

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO  
EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL EN UNA  
PLANTA DE DESTILACIÓN DE UN INGENIO AZUCARERO**

Trabajo de graduación en modalidad de informe de graduación presentado por  
Jackeline María Solares Ruíz  
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Tecnología  
Industrial

Guatemala  
2019



“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE AIRE  
COMPRIMIDO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL  
EN UNA PLANTA DE DESTILACIÓN DE UN INGENIO  
AZUCARERO”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



*Excelencia que trasciende*

**DELVALLE**  
GRUPO EDUCATIVO

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO  
EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALCOHOL EN UNA  
PLANTA DE DESTILACIÓN DE UN INGENIO AZUCARERO**

Trabajo de graduación en modalidad de informe de graduación presentado por

Jackeline María Solares Ruíz

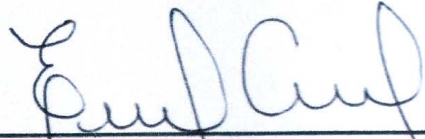
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Tecnología

Industrial

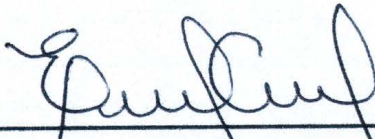
Guatemala

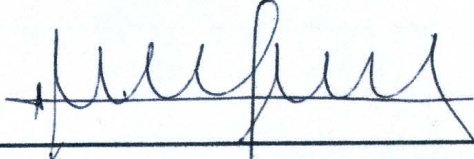
2019

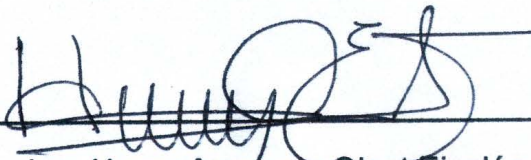
Vo. Bo.:

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Edgar José Cabrera Enriquez

Tribunal Examinador:

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Edgar José Cabrera Enriquez

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Héctor Alfonso Monzón Guevara

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Henry Armando Oleot Ejcalón

Fecha de aprobación: Guatemala 04 de noviembre de 2019

## AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por darme la vida y haberme guiado a lo largo de mi carrera, por brindarme una vida llena de felicidad y aprendizaje, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por la grandiosa familia que me dio, y darme la fuerza necesaria para realizar esta tesis y obtener uno de los anhelos más deseados, gracias Dios por la oportunidad de poder disfrutar con mi familia momentos verdaderamente increíbles.

A mis Padres, Daniel Esaú Solares Monzón y Flor de María Ruíz Tejeda. Por el amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por ser los principales motores de mis sueños, por confiar en mí, por los consejos, valores y principios que me inculcaron, por hacerme una mujer de bien, por enseñarme que con esfuerzo y valentía todo es posible, por preocuparse siempre por saber cómo iba con mis estudios y trabajo, por enseñarme a tratar a las personas sin preferencia, por enseñarme a dar lo mejor de mí siempre.

A mis hermanos, Dulce, Pablo, Flor, Daniel y Ángel, por ser parte fundamental en mi vida, por el apoyo y consejos que me han brindado en los momentos buenos y de desesperación, por el amor que nos tenemos y que no hay problema grande para separarnos, por pasar momentos inolvidables.

A mis sobrinos. Ariana, Estrella, Melanie, Pablito y Mario David por ser mi felicidad y por sacar lo mejor de mí.

A mis cuñados, por el apoyo y el cariño brindado.

Le agradezco al Ingeniero Edgar José Cabrera Enríquez por la confianza y haberme brindado la oportunidad de ser mi asesor de tesis, por creer en mí desde el primer día, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cada día cosas nuevas.

Un especial agradecimiento a mis mejores amigos, Juan Francisco Rodas Castillo y Lothar Antonio Ménez Barrillas, porque siempre han demostrado un cariño sincero hacia mi persona, por el apoyo y consejos que me han brindado.

A mis abuelos. David Solares y Mario Ruíz (Q.E.P.D), porque fueron los mejores maestros, consejeros y amigos. Son el mejor ejemplo que la voluntad y la fuerza es vital para vencer los obstáculos en la vida. Siempre me brindaron amor sincero y apoyo.

A mi demás familia porque todos son importantes en mi vida y han formado parte de cada triunfo alcanzado, por el apoyo, las palabras sabias que han logrado inspirarme, y el amor sincero.

A mis catedráticos, por el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, pero además de eso por motivarme a soñar y lograr con la mayor cantidad de cosas que me proponga en la vida.

A mis compañeros de trabajo. Por la enseñanza, paciencia y apoyo que me han cedido.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida y que estoy infinitamente agradecida por los consejos, apoyo, ánimos en los momentos más difíciles, por darme la oportunidad de ser una amiga.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	vi
LISTA DE CUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE SÍMBOLOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. DESARROLLO DEL INFORME.....	2
III. OBJETIVOS .....	3
IV. JUSTIFICACIÓN .....	4
V. ANTECEDENTES .....	5
VI. METODOLOGÍA.....	6
A. MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN.....	6
B. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.....	8
C. DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS DE FALLAS .....	12
D. VALOR DE REPARACIÓN .....	13
E. EVALUACIÓN DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN.....	14
VII. RESULTADOS .....	15
VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	18
IX. CONCLUSIONES.....	19
X. RECOMENDACIONES.....	20
XI. BIBLIOGRAFÍA .....	21
XII. ANEXOS .....	22
XIII. GLOSARIO.....	40

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Datos de compresores y secadoras.....	22
Cuadro 2. Datos de tanques acumuladores.....	22
Cuadro 3. Formato utilizado para anotación de fugas.....	23
Cuadro 4. Aire descargado a través de un agujero.....	36
Cuadro 5. Datos extraídos del Cuadro 4.....	24
Cuadro 6. Clasificación de fugas según la intensidad.....	21
Cuadro 7. Precios de accesorios para equipos neumáticos.....	24
Cuadro 8. Cálculo de costo anual para fugas de clasificación A .....	24
Cuadro 9. Conversión de dólar a quetzales de la tabla A Cuadro 8.....	26
Cuadro 10. Cálculo de costo anual para fugas de clasificación B .....	26
Cuadro 11. Conversión de dólar a quetzales de la tabla B Cuadro 10.....	27
Cuadro 12. Cálculo de costo anual para fugas de clasificación C.....	28
Cuadro 13. Conversión de dólar a quetzales de la tabla C Cuadro 12.....	30
Cuadro 14. Usos inadecuados del aire comprimido.....	30
Cuadro 15. Correcciones en equipos con fugas.....	33
Cuadro 16. Conversión de dólar a quetzales Cuadro 15.....	33
Cuadro 17. Cálculo de costo anual de reparación para fugas de clasificación A.....	33
Cuadro 18. Cálculo de costo anual de reparación para fugas de clasificación B.....	35
Cuadro 19. Cálculo de costo anual de reparación para fugas de clasificación C.....	36
Cuadro 20. Costo total en reparación.....	39
Cuadro 21. Tiempo requerido para realizar correcciones en equipos.....	39
Cuadro 22. Mano de obra.....	39

## LISTA DE FIGURAS

1. Figura 1. Sala de compresores de la planta.....	6
2. Figura 2. Diagrama de la sala de compresores.....	7
3. Figura 3. Diagrama de los equipos consumidores.....	8
4. Figura 4. Equipo utilizado para la detección de fugas.....	9
5. Figura 5. Etiqueta para la identificación de fugas.....	11
6. Figura 6. Gráfico de barras que muestra el sistema de aire comprimido.....	14
7. Figura 7. Gráfico de barras que muestra el total de equipos con fugas en cada área.....	14
8. Figura 8. Gráfico de barras que muestra el costo anual por pérdidas de aire comprimido.....	15
9. Figura 9. Gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos detectados con fugas en los instrumentos neumáticos.....	15
10. Figura 10. Gráfico de barras que muestra el costo total al realizar correcciones en equipos con fugas.....	16

## LISTA DE SÍMBOLOS

1. °C: grados centígrados o Celsius.
2. CFM: minutos de pies cúbicos.
3. dB. Decibeles.
4. s: segundo.
5. t: tiempo.
6. l: litro.
7. Hz: Hertz.
8. Rpm: revoluciones por minuto.
9. Kwh: kilovatio hora
10. Psi: libras sobre pulgadas cuadradas.

## RESUMEN

En este estudio se realizó un análisis de la situación actual del sistema de aire comprimido, tomando datos de los equipos relacionados con la producción de alcohol, posteriormente se estableció las condiciones de producción y eficiencia de los procesos elaborando con esta información la propuesta de mejora.

Actualmente se tienen 193 equipos con pérdidas de aire en los procesos de producción del alcohol, lo cual está afectando los costos de energía total consumida. Algunas de las fallas detectadas son: fugas y mala utilización del aire. Lo anterior provocado entre otros por accesorios en las líneas de conducción con problemas de deterioro ocasionado por el tiempo de uso.

Se efectuaron recorridos por las instalaciones para localizar las pérdidas derivadas de fugas, mediante la utilización de un detector ultrasónico específico para este fin. Una vez localizadas, estas se identificaron y clasificaron en tres categorías dependiendo de la magnitud, pequeñas, medianas y grandes, para poder agruparlas para su posterior cuantificación. Se realizó un análisis de la pérdida total y luego se estimó el costo asociado a la misma, para obtener el potencial de ahorro que el sistema posee.

Se contempló dentro del proyecto la evaluación de la correcta utilización del aire por los operarios de la planta evitando utilizar el aire comprimido como ventilación o enfriamiento de partes mecánicas, limpieza de piezas o uniformes de personal de la empresa.

## I. INTRODUCCIÓN

El aire comprimido es el aire compactado por medios mecánicos, confinado en un reservorio a una determinada presión. Es utilizado en varios procesos para generar trabajo en diversos sistemas neumáticos, el mismo es producido por compresores que requieren energía eléctrica para su generación.

El compresor aspira el aire de la atmósfera para comprimirlo y lo lleva primero a un depósito que permite el almacenamiento para satisfacer fuertes demandas que superan la capacidad del compresor; el mantenimiento de las pulsaciones del compresor; el enfriamiento del aire comprimido y la recolección del condensado residual. El depósito dispone de un manómetro para verificar la presión del aire y un termómetro para controlar la temperatura del mismo, además también dispone de una válvula limitadora de presión para la seguridad de la instalación. Luego el aire es secado para reducir el contenido de vapor de agua. La humedad puede provocar el mal funcionamiento del equipo y corrosión en partes mecánicas y tuberías. El aire pasa por un filtro que tiene la misión de extraer todas las impurezas y el agua (humedad) que tiene el aire. Los drenajes eliminan el condensado (agua condensada mezclada con otras impurezas generadas por el aire comprimido y fuentes de contaminación). El separador recibe el condensado de los drenajes. Aparta el aceite y el agua evitando vertidos contaminantes.

En muchas plantas industriales los compresores de aire son los mayores consumidores de energía eléctrica, y por consecuente una falla en el sistema de aire comprimido, una fuga o un mal manejo afectan de forma directa en la eficiencia energética de los equipos.

