

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

Efectos de implementación del Sistema de Climatización Industrial con refrigerante no tóxico r410a en planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú 2023

AUTOR:

Bach. Palomino Velarde, Aldo Juber

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

ASESOR:

Mg. Hidalgo Palomino, Fernando Guillermo

ID ORCID: 0000-0002-9155-445X

DNI 06844769

LIMA- PERÚ

2026

INFORME DE SIMILITUD

INORME DE SIMILITUD N°003-2023-FCI-UPCI-T

A : Decano(e) de la Facultad de Ciencias e
Ingeniería DE : Operador del Programa TURNITIN
ASUNTO : Informe de Evaluación de Similitud de Tesis
FECHA : viernes, 29 de setiembre del 2023

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de informar lo siguiente:

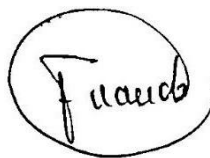
1. Mediante el uso del programa informático TURNITIN (con las configuraciones de excluir citas, excluir bibliografía y excluir oraciones con cadenas menores a 15 palabras) se ha analizado el trabajo de tesis titulado: **“EFECTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON REFRIGERANTE NO TÓXICO R410A EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DE LA EMPRESA P.H. PERÚ 2023”**, presentada por el(los) Br(s):

- **Bach. PALOMINO VELARDE ALDO JUBER**

2. El resultado de la evaluación indica que el documento en mención tiene un INDICE DE SIMILITUD DE 29% (cumpliendo con el art. 35 del Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional UPCI aprobado con Resolución N° 373-2019-UPCI-R de fecha 22/08/2019)
3. Al término del análisis, se concluye que PUEDE(N) CONTINUAR su trámite.

Sin otro particular quedo de usted.

Atentamente



Firma y Sello del Operador del Turnitin
Mg. Hidalgo Palomino Fernando
Guillermo

PD:

Se adjunta:

Resultado de similitud

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a mi madre por darme la vida y a mi familia por estar siempre conmigo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la UPCI por facilitarme ser un profesional exitoso y a mi asesor, el Mg. Fernando Hidalgo por su guía en la elaboración de esta investigación.

PRESENTACION

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática, aprobado por Resolución N° 373-2019-UPCI-R; y en estricto cumplimiento del requisito establecido por el Artículo N° 45, de la ley N° 30220; donde se indica que “la obtención de grados y títulos se realizada de acuerdo a las exigencias académicas que cada universidad establezca” presentamos ante ustedes la tesis titulada **“EFECTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON REFRIGERANTE NO TÓXICO R410A EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DE LA EMPRESA**

P.H. PERÚ 2023.”, la misma que será sometida a vuestra consideración, evaluación y juicio profesional; a fin de que su aprobación me lleve a ostentar el título profesional de Ingeniero Industrial

Bach. Palomino Velarde, Aldo Juber

INDICE GENERAL

CARATULA	i
INFORME DE SIMILITUD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACION	v
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Planteamiento del problema	12
1.3. Hipótesis de la investigación	13
1.4. Objetivos de la investigación.....	13
1.5. Variables, dimensiones e indicadores	14
1.6. Justificación del estudio.....	14
1.7. Antecedentes nacionales e internacionales	15
1.8. Marco Teórico.....	17
1.9. Definición de términos básicos.....	26
II. METODO	28
2.1. Tipo y diseño de la investigación Tipo de investigación	28
2.2. Población y muestra.....	28
2.3. Técnicas para la recolección de datos	28
2.4. Validez y confiabilidad de instrumentos	29

2.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	29
2.6.	Aspectos éticos.....	29
III.	RESULTADOS.....	30
3.1.	Resultados descriptivos	30
3.2.	Resultados inferenciales	36
IV.	DISCUSION	39
V.	CONCLUSIONES	40
VI.	RECOMENDACIONES	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
	ANEXOS.....	44
	Anexo 01: Matriz de Consistencia	45
	Anexo 02: Instrumento de recolección de datos.....	46
	Anexo 03: Base de datos	47
	Anexo 04: Evidencia de similitud digital	48
	Anexo 05: Autorización de publicación en repositorio	50
	Anexo 06: Experimento realizado con el Coolpack	51
	Anexo 07: Documentación complementaria	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coolpack para el COP del R-410A	30
Tabla 2. Tabla comparativa del EER y COP del gas refrigerante	33
Tabla 3. Tabla comparativa sin y con el software Coolpack.....	33
Tabla 4. Tabla de la Potencia, Intensidad y voltaje	34
Tabla 5. Tabla de la Potencia consumida en KW/h realizado con el gas refrigerante .	34
Tabla 6. Rangos Hipótesis a.....	36
Tabla 7 Estadísticos Hipótesis a.....	37
Tabla 8. Rangos Hipótesis b.....	37
Tabla 9. Estadísticos Hipótesis b	37
Tabla 10. Gas refrigerante R-410 ^a	47
Tabla 11. Gas refrigerante R-407C	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de refrigeración	18
Figura 2. Sistema de Ventana.....	19
Figura 3. Unidades Paquete	19
Figura 4. Sistema Dividido	20
Figura 5. Ciclo de refrigeración por absorción	21
Figura 6. Sistema Evaporativo.....	22
Figura 7. Sistema con Hielo.....	23
Figura 8. Efecto peltier	24
Figura 9. Refrigeración Magnética	25
Figura 10 Comportamiento del Gas R-410A con el Coolpack Prueba 01	31
Figura 11. Tabla general del Gas R-410A refrigerante con el Coolpack	32
Figura 12. Comportamiento del Gas R-410A con el Coolpack prueba 01	35
Figura 13. Análisis económico para el gas R-410 ^a	35
Figura 14. Ingreso al Programa.....	52
Figura 15. Selección del Gas Refrigerante	52
Figura 16. Selección de P-h	53
Figura 17. Confirmando el Gas Refrigerante R410A	53
Figura 18. Ciclo de Refrigeración.....	54
Figura 19. Ingreso de Datos	55
Figura 20. Muestra de información.....	56
Figura 21. Detalles de resultados	56
Figura 22 Selección gas R – 410A.....	57
Figura 23 Parámetros de temperatura	58
Figura 24 Comportamiento del Gas R – 410A Prueba 01	58
Figura 25 COP R – 410A Prueba 01	59
Figura 26 COP R– 410A Prueba 02	59
Figura 27 Comportamiento del Gas R– 410A Prueba 03	60
Figura 28 COP R– 410A Prueba 03	60
Figura 29 Comportamiento del gas R– 410A Prueba 04	61
Figura 30 COP R– 410A Prueba 04	62

RESUMEN

El Acuerdo Internacional N° S/N .- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, realizada el 11 de diciembre del año 1997 de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios de dichos países pactaron reducir en un 5% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004. En ese sentido la presente investigación trata de medir el efecto de implementar un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A en planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú 2023. Se ha realizado un experimento con los gases R-410A y R-407C, se diseñaron 4 pruebas para cada uno de ellos y se utilizó el software Coolpack para simular el comportamiento de dichos gases y medir su rendimiento, calor y trabajo, se encontró que el gas refrigerante R-410A es más eficiente energéticamente que el gas R-407C. El gas refrigerante R-410A tiene la particularidad de no afectar la capa de ozono como lo hacían otros utilizados anteriormente ya que en su composición solo tiene HFC. “Los gases refrigerantes hidrofluorocarburos (HFC), son considerados la 3ª generación de gases refrigerantes fluorados (GF). Con lo cual se recomienda su implementación, dado que entre otros efectos también se reduce el efecto invernadero por su composición del cual está hecho.

Palabras clave: Gas refrigerante, HFC, Gas R-410A, gas R-407C

ABSTRACT

The International Agreement No. S/N.- Kyoto Protocol of the United Nations Framework Convention on Climate Change, held on December 11, 1997, the industrialized countries committed, in the city of Kyoto, to execute a set of measures to reduce greenhouse gases. The signatory governments of these countries agreed to reduce polluting emissions by an average of 5% between 2008 and 2012, taking 1990 levels as a reference. The agreement entered into force on February 16, 2005, after ratification by Russia. on November 18, 2004. In this sense, this research tries to measure the effect of implementing an industrial air conditioning system with non-toxic refrigerant R-410A in the diaper production plant of the company P.H. Peru 2023. An experiment has been carried out with the gases R-410A and R-407C, 4 tests were designed for each of them and the Coolpack software was used to simulate the behavior of said gases and measure their performance, heat and work, R-410A refrigerant gas was found to be more energy efficient than R-407C gas. The R-410A refrigerant gas has the particularity of not affecting the ozone layer as others previously used did since it only has HFCs in its composition. “Hydrofluorocarbon refrigerant gases (HFC) are considered the 3rd generation of fluorinated refrigerant gases (GF). Therefore, its implementation is recommended, given that among other effects, the greenhouse effect is also reduced due to its composition from which it is made.

Keywords: Refrigerant gas, HFC, R-410A Gas, R-407C Gas

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Durante la revolución industrial, a finales del siglo XVIII se crearon máquinas capaces de bajar la presión de vapor y la evaporación. A principios del siglo XIX apareció la primera máquina de vapor gracias a la experimentación de algunos como el amoníaco y ciertos hidrocarburos. A mediados del siglo XX, era posible instalar sistemas de refrigeración domésticos en residencias que contenían refrigerantes tóxicos y corrosivos.

El objetivo de la tesis es desarrollar un modelo y su solución numérica del ciclo de refrigeración por vapor adaptable a las diferentes regiones donde se utilizan sistemas de refrigeración. También se detalla el desarrollo de un modelo matemático y solución numérica que describe la dinámica de funcionamiento de un sistema de refrigeración convencional utilizado en procesos de conservación producidos en la industria alimentaria.

Como país, la meta de ser carbono neutral significa considerar reducir el uso de refrigerantes dañinos al medio ambiente y aumentar el uso de refrigerantes alternativos con mínimo "impacto ambiental". Una alternativa son los refrigerantes naturales, el uso de estos contribuiría al proceso de carbono neutral y además cumple con los protocolos de los acuerdos de Montreal, Kyoto Paris.

1.2. Planteamiento del problema

Delimitación del Problema

Espacial

El proyecto se desarrolló en las instalaciones de la empresa P.H. Perú, específicamente en el almacén de pañales ubicado en la ciudad de Lima, respetando todas las medidas de seguridad.

Temporal

El estudio se realizó en el periodo febrero a marzo de 2023, sin embargo, se tomaron los datos del año 2022 para efectos del estudio.

Problema General

¿En qué medida la implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023?

Problemas Específicos

- a) ¿En qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C?
- b) ¿En qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023?
- c) ¿En qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A mejora los indicadores medio ambientales en la empresa P.H. Perú 2023?

1.3. Hipótesis de la investigación

Hipótesis General

La implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023.

Hipótesis Específicas

- a) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C
- b) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023.

1.4. Objetivos de la investigación

Objetivo General

Determinar en qué medida la implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023.

Objetivos Específicos

- a) Determinar en qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C
- b) Determinar en qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023.
- c) Determinar en qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A mejora los indicadores medio ambientales en la empresa P.H. Perú 2023

1.5. Variables, dimensiones e indicadores

Variables Independientes

- ✓ Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A

Variables Dependientes

- ✓ Contaminación ambiental
- ✓ Rendimiento
- ✓ Rentabilidad
- ✓ Indicadores medio ambientales

Indicadores de las Variables Dependientes

- ✓ Indicadores medio ambientales.
- ✓ % de Rentabilidad
- ✓ % de rendimiento

1.6. Justificación del estudio

Justificación Teórica

El presente estudio se justifica teóricamente porque los conceptos termodinámica, transferencia de calor de fluidos, son teorías, condiciones y parámetros muy útiles para utilizar en forma segura con el refrigerante no tóxico R-410A en sistemas de aire acondicionado

Justificación Práctica

El estudio se realizará tecnológicamente debido a que el refrigerante no tóxico R-410A es una tecnología muy innovadora para climas extremos, en los que se puede aprovechar la temperatura exterior, presenta una serie de cálculos que nos ayudarán en su entendimiento y conocimiento.

Justificación Legal

El estudio tiene sustento legal, ya que se sustenta en función de normas nacionales e internacionales, siendo las más importantes: ASHRAE, RNE, SMACNA y ARI, RITE

Justificación Económica

El presente estudio tiene una repercusión económica dado que permitirá ahorrar costos de producción a la empresa, con su implementación del sistema de gestión ambiental

Importancia del estudio

El estudio es muy importante, porque permitirá disminuir los gases de efecto invernadero, con la consiguiente disminución de la contaminación ambiental, la cual conocemos que está siendo muy afectada por efectos de la industrialización constante y creciente de la sociedad.

1.7. Antecedentes nacionales e internacionales

Antecedentes nacionales

(Mora & Gonzales, 2020), con su investigación en la Universidad Tecnológica del Perú titulada “Análisis Comparativo del Gas Refrigerante R-22 con los Gases Refrigerantes R 407C y R 290 de un Equipo de Aire Acondicionado Mini Split Decorativo de 18,000 Btu/h en las Oficinas Administrativas de la Empresa GyZ Service”. Su objetivo era demostrar que la sustitución del refrigerante R-22 por gas R-407C o R-290 es un cambio duradero, que será refrendado mediante medio ambiental, de valora los costos de energía y consumo, que se realizarán en los equipos decorativos mini split de 18.000 Btu/h de la empresa GyZ Service SRL Los valores cuantitativos obtenidos serán utilizados en el diagrama de Mollier, con este encontraremos las eficiencias experimentales, luego compararemos con el software Coolpack. La evaluación comparativa indicará el gas refrigerante correcto que se debe usar, por lo que se instalará el reemplazo del sistema de aire acondicionado.

(Rosas, 2017), en su tesis en la Universidad Cesar Vallejo titulada “Diseño de sistema de climatización para dos oficinas de la empresa dc construcciones SAC de 618 m² lima, 2017”.

