



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

“ESTUDIO DE PERDIDA DE VACIO EN DUCTOS”

PROYECTO DE
INVESTIGACION

CARRERA:

INGENIERIA MECATRONICA

PRESENTA:

EFRAIN SANCHEZ CORONA

NOMBRE DEL ASESOR:

DR. VICENTE FLORES LARA.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

APIZACO, TLAX. MARZO DEL 2025



CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA PARA EL ACTO DE RECEPCIÓN PROFESIONAL

Apizaco Tlax., **11/26/2024**

C. Sanchez Corona Efrain

EGRESADO (A) DE LA CARRERA: Ingeniería Mecatrónica

Me permito informarle que, de acuerdo a su solicitud, no existe inconveniente por nuestra parte, para que pueda presentar su Acto de Recepción Profesional, ya que su expediente quedó totalmente integrado para tal efecto.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

HÉCTOR ESCOBAR JARDINES
JEFE DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
SERVICIOS ESCOLARES**

HEJ/mmdm*



2024

**Felipe Carrillo
PUERTO**

PARAGUAY DEL RECONSTRUCIÓN,
RECONSTRUCCIÓN Y DEFENSA
DEL MEXICO



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **26/marzo/2025**

EFRAÍN SÁNCHEZ CORONA
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL 05370437.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** y cuyo tema es: **ESTUDIO DE PÉRDIDA DE VACÍO EN DUCTOS**", conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despidió.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que me han ayudado y me han apoyado a lo largo de estos años.

A mi familia.

Esposa

Gracias por tu apoyo, cariño, guía y confianza, bases sin precedentes para lograr una meta más en mi superación. Con inmensa gratitud, reconozco que tu apoyo me ayudó a convertir mis sueños en realidad. Como un pequeño testimonio por el gran apoyo brindado durante los años más difíciles y felices de mi vida. Gracias por tu esfuerzo para hacer de mí un profesionalista y por la dedicación que desde siempre recibí.

Hijos.

A mis queridos hijos, quienes han sido mi mayor inspiración y motivación en este camino. Gracias por su paciencia, amor y apoyo incondicional en cada paso de esta travesía. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque con su amor me dieron la valentía para alcanzar esta meta. Les dedico con todo mi corazón este esfuerzo y éxito, con la esperanza de que siempre persigan sus sueños con la misma determinación.

A mis padres.

Al alcanzar una de las metas más importantes de mi vida, quiero expresarles mi más profundo agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin apoyo incondicional y los sacrificios que hicieron para brindarme una educación de calidad. Me enseñaron el valor del esfuerzo, la perseverancia y la integridad. Sus consejos y enseñanzas fueron fundamentales para superar los desafíos que encontré en el camino.

A mis suegros.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis suegros, quienes, con su apoyo, fueron una parte fundamental en la culminación de mis estudios profesionales. Su confianza en mí y su generosidad han sido un pilar en este logro.

A mi Hermano.

No tengo palabras suficientes para agradecerte todo el apoyo que me brindaste en este camino hacia mi titulación. Más allá de estar a mi lado en los momentos difíciles, te tomaste el tiempo y el esfuerzo de ayudarme con algo tan importante como llevar mis documentos al Tecnológico, asegurándote de que todo estuviera en orden para que pudiera lograr este objetivo.

Resumen

La presente investigación se enfocará en el diseño e implementación de un nuevo sistema de vacío para una máquina empaquetadora de producto, mejorando la eficiencia operativa, la calidad, y reduciendo costos.

Este proyecto ayudara a resolver la necesidad de reparaciones continuas, cambio de refacciones frecuentes y perdidas de producción las cuales surgían a consecuencia de la perdida de vacío, encontradas mediante un análisis exhaustivo y pruebas experimentales en un entorno controlado de los sistemas ya existentes.

Concluido el nuevo sistema se pudieron obtener resultados positivos de manera significativa debido a que, con el análisis realizado, se estima que la maquina reducirá las perdidas al menos un 90% llegando así a una mejor productividad para la empresa.

1. INDICE

1. CAPITULO I: Introducción	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivo general.	6
1.5 Objetivos específicos.....	6
1.6 Alcances y limitaciones.	6
2. CAPITULO II Estado de la técnica.	7
3. CAPITULO III Fundamentos teóricos (Marco Teórico)	8
3.1. ¿Qué es la atmosfera?.....	8
3.2. Definición de presión.	9
3.3. Tipos de presión.	10
3.3.1.1. Presión atmosférica o Barométrica.	10
3.3.1.2. Presión Manométrica o Relativa.	11
3.3.1.3. Presión absoluta.....	12
3.4. Vacío.	13
3.5. Unidades de medida, presión y sus factores de conversión	14
3.6. Fórmula para calcular presión relativa y presión absoluta.	15
3.7. Tipos de Flujo.	16
3.7.1.1. Flujo Turbulento.....	16
3.7.1.2. Flujo Laminar.	16
4. CAPITULO IV materiales y metodología	17
4.1. Sistema de vacío actual en el equipo Empaquetador de productos.....	17
• Bomba eléctrica marca.....	17
4.2. Sistema de vacío nuevo, con elementos Venturi, amortiguadores y ventosa.	19
4.3. Selección de componentes para el sistema de vacío nuevo, Venturi.....	21
4.4. Cálculos para medir vacío.	24
4.5. Toma de medidas y modelado en 3D nuevo herramental. Del equipo “empaquetador de producto”	25
4.6. Construcción del nuevo herramental. Equipo empaquetador de producto.....	26
4.7. Ensamble de componentes en herramental nuevo. Equipo empaquetador de producto	

4.8.	Sistema de vacío nuevo VS Sistema de vacío anterior.	28
4.9.	Ensamble de herramental en equipo “Empaquetador de producto”	30
4.9.1.	Mecánico	30
4.9.1.	Eléctrico.....	31
4.9.1.1.	Ajustes de parámetros en el HMI del equipo. “Empaquetador de producto”	32
4.10.	Pruebas finales con líneas de producción en marcha.....	33
5.	CAPITULO V resultados y análisis	34
5.1.	Resultados.....	34
5.2.	Análisis	¡Error! Marcador no definido.
5.2.	Análisis de la situación actual.	34
	Conclusiones.	34
	REFERENCIAS	34

1. CAPITULO I: Introducción

1.1 Introducción

En la presente investigación se estudia el comportamiento del vacío y los diferentes tipos de presiones que se tiene actualmente en un sistema para rediseñarlo. Para analizar la problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es la pérdida de producción debido a la pérdida de vacío que tiene la máquina lo cual provoca pérdidas significativas, por lo que se realizaron diferentes pruebas como, medir el flujo, vacío y presiones en el actual sistema, descentralizar el sistema de vacío actual y lograr una buena hermeticidad en el nuevo sistema de vacío, diseñar el nuevo herramental con nuevos componentes, modelado en 3D y simulación completa. Además, se realizó un ensamble de integración del nuevo sistema de vacío en la máquina de línea de producción, puesta en marcha y pruebas finales del nuevo sistema de vacío, dando como resultado un mejor funcionamiento y mayor productividad.

1.2 Planteamiento del problema.

En el ámbito industrial, mantener condiciones de vacío óptimas es fundamental para el funcionamiento eficiente de una amplia gama de procesos y equipos. Sin embargo, la pérdida de vacío debido a fugas en los sistemas existentes representa un desafío significativo que conlleva a ineficiencias operativas, aumento de costos energéticos y reducción en la calidad de los productos y procesos. Actualmente, existe una necesidad urgente de investigar y desarrollar nuevas soluciones que mitiguen estas pérdidas y mejoren la eficiencia de los sistemas de vacío utilizados en diversas aplicaciones industriales.

Este proyecto de investigación se enfoca en abordar específicamente el problema de la pérdida de vacío mediante la implementación de un nuevo sistema de vacío diseñado para minimizar estas pérdidas y mejorar la eficiencia energética. Se busca identificar las principales fuentes de pérdida de vacío en sistemas industriales actuales y proponer un diseño innovador que reduzca estas pérdidas en al menos un 90% en comparación con

el sistema actual. Además, se investiga la viabilidad técnica y económica del nuevo sistema propuesto, evaluando su rendimiento en condiciones de operación real y comparándolo con las tecnologías existentes.