El mejoramiento de la eficiencia energética en estos sistemas puede permitir una reducción significativa del consumo de electricidad de los equipos que se utilizan en la planta. Un sistema de aire comprimido bien operado ahorra energía, reduce el mantenimiento, disminuye las interrupciones productivas, y mejora la calidad.

## II. DESARROLLO DEL INFORME

En la planta de destilación de alcohol, las fugas aparecen incluso en los equipos neumáticos recién instalados y además tendrán la tendencia a ir creciendo. Estos escapes provocan grandes pérdidas de energía. La causa principal de las fugas es el desgaste de las herramientas, mangueras y demás componentes, como también existe un desperdicio excesivo por parte de los colaboradores, por eso es vital tomar las medidas necesarias inmediatamente.

Se realizó un recorrido en la planta cuantificando las fugas y tomando el nivel de densidad del sonido de las fugas por medio de un detector ultrasónico para tener un estimado del desperdicio de aire que se tiene en el año.

### III. OBJETIVOS

#### A. GENERAL

Mejorar el sistema de aire comprimido en el proceso de producción de alcohol en la planta de destilación de un ingenio azucarero, haciendo un análisis de las pérdidas en los equipos relacionados al mismo, para reducir los costos de operación del sistema de aire comprimido.

#### B. ESPECÍFICOS

1. Identificar las características de los compresores y demás componentes del sistema que suministra el aire comprimido, realizando recorridos en la planta para la clasificación de los elementos.
2. Inspeccionar las distintas áreas del circuito de aire comprimido, cuantificando las fugas de la instalación actual, y los usos inadecuados que se le da al aire para identificar fugas y realizar el cálculo del costo anual de pérdida.
3. Identificar las causas en los que se producen pérdidas de aire y el mal uso de la misma, por medio de una inspección general en la planta de acuerdo a las áreas distribuidas y el punto de proceso de los equipos, esto con el fin de implementar una propuesta de mejora en el sistema de aire comprimido para optimizar costos.
4. Efectuar un análisis del costo de inversión de los accesorios que son necesarios para eliminar las fugas en los equipos neumáticos.
5. Realizar una apreciación del período de recuperación del capital a invertir, mediante una base de cálculo del ahorro económico al realizar la reparación en los equipos con fugas, para considerar si es conveniente realizar el cambio.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran cantidad de equipos neumáticos con que cuenta la planta de alcohol, y a la importancia de los mismos dentro del proceso, el sistema de aire comprimido juega un papel crítico para mantener la continuidad de la operación. Por este motivo es necesario que el trabajo de dicho sistema sea eficiente, para lograrlo se hace inevitable que las etapas de generación, almacenamiento y distribución del aire comprimido se mantengan libres de pérdidas significativas y cumplan con la demanda requerida por los equipos neumáticos de la planta.

Algunos de los problemas que afectan la eficiencia en el consumo del aire comprimido son: fugas en tuberías y en conexiones de equipos neumáticos, uso de aire para fines no productivos para el proceso.

Se contempla dar solución a las pérdidas por fugas en los equipos neumáticos y dar solución al mal manejo del aire por parte de los colaboradores de la planta.

## V. ANTECEDENTES

Se han realizado varios estudios con respecto a las fugas de aire en industrias, a continuación, se mencionan algunos importantes:

En el artículo: "Tratamiento del aire comprimido", Kaeser, (2006), se hace una lista de las diversas aplicaciones del aire comprimido y las diferentes maneras de limpieza, según su uso, y como cada método de limpieza representa diferentes costos, entre más pureza se requiera mayor será el costo para tratarlo, allí la importancia de cuidar que no haya fugas, el costo mínimo de tratarlo puede ser de hasta un 5 % del presupuesto de repuestos por mantenimiento.

En el artículo: "Estrategias para el ahorro de aire comprimido", de Las Heras, Moreno y Fernández (2009), enfatizan que para mejorar el rendimiento de una instalación neumática se debe minimizar el consumo y reducir las pérdidas de energía pudiendo ahorrar hasta un 10 % en usos innecesarios.

El artículo: "Auditorías energéticas de instalaciones de aire comprimido", Revista Fluidos (2007), hace conciencia sobre la importancia de la energía que contiene el aire comprimido, su cada vez mayor demanda en la industria, también se enfoca en enseñar a sus técnicos a hacer estudios sobre minimizar el consumo aire comprimido, evitar usos innecesarios, de manera que este sea lo menor posible, haciendo el sistema más eficiente

En el artículo: "Potencial de ahorro de energía en los sistemas de filtración de aire comprimido", Beko (2012), se calculó que en Europa de la potencia total de aire comprimido instalada se pierde entre un 20 % y 30 % aire que resulta caro producirlo se está dejando escapar.

## VI. METODOLOGÍA

### A. MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN

Se efectuaron recorridos por el área, realizando listados tanto en lo que respecta a equipos de generación y tratamiento de aire en la parte de suministro, como la maquinaria que se utiliza en la parte de la demanda.

El sistema de generación de aire comprimido de la planta está formado por tres compresores de tornillo, dos secadoras y dos tanques acumuladores. Los Cuadros 9 y 10 en anexos se presentan las características de los compresores, secadoras y tanques acumuladores.

En la Figura 1, se muestran dos fotografías que se tomaron del sistema de generación de aire en la Planta.



**Figura 1.** Sala de compresores de la planta.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de la sala de compresores de la destilería.

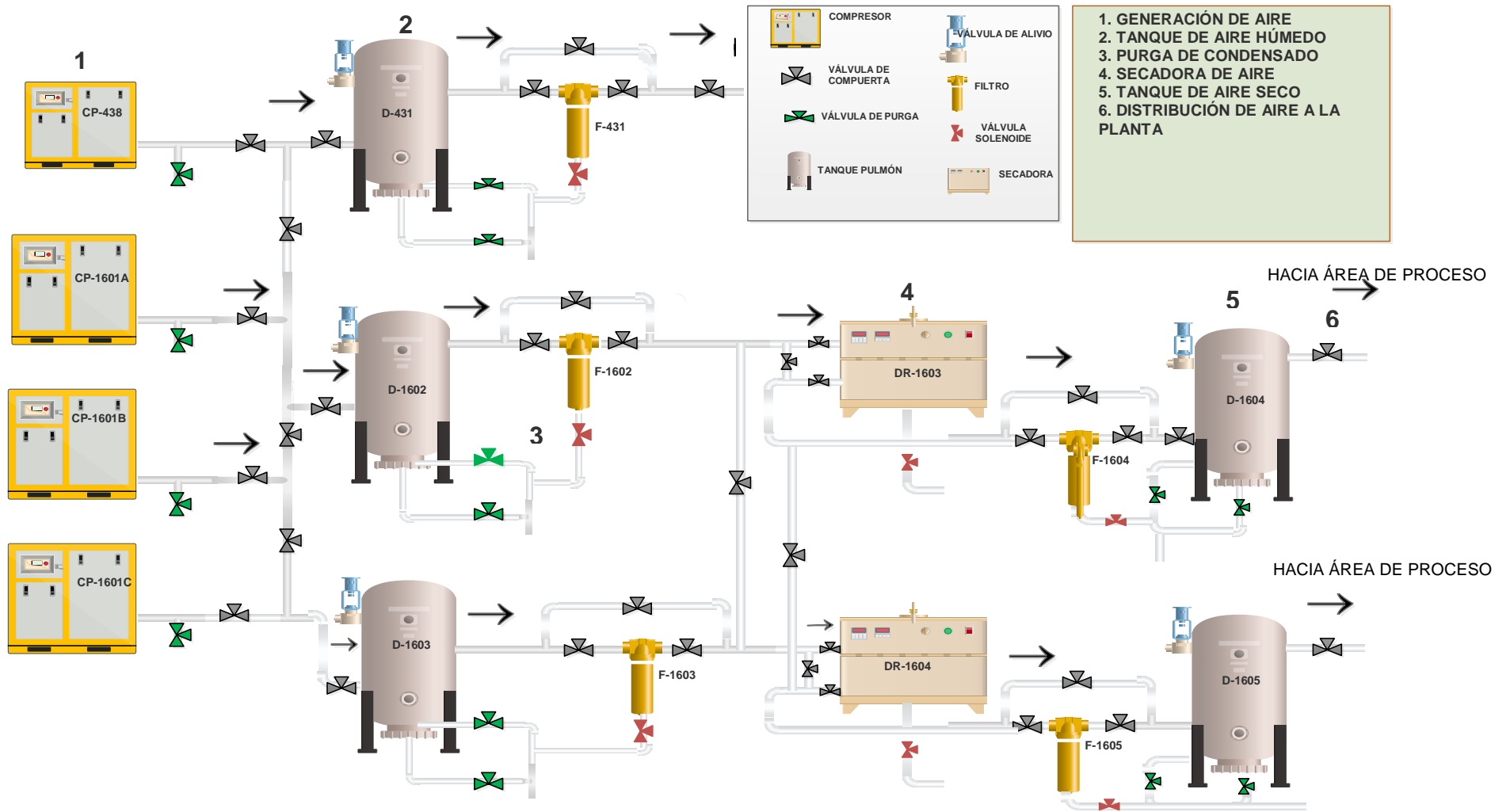
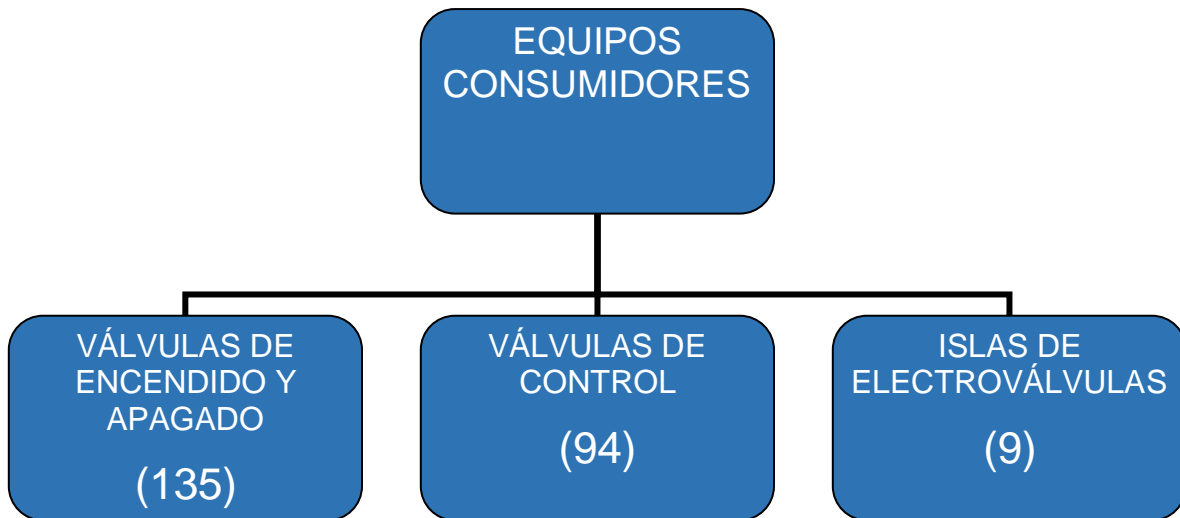


Figura 2. Diagrama de sala la de compresores.