Este proyecto se realizó con el objetivo de brindar un mejor ambiente laboral a los empleados de la empresa DC SAC, se diseñó un sistema de aire acondicionado para oficinas. Se inició con un estudio de las condiciones climatológicas de la ciudad de Lima para poder desarrollar y verificar en qué condiciones se encuentra y bajo que parámetros debemos de considerar para empezar a desarrollar el cálculo de las cargas térmicas. Esta investigación ha sido desarrollada de acuerdo con estándares establecidos internacionalmente, tales como ASHRAE, también se han tomado como referencia manuales y lineamientos en el tema de aire acondicionado. Para realizar los cálculos de las cargas térmicas, fue necesario tomar datos climatológicos de la ciudad de Lima, la ubicación exacta de las oficinas, así como el día y hora del mes de febrero, ya que es el mes que registra un índice de temperatura alto.

(Chávez, 2019), con su trabajo de investigación en la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” titulada “Propuesta De Implementación Del Sistema De Climatización Para La

Ampliación Del Laboratorio De Tuberculosis Del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen”.

Su objetivo fue proponer el sistema de implementación de climatización para obtener condiciones de temperatura, presión de aire, renovaciones y filtraciones que garanticen la seguridad del personal que labora en el laboratorio de tuberculosis del Hospital Nacional Almenara Irigoyen. Siendo este equipo una prioridad para la atención de los asegurados cuya o ausencia del mismo equipo afectaría directamente a los pacientes todo el personal de salud que se encuentre expuesto. Un problema crónico que la institución - EsSalud ha acarreado desde entonces es su deficiente sistema de laboratorios de micobacterias.

(Rodas, 2018), con su tesis en la Universidad Central Del Ecuador titulada “Diseño De Un Sistema De Aire Acondicionado De Bajo Costo De Operación Para Las Oficinas Administrativas Del Cuarto Piso Del Edificio De Ingeniería USAT – Chiclayo”.

Tiene como objetivo proponer el diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de funcionamiento para un puesto de trabajo de oficina, en la ciudad de Chiclayo. Actualmente este lugar está climatizado gracias al uso de aire acondicionado convencional, generando un alto consumo de energía eléctrica cuando su uso es más constante.

(Aramburu & Figueroa, 2017), con su investigación en la Universidad de Piura titulada “Estudio De Un Sistema De Refrigeración Por Compresión De Vapor Aplicado A La Industria Agroalimentaria”.

El objetivo principal de la tesis es desarrollar una solución matemática y numérica en un programa para describir el comportamiento dinámico de un sistema de refrigeración por compresión de vapor utilizado en los procesos de conservación de productos en los alimentos. industria. Para el estudio se seleccionó un sistema de refrigeración por compresión de una fábrica de exportación de mango, por ser uno de los cultivos más importantes de la región de Piura. El modelo matemático se basa principalmente en los balances y la energía en la cámara de conservación y la energía en el evaporador. La resolución numérica del modelo se realiza en un cálculo implementado en Matlab. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad variando tanto el caudal de aire másico a través del ventilador, como la velocidad de rotación del compresor.

1.8. Marco Teórico

Que es climatización

Según Cengel y Boles, enfatiza que crear condiciones de humedad, temperatura y limpieza del aire para lograr el confort en los espacios habitados. Algunos autores lo definen como un lugar cerrado que tiene provisiones para humedad relativa, temperatura, aire y, a veces, también condiciones de presión. A veces este término se confunde con un sistema del cual por supuesto no está mal, pero se refiere a refrigeración, el aire acondicionado se compone de tres factores importantes: calefacción, ventilación y refrigeración. (p.614)

Factores importantes en la climatización

a. Calefacción

Según Ecured, es algo necesario para protegerse del frío o bajas temperaturas en regiones donde la temperatura es demasiado baja o donde es necesario. También se conoce como acción y resultado de calentamiento. Conjunto de elementos destinados a calentar una casa o una habitación.

b. Ventilación

Según Ecured, es la renovación de aire en un edificio por extracción o inyección de aire.

c. Refrigeración

Según Cargel, es el proceso por el cual se puede bajar la temperatura de fluidos o cuerpos en general.

En particular, se utiliza en los procesos de productos que pueden perecer incluso a temperaturas de hasta -60C.

Es uno de los más importantes, especialmente en la industria alimentaria, reduce la aparición de bacterias y permite conservar los alimentos aumentando así su vida útil.

Tipos de sistemas de climatización

Según Cengel y Boles (2012) nos dice que los sistemas de aire acondicionado, también llamados se clasifican de tres formas. uno de ellos es el tipo de condicionamiento. La otra forma trata de modelar qué componentes se encuentran y también dependiendo de cómo se establezca.

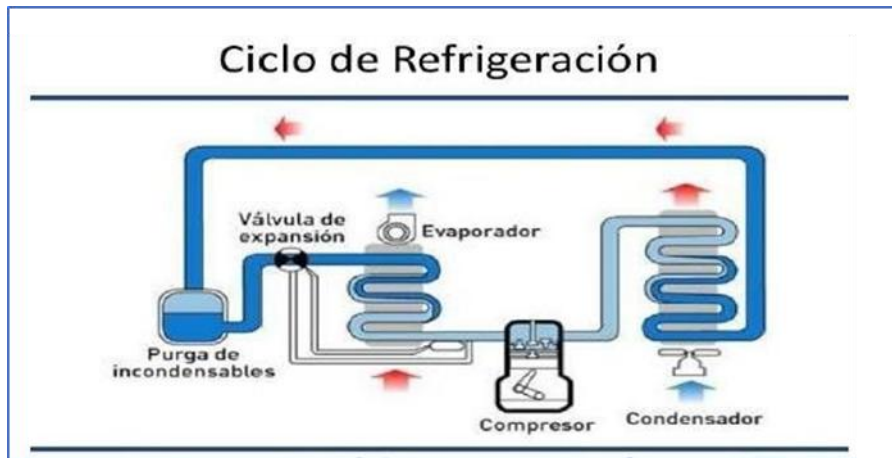
Finalmente, se clasifican en utilizando el método del aire. Hay varias técnicas de refrigeración que pueden ser en diferentes terrenos. (p.616).

a) Clasificación por su acondicionamiento Expansión directa

Es conocido como el sistema HVAC más importante.

La unidad independiente se ubica en el espacio acondicionado cercano a ella. Normalmente es para habitaciones pequeñas, pero agregar una batería brillante funciona para habitaciones grandes, aunque no es muy eficiente. La unidad de refrigeración consta principalmente de un compresor, un condensador y una unidad de expansión; chiller es el refrigerante que tiene algo en refrigeración. Esto es posible gracias a un ventilador que extrae frío del evaporador hacia la habitación. Si añadimos una batería para alimentar la calefacción, automáticamente se convierte en bomba de calor, funciona todo el año, es decir, enfría y calienta.

Figura 1. Ciclo de refrigeración



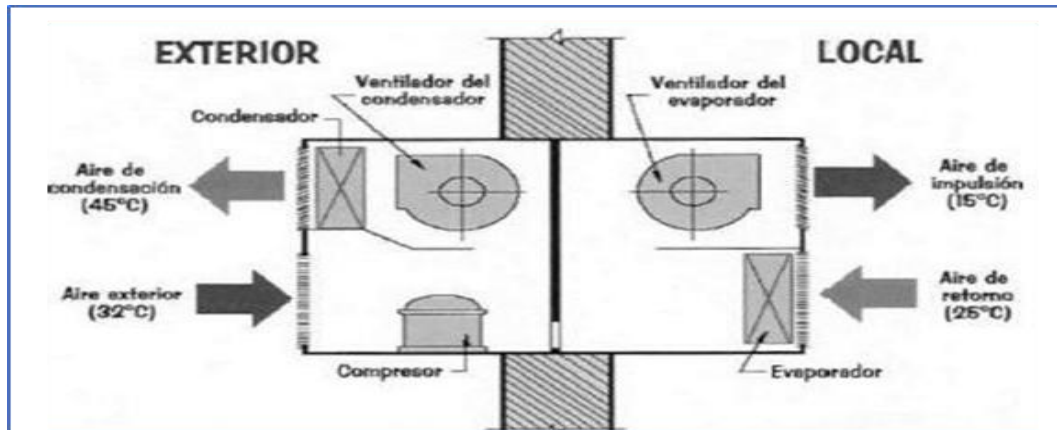
Fuente: https://blog.froztec.com/hs_fs/hubfs/ciclo%20de%20refrigeracion.jpg?width=526&name=ciclo%20de%20refrigeracion.jpg

b) Clasificación según equipo de aire acondicionado

b.1. Equipo de ventana

Parra, A. (2007). para actualizar el área inmediata y con la posibilidad movida. Condensación por aire, es decir, el condensador se enfría por aire ya que se toma del exterior. El evaporador se coloca en la parte inferior de la habitación. Es prácticamente una unidad de wrapper por su programación en la pared y es como un tipo de sistema aparte de las unidades o compactas o paquetes (p.33).

Figura 2. Sistema de Ventana

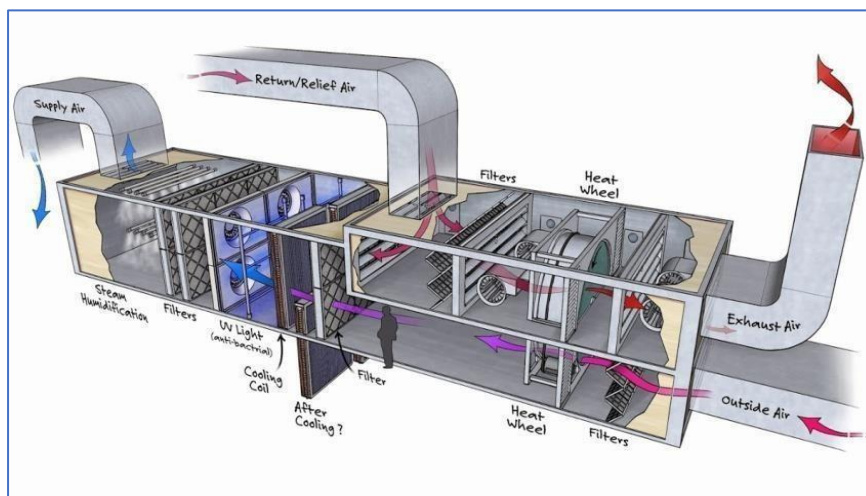


Fuente: <http://www.motorex.com.pe/blog/wpcontent/uploads/2017/07/motorex-aire-tipo-ventana.jpg>

b.2. Unidades paquete

Dossat, R. J. (2003). Define que sus componentes en un único equipo. Pueden exteriores o interiores, también por aire o agua. Las unidades que condensan mediante aire requieren tomar aire del exterior. Cuando se usa agua vasta con la conexión de las tuberías a la red de agua. Posee cavidades donde retorna y brinda aire. Pueden ser instalados en una losa al ras del suelo con ductos que están en el subsuelo o sótano; igualmente pueden estar en el ático, cochera. también puede estar sobre el techo si es que resiste el peso del equipo. Se puede colocar por una pared exterior, así se puede poner rejillas en el superior de las paredes eliminando así los ductos. (p.33).

Figura 3. Unidades Paquete



Fuente: <https://2.bp.blogspot.com/-oMOorb1X5Ok/Wjfm6IkgfOI/AAAAAAAAAQQo/I43WbPQbSxgaSjvwQd1tUcdy0u6tb6mPwCLcBGAs/s1600/1-Esquema%2BUTA-Michael%2BSchrader.jpg>

b.3. Sistema dividido

Afshin y Cengel. (2007). agrega que una sección interior enfriadora y otra unidad condensadora externa, interconectadas mediante líneas de refrigeración. Se puede instalar por medio de distribución de aire en ductos, rejillas y muchas unidades que están en el interior, dentro de las habitaciones se puede incorporar bomba de calor pudiendo así calentar el ambiente (p.34).

Figura 4. Sistema Dividido



Fuente: data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAAQABAAD

b.4. Instalación centralizada

Afshin y Cengel. (2007). Dice que en una instalación central donde se juntan la refrigeración y otra calorífica, para calentar o enfriar el aire respectivamente, llevándolo al lugar de acondicionamiento. El añadido de humidificación, deshumidificación frío y calor se realiza por el aire. En fábrica, hay un ventilador de accionamiento para circular. Pueden ser de varias o de una sola zona y existen para caudales diferentes

b.5. Sistema de volumen con refrigerante variable (VRV)

Afshin y Cengel. (2007). Sistema que transporta el refrigerante a los evaporadores a demanda del lugar. La solicitud puede ser para refrigeración, calefacción o ambas; Esto significa que puede funcionar con diferentes cargas en entornos. La capacidad del compresor es modulada automáticamente para mantener constante la presión de succión mientras modifica el volumen a suministrar de acuerdo con las necesidades de calefacción o refrigeración. (p.34)

c. Clasificación según método de refrigeración

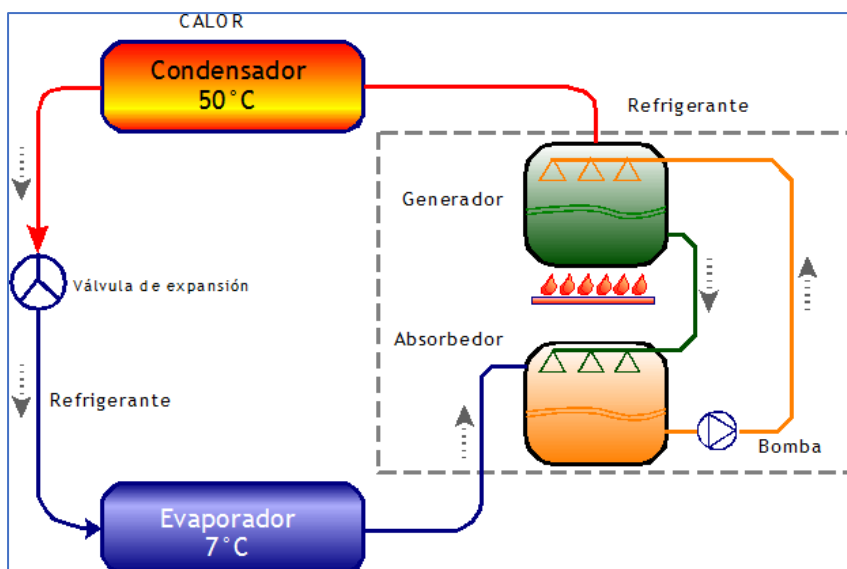
c.1. Por compresión

Silberstein, Johnson, Tomczyk y Bill Whitman (2010). un sistema de refrigeración común. Se trata esencialmente de cuatro elementos: compresor, evaporador, dispositivo expansivo del condensador. El compresor comprime el refrigerante presente en un lugar va al condensador donde cambia de gas a líquido, expulsando el calor a Luego pasa por el dispositivo de expansión que lo enfría. El refrigerante se convierte en una mezcla de gas y con temperatura más baja. Finalmente, ingresa al evaporador, donde eventualmente se convierte en gas, absorbiendo el calor del entorno. una vez que se retira el evaporador, el ciclo se repite. Se coloca un ventilador al lado del evaporador. Este ventilador hace circular el aire frío que se encuentra fuera del evaporador en la sala que se expulsa a través de los conductos hacia el área deseada. Para controlar la temperatura del aire se utilizan diversos elementos como resistencias eléctricas, reguladores y otros. (p.59)

c.2. Absorción

Silberstein, Johnson, Tomczyk y Bill Whitman (2010). nos dice que el ciclo de compresión. La desigualdad es porque no se usa para subir la presión del gas. Por esta razón, se utiliza un método que requiere calor que no trata con partes móviles; utiliza un absorbedor, un generador y un separador. Generalmente se utiliza amoníaco. El amoníaco líquido ingresa al evaporador, aquí hay hidrógeno. Aquí, la presión parcial del amoníaco se reduce a hidrógeno. Por lo tanto, el punto de ebullición del amoníaco cambia por evaporación.