El estudio se llevará a cabo mediante un enfoque metodológico. Análisis detallado de datos técnicos y pruebas experimentales en un entorno controlado. Se espera que los resultados obtenidos no solo contribuyan al avance del conocimiento en el campo del vacío industrial, sino que también proporcionen a las industrias y laboratorios una solución práctica y eficiente para mejorar las condiciones de vacío, reduciendo costos operativos.

1.3 Justificación.

La pérdida de vacío es un problema crítico que afecta la productividad y rentabilidad del equipo. La ineficiencia operativa y los costos adicionales significativos debido a realizar reparaciones frecuentes, cambios de refacciones y pérdidas de producción hacen que abordar este tema sea fundamental.

Es por eso que la implementación del nuevo sistema de vacío trae significantes beneficios para la empresa como:

Reducción de costos: al minimizar la pérdida de vacío, se reducirán los costos de refacciones y reparaciones.

Mejora de la productividad: Un sistema de vacío eficiente permitirá una producción continua y estable

Mayor fiabilidad en el proceso: garantizará una mayor estabilidad y control en el proceso, lo que reducirá los riesgos, errores y fallos.

Mayor calidad: garantiza calidad al producto

Aumento de rentabilidad: La combinación de ahorros de costos y mejora de la productividad generara rentabilidad.

1.4 Objetivo general.

Diseñar e implementar un nuevo sistema de vacío en la empaquetadora para mejorar su eficiencia operativa, asegurando su funcionamiento óptimo y reduciendo pérdidas.

1.5 Objetivos específicos.

- Analizar y evaluar las pérdidas de vacío en el sistema actual para identificar las áreas críticas de mejora
- Identificar las causas principales de la pérdida de vacío y sus impactos
- Diseñar un nuevo sistema de vacío que reduzca las pérdidas al menos un 90%
- Descentralizar el sistema de vacío volviéndolo hermético
- Mejorar la eficiencia operativa de la empaquetadora reduciendo así los gastos asociados

1.6 Alcances y limitaciones.

Alcances.

- Análisis de datos históricos, pruebas de rendimiento de diferentes sistemas de vacío.
- Tres meses para investigación y diseño, un mes para implementación y pruebas.
- Diseño del sistema de vacío, selección de componentes, integración con el equipo empaquetadora de producto.
- Presupuesto limitado para adquisición de nuevos equipos. .
- Evaluación de interrupciones potenciales en la producción durante la instalación del nuevo sistema.

2. CAPITULO II Estado de la técnica.

El presente proyecto brinda su enfoque a la pérdida de vacío en un sistema, con el fin de plantear una propuesta para mejorar la eficiencia del proceso y calidad del producto.

Para empezar con la investigación del tema es importante conocer y delimitar las metodologías utilizadas por nuestros predecesores, la primera implementación de vacío en una máquina fue con una bomba de succión a pistón que está citada en 1206 por su inventor árabe Al-Jazari “consistía en dos émbolos horizontales con sendos pistones enfrentados, provistos de válvulas de retención y accionados por una rueda hidráulica” (Cunningham,2009). Se disponía de un sólo conducto de impulsión. La creación de esta bomba es destacable por ser la primera conocida en aplicar el vacío por succión, y desde ese momento el mundo de la ingeniería se fue adentrando cada vez más en conocer y utilizar “el vacío”.

En las últimas décadas se ha estudiado la utilización del vacío en diversas industrias, incluyendo la automotriz, aeroespacial, alimentaria, etc. Los estudios han identificado varias causas de pérdida de vacío como fugas en las conexiones, válvulas y bombas de vacío, así como la contaminación por partículas y humedad, entre ellos podemos citar la metodología de un diseño de sistema de control y supervisión de temperatura, vacío y tensión, propuesto en la empresa TECNOSUR S.A, donde podemos analizar la metodología utilizada para estudiar el comportamiento de presiones ayudando a encontrar varias soluciones para mitigar la pérdida de vacío incluyendo:

- Mejora en el diseño y materiales de las conexiones y válvulas
- Uso de bombas de vacío más eficientes y resistentes
- Implementación de sistemas de detección de fugas y monitoreo de presión
- Uso de filtros y trampas para reducir la contaminación por partículas y la humedad
- Optimización de los procesos para minimizar la pérdida de vacío

Los estudios han demostrado que la implementación de estas soluciones puede reducir significativamente la pérdida de vacío y mejorar la eficiencia y calidad del proceso, además muestra la importancia que requiere este problema

Se puede decir que la combinación de mejoras en el diseño, materiales, y procesos, junto con la implementación de sistemas de monitoreo y detección de fugas, puede ayudar a minimizar la pérdida de vacío y mejorar la eficiencia industrial, por lo que el presente proyecto tiene como objetivo proponer el diseño y la implementación de un nuevo sistema de vacío en la máquina empaquetadora de una línea de producción apoyándose de los diferentes antecedentes encontrados.

El diseño e implementación de este nuevo sistema fue realizado a través de diversas etapas, mediante un enfoque metodológico y un análisis detallado de datos técnicos y pruebas experimentales en un entorno controlado. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan no solo al avance del conocimiento en el campo del vacío industrial, sino que también proporcionen a las industrias y laboratorios una solución práctica y eficiente para mejorar las condiciones de vacío.

3. CAPITULO III Fundamentos teóricos (Marco Teórico)

3.1. ¿Qué es la atmosfera?

La atmósfera es la capa de gases que rodean a un cuerpo celeste, como la Tierra, y que son atraídos hacia este por la fuerza de gravedad; ellos protegen de la radiación solar ultravioleta, controlan la temperatura y evitan el ingreso de meteoritos.

Su composición es mayoritariamente de:

- Nitrógeno (78%)
- oxígeno (21%),
- Ozono,
- Hidrógeno,
- Dióxido de carbono,
- Argón y
- Otros gases nobles.

- También contiene una importante presencia de vapor de agua (H₂O).

3.2. Definición de presión.

La presión es la fuerza que se aplica sobre una superficie.

Formula

$$P = F/A$$

dónde

- p es la presión
- F es la fuerza normal
- A es el área del límite

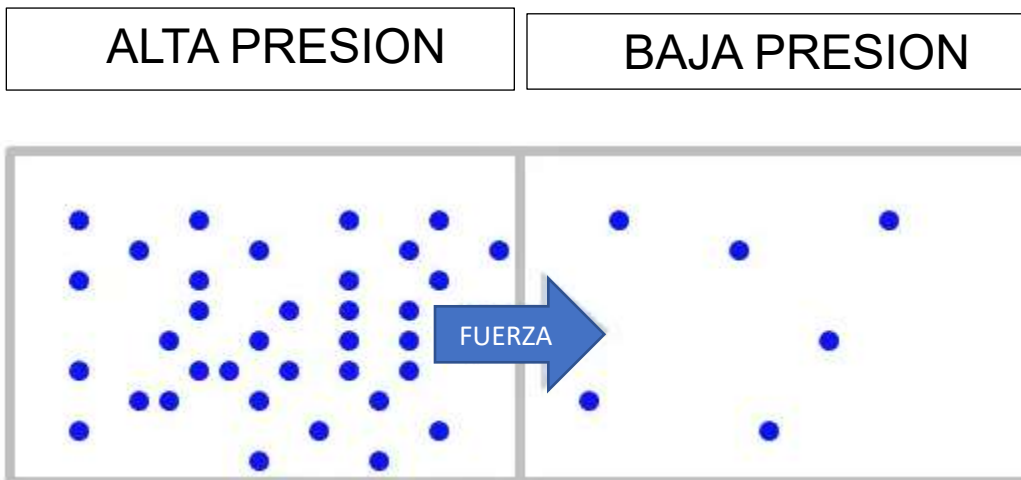
Pascal se define como la fuerza de 1N que se ejerce sobre el área de la unidad.

- 1 Pascal = 1 N / m²

Sin embargo, para la mayoría de los problemas de ingeniería es una unidad bastante pequeña, por lo que es conveniente trabajar con múltiplos del pascal: el kPa, la barra y el MPa.

