegurando que el sistema respondiera correctamente a cualquier detección de gas. Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para verificar la funcionalidad y eficacia del sistema, y el personal de la planta recibió capacitación completa para operar y mantener el sistema de manera adecuada.

Los resultados de la implementación fueron altamente positivos. Hubo una notable reducción en las fugas de GLP, lo que mejoró significativamente la seguridad del personal y el cumplimiento de las normativas industriales pertinentes. Además, la rápida detección y mitigación de fugas minimizó las interrupciones en el proceso de envasado, aumentando la eficiencia operativa de la planta. Esta implementación no solo ha mejorado la seguridad y productividad, sino que también ha establecido un nuevo estándar en la gestión de riesgos, asegurando un entorno de trabajo más seguro y eficiente para todos.

Palabras clave: Gas licuado de petróleo, seguridad, eficiencia, extracción, automatización.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

ABSTRACT


The implementation of an automated gas extraction system at a Liquefied Petroleum Gas (LPG) bottling plant has significantly improved both the safety and operational efficiency of the facility. This advanced system consists of several key components, including strategically placed gas sensors for accurate detection, programmable logic controllers (PLC) that manage signals and trigger necessary responses, gas extractors that quickly eliminate any detected leaks, and security alarms that alert personnel to possible dangers.

The system is designed to detect LPG leaks immediately and automatically activate the extractors to ventilate the affected areas. This effectively reduces the risk of explosions, protecting both workers and plant infrastructure. The system implementation process was meticulous, beginning with a thorough initial assessment of the plant to identify critical areas and potential leak points.

The next step involved detailed system design, followed by careful installation of the necessary equipment. Programming the PLCs was a crucial component, ensuring the system responded correctly to any gas detection. Extensive testing was conducted to verify the functionality and effectiveness of the system, and plant personnel were fully trained to properly operate and maintain the system.

The results of the implementation were highly positive. There was a notable reduction in LPG leaks, significantly improving staff safety and compliance with relevant industry regulations. Additionally, rapid leak detection and mitigation minimized disruptions to the packaging process, increasing plant operational efficiency. This implementation has not only improved safety and productivity, but has also set a new standard in risk management, ensuring a safer and more efficient work environment for everyone.

Keywords: Petroleum liquid gas, security, efficiency, extraction, automation

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------


I. INTRODUCCION

El presente informe técnico, para optar el título profesional de ingeniero mecánico, presenta los cálculos, especificaciones técnicas y planos considerados para la instalación del sistema de extracción de gases en la planta envasadora de gas licuado de petróleo ubicada en la avenida República de Chile, lote B-15 del parque industrial de la ciudad del Cusco.

Lima Gas es una empresa comprometida en profesionalizar la comercialización del gas licuado de petróleo (GLP) y del gas natural comprimido (GNC) en el Perú, con más de 50 años demostrando ser expertos en el manejo de grandes proyectos. Actualmente cuenta con ocho plantas envasadoras con certificación ISO 45001, norma del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Mis labores desarrolladas en Lima Gas durante más de 5 años como bachiller en ingeniería mecánica me permiten desarrollar mi labor como supervisor de planta y supervisor de seguridad desempeñando un papel crucial para garantizar la seguridad, eficiencia y cumplimiento de las operaciones.

En la supervisión de procesos se desarrollan los de envasado, tara de cilindros, repesado, prueba de válvulas, entre otras en las que resalta el monitoreo constante asegurando de que se sigan procedimientos, normas de seguridad y el control de calidad, verificando de que el proceso de envasado cumpla con los estándares de calidad y seguridad en cada balón. Como supervisor de seguridad y salud ocupacional resalta el cumplimiento normativo bajo la utilización de uso de equipos de protección personal adecuados y seguimiento de prácticas seguras, así como el análisis de trabajo seguro aplicando formatos de inspección para tareas específicas identificando peligros y evaluando riesgos con énfasis en la preparación ante emergencias. Respecto al mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, sistemas y optimización de procesos logré identificar oportunidades de mejora en la eficiencia y reducción de costos como la ejecución del sistema de extracción de gases en la planta envasadora.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------


II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Una planta envasadora de GLP es una instalación industrial diseñada para recibir, almacenar y envasar gas licuado de petróleo (GLP) en cilindros, tanques o contenedores más pequeños para facilitar su transporte y uso por parte de los consumidores. Estas instalaciones desempeñan un papel vital en la cadena de suministro de gas natural, permitiendo que el gas natural llegue de manera segura a áreas y comunidades remotas donde la infraestructura de gasoductos no se puede construir o no es rentable, dentro de este proceso hay diversas acciones que realizar como supervisor de planta entre las cuales se desarrolla un monitoreo de procesos, control de calidad y verificación de equipos, dentro de cada uno de estos procesos se realiza la recepción de cisternas hasta el despacho de unidades, se deben cumplir satisfactoriamente los estándares de calidad y seguridad que ofrece la empresa a cada uno de sus usuarios, rondas de inspección rápida de equipos, supervisión de labores de contratistas y subcontratistas.

2.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:

Dentro de las actividades ejecutadas para la instalación del sistema de extracción de gases se tiene:

- Alcanzar la información necesaria para realizar los cálculos de dimensionamiento del sistema.
- Determinar las condiciones físicas de materiales, equipos y ductos correspondientes al sistema
- Determinar la caída de presión en el sistema que ayude a determinar la capacidad del motor a utilizar.
- Comprobar los resultados obtenidos utilizando métodos analíticos.
- Analizar la caída de presión desde la toma de aire mas alejada hasta la expulsión de gases al ambiente o chimenea para determinar posibles mejoras a implementar en el sistema.
- Dar a conocer el aporte de las actividades ejecutadas a fin de mejorar las condiciones operativas de la planta envasadora.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

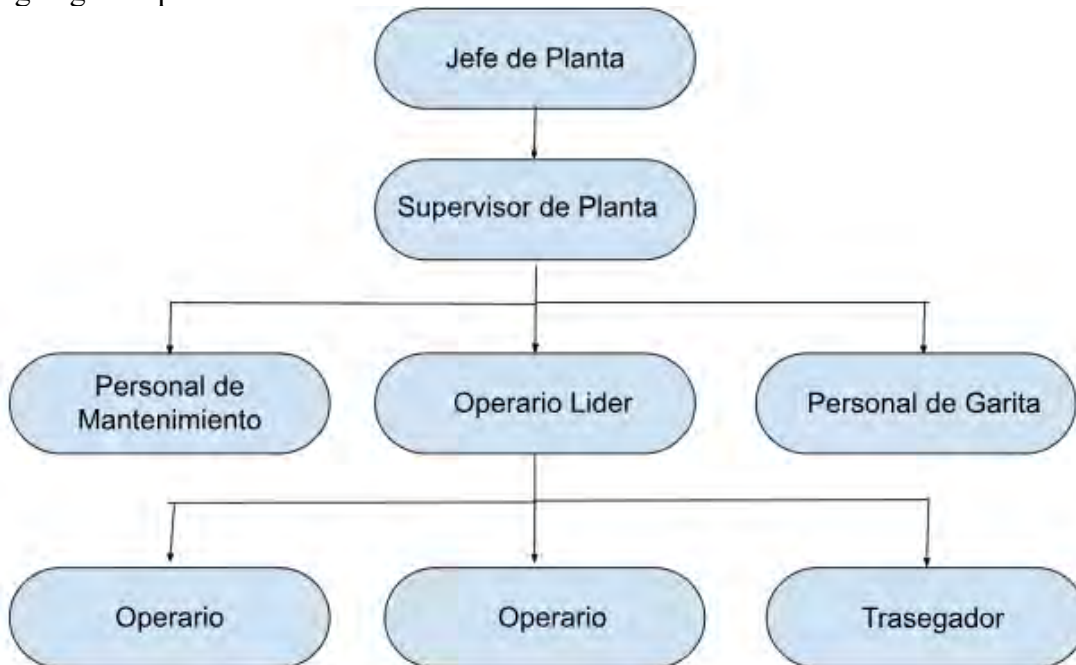
2.2 ASPECTOS REFERENCIALES

1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.


- Razón Social : Lima Gas S.A.
- Dirección Legal : Calle Bernini 149, Piso 4
- Distrito / Ciudad : San Borja
- Departamento : Lima
- Página Web : <http://www.limagas.com.pe>

2 ORGANIZACIÓN

Grafico 1
Organigrama planta cusco



Fuente: Lima Gas S.A.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

2.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

FECHA DE INICIO: 08 DE DICIEMBRE DEL 2019

FECHA DE TÉRMINO: 29 DE ENERO DEL 2020

Las actividades desarrolladas en este informe son parte del plan de ejecución, y todos los entregables están programados para desarrollarse dentro de los 52 días calendario de la documentación técnica, como informes de cálculo, listo de equipos, listo de líneas de producción y hojas de información de equipos mecánicos, ductos y accesorios.

2.4 OBJETIVOS

A fin de reducir o eliminar los riesgos que pudieran desencadenar la presencia de GLP se emplea el (SEG). El cuál es el encargado de extraer automáticamente los gases inflamables que se generan en plataforma de envasado, el sistema de extracción se activará cuando las concentraciones sean mayores o iguales a 20% LEL. La activación del extractor será como mínimo 30 segundos después de bajar del nivel de activación.


2.5 ALCANCES

- ✓ Revisar la información referida a extractores de aire en ambientes.
- ✓ Desarrollo de análisis de posibilidades de implementación conceptualmente.
- ✓ Desarrollo de maqueta conceptual
- ✓ Elaboración de planos y documentos civiles
- ✓ Instalación de sistema de extracción de gases.
- ✓ Integración del sistema de detección de GLP con el sistema de extracción.

2.6 ESTÁNDARES

Toda actividad comprendida dentro del alcance de este documento se ha realizado en conformidad a la documentación vigente aprobada y emitida por las siguientes organizaciones:

- Guía para la adecuación de las nuevas disposiciones establecidas en el Decreto Supremo N° 009-2020-EM, aplicable a las instalaciones de Plantas

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Envasadoras de GLP – OSINERGMIN.

- Guía para la verificación del cumplimiento de las Condiciones de Criticidad Alta, aplicable a las Plantas Envasadoras de GLP – OSINERGMIN.
- Guía Ambiental para el Manejo de Emisiones Gaseosas de Refinerías de Petróleo – MINEM.

2.7 ANTECEDENTES

El proceso de envasado de GLP en estas plantas contempla varias etapas:

Recepción de GLP: El gas natural se recibe de proveedores mediante camiones cisterna.

Estos camiones cargan GLP en los tanques de almacenamiento estacionario de la planta.

Almacenamiento: El GLP se almacena temporalmente en tanques de almacenamiento a temperatura y presión controladas para garantizar su estabilidad y seguridad.

Filtración: El gas se filtra para eliminar impurezas que pueden causar problemas en los cilindros de consumo.

Embalaje: El GLP se bombea en botellas, tanques de almacenamiento portátil (granelero) o contenedores más pequeños (balones) donde se dosifica y sella para su distribución.

Control de calidad: Existen controles estrictos para garantizar que el gas envasado cumpla con los estándares de seguridad y calidad requeridos.

Al realizar estos procesos se llegan a liberar GLP al medio ambiente producto principalmente de desconectar la alimentación de GLP, pruebas de estanqueidad, control de calidad, labores de trasiego, venteo de recipientes. El GLP al mezclarse con el aire logra una mezcla explosiva que solo requiere de una pequeña chispa o temperatura adecuada para generar fuego.

Bajo estas circunstancias sumado a la deficiente ventilación natural debido a espacios estrechos y techo bajo se tiene el riesgo latente de un incendio.

Se requiere por tanto un sistema de extracción de aire adecuado que garantice su activación apenas se detecte mezcla explosiva por medio de sensores correctamente ubicados.

2.8 AMBITO GEOGRAFICO

La planta envasadora de GLP Lima Gas Cusco se encuentra en el parque industrial Avenida República de Chile B-15 del distrito de Wanchaq.

Figura 1


Ubicación geográfica de la planta lima gas Cusco



Fuente: Googlemaps

2.9 CONDICIONES METEREOLÓGICAS

El clima local y de temperaturas moderadas, lluvioso moderadamente con una temperatura máxima media de 19.6°C como máxima y 4.4°C como mínima. De diciembre a mayo es temporada de lluvias y entre junio y julio son comunes las heladas. La altitud promedio de la ciudad es de 3363 m.s.n.m

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

III. EL PROBLEMA

3.1 Planteamiento del Problema

Las plantas envasadoras de GLP reciben cisternas de aprovisionamiento, al presentarse en planta se constata toda documentación importante de tanto el material transportado como de la unidad vehicular, con el objetivo de que esta pueda operar dentro de planta brindando las condiciones de seguridad requeridas.


Dentro de planta se ubica convenientemente para conectar mediante una manguera al sistema de tuberías que permite el paso del GLP de la unidad de aprovisionamiento a los tanques estacionarios aéreos o soterrados que almacenan todo el GLP contenido en la unidad, luego de completado el proceso de trasiego de cisterna esta se retira para traer nuevamente producto.

El GLP contenido en los tanques estacionarios se distribuye convenientemente para labores de carga de unidades granel o para envasado de balones de diferentes presentaciones tales como: 5 kg, 10 kg, 15 kg, M15 y 45 kg.

Para dicho proceso en plataforma, que así se designa al área clasificada en el que se realizan labores tales como la tara de cilindros, envasado de cilindros, repesado de cilindros, prueba de estanqueidad, pintado de cilindros, emblemado y precintado de cilindros.

En cada labor realizada en este espacio se utilizan equipos antiexplosivos, neumáticos, aterrados, aislados eléctricamente ya que al realizar dichas labores se genera presencia de GLP en el ambiente, esto es incontenible y se presenta en cada planta envasadora de GLP. Estas plantas envasadoras presentan islas separadas por un patio de maniobras de las paredes colindantes con terrenos vecinos, una losa distanciada del piso de patio de maniobras con una altura no menor de medio metro y un techo alto. Todo esto para garantizar una correcta ventilación o renovación de aire, ya que el GLP se mezcla rápidamente con el aire y pierde la capacidad de combustión.

En planta Cusco de la empresa Lima Gas se cumple estrictamente controles de mitigación

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

de riesgos mediante un sistema de seguridad y salud en el trabajo, más las condiciones físicas no son del todo favorables: el área de la isla o plataforma es muy reducida, las paredes que separan los terrenos de vecinos colindantes están presentes en la misma plataforma y el techo es demasiado bajo llegando a generar un espacio estrecho, cerrado y poco ventilado.

La ubicación estratégica de la planta, la calidad del producto terminado y el renombre alcanzado por la empresa genera gran demanda del producto envasado siempre al alza, siendo la empresa líder en ventas de GLP envasado en la ciudad del Cusco. Teniendo dos turnos de trabajo con uso de horas extra y analizando la posibilidad de implementar un tercer turno vespertino, se da por descontado que cada trabajo de mantenimiento o implementación no debe generar paradas o retrasos de producción.

Se hace indispensable el uso de la experiencia de la ingeniería mecánica a fin de implementar un sistema que garantice condiciones de seguridad óptimas, aprovechando el espacio disponible, no generando paradas de producción en su implementación, uso diario ni mantenimiento.