Fuente: Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

En la planta existen 238 equipos que demandan aire comprimido, los cuales se detallan en la Figura 3.



**Figura 3.** Diagrama de los equipos consumidores

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

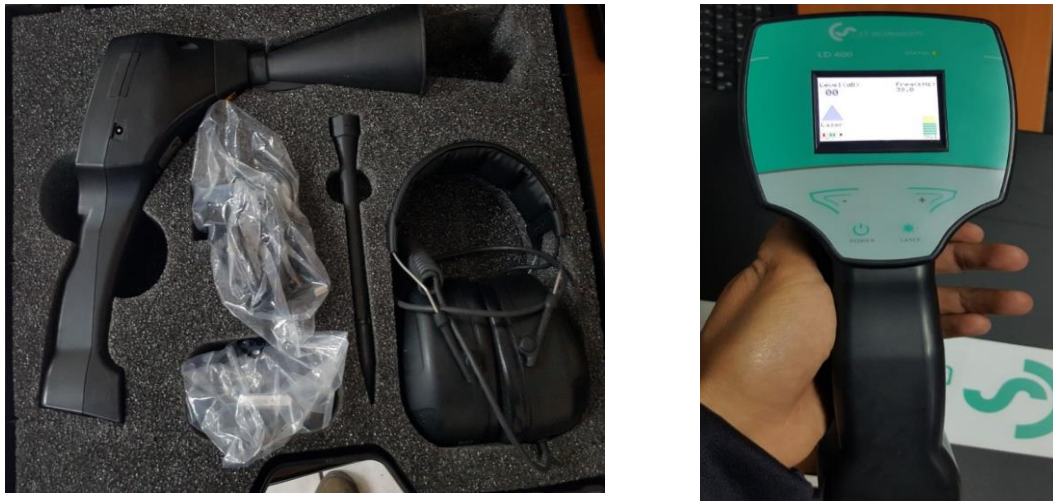
## B. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

Se utilizó un detector ultrasónico LD 400, para examinar las pérdidas en los equipos que demandan aire en la planta.

La marca del equipo es CS Instruments, de origen alemán, es capaz de detectar incluso las fugas más pequeñas en las líneas de aire comprimido. (cs-instruments.com, s.f.)

El LD 400 detecta sonidos que el oído humano no puede oír y los transforma para que se puedan escuchar a través de los cascos. Estos cascos además aíslan al operador del ruido ambiente. Debido a una trompeta acústica especialmente diseñada se logra una mejor focalización de las ondas acústicas. Esta trompeta acústica actúa como un micrófono direccional para que otros ruidos ambientales no afecten a la medición. (cs-instruments.com, s.f.)

En la Figura 4 se muestran dos fotografías tomadas del medidor utilizado para la realización de este proyecto.



**Figura 4.** Equipo utilizado para la detección de fugas  
**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

El medidor pertenece a la destilería, por lo que no representó costo alguno en la detección de fugas durante el desarrollo del proyecto.

Se realizó el formato que se presenta en el Cuadro 3, del anexo para llevar un control de los equipos y detalles de las fugas.

Debido a la experiencia de los fabricantes de este tipo de equipo de detección y estudios previos ya realizados, se considera que cada fuga deja escapar un caudal de aire igual que se escapa de un agujero de 1 mm de diámetro, es aproximadamente 1,2 l/s a una presión de 6 bar.

Para obtener un estimado del total de pérdidas, sumaremos la cantidad total de fallos detectados con el equipo de ultrasonido y se multiplicará por el caudal. Este estimado total se multiplica por el total de horas trabajadas y por días al año, se podrá conocer un aproximado del volumen total en un año que se está perdiendo de aire comprimido. Parámetro que permitirá saber qué cantidad de energía en kilowatt hora fueron necesarios para producirlos y el costo o pérdida económica que este significó para cubrir ese consumo de energía en un año, por el desperdicio del aire. (Thomas Kaeser, 2010)

### Aire Descargado a Través de un Orificio

En pies cúbicos de aire a una presión atmosférica de 14,7 psia y 70°F

Presión antes del orificio (psig)	Diámetro del orificio (pulgadas)										
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
	Descarga, pies cúbicos de aire por minuto										
1	.028	.112	.450	1.8	7.18	16.2	28.7	45.0	64.7	88.1	115
2	.040	.158	.633	2.53	10.1	22.8	40.5	63.3	91.2	124	162
3	.048	.194	.775	3.10	12.4	27.8	49.5	77.5	111	152	198
4	.056	.223	.892	3.56	14.3	32.1	57.0	89.2	128	175	228
5	.062	.248	.993	3.97	15.9	35.7	63.5	99.3	143	195	254
6	.068	.272	1.09	4.34	17.4	39.1	69.5	109	156	213	278
7	.073	.293	1.17	4.68	18.7	42.2	75.0	117	168	230	300
9	.083	.331	1.32	5.30	21.1	47.7	84.7	132	191	260	339
12	.095	.379	1.52	6.07	24.3	54.6	97.0	152	218	297	388
15	.105	.420	1.68	6.72	26.9	60.5	108	168	242	329	430
20	.123	.491	1.96	7.86	31.4	70.7	126	196	283	385	503
25	.140	.562	2.25	8.98	35.9	80.9	144	225	323	440	575
30	.158	.633	2.53	10.1	40.5	91.1	162	253	365	496	648
35	.176	.703	2.81	11.3	45.0	101	180	281	405	551	720
40	.194	.774	3.1	12.4	49.6	112	198	310	446	607	793
45	.211	.845	3.38	13.5	54.1	122	216	338	487	662	865
50	.229	.916	3.66	14.7	58.6	132	235	366	528	718	938
60	.264	1.06	4.23	16.9	67.6	152	271	423	609	828	1082
70	.300	1.20	4.79	19.2	76.7	173	307	479	690	939	1227
80	.335	1.34	5.36	21.4	85.7	193	343	536	771	1050	1371
90	.370	1.48	5.92	23.7	94.8	213	379	592	853	1161	1516
100	.406	1.62	6.49	26.0	104	234	415	649	934	1272	1661
110	.441	1.76	7.05	28.2	113	254	452	705	1016	1383	1806
120	.476	1.91	7.62	30.5	122	274	488	762	1097	1494	1951
125	.494	1.98	7.90	31.6	126	284	506	790	1138	1549	2023

**Cuadro 4.** Aire descargado a través de un orificio en diámetro.

**Fuente:** (airecomprimidokaeser.com, s.f.)

El Cuadro 4 pertenece a Kaeser compresores para determinar el costo de las fugas dependiendo del diámetro del orificio.

El Cuadro 5 del anexo contiene los datos necesarios para el cálculo del costo anual de fugas que se tienen en la planta, datos extraídos del Cuadro 4, proporcionada por kaeser, los cuales son requeridos para la realización de cálculos de fugas de aire comprimido según el diámetro del orificio y la presión del sistema.

En el Cuadro 6 se localizaron las fugas, se clasificaron en tres categorías, pequeñas, medianas y grandes, para poder agruparlas para su posterior cuantificación.

Siendo:

CLASIFICACIÓN	DB	CUANTIFICACIÓN
A	> = 60	64
B	> = 40 y < 60	34
C	< 40	95
	TOTAL	193

**Cuadro 6.** Clasificación de fugas según la intensidad.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

En el Cuadro 7 del anexo contiene los precios por unidad de los accesorios que se encuentran en mal estado en los equipos neumáticos. Los precios fueron obtenidos por proveedores.

Se realizaron cálculos para la obtención del costo anual en fugas según su clasificación, la fórmula utilizada para el cálculo es la siguiente:

- \$ Costo anual: horas anuales x \$/kwh x kW

En el Cuadro 8 de anexos se muestra el total del costo anual para la clasificación A: Se tomó 1/32" como diámetro del agujero, siendo según la tabla anterior 1.62 el caudal cfm y 0.27 la potencia de fuga.

En el Cuadro 10 de anexos, clasificación B: Se tomó 1/64" como diámetro del agujero, siendo 0.406 el caudal de fuga cfm y 0.07 la potencia de fuga.

Cuadro 12 de anexos, clasificación C: Se tomó de referencia 1/64" como el caudal de fuga cfm, ya que es el diámetro más pequeño que tenemos para la deducción de costo anual por fuga y no se descartó ya que cada fuga por más pequeña es significativa para la planta.

La etiqueta utilizada para la identificación de fugas en los equipos neumáticos es la siguiente:

FUGA

TAG: \_\_\_\_\_

NIVEL: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

TIPO DE FUGA:

A	B	C
Red	Yellow	Green

**Figura 5.** Etiqueta para la identificación de fugas.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

Se identificó otra fuente de pérdida, como el caso del uso inadecuado de aire comprimido por parte del personal de la planta, siendo éste junto a las fugas las dos mayores causas de demanda no aprovechable del sistema.

A continuación, se dan a conocer algunas actividades que se notaron del personal de la planta durante el tiempo que se realizó el recorrido en la planta.

- Limpieza de uniforme
- Limpieza de mesa de trabajo
- Limpieza de partes mecánicas

En el Cuadro 14 de anexos se presenta el tiempo que se le da a algunas actividades inadecuadas del aire comprimido. La muestra corresponde aproximadamente al 10% del total de personas en planta, haciendo una proyección con el total de la población podemos llegar a tener costos cerca de \$ 6000.00 al año por usos inadecuados de aire.

### C. DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS DE FALLAS

Las principales causas de las fugas se deben al deterioro de conexiones directas a máquina o cerca de puntos de consumo, como lo son las siguientes:

- Válvulas en general
- Reguladores
- Conexiones rápidas
- Herramientas neumáticas
- Junta de tuberías y mangueras

Otra causa son los usos inapropiados del aire comprimido es sopletear en lugar de usar un cepillo o cualquier otro objeto, refrescarse en lugar de usar un ventilador, utilizar cepillos, aspiradoras, sopladores en vez de aire comprimido para limpiar partes o remover residuos. Son actividades que podemos realizar de forma más efectiva y con menor consumo de energía.

Las fugas se pueden considerar como un desperdicio de energía, pues el aire simplemente se escapa hacia la atmósfera sin generar ningún trabajo, aire que se pudiera emplear para otros fines productivos.

Cuando la cantidad de fugas incrementa considerablemente, la presión en punto de consumo desciende, a lo cual comúnmente el consumidor incrementa la presión de operación de trabajo de los compresores, agravando la situación, pues a mayor presión, el flujo de aire que se escapa es mayor.

## D. VALOR DE REPARACIÓN

Se realizaron correcciones en 33 equipos de la planta sin necesidad de materiales costosos.

En el Cuadro 20 del anexo se detalla la fuga encontrada, y la disminución de la fuga al realizar pequeños arreglos en las partes dañadas y/o desgastadas.

Para el cálculo del costo anual por fuga, se realizó una suma de todos los decibeles y el total se dividió entre 40, tomándolo como clasificación C, para su fácil operación. Ver Cuadro 15 de anexos.