- 1 MPa 10⁶ N / m²
- 1 bar 10⁵ N / m²
- 1 kPa 10³ N / m²

En general, la presión o la fuerza ejercida por unidad de área en los límites de una sustancia es causada por las colisiones de las moléculas de la sustancia con los límites del sistema. Cuando las moléculas golpean las paredes, ejercen fuerzas que intentan empujar las paredes hacia afuera. Las fuerzas resultantes de todas estas colisiones causan la presión ejercida por un sistema en su entorno. La presión como variable intensiva es constante en un sistema cerrado. Realmente solo es relevante en sistemas líquidos o gaseosos.



3.3. Tipos de presión.

3.3.1.1. Presión atmosférica o Barométrica.

Presión que ejerce la atmósfera que rodea la tierra sobre todos los objetos que se hallan en contacto con ella.

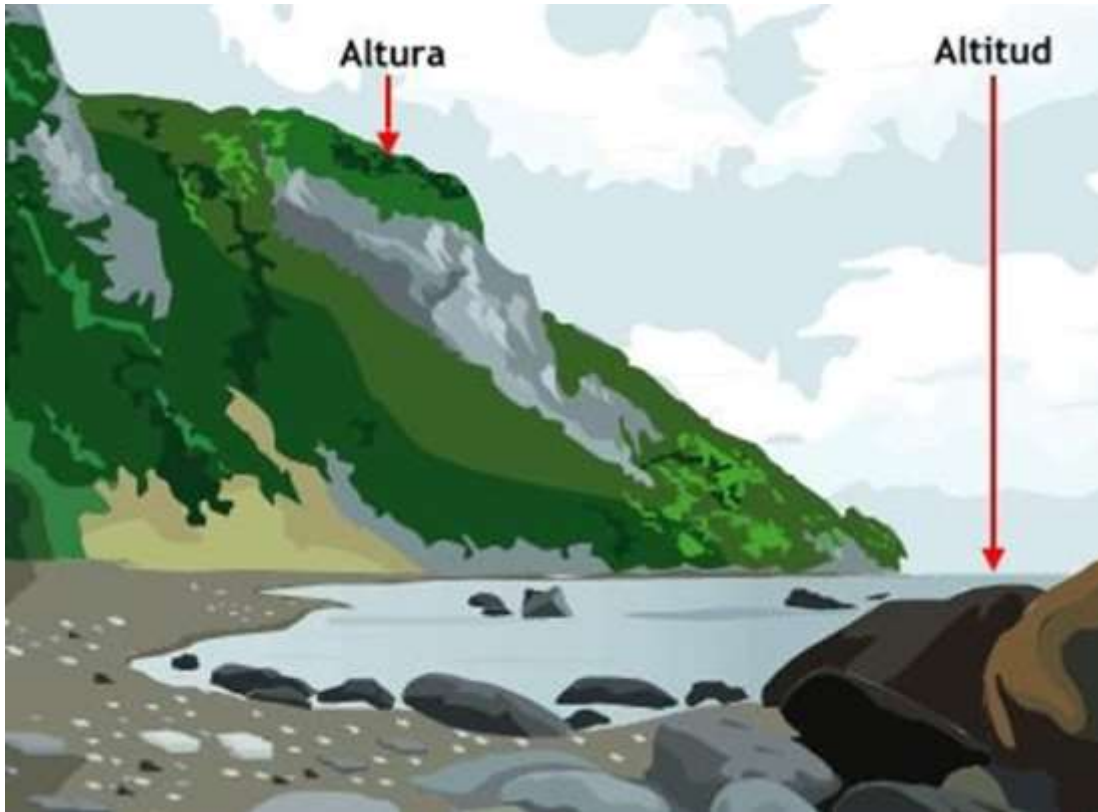
La presión atmosférica cambia con la altura sobre el nivel del mar y las condiciones atmosféricas.

Es la presión absoluta de la atmósfera en un punto e instante dado.

A nivel medio del mar, la presión atmosférica tiene un valor promedio de:

- 1013,2 hPa
- 1013,2 mb
- 29,92 InHg
- 760 mmHg





3.3.1.2. Presión Manométrica o Relativa.

Es la diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica. Se aplica tan solo en aquellos casos en los que la presión es superior a la presión atmosférica, pues cuando esta cantidad es negativa se llama presión de vacío.

Los aparatos utilizados para medir la presión manométrica reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides. La presión manométrica se expresa bien sea por encima o por debajo de la presión atmosférica. Los manómetros que sirven para medir presiones inferiores a la atmosférica se llaman manómetros de vacío o vacuómetros.

Cuando la presión se mide en relación con un vacío perfecto, se llama presión absoluta; cuando se mide con respecto a la presión atmosférica, se llama presión manométrica.

Cuando la presión que mide el manómetro es igual a la de la atmósfera, la presión manométrica es igual a cero, de forma que no hay una diferencia de presión entre el sistema analizado y el entorno atmosférico. Cuando se conecta un manómetro al sistema o recinto cuya presión se desea medir, miden el exceso de presión respecto a la presión atmosférica. Si la presión en dicho recinto es menor o igual a la atmosférica, señala cero.

Un vacío perfecto correspondería a la presión absoluta cero. Todos los valores de la presión absoluta son positivos, porque un valor negativo indicaría una tensión de tracción, fenómeno que se considera imposible en cualquier fluido.

Las presiones por debajo de la atmosférica reciben el nombre de presiones de vacío y se miden con medidores de vacío (o vacuómetros) que indican la diferencia entre la presión atmosférica y la presión absoluta. Las presiones absolutas, manométrica y de vacío son cantidades positivas y se relacionan entre sí por medio de:

$$P_{\text{man}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \text{ (para presiones superiores a la } p_{\text{atm}})$$

$$P_{\text{vac}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}} \text{ (para presiones inferiores a la } p_{\text{atm}})$$

donde

P_{man} = Presión manométrica

P_{vac} = Presión de vacío

P_{abs} = Presión absoluta

P_{atm} = Presión atmosférica

3.3.1.3. Presión absoluta.

En determinadas aplicaciones la presión se mide, no como la presión absoluta, sino como la presión por encima de la presión atmosférica, denominándose presión relativa,⁵ presión normal, presión de gauge o presión manométrica.

Consecuentemente, la presión absoluta es la presión atmosférica (P_{atm}) más la presión manométrica (P_{man}) (presión que se mide con el manómetro)

TIPOS DE PRESIÓN.