Mediciones de mezcla explosiva realizadas en plataforma con el uso de un explosímetro indican la presencia de mezcla explosiva un promedio de 38 veces al día. Dicha condición se mantiene hasta por 40 segundos.

3.2 Problema General

Implementar un sistema automatizado de extracción de gases en una planta envasadora de GLP

IV. OBJETIVOS

Con el informe técnico presente se muestra los conceptos necesarios, procedimientos de cálculo y análisis de resultados de estos para la implementación de ductos para la extracción de gases, su disposición y dimensiones, antes y a continuación del ventilador; dichos cálculos dan como resultado también la capacidad del motor necesario para impulsar el ventilador que permite la extracción de gases. La implementación del sistema y el análisis de resultados a partir de la misma serán también objetivos del presente informe.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Se explicará de manera particular:

- Los conceptos necesarios para la ejecución del proyecto
- Los cálculos necesarios para determinar las dimensiones y disposición de las líneas de extracción y chimenea
- Capacidad del motor a utilizar.
- Comprobar los resultados obtenidos utilizando métodos analíticos.
- Gráfico de la caída de presión en el tramo más largo en el sistema.
- Cálculo del motor y características necesarias para utilizar en el sistema.
- Identificación de los sensores de mezcla explosiva y su ubicación.
- Análisis de origen de mezcla explosiva en plataforma.

V. ALCANCES Y LIMITACIONES

5.1 Alcances

- Los cálculos en tuberías ayudaran a determinar el correcto diámetro adecuado a las condiciones de espacio en plataforma
- Tanto el motor como la hélice y tuberías del sistema deben ser catalogado como antiexplosivo según la normativa vigente.

5.2 Limitaciones

- El caudal determinado por el volumen del recinto y el tiempo necesario de extracción de aire es de 9050 CFM
- No se detallará en el presente informe el diseño del PLC utilizado.
- No se desarrollará el diseño de la alimentación eléctrica del sistema.


VI. . MEMORIA DESCRIPTIVA Y ESPECIFICACIONES

6.1 ESTANDARES

NFPA 58 (Liquefied Petroleum Gas Code)

Publicado por la National Fire Protection Association (NFPA), este código establece los requisitos para el almacenamiento, manejo, transporte y uso de GLP. Incluye directrices para la instalación de tanques, tuberías, válvulas y equipos de seguridad

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) Regulations

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

OSHA establece normativas de seguridad laboral que las plantas envasadoras de GLP deben cumplir. Esto incluye la prevención de riesgos laborales, el uso de equipos de protección personal (EPP) y la implementación de programas de capacitación para los empleados.

API (American Petroleum Institute) Standards

API publica normas y recomendaciones para la industria del petróleo y gas, que incluyen directrices para el diseño y operación segura de plantas envasadoras de GLP.

ISO (International Organization for Standardization) Standards


ISO 9001: Estándar de gestión de calidad que asegura que los procesos de la planta están bien documentados y controlados.

ISO 14001: Estándar de gestión ambiental que ayuda a las plantas a minimizar su impacto ambiental y a cumplir con las normativas legales y otros requisitos ambientales.

A. DESCRIPCION DEL DISEÑO

Por la naturaleza de las operaciones realizadas se tiene en plataforma alta concentración de GLP en el ambiente, el mismo por ser más denso que el aire se deposita a nivel del piso de plataforma. El sistema presentado puede extraer los gases del ambiente. Para esto se presenta un diseño de un sistema de extracción de gases, con el fin de extraer los gases residuales, conducirlos a un ambiente exterior y puedan ser dispersados en el ambiente fuera de planta. El GLP al ser más denso que el aire se deposita en ubicaciones bajas, las rejillas de las tuberías deben de posicionarse en la parte baja de las mismas.

El Sistema de Extracción de Gases es el encargado de extraer automáticamente los posibles gases inflamables que se pudieran formar en el área de llenado, el sistema de extracción se activará cuando las concentraciones sean mayores o iguales a 20% LEL. La activación del extractor será como mínimo 30 segundos después que descienda del nivel de activación. Las concentraciones en el área son monitoreadas por cuatro (4)

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

detectores de gases Inflamables PIR 3000. Incluye:

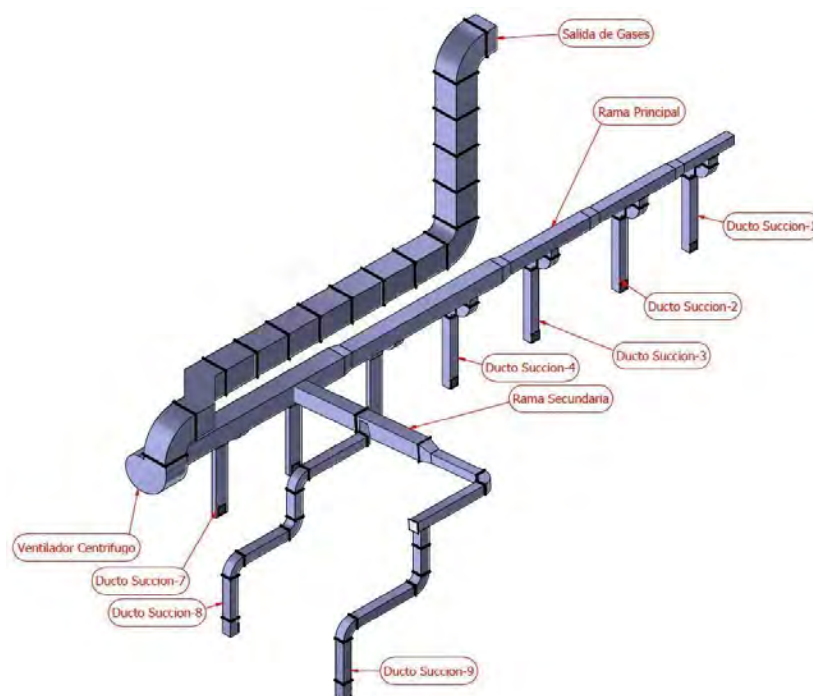
- Ventilador centrífugo: construido y fabricado en material de aluminio para evitar la generación de punto de ignición.
- Motor eléctrico de clase I división I ATEX.
- Red de Ductos de extracción con 45 metros lineales de ducto cuadrado cuyo material es de plancha de galvanizada al carbono fabricados en hojas de 1.8mm espesor. Con bridas a cada 3m, pintado con base epoxi y acabado barniz laca de poliuretano ignifuga color gris que evita la propagación y la formación de la llama.
- Rejillas de 20cmx20cm (09 unidades).
- Tablero de Control (1 unidad)


Se plantea el diseño de un sistema de extracción por medio de ductos de succión correctamente distribuida alrededor de la plataforma de envasado. Para lo cual se utilizará un ventilador centrífugo cuya fuerza motriz es un motor eléctrico antiexplosivo.

Este extractor Centrífugo será impulsado por un motor eléctrico con reductor por poleas. Este dispositivo funcionará cada vez que un sensor detecte presencia de gases residuales en el ambiente mayores a 20% de LEL en plataforma.

Figura 2:

Modelo del diseño del sistema de extracción de gases

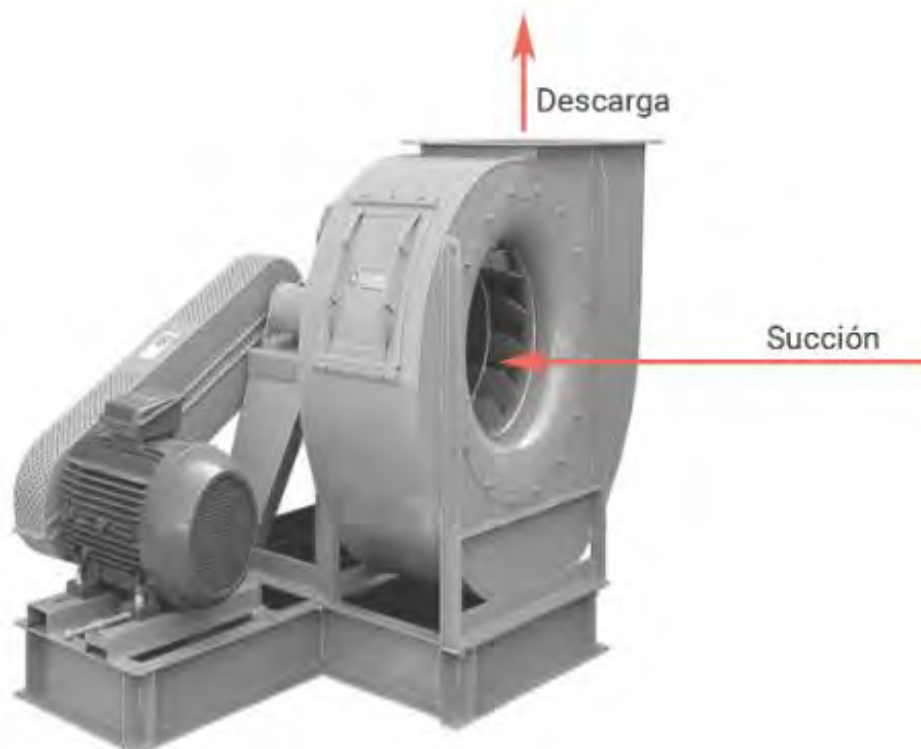


	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Fuente: Limagas S.A.

Figura 3:

Ventilador centrífugo




Fuente: SODECA Perú

VII. CALCULO DE PERDIDAS EN LA TUBERIA

A. Flujo de Aire en Ductos:

Se define como flujo de aire en ductos al movimiento de mezcla de aire que circula a través de conductos diseñados a tal fin, impulsado por diferentes medios como son los ventiladores, sistemas de aire acondicionado por ventilas o por diferencia de presión generada entre los dos puntos de succión y expulsión de la mezcla de aire.

El flujo del fluido puede ser laminar o turbulento de acuerdo a la velocidad del fluido y de las condiciones como la rugosidad, dimensiones del conducto y accesorios utilizados para el correcto traslado del fluido.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

El diseño adecuado de estos ductos es crucial para que el flujo sea óptimo en sistemas de calefacción, aire acondicionado, ventilación y extractores de mezcla de aire.

B. Numero de Reynolds

Es una cifra adimensional que se usa en la mecánica de fluidos para predecir el comportamiento de la mezcla de aire en un sistema. Se calcula dividiendo la fuerza inercial entre la fuerza viscosa en el movimiento de un fluido. Matemáticamente es expresada de la siguiente manera:

Donde:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

- Re es el número de Reynolds.
- ρ es la densidad del fluido.
- V es la velocidad característica del flujo
- L es una longitud característica (como el diámetro de un conducto).
- μ es la viscosidad dinámica del fluido.

Es fundamental para determinar si un flujo es laminar (sin turbulencia presentando ordenadas capas) o turbulento (presentando remolinos)


Si $Re < 2000$ el flujo es laminar y turbulento si es mayor a 4000.

C. Ecuación de Darcy-Weisbach

Es la ecuación que determina la pérdida de carga en un flujo a través de un ducto debido a la fricción entre el fluido y el ducto, relaciona la pérdida de carga con la velocidad del flujo, la rugosidad y diámetro presente en el interior de los ductos.

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

- h_f es la pérdida de carga en el conducto (en metros).

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

- f es el factor de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional), que depende de la rugosidad de la superficie interna del conducto y del régimen de flujo.
- L es la longitud del conducto (en metros).
- D es el diámetro del conducto (en metros).
- V es la velocidad media del flujo (en metros por segundo).
- g es la aceleración debida a la gravedad (en metros por segundo al cuadrado).

D. Factor de Fricción

Cifra adimensional determinada por las condiciones de rugosidad, diámetro y condición del flujo representada en el número de Reynolds.

En flujos laminares: la Ley de Poiseuille determina como:

$$f = \frac{64}{N_R}$$

Para flujos turbulentos:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 (D/\varepsilon)} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2}$$


- D es el diámetro
- ε es la rugosidad relativa
- N_R es el número de Reynolds

E. Perfiles de Velocidad en Secciones No Circulares

La velocidad a la que se mueve un fluido en contacto con una frontera estacionaria es considerada cero. Luego esta velocidad se incrementa en puntos alejados de la pared, encontrando una velocidad máxima en la línea central de la tubería que la contiene.

En la presencia de un flujo laminar se encuentran una serie de capas concéntricas deslizándose una sobre la otra esto da una representación parabólica del perfil de velocidad.

En presencia de flujo turbulento es descrito como entremezclado y caótico, la velocidad del fluido cambia rápidamente desde velocidad cero presentes en el límite

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

de la pared del ducto hasta una distribución casi uniforme en la sección transversal y está siempre varía en función del factor de fricción f , que a su vez se modifica con el número de Reynolds.

F. Pérdidas de Presión menores

Se consideran accesorios a los codos, tes, válvulas, amortiguadores, ampliaciones y reducciones que se instalan en un sistema de movimiento de aire, estas pérdidas se calculan en términos del coeficiente de resistencia K .

$$h_L = K(v^2/2g)$$

- h_L es la pérdida menor
- K es el coeficiente de resistencia
- v es la velocidad del flujo

Para la ampliación gradual, la constante K viene determinada con la relación de diámetros y el ángulo del cono mediante tablas o gráficos

Los fabricantes de dichos accesorios definen mediante ensayos la manera de calcular el cociente de resistencia K


G. Sistemas de Tuberías en Serie y Paralelo

En el sistema en serie el flujo se traslada por una sola trayectoria en todo el sistema, en paralelo toma más de una trayectoria mientras se mueve en el sistema. Ambos sistemas tienen aplicaciones específicas de acuerdo a los requerimientos de eficiencia, flujo y presión.

El dominio de los métodos de análisis y de diseño de tuberías permite ubicar los elementos deseables en un sistema, donde realizar un análisis de presiones, cuáles son las velocidades razonables en el sistema y reemplazar elementos para conseguir reducir pérdidas, minimizar la utilización de espacios y abaratar costos.

Todo análisis de sistemas de tuberías está basado en la ecuación de la energía considerando la particularidad de cada aplicación. Lo importante es ubicar valores de flujo en las ramas y la cantidad de presión que se pierde en cada rama de tubería hasta el final del circuito.

Habiendo dos presiones en puntos determinados 1 y 2 se halla la diferencia de presión.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Despejando la caída de presión:

$$p_1 - p_2 = \gamma[(z_2 - z_1) + (v_2^2 - v_1^2)/2g + h_L]$$

H. Flujo de Aire en Ductos


El movimiento de aire a través de ductos se aplica en sistemas de aire acondicionado, ventilación, calefacción. El flujo se caracteriza por diversos parámetros

- Velocidad de Aire: medido en metros por segundo o pies por minuto
- Presión estática: la presión del fluido en relación con la presión atmosférica.
- Presión dinámica: presión generada por el movimiento del fluido y su velocidad, se calcula en relación a la presión estática y en unidades de presión.
- Flujo de fluido: es el caudal que pasa por el área del ducto en determinado tiempo en unidades de metros cúbicos por segundo o pies cúbicos por minuto.
- Perfil de presión: es como se distribuye las presiones en la continuidad de los ductos, donde se afecta la eficiencia.