Para las correcciones no se necesitó más que herramienta (navaja, llaves, ajustable), ya que se realizó apriete de conectores y reducidos para bajar la intensidad de la fuga, se colocó teflón algunos conectores y se cortaron partes gastadas de manguera.

Los accesorios en mal estado que se encontraron en los equipos neumáticos fueron:

- Mangueras ¼"
- Conectores rápidos ¼
- Tubing
- o'rings
- Tapadera de actuadores

En el Cuadro 20 del anexo se muestran los costos estimados para reparación de los accesorios que son necesarios cambiar en los equipos neumáticos. Se sumó el total del costo de reparación por cada clasificación, siendo: Q13, 951.37 la inversión inicial para el cambio de los accesorios dañados en los equipos neumáticos.

En el Cuadro 21 se representa el tiempo estimado para realizar todas las reparaciones necesarias en los equipos que se encuentran con fugas.

El Cuadro 22 muestra el costo de mano de obra para realizar las reparaciones en los equipos que se encuentran con fugas. Se necesita alrededor de 4 días de trabajo para realizar el cambio de los 222 accesorios, por lo tanto, se realizó el presupuesto de once días de trabajo por inconvenientes que puedan ocurrir.

## E. EVALUACIÓN DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN

Utilizando la información recabada en la investigación de campo, se hizo el análisis económico de costo beneficio de la implementación del proyecto de reparación del circuito de aire comprimido de la planta de alcohol del ingenio azucarero.

Se logró determinar el costo por pérdidas de aire comprimido en el sistema, el costo de reparación y el ahorro que se obtendría en caso se realizara la reparación de las fugas en el sistema de aire comprimido, a través de un análisis comparativo de los costos de cada uno de los escenarios descritos, el cual se presenta a continuación:

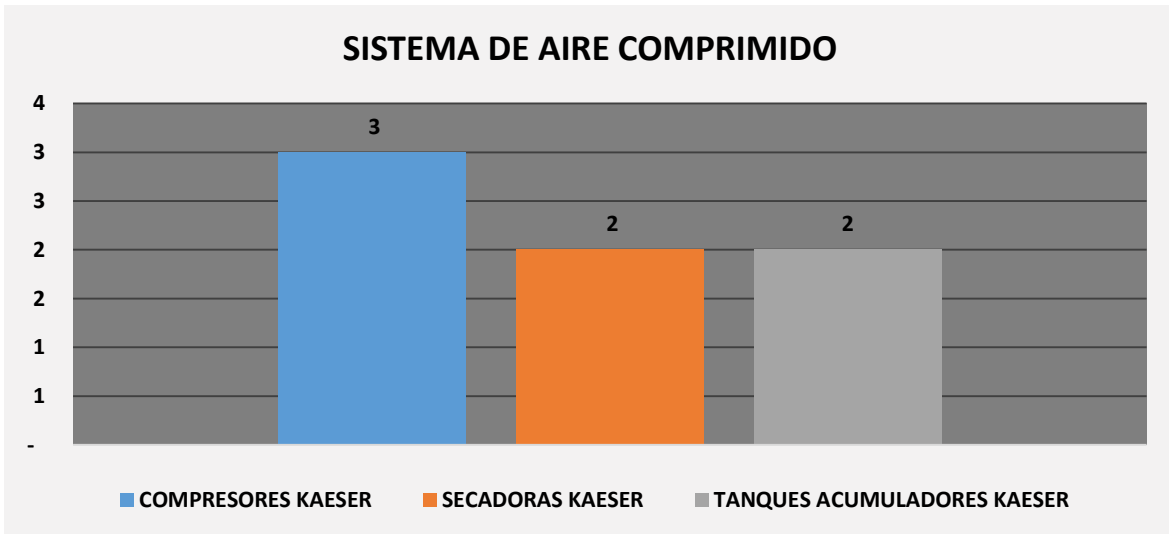
<b>COSTO DE PÉRDIDAS POR FUGA</b>	<b>COSTO DE REPARACIÓN</b>	<b>AHORRO ESPERADO</b>
ANUAL	ÚNICO	ANUAL
Q 91,808.26	Q 15,271.37	Q 76,536.89

Si trasladamos el cálculo de costos de pérdidas por fuga anual a mensual tendremos un costo de Q 6,378.07 por mes.

Si hacemos la relación entre el costo de la reparación del sistema tendremos un período de recuperación de 2.4 meses.

## VII. RESULTADOS

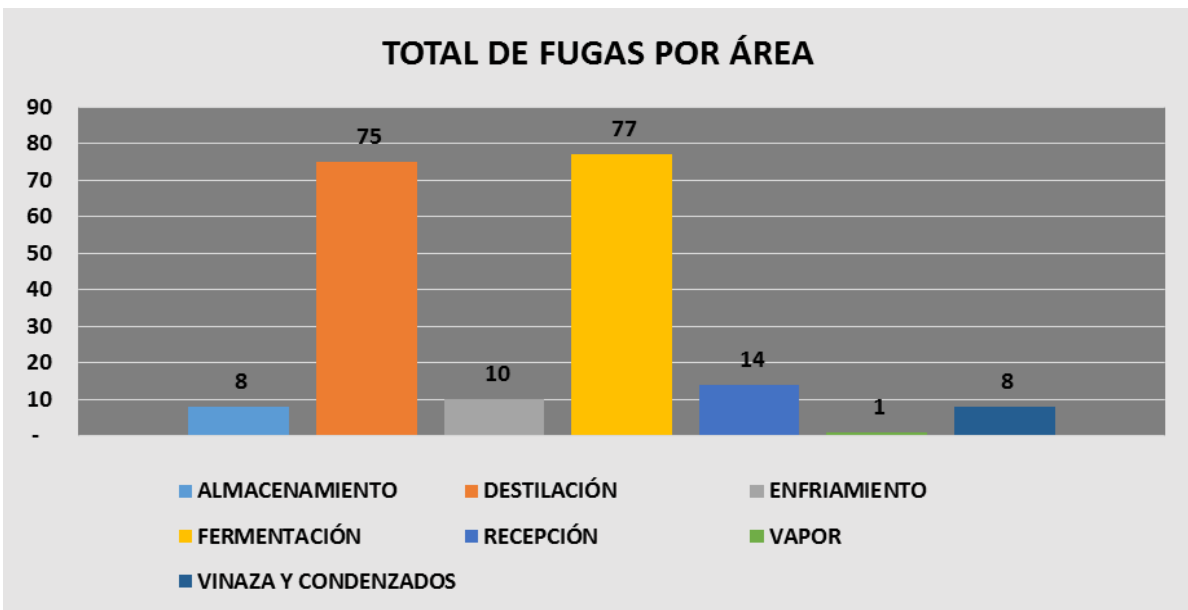
En la Figura 6 se detalla la cantidad de compresores, secadoras y tanques acumuladores que posee la planta de alcohol.



**Figura 6.** Gráfico de barras que muestra el sistema de aire comprimido.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

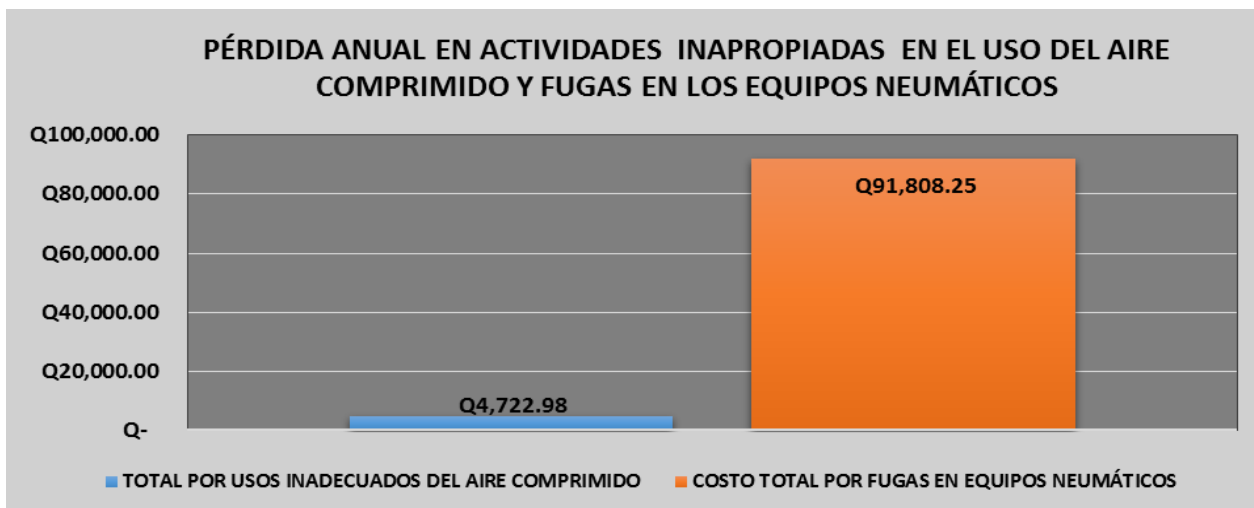
En la Figura 7, se detalla la cantidad de fugas que posee cada área según la clasificación definida al inicio del proyecto.



**Figura 7.** Gráfico de barras que muestra el total de equipos con fugas en cada área.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

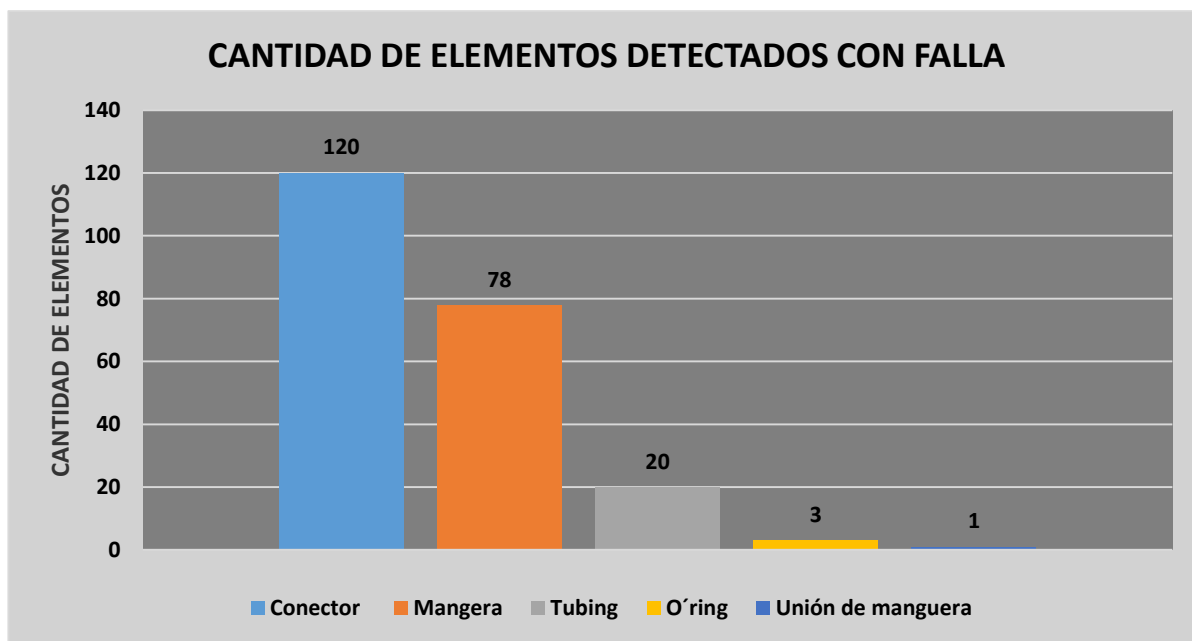
La Figura 8, muestra el costo total anual en pérdidas por mal uso o uso indebido (uso ajeno a procesos productivos) del aire comprimido.