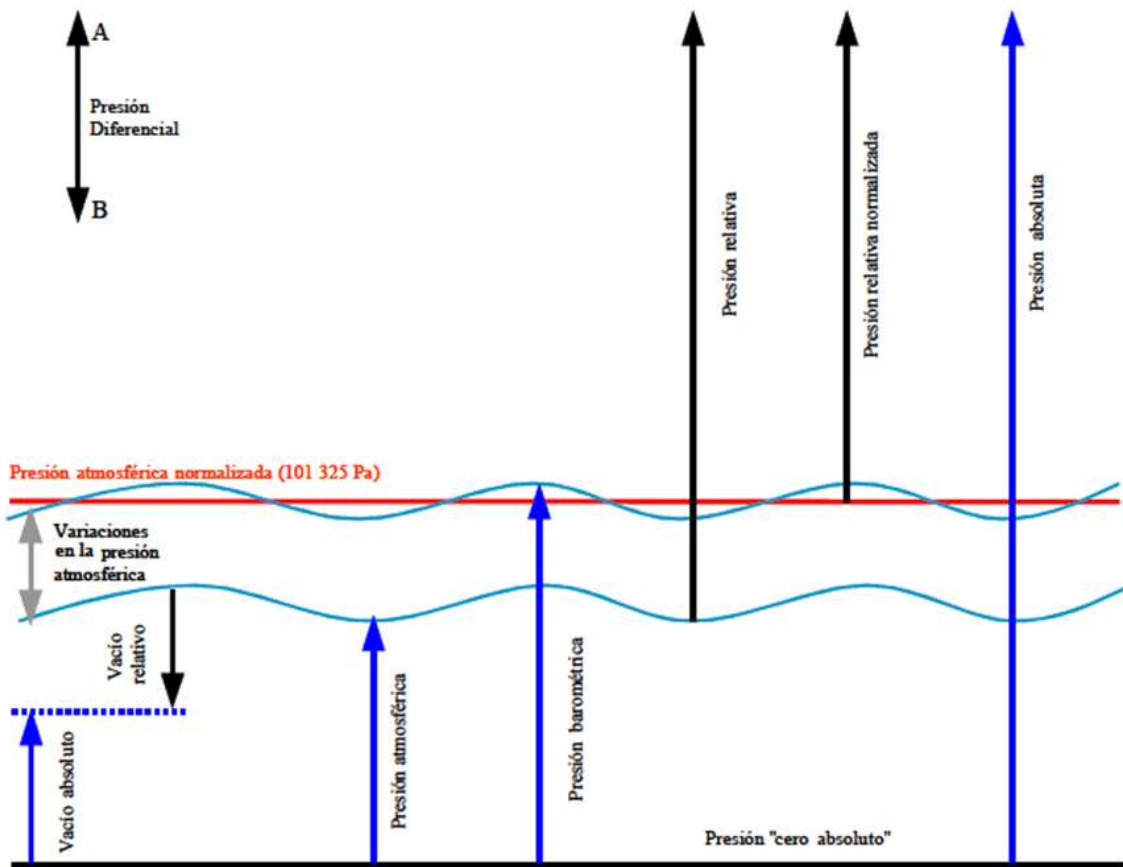


Figura 1. Tipos de Presión

3.4. Vacío.

De acuerdo con la definición de la Sociedad Estadounidense del Vacío o AVS (1958), el término se refiere a cierto espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica, por lo que el grado de vacío se incrementa en relación directa con la disminución de presión del gas residual.

Esto significa que cuanto más se disminuya la presión, mayor vacío se obtendrá, lo que permite clasificar el grado de vacío en correspondencia con intervalos de presiones cada vez menores.

3.5. Unidades de medida, presión y sus factores de conversión

La presión atmosférica media es de 101 325 pascales (101,3 kPa)¹⁰ a nivel del mar, donde 1 atm = 1,01325 bar = 101 325 Pa = 1,033 kgf/cm² y 1 mca = 9,81 kPa.

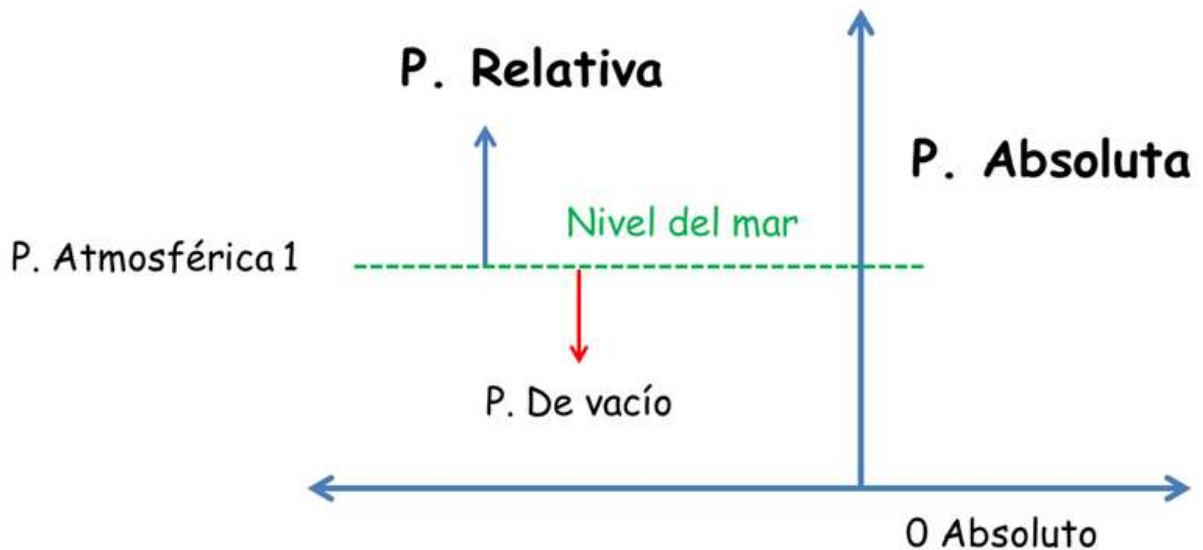
Unidades de presión y sus factores de conversión

	pascal	bar	N/mm ²	kp/m ²	kp/cm ²	atm	Torr	psi
1 Pa (N/m²)	1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	0,102	0,102× 10 ⁻⁴	0,987× 10 ⁻⁵	0,007 5	0,00014 503
1 bar (10 N/cm²)	10 ⁵	1	0,1	10200	1,02	0,987	750	14,5036
1 N/mm²	10 ⁶	10	1	1,02× 10 ⁵	10,2	9,87	7500	145,053 6
1 kp/m²	9,81	9,81×10 ⁻⁵	9,81×10 ⁻⁶	1	10 ⁻⁴	0,968× 10 ⁻⁴	0,073 6	0,00142 2
1 kp/cm²	9,81×10 ⁴	0,981	0,0981	10000	1	0,968	736	14,2209 4
1 atm	101325	1,01325	0,1013	10330	1,033	1	760	14,6948 0

1 Torr (mm Hg)	133,32	0,0013332	$1,3332 \times 10^{-4}$	13,6	$1,36 \times 10^{-3}$	$1,32 \times 10^{-3}$	1	0,019336
1 psi (lb/in ²)	6894,75729	0,068948	0,006894	703,188	0,0703188	0,068046	51,7149	1

Las obsoletas *unidades manométricas* de presión, como el milímetro de mercurio (aún usado en medicina),¹¹ están basadas en la presión ejercida por el peso de algún fluido de referencia bajo cierta gravedad estándar. También se utilizan los milímetros de columna de agua.

3.6. Fórmula para calcular presión relativa y presión absoluta.



$$\text{Presión relativa} = \text{Presión manométrica}$$

$$\text{Presión Absoluta} = P. \text{ Relativa} + P. \text{ Atmosférica}$$

3.7. Tipos de Flujo.

3.7.1.1. Flujo Turbulento.

se llama flujo turbulento al movimiento de un fluido que se da en forma caótica, en el que las partículas se mueven desordenadamente y las trayectorias de las partículas se encuentran formando remolinos aperiódicos lo que ocurre en una gran cantidad de configuraciones como canales, tuberías, reactores sean bioquímicos, físicos o nuclear. Debido a esto, la trayectoria de una partícula se puede predecir hasta una cierta escala, a partir de la cual la trayectoria de la misma es impredecible, más precisamente caótica. Esta escala es más bien ficticia ya que corresponde a un estado supuesto de la materia al que definimos como estado promedio o de flujo estacionario para flujo turbulento. Los remolinos mencionados presentan componentes de la velocidad en las 3 direcciones y con valores fluctuantes (velocidad fluctuante). Por lo que para representar sus parámetros se utiliza el espacio real. Incluso en un flujo globalmente estacionario, la velocidad fluctúa alrededor del valor medio (velocidad media) en las 3 direcciones.