En los sistemas de ductos, hay dos formas principales de pérdida de energía que resultan en una disminución de la presión a lo largo del recorrido del flujo. Las pérdidas debidas a la fricción se producen cuando el aire se desplaza a lo largo de tramos rectos del conducto, mientras que las pérdidas dinámicas tienen lugar cuando el aire atraviesa accesorios como codos y válvulas, así como dispositivos diseñados para regular el flujo.

Las pérdidas generadas por la fricción se pueden calcular haciendo uso de la ecuación de Darcy, sin embargo, la American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers (ASHRAE) ha realizado diagramas caracterizando condiciones frecuentes al diseñar ductos.

Se presentan las pedidas por fricción h_L como una función de la velocidad del fluido en el ducto mostrando dos conjuntos de líneas diagonales que indican el diámetro de los conductos circulares y la velocidad del flujo. Se utiliza el símbolo h_L para denotar

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

la pérdida por fricción por cada 100 pies de ducto. Por lo tanto, la pérdida total de energía para una longitud dada L del ducto se denota como HL y se calcula a partir de

$$H_L = h_L(L/100)$$

Debido a las limitaciones de espacio se utilizan ductos de perfil rectangular o cuadrado, para caracterizar estos elementos se utiliza el diámetro equivalente con la siguiente formula.

$$D_e = \frac{1.3(ab)^{5/8}}{(a+b)^{1/4}}$$

Donde a y b son numéricamente los lados del rectángulo

Las perdidas consideradas dinámicas se calculan utilizando el coeficiente de perdida que los fabricantes de accesorios publican sobre las caídas de presión generadas. Se utiliza la siguiente formula:

$$H_L = C(H_v)$$

Donde C es el coeficiente de perdida y Hv indica la presión de velocidad y cuando la velocidad esta expresada en pies por minuto con condiciones estándar del aire:

$$H_v = \left(\frac{v}{4005} \right)^2$$


I. Métodos de Cálculo de Ductos

Al analizar sistemas de ductos se pueden utilizar tres métodos buscando un flujo eficiente y saber cuáles son las pérdidas de presión, estos enfoques ayudan a optimizar el flujo en sistemas de tuberías.

El cálculo en ductos se puede realizar por uno de los tres métodos siguientes:

- Reducción de velocidad
- Igualdad de pérdidas por rozamiento o perdida constante de carga
- Recuperación estática

Se distinguen a conseguir diferentes grados de empleo, economía y precisión.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Método de reducción de velocidad: Consiste en la selección de velocidad de salida en descarga del ventilador y designar reducciones arbitrariamente hasta la salida del sistema. En este método se requiere compensar el sistema por lo que se requiere instalar compuertas divisoras

J. Método de pérdida constante de carga:

Es el más utilizado para sistemas de extracción de aire, se considera igual pérdida de carga por cada unidad de longitud en todo el sistema, no requiere compensar el sistema. Procede elegir la velocidad de inicio en el ducto próximo al ventilador, esta velocidad debe determinarse usando de referencia una tabla luego se determina la pérdida de carga por unidad de longitud, esta se mantiene constante y se para determinan diámetros equivalentes a partir de las velocidades y caudales en cada ducto reduciendo la velocidad en el sentido de la corriente.

K. Método de reducción estática


Se debe dimensionar el ducto de forma que el incremento de la presión estática que se genera en las ramas compense a las pérdidas por rozamiento en la sección del ducto siguiente. Optimiza la distribución del flujo de fluido mediante el aprovechamiento de la energía cinética y su conversión en energía de presión estática, dando como resultado una distribución más uniforme y eficiente del fluido a lo largo del sistema.

VIII. CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

El área de la plataforma es de 256 metros cuadrados y se considera una altura de un metro para la extracción de gases, el tiempo de extracción se determina en 60 segundos. Se utilizará un motor eléctrico antiexplosivo, que elevará la mezcla por medio de una chimenea por encima de los 10 metros.

A. Datos Iniciales:

- Área de la Zona de Envasado: $A = 256 \text{ m}^2$

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

- Altura de Extracción de los gases: $h = 1m$
- Tiempo de Extracción: $t = 60 s$
- Cantidad de Extracción: $Vol = 256 \times 1 = 256 m^3$.
- Caudal de Extracción: $Q = \frac{Vol}{t} = 4.27 \frac{m^3}{s}$
 $Q = 9047.63 CFM$

B. Parámetros de Diseño:

Se establece:

Para Velocidades de transporte sugeridas para fluidos en tuberías

- Velocidad de gases para ductos:

$$Velc = 1500 \text{ a } 2500 \text{ ft/min} = 12.7 \text{ m/s}$$

C. Dimensionamiento:

- Ducto Principal:

Del Caudal y de la Velocidad permitida se establece el área de ducto:

$$A_{duc} = \frac{Q}{V} = \frac{9047.63 \text{ CFM}}{2500 \text{ ft/min}} = 3.62 \text{ ft}^2 = 0.336 \text{ m}^2$$

Lo cual obtenemos el diámetro equivalente en Tubería redonda:

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = 3.62 \text{ ft}^2$$

$$d = 2.15 \text{ ft} = 25.8 \text{ in} = 0.654 \text{ m}$$


Escogemos el diámetro comercial más cercano:

$$dc = 26 \text{ in}$$

Escogeremos equivalente ductos rectangulares:

Dimensiones $a=24\text{in}$, $b=24\text{in}$

Hallamos el diámetro equivalente:

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

$$De = \frac{1.3 * (a * b)^{\frac{5}{8}}}{(a + b)^{\frac{1}{4}}} = 26.24 \text{ in}$$

Con este parámetro se comienza el cálculo principal.

D. Distribución General:

En base a lo anterior, se dimensiona considerando los procesos de tara, envasado, pesado y control de válvulas y orings, distribuyendo las tomas de aire para poder extraer los gases residuales en el ambiente en un minuto. El modelado del sistema lo realiza la empresa consultora y ejecutora de servicios a beneficio de Lima Gas S.A: Semmaq S.A.C

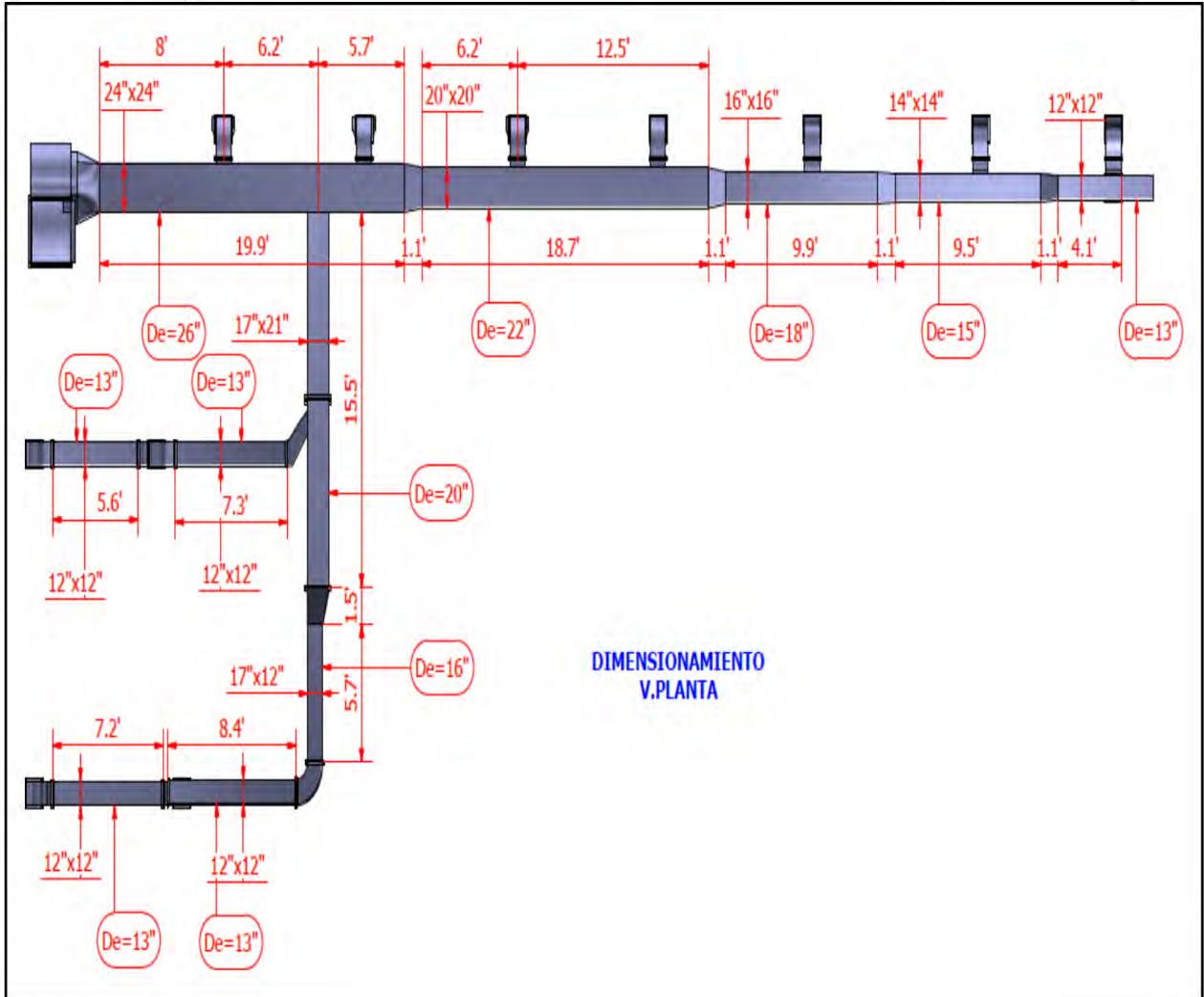
E. Planos de diseño de extracción.

Grafico 2

Plano de la vista alzada del sistema de extracción de gases



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP



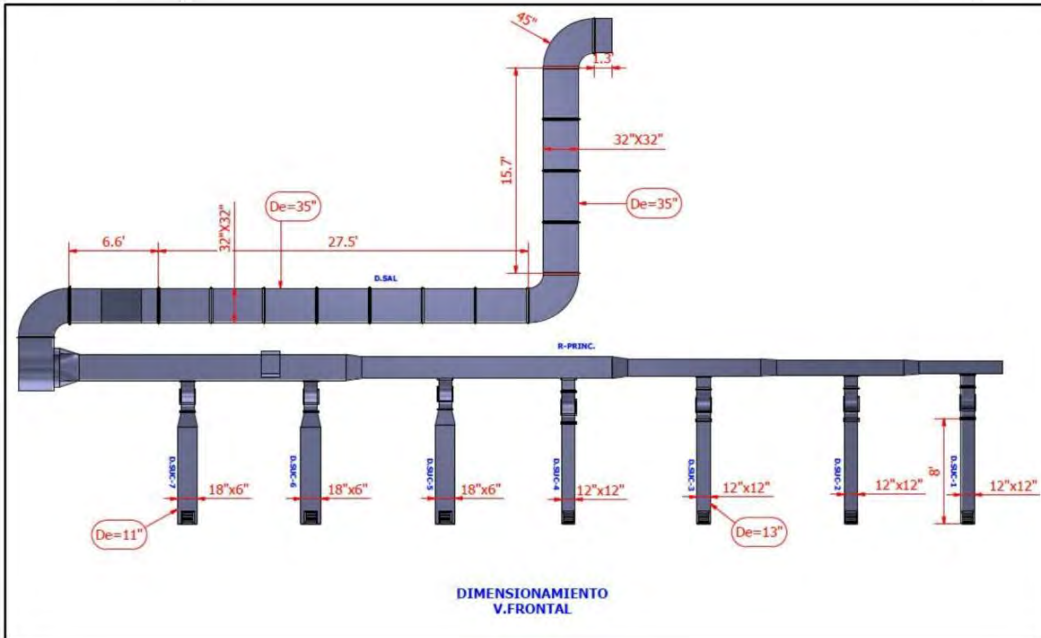
Fuente: SEMMAQ S.A.C

Gráfico 3

Plano de la vista frontal del sistema de extracción de gases



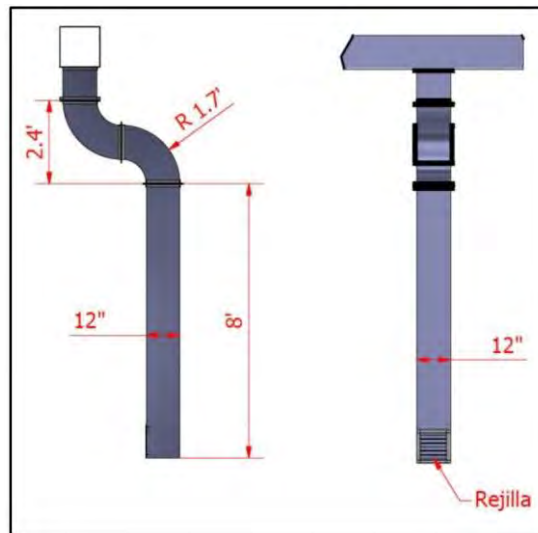
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP



Fuente: SEMMAQ S.A.C

Figura 4


Detalle de ductos del sistema de extracción de gases



Fuente: SEMMAQ S.A.C

F. Caída de Presión:

Se calcula la caída de presión estática determinando la velocidad en el ducto y el diámetro equivalente y utilizando el grafico de pérdidas por fricción.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

La caída de presión dinámica se evalúa en los accesorios que se encuentran en el sistema: rejillas, codos, ampliaciones y tes considerando el coeficiente de cada accesorio y el factor de fricción dinámico en cada tramo.

G. Caída de Presión Estática:

Considerando una novena fracción del caudal total para cada toma de aire. Y tomando el diámetro equivalente de cada ducto, se muestra en la siguiente tabla la caída de presión estática en cada ducto sistema.

La American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) tiene diseñados diagramas especiales que logran describir las condiciones consideradas típicas en el diseño de ductos.

Para obtener la pérdida por fricción h_L tenemos el gráfico 5 que se obtiene a partir de la rapidez del flujo de volumen, con dos conjuntos de líneas diagonales que indican el diámetro de los ductos circulares y la velocidad del flujo.


El símbolo h_L se indica para calcular la pérdida por fricción por cada 100 ft de ducto. Entonces, la pérdida total de energía para una longitud L dada del ducto se llama HL y se encuentra a partir de

$$HL = h_L(L > 100)$$

Debido a las limitaciones de espacio presentadas se utilizan ductos rectangulares.