**Figura 8.** Gráfico de barras que muestra el costo anual por pérdidas de aire comprimido.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

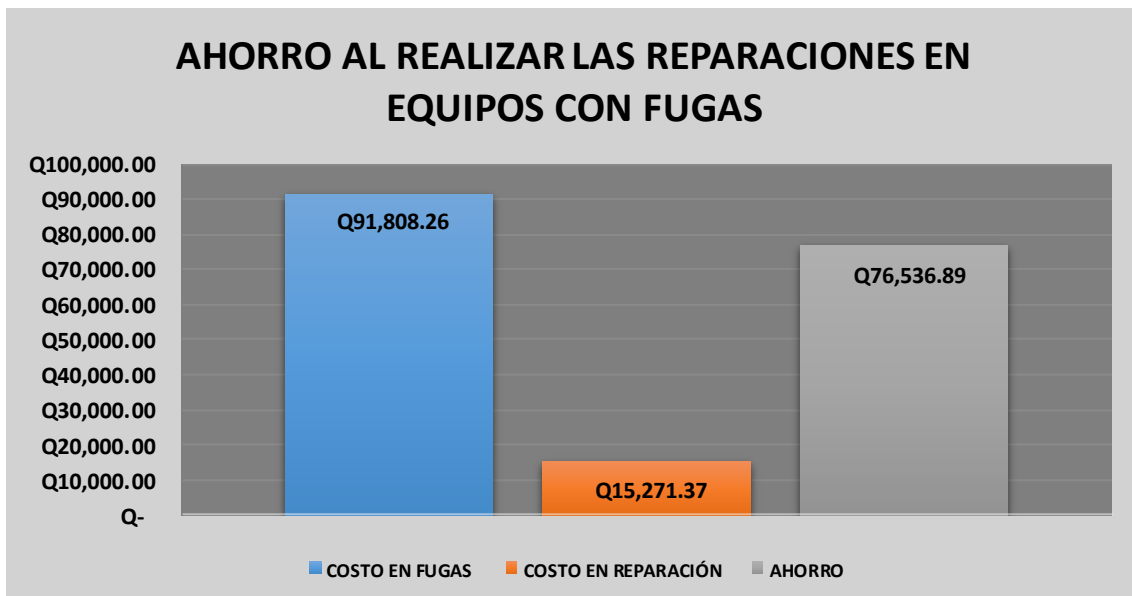
La Figura 9, muestra la cantidad de accesorios identificados, que deben ser requeridos para la reparación correspondiente.



**Figura 9.** Gráfico de barras que muestra la cantidad de elementos detectados con fugas en los instrumentos neumáticos.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

En la Figura 10, se detalla el costo estimado para realizar reparaciones según la clasificación del tamaño de fuga y el volumen de aire de fuga.



**Figura 10.** Gráfico de barras que muestra el costo total al realizar correcciones en equipos con fugas.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

## VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. La sala del sistema de aire comprimido está conformado por tres compresores kaeser de tornillo, dos secadoras kaeser y dos tanques pulmones kaeser (húmedo y seco).
2. Para recopilar información e implementar un control adecuado de las fugas en el sistema de aire comprimido, se realizaron mediciones en siete áreas de la planta. Los resultados de la investigación de campo, se determina que las áreas más afectadas con respecto a las fugas son fermentación con 75 equipos y destilación con 77 equipos dañados, una de las razones es que en estos dos puntos de proceso se concentra la mayor parte de instrumentos y están expuestos a radiación solar y lluvia, por lo que con el tiempo la vida útil de los accesorios se reduce.
3. No fue necesario medir el diámetro de cada fuga, ya que, con la utilización del sonómetro, se pudo definir el volumen de fuga según la medición en dB obtenida, efectuando a partir de este dato la clasificación de las fugas en tres categorías (pequeña, mediana y grande). Se tomó como referencia para la clasificación la tabla de KAESER del aire descargado a través de un orificio, y con esta referencia se obtuvo un estimado del costo anual de Q 91,808.26 en fugas en la planta. Según los resultados descritos en la Figura 8, los colaboradores utilizan aire comprimido para realizar actividades inapropiadas, tiene un costo anual de Q. 1,216.47, en la limpieza de los uniformes al final o a mediados de cada jornada laboral para remover cualquier polvo o suciedad anualmente se gasta Q. 1,541.31 y con respecto a la limpieza de las piezas mecánicas tal actividad tiene un costo de Q. 1,955.20. Se tiene un total de Q4,722.98 por usos inadecuados.
4. Según investigación de campo se logró identificar y clasificar los accesorios que se encuentran deteriorados y deben ser reemplazados, siendo estos: conectores rápidos, manguera plástica, tubing, o 'ring y uniones de manguera. Con el fin de corregir las fugas y optimizar costos de operación.
5. Teniendo el costo total anual de pérdidas en fugas y el costo de reparación, una vez realizados los cambios de equipos defectuosos y reparación de fugas, se estima obtener un ahorro de Q 76,536.89 con una inversión de Q 15, 271.37.

## IX. CONCLUSIONES

1. Durante el recorrido se identificó las características de los compresores y demás componentes que suministra el aire comprimido en la planta, se elaboró el diagrama de la sala de compresores, representando cada dispositivo que compone el sistema.
2. Existen siete áreas de proceso en la planta, siendo el área de destilación y fermentación las más afectadas porque los equipos neumáticos se encuentran en el intemperie, dañando la vida útil de los mismos.
3. Se realizó un mapeo en la planta para determinar la magnitud de las fugas clasificándolas en tres categorías: clasificación A (grandes), mayor a 60 dB, clasificación B (medianas) mayor que 40 dB y menor que 60 dB, clasificación C (pequeñas) menor que 40 dB, siendo la clasificación A y C las que tienen mayor impacto en la planta. Se identificó la mala práctica operativa por parte de los operadores en el sistema de limpieza de los equipos del área, ya que estos utilizan el aire comprimido para fin personal, teniendo un costo anual de Q4,722.98
4. Se estableció que las fugas se deben a que existe deterioro en los accesorios de los equipos neumáticos, el mayor causante de las fugas son los conectores rápidos generando un total de 120 fugas, seguido de las mangueras y tubing.
5. Después de realizar el estudio es factible realizar el proyecto de reparaciones en el sistema de aire comprimido de la planta de alcohol del ingenio azucarero, el cual tiene un costo promedio de Q252.00 al día, Q 91,808.26 anuales, el costo de inversión para elaborar las correcciones es de Q15,271.37 teniendo un periodo de recuperación aproximadamente 2.4 meses.

## X. RECOMENDACIONES

1. Realizar la inspección por ultrasonido periódicamente al menos cada 2 meses en las líneas de suministro y equipos neumáticos.
2. Programar a la brevedad la reparación de las fugas detectadas durante las inspecciones para evitar pérdidas significativas de aire comprimido.
3. Dar charlas de concientización al personal de operadores de la Planta, sobre el costo de la energía utilizada en la compresión del aire y los beneficios que se obtienen
4. Generar conciencia a los trabajadores sobre el impacto ambiental que genera la pérdida del aire comprimido (alto consumo de energía eléctrica, generación de ruido dB, generación de calor por máquinas rotativas y sistema eléctrico).
5. Aplicar la técnica V.O.S.O. por parte de todos los trabajadores en planta el cual ayudará a detectar problemas con sistema de aire comprimido y poder generar el reporte para realizar la corrección lo antes posible.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. BANCO DE GUATEMALA. (ENERO de 2019). (s.f.). *Tipo de cambio* Obtenido de <http://www.banguat.gob.gt/cambio/>
2. Cs-instruments (s.f.). *Medidor ultrasonico*. Obtenido de <https://www.cs-instruments.com/es/productos/d/buscadores-de-fugas-de-aire-para-mejorar-la-eficiencia-energetica/ld-400-detector-de-fugas/>
3. Estudios Superiores Abiertos. Zaragoza (2012). (s.f.). *Neumática*. Obtenido de <https://cursos.universia.es/seas-estudios-superiores-abiertos-neumatica/z134s15fc/>
4. FESTO (s.f.). *Electroválvulas* Obtenido de [https://www.festo.com/cms/es\\_es/18237.htm](https://www.festo.com/cms/es_es/18237.htm)
5. Lab-Volt Ltda. Quebec (1999). (s.f.). *Fundamentos de neumática*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/208264709/Lab-Volt-Fundamentos-de-Neumatica-pdf>
6. M. Moreno. (2015). (s.f.). *Introducción a la neumática*. Buenos Aires . Argentina. Obtenido de <http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Neumaticos/PDF/Tema%202.pdf>
7. NORMAS ISO. (s.f.). *Normas ISO*. Obtenido de <https://www.normas-iso.com/>
8. PAESE (2017). (s.f.). *Aire comprimido*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/387926131/Aire-Comprimido>
9. Parker Hannifin. (2003). (s.f.). *Tecnología de neumática industrial*. Obtenido de [https://www.parker.com/literature/Brazil/M1001\\_BR\\_Neumatica.pdf](https://www.parker.com/literature/Brazil/M1001_BR_Neumatica.pdf)
10. Thomas Kaeser. (2010). (s.f.). *Técnica de aire comprimido*. Obtenido de <http://airecomprimidokaeser.com/index.php/2015/05/23/seminario-de-aire-comprimido-2019/>

XII. ANEXOS

DATOS DE COMPRESORES Y SECADORAS					
TIPO	COMPRESOR	COMPRESOR	COMPRESOR	SECADORA	SECADORA
MARCA	KAESER	KAESER	KAESER	KAESER	KAESER
MODELO	CSD 75	CSD 75	CSD75	TE 141	TE 141
AÑO	2010	2006	2006	2009	2006
UNIDAD COMPRESORA	TORNILLO	TORNILLO	TORNILLO	-	-
PRESIÓN (PSIG)	125	125	125	125	125
RPM	3568	3568	3568	-	-
HZ	60	60	60	60	60
FASES	3	3	3	3	3
HP	75	75	75	-	-
VOLTAJE (V)	460	460	460	460	460

**Cuadro 1.** Se muestran los datos de los compresores y secadoras de la planta.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

La destilería cuenta con un tanque húmedo y un tanque seco, a continuación, se presenta las características de estos.