3.7.1.2. Flujo Laminar.

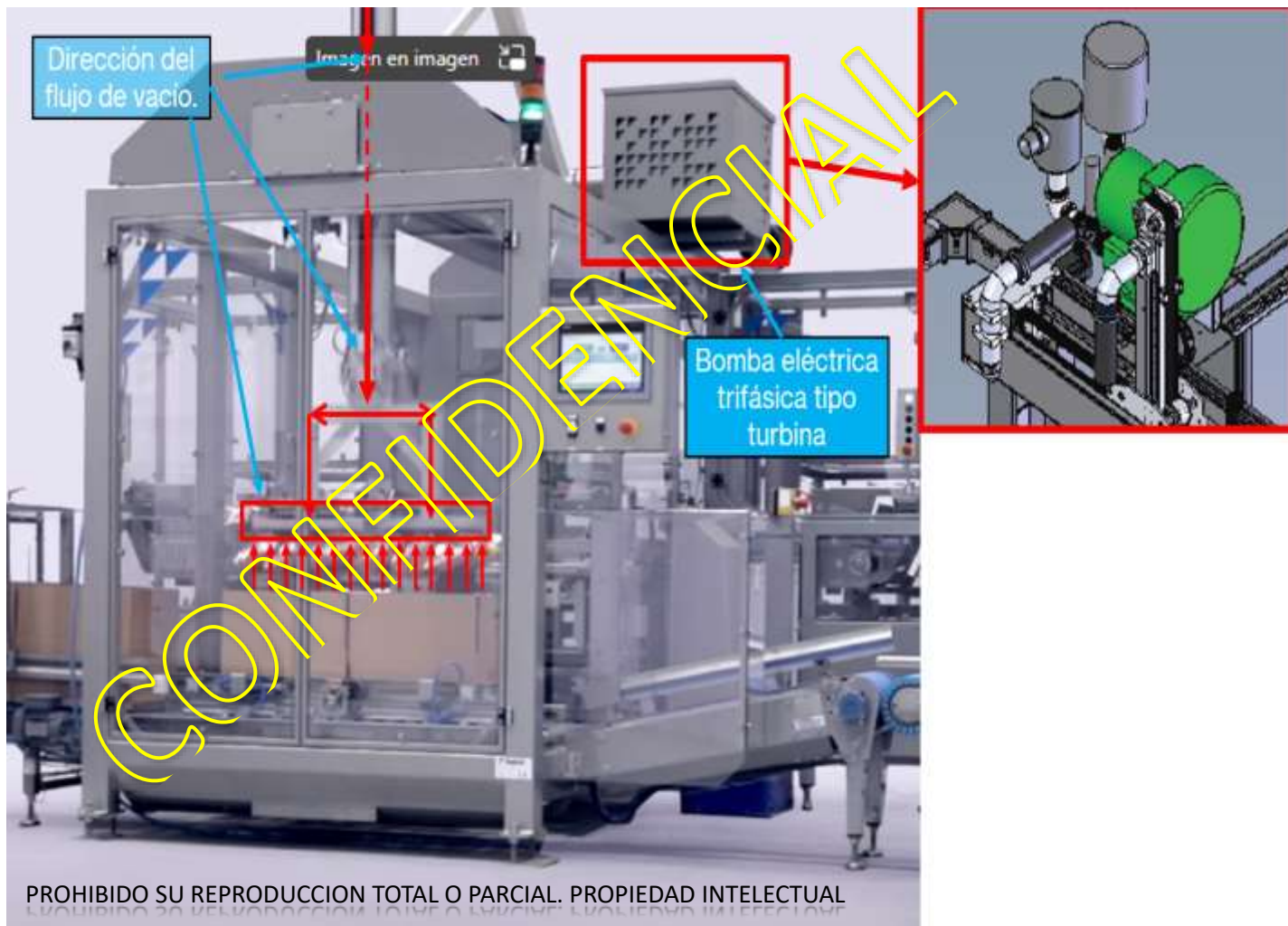
Se llama flujo laminar o corriente laminar al movimiento de un fluido cuando este es ordenado, estratificado o suave. En un flujo laminar, el fluido se mueve en láminas paralelas sin entremezclarse y cada partícula de fluido sigue una trayectoria suave, llamada línea de corriente. En flujos laminares, el mecanismo de transporte lateral es exclusivamente molecular.

El perfil laminar de velocidades en una tubería tiene forma de una parábola, donde la velocidad máxima se encuentra en el eje del tubo y la velocidad es igual a cero en la pared del tubo. En este caso, la pérdida de energía es proporcional a la velocidad media, mucho menor que en el caso de flujo turbulento.

4. CAPITULO IV materiales y metodología

4.1. Sistema de vacío actual en el equipo Empaquetador de productos.

- Bomba eléctrica marca.
- Manguera tipo gusano.
- Perfil de acero inoxidable (conducto del vacío).
- Herramental de aluminio.
- Ventosas.





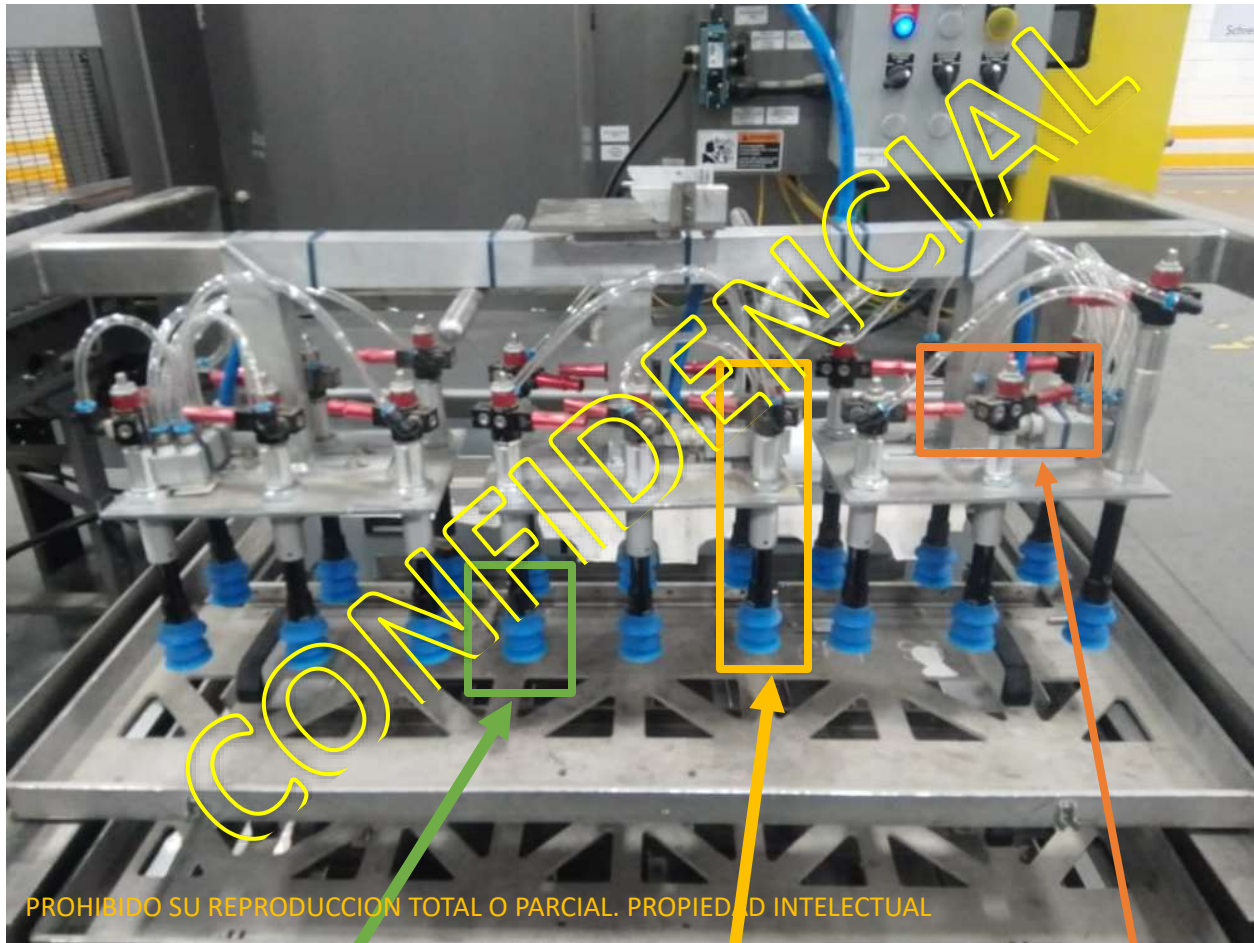
**DATOS DE LA BOMBA ELECTRICA VACCUM AIRTECH
3BA1800-7AT16.**

Selection & Ordering Data - Type 3BA1800

Curve No.	Order No.	Hz	HP	Input Voltage (V)		Input Current (A)		Permissible total differential pressure ²		Sound pressure level ¹	Weight (lbs.)
A 273	3BA1800-7AT16	60	8.44	220D...250D	415Y...460Y	23D	13.3Y	-120	112	74	143

4.2. Sistema de vacío nuevo, con elementos Venturi, amortiguadores y ventosa.





Nuevo diseño de ventosa modelos PIAB BGX. Se usa solo 1 ventosa en el nuevo sistema.