Al efectuar las sustituciones necesarias del radio hidráulico por el diámetro en las fórmulas utilizadas para calcular la velocidad, el número de Reynolds, la rugosidad relativa y el correspondiente factor de fricción, se puede concluir que el diámetro circular equivalente para un ducto rectangular es:

Diámetro circular equivalente para un ducto rectangular donde a y b son los lados del rectángulo que lo caracteriza:

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	Fecha: 22/06/24
---	---	-----------------

$$D_e = \frac{1.3(ab)^{5/8}}{(a + b)^{1/4}}$$

Tabla 1

Diámetros circulares equivalentes para ductos rectangulares

Lado b (in)	Lado a (in)													
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
6	6.6													
8	7.6	8.7												
10	8.4	9.8	10.9											
12	9.1	10.7	12.0	13.1										
14	9.8	11.5	12.9	14.2	15.3									
16	10.4	12.2	13.7	15.1	16.4	17.5								
18	11.0	12.9	14.5	16.0	17.3	18.5	19.7							
20	11.5	13.5	15.2	16.8	18.2	19.5	20.7	21.9						
22	12.0	14.1	15.9	17.6	19.1	20.4	21.7	22.9	24.0					
24	12.4	14.6	16.5	18.3	19.9	21.3	22.7	23.9	25.1	26.2				
26	12.8	15.1	17.1	19.0	20.6	22.1	23.5	24.9	26.1	27.3	28.4			
28	13.2	15.6	17.7	19.6	21.3	22.9	24.4	25.8	27.1	28.3	29.5	30.6		
30	13.6	16.1	18.3	20.7	22.0	23.7	25.2	26.6	28.0	29.3	30.5	31.7	32.8	

Fuente: Robert l. Mott. A.a 2015.mecanica de fluidos.


	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO	Fecha: 22/06/24
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	

Tabla 2

Cálculo de caídas de presión estática

TRAMO	CANT	Q [m3/s]	Area [m2]	V [m/s]	Area [pulg2]	De [pulg]	De [mm]	hL [Pa/m]	L [m]	HL [Pa]
A	6	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	2.438	13.90
B	3	0.474	0.070	6.801	18x06	10.96	278.38	1.95	2.598	15.20
C	4	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	1.707	6.49
D	2	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	1.778	3.38
E	2	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	0.914	1.74
F	1	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	1.737	1.65
G	1	2.370	0.258	9.186	20x20	21.9	556.26	1.50	1.624	2.44
H	1	0.474	0.093	5.102	16x16	17.5	444.50	1.00	1.249	1.25
I	1	0.948	0.093	10.205	16x16	17.5	444.50	2.60	3.170	8.24
J	1	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	0.927	0.88
K	1	0.474	0.126	3.750	14x14	15.3	388.62	0.45	1.249	0.56
L	1	0.948	0.126	7.500	14x14	15.3	388.62	1.60	1.341	2.15
M	1	0.948	0.164	5.780	16x16	17.5	444.50	0.80	1.348	1.08
N	1	1.422	0.164	8.671	16x16	17.5	444.50	1.95	1.365	2.66
O	1	1.422	0.258	5.512	20x20	21.9	556.26	0.60	0.945	0.57
P	1	1.896	0.258	7.349	20x20	21.9	556.26	0.95	2.522	2.40
Q	1	2.370	0.372	6.371	24x24	26.2	665.48	0.60	0.744	0.45
R	1	2.844	0.372	7.645	24x24	26.2	665.48	0.85	0.744	0.63
S	1	3.792	0.372	10.194	24x24	26.2	665.48	1.60	1.336	2.14
T	1	4.266	0.372	11.468	24x24	26.2	665.48	1.60	2.225	3.56
U	13	4.266	0.661	6.454	32x32	35.0	889.00	0.50	1.196	7.77
									HL [Pa]	79.12

Fuente

: Elaboración propia

Nota: Estos valores obtenidos han sido validados utilizando métodos analíticos y ecuaciones empíricas, esto mostrado en el anexo 1 del presente informe.


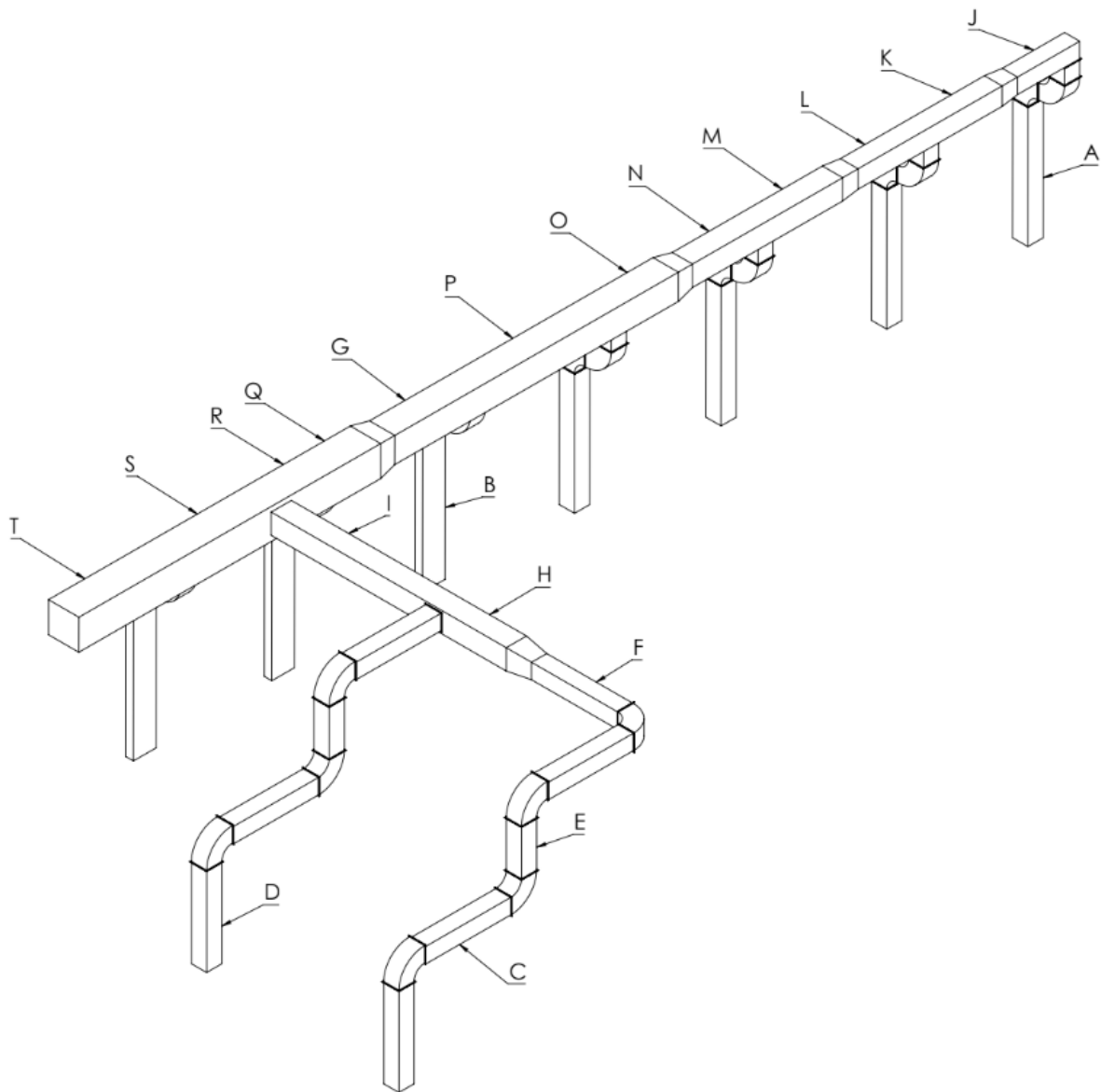
	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Grafico 4

Tramos para el cálculo de caídas de presión



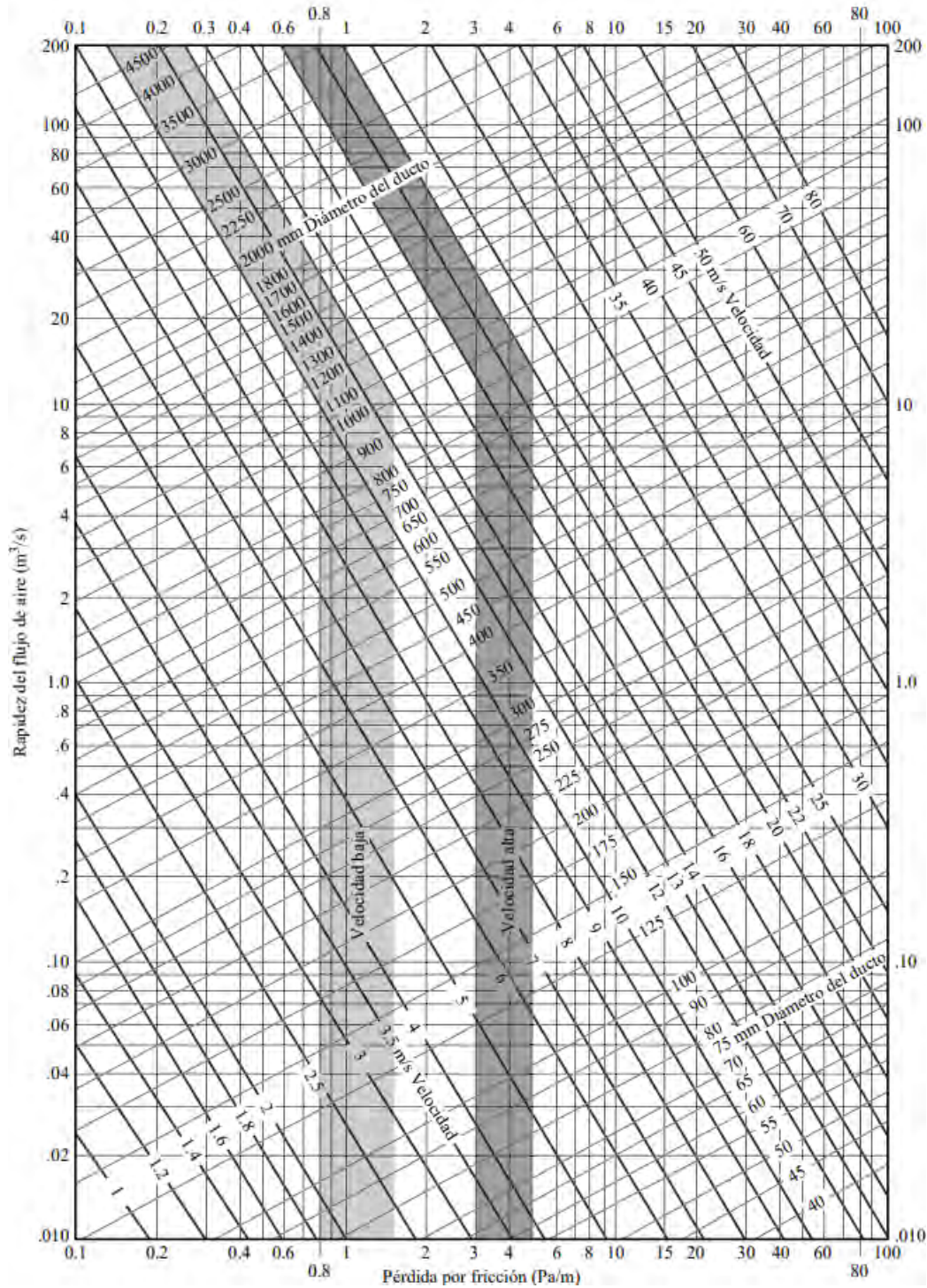
Fuente: Elaboración propia




INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP

Grafico 5

Perdida de fricción por ductos



Fuente: Robert L. Mott. A.A 2015. Mecanica De Fluidos.

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO	Fecha: 22/06/24
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	

H. Caída de Presión Dinámica.

En el sistema se encuentran los siguientes accesorios: rejillas, codos, ampliaciones y tes, referenciados en la imagen de ubicación de accesorios en el sistema.

Es necesario calcular el factor de fricción dinámico en cada tramo mediante la formula:

$$Hv = \left(\frac{Velo}{4005}\right)^2$$

Los resultados se muestran en la tabla siguiente


Tabla 3

Cálculo de presión de la velocidad para el flujo

TRAMO	CANT	Q [m3/s]	Area [m2]	V [m/s]	Area [pulg]	De [pulg]	De [mm]	V[ft/min]	Hv[in H2O]	Hv[Pa]
A	6	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	1004.380	0.063	15.666
B	3	0.474	0.070	6.801	18x06	10.96	278.38	1338.693	0.112	27.830
C	4	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	1004.380	0.063	15.666
D	2	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	1004.380	0.063	15.666
E	2	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	1004.380	0.063	15.666
F	1	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	1004.380	0.063	15.666
G	1	2.370	0.258	9.186	20x20	21.9	556.26	1808.273	0.204	50.778
H	1	0.474	0.093	5.102	16x16	17.5	444.50	1004.380	0.063	15.666
I	1	0.948	0.093	10.205	16x16	17.5	444.50	2008.760	0.252	62.662
J	1	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	1004.380	0.063	15.666
K	1	0.474	0.126	3.750	14x14	15.3	388.62	738.188	0.034	8.462
L	1	0.948	0.126	7.500	14x14	15.3	388.62	1476.375	0.136	33.849
M	1	0.948	0.164	5.780	16x16	17.5	444.50	1137.889	0.081	20.107
N	1	1.422	0.164	8.671	16x16	17.5	444.50	1706.834	0.182	45.241
O	1	1.422	0.258	5.512	20x20	21.9	556.26	1084.964	0.073	18.280
P	1	1.896	0.258	7.349	20x20	21.9	556.26	1446.619	0.130	32.498
Q	1	2.370	0.372	6.371	24x24	26.2	665.48	1254.125	0.098	24.425
R	1	2.844	0.372	7.645	24x24	26.2	665.48	1504.950	0.141	35.172
S	1	3.792	0.372	10.194	24x24	26.2	665.48	2006.600	0.251	62.528
T	1	4.266	0.372	11.468	24x24	26.2	665.48	2257.425	0.318	79.136
U	12	4.266	0.661	6.454	32x32	34.98	888.49	1270.442	0.101	25.065

Nota: los resultados presentados en la tabla número tres nos ayudan a determinar la caída de presión dinámica del sistema de extracción de gases.