TANQUES ACUMULADORES			
TANQUE HÚMEDO		TANQUE SECO	
MARCA	KAESER	MARCA	KAESER
PRESIÓN PS MIN	0 bar	MÁX. PRESIÓN DE TRABAJO PERMISIBLE	149.35
PRESIÓN DE TRABAJO	11 bar	TEMPERATURA MÍNIMA DE METAL DE DISEÑO	-20°F
PRESIÓN DE PRUEBA	16 bar	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2006
CAPACIDAD	2014 GAL	CAPACIDAD	1060 GAL
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2010		

**Cuadro 2.** Se muestran los datos de los tanques acumuladores de la planta.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

DATOS DE FUGAS				
NO.	TAG	ÁREA	FUGA	DB
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

**Cuadro 3.** Formato utilizado para anotar los datos de equipos con fugas.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

DATOS	
Presión en el punto de uso	100 psi
Caudal de fuga cfm 1/64"	0.406
Caudal de fuga cfm 1/32"	1.62
Caudal de fuga cfm 1/4"	104
Energía específica [Kw/cfm]	0.16685919
Potencia de fuga 1/64"	0.06774483
Potencia de fuga 1/32"	0.27031189
Potencia de fuga 1/4"	17.3533558
\$/kwh	0.06
Horas Año	8400

**Cuadro 5.** Datos para cálculo de fugas.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANTIDAD	COSTO Q	COSTO \$
Tubing 3/8"	M	Q 85.00	\$ 11.05
Conector codo 3/8" tubing 1/4" npt	UN	Q 15.00	\$ 1.95
Conector recto 3/8" tubing 1/4" npt	UN	Q 15.33	\$ 1.99
Gollete de 3/8" bronce	UN	Q 1.20	\$ 0.16
O ring tapadera actuador	UN	Q 25.00	\$ 3.25
O ring tapadera regulador	UN	Q 20.00	\$ 2.60
Conector rápido 1/4" manguera 1/4" npt	UN	Q 55.00	\$ 7.15
Unión de manguera 1/4"	UN	Q 65.00	\$ 8.45
Manguera 1/4"	M	Q 35.00	\$ 4.55

**Cuadro 7.** Se muestran los precios de los accesorios para la reparación de fugas en equipos neumáticos.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CLASIFICACIÓN A					
NO.	TAG	DB	caudal de fuga [cfm]	Potencia de Fuga [kW]	Costo de Fuga Anual [\$]
1	XV-403B-3	60	1.62	0.27	\$ 136.24
2	XV-403B-4	60	1.62	0.27	\$ 136.24
3	XV-403B-9	60	1.62	0.27	\$ 136.24
4	XV-434-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
5	XV-434-4	60	1.62	0.27	\$ 136.24

<b>NO.</b>	<b>TAG</b>	<b>DB</b>	<b>caudal de fuga [cfm]</b>	<b>Potencia de Fuga [kW]</b>	<b>Costo de Fuga Anual [\$]</b>
6	XV-434-8	60	1.62	0.27	\$ 136.24
7	XV-434-9	60	1.62	0.27	\$ 136.24
8	XV-400 <sup>a</sup>	60	1.62	0.27	\$ 136.24
9	XV-400B	60	1.62	0.27	\$ 136.24
10	XV-403A-7	60	1.62	0.27	\$ 136.24
11	XV-403A-9	60	1.62	0.27	\$ 136.24
12	XV-403C-5	60	1.62	0.27	\$ 136.24
13	XV-403C-9	60	1.62	0.27	\$ 136.24
14	XV-403D-7	60	1.62	0.27	\$ 136.24
15	XV-403D-9	60	1.62	0.27	\$ 136.24
16	PV-1702	60	1.62	0.27	\$ 136.24
17	PV-518	60	1.62	0.27	\$ 136.24
18	XV-582-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
19	XV-582-3	60	1.62	0.27	\$ 136.24
20	LV-566	60	1.62	0.27	\$ 136.24
21	LV-566	60	1.62	0.27	\$ 136.24
22	LV-570	60	1.62	0.27	\$ 136.24
23	LV-585	60	1.62	0.27	\$ 136.24
24	LV-587	60	1.62	0.27	\$ 136.24
25	TV-302A-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
26	CV-1421	60	1.62	0.27	\$ 136.24
27	DV-301-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
28	FV-400A-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
29	FV-400A-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
30	FV-400A-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
31	FV-507-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
32	FV-516-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
33	FV-516-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
34	FV-516-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
35	FV-526	60	1.62	0.27	\$ 136.24
36	FV-742-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
37	FV-742-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
38	FV-742-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
39	LV-1401	60	1.62	0.27	\$ 136.24
40	LV-1401	60	1.62	0.27	\$ 136.24
41	LV-1401	60	1.62	0.27	\$ 136.24
42	LV-507	60	1.62	0.27	\$ 136.24
43	LV-507	60	1.62	0.27	\$ 136.24
44	XV-406D-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
45	XV-742-3	60	1.62	0.27	\$ 136.24

NO.	TAG	DB	caudal de fuga [cfm]	Potencia de Fuga [kW]	Costo de Fuga Anual [\$]
46	XV-742-4	60	1.62	0.27	\$ 136.24
47	XV-801B-1	60	1.62	0.27	\$ 136.24
48	XV-801B-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
49	XV-821A-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
50	TV-401B	60	1.62	0.27	\$ 136.24
51	TV-401B	60	1.62	0.27	\$ 136.24
52	TV-401D	60	1.62	0.27	\$ 136.24
53	CV-1401	60	1.62	0.27	\$ 136.24
54	CV-1401	60	1.62	0.27	\$ 136.24
55	CV-1401	60	1.62	0.27	\$ 136.24
56	LV-552	60	1.62	0.27	\$ 136.24
57	LV-557B	60	1.62	0.27	\$ 136.24
58	XV-403B-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
59	XV-403B-6	60	1.62	0.27	\$ 136.24
60	XV-433-3	60	1.62	0.27	\$ 136.24
61	XV-307C	60	1.62	0.27	\$ 136.24
62	XV-403A-3	60	1.62	0.27	\$ 136.24
63	PV-509-2	60	1.62	0.27	\$ 136.24
64	FV-434-3	60	1.62	0.27	\$ 136.24
		Total	103.68	17.30	\$ 8,719.18

**Cuadro 8.** Clasificación A.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CLASIFICACIÓN A	COSTO ANUAL EN FUGAS
TOTAL DÓLAR	\$ 8,719.18
TOTAL QUETZALES	Q 67,053.89

**Cuadro 9.** Conversión de dólar a quetzales de la tabla A, según tipo de cambio con referencia al 19 de marzo 2019, Banco de Guatemala. (BANCO DE GUATEMALA , 2019)

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CLASIFICACIÓN B					
NO.	TAG	DB	cfm de fuga	Potencia de Fuga [kW]	Costo de Fuga Anual [\$]
1	XV-403B-7	58	0.406	0.07	\$ 34.14
2	XV-434-9	55	0.406	0.07	\$ 34.14
3	XV-500-1	50	0.406	0.07	\$ 34.14
4	XV-307A	52	0.406	0.07	\$ 34.14
5	XV-403A-6	51	0.406	0.07	\$ 34.14

NO.	TAG	DB	cfm de fuga	Potencia de Fuga [kW]	Costo de Fuga Anual [\$]
6	XV-403C-2	53	0.406	0.07	\$ 34.14
7	XV-403C-3	50	0.406	0.07	\$ 34.14
8	XV-403D-6	58	0.406	0.07	\$ 34.14
9	PV-507-4A	40	0.406	0.07	\$ 34.14
10	XV-581-1	41	0.406	0.07	\$ 34.14
11	XV-581-2	51	0.406	0.07	\$ 34.14
12	XV-582-2	44	0.406	0.07	\$ 34.14
13	LV-562	48	0.406	0.07	\$ 34.14
14	LV-591	40	0.406	0.07	\$ 34.14
15	FV-434-1	42	0.406	0.07	\$ 34.14
16	FV-524	50	0.406	0.07	\$ 34.14
17	FV-525	50	0.406	0.07	\$ 34.14
18	FV-536	40	0.406	0.07	\$ 34.14
19	LV-1421	50	0.406	0.07	\$ 34.14
20	LV-515	57	0.406	0.07	\$ 34.14
21	XV-821A-1	40	0.406	0.07	\$ 34.14
22	TV-302B-2	42	0.406	0.07	\$ 34.14
23	LV-524-2	42	0.406	0.07	\$ 34.14
24	LV-524-2	50	0.406	0.07	\$ 34.14
25	LV-539	54	0.406	0.07	\$ 34.14
26	XV-434-1	50	0.406	0.07	\$ 34.14
27	XV-302A-1	40	0.406	0.07	\$ 34.14
28	XV-307B	40	0.406	0.07	\$ 34.14
29	XV-403A-5	55	0.406	0.07	\$ 34.14
30	FV-400A-1	45	0.406	0.07	\$ 34.14
31	FV-400B-1	45	0.406	0.07	\$ 34.14
32	FV-434-1	52	0.406	0.07	\$ 34.14
33	FV-434-1	50	0.406	0.07	\$ 34.14
34	FV-434-2	52	0.406	0.07	\$ 34.14
		Total	13.804	2.30	\$ 1,160.88

**Cuadro 10.** Clasificación B.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CLASIFICACIÓN B	COSTO ANUAL EN FUGAS
TOTAL DÓLAR	\$ 1,160.88
TOTAL QUETZALES	Q 8,927.62

**Cuadro 11.** Conversión de dólar a quetzales de la tabla B, según tipo de cambio con referencia al 19 de marzo 2019, Banco de Guatemala. (BANCO DE GUATEMALA , 2019)

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CLASIFICACIÓN C		
NO.	TAG	DB
1	XV-403B-5	28
2	XV-403C-4	22
3	XV-434-3	33
4	XV-440-2	35
5	XV-302B-1	30
6	XV-302B-2	31
7	XV-403C-4	22
8	XV-403C-7	18
9	XV-403C-8	37
10	XV-403D-1	17
11	XV-403D-2	31
12	XV-403D-2	37
13	XV-403D-3	14
14	XV-403D-4	20
15	XV-403D-5	35
16	XV-403D-8	35
17	XV-403D-8	38
18	XV-821B-1	18
19	XV-821B-2	6
20	XV-557-3	26
21	XV-560	37
22	XV-564	34
23	XV-565	29
24	XV-597	26
25	PV-507-4B	34
26	PV-534	2
27	TV-580-2	10
28	XV-581-4	25
29	XV-582-4	37
30	XV-580	26
31	XV-581-3	25
32	LV-560	38
33	LV-562	36
34	LV-568	16
35	LV-580	33
36	LV-584	25
37	LV-587	34
38	PV-570	28

<b>NO.</b>	<b>TAG</b>	<b>DB</b>
39	PV-584	2
40	PV-587	10
41	TV-302A-1	27
42	CV-1421	36
43	DV-301-1	22
44	FV-400B-2	36
45	FV-434-2	35
46	FV-507-2	16
47	FV-516-2	10
48	FV-537	17
49	FV-538	8
50	FV-540	35
51	FV-548	10
52	FV-548	26
53	LV-1421	20
54	LV-504	36
55	LV-509	27
56	LV-517A	35
57	LV-517B	29
58	XV-450-6	25
59	XV-513	16
60	XV-596	28
61	XV-742-1	26
62	XV-742-2	5
63	XV-742-5	17
64	XV-801A-1	25
65	TV-302B-2	31
66	TV-401A	16
67	TV-401A	37
68	TV-401C	10
69	TV-401D	34
70	TV-560-1	16
71	TV-568-1	20
72	LV-517B	35
73	LV-526	38
74	LV-533	26
75	LV-534	22
76	LV-550	38
77	LV-555	34
78	LV-557A	20