Figura 5. Ciclo de refrigeración por absorción



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e0/Ciclo_refrigeracion_por_absorcion.png/420pxCiclo_refrigeracion_por_absorcion.png

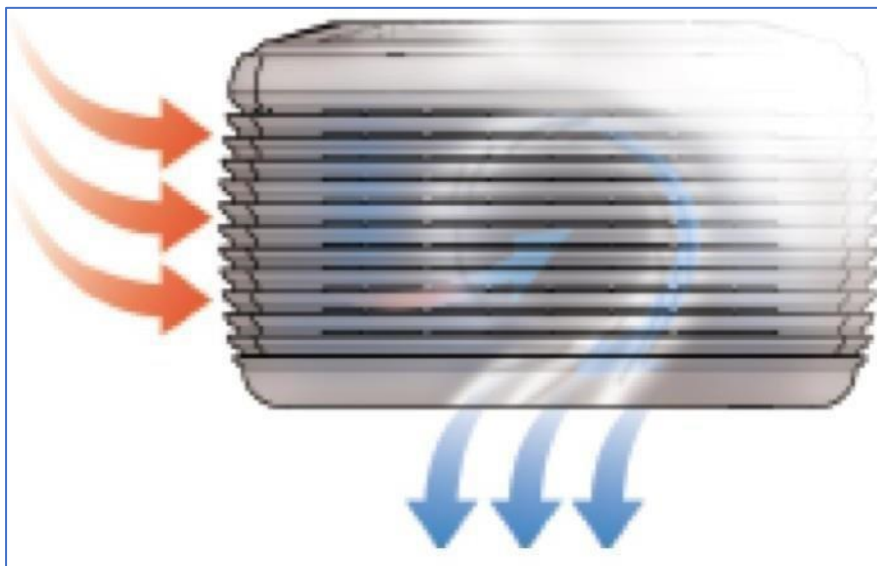
La máquina cambia los tubos inclinados donde los gases van hacia arriba mientras el agua va cayendo. En la parte superior está solo hay hidrógeno que va al evaporador, en la parte inferior el amoníaco en forma gaseosa con el agua va al generador. Dentro del generador, se agrega calor , que calienta la mezcla de agua y comienza a burbujear. Las burbujas tienen amoníaco, pero contienen agua.

Las burbujas entran en tubos curvos, las burbujas atraviesan obstáculos y el agua cae a medida que viaja el gas. El agua que cae entra en los tubos. Los separadores son tubos donde el amoníaco sigue al sonido y el agua cae. Por último, el amoníaco en forma de gas se dirige al condensador, allí se enfría y vuelve al estado líquido, así de nuevo el proceso. (p.100)

c.3. Evaporativo

Silberstein, Johnson, Tomczyk y Bill Whitman (2010). Los enfriadores que evaporan en lugar de usar refrigerantes usan el efecto que causa el refrigerante cuando el agua se evapora. No se usa mucha energía, sin embargo, su mantenimiento es un poco complicado. La diferencia existente de los equipos regulares que se acondicionan, necesitando dejar ventanas abiertas funcionando por la gran cantidad de aire ingresante al lugar. Hay dos tipos de enfriadores evaporadoras, indirectos y directos. Un ventilador da aire por medio de un pad permeable e húmedo. Cuando el aire atraviesa, este va enfriando, humedeciendo, filtrando, ingresando finalmente a la habitación. El enfriador indirecto da aire húmedo y frío dentro de un intercambiador de calor, este enfría el lugar sin la humedad que se encontraba al inicio. (p.66).

Figura 6. Sistema Evaporativo



Fuente: <https://www.caloryfrio.com/images/articulos/aire-industrial/enfriador-evaporativo-vs-aire-acondicionado.jpg>

c.4. Sistema con hielo

Este sistema crea hielo en la noche, aquí cuesta menos y la temperatura exterior es más cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el día y la noche, mayor será el ahorro de energía.

Durante el día, el hielo comienza a derretirse y proporciona aire frío al sistema de refrigeración del Al final del día, varios galones de agua se depositan en grandes tanques y por la noche vuelven a hacerlo. El sistema de bloqueo se puede utilizar en paralelo con un sistema de aire acondicionado tradicional. Este sistema tiene menos porcentaje de fallas que los sistemas de aire acondicionado convencionales. Pero se necesitan grandes espacios para almacenar el esto también representa una inversión importante. Aquí el hielo es el refrigerante ya que enfría el aire, es similar a un sistema de aire. Una variante de este sistema puede ser que sea un equipo que se acopla a un equipo de aire acondicionado.

Figura 7. Sistema con Hielo



Fuente: [//i2.wp.com/tuareacondicionado.net/wp-content/uploads/porque-se-congela-el-aire-acondicionado-.jpg?w=560&ssl=1](http://i2.wp.com/tuareacondicionado.net/wp-content/uploads/porque-se-congela-el-aire-acondicionado-.jpg?w=560&ssl=1)

c.5. Termoeléctrico

Usa el efecto llamado peltier, este consiste en hacer diferente la temperatura mediante un voltaje. La diferente forma sucede cuando el flujo de electrones atraviesa dos metales diferentes o semiconductores la cual están conectadas por dos soldaduras llamadas juntas de peltier. Dicho flujo de electrones hace que haya flujo de calor de una unión a otra. Este efecto causa enfriamiento cuando los electrones van de un lugar de alta densidad a otra de baja,

expandiéndose y enfriándose en el lugar. es aplicado en lugares muy puntuales, este no es dable para acondicionar el aire.

Figura 8. Efecto peltier



Fuente: [//www.mundodigital.net/wp-content/uploads/peltier5.jpg](http://www.mundodigital.net/wp-content/uploads/peltier5.jpg)

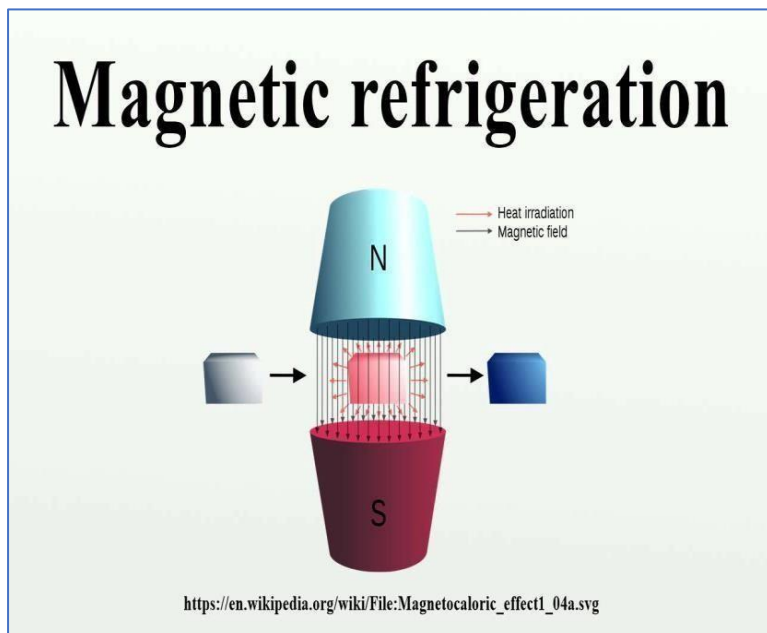
c.6. Por ciclo de aire

El compresor absorbe aire del ambiente. El aire comprimido es enfriado con la ayuda de un ventilador el cual circula aire externo el cual intercambia calor. El aire ya frío entra en una turbina y es expandida de manera adiabática. Por esta expansión es que causa un enfriamiento en el aire luego entra a la cabina donde es requerido aire frío. Este sistema es el simple, aquí hay variaciones en el sistema el cual aumentan la eficacia, también se puede agregar otro compresor para una compresión en dos etapas o poder volver el sistema como regenerativo para que el aire que sale de la turbina sea enfriado e ingre a la misma.

c.7. Magnético

Al refrigerante se le aplica un fuerte campo magnético, forzando así a los dipolos magnéticos de forma que baje su entropía. Después una tina de calor chupa el calor que fue disipado por el refrigerante por la pérdida de entropía. Después el sistema es separado y el campo magnético escapa. En este proceso se verifica la capacidad calorífica es la que tiene el refrigerante.

Figura 9. Refrigeración Magnética



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n_magn%C3%A9tica#/media/Archivo:Magnetocaloric_effect1_04a.svg

Mezclas azeotrópicas (Serie 500)

Estas mezclas están conformadas de dos o más componentes de distinta volatilidad. Se caracterizan por no cambiar la composición y la temperatura de saturación al ser utilizadas en sistemas de refrigeración.

Este tipo de mezclas pueden ser destiladas sin cambiar su composición; al mezclar los componentes se comporta de distintas formas, como si se tratara de un refrigerante netamente puro con la condición de que su temperatura de saturación es una sola.

Casi siempre, el punto de ebullición de este tipo de mezclas es inferior al del componente con un menor punto de ebullición. Se puede utilizar en evaporadores de tipo seco o también denominados expansión directa.

Mezclas zeotrópicas (Serie 400)

Se denomina mezcla zeotrópicas a las que están conformadas por dos o algunos de diferente volatilidad, cuando se condensan o se evapora su temperatura referente a la saturación y composición cambian. Las fugas también alteran su composición.

Estas mezclas no se comportan como un refrigerante único cuando se somete a diferentes cambios de estado; al comienzo de calentar el líquido un porcentaje se evapora, siendo este el componente más volátil. Conforme hierve la mezcla, el líquido posee una concentración inferior a la del componente más volátil y superior a la que es menos volátil.

Refrigerantes HFC

Los hidrofluorocarbonos (HFC) tienen un reducido impacto ambiental debido a que no contiene átomos de cloro, son inofensivos para la capa de ozono, poseen una reducida toxicidad y no son inflamables.

Refrigerante R-410A

Este tipo de refrigerante es una mezcla casi azeotrópica la cual está formado por sustancias conocidas como R-125 y R-32, está compuesta del 50 % de cada uno. Es un gas refrigerante que en su parte química se le considera estable con una baja toxicidad y un deslizamiento muy reducido. Estos envases se deben guardar en zonas frías con ventilación y alejadas de distintas fuentes de calor; así mismo, con respecto a las fugas, los vapores se agrupan al nivel del suelo y provocan que el oxígeno se desplace al resto del entorno

1.9. Definición de términos básicos

Refrigerantes

También llamado refrigerante utilizado en la transmisión de calor absorbe calor a baja temperatura y presión que lo libera a temperaturas y presiones más altas.

Humectación

Tratamiento para aumentar o mantener el contenido de vapor del aire o de un gas
Acondicionamiento: acción de alcanzar un cierto estado o condición a partir de un cierto número.

Climatización

Es proporcionar confort de calidad del aire dentro de lugares habitados con gestión de temperatura, humedad.

Psicrometría

Parte de una ciencia dedicada al estudio de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el bienestar humano.

Ventilación

Modificación del aire interior de un edificio por extracción o aire.

Calentamiento

Sistema o método por el cual se da calor a algo o a alguien para mantener o elevar su temperatura.

Asepsia del local

local libre de gérmenes.

Capacidad del equipo para el proyecto

Capacidad del equipo en condiciones exteriores del proyecto y condiciones de la mezcla de aire que ingresa al evaporador

Capacidad nominal

Capacidad del equipo a las condiciones estándares de enfriamiento según las normas ARI STANDARD 210.

Caudal nominal

Caudal de aire del equipo a las condiciones de capacidad nominal.

Condiciones del aire exterior

Las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo se toman como parámetros de diseño para estimar la térmica.

Condiciones interiores

Condiciones de diseño dentro de las instalaciones para climatizar las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo, de los cuales se toman parámetros de diseño para la estimación de la carga térmica.

COP

El coeficiente de operación o de rendimiento (COP por sus siglas en ingles Coefficient Of Performance) es una expresión de la eficiencia de una bomba de calor. En este caso, se trata de una relación entre el calor cedido y la energía eléctrica consumida principalmente por el compresor de una bomba de calor.