Fuente: Elaboración propia

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO	Fecha: 22/06/24
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	

Luego determinando los coeficientes de caída de presión dinámica para cada accesorio utilizando la tabla de coeficiente C de pérdida dinámica se elabora la siguiente tabla:

Tabla 4

Cálculo de caídas de presión dinámica

ACCS	CANT	DE	A	FACTOR C	Hv [in H2O]	HL [in H2O]	HL [Pa]	Σ HL [Pa]
P1	6	AMB	A	-	-	0.0700	17.436	104.617
P2	3	AMB	B	-	-	0.0700	17.436	52.309
P3	1	CHIMENEA	AMB	-	-	0.0700	17.436	17.436
C1	3	A	J	0.18	0.063	0.0113	2.820	8.459
C2	2	A	L	0.18	0.063	0.0113	2.820	5.640
C3	2	A	N	0.18	0.063	0.0113	2.820	5.640
C4	2	A	P	0.18	0.063	0.0113	2.820	5.640
C5	2	B	R	0.18	0.112	0.0201	5.009	10.019
C6	2	B	T	0.18	0.112	0.0201	5.009	10.019
C7	2	B	G	0.18	0.112	0.0201	5.009	10.019
C8	4	BLOQUE	H	0.18	0.063	0.0113	2.825	11.299
C9	3	BLOQUE	I	0.18	0.063	0.0113	2.825	8.474
T1	1	K	L	0.10	0.034	0.0034	0.847	0.847
		A	L	1.00	0.063	0.0629	15.666	15.666
T2	1	M	N	0.10	0.081	0.0081	2.018	2.018
		A	N	1.00	0.063	0.0629	15.666	15.666
T3	1	O	P	0.10	0.073	0.0073	1.818	1.818
		A	P	1.00	0.063	0.0629	15.666	15.666
T4	1	P	G	0.10	0.13	0.0130	3.238	3.238
		B	G	1.00	0.112	0.1117	27.830	27.830
T5	1	Q	R	0.10	0.098	0.0098	2.441	2.441
		B	R	1.00	0.112	0.1117	27.830	27.830
T6	1	S	T	0.10	0.251	0.0251	6.252	6.252
		B	T	1.00	0.112	0.1117	27.830	27.830
T7	1	C	I	1.00	0.063	0.0630	15.693	15.693
		H	I	0.10	0.063	0.0063	1.569	1.569
T8	1	I	S	1.00	0.252	0.2520	62.770	62.770
		R	S	0.10	0.141	0.0141	3.512	3.512
A1	1	J	K	0.02	0.063	0.0013	0.314	0.314
A2	1	L	M	0.02	0.136	0.0027	0.678	0.678
A3	1	N	O	0.03	0.182	0.0055	1.360	1.360
A4	1	G	Q	0.03	0.204	0.0061	1.524	1.524
A5	1	F	H	0.03	0.063	0.0019	0.471	0.471
C10	3	U	U	0.18	0.101	0.0182	4.528	13.585
							HL [Pa]	498.146

Fuente: Elaboración propia


	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	Fecha: 22/06/24
---	--	-----------------

Grafico 6

Coeficiente de pérdida dinámica

Coeficiente C de pérdida dinámica						
Codors de 90°						
	Liso, redondo					0.22
	De 5 piezas, redondo					0.33
	De 4 piezas, redondo					0.37
	De 3 piezas, redondo					0.42
	De inglete, redondo					1.20
	Liso, rectangular					0.18
	Te, ramificación					1.00
	Te, flujo por ramificación principal					0.10
	Ye simétrica					0.30
Posición del amortiguador	0°	10°	20°	30°	40°	50°
	(bien abierto)					
C	0.20	0.52	1.50	4.5	11.0	29
Rejilla de salida: suponga que la caída de presión total a través de la rejilla es de 0.06 inH ₂ O (15 Pa).						
Persianas de admisión: suponga que la caída de presión total a través de las persianas es de 0.07 inH ₂ O (17 Pa).						

Fuente: Robert L. Mott. A.A 2015. Mecanica De Fluidos.


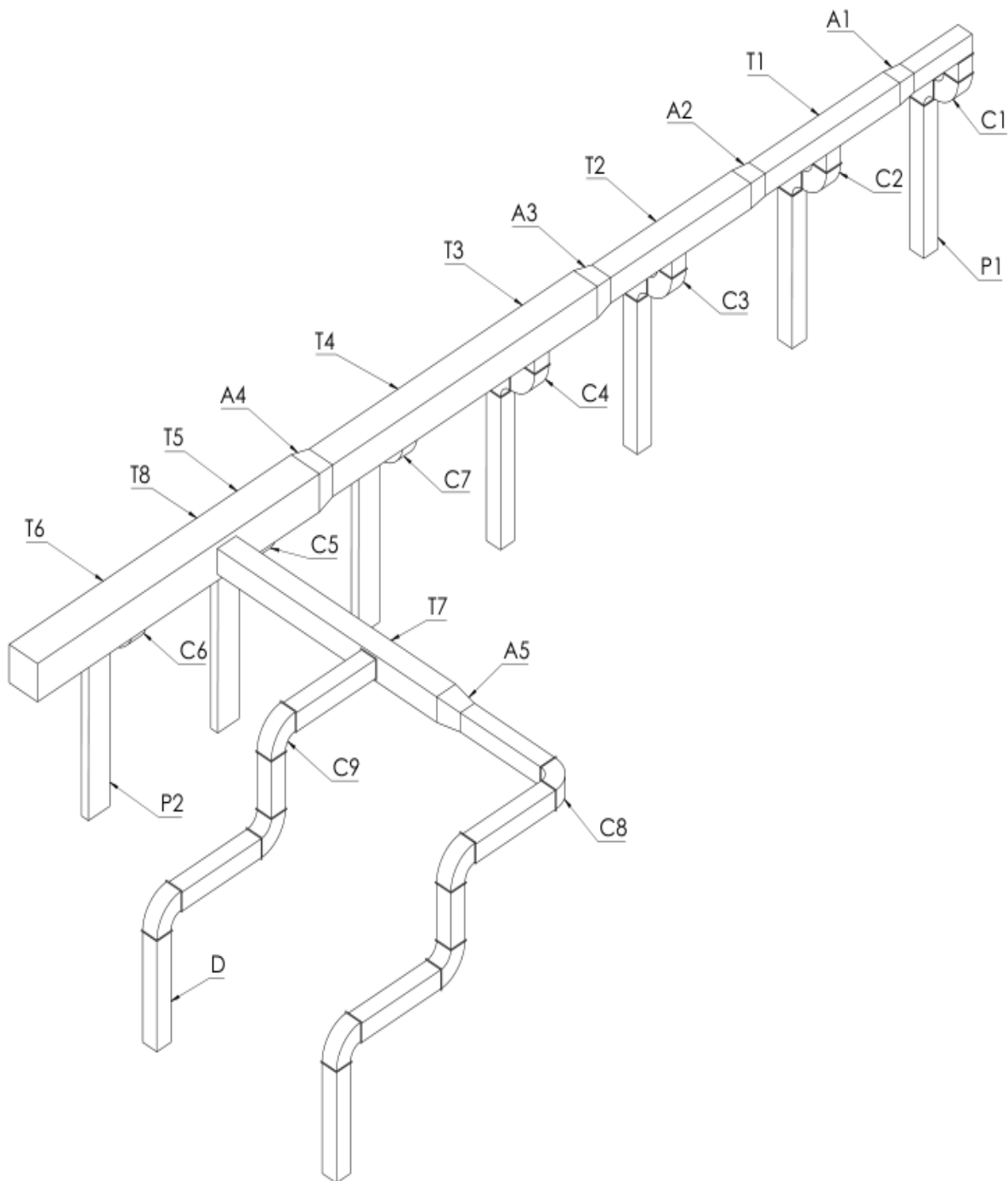

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

Grafico 7

Ubicación de accesorios en el sistema



Fuente: Elaboración propia

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

I. Caída de presión Total:

De los cálculos realizados se establece la caída de presión general en todo el sistema:

$$\mathbf{HL\ total = HL\ estática + HL\ dinámica}$$

$$\mathbf{HL\ total = 79.120 + 498.146 = 577.266\ Pa}$$

La caída de presión en el tramo mas largo del sistema se muestra en el anexo 2, este análisis ayuda a determinar mejoras a implementar en el sistema.

J. Potencia del Extractor:

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$P = \frac{\Delta P * Q}{\eta}$$

Donde:

P: Potencia [Watts]

ΔP : Caída de Presión [Pascales]

Q: Caudal [m³/s]


η : eficiencia

Reemplazando tenemos:

$$P = \frac{577.266 * 4.266}{0.65}$$

$$P = 3788.64\ Watts = 5.08\ HP$$

Al estar el sistema localizado a una altura mayor a los 1000 msnm, se corregirá la potencia del motor eléctrico por altura conocido como fenómeno de derrateo utilizando la tabla de derrateo.

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO	Fecha: 22/06/24
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	

La ciudad de Cusco donde se colocará el sistema se encuentra a una altura de 3360 msnm.

Interpolando datos de la tabla se calcula un factor de: 1.501

Figura 5:

Tabla de cálculo de derrateo

Table 2 - Corrections for Altitude

Altitude Feet Above Sea Level	Factor	Altitude Feet Above Sea Level	Factor
0	1.00	5000	1.20
500	1.02	5500	1.22
1000	1.04	6000	1.25
1500	1.06	6500	1.27
2000	1.08	7000	1.30
2500	1.10	7500	1.32
3000	1.12	8000	1.35
3500	1.14	8500	1.37
4000	1.16	9000	1.40
4500	1.18	10000	1.45

Fuente: Michael D. Haughey.A.A 2017 High Altitude Hvac Design Rm Ashrae

K. Potencia Final Mínima y Selección del Motor Eléctrico


$$Pf = 7.63 \text{ HP.}$$

Motor Comercial: 10 HP

Este es el motor listado clase I y II división I grupo D está diseñado y certificado para operar de manera segura en entornos donde hay un riesgo significativo de explosiones debido a la presencia de gases, vapores, líquidos inflamables o polvo combustible. La clasificación de estos ambientes peligrosos sigue los estándares establecidos por la National Fire Protection Association (NFPA) y el National Electrical Code (NEC) en Estados Unidos.

Clase I: Ambientes donde pueden estar presentes gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

Clase II: Ambientes donde pueden estar presentes polvos combustibles en cantidades

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

División I: Indica que las condiciones peligrosas son normalmente presentes en el área durante operaciones normales. Esto significa que la presencia de sustancias inflamables es frecuente y continua.

Grupo D (para Clase I): Incluye gases y vapores específicos que son inflamables. Este grupo abarca sustancias como propano, metano, gasolina, disolventes, y otros similares.

L. Características del Motor para Ambientes Explosivos

Para ser listado y certificado para estas condiciones, el motor debe tener ciertas características especiales:


- Encapsulado especial o carcasa a prueba de explosiones: Diseñado para contener cualquier explosión interna y evitar que las chispas o llamas escapen.
- Materiales no inflamables y resistentes a la corrosión: Para prevenir la ignición de materiales combustibles en el entorno.
- Protección contra el ingreso de polvos y gases: Sellos y empaques especiales para evitar la entrada de sustancias peligrosas en el motor.
- Temperaturas de operación controladas: Diseño que evita que las superficies del motor alcancen temperaturas que puedan causar la ignición de gases, vapores o polvos.

IX. INSTALACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES

El Sistema de Extracción de Gases es el encargado de extraer automáticamente los posibles gases inflamables que se pudieran formar en el área de llenado, el sistema de extracción se activará cuando las concentraciones sean mayores o iguales a 20% del límite inferior de explosividad

La activación del extractor será como mínimo 30 segundos después que descienda del nivel de activación.

Las concentraciones en el área son monitoreadas por cuatro (4) detectores de

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

gases Inflamables PIR 3000. Incluye:

- Extractor Centrífugo – Extractor construido y fabricado en material de aluminio para evitar la generación de punto de ignición.
- Motor eléctrico de clase I división I ATEX.
- Red de Ductos de extracción (global) - 45 metros lineales ducto cuadrado -Material: Plancha de galvanizada al carbono -Fabricados en hojas de 1.8mm espesor -Bridas a cada 3m, Pintado: con base epoxi y acabado barniz laca de poliuretano ignifuga color gris (evita la propagación y la formación de la llama).
- Rejillas de 20cmx20cm (09 unidades).
- Tablero de Control (1 unidad)

Fotografía 1


Instalación de motor eléctrico antiexplosivo de clase I.



Fotografía 2

Características del motor eléctrico utilizado en el sistema de extracción de gases



	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Fotografía 3

Instalación de ramal principal con 07 ductos de extracción global (45 metros), estas tienen rejillas de 20 cmx20cm en la parte inferior, para evitar el ingreso de elementos extraños.



Fotografía 4


Unión mediante bridas cuadradas con empaque



Fotografía 5

Aterramiento en cada ducto



	<p style="text-align: center;">C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p style="text-align: center;">INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p style="text-align: right;">Fecha: 22/06/24</p>
---	--	---

Fotografía 6
Instalación de ramal de ventilación




Fotografía 7
Instalación Final de recorrido del ducto de extracción de gases.



Fotografía 8
Inicio de prueba de instalación de gas



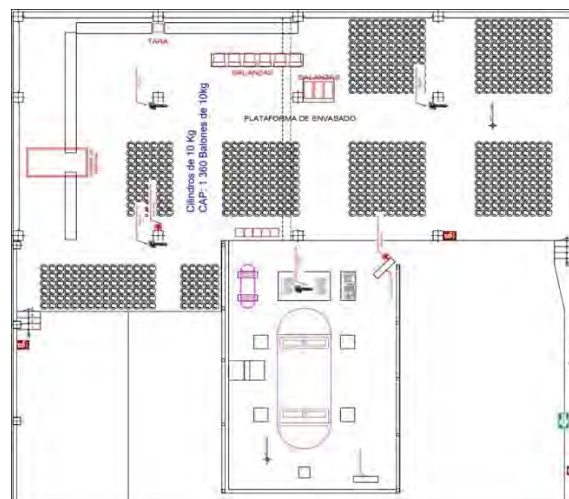
	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

X. DETECCIÓN DE GASES INFLAMABLES – ÁREA ENVASADO

Se instaló cuatro (4) detectores de gases Inflamables PIR 3000, los cuales 03 se encuentran localizadas en la plataforma de envasado de GLP y 01 en el área de trasiego.

Grafico 8

Localización de detectores de gases inflamables




Fuente: Lima Gas S.A.

Fotografía 9

Instalación de sensor detector de gases de glp (01 y 02) en la zona de plataforma, este detector de gases actúa por transmisor infrarrojo inteligente.



	<p style="text-align: center;">C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p style="text-align: center;">INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p style="text-align: right;">Fecha: 22/06/24</p>
---	--	---

Fotografía 10

Instalación de sensor detector de gases de GLP (03) en la zona de plataforma.



Fotografía 11


Instalación de sensor detector de gases de GLP (04)



Fotografía 12

Tablero de Control del Sistema de Extracción de Gases



	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Fotografía 13

Tablero de Panel de control de los sensores de detección de gas.



Fotografía 14


Tablero de Panel de control de los sensores



Fotografía 15

Sirena de alarma del sistema de control de gases de GLP.



	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

XI. CONCLUSIONES


- Se determinó la capacidad y características del motor eléctrico a utilizar.
- La validación de los datos calculados utilizando el manual de aire acondicionado y métodos analíticos, incluyendo la ecuación de Darcy-Weisbach muestra concordancia en los cálculos del sistema de extracción.
- El análisis de la caída de presión a lo largo del trayecto más prolongado del sistema de distribución de GLP ayudo a determinar posibles mejoras al sistema
- En Planta Cusco se genera 0.336 atmósferas explosivas por cada tonelada de GLP que se envasa en Planta. Esto significa una disminución de un 80.7% en la generación de atmósfera explosiva por parte de los operarios de Planta Cusco con respecto a abril del 2021 (nuestro pico más alto) donde se generaba 1.741 atmósferas explosivas por cada tonelada de GLP envasada.

XII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el cambio de las uniones T por uniones Y debido a que generan menos diferencial de presión, el mismo que puede generar vibraciones anómalas y elevación de temperatura dentro de los ductos.
- Se recomienda continuar con la revisión periódica de la data almacenada en el sistema automatizado de extracción de gases a fin de evaluar el desempeño del mismo.

XIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Mott, R.L.(2015). Mecánica de fluidos (7ª ed.)- Pearson Educación. México.
- Rutkowski, P.E. Residential Load Calculation Manual J (7ª ed.) – Air Conditioning Contractors of America. USA

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Anexo 1: Validación de Datos Calculados con el Manual de Aire Acondicionado Utilizando Métodos Analíticos y Ecuaciones Empíricas

1. Introducción

Este anexo presenta la validación de los datos calculados del sistema de ductos de aire acondicionado utilizando el manual de aire acondicionado, métodos analíticos y ecuaciones empíricas. La ecuación de Darcy-Weisbach se utiliza para calcular la caída de presión en el sistema, y se compara con los datos obtenidos del manual y otros métodos.

2. Descripción del Sistema de Ductos

2.1. Características del Ducto


- **Diámetro del ducto (D):** A especificar
- **Longitud del ducto (L):** A especificar

2.2. Propiedades del Aire

- **Densidad del aire (ρ):** Esto depende de la temperatura y presión del aire. A condiciones estándar (20°C y 1 atm), la densidad del aire es aproximadamente 1.2 kg/m³.
- **Viscosidad del aire (μ):** A condiciones estándar, la viscosidad dinámica del aire es aproximadamente 1.81×10^{-5} Pa·s.
- **Velocidad del aire (V):** Puede ser medida directamente o calculada a partir del caudal volumétrico (Q) y la sección transversal del ducto.
- **Rugosidad relativa (ϵ):** Para el material del ducto. 0.0001 m

3. Metodología de Validación

3.1. Uso del Manual de Aire Acondicionado

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

- **Procedimientos y fórmulas:** La American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ha preparado diagramas especiales para describir las condiciones típicas que se encuentran en el diseño de ductos.

La figura muestra la pérdida por fricción h_L como una función de la rapidez del flujo de volumen, con dos conjuntos de líneas diagonales que indican el diámetro de los ductos circulares y la velocidad del flujo.

El símbolo h_L se utiliza para indicar la pérdida por fricción por cada 100 ft de ducto. Entonces, la pérdida total de energía para una longitud L dada del ducto se llama HL y se encuentra a partir de

$$HL = h_L(L > 100)$$

Ductos rectangulares por lo general es más conveniente utilizar ductos rectangulares debido a las limitaciones de espacio.

Cuando se realizan las sustituciones necesarias del radio hidráulico por el diámetro en las relaciones empleadas para determinar la velocidad, el número de Reynolds, la rugosidad relativa y el factor de fricción correspondiente, se observa que el diámetro circular equivalente para un ducto rectangular es:

Diámetro circular equivalente para un conducto rectangular:

$$D_e = \frac{1.3(ab)^{5/8}}{(a+b)^{1/4}}$$

Cantidad de Extracción: $Vol = 256 \times 1 = 256 m^3.$

Caudal de Extracción: $Q = \frac{Vol}{t} = 4.27 \frac{m^3}{s}$
 $Q = 9047.63 CFM$

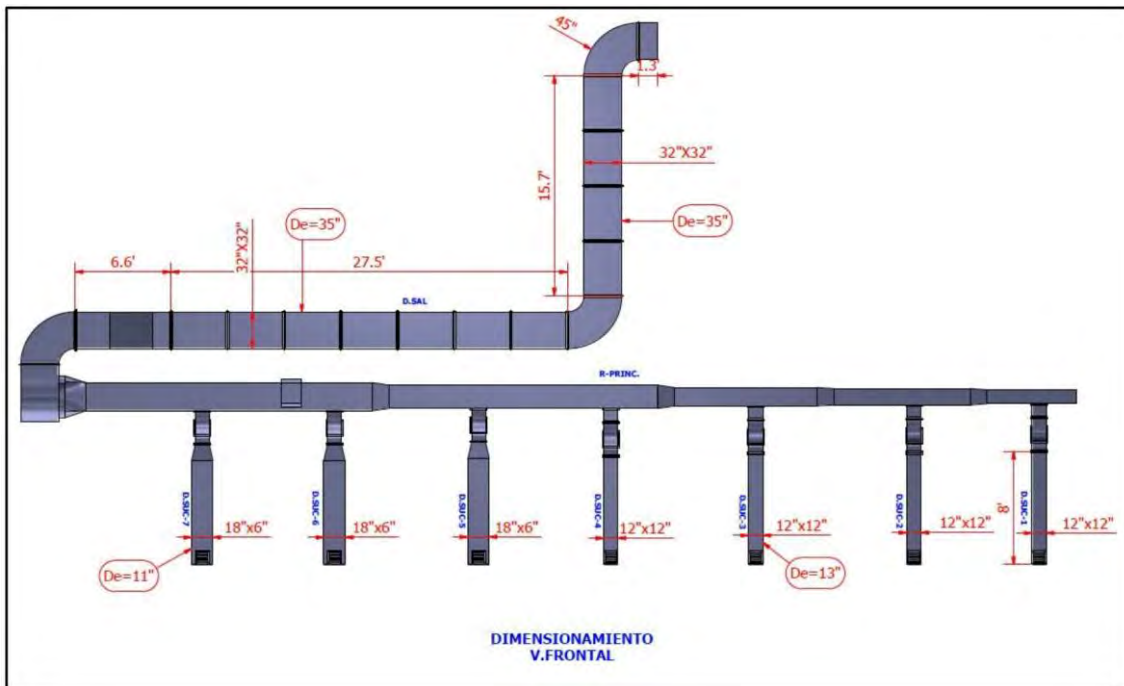
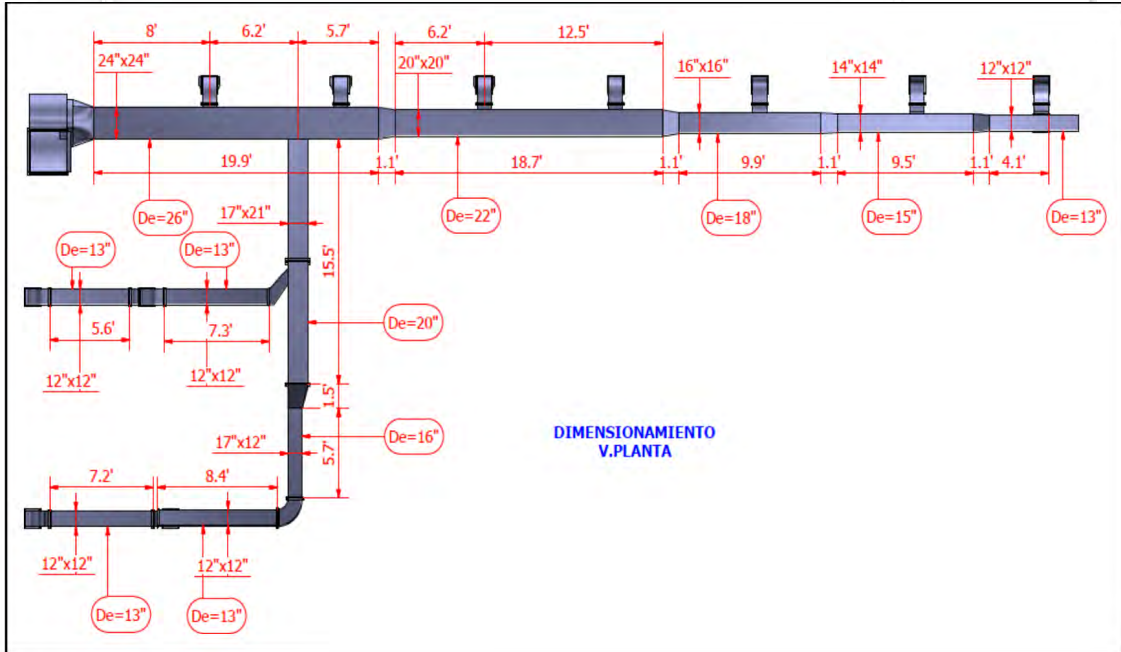
Con este caudal y las dimensiones dadas por el contratista se realiza el análisis de caída de presión presentado en el cuadro a continuación para cada ducto en el sistema.



C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO

Fecha: 22/06/24

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP

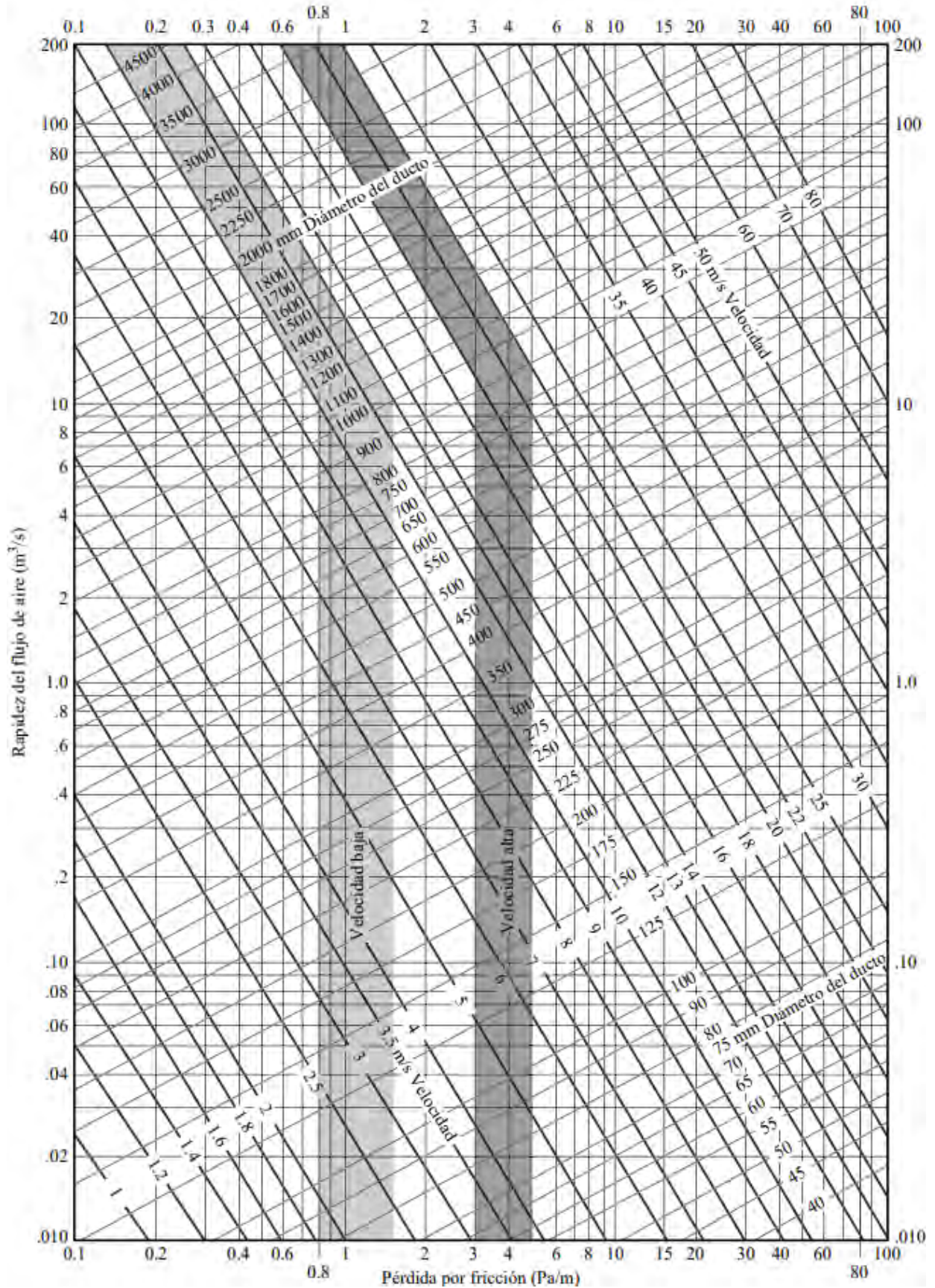





C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO

Fecha: 22/06/24

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP



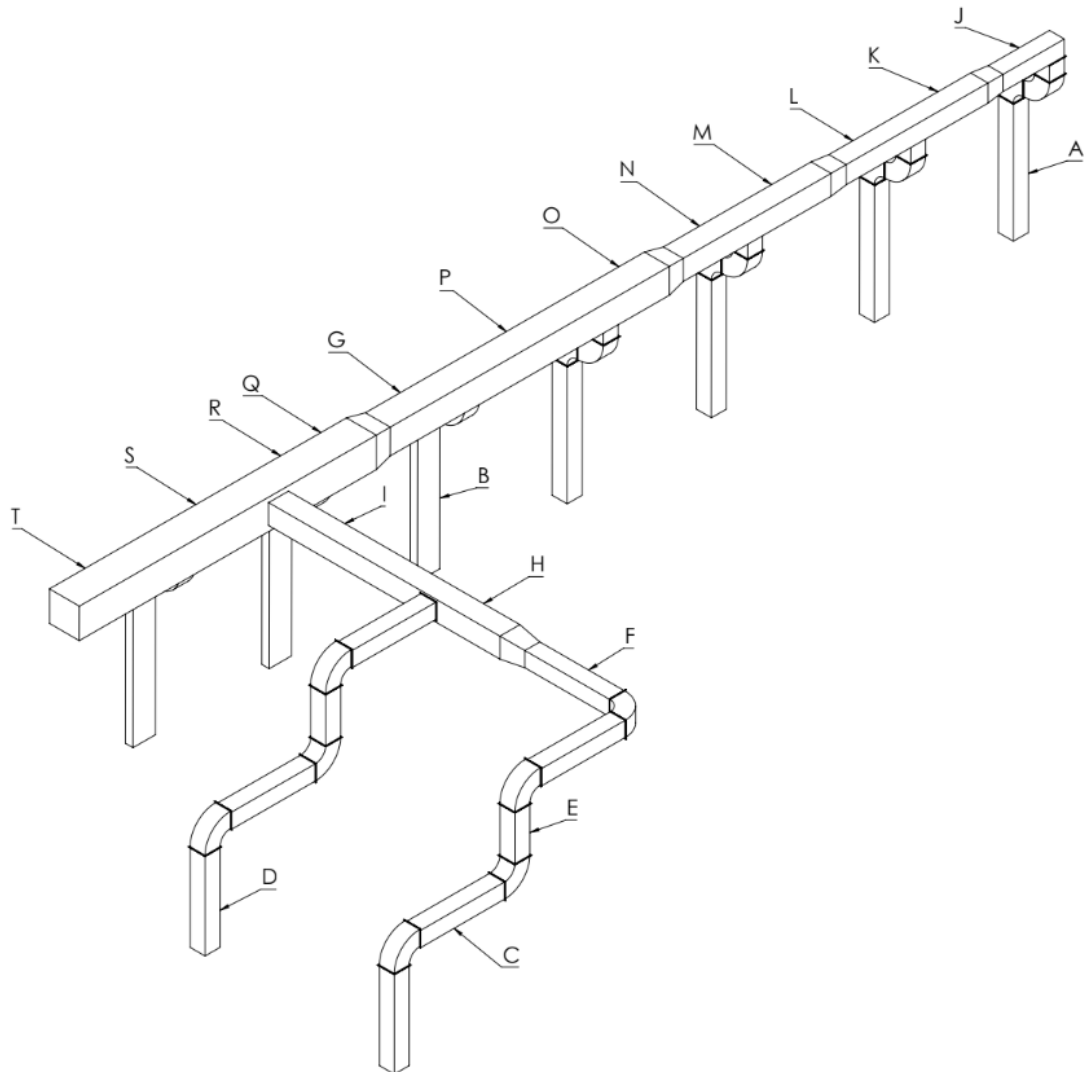
	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO	Fecha: 22/06/24
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	