Nuevo diseño de compensador LC25-F3840 G3/8" para tener un amortiguamiento y evitar el aplastamiento de producto

Nuevo diseño de Venturi modelo VGS 3010, vacío local.

4.3. Selección de componentes para el sistema de vacío.

Hoja de datos

VGS™3010



- Tecnología patentada COAX®.
- VGS™ permite instalación sencilla y posiciones flexibles con varias opciones de montaje.
- VGS™ es compatible con cualquier ventosa con rácor macho G3/8" del surtido de Piab. Más información acerca de la elección de una ventosa u otras ventosas disponibles para aplicaciones específicas, se pueden encontrar en: www.piab.com
- El cartucho de tres etapas brindará un alto caudal inicial de vacío, el cual es adecuado para aplicaciones de alta velocidad.
- COAX® Xi cuando se necesitan un caudal y nivel de vacío altos.

Datos técnicos

Descripción	Unidad	Valor
Presión de alimentación, max	Mpa	0.7
Nivel de ruido	dBA	60-74
Temperatura de trabajo	°C	-10-80
Peso	g	212
Material	-	PP, PA, NBR, AL, SS

Caudal de aspiración COAX® cartucho MINI Xi10-3

Presión de alimentación*	Consumo de aire/ bomba/tobera	Caudal de aspiración (NI/s) a diferentes niveles de vacío (-kPa)										Vacío máx.	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		
MPa	NI/s												-kPa
0.5	0.46	1.43	0.70	0.50	0.33	0.19	0.15	0.11	0.07	0.04	0.011	94	

*Para flujos de vacío a diferentes presiones de alimentación, consultar la hoja de datos de los cartuchos COAX®. *Tolerancia de la presión de alimentación ± 0.01 Mpa

Tiempo de evacuación COAX® cartucho MINI Xi10-3

Presión de alimentación*	Consumo de aire/ bomba/tobera	Tiempo de evacuación (s/l) para alcanzar diferentes niveles de vacío (-kPa)										Vacío máx.
		10	20	30	40	50	60	70	80	90		
MPa	NI/s											-kPa
0.5	0.46	0.09	0.26	0.50	0.90	1.5	2.2	3.4	5.2	8.9	94	

*Para tiempos de evacuación a diferentes presiones de alimentación, consultar la hoja de datos de los cartuchos COAX®. *Tolerancia de la presión de alimentación ± 0.01 Mpa

Hoja de datos

Piab BGX ventosa

BGX, Ø 41mm, Silicona FDA, SIL FDA, 50 °Shore A



- Perfecta para manipular bolsas endebles
- El labio fino presenta una capacidad de sujeción excepcional, incluso a bajos niveles de vacío
- La ventosa monopieza ofrece una sujeción segura y estable del producto en aplicaciones robotizadas rápidas y semirrápidas
- Su diseño multifuelle compensa por la diferencia de altura en el producto y las superficies irregulares
- El material de silicona cumple las normas FDA 21 CFR 177.2600 y UE 1935/2004.
- Adecuada para aplicaciones tanto de baja como de alta temperatura
- Configurable para aplicaciones individuales de e-commerce, productos de consumo de rápida rotación (FMCG), manipulación de alimentos, moda y en otros sectores

Fuerza de elevación

Descripción	Vertical		Paralela	
	40 -kPa	60 -kPa	40 -kPa	60 -kPa
Fuerza de elevación	22.4 N	32.3 N	7.2 N	10.4 N

Datos técnicos

Descripción	Unidad	Valor
Volumen interno	cm ³	20.0
Peso	g	16
Radio de curvatura mín. -60 kPa	mm	32.0
Movimiento vertical máximo	mm	23.3
Aplicación	-	Manipulación de bolsas
Material	-	Silicone (SIL FDA)
Color	-	Azul
Modelo de ventosa	-	BGX
Forma de la ventosa	-	Multifuelle
Dureza	°Shore A	50 °Shore A
Temperatura de trabajo	°C	-20 – 200
Diámetro exterior accionado, máx.	mm	43.0

Resistencia del material, Silicona FDA, SIL FDA

Descripción	Valor
Alcohol	Buena
Ácidos concentrados	Estilo de conexión
Etanol	N/A
Hidrólisis	Normal
Metanol	N/A
Aceite	Estilo de conexión
Oxidación	Excelente
Gasolina	Estilo de conexión
Resistente al desgaste	Buena
Tiempo & Ozono	Excelente



Item no: 0124959

Level compensator LC25-F3840, G3/8" female, stroke 40

- Adjust differences in levels, for example on lifting devices with several suction cups.
- Less demand for exact positioning of vacuum handling device.
- Provides a certain degree of shock and vibration absorption.
- Allows for soft placement of cups on sensitive or thin objects.
- Non-rotational design, suitable for use with oval suction cups.
- Wide range of thread connections and stroke lengths.

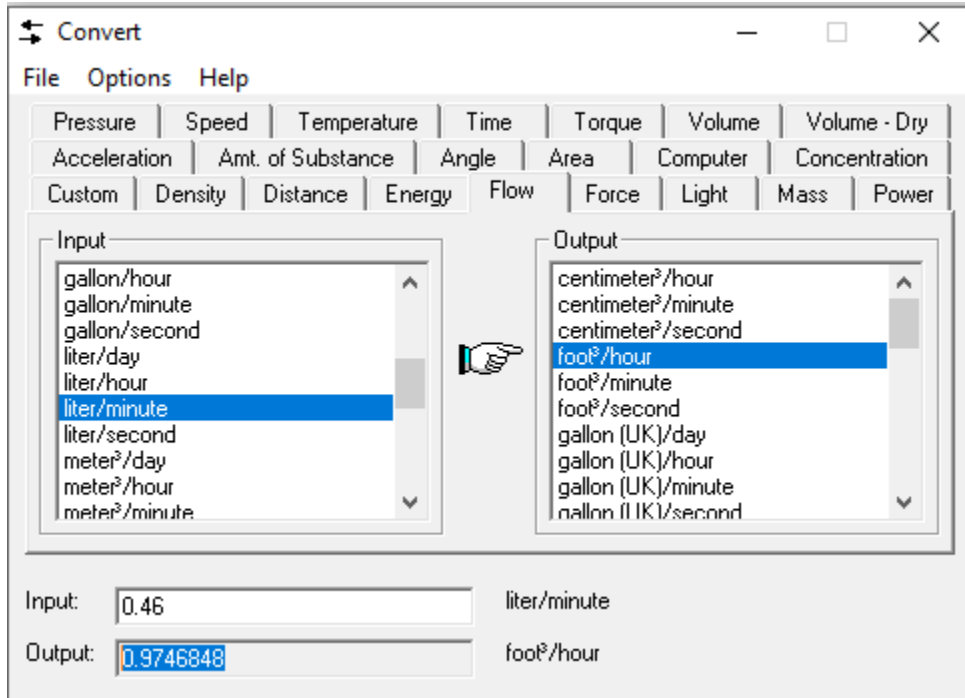
General

Material	STEEL, AL
Recommended suction cup size, max.	Ø125mm (Area: 12000mm ²)
Temperature	0 - 60 °C
Weight	164 g
Volume	6.6 cm ³

Action range/Stroke	40 mm
Load, horizontal, max.	60 N
Load, vertical, max.	350 N
Spring constant	0.27 N/mm
Spring force	5.6 - 16.5 N

4.4. Cálculos para medir vacío.

CONSUMO DE AIRE POR VGS: 0.46 L/Min. O 0.97 cfm



PLATO DE 3 CABEZALES.