NO.	TAG	DB
79	XV-403B-1	10
80	XV-403B-8	19
81	XV-433	10
82	XV-302A-2	28
83	XV-307C	20
84	XV-403A-1	12
85	XV-403A-2	32
86	XV-403C-6	22
87	XV-403C-6	32
88	XV-406B-1	32
89	XV-406C-1	34
90	XV-801A-2	16
91	FV-400A-1	35
92	FV-400A-1	31
93	FV-400B-1	33
94	FV-434-2	35
95	FV-434-3	26
	Total db	2411
	Total db/40 db	60.275
	Costo total anual por fugas	\$ 2,057.99

**Cuadro 12.** Clasificación C.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CLASIFICACIÓN C	COSTO ANUAL EN FUGAS
TOTAL DÓLAR	\$ 2,057.99
TOTAL QUETZALES	Q 15,826.75

**Cuadro 13.** Conversión de dólar a quetzales de la tabla C, según tipo de cambio con referencia al 19 de marzo 2019, Banco de Guatemala. (BANCO DE GUATEMALA , 2019)

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

PERIODO TOTAL DE TRABAJO	180	DÍAS	MINUTO	60	SEGUNDOS	ENERGÍA ESPECÍFICA	0.166859189	[Kw/cfm]
TIEMPO DE OBSERVACIÓN	8	HORAS	DIÁMETRO	0.25	PULGADAS	COSTO ENERGÍA	0.06	\$/kwh
CANTIDAD DE MUESTRA	5	PERSONAS	PRESIÓN PUNTO	90	PSI	POTENCIA DE FUGA	15.82	[kW]
TOTAL DE PERSONAS EN PLANTA	52	PERSONAS	CAUDAL FUGA	94.8	CFM	COSTO ANUAL DE FUGA	170.84	[\$]
PORCENTAJE DE MUESTRA	9.62%							

DÍA	LIMPIEZA DE UNIFORME		LIMPIEZA DE MESA DE TRABAJO			LIMPIEZA DE PIEZAS MECÁNICAS	
	PERSONA S	TIEMPO [s]	PERSONAS	TIEMPO [s]	TIEMPO [min]	TIEMPO [s]	TIEMPO [min]
Lunes	3	35	2	55	0.92	61	1.02
Martes	4	40	2	38	0.63	75	1.25
Miércoles	2	25	2	42	0.70	52	0.87
Jueves	1	30	1	15	0.25	65	1.08
Viernes	2	28	2	33	0.55	45	0.75
Sábado	3	32	2	46	0.77	40	0.67
Lunes	3	45	1	34	0.57	67	1.12
Martes	1	41	1	51	0.85	71	1.18
Miércoles	2	39	1	22	0.37	55	0.92
Jueves	1	12	2	20	0.33	64	1.07
Viernes	2	15	2	18	0.30	73	1.22
Sábado	4	20	2	26	0.43	50	0.83
PROMEDIO	2.33	30.17	1.67	33.33	0.56	59.83	1.00

	PERSONAS	TIEMPO [min]	COSTO ANUAL DE FUGA [\$]	COSTO ANUAL DE FUGA [Q]
LIMPIEZA DE UNIFORMES	2.33	0.5	200.42	1541.30796
LIMPIEZA DE MESA DE TRABAJO	1.67	0.56	158.18	1216.46589
LIMPIEZA DE PIEZAS MECÁNICAS	1.5	1	255.54	1965.20226
		TOTAL [\$]	614.14	4722.97611

**Cuadro 14.** Se muestran algunas actividades que los trabajadores realizan inadecuadamente con el aire comprimido

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

CORRECCIONES			MEDICIÓN EN DB	
No.	TAG	DETALLE DE FUGA	DB	DESPUÉS DE REALIZAR CORRECCIONES
1	XV-403B-1	Conector 1/4 y manguera	10	6
2	XV-403B-2	Conector ¼	60	53
3	XV-403B-6	Manguera	60	0
4	XV-403B-8	Conector 1/4 y manguera	19	14
5	XV-433	Manguera	10	0
6	XV-433-3	Manguera	60	0
7	XV-434-1	Manguera	50	24
8	XV-302A-1	Conector y manguera	40	34
9	XV-302A-2	Conector y manguera	28	24
10	XV-307B	Manguera	40	16
11	XV-307C	Manguera	60	14
12	XV-307C	Tapadera del actuador	20	12
13	XV-403A-1	Manguera	12	6
14	XV-403A-2	Manguera	32	16
15	XV-403A-3	Conector y manguera	60	10
16	XV-403A-5	Manguera	55	23
17	XV-403C-6	Manguera	22	16
18	XV-403C-6	Rosca	32	0
19	XV-406B-1	Conector 1/4 y manguera	32	27
20	XV-406C-1	Conector 1/4 y manguera	34	26
21	XV-801A-2	Conector ¼	16	10
22	PV-509-2	Conector parte del regulador	60	50
23	FV-400A-1	Rosca del Conector 1/4 de tapadera	45	31
24	FV-400A-1	Conector 1/4 del regulador	35	26
25	FV-400A-1	Tubing	31	20
26	FV-400B-1	Conector 1/4 de toma de aire	33	21
27	FV-400B-1	Tubing	45	22
28	FV-434-1	Tubing	52	40
29	FV-434-1	Rosca del Conector 1/4 del regulador	50	33
30	FV-434-2	Tubing	35	31
31	FV-434-2	Reducido de 1/2 a 1/4 en toma de aire	52	0
32	FV-434-3	Conector 1/4	26	18
33	FV-434-3	Conector 1/4 de toma de aire	60	25

	DB	DESPUÉS DE REALIZAR CORRECCIONES
TOTAL	1276	648
Total / 40 DB	31.9	16.2
Costo de fuga anual	\$ 1077.1992	\$ 547.0416
Ahorro al realizar las correcciones	\$ 530.15	

**Cuadro 15.** Se muestra el ahorro al haber realizado las correcciones en algunos equipos.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

	COSTO TOTAL ANUAL EN FUGAS	AHORRO DISMINUCIÓN DE INTENSIDAD DE FUGAS
COSTO DÓLAR	\$ 2,057.99	\$ 851.25
COSTO QUETZALES	Q 15,826.75	Q 6,546.44

**Cuadro 16.** Conversión de dólar a quetzales, según tipo de cambio con referencia al 19 de marzo 2019, Banco de Guatemala. (BANCO DE GUATEMALA , 2019)

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

REPARACIÓN (CLASIFICACIÓN A)			
NO.	TAG	Accesorios en mal estado	Costo de reparación
1	XV-403B-3	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
2	XV-403B-4	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
3	XV-403B-9	Conector 1/4	\$ 7.15
4	XV-434-2	Conector 1/4	\$ 7.15
5	XV-434-4	Conector 1/4	\$ 7.15
6	XV-434-8	Conector 1/4	\$ 7.15
7	XV-434-9	Conector 1/4	\$ 7.15
8	XV-400A	Conector y manguera	\$ 13.98
9	XV-400B	Conector y manguera	\$ 13.98
10	XV-403A-7	Conector y manguera	\$ 13.98
11	XV-403A-9	Conector y manguera	\$ 13.98
12	XV-403C-5	conector 1/4	\$ 7.15
13	XV-403C-9	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
14	XV-403D-7	Conector y manguera	\$ 13.98
15	XV-403D-9	Conector 1/4	\$ 7.15
16	PV-1702	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
17	PV-518	Conector en toma de aire	\$ 7.15

<b>NO.</b>	<b>TAG</b>	<b>Accesorios en mal estado</b>	<b>Costo de reparación</b>
18	XV-582-1	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
19	XV-582-3	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
20	LV-566	Tubing	\$ 19.25
21	LV-566	Conector 1/4 que se encuentra en el reducido	\$ 7.15
22	LV-570	Conector 1/ que se encuentra en reducido	\$ 7.15
23	LV-585	Tubing salida del regulador	\$ 19.25
24	LV-587	Conector de toma de aire	\$ 7.15
25	TV-302A-1	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
26	CV-1421	Conector 1/4 del regulador	\$ 7.15
27	DV-301-1	Conector 1/4	\$ 7.15
28	FV-400A-2	Conector 1/4 de tapadera	\$ 7.15
29	FV-400A-2	Conector 1/4 del regulador	\$ 7.15
30	FV-400A-2	Tubing	\$ 19.25
31	FV-507-1	Tubing	\$ 19.25
32	FV-516-1	Conector 1/4 del regulador	\$ 7.15
33	FV-516-1	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
34	FV-516-1	Conector 1/4 de tapadera	\$ 7.15
35	FV-526	Manguera	\$ 6.83
36	FV-742-1	Conector 1/4 en posicionador	\$ 7.15
37	FV-742-1	Conector 1/4 toma de aire	\$ 7.15
38	FV-742-1	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
39	LV-1401	Conector 1/4 toma de aire	\$ 7.15
40	LV-1401	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
41	LV-1401	Tubing	\$ 19.25
42	LV-507	Tubing	\$ 19.25
43	LV-507	Conector 1/4 toma de aire	\$ 7.15
44	XV-406D-1	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
45	XV-742-3	Conector y manguera	\$ 13.98
46	XV-742-4	Conector y manguera	\$ 13.98
47	XV-801B-1	Conector 1/4	\$ 7.15
48	XV-801B-2	Conector 1/4	\$ 7.15
49	XV-821A-2	Conector 1/4	\$ 7.15
50	TV-401B	Conector de toma de aire	\$ 7.15
51	TV-401B	Conector de válvula	\$ 7.15
52	TV-401D	Conector de toma de aire	\$ 7.15
53	CV-1401	Conector 1/4	\$ 7.15
54	CV-1401	Conector 1/4	\$ 7.15
55	CV-1401	Tubing	\$ 19.25
56	LV-552	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15

NO.	TAG	Accesorios en mal estado	Costo de reparación
57	LV-557B	Tubing	\$ 19.25
58	XV-403B-2	Conector 1/4	\$ 7.15
59	XV-403B-6	Manguera	\$ 6.83
60	XV-433-3	Manguera	\$ 6.83
61	XV-307C	Manguera	\$ 6.83
62	XV-403A-3	Conector y manguera	\$ 13.98
63	PV-509-2	Conector parte del regulador	\$ 7.15
64	FV-434-3	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
			\$ 655.46

**Cuadro 17.** Clasificación A, costo de reparación. .

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

REPARACIÓN (CLASIFICACIÓN B)			
NO.	TAG	Accesorios en mal estado	Costo de reparación
1	XV-403B-7	Conector 1/4	\$ 7.15
2	XV-434-9	O´ring	\$ 3.25
3	XV-500-1	Conector y manguera	\$ 13.98
4	XV-307A	Conector 1/4	\$ 7.15
5	XV-403A-6	Conector y manguera	\$ 13.98
6	XV-403C-2	Conector y manguera	\$ 13.98
7	XV-403C-3	Conector y manguera	\$ 13.98
8	XV-403D-6	Conector 1/4	\$ 7.15
9	PV-507-4A	Manguera	\$ 6.83
10	XV-581-1	Manguera	\$ 6.83
11	XV-581-2	Conector 1/4	\$ 7.15
12	XV-582-2	Conector 1/4	\$ 7.15
13	LV-562	Conector 1/4	\$ 7.15
14	LV-591	Manguera	\$ 6.83
15	FV-434-1	Conector de regulador	\$ 7.15
16	FV-524	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
17	FV-525	Manguera	\$ 6.83
18	FV-536	Manguera	\$ 6.83
19	LV-1421	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
20	LV-515	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
21	XV-821A-1	Conector 1/4	\$ 7.15
22	TV-302B-2	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
23	LV-524-2	Conector 1/4 toma de aire	\$ 7.15
24	LV-524-2	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15

NO.	TAG	Accesorios en mal estado	Costo de reparación
25	LV-539	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
26	XV-434-1	Manguera	\$ 6.83
27	XV-302A-1	Conector y manguera	\$ 13.98
28	XV-307B	Manguera	\$ 6.83
29	XV-403A-5	Manguera	\$ 6.83
30	FV-400A-1	Rosca del Conector 1/4 de tapadera	\$ 7.15
31	FV-400B-1	Tubing	\$ 19.25
32	FV-434-1	Tubing	\$ 19.25
33	FV-434-1	Rosca del conector 1/4 del regulador	\$ 7.15
34	FV-434-2	Reducido de 1/2 a 1/4 en toma de aire (apretar o colocar teflón)	\$ 6.00
			\$ 307.42

**Cuadro 18.** Clasificación B, costo de reparación.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

REPARACIÓN (CLASIFICACIÓN C)			
NO.	TAG	Accesorios en mal estado	Costo de reparación
1	XV-403B-5	Conector ¼	\$ 7.15
2	XV-403C-4	Conector 1/4	\$ 7.15
3	XV-434-3	Conector ¼	\$ 7.15
4	XV-440-2	Conector ¼	\$ 7.15
5	XV-302B-1	Conector y manguera	\$ 13.98
6	XV-302B-2	Conector y manguera	\$ 13.98
7	XV-403C-4	Conector 1/4	\$ 7.15
8	XV-403C-7	Manguera	\$ 6.83
9	XV-403C-8	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
10	XV-403D-1	Conector ¼	\$ 7.15
11	XV-403D-2	Conector ¼	\$ 7.15
12	XV-403D-2	Unión der manguera	\$ 8.45
13	XV-403D-3	Manguera	\$ 6.83
14	XV-403D-4	Conector ¼	\$ 7.15
15	XV-403D-5	Manguera	\$ 6.83
16	XV-403D-8	Conector 1/4	\$ 7.15
17	XV-403D-8	Unión der manguera	\$ 6.83
18	XV-821B-1	Manguera	\$ 6.83
19	XV-821B-2	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98

<b>NO.</b>	<b>TAG</b>	<b>Accesorios en mal estado</b>	<b>Costo de reparación</b>
20	XV-557-3	Conector 1/4	\$ 7.15
21	XV-560	Manguera	\$ 6.83
22	XV-564	Conector 1/4	\$ 7.15
23	XV-565	Conector 1/4	\$ 7.15
24	XV-597	Tubing parte del regulador	\$ 19.25
25	PV-507-4B	Conector parte del regulador	\$ 7.15
26	PV-534	Manguera en mal estado	\$ 6.83
27	TV-580-2	Manguera	\$ 6.83
28	XV-581-4	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
29	XV-582-4	Manguera	\$ 6.83
30	XV-580	Manguera	\$ 6.83
31	XV-581-3	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
32	LV-560	Manguera	\$ 6.83
33	LV-562	Apretar reducido de 1/2 a 1/4 o colocar teflón	\$ -
34	LV-568	Tubing	\$ 19.25
35	LV-580	Conector 1/4	\$ 7.15
36	LV-584	Manguera	\$ 7.15
37	LV-587	Conector	\$ 7.15
38	PV-570	Manguera	\$ 7.15
39	PV-584	Conector 1/4	\$ 7.15
40	PV-587	Manguera	\$ 6.83
41	TV-302A-1	Manguera	\$ 6.83
42	CV-1421	Tubing	\$ 19.25
43	DV-301-1	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
44	FV-400B-2	Conector 1/4 del regulador	\$ 7.15
45	FV-434-2	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
46	FV-507-2	Tubing	\$ 19.25
47	FV-516-2	Tubing	\$ 19.25
48	FV-537	Conector 1/4	\$ 7.15
49	FV-538	Tubing	\$ 19.25
50	FV-540	Tubing	\$ 19.25
51	FV-548	Conector 1/4 toma de aire	\$ 7.15
52	FV-548	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
53	LV-1421	Conector 1/4 toma de aire	\$ 7.15
54	LV-504	Manguera	\$ 6.83
55	LV-509	Manguera	\$ 6.83
56	LV-517A	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
57	LV-517B	Tubing	\$ 19.25
58	XV-450-6	Conector y manguera	\$ 13.98
59	XV-513	Manguera	\$ 6.83

NO.	TAG	Accesorios en mal estado	Costo de reparación
60	XV-596	Manguera	\$ 6.83
61	XV-742-1	Conector 1/4	\$ 7.15
62	XV-742-2	Conector 1/4	\$ 7.15
63	XV-742-5	Manguera	\$ 7.15
64	XV-801A-1	Conector 1/4	\$ 7.15
65	TV-302B-2	Manguera	\$ 6.83
66	TV-401A	Tapadera del regulador (cambio de O´ring)	\$ 2.60
67	TV-401A	Conector del regulador	\$ 7.15
68	TV-401C	Manguera	\$ 6.83
69	TV-401D	Manguera	\$ 6.83
70	TV-560-1	Manguera	\$ 6.83
71	TV-568-1	Manguera	\$ 6.83
72	LV-517B	Conector 1/4 y manguera	\$ 7.15
73	LV-526	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
74	LV-533	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
75	LV-534	Manguera	\$ 6.83
76	LV-550	Manguera	\$ 6.83
77	LV-555	Manguera	\$ 6.83
78	LV-557A	Conector 1/4 en regulador	\$ 7.15
79	XV-403B-1	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
80	XV-403B-8	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
81	XV-433	Manguera	\$ 6.83
82	XV-302A-2	Conector y manguera	\$ 13.98
83	XV-307C	Tapadera (cambio de O´ring)	\$ 3.25
84	XV-403A-1	Manguera	\$ 6.83
85	XV-403A-2	Manguera	\$ 6.83
86	XV-403C-6	Manguera	\$ 6.83
87	XV-403C-6	Rosca (Apretar o colocar teflón)	-
88	XV-406B-1	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
89	XV-406C-1	Conector 1/4 y manguera	\$ 13.98
90	XV-801A-2	Conector 1/4	\$ 7.15
91	FV-400A-1	Conector 1/4 del regulador	\$ 7.15
92	FV-400A-1	Tubing	\$ 19.25
93	FV-400B-1	Conector 1/4 de toma de aire	\$ 7.15
94	FV-434-2	Tubing	\$ 19.25
95	FV-434-3	Conector 1/4	\$ 7.15
			\$ 851.25

**Cuadro 19.** Clasificación C, costo de reparación. .

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

FUGAS	COSTO EN REPARACIÓN [\\$]	COSTO EN REPARACIÓN [Q]
CLASIFICACIÓN A	\$ 655.46	Q 5,040.74
CLASIFICACIÓN B	\$ 307.42	Q 2,364.18
CLASIFICACIÓN C	\$ 851.25	Q 6,546.44
TOTAL	\$ 1,814.13	Q 13,951.37

**Cuadro 20.** Costo total en reparación.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

TIEMPO ESTIMADO PARA CAMBIO DE ACCESORIOS EN EQUIPOS NEUMÁTICOS					
ACCESORIO	NO. DE FUGAS	TIEMPO REQUERIDO POR CAMBIO (MINUTOS)	TIEMPO TOTAL (MINUTOS)	TIEMPO TOTAL (HORAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
CAMBIO DE MANGUERA	78	15	1170	19.50	2.43
CAMBIO DE CONECTOR	120	20	2400	40.00	5.00
CAMBIO DE TUBING	20	45	900	15.00	1.88
CAMBIO DE O'RINGS	3	90	270	4.50	0.56
CAMBIO DE TAPADERA	1	40	40	0.67	0.08
TOTAL	222	210	46620	79.67	9.95

**Cuadro 21.** Tiempo estimado para el cambio de accesorios en cada fuga.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

La siguiente tabla muestra el costo de mano de obra para realizar las reparaciones en los equipos que se encuentran con fugas.

Mano de obra para reparaciones						
Días	Horario		Tarifa por hora	Total de días a trabajar	Tarifa por día	Total a pagar
Lunes-viernes	7:00-12:00	13:00-16:00	Q15.00	11	Q120.00	Q 1,320.00

**Cuadro 22.** Costo de mano de obra.

**Fuente:** Jackeline Solares, informe de tesis, UVG Campus Sur.

### XIII. GLOSARIO

1. Alcohol: Es, desde un punto de vista químico, aquel compuesto orgánico que contiene el grupo hidroxilo unido a un radical alifático o a alguno de sus derivados. En este sentido, dado que se trata de un compuesto, existen diversos tipos de alcoholes
2. Bar: Se denomina a una unidad de presión equivalente a un millón de barias.
3. Bloque de electroválvula: Sirve para manejar un fluido, tanto para cerrar su flujo como para direccionarlo a través de diferentes cañerías. La electroválvula está controlada por un solenoide que al ser excitado por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido.
4. Decibel: Medida de sonoridad o sensación sonora que es igual a la décima parte de un bel.
5. Energía específica: Densidad de la energía basada específicamente en el peso.
6. Medidor ultrasónico: Se usa para mediciones de control o para detectar de forma rápida el caudal en una tubería, por lo que se trata de un sistema de medición transportable y de fácil instalación.
7. Potencia: Es la cantidad de trabajo que se realiza por unidad de tiempo.
8. Tag: También llamadas etiquetas, códigos, etc.
9. Técnica V.O.S.O: Ver, oír, sentir y oler
10. Tubing: Es tubería calibrada que se puede fabricar con y sin costura en aleaciones.
11. Válvulas abierto/cerrado: Son válvulas automatizadas que regulan el paso del fluido en forma discreta. Es decir, la válvula se abre completamente para permitir el paso de un fluido (sin importar su caudal ni presión), o se cierra completamente para cortar el paso.
12. Válvulas de control: Son actuadores de acción directa de diafragma opuesto al resorte y de carrera larga, son las encargadas de regular el caudal del fluido de control modifica el valor de la variable medida y por tanto de la variable controlada.