- **Datos obtenidos:** Presentación de los datos calculados según el manual ASHRAE

TRAMO	CANT	Q [m3/s]	Area [m2]	V [m/s]	Area [pulg2]	De [pulg]	De [mm]	hL [Pa/m]	L [m]	HL [Pa]
A	6	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	2.438	13.90
B	3	0.474	0.070	6.801	18x06	10.96	278.38	1.95	2.598	15.20
C	4	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	1.707	6.49
D	2	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	1.778	3.38
E	2	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	0.914	1.74
F	1	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	1.737	1.65
G	1	2.370	0.258	9.186	20x20	21.9	556.26	1.50	1.624	2.44
H	1	0.474	0.093	5.102	16x16	17.5	444.50	1.00	1.249	1.25
I	1	0.948	0.093	10.205	16x16	17.5	444.50	2.60	3.170	8.24
J	1	0.474	0.093	5.102	12x12	13.1	332.74	0.95	0.927	0.88
K	1	0.474	0.126	3.750	14x14	15.3	388.62	0.45	1.249	0.56
L	1	0.948	0.126	7.500	14x14	15.3	388.62	1.60	1.341	2.15
M	1	0.948	0.164	5.780	16x16	17.5	444.50	0.80	1.348	1.08
N	1	1.422	0.164	8.671	16x16	17.5	444.50	1.95	1.365	2.66
O	1	1.422	0.258	5.512	20x20	21.9	556.26	0.60	0.945	0.57
P	1	1.896	0.258	7.349	20x20	21.9	556.26	0.95	2.522	2.40
Q	1	2.370	0.372	6.371	24x24	26.2	665.48	0.60	0.744	0.45
R	1	2.844	0.372	7.645	24x24	26.2	665.48	0.85	0.744	0.63
S	1	3.792	0.372	10.194	24x24	26.2	665.48	1.60	1.336	2.14
T	1	4.266	0.372	11.468	24x24	26.2	665.48	1.60	2.225	3.56
U	13	4.266	0.661	6.454	32x32	35.0	889.00	0.50	1.196	7.77
HL [Pa]										79.12



INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP




3.2. Aplicación de Métodos Analíticos

Cálculo del número de Reynolds (Re)

El número de Reynolds es un número adimensional que indica el régimen de flujo (laminar, transitorio o turbulento):

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Cálculo del factor de fricción (f)

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	--	------------------------

El factor de fricción depende del régimen de flujo y puede ser determinado usando diferentes fórmulas:

- Flujo laminar ($Re < 2300$):

$$f = \frac{64}{Re}$$

- Flujo turbulento ($Re > 4000$): Usualmente se utiliza la ecuación de Colebrook-White para ductos rugosos:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$


Esta ecuación es implícita en f y generalmente se resuelve iterativamente o utilizando una aproximación como la ecuación de Swamee-Jain:

$$f = \frac{0.25}{\left(\log \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right)^2}$$

Cálculo de la caída de presión (ΔP)

Finalmente, se aplica la ecuación de Darcy-Weisbach para obtener la caída de presión:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho V^2}{2}$$

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO		Fecha: 22/06/24
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP		

TRAMO	CANT	V [m/s]	De [mm]	L [m]	Re	f	deltaP	DELTA P
A	6	5.102	332.74	2.438	112556	0.0192	2.19	13.16
B	3	6.801	278.38	2.598	125514	0.0192	4.97	14.90
C	4	5.102	332.74	1.707	112556	0.0192	1.54	6.14
D	2	5.102	332.74	1.778	112556	0.0192	1.60	3.20
E	2	5.102	332.74	0.914	112556	0.0192	0.82	1.64
F	1	5.102	332.74	1.737	112556	0.0192	1.56	1.56
G	1	9.186	556.26	1.624	338773	0.0159	2.35	2.35
H	1	5.102	444.50	1.249	150362	0.0180	0.79	0.79
I	1	10.205	444.50	3.170	300723	0.0165	7.35	7.35
J	1	5.102	332.74	0.927	112556	0.0192	0.83	0.83
K	1	3.750	388.62	1.249	96618	0.0194	0.53	0.53
L	1	7.500	388.62	1.341	193236	0.0176	2.05	2.05
M	1	5.780	444.50	1.348	170349	0.0177	1.07	1.07
N	1	8.671	444.50	1.365	255523	0.0168	2.33	2.33
O	1	5.512	556.26	0.945	203264	0.0170	0.52	0.52
P	1	7.349	556.26	2.522	271019	0.0163	2.40	2.40
Q	1	6.371	665.48	0.744	281089	0.0160	0.44	0.44
R	1	7.645	665.48	0.744	337306	0.0157	0.61	0.61
S	1	10.194	665.48	1.336	449742	0.0152	1.90	1.90
T	1	11.468	665.48	2.225	505959	0.0150	3.96	3.96
U	13	6.454	889.00	1.196	380385	0.0151	0.51	6.59
							ΔP [Pa]	74.34

4.4. Comparación de Resultados


- **Resultados del manual de aire acondicionado ASHRAE:** 79.12 Pa
- **Resultados de la ecuación de Darcy-Weisbach:** 74.34 Pa

5. Análisis de Resultados

- **Discusión sobre la coherencia entre los resultados obtenidos por diferentes métodos:** Se encuentra una diferencia del 6.43%
- **Posibles causas de discrepancias y recomendaciones para la mejora de cálculos:** El uso de gráficos para obtener datos puede no reflejar completamente condiciones tomadas en cuenta en la ecuación de Darcy-Weisbach

6. Conclusiones

La validación de los datos calculados utilizando el manual de aire acondicionado y métodos analíticos, incluyendo la ecuación de Darcy-Weisbach, muestra una buena concordancia en los cálculos del sistema. Estos resultados confirman la fiabilidad de los cálculos realizados y proporcionan una base sólida para el diseño y operación del sistema de ductos de aire acondicionado.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Anexo 2: Caída de Presión a lo Largo del Trayecto más Prolongado en el Sistema

1. Introducción

Este anexo tiene como objetivo presentar los resultados del análisis de la caída de presión a lo largo del trayecto más prolongado en el sistema de distribución de GLP en la planta envasadora. La caída de presión es un factor crítico que afecta la eficiencia y seguridad del sistema, y su análisis permite identificar áreas de mejora y optimización.

2. Metodología de Análisis

2.1. Descripción del Trayecto Analizado

- **Longitud del Trayecto:** Se seleccionó el trayecto más prolongado dentro del sistema de distribución de GLP, con una longitud total de 35,7 metros.
- **Componentes del Trayecto:** Incluye ductos, rejillas de ingreso y salida, codos, tes y ampliaciones que afectan la caída de presión.

2.2. Parámetros de Análisis

- **Propiedades del Fluido:** Se consideraron las propiedades físicas del aire ya que con la mezcla LEL 20% de butano y propano nos arroja un porcentaje en volumen de 0.004%, como la densidad y viscosidad, a las condiciones de operación.
- **Condiciones Operativas:** Se establecieron los nueve ductos como ingreso de aire y las rejillas de la chimenea como salida del sistema. La diferencia de presión la suministrara un ventilador centrifugo.

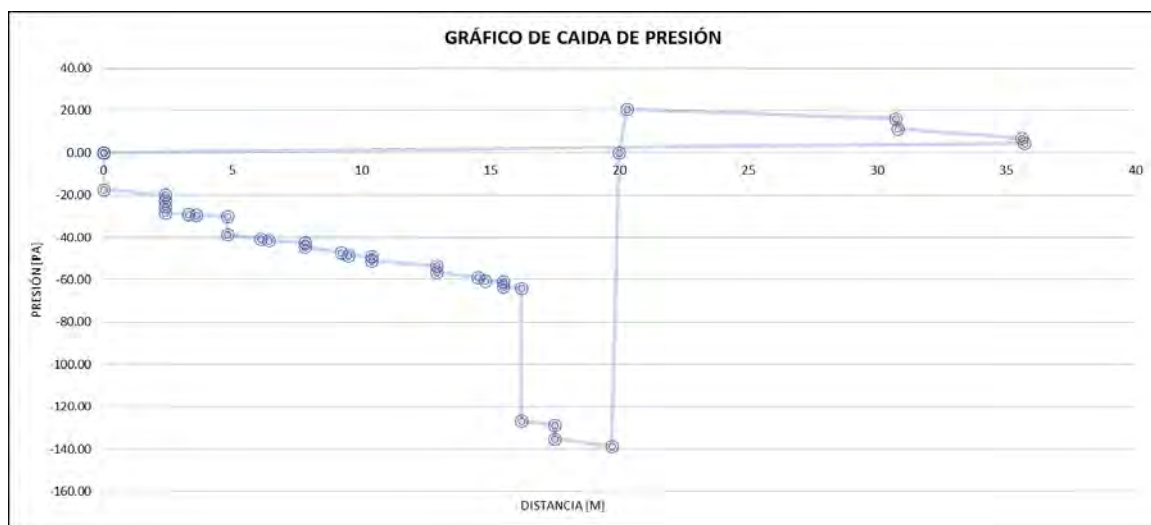
2.3. Herramientas Utilizadas

- **Métodos Analíticos:** Se complementó la simulación con cálculos analíticos basados en las ecuaciones de la mecánica de fluidos, como la ecuación de Darcy-Weisbach.

3. Resultados del Análisis

3.1. Distribución de la Caída de Presión

- **Gráfico de Caída de Presión:** Se presenta un gráfico que muestra la caída de presión a lo largo del trayecto analizado.

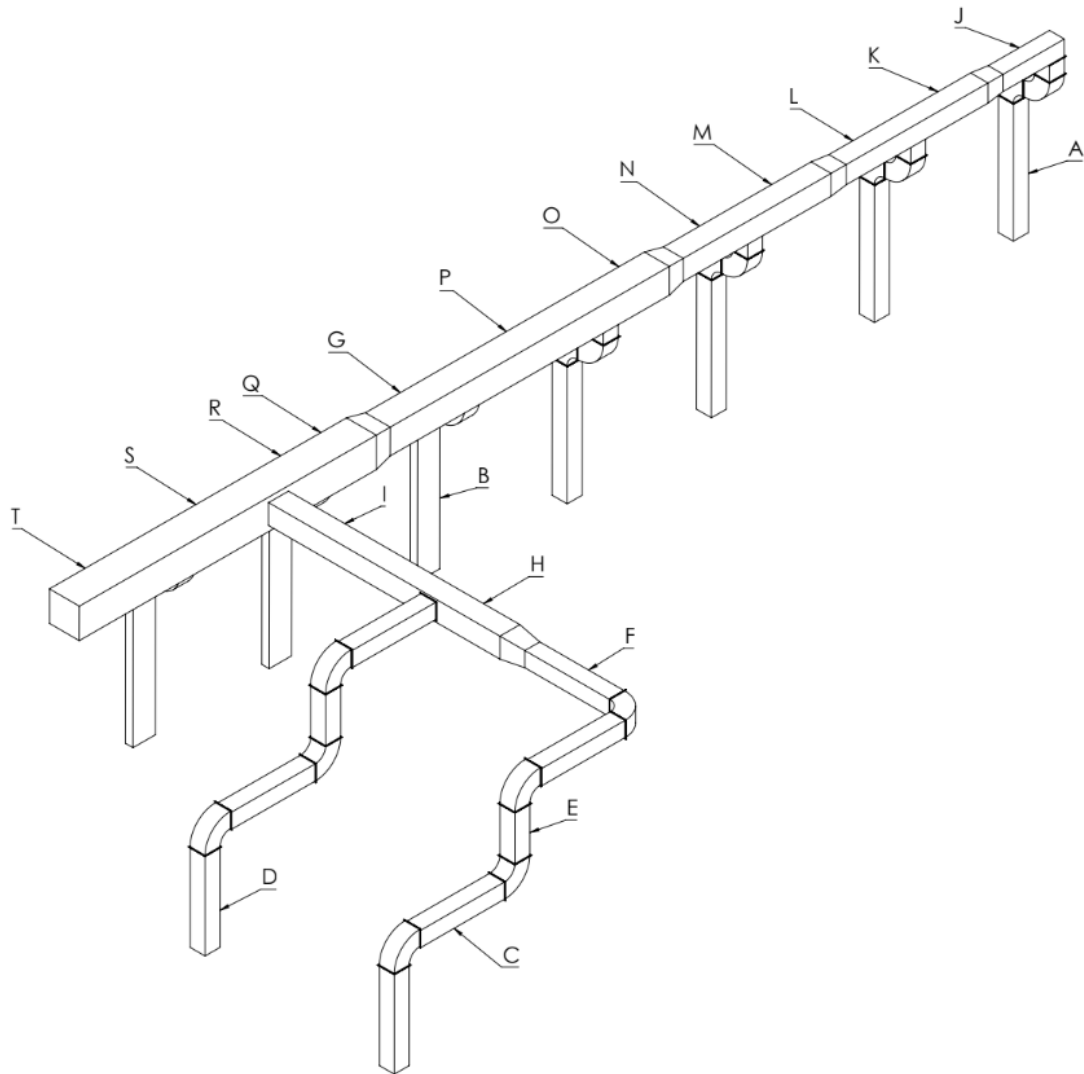




C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO

Fecha: 22/06/24

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP





C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO


Fecha: 22/06/24

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP

TRAMO	X	Y	HV[Pa]
AMBIENTE	0	0.00	0.00
PERSIANA	0	-17.44	17.44
A	2.4	-19.76	2.32
C1	2.4	-22.58	2.82
C1	2.4	-25.40	2.82
C1	2.4	-28.22	2.82
J	3.3	-29.10	0.88
A1	3.6	-29.41	0.31
K	4.8	-29.97	0.56
T1A	4.8	-38.44	8.47
L	6.1	-40.59	2.15
A2	6.4	-41.27	0.68
M	7.8	-42.35	1.08
T2A	7.8	-44.37	2.02
N	9.2	-47.03	2.66
A3	9.5	-48.39	1.36
O	10.4	-48.96	0.57
T3A	10.4	-50.77	1.82
P	12.9	-53.17	2.40
T4A	12.9	-56.41	3.24
G	14.5	-58.85	2.44
A4	14.8	-60.38	1.52
Q	15.5	-60.83	0.45
T5A	15.5	-63.27	2.44
R	16.2	-63.90	0.63
T8A	16.2	-126.67	62.77
S	17.5	-128.81	2.14
T6A	17.5	-135.06	6.25
T	19.7	-138.62	3.56
VENTILADOR	20	0.00	0.00
C10	20.3	20.78	4.53
8U	30.7	16.26	4.80
C10	30.8	11.46	4.53
4U	35.6	6.93	2.40
C10	35.7	4.53	4.53

3.2. Identificación de Puntos Críticos

- **Zona de Mayor Caída de Presión:** Se identificaron la zona con mayor caída de presión: la T que conecta la ampliación conectada por el ducto I.
- **Impacto de los Componentes:** Análisis del impacto de cada componente (persiana o rejilla, tuberías, codos, tes, ampliaciones) en la caída total de presión.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

4. Análisis de Resultados

4.1. Implicaciones Operativas

- **Eficiencia del Sistema:** Evaluación de cómo la caída de presión afecta la eficiencia operativa del sistema: esta unión en te simboliza un 16.96% de la caída de presión dinámica del sistema.
- **Riesgos Potenciales:** Identificación de riesgos asociados con la caída de presión: puede generar vibraciones anómalas o elevación de la temperatura en la locación.