 $COP = \text{Calor (W)} / \text{Trabajo (W)}$

Es decir, se define como la relación entre la potencia (kW) que se extrae de la bomba de calor como refrigeración o calor, y la potencia (kW) que se suministra al compresor.

Para una correcta eficiencia y funcionalidad, una bomba de calor debe alcanzar un COP de entre 2 y 6, dependiendo de la diferencia entre las temperaturas de ambos focos (interior o exterior). (EIP-Escuela Internacional de Postgrados, s/f)

EER

El Ratio de Eficiencia Energética (EER) se define como la ratio entre la potencia frigorífica total y la potencia absorbida por el equipo.

II. METODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación Tipo de investigación

La presente investigación tiene un alcance explicativo, porque pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian. En nuestro trabajo de investigación se explicará el sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A en la planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú.

Diseño de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuasi-experimental, dado que se manipulara intencionalmente una acción para analizar sus posibles efectos.

Nivel de la investigación

La presente investigación tiene enfoque cuantitativo, porque usa la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Nuestro trabajo de investigación está basado en un estudio cuantitativo, porque para demostrar la alternativa con refrigerante no tóxico R-410A, deberemos de tomar parámetros de temperatura, presión y del consumo eléctrico, luego, obtendremos un resultado con la cual observaremos el comportamiento y con ello compararemos el mejor resultado.

2.2. Población y muestra

Población

La población la representa la planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú en la provincia de Lima.

Muestra

La muestra la representa la planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú en la provincia de Lima.

2.3. Técnicas para la recolección de datos

Técnicas

La técnica que se utilizó en la investigación fue la observación, el cual es el más antiguo y al mismo tiempo la más moderna técnica de investigación; definida como “la percepción con intención e ilustrada de una situación o un conjunto de hechos o fenómenos” (Borja, 2012, p. 33).

- Análisis documental.
- Términos de Referencia.

- Observación.

Instrumentos

El instrumento utilizado ha sido la ficha de laboratorio, que “es un documento en el cual se registra detalladamente, minuciosamente y de manera concreto los resultados o datos que puedas obtener en el estudio” (Borja, 2012, p. 34).

- Análisis de contenido.
- Tablas para cálculos de carga térmica.
- Especificaciones Técnicas

2.4. Validez y confiabilidad de instrumentos

Dado que los datos se han tomado de los registros administrativos, no es necesario probar la validez ni confiabilidad de ningún instrumento de recojo de datos.

2.5. Procesamiento y análisis de datos

Modelos de toma de datos

Modelo: Toma de parámetros, presión, temperatura, intensidad de corriente y voltaje.

Instrumentos: Manifold, termómetro, pinza amperimétrica, balanza, Higrómetro.

Se usó el software Coolpack para procesar los datos y la estadística descriptiva para mostrar resultados

2.6. Aspectos éticos

El estudio ha sido realizado, protegiendo los datos personales de los involucrados que proporcionaron los datos, así como el cuidado de la confidencialidad de la información de la empresa. Por otro lado se ha tenido mucho cuidado en realizar correctamente el estudio para no incurrir en resultados erróneos o no confiables.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados descriptivos

A continuación, se muestran los principales resultados descriptivos encontrados, a través del software Coolpack

Rendimiento energético

Ya se tiene el COP de todas las pruebas, tener presente que el COP nos indicara que es más eficiente, como se muestra en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Coolpack para el COP del R-410A

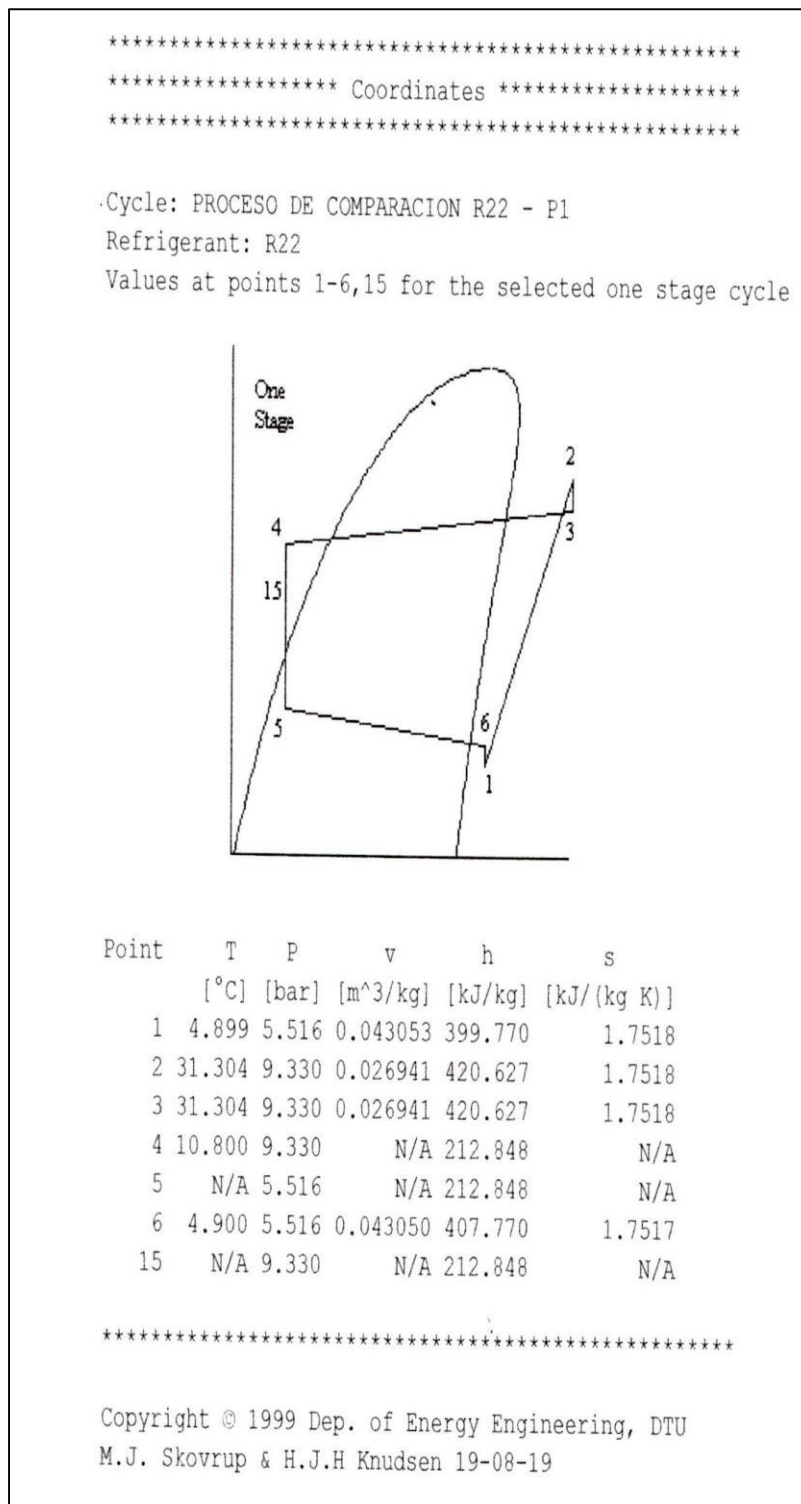
Gas refrigerante R-410A con el Coolpack		COP (Coeficiente de rendimiento)
Prueba 1	9.96	
Prueba 2	10.97	
Prueba 3	11.56	
Prueba 4	10.44	

Observando la tabla número 1, encontramos que la Prueba 1 es la que presenta un mayor rendimiento energético.

Nota:

- La prueba 01 ha sido elegida porque se consideró el promedio de las temperaturas (T1) y se eligió a la temperatura que emite más frío (este criterio se realizó en el punto “Ejecución del Proyecto: Paso 4”).
- El Coolpack muestra la nomenclatura del COP.
- El Coolpack nos reproduce información de temperatura (T), presión (P), volumen (v), entalpía (h), entropía (s) y nos muestra su comportamiento con el diagrama de Mollier la cual se presentará a continuación de la prueba 01 (ver figura 10)

Figura 10 Comportamiento del Gas R-410A con el Coolpack Prueba 01



Fuente: elaboración propia

Figura 11. Tabla general del Gas R-410A refrigerante con el Coolpack

Selección de los 3 gases refrigerantes con el software coolpack																
Gases	Pruebas	Presión en alta (bar)	Presión en baja (bar)	Corriente (A)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₄ (°C)	Entalpías (kJ/kg)			Energía absorbida por el evaporador (kJ/kg)	Energía absorbida por el compresor (kJ/kg)	Energía absorbida por el condensador (kJ/kg)	EER	COP
									h ₁	h ₂	h _{3,4}	h ₁ -h _{3,4}	h ₂ -h ₁	h ₂ -h _{3,4}	(h ₁ -h _{3,4}) / (h ₂ -h ₁)	(h ₂ -h _{3,4}) / (h ₂ -h ₁)
R-410A	PRUEBA 01	9.34	5.41	6.8	5.1	31.2	10.7	3.2	399.8	420.6	212.8	186.92	20.86	207.78	8.96	9.96

Observaciones y detalles de los resultados obtenidos con el gas refrigerante R-410 A

a) Presentación del EER y COP para definir y demostrar el gas ideal.

A continuación, presentaremos una tabla con el resumen del resultado EER y COP del gas refrigerante R-410A, los cuales se llevaron a cabo con el Coolpack y el cálculo sin el Coolpack (ver tabla 3)

Tabla 2. Tabla comparativa del EER y COP del gas refrigerante

Gas Refrigerante	Sin el software Coolpack		Con el software Coolpack	
	EER (Vcalculado)	COP (Vcalculado)	EER (Vreal)	COP (Vreal)
R-410A	8.32	9.32	8.96	9.96

Fuente: Elaboración propia

Observaciones

- Con estos resultados podemos distinguir que el gas R-410 A es el gas ideal que servirá como alternativa.
- El R-410A es un gas natural y no genera ningún impacto con el medio ambiente.
- Trabaja en el mismo sistema de aire acondicionado.

b) Presentación del porcentaje de error de los resultados obtenidos del EER y COP (sin el Coolpack / con el Coolpack).

Para la aplicación de la siguiente formula.

$$\%Error = \left| \frac{Vreal - Vcalculado}{Vreal} \right| \times 100$$

Tabla 3. Tabla comparativa sin y con el software Coolpack

Gases Refrigerantes	Sin el software Coolpack		Con el software Coolpack		Porcentaje de error	Porcentaje de error
	EER (Vcalculado)	COP (Vcalculado)	EER (Vreal)	COP (Vreal)	EER%	COP%
R-410A	8.32	9.32	8.96	9.96	7.14%	6.43%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Resultados

En esta sección vamos a realizar un análisis con cálculos (kW/h), gráficos y tablas con la data que se ha adquirido en las pruebas que se ha dado con el gas refrigerante R-410 A en los equipos de aire acondicionado.

Con estos resultados vamos a ver los efectos de implementación del sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A en planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú 2023

Análisis de resultados obtenidos en los ensayos

Durante la ejecución de los ensayos o pruebas en el equipo de aire acondicionado de 18,000 BTU/h para los diferentes tipos de gas refrigerante, se procedió a medir lecturas de consumo eléctrico en kW/h para luego compararlas entre sí, también, para verificar cuál de estas pruebas genera un menor consumo eléctrico y sea la más eficiente.

Criterio para demostrar el cálculo de la potencia según el tipo de gas refrigerante Al utilizar el gas refrigerante R-410A, verificamos que la intensidad de corriente medida en taller aumento y disminuyo, por lo tanto, las potencias sufrieron variaciones, se representara con un cálculo de potencia eléctrica consumida con cada gas refrigerante.

$$P = V \times I \text{ Donde:}$$

P: Potencia (watt) V: Voltaje (voltios)

I: Corriente (amperios)

Potencia eléctrica consumida para el gas R-410A.

$$V = 220 \text{ voltios } I = 6.8 \text{ amperios}$$

$$P = V \times I = 220 \times 6.8 = 1496 \text{ W} = 1.496 \text{ kW}$$

Tabla 4. Tabla de la Potencia, Intensidad y voltaje

Gas refrigerante	Potencia (kW)	Intensidad (A)	Voltaje (V)
R-410A	1.496	6.8	220

Con estos resultados obtenidos, aplicando la fórmula de potencia eléctrica, tendremos conocimiento del consumo del gas refrigerante.

Resultados del consumo mensual en kW, kW/h, según el tipo de gas refrigerante.

Los resultados obtenidos en las pruebas o ensayos aplicados al equipo de aire acondicionado con los gases R-410A en el equipo mini Split decorativo de 18,000 BTU/h, se mostrarán en la tabla 6, en donde se va a mostrar que tipo de gas refrigerante genera un mayor o menor consumo eléctrico.

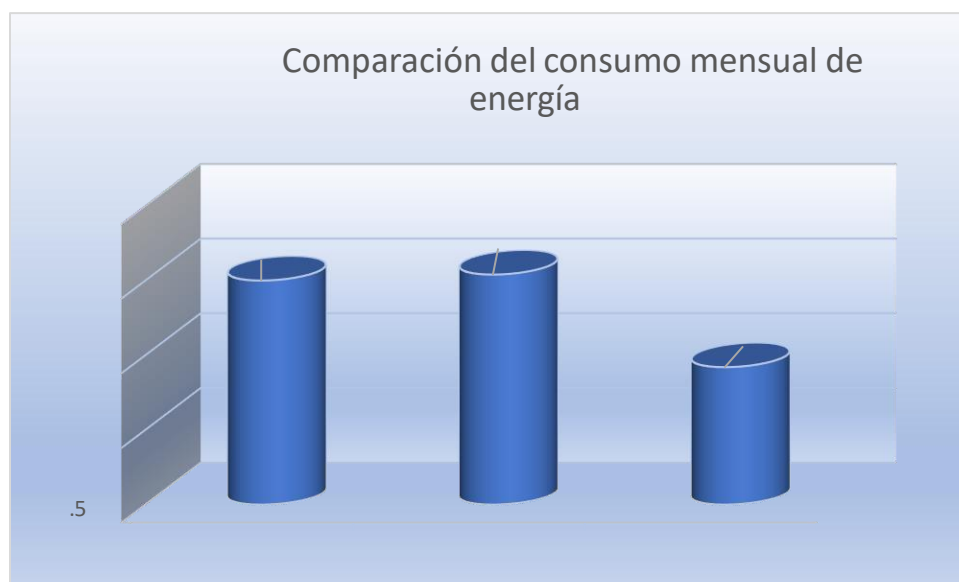
Tabla 5. Tabla de la Potencia consumida en KW/h realizado con el gas refrigerante

Tipo de gas	Peso de gas refrigerante para el sistema	Tipo de equipo	Capacidad en BTU/h	Horas de trabajo por día	Días de trabajo por mes	Total de consumo en horas por mes	Potencia consumida en kW	Potencia consumida en kW/h	Factor por Luz del Sur	Costo de consumo por mes en soles
R-410A	1.2 kg	Mini Split decorativo	18000	8	26	208	1.496	311.168	0.5179	161.15

Comparación mensual en kW por tipo de gas refrigerante.

Asimismo, podremos verificar, que el consumo mensual en kW representado en la figura 29, nos revela que el gas refrigerante R-410A consume menos kW en comparación con el R-22 y el R-407C.

Figura 12. Comportamiento del Gas R-410A con el Coolpack prueba 01



Fuente: Elaboración propia

Costos para el gas R-410A

Según la Tabla 6 tendremos un costo de S/.161.15 nuevos soles mensuales, lo cual en un año es S/. 1933.8 soles. Además, se muestra el costo por el suministro e instalación del equipo de aire acondicionado tipo Split decorativo de 18,000 BTU/h (ver tabla 7).

Figura 13. Análisis económico para el gas R-410^a

Análisis económico para el gas R-410A				 GyZ service Mejor clima. más confort	
Item	Descripción activos consumibles	Cantidad	Unidad	P. unitario	Sub_total
1	Suministro de equipo de AA tipo mini Split de 18,000 Btu/h	1.00	Unid	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
2	Suministro de gas refrigerante R-410A	1.00	Unid	S/. 450.00	S/. 450.00
3	Suministro de Nitrogeno	1.00	M3	S/. 25.00	S/. 25.00
4	Válvula de servicio	1.00	Unid	S/. 8.00	S/. 8.00
5	Varilla de soldadura de plata	1.00	Unid	S/. 6.00	S/. 6.00
Descripción activos fijos					
6	Servicio de Instalación de equipo de AA	1.00	Unid	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
	Incluye				
	Uso de equipo oxycorte portatil (MAP)				
	Uso de equipo de vacio para sistema de refrigeracion.				
				SUB TOTAL	S/. 3,889.00
				18% IGV	S/. 700.02
				TOTAL	S/. 4,589.02

3.2. Resultados inferenciales

Prueba de Normalidad

Dado el tipo de investigación donde los datos han sido recogidos a través del software Coolpack, no amerita realizar un análisis de normalidad de los resultados obtenidos, por otro lado los datos son solo parámetros proporcionados al software para que procese y calcule lo que se le pide. Por otro lado por tratarse de muy pocas pruebas, podemos indicar que se trata de muestras no relacionadas no paramétricas, lo cual nos llevara a aplicar la prueba estadística no paramétrica “U de Mann-Whitney”

Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

La implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa

P.H. Perú 2023.

Demostración

Esta hipótesis queda demostrada con la demostración de las hipótesis específicas, (a), (b) y (c).

Hipótesis específicas

- a) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C.

Ho: El tipo de gas utilizado no influye en el rendimiento (COP) Ha: El tipo de gas utilizado influye en el rendimiento (COP)

Decisión:

Si $p < 0.05$ entonces se rechaza la Ho, caso contrario se acepta la Ha

Tabla 6. Rangos Hipótesis a

Rangos				
Gas refrigerante		N	Rango promedio	Suma de rangos
Coeficiente de Rendimiento (COP)	1 Gas refrigerante R-410A	4	6,50	26,00
	2 Gas refrigerante R-407C	4	2,50	10,00
	Total	8		

Tabla 7 Estadísticos Hipótesis a

Estadísticos de contraste ^b	
	Coefficiente de Rendimiento (COP)
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	10,000
Z	-2,309
Sig. asintót. (bilateral)	,021
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,029 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Gas refrigerante

Como $p = \text{sig} = 0.021 < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 , y podemos decir que hay evidencias suficientes para aceptar la H_a , es decir el gas refrigerante R-410A es mas eficiente que el gas R-407

b) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023.

H_0 : El tipo de gas utilizado no influye en la rentabilidad de la empresa H_a : El tipo de gas utilizado influye en la rentabilidad de la empresa

Decisión:

Si $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 , caso contrario se acepta la H_a

Tabla 8. Rangos Hipótesis b

Gas refrigerante	N	Rango promedio	Suma de rangos
Tra- 1 Gas refrigerante R-410A	4	2,50	10,00
bajo 2 Gas refrigerante R-407C	4	6,50	26,00
Total	8		

(kJ/kg)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Estadísticos Hipótesis b

	Trabajo (kJ/kg)
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	10,000
Z	-2,352
Sig. asintót. (bilateral)	,019
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,029 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Gas refrigerante

Fuente: Elaboración propia

Como $p = \text{sig} = 0.019 < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 , y podemos decir que hay evidencias suficientes para aceptar la H_a , es decir el gas refrigerante R-410A es más rentable que el gas R-407C, dado que requiere menos trabajo.

c) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A mejora los indicadores medio ambientales en la empresa P.H. Perú 2023.

Demostración

Debido a que el gas R-410A es del tipo de gases que no generan como residuo CO_2 , podemos decir que el uso del referido gas contribuye a mejorar los indicadores medio ambientales.

Este refrigerante tiene la particularidad de no afectar la capa de ozono como lo hacían otros utilizados anteriormente ya que en su composición solo tiene HFC. “Los gases refrigerantes hidrofluorocarburos (HFC), son considerados la 3ª generación de gases refrigerantes fluorados (GF). Fueron desarrollados como la alternativa definitiva y más ecológica a los CFC y HCFC, al tener un potencial de agotamiento de ozono (PAO) igual a cero”.

IV. DISCUSION

El gas refrigerante R-410A es una mezcla de gases refrigerantes HFC casi azeotrópica desarrollado como sustituto del R-22 en equipos nuevos de aire acondicionado y refrigeración, con cero agotamientos a la capa de ozono. El gas R-22 fue prohibido en el tratado de Kioto del 11 de diciembre del 1917, por tratarse de un gas que afecta la capa de ozono y por ende el medio ambiente.

De esta manera, (Moretta, 2011) con su investigación en la Universidad Técnica de Ambato titulada “Estudio de un banco de pruebas de refrigeración y su aplicación en Sistemas Agroindustriales en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”, realiza el estudio para poder implementar el sistema propuesta usando el gas refrigerante R-410^a, logrando de esta manera mayor eficiencia, rentabilidad y reducción de costos.

Por otro lado, (Mora & Gonzales, 2020), con su investigación en la Universidad Tecnológica del Perú titulada “Análisis Comparativo del Gas Refrigerante R-22 con los Gases Refrigerantes R 407C y R 290 de un Equipo de Aire Acondicionado Mini Split Decorativo de 18,000 Btu/h en las Oficinas Administrativas de la Empresa GyZ Service”. Su objetivo era demostrar que la sustitución del refrigerante R-22 por gas R-407C o R-290 es un cambio duradero, que será refrendado mediante medio ambiental, de valora los costos de energía y consumo, que se realizarán en los equipos decorativos mini Split de 18.000 BTU/h de la empresa GyZ Service SRL. Los valores cuantitativos obtenidos serán utilizados en el diagrama de Mollier, con este encontraremos las eficiencias experimentales, luego compararemos con el software Coolpack. La evaluación comparativa indicará el gas refrigerante correcto que se debe usar, por lo que se instalará el reemplazo del sistema de aire acondicionado. Análogamente se ha utilizado el software Coolpack para comparar la eficiencia energética el gas refrigerante R-410A versus el gas refrigerante R-407C, encontrándose que es más eficiente.

V. CONCLUSIONES

El gas refrigerante R-410A tiene la particularidad de no afectar la capa de ozono como lo hacían otros utilizados anteriormente ya que en su composición solo tiene HFC. “Los gases refrigerantes hidrofluorocarburos (HFC), son considerados la 3ª generación de gases refrigerantes fluorados (GF). Fueron desarrollados como la alternativa definitiva y más ecológica a los CFC y HCFC, al tener un potencial de agotamiento de ozono (PAO) igual a cero”. De esta manera podemos decir que el uso del gas refrigerante R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023.

Comparar el gas refrigerante R-407C con el gas R-410A representa un margen de eficiencia energética más bajo en comparación con el gas R-410A. Por lo tanto, este porcentaje indica que el gas R-407C es menos eficiente que el gas R-410A.

Del mismo modo, el costo del consumo de energía del R-407C aumentó en comparación con el consumo de energía del gas R-410A; por lo tanto, este porcentaje indica que el gas R-407C genera un mayor costo.

El impacto ambiental generado por el gas R-410A es cero, en comparación con el gas R-407C, el resultado indica que el impacto ambiental continúa.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda usar el gas refrigerante R-410^a, dado que tiene la particularidad de no afectar la capa de ozono como lo hacían otros utilizados anteriormente ya que en su composición solo tiene HFC (gases refrigerantes hidrofluorocarburos).

Se recomienda usar el gas refrigerante R-410A versus el gas refrigerante R-407C dado que representa un margen de eficiencia energética superior en comparación con el gas R-410A.

Se recomienda usar el gas refrigerante R-410A dado que el costo del consumo de energía es inferior al gas refrigerante del R-407C

Se recomienda usar el gas refrigerante R-410A dado que su nivel de contaminación al medio ambiente es cero.

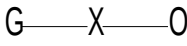
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aramburu, A., & Figueroa, P. (2017). *Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria*. Piura.
- Chávez, E. (2019). *Propuesta de implementación del sistema de climatización para la ampliación del laboratorio de tuberculosis del hospital nacional guillermo almenara irigoyen*. Lambayeque.
- García, J. (2020). *Implementación de un sistema de climatización para el control de temperatura en el almacén de medicamentos del hospital mogrovejo-2019*. Villa El Salvador.
- González, J. (2012). *Estudio de impacto ambiental para el centro de regeneración de refrigerantes de la universidad pontificia bolivariana*. Medellín.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (12 de 09 de 2014). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). (M. G. S.A., Ed.) Mexico, Mexico: McGraw Hill.
- Mora, W., & Gonzales, C. (2020). *“Análisis Comparativo del Gas Refrigerante R -22 con los Gases Refrigerantes R 407C y R 290 de un Equipo de Aire Acondicionado Mini Split Decorativo de 18,000 Btu/h en las Oficinas Administrativas de la Empresa GyZ Service*. Lima.
- Moretta, A. (2011). *Estudio de un banco de pruebas de refrigeración y su aplicación en sistemas agroindustriales en la carrera de ingeniería mecánica de la universidad técnica de ambato*. Ambato.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Ediciones de la U.
- Pacheco, G., Prieto, A., & Robles, L. (2021). *Diseño de un sistema de climatización para naves industriales del sector farmacéutico para almacenamiento de materia prima en la ciudad de barranquilla*.
- Barranquilla. Quesada, K. (2018). *Refrigerante natural como alternativa para la climatización hotelera, analizado desde el ámbito ambiental, energético, eficiencia y económico*. Cartago.

- Rodas, F. (2018). *Diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de ingeniería usat – chiclayo*. Chiclayo.
- Rosas, A. (2017). *Diseño de sistema de climatización para dos oficinas de la empresa dc construcciones sac de 618 m² lima, 2017*. Lima.
- Sabino, C. (1996). *El proceso de investigación*. Caracas: Editorial Panapo.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿En qué medida la implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023?	Determinar en qué medida la implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023.	La implementación de un Sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A contribuye a disminuir la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023.	V.INDEPENDIENTE La variable independiente es el sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R410A	TIPO: Explicativo NIVEL: Cuantitativo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental  DONDE: G = Grupo de estudio X = Manipulación Experimental O = Observación POBLACIÓN: La población la representa la planta de producción de pañales de la empresa P.H. PERÚ en la provincia de Lima. MUESTRA: La muestra la representa la planta de producción de pañales de la empresa P.H. PERÚ en la provincia de Lima. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DATOS: Análisis documental. Términos de Referencia. Observación. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS: estadística. INSTRUMENTOS: - Análisis de contenido. - Tablas para cálculos de carga térmica. - Especificaciones Técnicas
Problemas Específicos a) ¿En qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C? b) ¿En qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023? c) ¿En qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A mejora los indicadores medio ambientales en la empresa P.H. Perú 2023?	Objetivos Específicos a) Determinar en qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C b) Determinar en qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023. c) Determinar en qué medida la implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A mejora los indicadores medio ambientales en la empresa P.H. Perú 2023	Hipótesis Específicas a) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más eficiente que el gas R-407C b) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A es más rentable para la empresa P.H. Perú 2023. c) La implementación de un sistema de climatización industrial con refrigerante no tóxico R-410A mejora los indicadores medio ambientales en la empresa P.H. Perú 2023	V. DEPENDIENTE La variable dependiente es la contaminación ambiental en la empresa P.H. Perú 2023.	

Elaboración propia

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos

Usando el software Coolpack nos mostrará la eficiencia o el coeficiente de rendimiento (COP), la misma que será recogida y mostrada en la siguiente tabla.

N° de Prueba	Qe (kJ/kg)	Qc (kJ/kg)	COP	W (kJ/kg)	Pressure ratio
1					
2					
3					
4					

Anexo 03: Base de datos

Usando el software Coolpack (ver anexo 6.2) nos muestra la eficiencia o el coeficiente de rendimiento (COP), la misma que será recogida y mostrada en la siguiente tabla.

Tabla 10. Gas refrigerante R-410^a

Nº de Prueba	Qe (kJ/kg)	Qc (kJ/kg)	COP	W (kJ/kg)	Pressure ratio
1	186.922	207.77	9.96	20.857	1.692
2	189.483	208.483	10.97	19	1.728
3	190.081	208.081	11.56	19	1.692
4	188.724	208.724	10.44	20	1.750

Tabla 11. Gas refrigerante R-407C

Nº de Prueba	Qe (kJ/kg)	Qc (kJ/kg)	COP	W (kJ/kg)	Pressure ratio
1	186.922	207.77	9.03	23	1.721
2	189.483	208.483	9.93	21	1.823
3	190.081	208.081	9.91	21	1.723
4	188.724	208.724	9.07	23	1.771

Anexo 04: Evidencia de similitud digital

**EFFECTOS DE IMPLEMENTACIÓN
DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN INDUSTRIAL
CON REFRIGERANTE NO
TÓXICO R410A EN PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE PAÑALES DE
LA EMPRESA P.H. PERÚ 2023**

por Aldo Juber Palomino Velarde

Fecha de entrega: 07-sep-2023 12:50a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2159665179

Nombre del archivo: Tesis20_-_Aldo_Palomino_Velarde_-_cuantitativo.docx (7.61M)

Total de palabras: 9103

Total de caracteres: 49893

EFFECTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON REFRIGERANTE NO TÓXICO R410A EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DE LA EMPRESA P.H. PERÚ 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%	28%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utp.edu.pe	11%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.untels.edu.pe	10%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
4	pirhua.udep.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.utelesup.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unesum.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1%
	Trabajo del estudiante	
8	repositorio.upao.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

Anexo 05: Autorización de publicación en repositorio



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: PALOMINO VELARDE ALDO JUBER

DNI: 80420128 _____ Correo electrónico: aj.palominov@gmail.com

Domicilio: MZ T, LT. 19 URB. SAN DIEGO- SMP

Teléfono fijo: 5525785 Teléfono celular: 985940247

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO O TESIS

Facultad/Escuela: CIENCIAS E INGENIERÍA

Tipo: Trabajo de Investigación Bachiller () Tesis (X)

Título del Trabajo de Investigación / Tesis:

**EFFECTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON
REFRIGERANTE NO TÓXICO R410A EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PAÑALES DE LA
EMPRESA P.H. PERÚ 2023**

3. OBTENER:

Bachiller () Título (X) Mg. () Dr. () PhD. ()

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

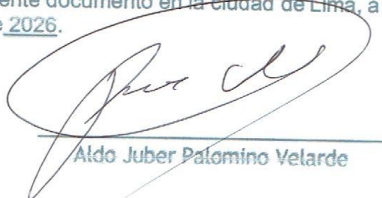
Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (<http://repositorio.upci.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):

(X) Sí, autorizo el depósito y publicación total.

() No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los
9 días del mes de febrero de 2026.


Aldo Juber Palomino Velarde



Anexo 06: Experimento realizado con el Coolpack

6.1. Ejecución del proyecto: Procedimiento 1.

Como ya tenemos las presiones y las temperaturas fueron tomadas del sistema de aire acondicionado, procedemos a la explicación del uso del software Coolpack, esto nos permitirá ver el comportamiento de los gases estudiados el diagrama de Mollier, teniendo en cuenta que el del software Coolpack es el EER, por lo que este quedará en la tabla final de la explicación con el software.

Procedimiento para la utilización del Coolpack con los parámetros obtenidos.

1. Seleccionar en el software en el equipo pc
2. Proceder a seleccionar las opciones del gas refrigerante a trabajar
3. Proceder a seleccionar la opción del diagrama P-h (presión – entalpía)
4. Proceder a seleccionar el tipo de gas refrigerante requerido
5. Proceder a seleccionar el ciclo de refrigeración
6. Proceder a ingresar los datos medidos en el equipo de aire acondicionado y luego seleccionar “Cycle”
7. Proceder a seleccionar la opción “Show Info”
8. Aquí visualizaremos los parámetros en cada opción requerida

Paso 1: Seleccionar en el software en el equipo pc, según nos muestra la figura 10

Figura 14. Ingreso al Programa

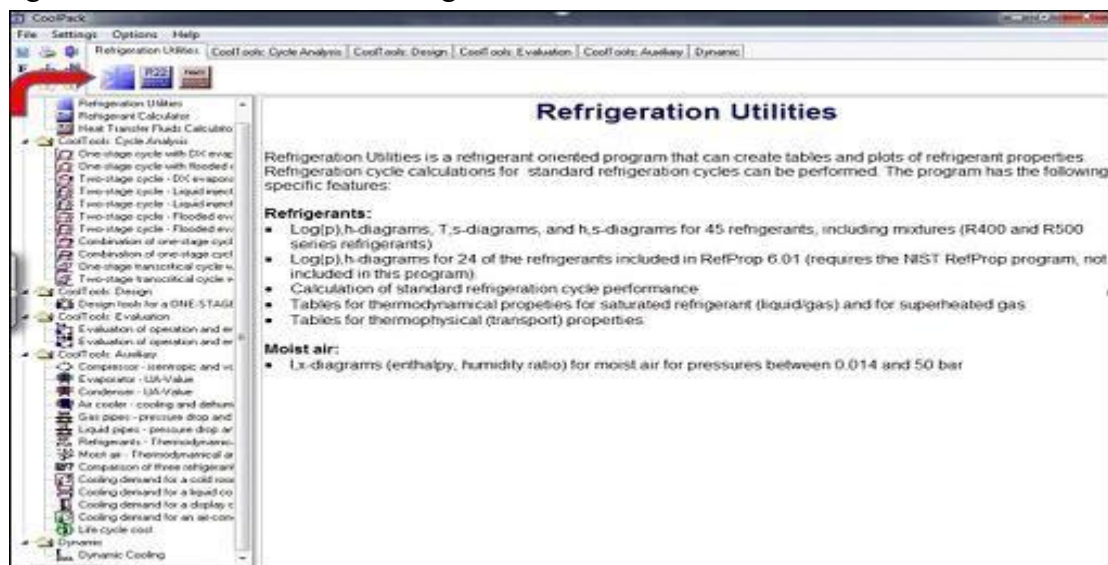


Fuente

Elaboración propia

Paso 2: Proceder a seleccionar las opciones del gas refrigerante a trabajar, figura 11

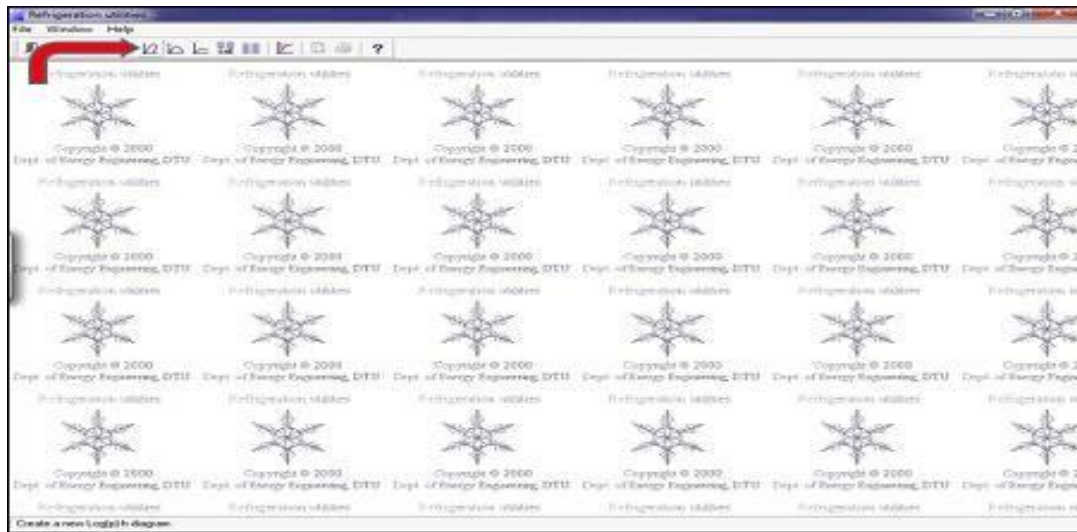
Figura 15. Selección del Gas Refrigerante



Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Proceder a seleccionar la opción del diagrama P-h (presión – entalpía), como se muestra en la siguiente figura 12

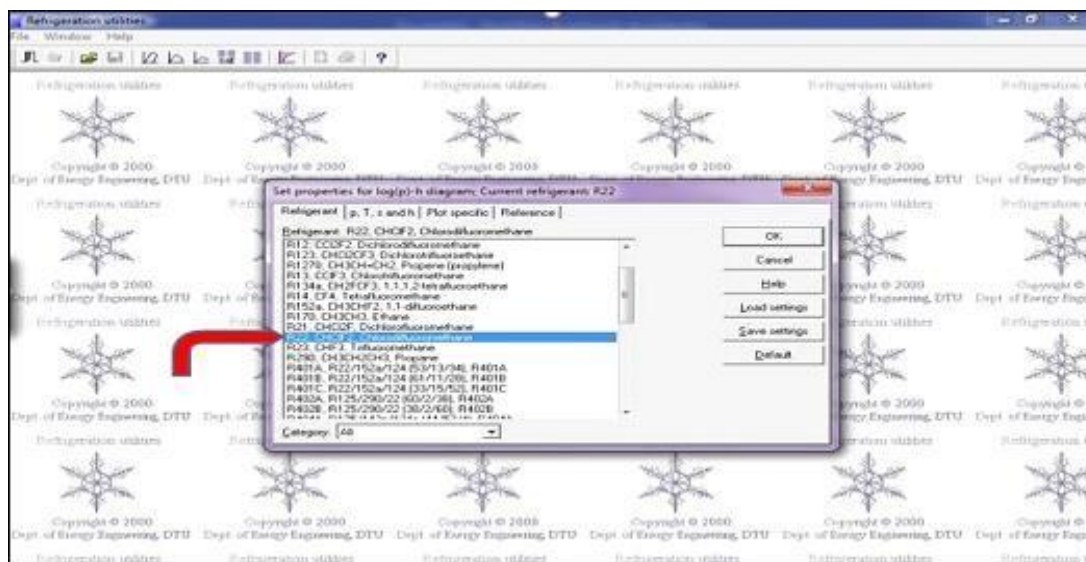
Figura 16. Selección de P-h



Fuente: Elaboración propia

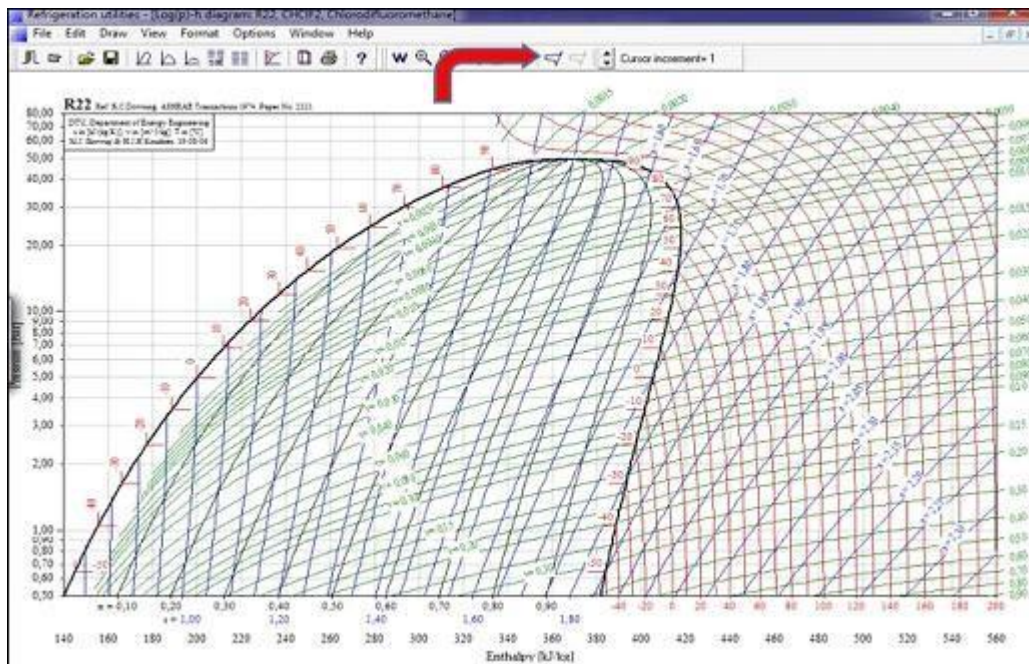
Paso 4: Proceder a seleccionar el tipo de gas refrigerante requerido, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 17. Confirmando el Gas Refrigerante R410A



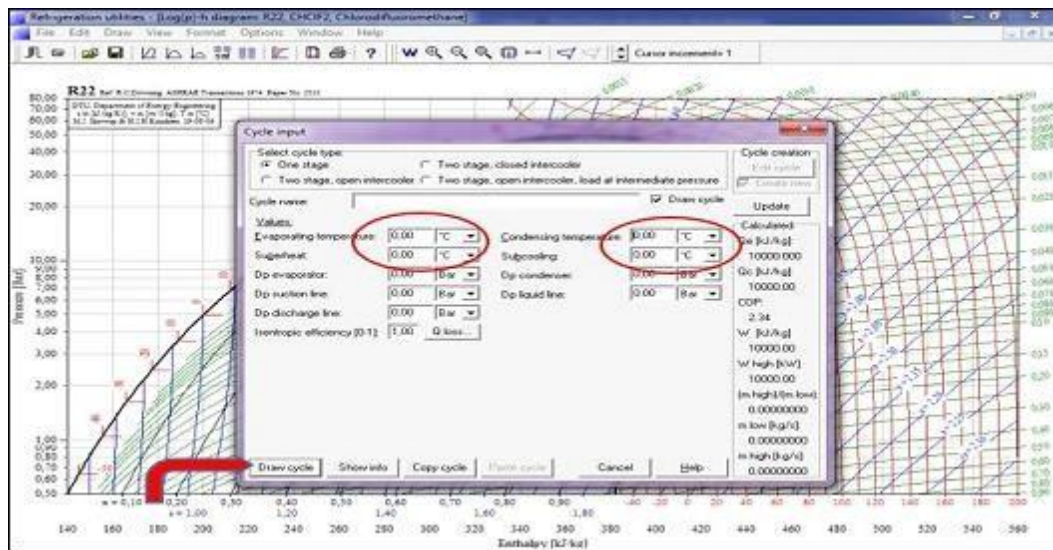
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Ciclo de Refrigeración



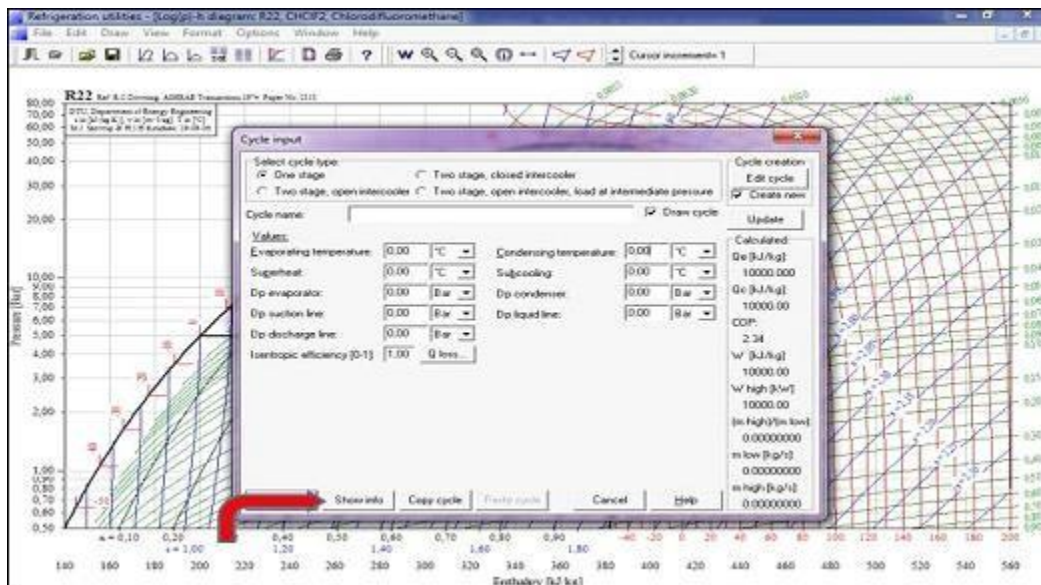
Paso 6: Proceder a ingresar los datos medidos en el equipo de aire acondicionado y luego seleccionar “Cycle”, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 19. Ingreso de Datos



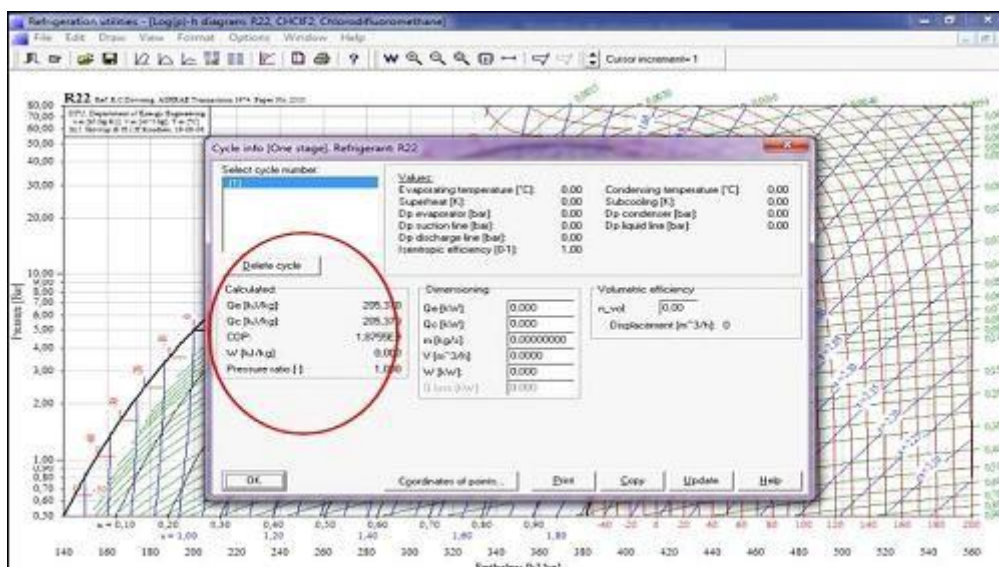
Paso 7: Proceder a seleccionar la opción “Show Info”, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 20. Muestra de información



Paso 8: Aquí visualizaremos los parámetros en cada opción requerida, como se muestra en la siguiente figura

Figura 21. Detalles de resultados



Ejecución del proyecto: Procedimiento 2.

En este punto se detallará los comportamientos de los REFRIGERANTE NO TÓXICO R410A con la ayuda del software Coolpack que se realizó en la planta de producción de pañales de la empresa P.H. Perú 2023.

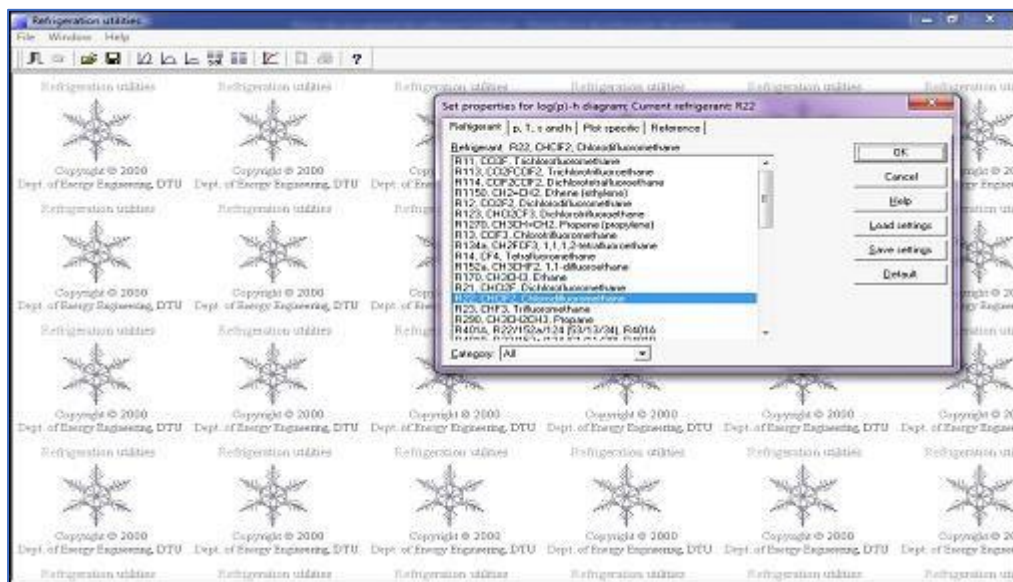
Carta de Mollier analizado con el Coolpack para el gas R410A.

En esta experiencia se realizó 4 pruebas las cuales se llevaron a cabo en la Empresa P.H. Perú 2023, obtendremos 4 diagramas (carta de Mollier) y utilizaremos el que contenga mayor eficiencia o mayor coeficiente de rendimiento (COP).

Prueba 01:

1. Seleccionar el gas R-410A en el Coolpack, como se muestra en la siguiente figura:

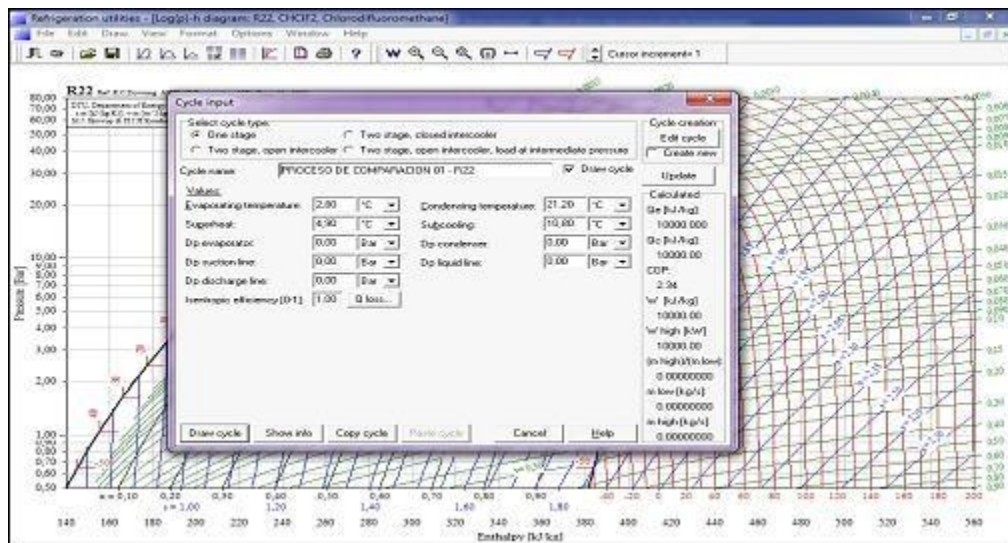
Figura 22 Selección gas R – 410A



Fuente: Elaboración propia

2. Ingresar los parámetros de temperatura al Coolpack, los cuales se realizaron en el sistema de aire acondicionado, como se muestra en la siguiente figura:

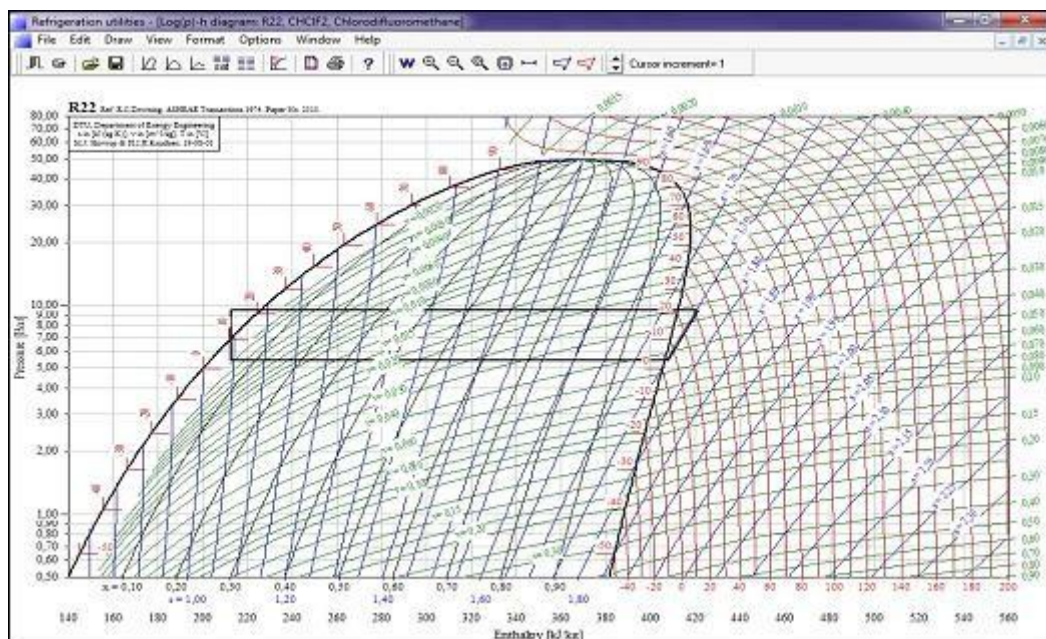
Figura 23 Parámetros de temperatura



Fuente: Elaboración propia

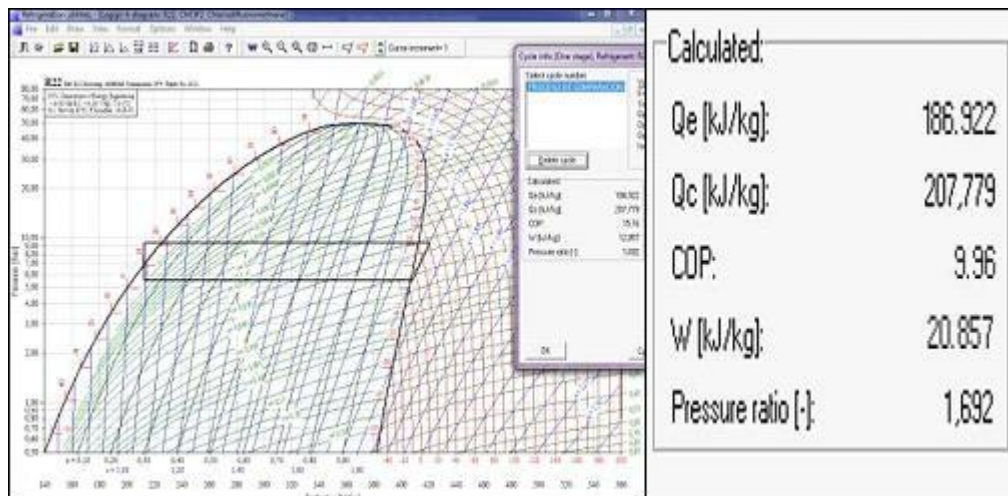
3. Luego de ingresar la data de temperaturas, el Coolpack mostrara el comportamiento del gas R-410A, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 24 Comportamiento del Gas R – 410A Prueba 01



- El Coolpack nos mostrara la eficiencia o el coeficiente de rendimiento (COP), como se muestra en la siguiente figura:

Figura 25 COP R – 410A Prueba 01



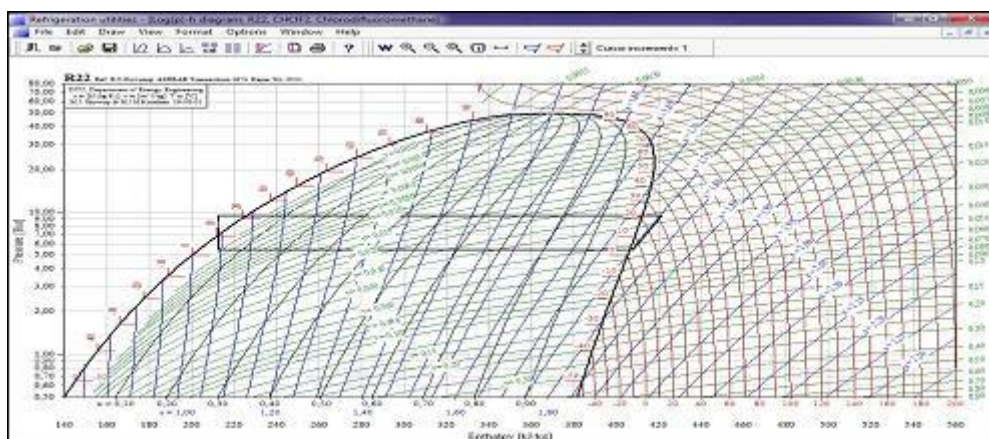
Fuente: Elaboración propia

- Ya se tiene el COP para la prueba 01 del gas R-22, lo mismo se realizará para hallar el COP de las siguientes pruebas, por lo tanto, el COP de las restantes pruebas las mostraremos inmediatamente.

Prueba 02

- Luego de ingresar la data de temperaturas, el Coolpack mostrara el comportamiento del gas R-410A, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 26 COP R– 410A Prueba 02

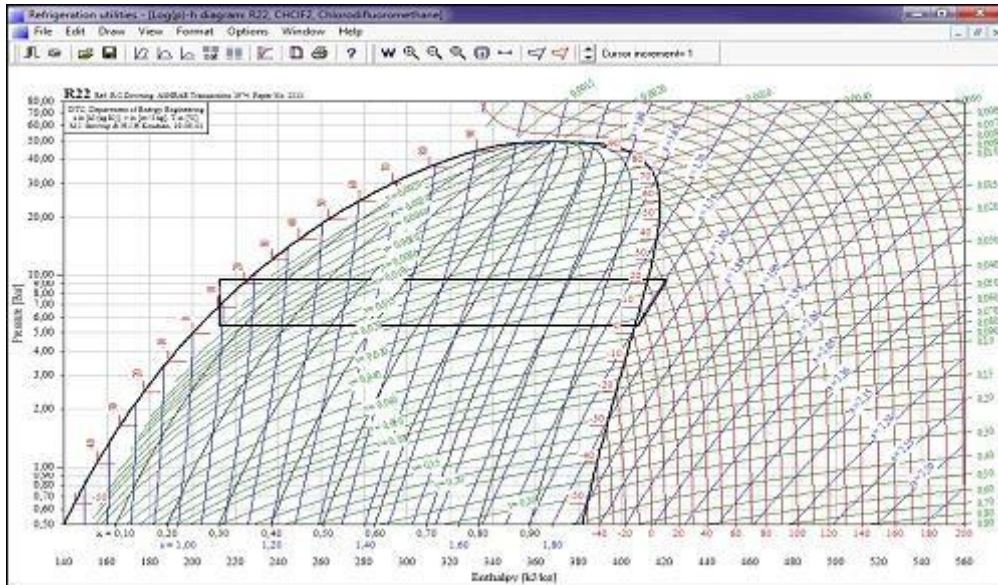


Fuente: Elaboración propia

Prueba 03:

- a) Luego de ingresar la data de temperaturas, el Coolpack mostrara el comportamiento del gas R-410A, como se muestra en la siguiente figura:

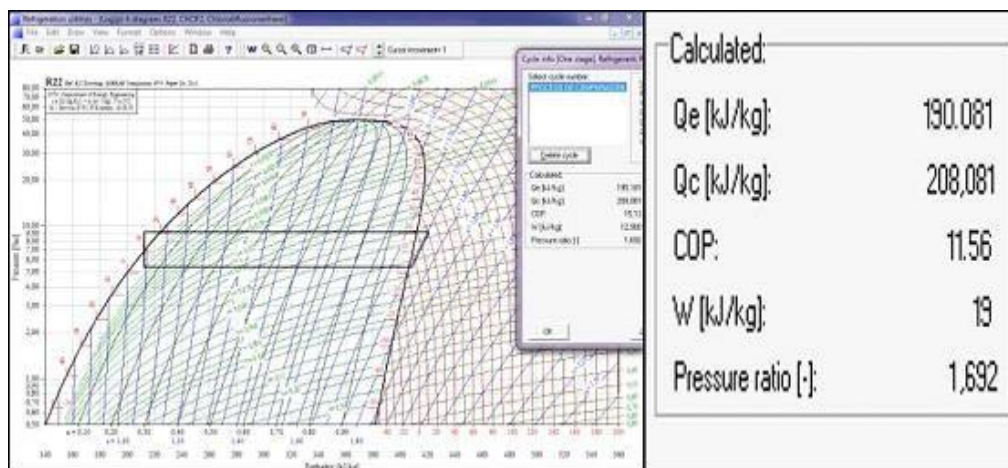
Figura 27 Comportamiento del Gas R- 410A Prueba 03



Fuente: Elaboración propia

- b) El Coolpack nos mostrara la eficiencia o el coeficiente de rendimiento (COP), como se muestra en la siguiente figura:

Figura 28 COP R- 410A Prueba 03

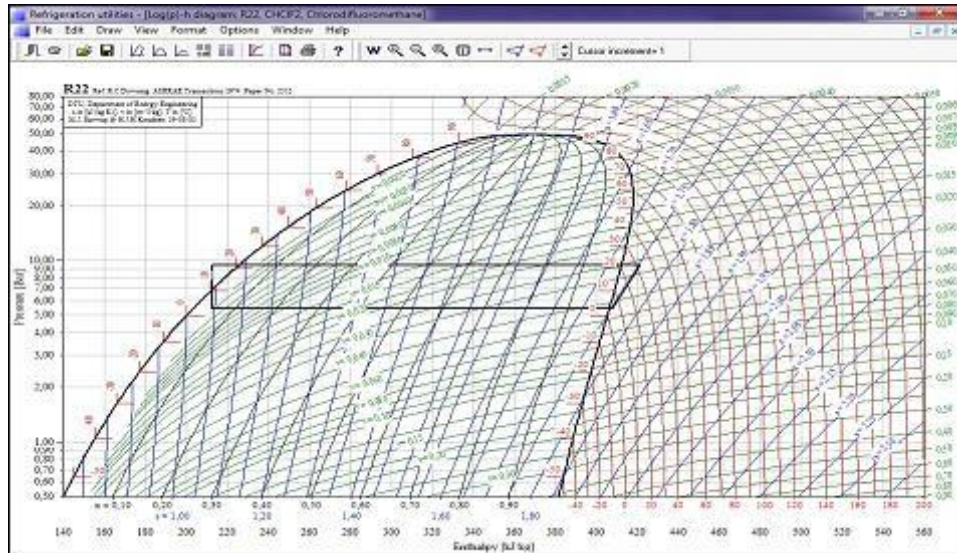


Fuente: Elaboración propia

Prueba 04:

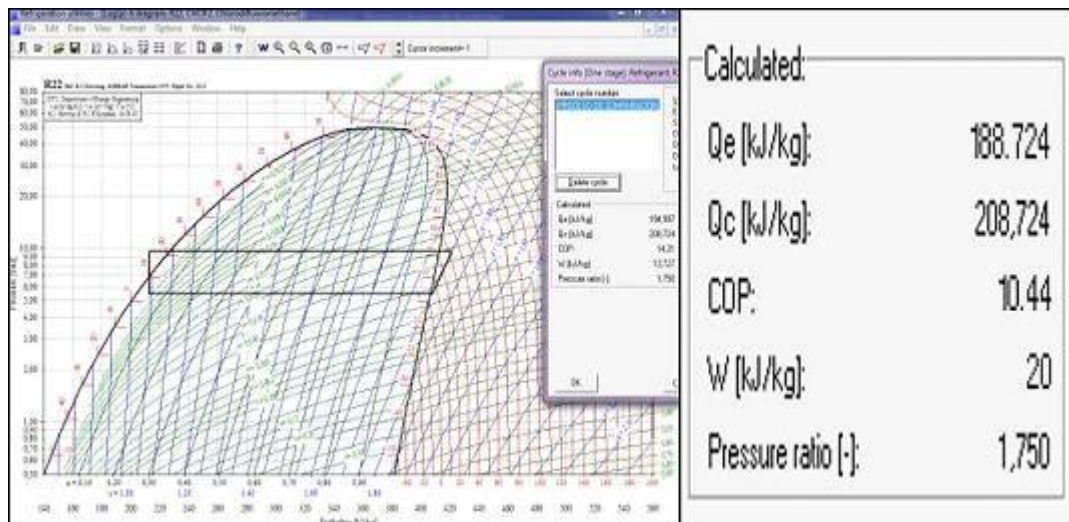
- a) Luego de ingresar la data de temperaturas, el Coolpack mostrara el comportamiento del gas R-410A como se muestra en la siguiente figura.

Figura 29 Comportamiento del gas R- 410A Prueba 04



- c) El Coolpack nos mostrara la eficiencia o el coeficiente de rendimiento (COP).
como se muestra

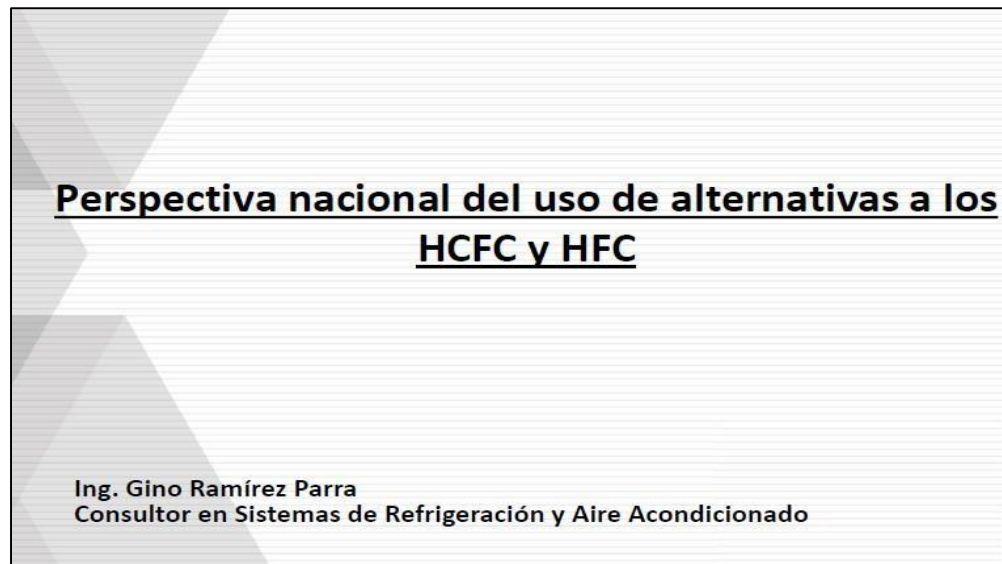
Figura 30 COP R- 410A Prueba 04



Fuente: Elaboración propia

Anexo 07: Documentación complementaria

7.1. Perspectiva Nacional del Uso de Alternativas para los HCFC y HFC que se dictó en el Ministerio de la Producción (Produce).



7.2. Estrategia para el Fortalecimiento de Capacidades como miras a la Certificación de Competencias Laborales Rac.



7.3. Contribución del Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali a los Objetivos del Desarrollo Sostenible

En el marco del Lanzamiento del Proyecto "Plan de Gestión de Eliminación de los Hidroclorofluorocarbonos HCFC – PGEH, Fase II para el Perú"



Contribución del Protocolo de Montreal y la Enmienda de Kigali a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Jorge Alvarez Lam
27 de Marzo 2019

7.4. Evento de Difusión 2019.



PERÚ Ministerio de la Producción

**Implementación del Protocolo de Montreal
relativo a las Sustancias que Agotan la Capa
de Ozono en el Perú**

MARÍA YSABEL VALLE MARTINEZ
Directora General (s)
Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria – DGAAMI
Viceministerio de MYPE e Industria

Tecnología **PRODUCE** Tecnología Innovación
GESTIÓN formalización modernización formalización GESTIÓN

7.5. Buenas Prácticas en Refrigeración y Aire Acondicionado para la sustitución de los Hidroclorofluorocarbonos.



Talleres de Capacitación:

“Buenas Prácticas en Refrigeración y Aire Acondicionado para la sustitución de los Hidroclorofluorocarbonos”

Los talleres de buenas prácticas en refrigeración y aire acondicionado, comprenden dos módulos de capacitación:

Módulo 1: Fundamentación y buenas prácticas de refrigeración, para aplicaciones de refrigerantes naturales en el sector de Refrigeración y Aire Acondicionado.

Módulo 2: Soldadura de equipos de refrigeración y climatización, RAC, aplicando procesos de junta fría o de OXI combustible (OWG).

Primer Taller-2019

Días	Miércoles 22 y jueves 23 de mayo
Hora	8:30 a.m. a 6:00 p.m.
Lugar	SENATI – Sede Independencia Av. Alfredo Mendiola N° 3520, Independencia

Segundo Taller -2019

Días	Viernes 24 y sábado 25 de mayo
Hora	8:30 a.m. a 6:00 p.m.
Lugar	SENATI – Sede Independencia Av. Alfredo Mendiola N° 3520, Independencia



Taller gratuito, cupos limitados, previa inscripción, completando Ficha del Participante. Se otorgarán constancias de participación.