CONSUMO TOTAL: (No de VGS) X
(CONSUMO POR VGS)

CONSUMO TOTAL: (18 VGS) X (0.46 L/Min)

CONSUMO TOTAL: **8.28 L/Min**

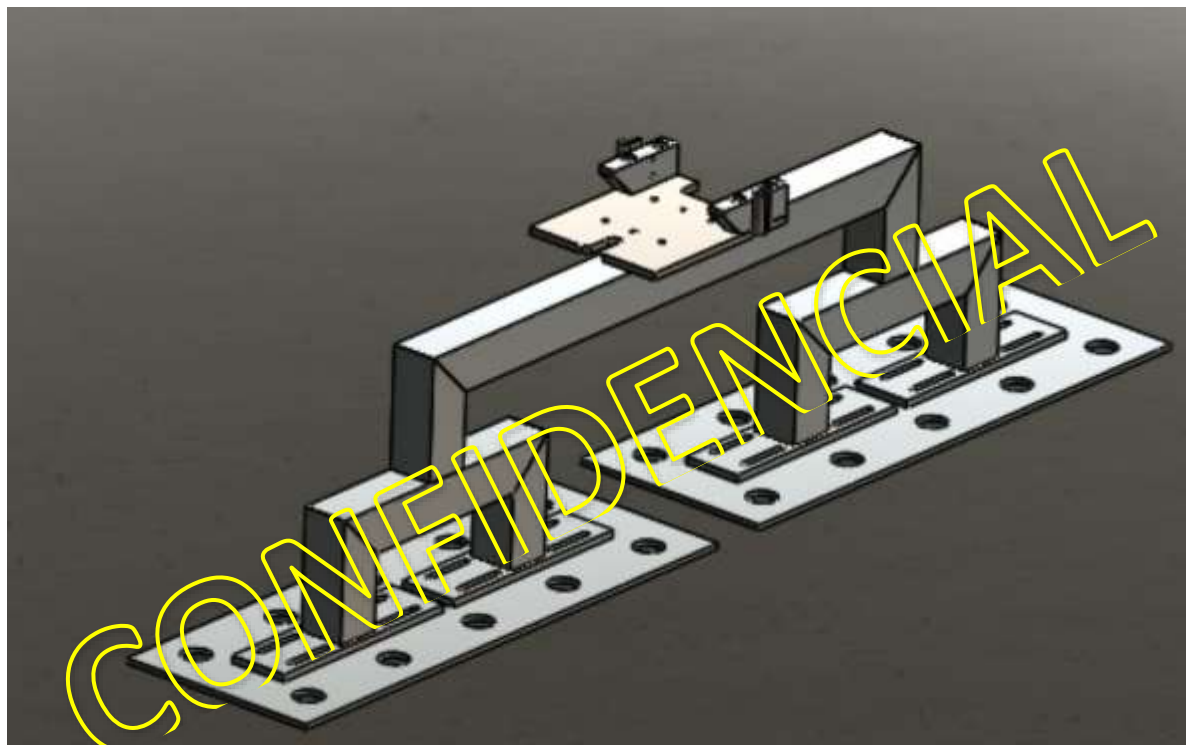
PLATO DE 2 CABEZALES

CONSUMO TOTAL: (No de VGS) X
(CONSUMO POR VGS)

CONSUMO TOTAL: (20 VGS) X (0.46 L/Min)

CONSUMO TOTAL: **9.20 L/Min**

4.5. Toma de medidas y modelado en 3D nuevo herramental. Del equipo “empaquetador de producto”



PROHIBIDO SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL. PROPIEDAD INTELECTUAL



PROHIBIDO SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL. PROPIEDAD INTELECTUAL

4.6. Construcción del nuevo herramental. Equipo empaquetador de producto



4.7. Ensamble de componentes en herramental nuevo. Equipo empaquetador de producto



4.8. Sistema de vacío nuevo VS Sistema de vacío anterior.

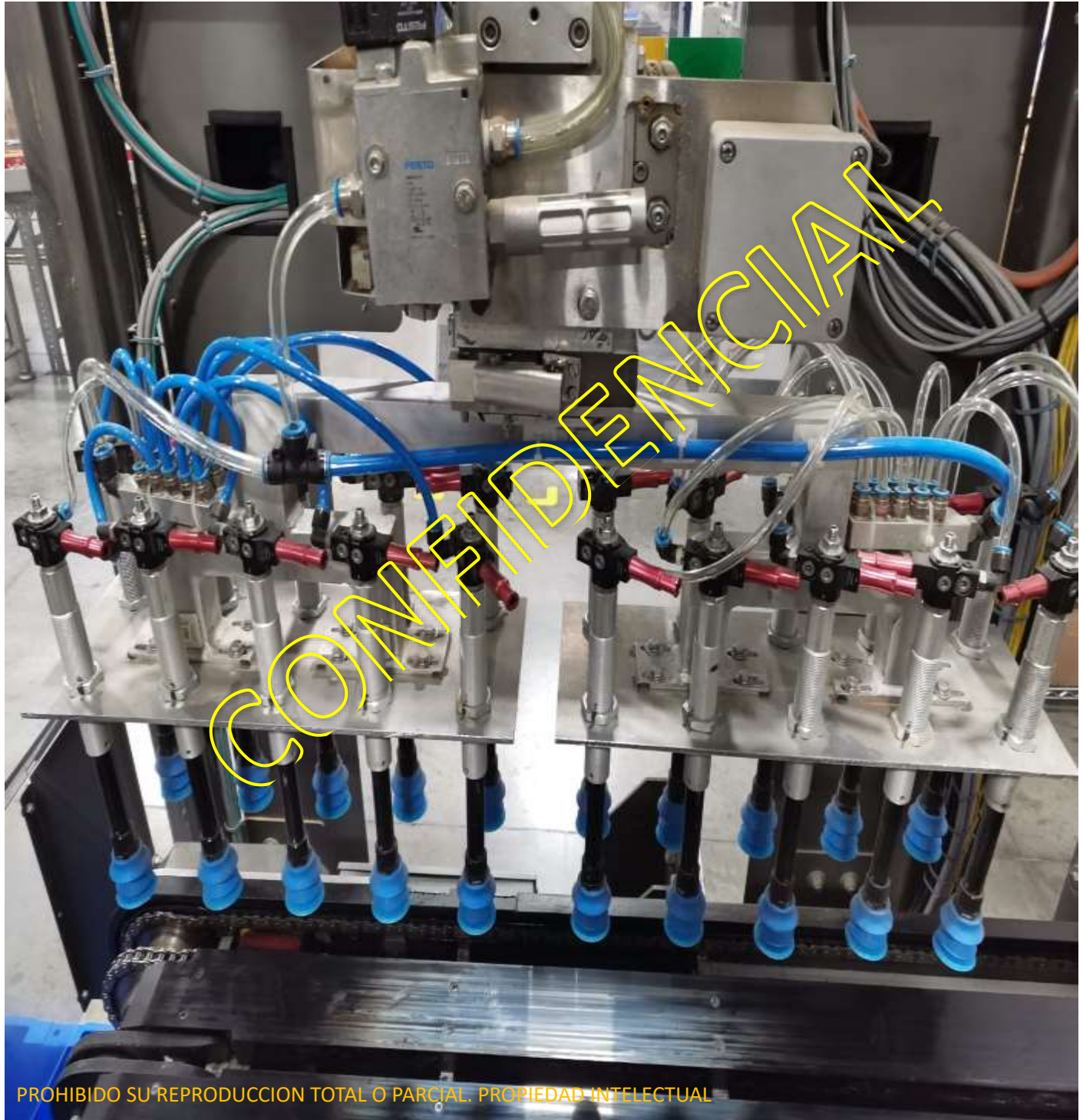


VENTOSA PIAB BIX		
IMAGEN	Ventajas	Desventajas
	Es una sola pieza	N/A
	Labio mejorado	N/A
	Bajo costo	N/A
	Mayor durabilidad	N/A
	Buena funcionalidad	N/A
	Se usan solo 10 piezas	N/A
VENTURI PGX		
	Ventajas	Desventajas
	Descentralizar vacío	N/A
	Bajo costo	Poco fluido
	Libre de mantenimiento	N/A
	Larga durabilidad	N/A
COMPENSADOR LCD25 F3840		
	Ventajas	Desventajas
		

VENTOSA NORMAL		
IMAGEN	Ventajas	Desventajas
	N/A	Varias piezas
	N/A	Labio se daña fácilmente
	N/A	Alto costo
	N/A	Menor durabilidad
	N/A	Poco desempeño
	N/A	Se usan 30 piezas
MOTOR ELECTRICO TIPO TURBINA		
	Ventajas	Desventajas
	N/A	Vacío centralizado en todo el sistema
	N/A	Fugas de vacío en el sistema
	N/A	Alto costo de mantenimiento
	N/A	Perdida de vacío en el sistema
	Alto flujo	Poco flujo
	N/A	Alto costo en refacciones

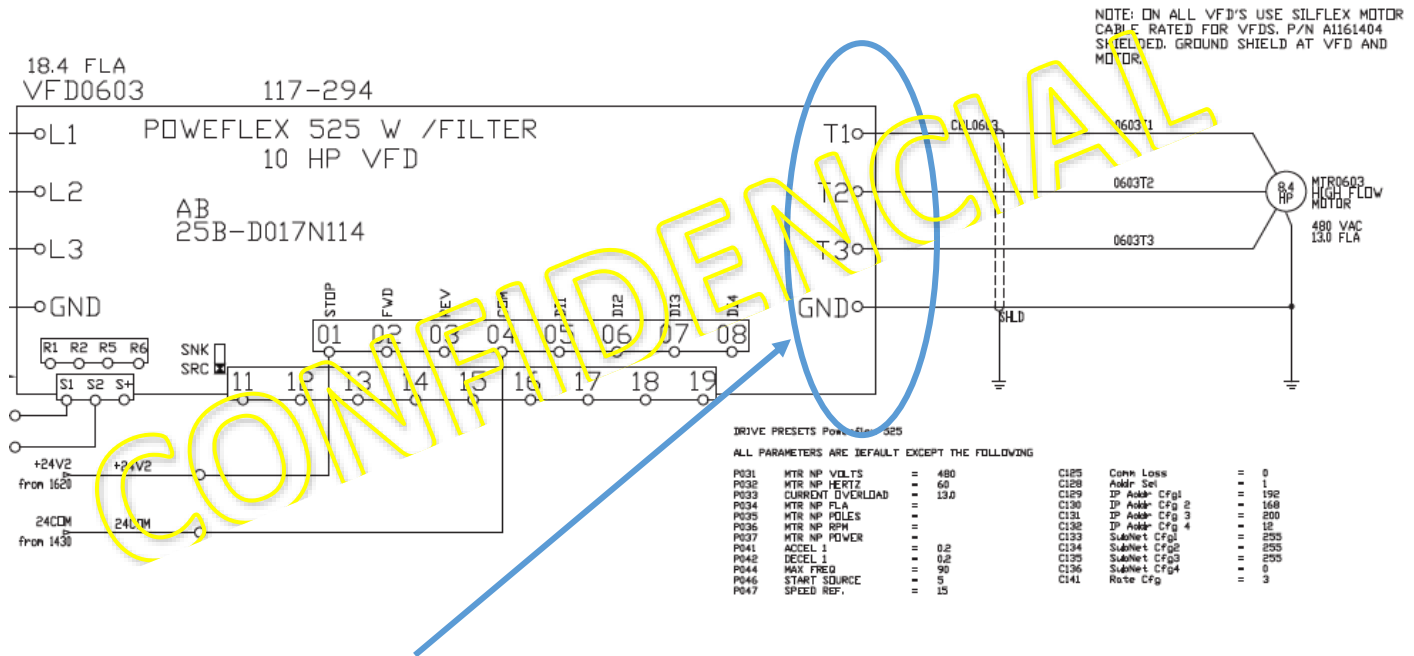
4.9. Ensamble de herramienta en equipo “Empaquetador de producto”

4.9.1. Mecánico



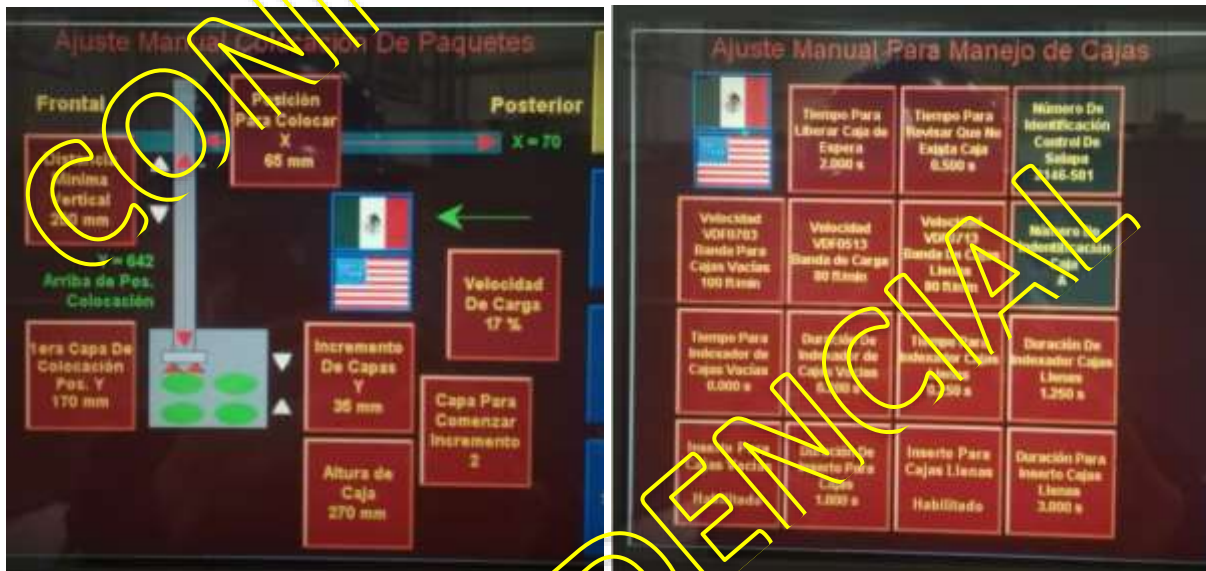
4.9.1. Eléctrico.

PROHIBIDO SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL. PROPIEDAD INTELECTUAL



Se desconecta motor de la salida del inversor en sus tres terminales y se deshabilita inversor desde su programación. Parámetros P-45,46,47,48.

4.9.1.1. Ajustes de parámetros en el HMI del equipo. “Empaquetador de producto”



4.10. Pruebas finales con líneas de producción en marcha.



5. CAPITULO V resultados y análisis

5.1. Resultados

A lo largo de este proyecto, se analizó y rediseño el sistema de vacío de un sistema, lo que nos llevó a una mejora significativa con la descentralización del sistema debido a que se obtuvo un mejor agarre con el vacío independiente respecto al paquete, también se evitaron daños al nuevo cabezal gracias a la implementación de los nuevos amortiguadores, todo esto ayuda a evitar daños al producto a la hora de ser tomado por dicho sistema.

Se puede decir que la implementación de este sistema trae consigo demasiados beneficios que se ven reflejados en el día a día, desde la mejora de productividad y la calidad del producto, hasta una gran reducción de costos

5.2. Análisis de la situación actual.

Conclusiones.

En conclusión, este estudio identificó con éxito las principales causas de las pérdidas de vacío en el equipo empaquetadora de queso, y propuso un nuevo sistema de vacío que demostró ser más eficiente al reducir las pérdidas en un 30%. Estos resultados no solo cumplen con los objetivos establecidos, sino que también destacan la importancia de mantener un vacío estable para mejorar la eficiencia y la fiabilidad del equipo. Las recomendaciones para futuras investigaciones incluyen explorar aún más las interacciones entre los componentes del sistema de vacío y considerar la integración de tecnologías emergentes para optimizar aún más el rendimiento.

REFERENCIAS.

- *PIAB México | Automatización.* (2020). <https://vgr.com.mx/piabmexico/>
- *Find partner.* (2021). Piab.com. <https://www.piab.com/support/find-partner>
- *Sistemas de vacío.* (2020). Plasma. <https://www.plasma.com/es/sistemas-de-vacio.com>
- Connor, N. (2020, 18 enero). *¿Qué es la presión manométrica? Definición.* Thermal Engineering. <https://www.thermal-engineering.org/es/what-is-gauge-pressure-definition/>