5. Recomendaciones

5.1. Optimización del Diseño del Sistema


- **Modificaciones en Tuberías:** Se sugiere la utilización de una unión en ye lo cual reduciría la caída de presión, en caso de presentar vibración anómala se sugiere el uso de un amortiguador.

5.2. Mantenimiento y Monitoreo

- **Programas de Mantenimiento:** Se sugiere la limpieza y el mantenimiento regular de ductos y accesorios para asegurar la mínima caída de presión
- **Monitoreo Continuo:** Implementación de sistemas de monitoreo continuo de presión para detectar y corregir problemas de manera oportuna con el uso de un anemómetro.

6. Conclusiones

El análisis de la caída de presión a lo largo del trayecto más prolongado del sistema de distribución de GLP ha proporcionado información valiosa para la optimización del diseño y operación del sistema. Las recomendaciones basadas en este análisis pueden contribuir significativamente a mejorar la eficiencia y seguridad de la planta envasadora.

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

Anexo 3: Aporte del Sistema Automatizado de Detección de Gases en la Planta Envasadora de GLP

1. Introducción

El presente anexo tiene como objetivo describir el impacto positivo del sistema automatizado de detección de gases en la planta envasadora de GLP. Este sistema ha permitido determinar la ubicación y frecuencia de las fugas de GLP, facilitando la implementación de medidas correctivas y preventivas que han mejorado significativamente la seguridad y eficiencia de la planta.


2. Descripción del Sistema Automatizado de Detección de Gases

El sistema automatizado de detección de gases consiste en una red de 4 sensores distribuidos estratégicamente en la planta envasadora. Estos sensores monitorean continuamente la concentración de GLP en el aire y envían alertas en tiempo real al sistema central cuando se detectan niveles elevados de gas 20% LEL. Las características principales del sistema incluyen:

- Sensores de alta sensibilidad capaces de detectar concentraciones mínimas de GLP. Dragger PIR 3000
- Monitoreo en tiempo real y almacenamiento de datos históricos mediante un PLC con conexión USB para la extracción de datos almacenados.
- Generación de reportes y alertas a partir de los datos almacenados.
- Interfaz amigable para la visualización y análisis de datos.

3. Identificación de Ubicación y Frecuencia de Fugas de GLP

Gracias al sistema automatizado, se logró identificar las áreas y las operaciones más propensas a generar fugas de GLP. Los datos recolectados mostraron patrones específicos que permitieron realizar un análisis detallado de las causas y frecuencias de las fugas. Algunos hallazgos importantes fueron:

	<p>C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO</p> <p>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP</p>	<p>Fecha: 22/06/24</p>
---	---	------------------------

- Zonas con mayor incidencia de fugas: áreas de llenado, repesado de cilindros y zona de trasiego de cilindros
- Horarios y turnos con mayor frecuencia de fugas: horario nocturno
- Operaciones específicas que contribuyen a las fugas, como el proceso de llenado de cilindros y la comprobación de estanqueidad en válvulas.

4. Medidas Correctivas y Preventivas Implementadas

Con la información proporcionada por el sistema, se pudieron implementar diversas medidas para reducir las fugas de GLP, entre las cuales se incluyen:

- Capacitación al personal encargado de las labores más propensas a generar fugas, enfocándose en buenas prácticas y procedimientos seguros.
- Revisión y mejora de los procedimientos operativos estándar.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y válvulas.
- Reubicación de sensores y mejoras en el sistema de ventilación de áreas críticas.

5. Resultados y Beneficios Obtenidos

Las nuevas lecturas del sistema después de la implementación de las medidas correctivas han demostrado una reducción significativa en la frecuencia y magnitud de las fugas de GLP. Algunos de los beneficios más destacados incluyen:

- Reducción del riesgo de accidentes y explosiones.
- Mejora en la eficiencia operativa de la planta.
- Disminución de pérdidas económicas asociadas con la fuga de GLP.
- Mayor cumplimiento de las normativas de seguridad industrial.



C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO

Fecha: 22/06/24

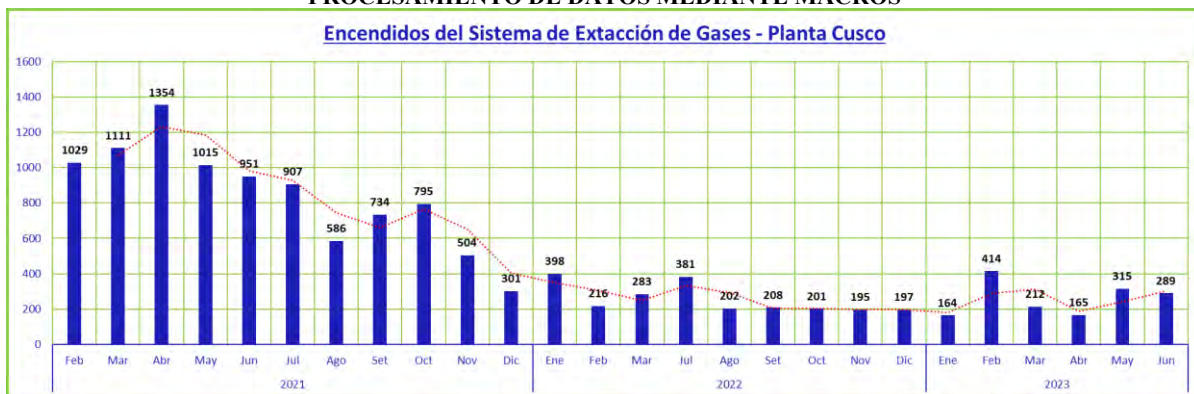
**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ID	GroupID	OccurrenceTime	AlarmTextID	CurValue	ResetTime	VariableValu	Operator	Conditions
2	4001	2	6/04/2020 15:56	2 On	2 On	6/04/2020 15:57			On
3	4002	3	6/04/2020 15:57	3 Off	3 Off	6/04/2020 15:58			Off
4	4003	2	6/04/2020 15:58	2 On	2 On	6/04/2020 15:58			On
5	4004	3	6/04/2020 15:58	3 Off	3 Off	6/04/2020 15:59			Off
6	4005	2	6/04/2020 15:59	2 On	2 On	6/04/2020 16:00			On
7	4006	3	6/04/2020 16:00	3 Off	3 Off	6/04/2020 16:10			Off
8	4007	2	6/04/2020 16:10	2 On	2 On	6/04/2020 16:11			On
9	4008	3	6/04/2020 16:11	3 Off	3 Off	6/04/2020 16:12			Off
10	4009	2	6/04/2020 16:12	2 On	2 On	6/04/2020 16:13			On
11	4010	3	6/04/2020 16:13	3 Off	3 Off	6/04/2020 16:14			Off
12	4011	2	6/04/2020 16:14	2 On	2 On	6/04/2020 16:15			On
13	4012	3	6/04/2020 16:15	3 Off	3 Off	6/04/2020 16:39			Off
14	4013	2	6/04/2020 16:39	2 On	2 On	6/04/2020 16:40			On
15	4014	3	6/04/2020 16:40	3 Off	3 Off	6/04/2020 16:47			Off
16	4015	2	6/04/2020 16:47	2 On	2 On	6/04/2020 16:49			On
17	4016	3	6/04/2020 16:49	3 Off	3 Off	6/04/2020 16:56			Off
18	4017	2	6/04/2020 16:56	2 On	2 On	6/04/2020 16:56			On
19	4018	3	6/04/2020 16:56	3 Off	3 Off	6/04/2020 17:00			Off
20	4019	2	6/04/2020 17:00	2 On	2 On	6/04/2020 17:04			On

DATOS ALMACENADOS EN EL PLC

ID	GroupID	HORA	FECHA	AlarmTextID	CurValue	ResetTime	VariableValue	Operator	ENCENDIDOS
25570	2	07:54:40	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 07:55			On
25572	2	08:44:08	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 08:44			On
25574	2	08:45:47	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 08:47			On
25576	2	08:47:34	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 08:50			On
25578	2	09:55:27	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 09:56			On
25580	2	10:31:46	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 10:34			On
25582	2	10:35:15	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 10:36			On
25584	2	10:36:33	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 10:38			On
25586	2	10:38:36	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 10:41			On
25588	2	10:42:53	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 10:43			On
25590	2	11:14:33	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 11:15			On
25592	2	11:38:30	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 11:39			On
25594	2	11:42:26	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 11:43			On
25596	2	12:45:32	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 12:46			On
25598	2	13:35:36	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 13:37			On
25600	2	17:00:56	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 17:01			On
25602	2	17:31:50	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 17:32			On
25604	2	17:34:01	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 17:34			On
25606	2	17:34:57	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 17:36			On
25608	2	18:41:38	1/02/2021	2 On	2 On	1/02/2021 18:42			On

PROCESAMIENTO DE DATOS MEDIANTE MACROS



CONTROL DE ENCENDIDOS DEL SISTEMA

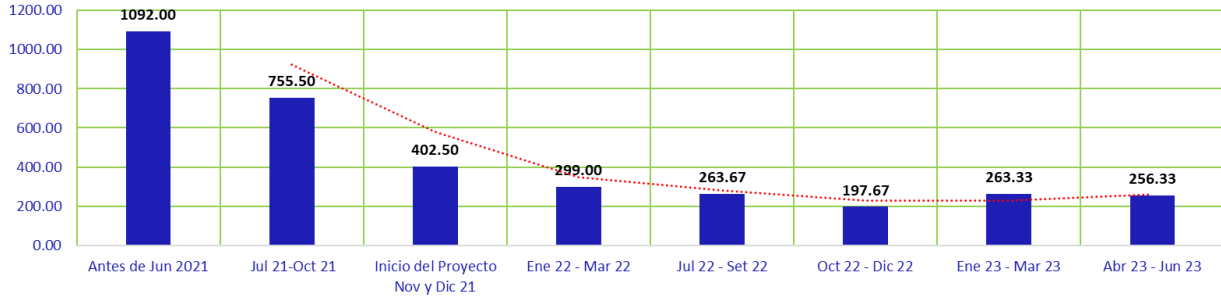


C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO

Fecha: 22/06/24

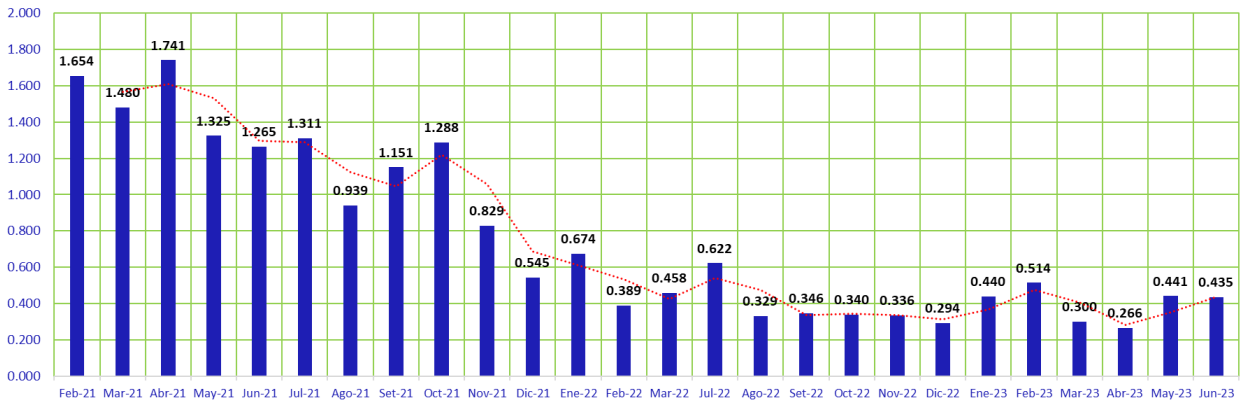
**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP**

**PROMEDIO POR PERIODOS DE TIEMPO DE ENCENDIDOS DEL SISTEMA DE
EXTRACCIÓN DE GASES DE PLANTA CUSCO**

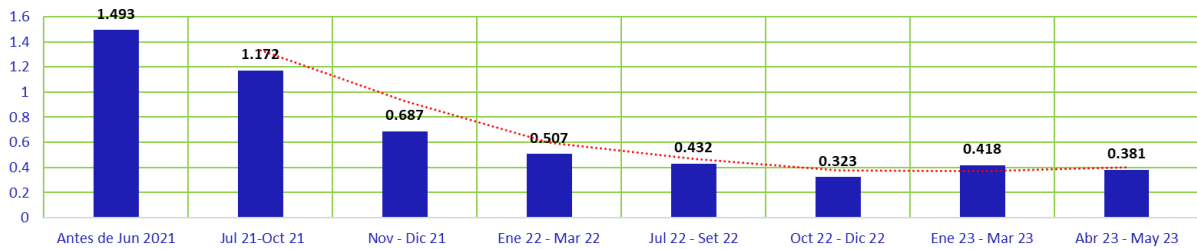


$$\text{Ratio de venteo de GLP x Tonelada de GLP envasado} = \frac{\text{TOTAL de encendidos en un mes}}{\text{Producción de GLP en Toneladas mensual}}$$

Ratio de Venteo de GLP Vs Tonelada de GLP envasado




**PROMEDIO POR PERIODO DE TIEMPOS DEL RATIO DE VENTEO DE GLP X
TONELADA DE GLP ENVASADO**



6. Conclusiones

El sistema automatizado de detección de gases ha sido una herramienta invaluable para la planta envasadora de GLP. Su implementación ha permitido identificar y mitigar eficazmente las fugas

	C.P. INGENIERÍA MECÁNICA INFORME TÉCNICO INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP	Fecha: 22/06/24
---	---	-----------------

de GLP, mejorando la seguridad y eficiencia operativa. Los resultados obtenidos reflejan la importancia de contar con tecnologías avanzadas para el monitoreo y control de gases en industrias críticas.

- En Planta Cusco se genera 0.336 atmósferas explosivas por cada tonelada de GLP que se envasa en Planta.
- Esto significa una disminución de un 80.7% en la generación de atmósfera explosiva por parte de los operarios de Planta Cusco con respecto a abril del 2021 (nuestro pico más alto) donde se generaba 1.741 atmósferas explosivas por cada tonelada de GLP envasada.



C.P. INGENIERÍA MECÁNICA
INFORME TÉCNICO

Fecha: 22/06/24

**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN AUTOMATIZADO
PARA GASES EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP**