

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN CALEFACTOR SOLAR MEDIANTE EL
USO DE TUBOS DE VACÍO CON TEMPERATURA
REGULADA PARA EL CONFORT EN LAS
VIVIENDAS DE LA REGIÓN DE
TACNA, EN EL AÑO 2021**

TESIS

Presentada por:

Bach. Robinson Beto Aro Choqueapaza

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN CALEFACTOR SOLAR MEDIANTE EL
USO DE TUBOS DE VACÍO CON TEMPERATURA
REGULADA PARA EL CONFORT EN LAS
VIVIENDAS DE LA REGIÓN DE
TACNA, EN EL AÑO 2021**

Tesis sustentada el 9 de junio del 2023 y aprobada por unanimidad, siendo el jurado calificador integrado por:


PRESIDENTE:


.....
Dr. Jesús Plácido Medina Salas


SECRETARIO:


.....
Mtro. Reynaldo Clemente Telles Ríos

VOCAL:


.....
Dr. Williams Sergio Almanza Quispe

ASESOR:

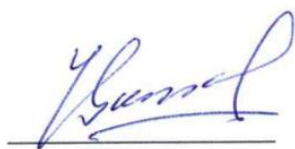

.....
Dr. Francisco Gamarra Gómez

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Francisco Gamarra Gómez en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 06660-2021-FAIN/UNJBG. De la tesis titulada: DISEÑO DE UN CALEFACTOR SOLAR MEDIANTE EL USO DE TUBOS DE VACÍO CON TEMPERATURA REGULADA PARA EL CONFORT EN LAS VIVIENDAS DE LA REGIÓN DE TACNA, EN EL AÑO 2021. Presentado por Bachiller ROBINSON BETO ARO CHOQUEAPAZA para optar el título de Ingeniero Mecánico.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN. Cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 19%. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio Institucional**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título profesional.



DNI: 00413878
Dr. Francisco Gamarra Gómez

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, a mis hermanos, que son el impulso que tengo a mi crecimiento como persona y profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme permitido pertenecer a una excelente familia, quienes me forjaron como la persona que actualmente soy.

A mis padres, por la educación y formación

A mis maestros que durante la etapa de aprendizaje supieron aconsejarme y darme las herramientas necesarias para desarrollarme profesionalmente.

A mis amigos por sus buenos consejos y motivación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA	1
1.1.1. Antecedentes del problema.....	1
1.1.2. Problemática de la investigación.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4

1.3.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
1.4.	ALCANCES Y LIMITACIONES	6
1.4.1.	Alcances	7
1.4.2.	Limitaciones	7
1.5.	OBJETIVOS	8
1.5.1.	Objetivo general	8
1.5.2.	Objetivos específicos.....	8
1.6.	HIPÓTESIS	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		9
2.1.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	9
2.1.1.	Antecedentes internacionales	9
2.1.2.	Antecedentes nacionales	10
2.2.	BASES TEÓRICAS	11
2.2.1.	Diseño de ingeniería.....	11
2.2.2.	Diseño en ingeniería mecánica.....	13
2.2.3.	Diseño de un intercambiador de calor	15
2.2.4.	Energías renovables.....	19

2.2.5.	Energía solar	21
2.2.5.1.	Energía solar térmica	21
2.2.5.2.	Energía solar fotovoltaica	23
2.2.5.3.	Energía solar pasiva	25
2.2.6.	Modelo térmico	25
2.2.6.1.	Muros	26
2.2.6.2.	Ventanas.....	28
2.2.6.3.	Techo	29
2.2.6.4.	Suelo	29
2.2.6.5.	Ventilación e infiltraciones	30
2.2.7.	Necesidades térmicas de una vivienda	32
2.2.8.	Dimensionamiento del sistema solar	33
2.2.8.1.	Intercambiador de calor	33
2.2.8.2.	Colector.....	38
2.2.9.	Confort térmico	40
2.2.9.1.	Tipos de calefactores	41
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	44

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	46
3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.2.1. Población	46
3.2.2. Muestra	46
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	47
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	48
3.5. PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS	48
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	49
4.1. RESULTADOS	49
4.1.1. Determinación del diámetro del sistema de tubería	49
4.1.2. Determinación del número de tubos de vacío	55
4.1.3. información inicial para el confort térmico solar.	62
4.1.4. Diagrama Psicométrico.	63
4.1.5. Diseño de la aleta longitudinal	65
4.1.5.1. Área transversal.	69

4.1.5.2.	Rendimiento general del arreglo.....	70
4.1.5.3.	Diámetro hidráulico.....	71
4.1.5.4.	Flujo másico.....	73
4.1.5.5.	Número de Reynolds	75
4.1.5.6.	Número de Nusselt.....	77
4.1.5.7.	Coefficiente de convección para las aletas longitudinales.....	79
4.1.5.8.	Cálculo de la eficiencia del arreglo.....	80
4.1.5.9.	Resistencia térmica asociada con cada uno de los arreglos	82
4.1.5.10.	Temperatura de salida primer cálculo	82
4.1.5.11.	Temperatura de salida segundo Cálculo	83
4.1.6.	Control de temperatura	86
4.1.6.1.	Costos del diseño del calefactor.....	91
4.1.6.2.	Prototipo del sistema de secado	93
4.1.6.3.	Presupuesto de costos del diseño de un calefactor solar.....	94
4.1.6.4.	Evaluación social	95
4.1.6.5.	Clasificación de tecnologías solares	96
4.2.	DISCUSIÓN	97

CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de variables Independiente y Dependiente</i>	47
Tabla 2 <i>Instrumentos para recolección de datos</i>	48
Tabla 3 <i>Parámetros iniciales para el diseño</i>	62
Tabla 4 <i>Propiedades del aire a 286,65 K</i>	63
Tabla 5 <i>Propiedades psicométricas</i>	65
Tabla 6 <i>Condiciones iniciales del condensador y aletas</i>	69
Tabla 7 <i>Parámetros iniciales para el diseño, segundo cálculo 293,055 K</i>	84
Tabla 8 <i>Propiedades del aire a 286,72 K</i>	85
Tabla 9 <i>cálculo para el segundo calentamiento del aire</i>	86
Tabla 10 <i>Lista de costos</i>	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planos del diseño de ingeniería.....	13
Figura 2. Diseño en ingeniería mecánica.	15
Figura 3. Transferencia de calor.....	17
Figura 4. Energías renovables.	20
Figura 5. Energía termoeléctrica.	23
Figura 6. Energía solar fotovoltaica.....	24
Figura 7. Energía solar pasiva.	25
Figura 8. Transferencia de calor en paredes.....	27
Figura 9. Transferencia de calor en ventanas.....	28
Figura 10. Transferencia de calor en el techo.	29
Figura 11. Transferencia de calor en el suelo.	30
Figura 12. Calefacción solar.....	31
Figura 13. Aletas longitudinales.	35
Figura 14. Número de Reynolds.	37

Figura 15. Colector solar.....	39
Figura 16. Confort térmico.....	41
Figura 17. Tipos de calefactores	43
Figura 18. Tabla de Moody.....	52
Figura 19. Diagrama psicométrico.....	64
Figura 20. Tubo de vacío con condensador	67
Figura 21. Aleta longitudinal para un condensador	68
Figura 22. Diagram de Moody.....	77
Figura 23. Sistema de control de temperatura por convección forzada controlada	89
Figura 26. Calefactor solar para una habitación.....	93

RESUMEN

La tesis presentada como “Diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021” con el objetivo de utilizar tubos de vacío para obtener confort térmico dentro de un recinto de estudio que para la persona requiere de concentración y por ende condiciones ideales para el buen rendimiento. Utilizando la radiación solar para como fuente energético renovables es una excelente oportunidad para disminuir la huella de carbono. Para los cálculos con respecto a la captación del calor solar y su intercambiador de calor se basó en el libro de Incropera, donde detalla el uso de una fuente de calor de placas paralelas la cual en la presente tesis se llega aproximadamente a 25 °C. Se ha diseñado un arreglo de 20 aletas el cual tiene una eficiencia del 67,4% siendo esta adecuada para esta tesis.

Palabras clave: Confort térmico, Tubo de vacío, Aletas.

ABSTRACT

The thesis presented as "Design of a solar heater through the use of vacuum tubes with regulated temperature for comfort in homes in the Tacna region, in the year 2021" with the aim of using vacuum tubes to obtain thermal comfort inside of a study area that for the person requires concentration and therefore ideal conditions for good performance. Using solar radiation as a renewable energy source is an excellent opportunity to reduce the carbon footprint. For the calculations regarding the capture of solar heat and its heat exchanger, it was based on the Incropera book, where it details the use of a parallel plate heat source which in this thesis reaches approximately 25 °C. An array of 20 fins has been designed, which has an efficiency of 67.4%, being suitable for this thesis.

Keywords: Thermal comfort, Vacuum tube, Fins.

INTRODUCCIÓN

La necesidad del uso de las energías renovables ha tomado mayor expectación en el uso de estas tecnologías a fin de combatir la contaminación que existe en nuestro planeta, existe varias formas de energías renovables, una de ellas es la solar y esta forma de utilización es por medio de tubos de vacío que llega a tener un 40% de eficiencia frente a los paneles solares que solo llegan a 20%. Por el cual se empleó los tubos de vacíos por ser los más adecuados para esta tesis.

El primer capítulo inicia con el problema de la investigación que describe la realidad actual y se concentra en el problema, de tal forma que es llevado hacia la formulación del problema, el objetivo que requiere la tesis en elementos metodológicos que conllevan a la investigación

En el segundo capítulo se muestra la parte del marco teórico, al mismo tiempo que se encuentran en los antecedentes o investigaciones anteriores vinculadas con en esta tesis, el marco teórico está unida al diseño de un calefactor solar.

El tercer capítulo contempla la participación metodológica donde se explica la metodología que sustenta a esta tesis, donde se puntualiza el problema de estudio para poder enmarcar el tipo de investigación que se va a llevar a cabo.

En el cuarto capítulo denominado resultados y discusión se contrasta los resultados del diseño de manera mecánica y electrónica luego se realiza una confrontación sobre las similitudes y/o discrepancias de los resultados de esta tesis con respecto a los antecedentes de estudios.

Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones, siendo la conclusión más significativa de esta tesis permitió realizar las selecciones de los materiales y la viabilidad de esta tesis

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

1.1.1. Antecedentes del problema

El uso de los recursos energéticos no renovables como los fósiles, los minerales son grandes contaminantes del ambiente en especial contamina el aire que circula en la atmósfera los cuales son causales para el decaimiento de la salud de las personas.

La contaminación del aire es un problema mayúsculo puesto que está se encuentra flotando o en suspensión sobre la superficie terrestre y posteriormente es llevado por ráfagas de viento y a la vez por precipitaciones de agua y estos fenómenos dispersan la contaminación logrando alcanzar largas extensiones desde el punto que se ha originado.

No solamente está contaminación se encuentra mediante particular también es provocada por el sobrecalentamiento y efecto invernadero que ocurre en el proceso de la generación de electricidad y la quema de combustibles fósiles ya que la eficiencia que tiene el proceso de quema llegan a alcanzar solamente hasta un 40 a 60%.

Para evitar o erradicar este tipo de contaminación que se solicita en nuestro medio ambiente tanto a nivel nacional e internacional se requiere apostar por las energías renovables utilizando las fuentes naturales energéticas como la radiación solar el viento mareomotriz entre otros.

1.1.2. Problemática de la investigación

Es inevitable contradecir sobre la contaminación ambiental y el efecto invernadero que viene soportando nuestro planeta y por consecuencia la humanidad, los usos excesivos e inadecuados de los aparatos de calefacción sea para calentar agua o para calentar el aire y otros aparatos que requieren de una fuente energética externa.

Es muy cierto que en algunas zonas de Europa de Estados Unidos e inclusive en Rusia los inviernos son muy crudos, llegando la temperatura bajo cero grados Celsius por lo que las personas requieren quemar combustible para poder calentar y tener calidad en estas estaciones del año. Pero esto se puede solucionar mediante los recursos energéticos renovables, no es una tarea fácil puesto que requiere grandes inversiones, pero por el hecho de querer salvaguardar nuestro medio ambiente y nuestra salud es necesario utilizar los medios que la naturaleza nos proporciona para dejar de

emitir millones de toneladas de dióxido de carbono a consecuencia de la combustión incompleta que se realiza mediante la quema de combustible.

En Latinoamérica también existe la presencia del uso de los combustibles fósiles para los sistemas de aire acondicionado que utiliza una gran cantidad de este contaminante y no solamente el dióxido de carbono también es utilizado los gases tóxicos para el medio ambiente también está el gas de hidrofluorocarbonados, este gas es muy tóxico para la atmósfera.

En el Perú por sus diferentes geografías se tienen climas tropicales climas cálidos y también los climas fríos, los cuales para obtener confort para las personas en el aspecto calorífico se requiere fuentes de energía y que estas son usadas mediante la electricidad mediante la quema de carbón, pero estas fuentes energéticas son grandes contaminantes para el medio ambiente los cuales ocasionan enfermedades como el cáncer, así como las enfermedades respiratorias. Esta situación lleva a grandes lugares contaminados como Lima ocasionados principalmente por el parque automotor puesto que estos son demasiado viejos llegando a tener altos niveles de contaminación. Como son las partículas microscópicas de 10 micras las partículas de 2,5 micras.

En nuestra región de Tacna también tiene este problema de la contaminación ambiental originado por la quema de combustibles fósiles, carbón y otros debido a la

poca incursión de nuevas tecnologías hacen que el aire tenga altos niveles de contaminación, no obstante en nuestra región también tiene meses fríos que comienzan desde el mes de abril y llega hasta el mes de noviembre teniendo un promedio de 17,8 °C los cuales reducen al confort térmico en las personas y una las soluciones para tener la satisfacción con respecto al confort térmico es el uso de nuevas tecnologías, como los tubos de vacío, los cuales colectan calor y éstas pueden ser transportados mediante el aire o mediante el agua por lo que se propone el: Diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo el diseño de un calefactor solar mediante el uso de vacío con temperatura regulada permitirá el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿De qué forma la utilización los tubos de vacío permitirá el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021?

¿Cómo el diseño de un intercambiador de calor permitirá el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021?

¿Cómo la temperatura regulada permitirá el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

JUSTIFICACIÓN

Problemática ambiental: El uso de recursos energéticos no renovables, como los combustibles fósiles, contribuye a la contaminación del aire y al deterioro de la calidad ambiental. Esta problemática es especialmente relevante en la Región de Tacna, donde la demanda de calefacción en las viviendas puede tener un impacto significativo en la emisión de contaminantes.

Salud y bienestar: La contaminación del aire derivada de la calefacción tradicional puede tener efectos adversos en la salud de las personas, especialmente en el sistema respiratorio y cardiovascular. Diseñar un calefactor solar más eficiente y respetuoso con el medio ambiente puede ayudar a mejorar la calidad del aire en las viviendas, promoviendo el bienestar y la salud de los habitantes de la región.

Ahorro energético y económico: La utilización de energía solar como fuente de calefacción puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles, lo que conlleva

un ahorro energético y una disminución de los costos asociados a la calefacción en las viviendas de Tacna. Esto puede ser especialmente relevante en una región con abundante radiación solar.

IMPORTANCIA

Contribución al medio ambiente: El diseño de un calefactor solar con temperatura regulada permitiría aprovechar una fuente de energía limpia y renovable, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuyendo el impacto ambiental asociado a la calefacción convencional.

Mejora del confort térmico: La implementación de un sistema de calefacción solar con temperatura regulada en las viviendas de Tacna proporcionaría un mayor confort térmico a los habitantes, permitiéndoles disfrutar de una temperatura adecuada en los espacios interiores.

Potencial de replicabilidad: Los resultados de tu investigación podrían servir como base para futuros proyectos de implementación de sistemas de calefacción solar en otras viviendas y regiones, promoviendo así la adopción de energías renovables y la reducción de la contaminación del aire a nivel nacional e internacional.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1. Alcances

Geográfico: El alcance de la investigación se centra en la Región de Tacna, específicamente en las viviendas ubicadas en esta región.

Temporal: El alcance de la tesis se limita al año 2021, lo que significa que la investigación se basará en las condiciones correspondientes a ese período específico.

Diseño y desarrollo del calefactor solar: El alcance de tu investigación se enfoca en el diseño y desarrollo de un calefactor solar que utilice tubos de vacío con temperatura regulada. Se describe detalladamente el diseño mediante los cálculos sobre el intercambiador del calor obteniendo la temperatura esperada de confort en las viviendas de la Región de Tacna.

1.4.2. Limitaciones

Las actuales investigaciones que realizan allegada a este tema están limitadas puesto que no se desarraigan del uso de un calefactor usando un colector mediante un flujo de convección natural no permitiéndoles controlar la temperatura que genera el tubo de vacío y manipular los alimentos de manera higiénica aislándolos de vectores y otros contaminantes que pueden ingresar.

El diseño presentado, se limita en realizar los calculo fundamentales para la selección de elemento mecánicos necesarios

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

Utilizar los tubos de vacío para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021

Diseñar un intercambiador de calor para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021

Regular la temperatura para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021

1.6. HIPÓTESIS

El diseño un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada permite el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes internacionales

La exposición de Claret y Morales (2008) en el artículo científico titulado “Confort térmico en el trópico húmedo: experiencias de campo en viviendas naturalmente ventilada” (p. 1). Siendo uno de los propósitos el “contribuir con la data y el análisis, al establecimiento de estándares locales para el diseño y construcción de edificaciones” (Claret & Morales, 2008, p 2). En este artículo llega a la conclusión “los valores altos de HR (68% promedio en los casos 1 y 3 y 66% promedio en el caso 2) y bajas velocidades de viento (0,4 m/s promedio en los tres casos), los ocupantes se han adaptado lo suficiente para manifestar proporcionalmente sensaciones de confort” (Claret & Morales, 2008, p. 8). Este artículo científico aporta en la parte metodológica para realizar los cálculos necesarios del confort térmico.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según la descripción de Yucra y Tumi (2021) en la tesis titulada “ eficiencia del confort térmico proporcionado por la estufa ecológica de alto rendimiento en viviendas de la comunidad de Tumaruma del distrito y provincia Lampa, región Puno-2018” (p. 1). Detalla el objetivo como el “determinar la eficiencia del confort térmico proporcionado por la estufa ecológica de alto rendimiento en el interior de viviendas de la Comunidad de Tumaruma del distrito de Lampa provincia de Lampa” (Yucra & Tumi, 2021, p. 19). Y tuvo como conclusiones que “la estufa ecológica de alto rendimiento mejora la temperatura interior de la vivienda de la comunidad de Tumaruma de un 12 °C a 25 °C, beneficiando a las personas de las bajas temperaturas que están expuestas durante todo el año” (Yucra & Tumi, 2021, p. 138). Teniendo un tipo de diseño cuasi experimental de variables tipo cuantitativas y siendo el tipo de nivel explicativa. Este trabajo acotara el proyecto a realizar en la forma de la medición del confort térmico que se pretende encontrar.

Según la descripción de Wieser et al. (2021) en el artículo científico titulado “Estrategias bioclimáticas para clima frío tropical de altura. Validación de prototipo de vivienda. Puno, Perú” (p. 1). Siendo parte del problema que “las condiciones de confort al interior de las cabañas son extremadamente pobres, inhabitables desde el punto de

vista térmico, con temperaturas interiores nocturnas que suelen rondar siempre los 0 °C” (Wieser et al., 2021, p. 2). Llegaron a la conclusión que “ El aprovechamiento de la radiación solar, acompañada del aislamiento de la envolvente, de la hermeticidad del conjunto y del correcto uso de los vanos para contener el calor ganado, fueron las principales estrategias bioclimáticas” (Wieser et al., 2021, p. 10). Este artículo suma a este proyecto en forma que se persigue el aprovechamiento de la radiación solar para el calefactor solar que se pretende diseñar.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Diseño de ingeniería.

El objetivo que tiene todo diseño en ingeniería es solucionar un problema concreto la cual tiene una serie de componentes que sirven como guía para la plena ejecución o construcción de un modelo.

Sobre todas las especializaciones en la ingeniería los planos son esenciales para las construcciones mecánicas estos están llenas de expresión del diseño caracterizado por los criterios matemáticos, físicos entre otras ciencias básicas. En la actualidad estas expresiones son muy populares puesto que personas sin formación profesional o técnicos pueden entender los planos.

La falta de Un diseño se hace notoria cuando al momento de la construcción e implementación no se tiene una adecuada guía para lograr este objetivo puesto que cada

persona como miembro puede tener diferentes ideas basadas en su experiencia sobre cómo construir e implementar dicho diseño. Sin un diseño simplemente se cae en el error tomando tiempo y dinero lo cual hace de esto un aspecto negativo por lo que el uso de un diseño plasmado en planos consigue una óptima construcción o solución de un problema (Velasques, 2015).

Todos los diseños pueden tomar la forma como prototipo diagramas, esbozos y entre otros, algunos requieren una secuencia específica cómo lo es en las ingenierías de sistemas

Para realizar el diseño se termina con la selección de elementos específicos en base a criterios, compromisos y responsabilidad. Los criterios están en base a las ciencias básicas como son las matemáticas, físicas, entre otros, los compromisos también es un factor importante puesto que implica en la ejecución y el tiempo en que se actúa la obtención de los elementos (Aldana, 2016).



Figura 1. Planos del diseño de ingeniería.

Fuente: Márquez et al., 2020

2.2.2. Diseño en ingeniería mecánica.

Para la ingeniería mecánica el diseño es muy importante, puesto que esto un proceso que requiere y que comienza con el análisis de las necesidades para los cuales con esto trae ciertas características en dónde se puede poner todo el interés del trabajo.

Con los problemas planteados o necesidades, se deben formular ciertos cuestionamientos para seguir con el proceso mediante su análisis sus definiciones y su síntesis. Esto posteriormente hay que realizarlo de forma general y de forma específica

todo esto logrará comenzar la implementación de un prototipo o como también adición de pruebas experimentales (Alfelectric, 2017).

Los diseñadores que se abarcan en la ingeniería mecánica tienen en mente la implicancia de un planteo económico para la elaboración de la problemática que tiene sus usuarios.

Generalmente el diseñador mecánico no tiene el problema planteado concisamente solo tiene la situación de la dificultad que está pasando el usuario y en base a esta dificultad el diseñador plantea mediante las preguntas: ¿quién?, ¿qué? y ¿Cuándo? con estas preguntas se puede obtener los importantes factores para solucionar el problema (Alejandro Nieto & Gonzales Aparco, 2021).

Las preguntas planteadas dan respuesta a los importantes elementos que se encuentran con para una respuesta posible, qué procede de un tema abstracto hacia el tema compacto para esto también necesario plantear la hipótesis, la cual tiene carácter práctico, que también está relacionada respecto a la información investigada al mismo tiempo se manipula la información que es lógica y que tiene análisis (Aldana, 2016).

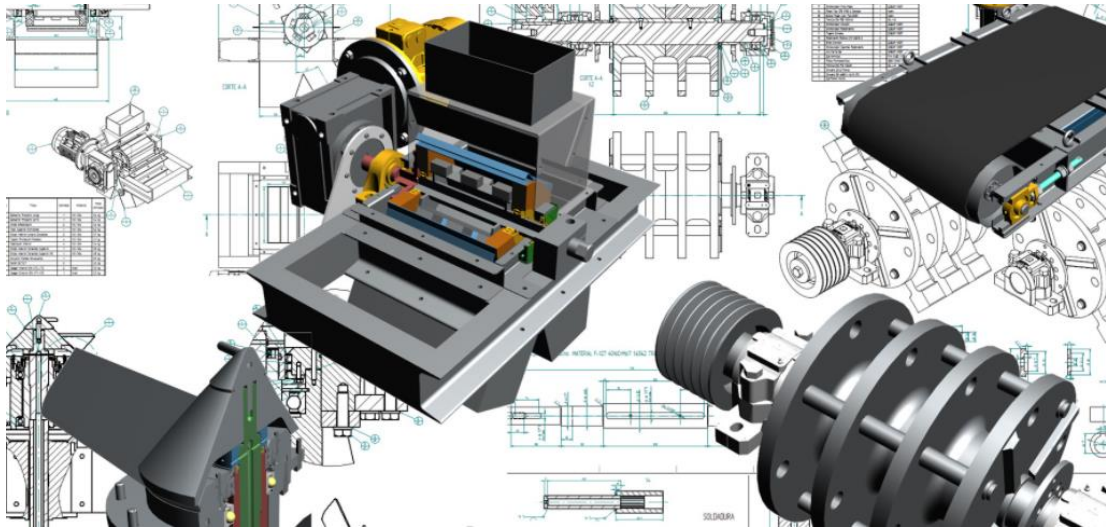


Figura 2. Diseño en ingeniería mecánica.

Fuente: Íscar, 2018

2.2.3. Diseño de un intercambiador de calor

Los intercambiadores de calor realizan transferencia de la energía térmica iniciando de un punto caliente o frío y terminando hacia otro punto contrario a su temperatura, este tipo de movimiento se realiza de manera fluida por medio de las paredes que separa la fuente y del fluido.

Existen conceptos clásicos sobre el traspaso de calor los cuales son de los tipos radiativos, conductivos y convectivos o también la combinación que existe entre ellos. El traspaso de calor viene denominado como el cambio que existen en la fase de una

sustancia como por ejemplo la congelación del agua hacia en la forma líquida el agua los cuales son: líquido-sólido, líquido-gaseoso, entre otros.

Para un intercambiador de calor requiere principios básicos como la conducción, la cual es un proceso que la energía calorífica toma un recorrido de una zona baja a otra zona más alta o viceversa, esto se puede darse en medios sólidos, líquidos y también gaseosos, para esto tiene que ver contacto directo para que se transfiera de forma molecular el calor (Jacobo, 2018).

Por otro lado, la transferencia mediante acción conectiva requiere el movimiento de una mezcla la cual es de gran importancia para el movimiento que transfiere la energía entre los estados de la materia. Y por último la transferencia radiactiva el calor se transporta mediante ondas electromagnéticas los cuales son transformadas mediante teorías físicas como el efecto fotoeléctrico enunciada por Albert Einstein donde explica cómo es que se produce este fenómeno siendo proporcional a la constante de Max planck por la frecuencia que bien de la onda electromagnética, asimismo explica Stefan-Boltzmann el cálculo para la transferencia calorífica mediante la radiación (Aldana, 2016).

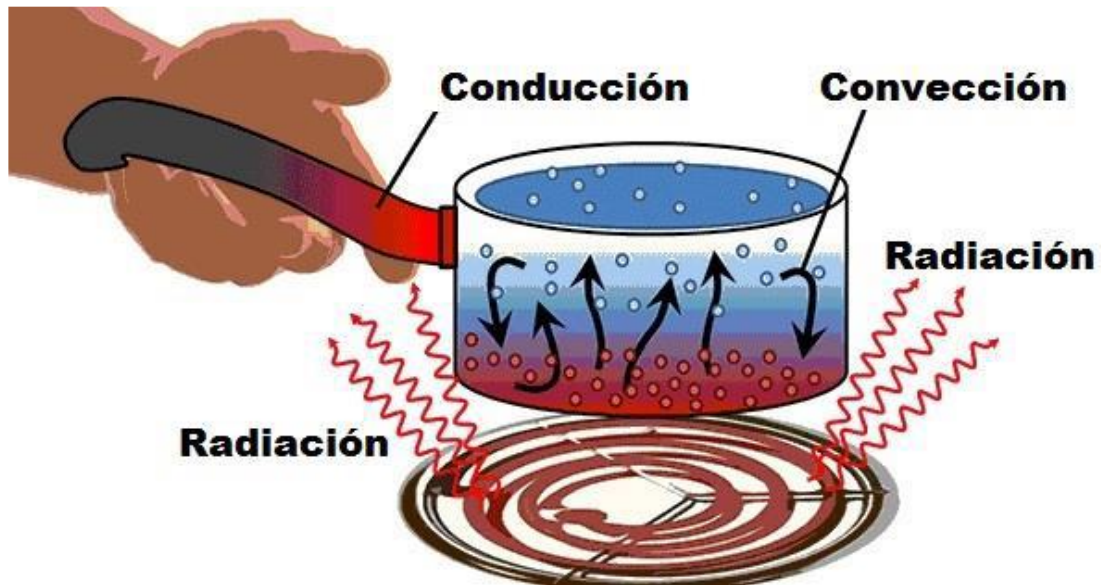


Figura 3. Transferencia de calor.

Fuente: Coluccio, 2021

Equipos de transferencia de calor

Existen varios criterios para clasificar los equipos de transferencia de calor, pero a continuación presentamos los más comunes que existen dentro de esta materia.

Vamos a hacer una primera clasificación según la trayectoria que tiene el fluido y cuando hablamos de fluido está puede ser líquido o gaseoso, de modo que tenemos en un intercambiador y el recorrido del flujo puede ser a contracorriente, en paralelo y

también los flujos se pueden cruzar de un solo paso o de multipasos pero los más comunes que tenemos son el de paralelo y el flujo en contra (Rpayan, 2014).

Por otro lado, tenemos según la forma del calor transferido que primeramente tenemos los tipos de regeneradores los cuales ocupan la misma zona de manera intercalada por los gases fríos y calientes en la misma zona de intercambio de calor. También tenemos los cambiadores de calor de tipo abierto y cerrado, los cuales se diferencian en el contacto que tienen ambos fluidos siendo el cerrado los que no tienen contacto y los de tipo abierto los que sí tienen contacto entre ambos fluidos (Motoya & San Juan, 2018).

También podemos clasificarlos según la aplicación que tienes para eso tenemos los hornos, precalentadores, condensadores aire acondicionado entre otros.

En el caso del caldero se requiere un material que pueda quemar para justamente generar energía térmica y esta pueda transferirse mediante convección por medio de un flujo gaseoso que generalmente es vapor de agua, este equipo es muy utilizado para la generación de electricidad puesto que la fuerza que proporciona el vapor de agua es alta. En la búsqueda de una mejor eficiencia y evitar las colisiones térmicas se utilizan

los precalentadores, puesto que este permite llegar a la temperatura deseada en varias etapas (Wieser et al., 2021).

2.2.4. Energías renovables

La importancia del uso de las energías renovables es la que procede de manera natural tanto, así como la radiación solar, el viento, la vegetación y otros. Es importante estas energías es que tienen fuentes inagotables que se renuevan continuamente en el tiempo.

Existe una gran demanda energética en el mundo, casi todos los países tienen recursos no renovables los cuales son generalmente los combustibles fósiles como el carbón mineral, el gas licuado de petróleo y también el natural. Estas fuentes energéticas no son consumidas en su totalidad por las máquinas de combustión, puesto que estas solo alcanza hasta un 60% de eficiencia y el resto es llevada al ambiente de forma sumidero (Alejandro Nieto & Gonzales Aparco, 2021).

El 2019 se ha alcanzado aproximadamente 4,306 TWh, esta energía es gracias a los aerogeneradores las cuales aprovechan la energía cinética del viento, y estas impactan sobre las paletas generando movimiento para luego está ser transformadas mediante

una caja de transmisión mecánica y tengan la velocidad adecuada y óptima en el generador eléctrico (Soomro et al., 2021).

También en la generación de la electricidad juega un papel muy importante las hidroeléctricas, nosotros aquí en Tacna tenemos una planta instalada de hidroeléctrica “Aricota”, la cual provee electricidad mediante el interconectado. No es menos importante la generación de electricidad fotovoltaica puesto que la radiación solar es aprovechada mediante paneles solares y esta es convertida en electricidad, esa tecnología falta desarrollar puesto que solamente tiene una eficiencia del 30% Asimismo existen otras fuentes como la biomasa, los biocarburantes que también son aprovechados en la generación de electricidad y calor (Domancic, 2008).



Figura 4. Energías renovables.

Fuente: Coluccio, 2021

2.2.5. Energía solar

La demanda energética en todo el mundo siempre ha sido una gran prioridad puesto que esto mueve la industria, satisfacen necesidades domésticas permitiendo tener confort en un ambiente del hogar.

La energía solar proviene de la estrella llamada sol, esta estrella internamente tiene generación de radiación mediante la fusión nuclear, fusionándose los átomos de hidrógeno y luego estos generando átomos de helio y también radiación energética.

La energía solar se puede captar o atraer en diferentes formas como así tenemos los colectores solares, también es muy utilizado las celdas solares fotoeléctricas los cuales son conocidos como paneles fotovoltaicos y son muy utilizados en el suelo tacneño tanto así que tenemos una planta instalada de 20 MW el cual está conectado a la red eléctrica nacional y también podemos obtener energía mediante la forma pasiva lo que quiere decir que esto puede generarse mediante el uso de residuos biológicos para así conseguir el metano, lo cual constituye una fuente importante para realizar la cocción de los alimentos (Molina, 2015).

2.2.5.1. Energía solar térmica

La energía que se adquiere de forma térmica es muy aprovechada para la producción de calor para el uso doméstico e industrial y posteriormente también fue a ser transformada en mecánica y de la transformación de la energía mecánica es también transformada en energía eléctrica.

Para el caso que se utiliza la energía térmica en los hogares se estaría mencionando que tiene una instalación de baja temperatura y está formada mediante colectores los cuales son una matriz de tubos que adquieren la radiación solar y estas la transporta en forma de calor para luego pasar por un circuito y generar calefacción y también agua caliente. Esta energía también se puede utilizar de manera industrial para esto hablamos de plantas termosolares los cuales tienen grandes áreas de suelo para tener la concentración en un punto y este punto pueda calentarse a altas temperaturas y mediante cañerías hacer correr un flujo de agua y éstas se evapora y generan energía mecánica mediante las paletas de un generador (Daneri et al., 2012).

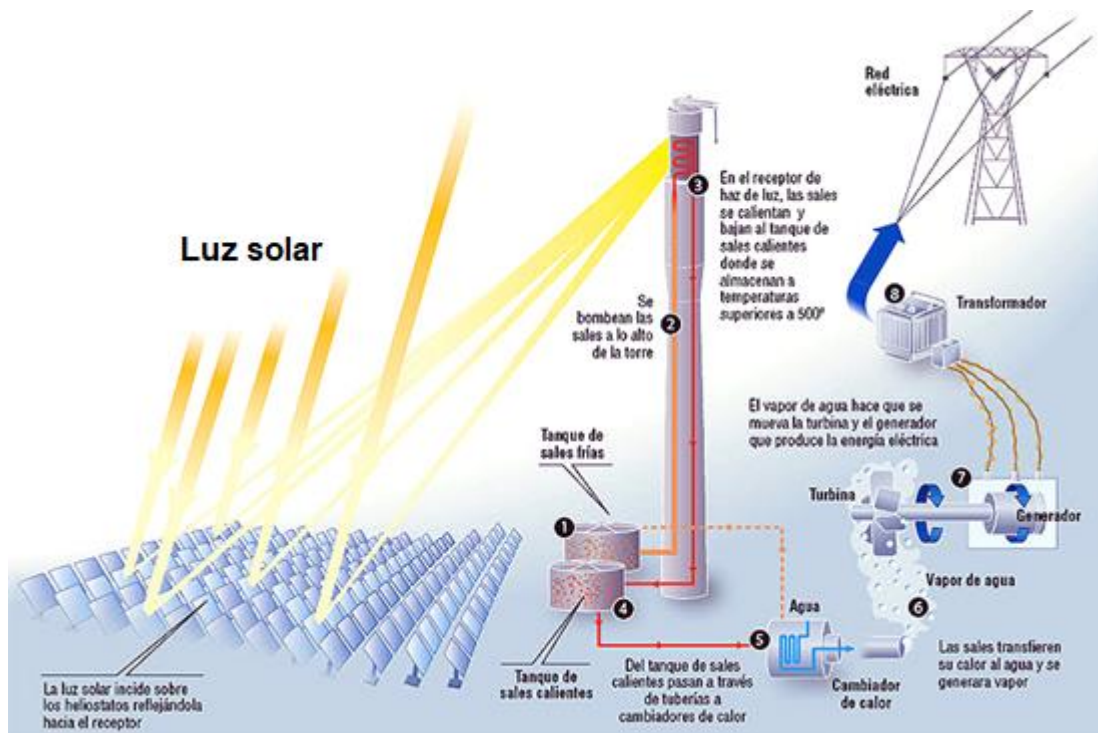


Figura 5. Energía termoeléctrica.

Fuente: Presa, 2017

2.2.5.2. Energía solar fotovoltaica

Para el caso de energía solar fotovoltaica está se obtiene mediante la radiación que provee el sol gracias a las celdas fotovoltaicas que están compuestos los paneles solares e internamente poseen los semiconductores que están hechos de silicio los cuales convierten la energía solar y también el calor en electricidad. De forma análoga de la energía térmica está también se puede hacer la instalación en los techos de las casas y

no solamente es para uso doméstico, también se puede realizar de forma industrial las cuales tenemos aquí en Tacna instaladas e interconectadas a la red eléctrica peruana (Yucra Yto & Tumi Gualberto, 2021).

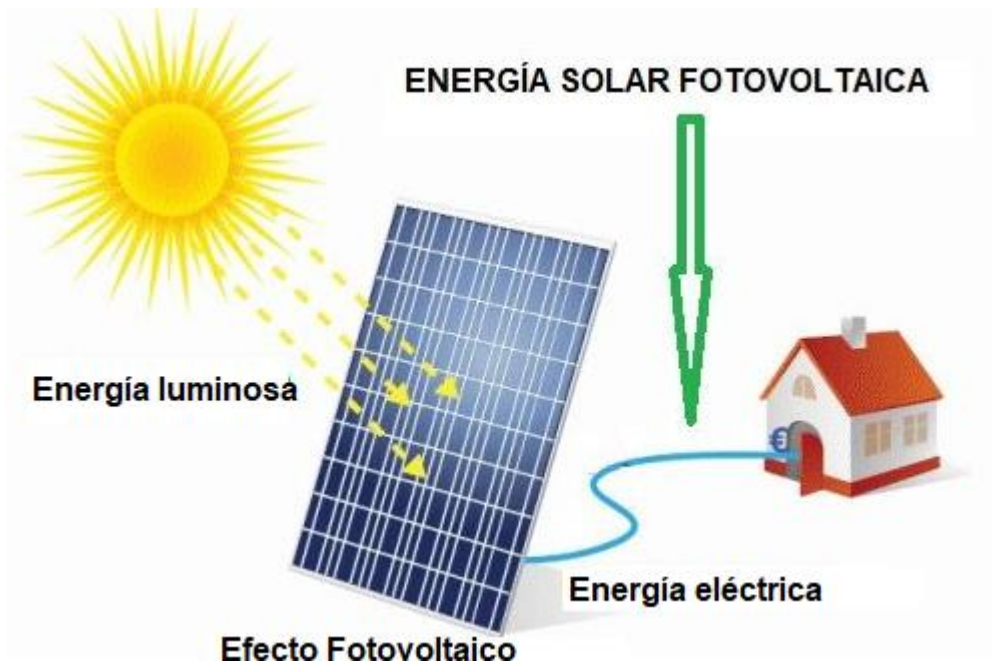


Figura 6. Energía solar fotovoltaica.

Fuente: Castillo, 2015

El uso de estos paneles eléctricos hace que la población tenga un alivio en los costos de la electricidad que cada día vienen en alza logrando democratizar e igualar un autoconsumo de energía eléctrica en los domicilios.

2.2.5.3. Energía solar pasiva

De energía que se puede obtener pasivamente con la utilización de la energía solar es mediante la captación de la radiación en el proceso de descomposición de las materias orgánicas que como residuo producen metano este tipo de recurso renovable le es muy provechoso puesto que se utiliza los residuos sólidos que produce el ser humano para ser convertida en metano un gas que se utiliza mucho en la preparación de los alimentos mediante los biodigestores (EDESUR, 2020).

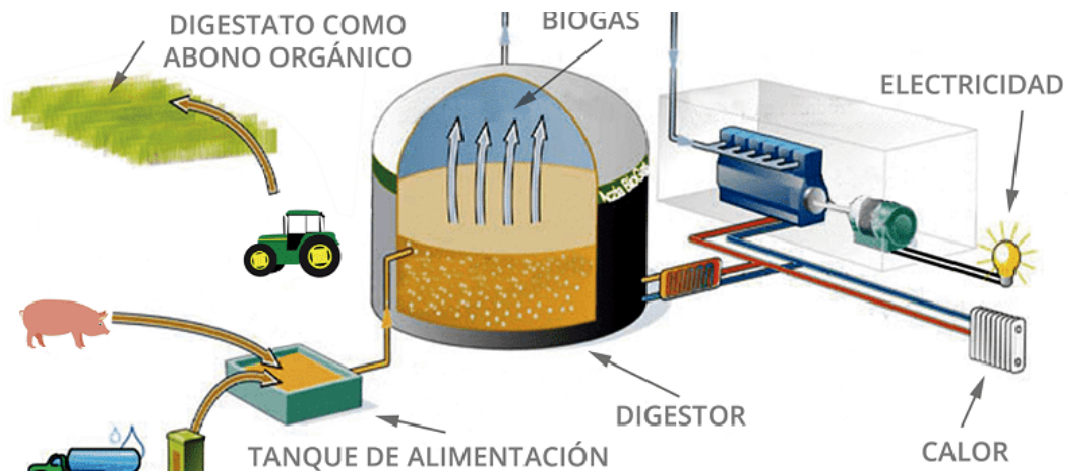


Figura 7. Energía solar pasiva.

Fuente: Energía, 2018

2.2.6. Modelo térmico

El modelo térmico que se pretende realizar está basado en las condiciones térmicas de una vivienda en función a la condición ambiental. El comportamiento de la

termodinámica en una vivienda da como respuesta a la temperatura interna de la vivienda frente a las características térmicas externas de temperatura y los rayos solares (Hassan et al., 2020).

2.2.6.1. Muros

Todos los muros exteriores realizan el intercambio de calor con las condiciones externas del ambiente y para los muros interiores se comportan como acumulador de energía calorífica, como sabemos todos, en la transferencia de calor existe de 3 formas conducción, radiación y convección.

Por su parte la conducción en la pared va a estar en función del espesor que tenga este elemento que generalmente es de $e = 0,2$ m con un coeficiente conductivo de $k = 1,5$ W/mK y esto esta multiplicado por una constante y las diferencias de temperatura que se encuentra en el exterior del ambiente y el interior de la vivienda.

$$Q = -kxAx \left[\frac{T_1 - T_2}{e} \right]$$

El calor transferido mediante convección entre el interior y exterior de la pared están dadas por los coeficientes convectivos de $8,29$ W/m²K en el interior y $11,354xv$ W/m²K en el exterior esto está en función al intercambio de calor mediante convección del viento (v) externo y del interior en función a su área y también a su diferencia de temperatura (Natarajan & Sathish, 2009).

$$Q = -kxAx(T_1 - T_2)$$

La radiación solar tiene un amplio espectro electromagnético y que podemos subdividir mediante su longitud de onda siendo de cantidad corta y de cantidad larga, la onda corta que el sol emite realiza un calentamiento en la superficie exterior de las paredes en función a la posición que se encuentran estas, y las de onda larga estas son de mayor penetración y también proporcionan cambios en las características de transferencia de calor (Wieser et al., 2021).

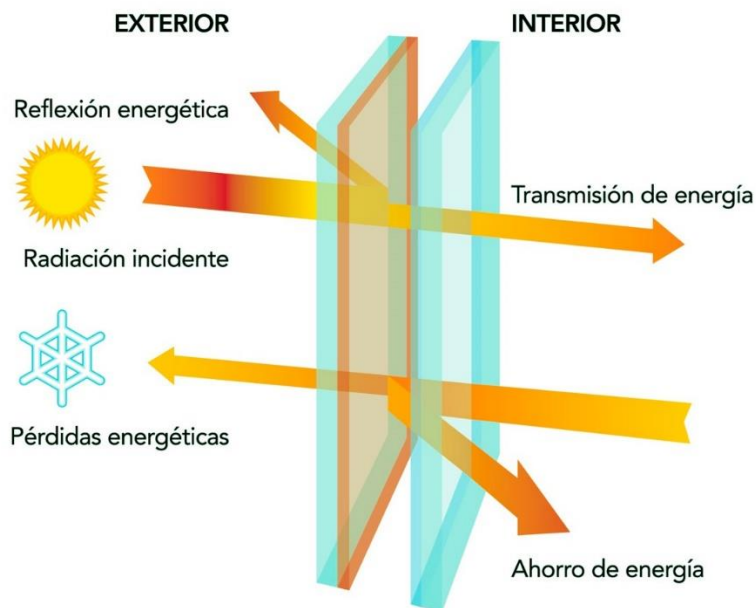


Figura 8. Transferencia de calor en paredes.

Fuente: Luoman, 2019

2.2.6.2. Ventanas

La importancia de la ventana en un ambiente doméstico radica en que el vidrio permite entrar la radiación solar de ondas largas de tal manera que crea en el interior un efecto invernadero puesto que no permite la salida de la radiación de onda corta como el infrarrojo, pero aun así este material tiene sus propiedades conductivas las cuales son de espesor $e = 0,003$ metros y $k=0,814$ W/mK, sus propiedades conctivas son para $h_{\text{venta interior}} = 8,29$ W/m²K, para $h_{\text{ventana exterior}} = 11,354+0,938v$ W/m²K. sus propiedades radiativas (Ventasinfo, 2022).

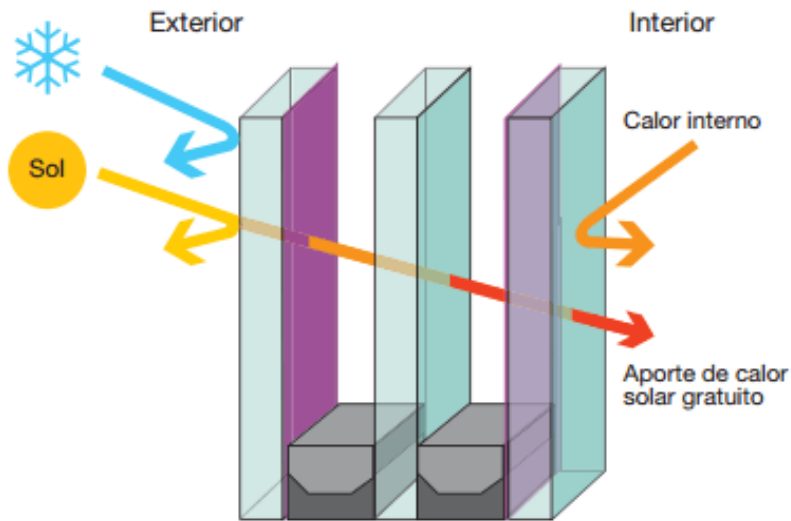


Figura 9. Transferencia de calor en ventanas.

Fuente: Ventasinfo, 2022

2.2.6.3. Techo

En el techo también existe la transferencia de calor mediante sus Tres formas en el caso de transferencia conductivas son de espesor $e = 0,008$ metros y $k=0,04$ W/mK, sus propiedades convectivos son para $h_{\text{techo interior}} = 9,26$ W/m²K, para $h_{\text{ventana exterior}} = 11,354+0,938v$ W/m²K. sus propiedades radiativas (Ezpinoza, 2016).

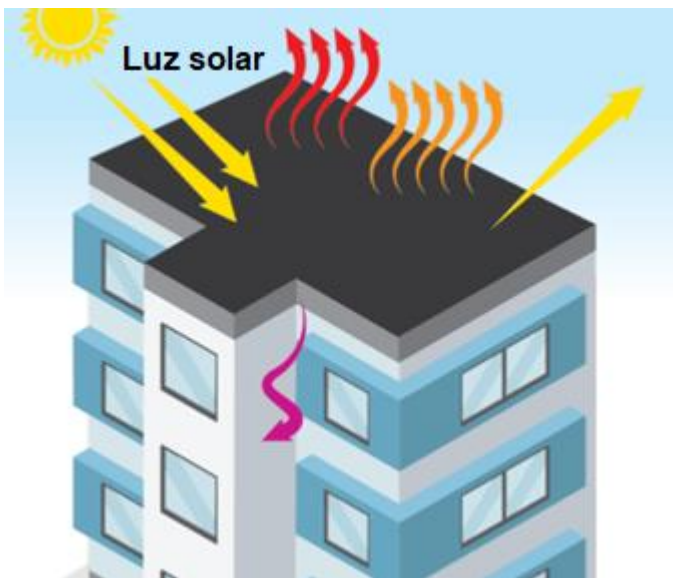


Figura 10. Transferencia de calor en el techo.

Fuente: Ezpinoza, 2016

2.2.6.4. Suelo

El suelo en una vivienda también realiza transferencia calor mediante la conducción que existe con el subsuelo y por medio del aire mediante la convección por lo que está

considerado en sus propiedades con los valores de transferencia conductivas son de espesor $e = 0,8$ metros y $k=1,5$ W/mK, sus propiedades convectivos son para $h_{\text{suelo}} = 6,13$ W/m²K.



Figura 11. Transferencia de calor en el suelo.

Fuente: Velasques, 2015

2.2.6.5. Ventilación e infiltraciones

La ventilación es muy importante puesto que las personas necesitan respirar aire fresco esto significa que el CO₂ tiene que ser menor a 1000 partes por millón todos

sabemos que cuando nosotros exhalamos emitimos CO₂ entonces por esta razón el ambiente requiere ser ventilada aproximadamente, para esto tenemos que tener en cuenta que en una vivienda en promedio tiene 4 personas (Jia et al., 2019).

Con el objetivo de esta tesis la cual es proporcionar confort mediante el aire caliente entonces se requiere el calentamiento de este elemento de forma renovable puesto que también se puede hacer utilizando energía eléctrica, pero esto encarece los costos de electricidad y disminuye la calidad de vida (Aldana, 2016).

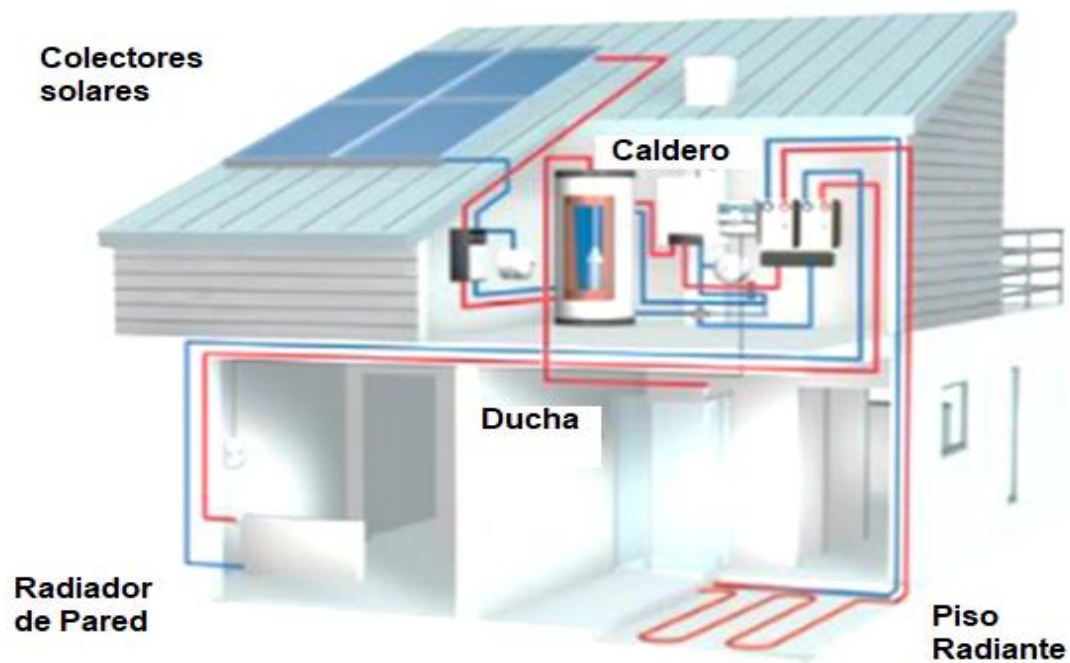


Figura 12.Calefaccion solar.

Fuente: Velasques, 2015

2.2.7. Necesidades térmicas de una vivienda

Las necesidades térmicas que conlleva el presente proyecto está presentada y evocada en una vivienda específicamente en un recinto donde se requiere que la temperatura esté dentro de los parámetros de confort para eso se proyecta que es de 20 grados celsius la temperatura promedio entre los meses más fríos de abril a noviembre es de 17 grados Celsius (Yucra Yto & Tumi Gualberto, 2021).

Cómo se había dicho anteriormente existen pérdidas caloríficas que se tiene que considerar estas pérdidas son de forma radiativa, conductiva y convectiva. Las pérdidas por transferencia de calor están representadas por la siguiente ecuación:

$$Q_1 = SxUx\Delta T$$

Donde:

S: El envolvente que tiene la vivienda m².

U: Coeficiente general de transferencia calorífico W/m²K.

ΔT : Diferencia con respecto a la temperatura externa y la temperatura que se necesita en el confort.

2.2.8. Dimensionamiento del sistema solar

Obtener el confort térmico en horas de la mañana resulta complicado, pero durante todo el día se puede alcanzar el máximo porcentaje de la necesidad térmica que requiere la vivienda en función al número de tubos de vacío que formaran el colector.

2.2.8.1. Intercambiador de calor

En el presente proyecto de la realización de esta tesis el intercambiador de calor es una parte fundamental puesto que se realizaron los cálculos complejos en función a la temperatura requerida de conformidad cambiador cambia a transfiere el calor entre dos distintos fluidos gaseosos y los líquidos puesto que entre los dos hay un componente sólido, el cual por contacto realiza su transferencia (Yucra Yto & Tumi Gualberto, 2021).

Diseño de aletas

El diseño de las aletas es muy importante puesto que se requiere para mejorar la eficiencia de la transferencia de calor que existe entre el aire y el condensador del tubo de vacío, este condensador de tipo cilíndrico con superficie lisa y al momento de transferir el calor hacia el aire es poco eficiente puesto que por su geometría no lo permite (Gill et al., 2012).

Las aletas que se diseñarán son de tipo longitudinal es puesto que el aire tiene que atravesar en los espacios que queden una vez colocada el arreglo de aleta esto permitirá que la temperatura que capta el tubo de vacío y esta traslada hacia el condensador que necesita ser transferida de forma óptima hacia el aire que circundara forzadamente (Kurtbas & Durmuş, 2004).

Para el confort que requiere la vivienda necesito estar a una temperatura de 20 grados celsius, pero el sistema que se diseñara puede modificarse hasta 25 grados celsius ya que se automatizará el proceso de calentamiento del aire entonces el calor de convección está representado por la siguiente ecuación (Bergman & Incropera, 2002).

$$q = hA_c(T - T_\infty) \quad [1]$$

Donde:

h : Es el factor de convección para el aire.

A_c : Es la zona convectiva.

T_∞ : Es la temperatura del ambiente de la zona.

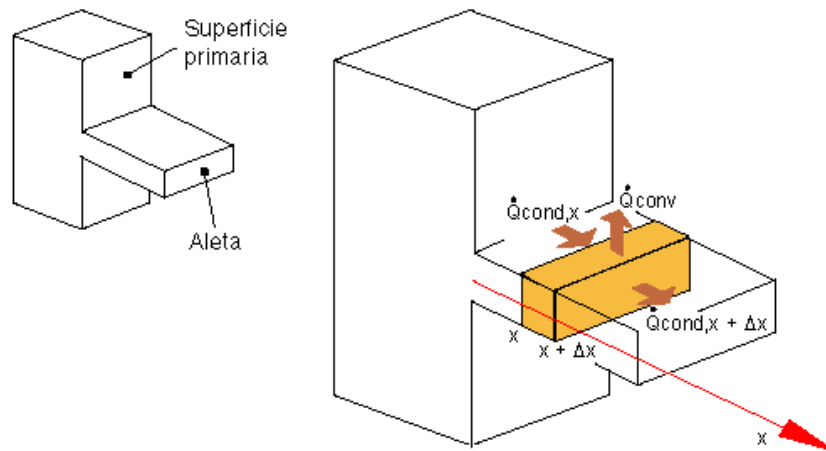


Figura 13. Aletas longitudinales.

Fuente: Acosta, 2015

Arreglo de aletas

La mejora en que se transfiere el calor de un lugar a otro tiene mucha similitud a una resistencia de conducción calorífica entonces se puede interpretar que para aumentar la efectividad de la transferencia de calor es necesario disminuir el valor de esta resistencia, Entonces para realizar el cálculo de la eficacia de la aleta nos referimos a la siguiente ecuación (Incropera & Witt, 1999).

$$n_f = \frac{\tanh m(r_3 - r_2)}{m(r_3 - r_2)} \quad [2]$$

Por lo que la eficiencia global sobre el arreglo que se encuentra en un área transversal está en función a la longitud de las aletas, entonces podemos interpretar mediante la ecuación siguiente.

$$n_o = 1 - \frac{N * A_f(1 - n_f)}{A_t} \quad [3]$$

Donde:

A_t : Es la región de transversal la cual recorre el aire.

A_f : Es la región de la aleta en toda su distancia.

A_b : Es la superficie tiene la aleta en su base.

N : Es la cantidad de aletas.

n_f : Es la eficiencia de la aleta.

Número de Reynolds

El número de Reynolds es una medición que no tiene dimensión, pero indica la situación del flujo que se encuentra en movimiento este estudio que realizó Reynolds es muy importante puesto que nos permite conocer si el fluido que está en movimiento es de forma a laminar o de forma turbulenta.

En la presente tesis que se ha realizado el flujo fue adecuado a que sea de forma laminar para que el flujo recorre por toda la cañería y llegué a la habitación del domicilio que se encuentra calefactado.

Por lo tanto, existe una ecuación representativa para nuestro calefactor solar por medio de aire caliente en función al radio hidráulico que se desprende el intercambiador de calor.

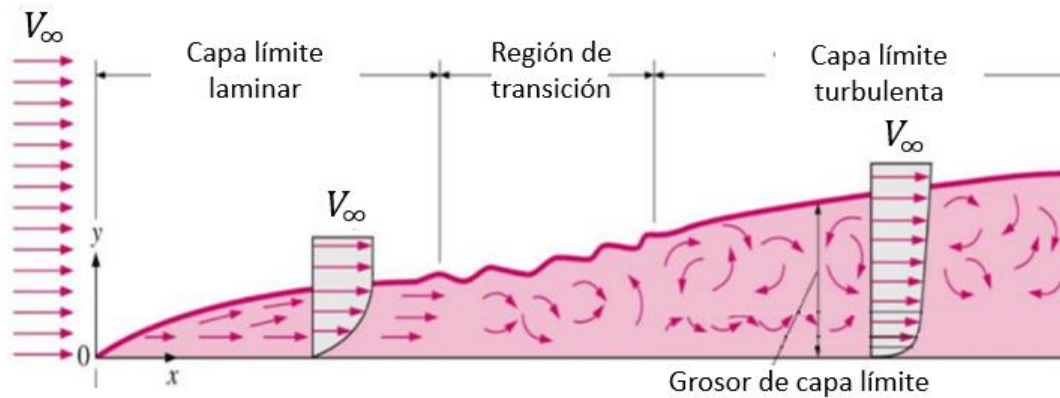


Figura 14. Número de Reynolds.

Fuente: Fernández, 2020

Número de Nusselt

Para conocer la relación que existe entre la transferencia de calor de manera colectiva con respecto a la conductiva se utiliza el número del Nusselt, este número

dimensional proporciona información sobre la energía calorífica con respecto a un fluido y también el fluido que se encuentra dentro de su energía térmica. La ecuación que describe este fenómeno es la siguiente:

$$Nu = \frac{\text{Transferencia de calor convectiva}}{\text{Transferencia de calor conductiva}} = \frac{hL}{K} \quad [4]$$

Por el efecto que va a causar el arreglo de aletas con respecto al flujo del aire que es turbulento se da una solución mediante la ecuación análoga a Chilton - Colbún la cual viene expresada de la siguiente forma (Incropera & Witt, 1999).

$$Nu_{Dh} = 0,023 * Re_{Dh}^{0.8} * Pr^n \quad [5]$$

2.2.8.2. Colector

Los colectores solares realizan la transformación de la radiación solar en energía calorífica esto es aprovechado mediante un sistema de alertas para aumentar la eficiencia de la transferencia de calor. Existen varios tipos de colectores térmicos como, por ejemplo; los colectores plásticos que están a base de polietileno que generalmente se usan para calentar piscinas, tenemos los colectores planos los de tipo termosifón y también tenemos los colectores de tubos de vacío este último es el que se utilizó en el presente proyecto (Aldana, 2016).

Los colectores están ubicados generalmente en los techos puesto que la radiación solar incide sobre ellos tiene que estar aproximadamente para nuestra ubicación Tacna en 20 grados con respecto a la orientación terrestre (Vázquez Celis et al., 2018).

¿Solar Fotovoltaica o Térmica ?



Panel Fotovoltaico
(para electricidad)



Colector Térmico
(para agua caliente)

Figura 15. Colector solar.

Fuente: Alonso, 2015

En el presente proyecto realizado el colector solar está compuesto por tubos de vacío anidado para que el aire pase en los tubos con sus respectivas aletas secuencialmente llegando así a una temperatura ideal puesto que está en función también de la velocidad del viento y a qué se requiere cierta cantidad para asegurar el confort y la calidad del aire (Yucra Yto & Tumi Gualberto, 2021).

2.2.9. Confort térmico

El confort térmico es la satisfacción que sienten las personas en referencia al frío y calor con respecto al medio circundante que se encuentra o que realizan sus trabajos es decir tienen percepción agradable de la temperatura.

El confort térmico es un concepto difícil de expresar puesto que es subjetivo y que no se expresa en medidas físicas como el grado celsius ya que está en función a la experiencia de las personas y su influencia con respecto a la corriente del viento, el nivel de humedad, las ropas que utilizan, los movimientos físicos que tengan y sobre todo el confort térmico es distinto a cada persona, inclusive estando en el mismo espacio (Claret & Morales, 2008).

Los beneficios que se tiene del confort térmico es con respecto a las labores que se está realizando como las labores de estudio las labores de oficina casi en todos los tipos de trabajo que se realiza es necesario que tengan un confort térmico adecuado, pero como todos sabemos el factor ambiental es el que influye con mayor severidad del Confort térmico.

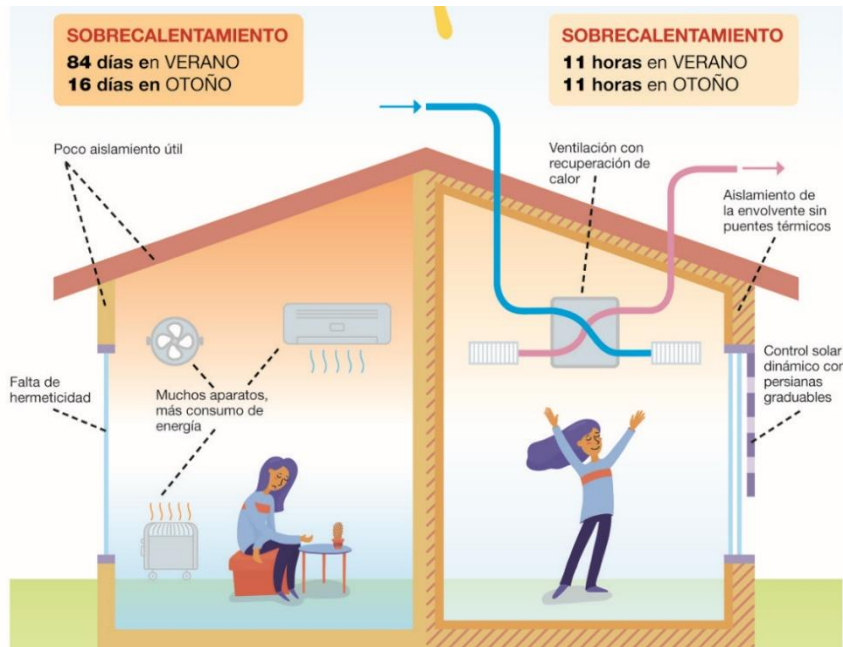


Figura 16. Confort térmico.

Fuente: Molina, 2015

2.2.9.1. Tipos de calefactores

Existen diversos tipos de calefactores que nosotros podemos considerar como son los de tipo parafina la cual estos requieren el combustible de parafina son económicos, pero hay que rellenar periódicamente y la contaminación que produce dentro de la habitación es de dióxido de azufre y también el óxido de nitrógeno por lo que se requiere tener un ambiente bien ventilado (Jacobo, 2018). También se tiene el calefactor mediante el gas licuado ese tipo de calefactor es económico por combustible

es muy fácil de poder controlar, pero existen grandes posibilidades que puede ocurrir un incendio puesto que conlleva una gran cantidad de poder calorífico y también conllevan la contaminación del monóxido de carbono. El de tipo eléctrico está bien avanzado puesto que se tiene bastantes tipos dentro de estos ejemplares como son los de tipo oleo eléctricas los que funcionan con cuarzo los que tienen función halógena y así entre otros son bien seguros y además posee practicidad para colocarlo en cualquier lugar de la habitación poder calorífico es poco pero el consumo de electricidad es alto (Claret & Morales, 2008). Por otro lado, tenemos los que utilizan la leña lo cual poseen grandes capacidades de calorías, pero es muy contaminante por los residuos que tiene la quema de madera su combustión es menos eficiente y tiene que ser un uso de forma manual puesto que no son automatizadas.

También se tiene el de tipo de gas natural este tipo de calefactor utiliza un combustible más barato que el mismo del que se usa la parafina o inclusive el mismo gas licuado, pero requiere estar conectado a una red de gas natural utilizan el oxígeno que se encuentra en el entorno se habitación sea una sala de estar y también la instalación tiene alto costo. Los calefactores Split no son muy conocidos, pero tienen alta eficiencia puesto que consumen poca energía eléctrica en comparación a sus semejantes requieren una instalación muy especial por lo que la inversión que se realiza

en la instalación es alta no emiten contaminación ambiental y puede ser reversible para los días calurosos puesto que puede funcionar como refrigerante (CONSTRUMATICA, 2021).



Figura 17. Tipos de calefactores

Fuente: Sernac, 2019

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Densidad: La densidad, es una magnitud escalar expresada que la masa ocupa un volumen de sustancia o un objeto sólido.

Energía cinética: Es la energía que posee un cuerpo con su movimiento.

Espesor: Es el grosor que tiene un cuerpo cualquiera.

Factor de convección: Es un coeficiente de transferencia de calor mediante flujo de aire o gas.

Factor modificadorio: Es una modificación que tienen los cuerpos geométricos para un mejor uso de los mecanismos.

Humedad: Es la acumulación de agua o de vapor de agua o de otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.

Número de Nusselt: Es una magnitud adimensional que se encarga de medir el aumento de transmisión de calor desde una superficie por la que un fluido discurre, comparada con la transferencia de calor si esta ocurriera solamente por conducción.

Número de Prandtl: Es un número adimensional proporcional al cociente entre la velocidad de difusión de la cantidad de momento (viscosidad) y la difusividad térmica

Número de Rayleigh: En mecánica de fluidos, el número de Rayleigh (Ra) de un fluido es un número adimensional asociado con la transferencia de calor en el interior del fluido.

Número de Reynolds: Caracteriza si el fluido tiene un flujo laminar o turbulento.

Perímetro: El perímetro es la suma de las distancias de los bordes de una figura geométrica.

Peso específico: Se llama peso específico la relación que tiene el cuerpo de su masa respecto a su volumen.

Temperatura: La temperatura es una magnitud escalar que indica la energía de un sistema termodinámico.

Viscosidad cinemática: Es una propiedad de los fluidos que indica la mayor o menor resistencia que estos ofrece al movimiento de sus partículas cuando están sometido a un esfuerzo cortante.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada de tipo tecnológico

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

No se aplica para el tipo de investigación del diseño.

3.2.2. Muestra

No se aplica para el tipo de investigación del diseño.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla

1

Operacionalización de variables Independiente y Dependiente

Variable	Dimensión	Indicador
V.Dependiente:		
Aumento de confort por calefacción solar.	Cambio sensación térmico.	Confortable
V. Independiente:	Eficiencia de aleta longitudinal.	Adimensional (%)
Diseño de un intercambiador de calor	Temperatura esperada.	°C
V. Independiente:	Control electrónico.	Programación de
Regulación de temperatura		Arduino

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

La información de la presente investigación se obtendrá usando los instrumentos referenciados en la Tabla 2.

Tabla 2

Instrumentos para recolección de datos

Técnica	Uso	Instrumentos
Observación	Análisis documentario de tablas, transferencia de calor, velocidad del viento, electrónica.	Unidades de datos.
	Flujo de aire calentado.	Sensor de temperatura.

3.5. PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

No se considera para la investigación aplicada.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS

Para la presente tesis el trabajo elaborado en la parte térmica está contratada en la bibliografía de Incropera & Witt, (1999).

4.1.1. Determinación del diámetro del sistema de tubería

La aproximación adecuada del diámetro de la tubería que transporta aire a temperatura de confort adecuado para fluidos turbulentos se encuentra tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$D_{optimo} = 1,363 \times Q^{0,363} \times \rho^{0,13} \quad [6]$$

Donde:

D_{optimo} : Es el diámetro optimo a utilizar.

Q : Es el caudal del fluido, valorado en m³/s.

ρ : Es la densidad del fluido a 25 °C.

Cada persona consume 8 L/min de aire para que pueda respirar sin problemas, el diseño que se muestra fue proyectado para una vivienda de 4 personas, los cuales el caudal asciende a 32 L/min, lo cual es equivalente a $0,53 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, la densidad a 25 °C es de $1,2 \text{ kg/m}^3$, entonces se tendrá la respuesta de la ecuación como se muestra.

$$D_{optimo} = 1,363 \times 0,00053^{0,363} \times 1,2^{0,13}$$

$$D_{optimo} = 0,0903 \text{ m}$$

Área transversal de la tubería

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad [7]$$

$$A = \frac{\pi \times 0,09^2}{4} = 0,006361 \text{ m}^2$$

Velocidad del fluido

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,53}{0,006361}$$

$$v = 83,32023 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

$$\text{Re} = \frac{v \times D}{\gamma} \quad [8]$$

$$\text{Re} = \frac{83,32 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,09 \text{ m}}{1,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$\text{Re} = 576830,77$$

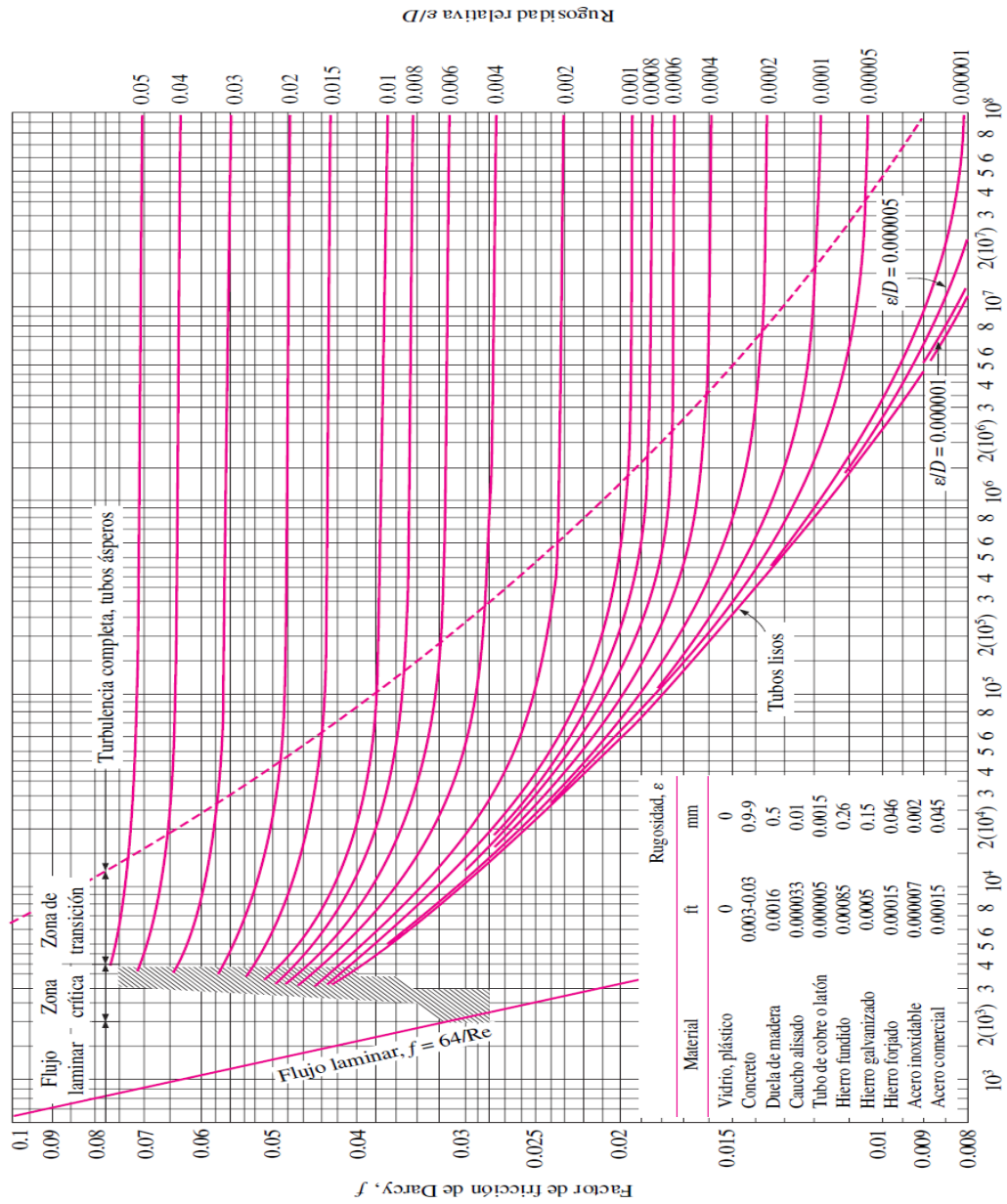


Figura 18. Tabla de Moody

Fuente: Pacheco Luján, 2014.

Según la figura anterior que se muestra tiene un flujo turbulento para el número de Reynold calculado y para el material de la tubería de plástico la rugosidad es de cero.

$$\varepsilon/D = 0/0,09$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0,87 \times \text{Ln} \left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{2,52}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad [9]$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0,87 \times \text{Ln} \left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} + \frac{2,52}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0,87 \times \text{Ln} \left(\frac{0}{3,7} + \frac{2,52}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0,87 \times \text{Ln} \left(\frac{2,52}{576830,77 \sqrt{f}} \right)$$

$$f = 0,013$$

Perdidas primarias por fricción

Estas pérdidas que ocurre por fricción, están en función a la longitud de la tubería que según la figura se tiene una longitud de la tubería de 13 m entonces se emplea la siguiente ecuación.

$$h_f = \frac{f \times L \times v^2}{D \times (2g)} \quad [10]$$

$$h_f = \frac{0,013 \times 13 \times 83,32^2}{0,09 \times (2 \times 9,81)}$$

$$h_f = 664,42 \text{ m columna de aire}$$

Perdidas secundarias por accesorio

En esta sección se realizará el cálculo para las pérdidas provocado por los accesorios tipo codos los cuales tiene una longitud equivalente de 50 D, si tiene 9 codos entonces queda expresada de la siguiente forma.

$$L_{equi} = 9 \times 50 \times 0,09$$

$$L_{equi} = 405$$

Entonces las pérdidas serán de:

$$h_{fa} = \frac{f \times L_{equi} \times v^2}{D \times (2g)} \quad [11]$$

$$h_{fa} = \frac{0,013 \times 405 \times 83,32^2}{0,09 \times (2 \times 9,81)}$$

$$h_f = 8790 \text{ m columna de aire}$$

Por lo que se tendrá una pérdida total de $664,42\text{m} + 8790,8\text{m} = 9455,23\text{m}$ columna de aire.

4.1.2. Determinación del número de tubos de vacío

Primeramente, para empezar, se tiene que conocer la demanda energética por un día en el mes más frío, la cual es en el mes julio, pero con el día soleado por lo que considera el tiempo de exposición de 10 horas, desde las 7 horas hasta las 17 horas.

Se conoce el caudal del aire el cual está considerado para 4 personas y esta tiene un valor de $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ y una velocidad de $83,32 \text{ m/s}$, por lo que la masa se fundamenta con la siguiente ecuación.

$$M = \rho \times V \quad [12]$$

Donde:

M: Es la masa del fluido a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

V: Volumen mínimo diario para cuatro personas.

P: Densidad del aire 1,2 kg/m³.

El volumen consumido diario es de:

$$V = Q \times t = 0,00053 \text{ m}^3/\text{s} \times 10 \text{ hrs}$$

$$V = 0,00053 \times 36000 = 19,080 \text{ m}^3$$

$$M = 1,2 \times 19,08 = 22,896 \text{ kg de aire}$$

La energía requerida para la masa de este aire esta expresada por la siguiente ecuación.

$$E = M \times C_p \times \Delta T \quad [13]$$

Donde:

M: Masa del aire.

C_p : Capacidad calorífica del aire.

ΔT : Diferencia de temperatura.

$$E1 = 22,896 \times 1,005 \times (15 - 25)$$

$$E1 = 230,01 \text{ kJ}$$

El área que requiere con respecto a los tubos de vacío se encuentran expresadas de la siguiente ecuación.

$$A1 = \frac{E1}{H_j \times \alpha_s \times e} \quad [14]$$

Donde:

A1: Área mínima requerida para el tubo de vacío.

E1: Energía requerida para la masa de aire.

H_j : Radiación promedio durante el mes de Julio en día soleado.

α_s : Factor de corrección del tubo de vacío, 0,733.

E: Eficiencia del tubo de vacío, 44%.

$$A1 = \frac{E1}{H_j \times \alpha_s \times e}$$

La radiación más baja del mes Julio en un día soleado es de 4,56kW h/m² esto en energía se obtiene:

$$E1 = 4,56 \times 1h = 4,56 \times 3600$$

$$E1 = 16416 \text{ kJ/m}^2$$

Entonces se aplica la ecuación.

$$A1 = \frac{230,01}{16416 \times 0,733 \times 0,44}$$

$$A1 = 4,34 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

Para la masa de aire contenida en el ambiente del recinto interno se tiene primeramente que obtener el volumen y esta se obtiene mediante la fórmula del volumen de un cubo puesto que tiene la forma.

$$V2 = B \times A \times H$$

[15]

Donde:

V2: Es el volumen de del recinto interno con temperatura de confort.

B: Distancia de la base del recinto.

A: Distancia del ancho del recinto.

H: Altura del recinto.

$$V2 = 4,75 \times 4,19 \times 2,4$$

$$V2 = 47,76m^3$$

De la misma forma se utiliza la ecuación para obtener la masa

$$M2 = \rho \times V2 = 1,2 \times 47,76$$

$$M2 = 57,32 \text{ kg}$$

Ahora encontraremos la energía necesaria para cambiar la temperatura.

$$E2 = M2 \times C_p \times \Delta T$$

$$E2 = 57,32 \times 1,005 \times 10$$

$$E2 = 575,97 \text{ kJ}$$

Seguidamente se muestra el área que requiere del tubo de vacío, conociendo que solo tiene un 44% de eficiencia.

$$A2 = \frac{E2}{H_j \times \alpha_s \times e}$$

$$A2 = \frac{575,97}{16416 \times 0,733 \times 0,44}$$

$$A2 = 10,80 \times 10^{-2} m^2$$

De forma similar a lo anterior se realizar el cálculo para obtener el área requerida del tubo de vacío para la demanda energética de los ladrillos.

Para obtener la masa de las paredes que fundamentalmente están en base de ladrillos y esta tienen una densidad relativa de 2000 kg/m^3 , lo cual es necesario para calcular su masa puesto se conoce el contorno del recinto y el grosor de las paredes y del techo, la parte baja esta alfombrada, lo cual realiza la función de aislante térmico.

Los contornos de las paredes son de $4,75m + 4,19m + 3,35m + 4,44m = 16,73m$

El volumen que ocupan las paredes están comprendida en la siguiente expresión.

$$V3,1 = 16,73m \times 2,4m \times 0,25m = 10,038 \text{ m}^3$$

Para el techo que tiene forma de un paralelepipedo tiene el largo (L), Ancho (A) y el grosor (G) entonces comprende la siguiente expresión.

$$V3,2 = L \times A \times G$$

$$V3,2 = 4,75m \times 4,19m \times 0,23m$$

$$V3,2 = 5,97 \text{ m}^3$$

Entonces el volumen de todo el recinto está en la adición de $V3 = V3,1 + V3,2 = 10,038 \text{ m}^3$

$$+ 5,97 \text{ m}^3 = 16,008 \text{ m}^3$$

$$M3 = \rho \times V = 2000 \times 16,008$$

$$M3 = 32016 \text{ kg}$$

La energía que requiere para cambiar de 15°C a 25 °C está dada por la siguiente expresión.

$$E3 = M3 \times C_p \times \Delta T$$

$$E3 = 32016 \times 0,3 \times 10$$

$$E3 = 960,48 \text{ kJ}$$

Entonces el área que requiere sobre el tubo de vacío es de.

$$A3 = \frac{E3}{H_j \times \alpha_s \times e} \quad [16]$$

$$A3 = \frac{960,48}{16416 \times 0,733 \times 0,44}$$

$$A3 = 18,141 \times 10^{-2} m^2$$

El área total es la adición de $A = A1 + A2 + A3 = 4,34 \times 10^{-2} m^2 + 10,80 \times 10^{-2} m^2 + 18,141 \times 10^{-2} m^2 = 33,30 \times 10^{-2} m^2$.

Seguidamente se procede a realizar el cálculo para obtener el número necesario de tubos de vacío, estas se consideran un factor de seguro para el diseño, puesto que los rayos solares solamente inciden la media cara del espacio cilíndrica externa, por lo que el área transversa es de.

$$A_t = \frac{d_e \times \pi \times L}{2} \quad [17]$$

Donde:

A_t : Es la superficie transversal del tubo de vacío.

d_e : Es el diámetro externo del tubo de vacío 0,058m.

L : Es la longitud que se utiliza sobre el tubo de vacío 1,75m.

$$A_t = \frac{0,058 \times \pi \times 17,5}{2}$$

$$A_t = 0,16 \text{ m}^2$$

Por lo que el número de tubos de vacío que se emplea se encuentra sujeta por la siguiente expresión.

$$N_t = \frac{A \times FS}{A_t} \quad [18]$$

Donde:

N_t : Es el número de tubos mínimo para que el sistema se encuentre operativamente correcta.

FS : Es el factor de seguridad, al no existir sobre presión sobre el condensador del tubo de vacío esta tiene un valor de 1.

$$N_t = \frac{33,30 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \times 1}{0,16 \text{ m}^2}$$

$$N_t = 2,08125 \text{ tubos de vacío}$$

Se toma 2 tubos de vacío para el diseño.

4.1.3. información inicial para el confort térmico solar.

Para poder tener la satisfacción del confort térmico en un ambiente de estudio en donde para tener concentración se requiere condiciones favorables y una de esta es la temperatura del recinto, los cálculos anteriores realizados están en condiciones de menor temperatura y radiación solar directa para esto se considera la temperatura promedio del condensador en 353,15 K o su equivalente 80 °C.

Ua: Velocidad del viento a controlar

Tabla 3

Factores iniciales del diseño de un calefactor

Factor	Datos	Unidades
Temperatura externa del condensador		
(T.s.)	353,15	K
Temperatura para el aire de entrada		
(T.m,i)	286,65	K
Temperatura promedia para el aire		
(T.m.)	319,89	K

En la siguiente tabla se tendrá algunas propiedades con respecto al aire, el cual es el gas con el cual se trabajará dentro del intercambiador de calor por convección forzada.

Tabla 4

Propiedades del aire a 286,65 K

Parámetro	Datos	Unidades
Calor específico del aire a 286,65 K (Cp)	1006,72	$\frac{J}{kg K}$
Viscosidad dinámica a 286,65 K (u)	$177,6 \times 10^{-7}$	$\frac{N s}{m^2}$
Conductividad térmica (k)	2,518	$\frac{W}{mK}$
Densidad (δ)	1,2267	$\frac{kg}{m^3}$

4.1.4. Diagrama Psicométrico.

El diagrama está enfocada a las propiedades termodinámicas referente al aire húmedo con respecto a la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano.

Para alcanzar a una temperatura de confort se considera que es 25 °C o 298 K y se toma una humedad relativa de 50% promedio interno del recinto entre los meses más fríos que son: junio, julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre, pero en el exterior es de

humedad relativa de 90,5 % y la temperatura promedio en estos meses es de 17 °C, esto nos fija en el diagrama psicométrico en lo siguiente.

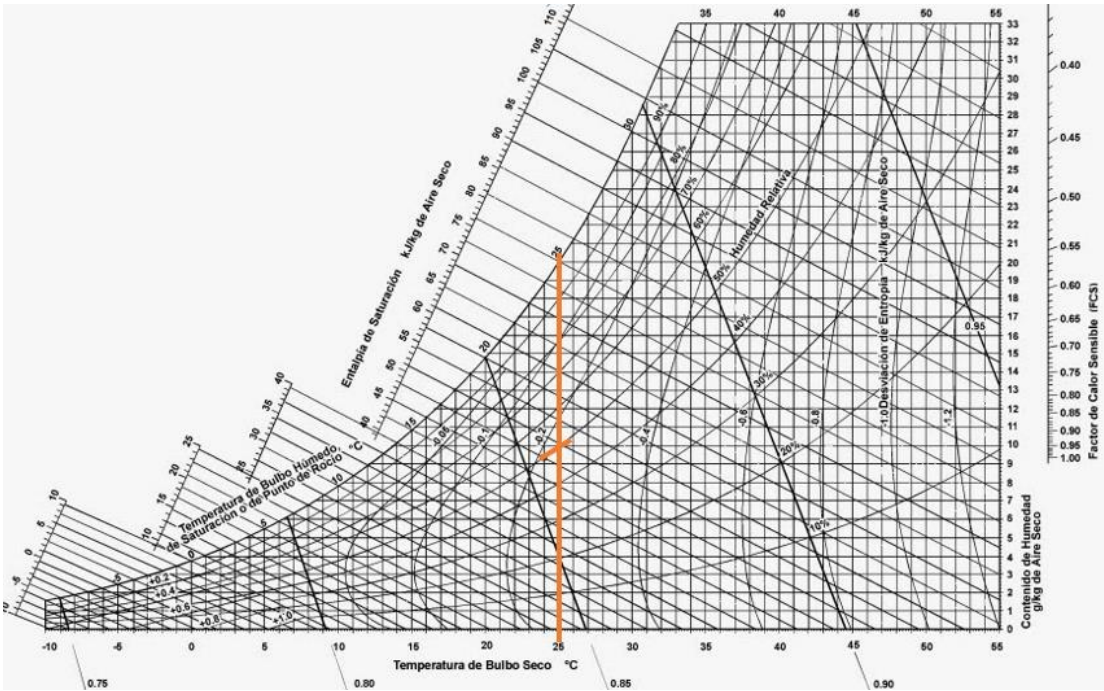


Figura 19. Diagrama psicométrico

Fuente: Incropera & Witt, 1999

Tabla 5*Propiedades psicométricas*

Dimensiones	Magnitud
Temperatura Bulbo seco, °C:	25
Humedad Relativa, %:	50
Temperatura Bulbo húmedo, °C:	17,9
Temperatura Punto de Rocío, °C:	13,9
Presión, kPa:	101,3
Presión de Saturación, Pa:	3169
Presión Parcial Vapor de Agua, kPa:	1,58
Humedad específica, g/Kg:	9,9
Entalpía, kJ/kg:	50,3
Volumen específico, m ³ /kg:	0,86

4.1.5. Diseño de la aleta longitudinal

Para el diseño de la aleta, se deben considerar diversos factores, uno de ellos es el dimensionamiento del condensador del tubo de vacío de calor. El condensador es una parte esencial del sistema, ya que permite transferir eficientemente el calor absorbido por el tubo de vacío al fluido de trabajo, y garantiza un rendimiento óptimo del calefactor solar.

El cálculo del perímetro es una etapa crucial en el diseño de la aleta. Este cálculo se basa en determinar la longitud total de la superficie externa del tubo de vacío de calor, donde se ubicará la aleta. Para ello, se mide la circunferencia del tubo y se multiplica por el número de tubos presentes en el sistema.

Una vez obtenido el valor del perímetro, se procede a utilizarlo como referencia para dimensionar y configurar adecuadamente las aletas. La aleta se diseña considerando su longitud, altura y grosor, que influirán en su capacidad para transferir el calor desde el tubo al ambiente circundante. Además, se deben tener en cuenta otros parámetros, como el material de la aleta y su coeficiente de transferencia de calor.

Es importante destacar que el diseño de la aleta debe optimizarse para lograr una transferencia de calor eficiente y minimizar las pérdidas energéticas. Para ello, se pueden emplear técnicas como el uso de aletas corrugadas, que aumentan la superficie de transferencia de calor y mejoran la eficiencia del sistema.

Realizando el cálculo del perímetro se obtendrá lo siguiente:

$$P = \pi * \varphi \quad [19]$$

$$P = \pi * 0,0261m = 0,08171m$$

Donde:

P: perímetro de la zona circular

φ : diámetro

El número de aletas a utilizar es $N = 20$



Figura 20. Tubo de vacío con condensador

Fuente: Pacheco Luján, 2014.

Se presenta en la siguiente figura que muestra la disposición de las aletas en relación con el condensador. Esta representación gráfica es importante para visualizar cómo se distribuyen las aletas en el sistema. La figura permite comprender la configuración espacial de las aletas y su relación con el flujo de calor. Esto facilita el análisis y la evaluación del diseño, así como la identificación de posibles mejoras en la disposición de las aletas para optimizar la eficiencia del sistema.

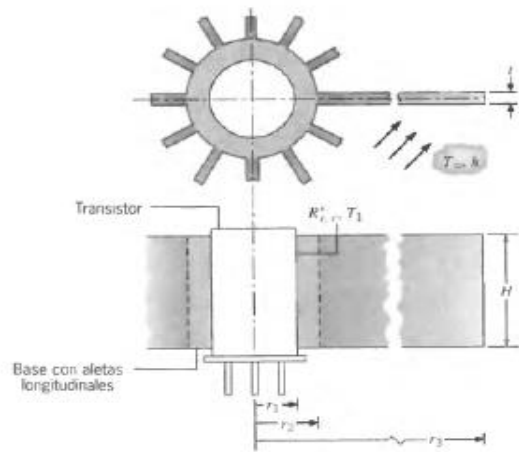


Figura 21. Aleta longitudinal para un condensador

Fuente: Bergman & Incropera, 2002.

Según la figura anterior los parámetros son los siguientes para la aleta longitudinal que se aprecia en la figura anterior. Los parámetros siguientes son elegidos a través de re cálculo siendo estas las más adecuadas.

Tabla 6

Condiciones iniciales del condensador y aletas

Parámetro	Datos	Unidades
Radio del condensador (r1)	0,007	m
Radio de la manga (r2)	0,008	m
Radio del condensador, la manga y La aleta (r3)	0,08	m
Espesor de la aleta (t)	0,0005	m
Altura de la aleta (H)	0,1	m

4.1.5.1. Área transversal.

Para el área transversal se requerirá de dos ecuaciones

$$A_t = N A_f + A_b$$

[20]

Donde:

A_t = Área transversal.

Af = Área superficial de la aleta longitudinal

Ab = Área de la base de la aleta.

N= número de aletas.

Área superficial de la aleta

$$A_f = (r_3 - r_2) \times H \quad [21]$$

$$A_f = (0,08 - 0,008) \times 0,1$$

$$A_f = 0,0082 \text{ m}^2$$

Área de la base de la aleta.

$$A_b = 2 \times \pi \times r_2 \times H - N \times t \times H \quad [22]$$

$$A_b = 2 \times \pi \times 0,008 \times 0,1 - 20 \times 0,0005 \times 0,1$$

$$A_b = 0,00402641 \text{ m}^2$$

Por lo tanto:

$$A_t = 20 \times 0,0072 + 0,0040264$$

$$A_t = 0,1681 \text{ m}^2$$

4.1.5.2. Rendimiento general del arreglo

El rendimiento al igual que la eficiencia general. “Nos permite realizar el cálculo de la transferencia total del calor para un arreglo de aletas, basada en la resistencia térmica de la aleta”(Incropera & Witt, 1999).

Está comprendida como la siguiente ecuación:

$$n_o = 1 - \frac{N * A_f(1 - n_f)}{A_t}$$

Donde:

A_t = Área transversal.

A_f = Área superficial de la aleta longitudinal

A_b = Área de la base de la aleta.

N = número de aletas.

n_f = eficiencia de la aleta.

$$n_f = \frac{\tanh m(r_3 - r_2)}{m(r_3 - r_2)}$$

4.1.5.3. Diámetro hidráulico.

En esta sección de la tesis, es fundamental utilizar el concepto de diámetro hidráulico. Se entiende que el diámetro efectivo donde se llevará a cabo la transferencia de calor a través de las aletas longitudinales corresponde a una parte del diámetro de la tubería, siendo esta concéntrica. El diámetro hidráulico es un parámetro utilizado en ingeniería para caracterizar el flujo de fluidos en un conducto. En el contexto de tu tesis, se aplica para determinar el área de transferencia de calor y la resistencia al flujo dentro del sistema de calefactor solar. La concéntrica que se menciona se refiere a que las aletas se encuentran dispuestas alrededor del tubo de vacío de calor de forma paralela y simétrica, manteniendo una distancia constante entre ellas. Esto crea un espacio anular entre las aletas y el tubo, por donde fluye el fluido de trabajo y se lleva a cabo la transferencia de calor. Al utilizar el diámetro hidráulico concéntrico, se considera la geometría real del sistema, teniendo en cuenta tanto el diámetro de la tubería como el espacio anular entre las aletas. Esto permite calcular el área efectiva de transferencia de calor y evaluar el rendimiento térmico del calefactor solar de manera más precisa. “Es importante tener en cuenta que el cálculo del diámetro hidráulico y su aplicación en la transferencia de calor requieren considerar factores como la conductividad térmica de los materiales, el flujo de fluido, la velocidad de flujo y otras variables relevantes para el diseño y la eficiencia del sistema.” (Cengel, 2013).

Para realizar el cálculo del diámetro hidráulico se aplicará la ecuación siguiente.

$$D_h = \frac{(4 \times (r_3 - r_2))^2}{r_3}$$

Donde:

D_h : Diámetro hidráulico

$$D_h = \frac{(4 * (0,08 - 0,008)^2)}{0,08}$$

$$D_h = 0,051879 \text{ m}$$

4.1.5.4. Flujo másico

El flujo de moléculas de aire que atraviesa las aletas longitudinales no está directamente relacionado con el volumen que ocupan todas las moléculas. En cambio, está determinado por la temperatura y la presión establecidas en el sistema. El movimiento de las moléculas de aire se rige por principios termodinámicos y se ve influenciado por la diferencia de temperatura entre el fluido de trabajo y el ambiente circundante. “El diseño y disposición de las aletas permiten maximizar la transferencia de calor al asegurar un flujo adecuado de aire y una superficie de intercambio térmico eficiente entre el fluido y el medio ambiente.”(Alicat, 2021).

Se muestra el computo del flujo másico:

$$\dot{m} = \delta \times u_a \times A_c$$

Donde:

δ : Densidad de temperatura media del aire a 359 K.

u_a : Velocidad del viento m/s.

A_c : Área de la sección transversal entre las altas longitudinales.

$$A_c = \frac{\pi * (r_3^2 - r_2^2)}{N}$$

$$A_c = \frac{\pi * (0,09^2 - 0,008^2)}{20}$$

$$A_c = 1,26 * 10^{-3} m^2$$

$$\dot{m} = 1,283 * 83,32 * 1,26 * 10^{-3}$$

$$\dot{m} = 0,13469 \frac{kg}{s}$$

Potencia del calefactor solar

$$P_{cm} = \dot{m} * c_e * \Delta T$$

Donde:

P_{cm} : Potencia media del calefactor solar.

c_e : Calor específico del aire.

ΔT : Diferencia de temperatura.

$$P_{cm} = 0,13469 \frac{kg}{s} \times 1007 \frac{J}{kg \times K} \times (298 - 290)K$$

$$P_{cm} = 1,09 \text{ kW}$$

4.1.5.5. Número de Reynolds

La magnitud adimensional mencionada es de gran importancia para analizar el comportamiento del flujo de un fluido y determinar si es laminar o turbulento. Esta magnitud proporciona información valiosa sobre cómo se desplaza el fluido y permite identificar las características distintivas de su flujo. Al evaluar esta magnitud, es posible diferenciar si el flujo es suave y ordenado, conocido como flujo laminar, o si es agitado y caótico, denominado flujo turbulento.

Esta magnitud sin dimensiones ofrece una medida cuantitativa que resulta fundamental para comprender y clasificar los diferentes tipos de flujos presentes en diversos sistemas fluidos. Su aplicación se extiende a múltiples campos de la ingeniería y la física, donde el estudio de los flujos de fluidos es relevante.

En relación a la tesis, es necesario considerar esta magnitud adimensional al diseñar las aletas longitudinales en función del diámetro hidráulico. La ecuación correspondiente expresa la relación entre el fluido dentro de la aleta y su diámetro hidráulico.

La comprensión de esta ecuación y su aplicación adecuada permitirá optimizar el diseño de las aletas y garantizar una transferencia de calor eficiente en el sistema de calefacción solar propuesto. “Además, el análisis de esta magnitud adimensional ayudará a identificar si el flujo de fluido en las aletas es laminar o turbulento, lo que influirá en el rendimiento y eficiencia del calefactor solar” (Zegarra, 2014).

La ecuación siguiente constituye para un fluido dentro de una aleta longitudinal del diámetro hidráulico y esta expresa de la siguiente manera.

$$Re_{Dh} = \frac{\delta * u_a * D_h}{u}$$

$$Re_{Dh} = \frac{1,283 * 83,32 * 0,051879}{1,7 * 10^{-5}}$$

$$Re_{Dh} = 3,2622 * 10^5$$

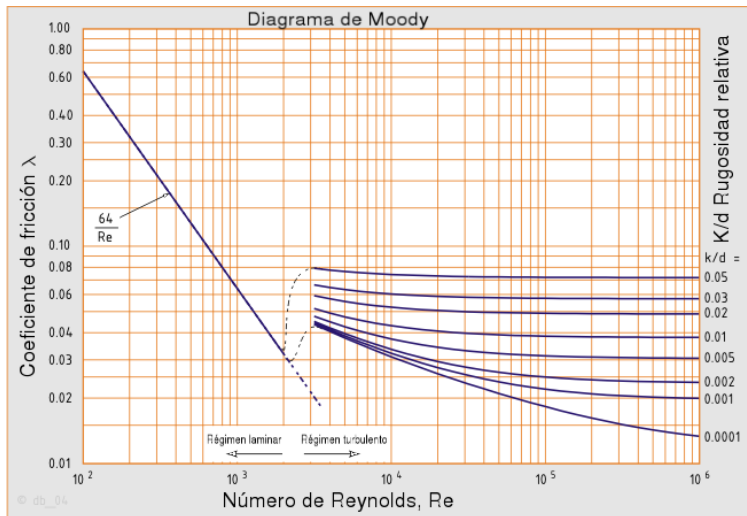


Figura 22. Diagram de Moody

Fuente: Martao, 2019.

4.1.5.6. Número de Nusselt

Al igual que el número de Reynolds, el número de Nusselt es una magnitud sin dimensiones que señala el aumento en la transferencia de calor en la superficie de las aletas longitudinales en relación con el diámetro hidráulico. Según Rondan et al. (2016), el número de Nusselt se puede calcular utilizando la siguiente ecuación.

La magnitud adimensional conocida como número de Nusselt proporciona información crucial sobre la eficiencia de transferencia de calor en las aletas longitudinales. Su cálculo permite evaluar cómo la transferencia de calor se ve afectada por la geometría y las características del fluido en el sistema.

La ecuación correspondiente al número de Nusselt es fundamental para determinar y optimizar la transferencia de calor en el diseño de las aletas. Al comprender y aplicar esta ecuación de manera adecuada, es posible evaluar la eficiencia térmica del sistema de calefacción solar propuesto y realizar ajustes necesarios para mejorar su rendimiento.

El número de Nusselt, junto con otras variables y parámetros relevantes, contribuye a un análisis completo y detallado de la transferencia de calor en las aletas longitudinales. Su cálculo permite obtener una medida cuantitativa de la eficiencia de transferencia de calor y evaluar el impacto de diferentes factores en el proceso.

En resumen, el número de Nusselt es una magnitud adimensional que proporciona información valiosa sobre la transferencia de calor en las aletas longitudinales. Su cálculo se basa en la ecuación correspondiente, que permite evaluar y optimizar la eficiencia térmica del sistema. “Su aplicación adecuada contribuye a un diseño más efectivo y eficiente de los calefactores solares” (Rondan et al., 2016)

Por lo que.

$$Nu_{Dh} = 0,023 * Re_{Dh}^{0,8} * Pr^n$$

Donde:

Nu_{Dh} : Número de Nusselt del diámetro hidráulico

Re_{Dh} : Numero de Reynolds del diámetro hidráulico

Pr^n : Número de Prandtl, $n = 0,4$ para el calentamiento del aire.

El número de Prandtl para el aire de ingreso 286 K, según tabla es: 0,708 por lo que se obtendrá:

$$Nu_{Dh} = 0,023 * (3,26 * 10^5)^{0,8} * 0,708^{0,4}$$

$$Nu_{Dh} = 516,86$$

4.1.5.7. Coeficiente de convección para las aletas longitudinales.

El coeficiente de convección para el propósito de este trabajo estará en función de las magnitudes antes calculadas expresado en la siguiente ecuación.

$$\bar{h} = \frac{k * Nu_{Dh}}{D_h}$$

Donde:

\bar{h} : Coeficiente de convección a cada canal

D_h : Diámetro hidráulico para la sección concéntrica de las aletas longitudinales.

k : Conductividad térmica del aire

$$\bar{h} = \frac{0,00247 * 516,86}{0,051879}$$

$$\bar{h} = 24,6 \frac{W}{m^2K}$$

4.1.5.8. Cálculo de la eficiencia del arreglo

$$m = \left(\frac{\bar{h}P}{kA} \right)^{0,5}$$

Donde:

\bar{h} : Coeficiente de convección a cada canal.

P: Perímetro de la aleta lateral.

A: Área lateral de la aleta.

k : conductividad térmica del cobre.

$$m = \left(\frac{24,6 * 0,202}{399 * 0,1} \right)^{0,5}$$

$$m = 15,745 m^{-1}$$

$$mR = m(r_3 - r_2)$$

$$mR = 15,745 * (0,09 - 0,008)$$

$$mR = 1,2915$$

Por consiguiente, se utiliza la ecuación de eficiencia de las aletas mencionada previamente.

$$n_f = \frac{\tanh m(r_3 - r_2)}{m(r_3 - r_2)}$$

$$n_f = \frac{\tanh(0,082)}{0,082}$$

$$n_f = 0,6656$$

Con el valor de la eficiencia de la aleta pasaremos a calcular la eficiencia del arreglo

$$n_o = 1 - \frac{N * A_f(1 - n_f)}{A_t}$$

$$n_o = 1 - \frac{20 * 0,082 * (1 - 0,6656)}{0,168}$$

$$n_o = 0,674$$

4.1.5.9. Resistencia térmica asociada con cada uno de los arreglos

Para el cálculo de la resistencia está gobernada por la siguiente ecuación.

$$R = n_o * \bar{h} * A_t$$

$$R = (0,674 * 24,608 * 0,168)^{-1}$$

$$R = 0,359 \frac{K}{W}$$

4.1.5.10. Temperatura de salida primer cálculo

$$T_{m,o} = T_s - (T_s - T_{m,i})e^{-\left(\frac{1}{\dot{m} * C_p * R}\right)}$$

Donde:

$T_{m,o}$: Temperatura de salida.

T_s : Temperatura extrema del condensador.

$T_{m,i}$: Temperatura del aire de ingreso.

\dot{m} : Flujo másico.

C_p : Calor específico del aire a 295 K.

$$T_{m,o} = T_s - (T_s - T_{m,i})e^{-\left(\frac{1}{\dot{m} * C_p * R}\right)}$$

$$T_{m,o} = 353,15 - (353,15 - 286,65)e^{-\left(\frac{1}{0,134 * 1008,90 * 0,359}\right)}$$

$$T_{m,o} = 286,72 \text{ K}$$

Con este valor, nos aproximamos a una temperatura de 298,15 K, la cual requiere un recalentamiento para alcanzarla. Por lo tanto, se deben realizar nuevos cálculos y considerar ajustes en el diseño con el objetivo de lograr la temperatura deseada en el sistema.

4.1.5.11. Temperatura de salida segundo Cálculo

Tabla 7

Parámetros iniciales para el diseño, segundo cálculo 293,055 K

Parámetro	Datos	Unidades
Temperatura extrema del condensador (Ts)	353,15	K
Temperatura del aire de ingreso (Tm,i)	286,72	K
Temperatura del aire de media (Tm)	323,28	K

En la siguiente tabla se tendrá algunas propiedades con respecto al aire, el cual es el gas con el cual se trabajará dentro del intercambiador de calor por convección forzada.

Tabla 8*Propiedades del aire a 286,72 K*

Parámetro	Datos	Unidades
calor específico del aire (Cp)	1006,86	$\frac{J}{kg K}$
Viscosidad dinámica(μ)	181.13×10^{-7}	$\frac{N s}{m^2}$
conductividad térmica (k)	2.574	$\frac{W}{mK}$
densidad (δ)	1,1938	$\frac{kg}{m^3}$

Utilizando los valores iniciales para una temperatura de 299,50 K, se realizarán los cálculos correspondientes para obtener los nuevos valores, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 9*cálculo para el segundo calentamiento del aire*

Parámetro	Valor
Flujo másico	$6,28 \cdot 10^{-2} \frac{kg}{s}$
Número de Reynolds	$3,04 \cdot 10^5$
Número de Nusselt	487,97
Coeficiente de convección para las aletas longitudinales	$2323,82 \frac{W}{m^2 K}$
Eficiencia del arreglo	$0,0252 \cdot 10^{-1}$
Resistencia térmica	$3,811 \cdot 10^{-3} \frac{K}{W}$
Temperatura de salida	298,97 K

Se obtuvo 298,97 K sobre pasando a la temperatura objetivo que es de 298,15 K o 25°C , la cual es la temperatura regulada que permite el confort térmico y esta se regula mediante la convección forzada puesto que a mayor flujo de aire menor será la temperatura y viceversa.

4.1.6. Control de temperatura

Para verificar la temperatura en el sistema, se utilizan sensores de temperatura tipo termistor NTC 10K, conectados mediante un divisor de voltaje que incluye una resistencia de 10K en serie. La medición de temperatura se lleva a cabo utilizando un termistor ubicado dentro del tubo circular después del arreglo de aletas. La señal resultante se mide en el pin A0 de la entrada analógica del Arduino R3.

Para visualizar la temperatura, se emplea una pantalla LCD 2x16. El objetivo es mantener la temperatura en 76 °C o 349 K. En caso de que la temperatura se desvíe de este valor, se ajustará la velocidad del compresor o ventilador correspondiente para mantener la temperatura indicada.

El uso de los sensores de temperatura y el control de la temperatura mediante un sistema de compresor o ventilador son componentes importantes en el diseño de un sistema de calefacción solar eficiente. La monitorización y regulación de la temperatura aseguran el confort térmico en las viviendas de la región de Tacna.

El termistor NTC 10K es un dispositivo sensible a los cambios de temperatura y su resistencia varía en función de la temperatura. Al conectarlo en un divisor de voltaje con una resistencia de 10K, se puede obtener una señal proporcional a la temperatura que se mide y se envía al Arduino R3 para su procesamiento.

El Arduino R3 es una placa de desarrollo programable que permite la lectura de señales analógicas y digitales. En este caso, se utiliza para leer la señal de temperatura proveniente del termistor y controlar el compresor o ventilador en función de la temperatura medida. La pantalla LCD 2x16 muestra la temperatura actual y proporciona una interfaz visual para el monitoreo del sistema.

El objetivo de mantener la temperatura en 25 °C o 349 K se establece como un punto de referencia para el confort en las viviendas. Si la temperatura se desvía de este valor, se ajusta la velocidad del compresor o ventilador para aumentar o disminuir la transferencia de calor y mantener la temperatura deseada.

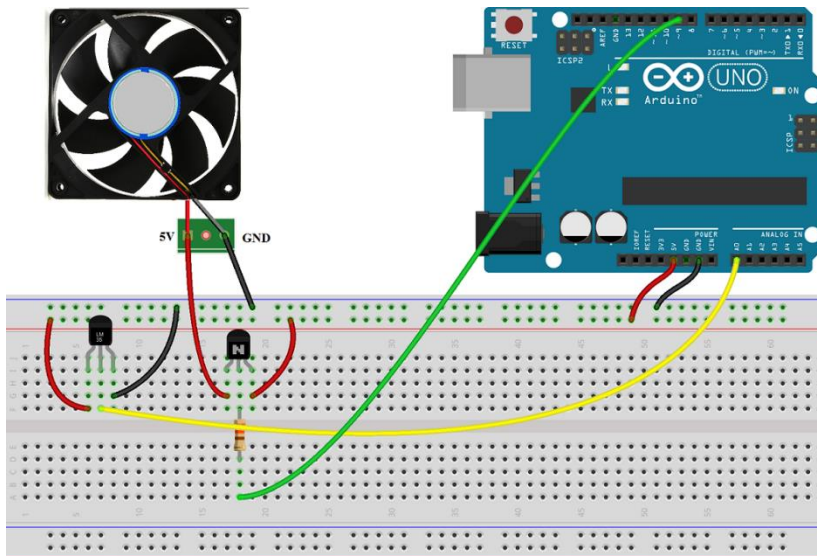
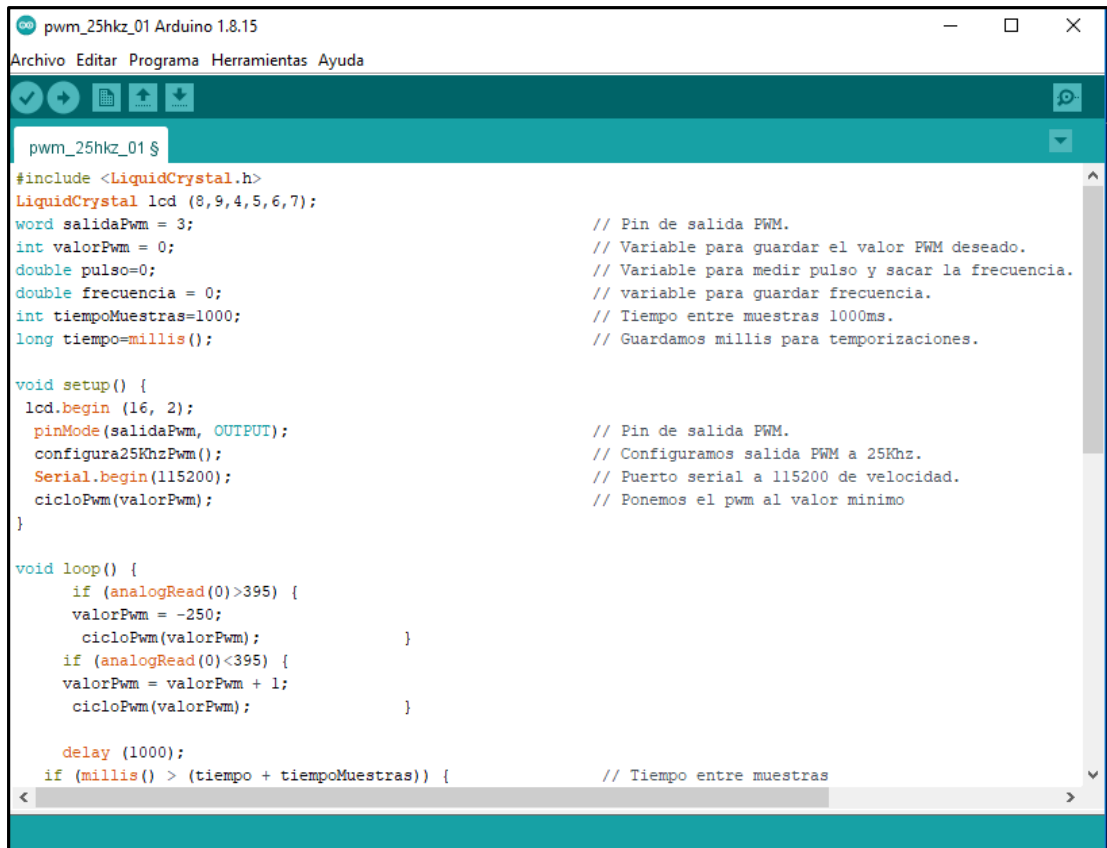


Figura 23. Sistema de control de temperatura por convección forzada controlada

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra los componentes esenciales para el control de temperatura por medio de la convección forzada, el código del programa se muestra en la siguiente figura.



```
pwm_25hz_01 Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

pwm_25hz_01 $
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd (8,9,4,5,6,7);
word salidaPwm = 3; // Pin de salida PWM.
int valorPwm = 0; // Variable para guardar el valor PWM deseado.
double pulso=0; // Variable para medir pulso y sacar la frecuencia.
double frecuencia = 0; // variable para guardar frecuencia.
int tiempoMuestras=1000; // Tiempo entre muestras 1000ms.
long tiempo=millis(); // Guardamos millis para temporizaciones.

void setup() {
  lcd.begin (16, 2);
  pinMode(salidaPwm, OUTPUT); // Pin de salida PWM.
  configura25KhzPwm(); // Configuramos salida PWM a 25Khz.
  Serial.begin(115200); // Puerto serial a 115200 de velocidad.
  cicloPwm(valorPwm); // Ponemos el pwm al valor minimo
}

void loop() {
  if (analogRead(0)>395) {
    valorPwm = -250;
    cicloPwm(valorPwm);
  }
  if (analogRead(0)<395) {
    valorPwm = valorPwm + 1;
    cicloPwm(valorPwm);
  }

  delay (1000);
  if (millis() > (tiempo + tiempoMuestras)) { // Tiempo entre muestras
```

Figura 24. Código de programación en Arduino IDE_1

Fuente: Elaboración propia.



```
pwm_25khz_01 Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
pwm_25khz_01 $
    delay (1000);
    if (millis() > (tiempo + tiempoMuestras)) {           // Tiempo entre muestras
        medirRPM();                                       // Mide RPM.
        tiempo=millis();                                  // resetea la variable tiempo para nueva temporizac
    }

    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print(analogRead(0));

    lcd.print(" ");

    lcd.print((frecuencia*60)/2);
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print(analogRead(2));
    lcd.print(" ");
    lcd.print(valorPwm);
}

void configura25KhzPwm() {
    TCCR2A = 0x23;           // COM2B1, WGM21, WGM20
    TCCR2B = 0x0A;           // Ajustar el pre escaler. WGM21, Prescaler = /8
    OCR2A = 79;              // Ajusta la velocidad del pulso. No cambiar este val
    OCR2B = 0;               // Ciclo de trabajo para el pin 3 (ajustable entre 0
}

void cicloPwm(byte ocrb) {
    OCR2B = ocrb;           // PWM Width (duty)
}

void medirRPM() {
    pulso=pulseIn(2,HIGH);  // Medimos ancho de ppulso. Mas ancho, menos rpm.
    frecuencia=1000000/(2*pulso); // Segun ancho pulso calculamos freceuncia.
}
```

Figura 25. Código de programación en Arduino IDE_2

Fuente: Elaboración propia.

En las dos figuras anteriores se muestran los códigos de programación los cuales ambas son corresponden a todas las líneas de programación, pudiendo controlar la frecuencia del ventilador mediante la condicional para que aumente su velocidad o disminuya si esta difiere a 25 °C, esta programación nos permite controlar la temperatura del aire de salida que se intercambiara con la temperatura del ambiente.

4.1.6.1. Costos del diseño del calefactor

Los costos para la tesis presente ascienden hasta los 4850 soles, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 10*Lista de costos*

Recursos materiales	Cantidad	Descripción	Precio	
			unitario	total (S/.)
	1	Arduino Uno R3.	50	50
	3	Sensores de temperatura.	15	45
	1	Ventilador	200	200
Materiales e instrumentos electrónicos para el diseño de un secador solar.	15	Tubos de PVC	45	675
	2	Tubos de vacío	300	600
	1	Filtro de aire	100	100
	3	Sellador	20	60
	10	Accesorio de fijación	15	150
	10	Tubos de acople	10	100
	1	Computadora	1500	1500
	1	MS Office	100	100
	1	SolidWorks	250	250

12	Sellador	10	120
		Total	3950

4.1.6.2. Prototipo del sistema de secado

La forma de dar cumplimiento al sistema a continuación se presenta

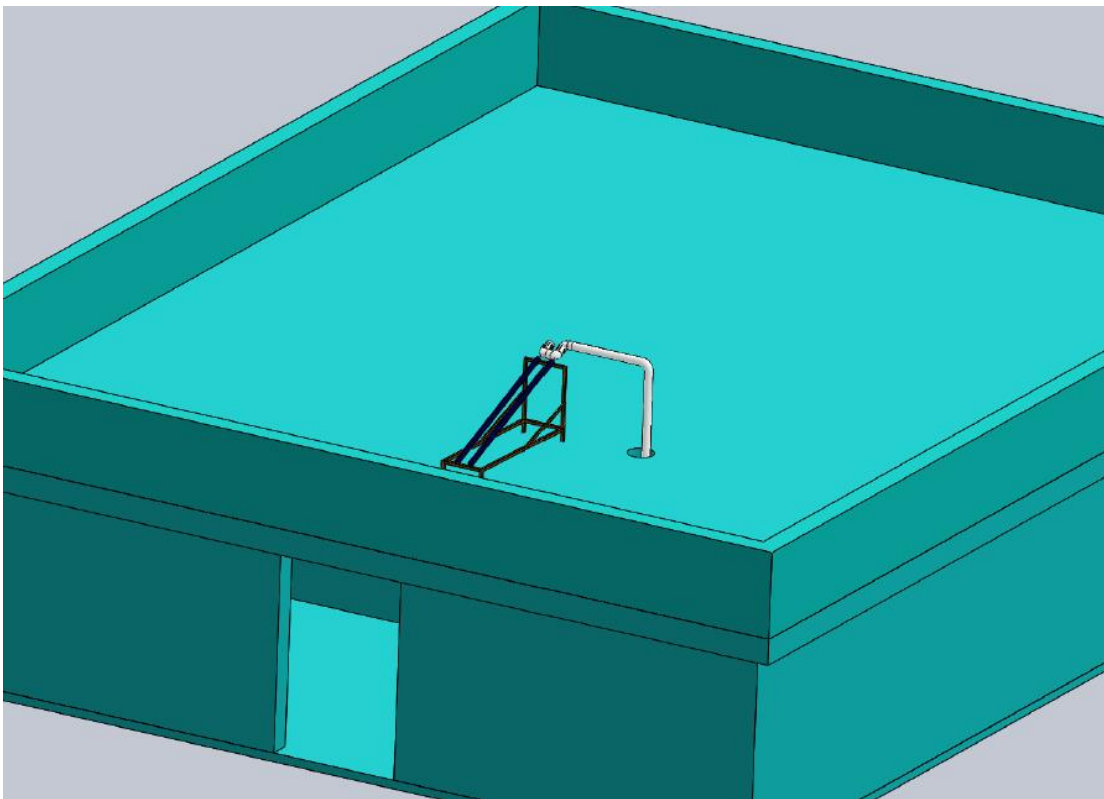


Figura 26. Calefactor solar para una habitación

4.1.6.3. Presupuesto de costos del diseño de un calefactor solar

En el siguiente cuadro se aprecia los costos para poder implementar el proyecto de calefactor solar.

Tabla 11.

Lista de costo de materiales para la implementación del diseño del confort térmico.

Recursos materiales	Cantidad	Descripción	Precio	
			unitario	total (S/.)
	1	Arduino Uno R3.	50	50
	3	Sensores de temperatura.	15	45
	1	Compresor de aire	200	200
Materiales e	15	Tubos de PVC	45	675
instrumentos	5	Tubos de vacío	300	1500
electrónicos para el	1	Filtro de aire	100	100
diseño de un secador	3	Sellador	20	60
solar.	10	Accesorio de fijación	15	150
	10	Tubos de acople	10	100
	1	Computadora	1500	1500
	1	MS Office	100	100
	1	SolidWorks	250	250

12	Sellador	10	120
		Total	4850

4.1.6.4. Evaluación social

Según la ley general del ambiente (Ley 28611) y su respectivo reglamento general en el artículo 20, inciso f, hace mención sobre el desarrollo de las tecnologías limpias y la responsabilidad social, esta estrategia se enfoca en la satisfacción de las necesidades primarias en los grupos vulnerados de la región, se promueve el aumento de que sea autosostenible y el uso del calefactor que se diseñó permite que se sostenga en el tiempo y está considerado energía limpia o energía renovable (artículo 3, ley 26821), dando uso de este recurso natural energético renovable, permite que las personas puedan tener una mejor calidad de vida en las épocas de invierno.

El presente diseño no solo puede ser utilizado para un domicilio familiar, también puede ser utilizado en los albergues permitiendo que el proyecto tenga alcance a los grupos más vulnerables teniendo un confort térmico equitativo de los que tienen y los que no tienen suficientes medios económico y así enfrentar el invierno en la localidad de Tacna.

4.1.6.5. Clasificación de tecnologías solares

En la actualidad existe tres tipos de tecnología de aprovechamiento solar estas son:

La energía solar fotovoltaica: los cuales aprovechando la radiación solar y el efecto fotoeléctrico postulada por Albert Einstein, se han desarrollado paneles solares los cuales inciden sobre una superficie semiconductor alterando los electrones libres y de esta manera consiguiendo un flujo eléctrico.

La energía solar térmica: La energía térmica esta empleada para reemplazar el calor utilizado generalmente con fuentes convencionales como la acción de quema de combustibles. La radiación solar no solo tiene una naturaleza electromagnética también está compuesto por fotones y estos se trasladan en forma de paquetes y justamente permitiendo que cuando tenga contacto con un material este puede ser absorbido en forma de calor, este tipo de tecnología permite poder emplear el calor o de esta también generar energía eléctrica, así como las centrales de torres, colectores para calentar agua o en nuestro caso calentar aire.

4.2. DISCUSIÓN

Con respecto a Claret y Morales (2008), que bajo la experiencia en viviendas del campo que son naturalmente ventiladas, la cual consiguió obtener un confort térmico con una velocidad del viento de 0,4 m/s. En el presente trabajo se realizó el diseño para un confort térmico en la que la velocidad del viento es de 83,32 m/s y un caudal de 0,53 m³/s, por el cual es para un recinto de estudio en donde se requiere confort térmico para el mejor rendimiento de los estudios o trabajos académico, está diseñada para un grupo de cuatro personas puesto que se requiere un flujo de aire mínimo por persona.

En referencia a Yucra y Tumi (2021), quien realizó una investigación titulada “eficiencia del confort térmico proporcionado por la estufa ecológica de alto rendimiento en viviendas de la comunidad de Tumaruma del distrito y provincia Lampa, región Puno-2018”, quien realizó el estudio sobre la eficiencia de una estufa que varía en una temperatura de 15°C a 25 °C, frente a esta investigación se realizó nuestro diseño tomando la temperatura mínima a alcanzar de 25 °C del aire, conociendo que el aire oscila entre 13 °C en el mes de julio, el cual es el más frío y que tiene que ser un día soleado.

Según la descripción de Wieser et al. (2021) en el artículo científico titulado “Estrategias bioclimáticas para clima frío tropical de altura. Validación de prototipo de vivienda. Puno, Perú” (p. 1). La cual concluyo que es necesario un aislamiento para el mejor aprovechamiento solar. Frente a este artículo científico en nuestro diseño se utilizó tubos de vacío los cuales están envueltos por un vacío en donde evita la perdida de energía calorífica por conducción y convección se utilizó 2 tubos de vacíos.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño de un calefactor solar utilizando dos tubos de vacío, un intercambiador de calor mediante superficies extendidas longitudinales y el diámetro de la tubería de 9 cm para el caudal de 0,53 m³/s.
2. Se utilizó dos tubos de vacío que modifica a la temperatura de 15 a 25 °C desde las 7 am hasta 5 pm calculado para el mes de julio, el mes más frío para la región de Tacna.
3. Se diseñó un intercambiador de calor mediante el uso de aletas longitudinales el cual tiene una eficiencia de 67,4 % en función del diámetro de la tubería recomendada, se utilizó 20 aletas y una extensión de 10 cm de condensador del tubo de vacío.
4. Se diseñó la programación para que el ventilador se controlado mediante su frecuencia de movimiento para que tenga el caudal de 0,53 m³/s, lo cual es indispensable para el diseño y también un sensor de temperatura (termistor NTC)

para que no exceda los 25 °C y salga del confort térmico en el recinto en donde se requiere una temperatura adecuado para aumentar la concentración de la persona.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la posición de los tubos de vacío tenga una inclinación de 25° con respecto a la superficie plana.

Se recomienda utilizar sellos herméticos en las conexiones de las tuberías y el armado del mecanismo, así también el aislamiento de las tuberías.

Se recomienda utilizar una fuente de 12 para el ventilador y para el controlador electrónico “Arduino Uno R3” una fuente de 5V para el funcionamiento correcto del dispositivo electrónico.

Utilizar guantes para manipular los tubos vacíos puesto que el condensador puede calentar hasta $150\text{ }^\circ\text{C}$ en días de alta radiación.

Se recomienda aislar el sistema de tubería de transporte del aire caliente para que exista menores pérdidas de calor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. (2015). *Transferencia de calor superficies extendidas*.
https://es.slideshare.net/carlos_albert_pd/transferencia-de-calor-superficies-extendidas-aletas
- Aldana, E. R. (2016). Aplicación de sistemas bioclimáticos en la vivienda rural en el caserío de Solabaya - distrito de Ilabaya [Universidad Privada de Tacna]. In *Revista de la Universidad*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/235>
- Alejandro Nieto, S. N., & Gonzales Aparco, B. W. (2021). *Revestimiento de muros con paneles de corcho para mejorar el confort térmico de las viviendas unifamiliares de adobe en el poblado de Manchaybamba - Pacucha*.
- Alfelectric. (2017). *Diseño e ingeniería*. <https://www.alfelectric.es/disenio-e-ingenieria/>
- Alicat. (2021). *¿Qué son el flujo de masa y el flujo volumétrico?* .
<https://www.alicat.com/spanish/que-son-el-flujo-de-masa-y-el-flujo-volumetrico/>
- Alonso, J. (2015). *Energía solar térmica | Funcionamiento, ventajas y desventajas*.
<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-solar-termica/>

Alva Davila, F. (2009). *Diseño de elementos de máquinas i* (B. Marticorena (ed.); SEGUNDA). Consejo Nacional de ciencias y Tecnología.

Bergman, T. L., & Incropera, F. P. (Eds.). (2002). *Fundamentals of heat and mass transfer* (7th ed). Wiley.

Castillo, M. (2015). *Agencia de Sostenibilidad Energética*.
<https://www.agenciase.org/contacto/>

Cengel, Y. (2013). Transferencia de calor y masa. In P. E. Roig Vázquez & A. L. Delgado Rodríguez (Eds.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Tercera ed, Vol. 53, Issue 9). McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Claret, G., & Morales, B. (2008). Confort térmico en el trópico húmedo: experiencias de campo en viviendas naturalmente ventiladas. *Ambiente Construído*, 3(2), 47–55.

Coluccio, E. (2021). *Transferencia de Calor - Concepto, tipos, aislantes y medidas*.
<https://concepto.de/transferencia-de-calor/>

CONSTRUMATICA. (2021). *Confort Térmico*.
https://www.construmatica.com/construpedia/Confort_Térmico

Daneri, A., Díaz, A., & Zanovello, M. (2012). Sistema de calefacción solar de aire. In *Buenos Aires*.

Domancic, P. (2008). *Diseño de un sistema de calefacción solar para un edificio público* [Universidad de Chile Facultad]. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103169/domancic_p.pdf?sequence=3&isAllowed=y

EDESUR. (2020). *¿Cuál es el calefactor eléctrico más eficiente y económico?* - *Edesur*. <https://www.edesur.com.ar/novedades/calefactor-electrico-mas-eficiente-por-consumo/>

Energía, N. (2018, September 25). *Combustibles fósiles, ¿qué son y qué tipos existen?* / *Nabalia Energía*. <https://nabaliaenergia.com/combustibles-fosiles-que-son-y-tipos/>

Ezpinoza, M. (2016). *Prodex es ahorro energético para el beneficio de nuestro planeta*. <https://docplayer.es/340948-Prodex-es-ahorro-energetico-para-el-beneficio-de-nuestro-planeta.html>

Fernández, M. (2020). *Aerodinámica*. <https://www.aerodinamicaf1.com/2020/10/que-es-el-numero-de-reynolds/>

Gill, R. S., Singh, S., & Singh, P. P. (2012). Low cost solar air heater. *Energy*

Conversion and Management, 57, 131–142.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2011.12.019>

Hassan, H., Abo-Elfadl, S., & El-Dosoky, M. F. (2020). An experimental investigation of the performance of new design of solar air heater (tubular). *Renewable Energy*, 151, 1055–1066. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.11.112>

Incropera, F., & Witt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor* (I. John Wiley & Sons (Ed.); en español). Prentice Hall.

İscar. (2018). *Ingeniería mecánica con SketchUp*.
<https://iscarnet.com/2016/09/ingenieria-mecanica-sketchup/>

Jacobo, C. (2018). *Diseño y cálculo de un intercambiador de calor*. Universidad de cantabria.

Jia, B., Liu, F., & Wang, D. (2019). Experimental study on the performance of spiral solar air heater. *Solar Energy*, 182(February), 16–21.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.033>

Kurtbas, I., & Durmuş, A. (2004). Efficiency and exergy analysis of a new solar air heater. *Renewable Energy*, 29(9), 1489–1501.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.01.006>

- Luoman. (2019). *Paredes Planas de Capas Múltiples*.
<http://aprendiendoingenieriaquimica.blogspot.com/2016/01/paredes-planas-de-capaz-multiples.html>
- Márquez, S., Godos, R., & Nolasco, J. (2020). *Planos arquitectónicos*.
<https://lumen.uv.mx/recursoseducativos/PlanosArquitectonicos/index.html>
- Martao. (2019). *Transmisión por cadena*.
<https://sites.google.com/site/martaomecanis/mecanismos-de-transmision-circular/transmision-por-cadena>
- Molina, J. (2015). *Confort Térmico*.
<http://alternativarenovable.blogspot.com/2016/12/confort-termico.html>
- Motoya, O., & San Juan, G. (2018). *Calidad ambiental de las aulas de colegios en el trópico: evaluación subjetiva y objetiva del confort térmico, visual y sonoro* (Vol. 6).
- Natarajan, E., & Sathish, R. (2009). Role of nanofluids in solar water heater. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 3–7.
<https://doi.org/10.1007/s00170-008-1876-8>
- Pacheco Luján, W. (2014). Colector parabólico compuesto para therma solar. *Industrial Data*, 9(2), 007. <https://doi.org/10.15381/idata.v9i2.5860>

- Presa, A. (2017). *Blog de Energías Renovables*. <https://www.aprean.com/#sobre-mi>
- Rondan, I. K., Rebaza, R. E., Risco, F. J., & German, C. A. (2016). *Determinación de la eficiencia de un tubo de vacío de baja presión y alta presión de un colector solar*.
- Rpayan, R. (2014). *Introducción a la convección*. <https://slideplayer.es/slide/3883978/>
- Sernac. (2019). *Recomendaciones para la compra y el uso de calefactores*. <https://www.sernac.cl/portal/619/w3-article-56763.html>
- Soomro, S. H., Santosh, R., Bak, C. U., Kim, W. S., & Kim, Y. D. (2021). Humidification–dehumidification desalination system powered by simultaneous air–water solar heater. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(23), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su132313491>
- Vázquez Celis, C. F., Villajuana Cervantes, S. J., Carrillo Escalante, H. J., Fernández Rodríguez, E., & Mendoza Ac, V. E. (2018). “*Materiales para sellos hidráulicos de uso en calefactor solar*.” 193–196.
- Velasques, C. (2015). *Calor del suelo*. <https://es.slideshare.net/CharlieEfrainVelasque/calor-del-suelo>
- Ventasinfor. (2022). *Transferencia en vidrios*. <https://ventanasinfo.com/vidrio-bajo->

emisivo/

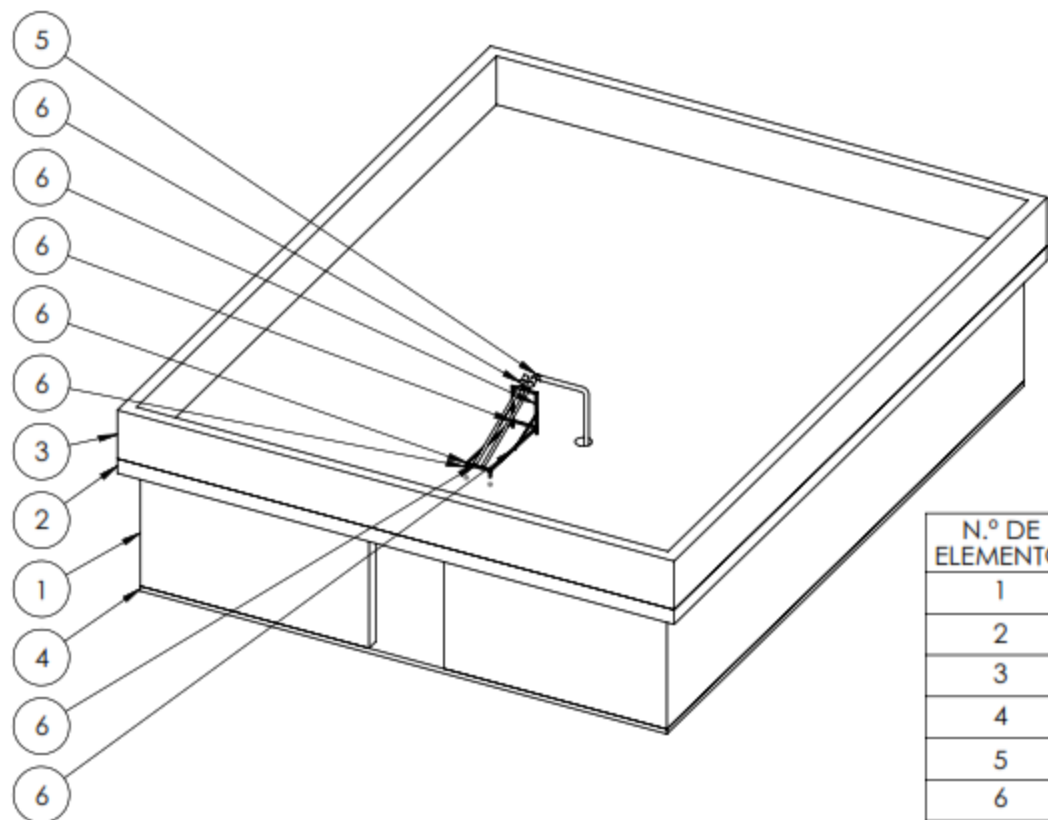
Wieser, M., Rodríguez, S., & Onnis, S. (2021). Estrategias bioclimáticas para clima frío tropical de altura. Validación de prototipo de vivienda. Puno, Perú. *Estoa*, 10(19), 9–19. <https://doi.org/10.18537/est.v010.n019.a01>

Yucra Yto, W. henry, & Tumi Gualberto, V. (2021). Eficiencia del confort térmico proporcionado por la estufa ecológica de alto rendimiento en viviendas de la comunidad de Tumaruma del distrito y provincia Lampa, región Puno-2018. In *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano.

Zegarra, G. M. (2014). Propiedades térmicas de los alimentos – balance de masa y otras variables en la industria frutícola – factores que influyen en la evaluación sensorial de los alimentos. In *Universidad San Agustín de Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

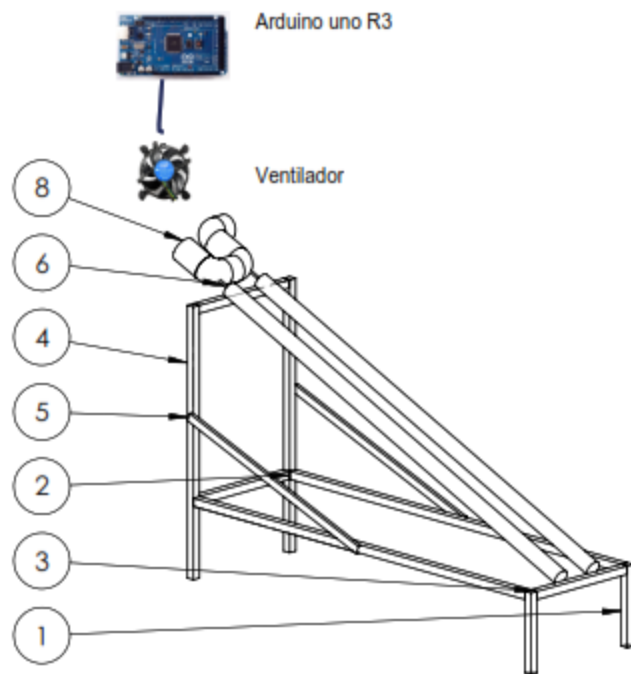
ANEXOS

Planos del diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021



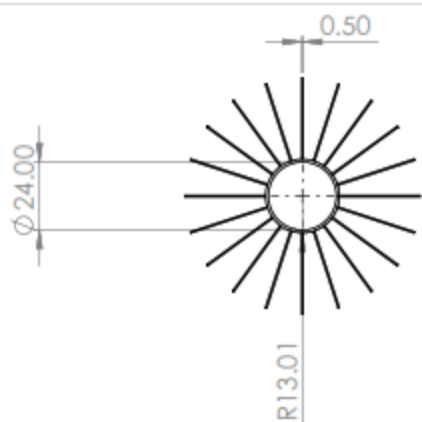
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	casa paredes	1
2	techo	1
3	prolongacion	1
4	piso	1
5	tuberia 2	1
6	Ensamblaje2	1

Robinson B.Aro Ch.	Autor	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann			
Dr. Jesús P. Medina Salas	Revisor	Diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021			
Msc. Reynaldo C. Telles Ríos	Revisor				
Dr. Williams S. Almanza Quispe	Revisor	Formato	Plano	Escala	Unidad
		A4	Conjunto	1:100	mm

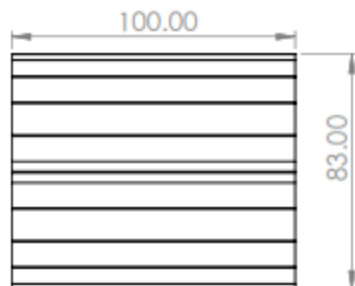


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Patas cortas colector	2
2	sujetador tubo colector inferior	2
3	sujetador tubo colector	3
4	Patas largas colector	2
5	sujetador	2
6	tubo colector solar	2
7	Aleta r80	2
8	tubo para aletas	1

Robinson B.Aro Ch.	Autor	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann			
Dr. Jesús P. Medina Salas	Revisor	Diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021			
Msc. Reynaldo C. Telles Ríos	Revisor				
Dr. Williams S. Almanza Quispe	Revisor	Formato A4	Plano Colector solar y aletas	Escala 1:20	Unidad mm

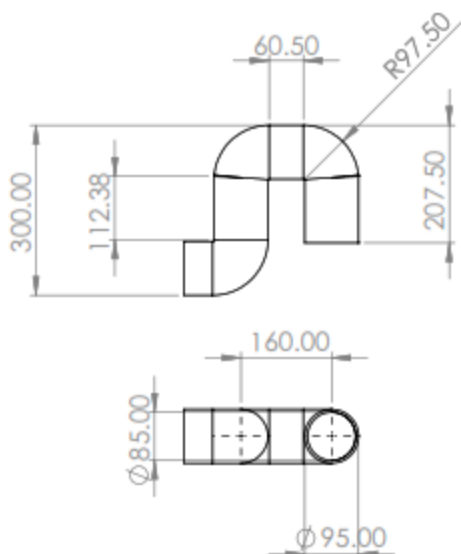


Aletas



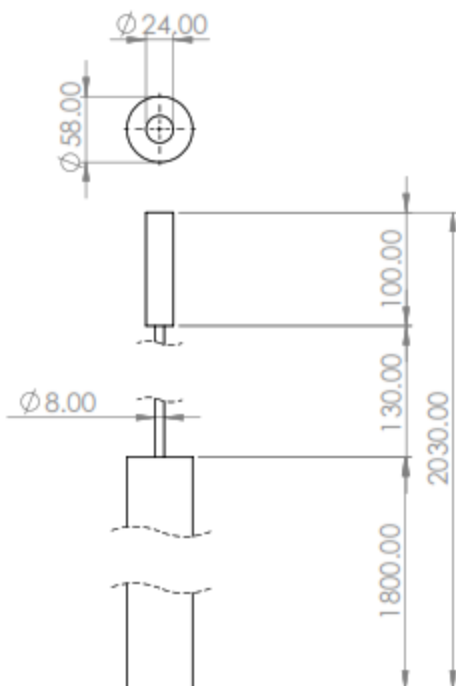
Escala: 1:2

Tubo para aletas



Escala: 1:10

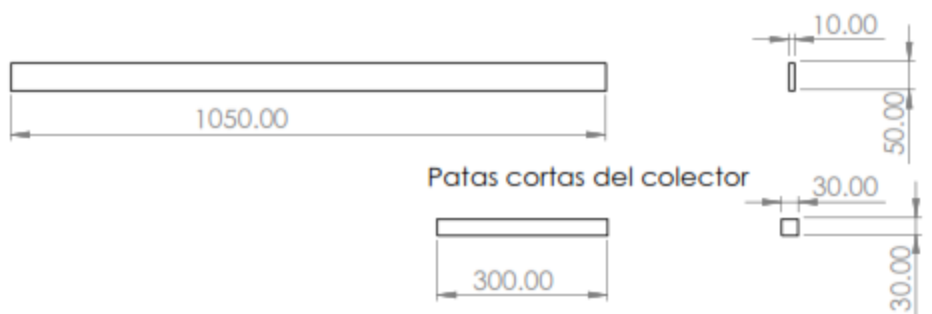
Tubo de vacio



Escala: 1:5

Robinson B.Aro Ch.	Autor	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann			
Dr. Jesús P. Medina Salas	Revisor	Diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacio con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021			
Msc. Reynaldo C. Telles Ríos	Revisor				
Dr. Williams S. Almanza Quispe	Revisor	Formato A4	Plano Aletas y tubería	Escala	Unidad mm

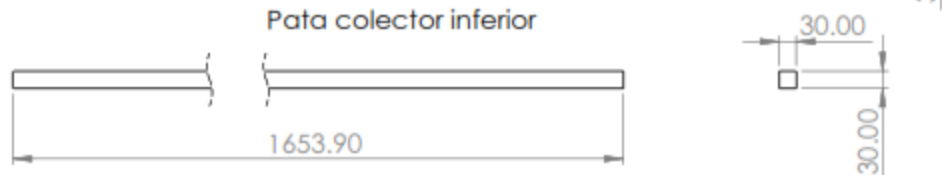
Madera sujetador colector



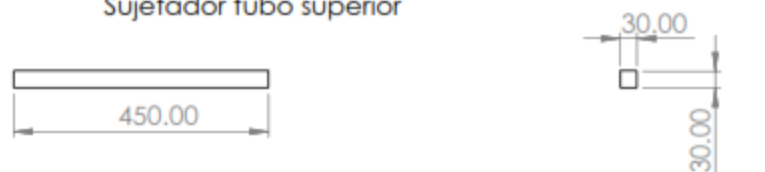
Paas largas colector



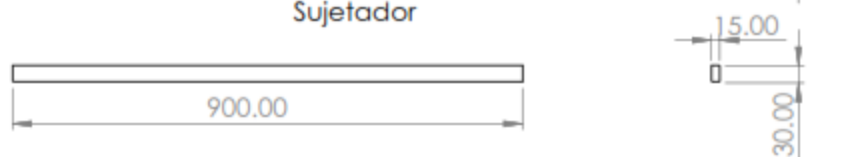
Pata colector inferior



Sujetador tubo superior



Sujetador



Robinson B.Aro Ch.	Autor	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann			
Dr. Jesús P. Medina Salas	Revisor	Diseño de un calefactor solar mediante el uso de tubos de vacío con temperatura regulada para el confort en las viviendas de la región de Tacna, en el año 2021			
Msc. Reynaldo C. Telles Ríos	Revisor				
Dr. Williams S. Almanza Quispe	Revisor	Formato A4	Plano Sujetador del colector	Escala 1:20	Unidad mm

Características técnicas del ARDUINO UNO

Arduino es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB (En los últimos modelos, aunque el original utilizaba un puerto serie) conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip.

Un arduino dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V.

También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM.

Arduino UNO tiene dos variantes, la Arduino UNO convencional y la Arduino UNO SMD. La única diferencia entre ambas es el tipo de microcontrolador que montan.

- La primera es un microcontrolador Atmega en formato DIP.
- Y la segunda dispone de un microcontrolador en formato SMD.

Nosotros nos decantaremos por la primera porque nos permite programar el chip sobre la propia placa y después integrarlo en otros montajes.



Arduino UNO con microcontrolador en formato DIP



Arduino UNO con microcontrolador en formato SMD

Entradas y salidas:

Cada uno de los 14 pines digitales se puede usar como entrada o como salida. Funcionan a 5V, cada pin puede suministrar hasta 40 mA. La intensidad máxima de entrada también es de 40 mA.

Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia de pull-up interna de entre 20K Ω y 50 K Ω que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario.

Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que trasladan las señales a un convertor analógico/digital de 10 bits.

Pines especiales de entrada y salida:

- RX y TX: Se usan para transmisiones serie de señales TTL.
- Interrupciones externas: Los pines 2 y 3 están configurados para generar una interrupción en el atmega. Las interrupciones pueden dispararse cuando se encuentra un valor bajo en estas entradas y con flancos de subida o bajada de la entrada.
- PWM: Arduino dispone de 6 salidas destinadas a la generación de señales PWM de hasta 8 bits.
- SPI: Los pines 10, 11, 12 y 13 pueden utilizarse para llevar a cabo comunicaciones SPI, que permiten trasladar información full dúplex en un entorno Maestro/Esclavo.
- I²C: Permite establecer comunicaciones a través de un bus I²C. El bus I²C es un producto de Phillips para interconexión de sistemas embebidos. Actualmente se puede encontrar una gran diversidad de dispositivos que utilizan esta interfaz, desde pantallas LCD, memorias EEPROM, sensores...

Alimentación de un Arduino

Puede alimentarse directamente a través del propio cable USB o mediante una fuente de alimentación externa, como puede ser un pequeño transformador o, por ejemplo una pila de 9V. Los límites están entre los 6 y los 12 V. Como única restricción hay que saber que si la placa se alimenta con menos de 7V, la salida del regulador de tensión a 5V puede dar menos que este voltaje y si sobrepasamos los 12V, probablemente dañaremos la placa.

La alimentación puede conectarse mediante un conector de 2,1mm con el positivo en el centro o directamente a los pines Vin y GND marcados sobre la placa.

Hay que tener en cuenta que podemos medir el voltaje presente en el jack directamente desde Vin. En el caso de que el Arduino esté siendo alimentado mediante el cable USB, ese voltaje no podrá monitorizarse desde aquí.

Resumen de características Técnicas

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Límite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica.	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

1 Features

- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/°C Scale Factor
- 0.5°C Ensured Accuracy (at 25°C)
- Rated for Full -55°C to 150°C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates From 4 V to 30 V
- Less Than 60- μ A Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air
- Non-Linearity Only $\pm 1/2^\circ$ C Typical
- Low-Impedance Output, 0.1 Ω for 1-mA Load

2 Applications

- Power Supplies
- Battery Management
- HVAC
- Appliances

3 Description

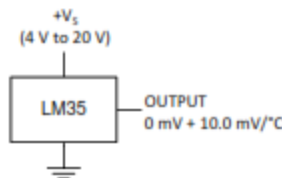
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature devices with an output voltage linearly-proportional to the Centigrade temperature. The LM35 device has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 device does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/2^\circ$ C at room temperature and $\pm 3/4^\circ$ C over a full -55°C to 150°C temperature range. Lower cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low-output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 device makes interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 device draws only 60 μ A from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 device is rated to operate over a -55°C to 150°C temperature range, while the LM35C device is rated for a -40°C to 110°C range (-10° with improved accuracy). The LM35-series devices are available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D devices are available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D device is available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.

Device Information⁽¹⁾

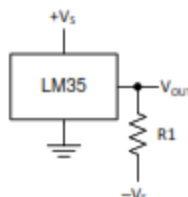
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM35	TO-CAN (3)	4.699 mm × 4.699 mm
	TO-92 (3)	4.30 mm × 4.30 mm
	SOIC (6)	4.90 mm × 3.91 mm
	TO-220 (3)	14.966 mm × 10.16 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Basic Centigrade Temperature Sensor (2°C to 150°C)



Full-Range Centigrade Temperature Sensor



Choose $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$
 $V_{\text{OUT}} = 1500 \text{ mV}$ at 150°C
 $V_{\text{OUT}} = 250 \text{ mV}$ at 25°C
 $V_{\text{OUT}} = -550 \text{ mV}$ at -55°C

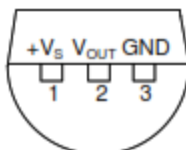
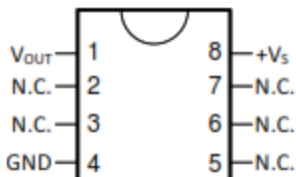


5 Pin Configuration and Functions

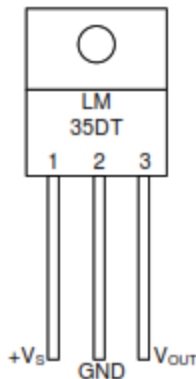
NDV Package
3-Pin TO-CAN
(Top View)


Case is connected to negative pin (GND)

Refer the second NDV003H page for reference

LP Package
3-Pin TO-92
(Bottom View)

D Package
8-PIN SOIC
(Top View)


N.C. = No connection

NEB Package
3-Pin TO-220
(Top View)


Tab is connected to the negative pin (GND).

NOTE: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP

Pin Functions

NAME	PIN				TYPE	DESCRIPTION
	TO46	TO92	TO220	SO8		
V _{OUT}	2	2	3	1	O	Temperature Sensor Analog Output
N.C.	—	—	—	2	—	No Connection
	—	—	—	3		
GND	3	3	2	4	GROUND	Device ground pin, connect to power supply negative terminal
N.C.	—	—	—	5	—	No Connection
	—	—	—	6		
	—	—	—	7		
+V _S	1	1	1	8	POWER	Positive power supply pin

DC Fan

80mm

San Ace 80



General specifications

Material	Frame, Impeller:Plastics
Life Expectancy	Varies for each model (Survival rate: 90% at 60°C, rated voltage, and continuously run in a free air state)
Motor Protection System	Current blocking function (with reverse polarity protection)
Dielectric Strength	50/60 Hz, 500VAC, 1 minute (between lead conductor and frame)
Noise Measurement Method	Measured at 1m from the air inlet
Operating Temperature Range	Varies for each model (Non-condensing)
Lead Wire	K, G, A, S, H, F, W speeds @red, @black M, L speeds @red, @black or blue
Mass	68g (15mm thick) 100g (20mm thick) 110g (25mm thick) 150g (32mm thick)

15mm thick

Specifications

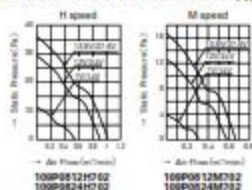
Model No.	Rated Voltage (V)	Operating Voltage Range (V)	Rated Current (A)	Rated Input (W)	Rated Speed (min ⁻¹)	Air Flow (m/min) (CFM)	Static Pressure (Pa) (inchH ₂ O)	Noise (dB (A))	Operating Temperature Range (°C)	Life Expectancy (h)
109P0812H702	12	7~13.8	0.2	2.4	3,100	0.91 32.1	29.4 0.118	31	-10 ~ +70	40,000
109P0812M702			0.09	1.08	2,000	0.57 20.1	12.6 0.051	21		60,000
109P0824H702	24	14~27.6	0.1	2.4	3,100	0.91 32.1	29.4 0.118	31		40,000
109P0824M702			0.05	1.2	2,000	0.57 20.1	12.6 0.051	21		60,000

20mm thick

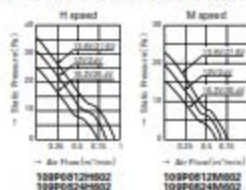
Specifications

Model No.	Rated Voltage (V)	Operating Voltage Range (V)	Rated Current (A)	Rated Input (W)	Rated Speed (min ⁻¹)	Air Flow (m/min) (CFM)	Static Pressure (Pa) (inchH ₂ O)	Noise (dB (A))	Operating Temperature Range (°C)	Life Expectancy (h)
109P0812H602	12	10.2~13.8	0.21	2.52	2,900	0.84 29.7	29.4 0.118	31	-10 ~ +70	60,000
109P0812M602			0.13	1.56	2,300	0.67 23.7	19.6 0.075	25		
109P0824H602	24	20.4~27.6	0.12	2.88	2,900	0.84 29.7	29.4 0.118	31		
109P0824M602			0.07	1.68	2,300	0.67 23.7	19.6 0.075	25		

Air Flow and Static Pressure Characteristics (15mm thick)



Air Flow and Static Pressure Characteristics (20mm thick)



25mm thick

Specifications

Model No.	Rated Voltage (V)	Operating Voltage Range (V)	Rated Current (A)	Rated Input (W)	Rated Speed (min ⁻¹)	Air Flow (m/min) (CFM)	Static Pressure (Pa) (inchH ₂ O)	Noise (dB (A))	Operating Temperature Range (°C)	Life Expectancy (h)
109R0805F402(4021)	5	4.5~5.5	0.25	1.25	2,600	0.92 32.5	28.4 0.114	26	-10 ~ +70	60,000
109R0805M402(4021)			0.17	0.95	2,350	0.83 29.3	22.5 0.090	23		
109R0812G402(4021)	12	10.8~13.2	0.37	4.44	4,500	1.50 53.0	80.4 0.323	40	-10 ~ +60	40,000
109R0812S402(4021)			0.18	2.16	3,400	1.20 42.4	48.0 0.193	34		
109R0812H402(4021)			0.13	1.56	2,900	1.03 36.4	35.3 0.142	29		
109R0812F402(4021)		6 ~ 13.8	0.11	1.32	2,600	0.92 32.5	28.4 0.114	26		
109R0812M402(4021)			0.09	1.08	2,350	0.83 29.3	22.5 0.090	23		
109R0812L402(4021)			7 ~ 13.8	0.06	0.72	1,850	0.65 23.0	14.7 0.059		
109R0824G402(4021)	24	20.4~26.4	0.20	4.80	4,500	1.50 53.0	80.4 0.323	40	-10 ~ +60	40,000
109R0824S402(4021)			0.10	2.40	3,400	1.20 42.4	48.0 0.193	34		
109R0824H402(4021)			0.07	1.68	2,900	1.03 36.4	35.3 0.142	29		
109R0824F402(4021)		12 ~ 27.6	0.06	1.44	2,600	0.92 32.5	28.4 0.114	26		
109R0824M402(4021)			0.05	1.20	2,350	0.83 29.3	22.5 0.090	23		
109R0824L402(4021)			14 ~ 27.6	0.04	0.96	1,850	0.65 23.0	14.7 0.059		
109R0848K402(4021)	48	40.8~55.2	0.10	4.80	4,600	1.56 55.1	88.4 0.355	41	-10 ~ +60	40,000
109R0848S402(4021)			0.06	2.88	3,400	1.20 42.4	48.0 0.193	34		

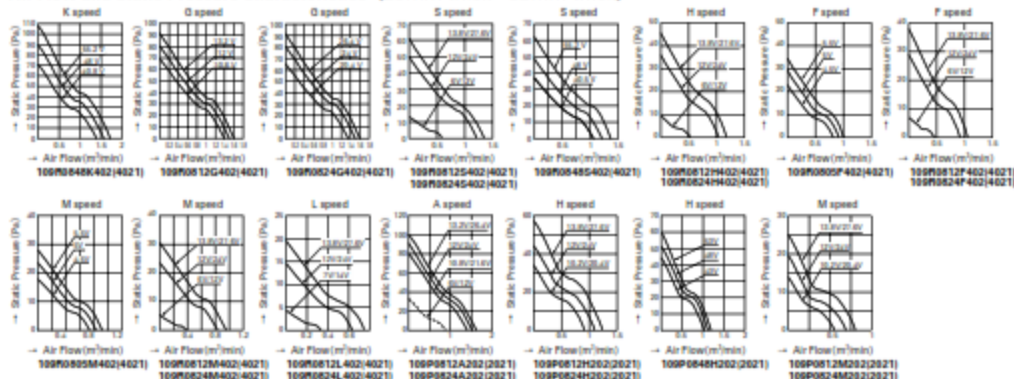
The numbers in () represent ribbon models.

32mm thick Specifications

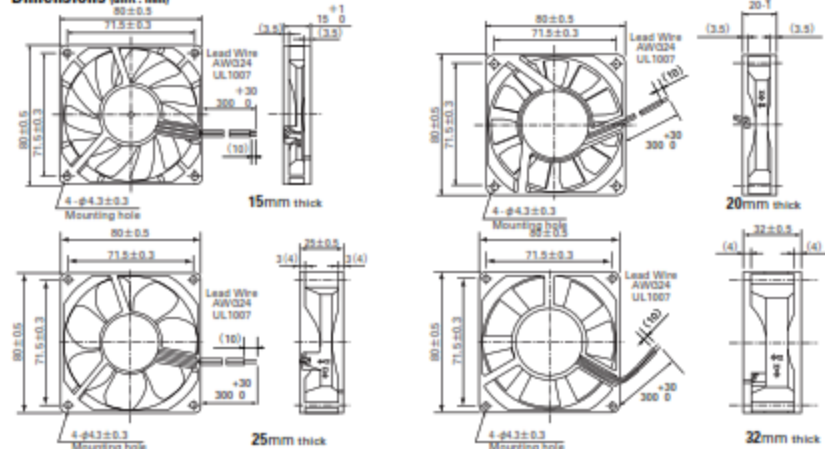
Model No.	Rated Voltage (V)	Operating Voltage Range (V)	Rated Current (A)	Rated Input (W)	Rated Speed (min ⁻¹)	Air Flow (ml/min)	Static Pressure (Pa)	Noise (dB(A))	Operating Temperature Range (°C)	Life Expectancy (h)		
109P0812A202(2021)	12	6 ~ 13.2	0.56	6.72	4,600	1.52	53.7	91.1	0.366	45	-10 ~ +55	40,000~80,000
0.16			1.92	3,150	1.05	37.1	43.1	0.173	33	-10 ~ +70	40,000	
0.07			0.84	2,000	0.65	23.0	18.5	0.074	21	-10 ~ +70	60,000	
109P0812H202(2021)	12	10.2 ~ 13.8	0.29	6.96	4,600	1.52	53.7	91.1	0.366	45	-10 ~ +60	40,000
0.09			2.16	3,150	1.05	37.1	43.1	0.173	33	-10 ~ +70	60,000	
0.04			0.96	2,000	0.65	23.0	18.6	0.075	21	-10 ~ +70	40,000	
109P0824M202(2021)	24	12 ~ 26.4	0.29	6.96	4,600	1.52	53.7	91.1	0.366	45	-10 ~ +60	40,000
0.09			2.16	3,150	1.05	37.1	43.1	0.173	33	-10 ~ +70	60,000	
109P0824H202(2021)	24	20.4 ~ 27.6	0.29	6.96	4,600	1.52	53.7	91.1	0.366	45	-10 ~ +60	40,000
0.09			2.16	3,150	1.05	37.1	43.1	0.173	33	-10 ~ +70	60,000	
109P0848H202(2021)	48	43 ~ 53	0.06	2.88	3,350	1.10	38.9	50.9	0.204	35	-10 ~ +70	40,000

The numbers in () represent ribless models.

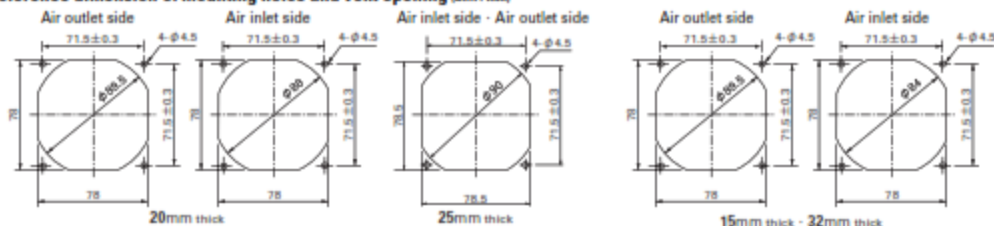
Air Flow and Static Pressure Characteristics (25mm thick · 32mm thick)



Dimensions (unit: mm)



Reference dimension of mounting holes and vent opening (unit: mm)



I2C Serial Interface 1602 LCD Module

This is I2C interface 16x2 LCD display module, a high-quality 2 line 16 character LCD module with on-board contrast control adjustment, backlight and I2C communication interface. For Arduino beginners, no more cumbersome and complex LCD driver circuit connection. The real significance advantages of this I2C Serial LCD module will simplify the circuit connection, save some I/O pins on Arduino board, simplified firmware development with widely available Arduino library.



SKU: [DSP-1182](#)

Brief Data:

- Compatible with Arduino Board or other controller board with I2C bus.
- Display Type: Negative white on Blue backlight.
- I2C Address: 0x38-0x3F (0x3F default)
- Supply voltage: 5V
- Interface: I2C to 4bits LCD data and control lines.
- Contrast Adjustment: built-in Potentiometer.
- Backlight Control: Firmware or jumper wire.
- Board Size: 80x36 mm.

Setting Up:

Hitachi's HD44780 based character LCD are very cheap and widely available, and is an essential part for any project that displays information. Using the LCD piggy-back board, desired data can be displayed on the LCD through the I2C bus. In principle, such backpacks are built around PCF8574 (from NXP) which is a general purpose bidirectional 8 bit I/O port expander that uses the I2C protocol. The PCF8574 is a silicon CMOS circuit provides general purpose remote I/O expansion (an 8-bit quasi-bidirectional) for most microcontroller families via the two-line bidirectional bus (I2C-bus). Note that most piggy-back modules are centered around PCF8574T (SO16 package of PCF8574 in DIP16 package) with a default slave address of 0x27. If your piggy-back board holds a PCF8574AT chip, then the default slave address will change to 0x3F. In short, if the piggy-back board is based on PCF8574T and the address connections (A0-A1-A2) are not bridged with solder it will have the slave address 0x27.



Address selection pads in the I2C-to-LCD piggy-back board.

Table 5. PCF8574A address map

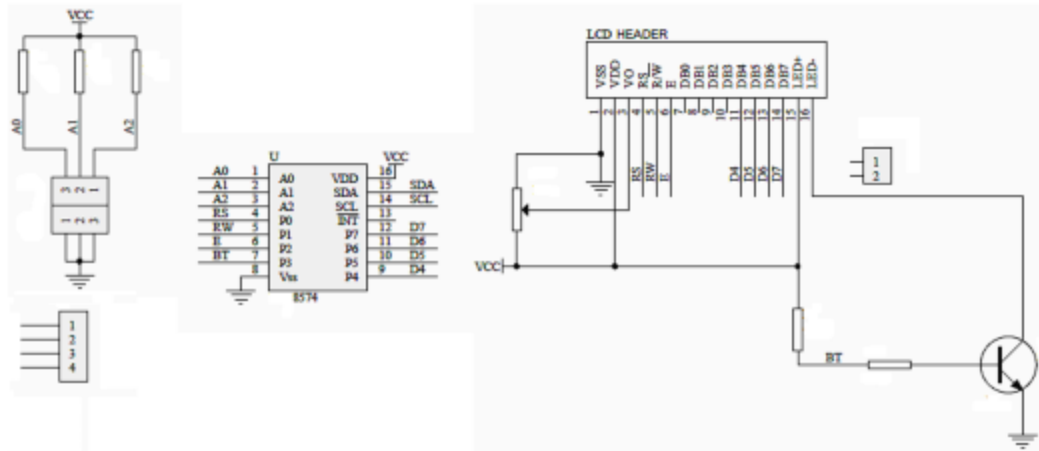
Pin connectivity			Address of PCF8574A								Address byte value		7-bit hexadecimal address without R/W
A2	A1	A0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W	Write	Read	
V _{SS}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	0	0	0	-	70h	71h	38h
V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	0	0	1	-	72h	73h	39h
V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	0	1	0	-	74h	75h	3Ah
V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	0	1	1	-	76h	77h	3Bh
V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	0	1	1	1	1	0	0	-	78h	79h	3Ch
V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	0	1	1	1	1	0	1	-	7Ah	7Bh	3Dh
V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	0	1	1	1	1	1	0	-	7Ch	7Dh	3Eh
V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	0	1	1	1	1	1	1	-	7Eh	7Fh	3Fh

Address Setting of PCD8574A (extract from PCF8574A data specs).

Note: When the pad A0~A2 is open, the pin is pull up to VDD. When the pin is solder shorted, it is pull down to VSS.

The default setting of this module is A0~A2 all open, so is pull up to VDD. The address is 3Fh in this case.

Reference circuit diagram of an Arduino-compatible LCD backpack is shown below. What follows next is information on how to use one of these inexpensive backpacks to interface with a microcontroller in ways it was exactly intended.



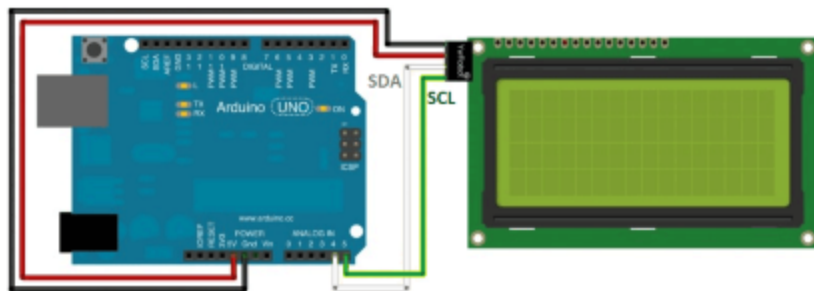
Reference circuit diagram of the I2C-to-LCD piggy-back board.

I2C LCD Display.

At first you need to solder the I2C-to-LCD piggy-back board to the 16-pins LCD module. Ensure that the I2C-to-LCD piggy-back board pins are straight and fit in the LCD module, then solder in the first pin while keeping the I2C-to-LCD piggy-back board in the same plane with the LCD module. Once you have finished the soldering work, get four jumper wires and connect the LCD module to your Arduino as per the instruction given below.



LCD display to Arduino wiring.



Descripción:

Este sistema es adecuado para cuando se requieren altas presiones y temperaturas, así como alta resistencia química.

Normas de fabricación

ASTM F 441: Para tuberías

ASTM F 439: Accesorios lisos

ASTM F 437: Accesorios roscados

ASTM F 1970: Accesorios especiales

Diseño:

Debe tenerse en cuenta los siguientes factores de reducción de presión de trabajo con incremento de la temperatura.

Temperatura °C	Factor de corrección
22,8	1,00
26,7	1,00
32,2	0,91
37,8	0,82
43,3	0,77
48,9	0,65
54,4	0,62
60,0	0,50
65,6	0,47
71,1	0,40
76,7	0,32
82,2	0,25
93,3	0,20

Tuberías


Descripción	Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Externo	Espesor	Diámetro Interno	Presión de trabajo a 23°C	Peso
		Pulgadas	mm	mm	mm	psi	kg/tubo 5,795m
Tubería	2907413	1/2"	21,34	3,73	13,88	850,00	1,90
	2907414	3/4"	26,67	3,91	18,85	690,00	2,58
	2907415	1"	33,40	4,55	24,30	630,00	3,82
	2907416	1 1/4"	42,16	4,85	32,46	520,00	5,26
	2907417	1 1/2"	48,26	5,08	38,1	470,00	6,37
	2907418	2"	60,33	5,54	49,25	400,00	8,82
	2906859	2 1/2"	73,03	7,01	59,01	420,00	13,43
	2906860	3"	88,9	7,62	73,66	370,00	17,97
	2906861	4"	114,3	8,56	97,18	320,00	26,28
	2907499	6"	168,28	10,97	146,34	280,00	50,12

Accesorios


Descripción	Referencia	Diámetro Nominal
-------------	------------	------------------

Pulgadas


Tee	2907478	1/2"
	2907479	3/4"
	2907480	1"
	2907481	1 1/4"
	2907482	1 1/2"
	2907483	2"
	2906877	2 1/2"
	2906878	3"
	2906879	4"
	2907484	6"




Codo 90°	2907464	1/2"
	2907465	3/4"
	2907466	1"
	2907467	1 1/4"
	2907468	1 1/2"
	2907469	2"
	2906871	2 1/2"
	2906872	3"
	2906873	4"
	2907470	6"




Codo 45°	2907456	1/2"
	2907457	3/4"
	2907458	1"
	2907459	1 1/4"
	2907460	1 1/2"
	2907461	2"
	2907462	2 1/2"
	2907182	3"
	2907183	4"
	2907463	6"




Unión	2907485	1/2"
	2907486	3/4"
	2907487	1"
	2907488	1 1/4"
	2907489	1 1/2"
	2907490	2"
	2906880	2 1/2"
	2906881	3"
	2906882	4"
	2907491	6"



Adaptador Hembra	2907419	1/2"
	2907420	3/4"
	2907421	1"
	2907422	1 1/4"
	2907423	1 1/2"
	2907424	2"
	2907425	2 1/2"
	2907426	3"
	2907427	4"




Brida Ajustable	2907434	1 1/2"
	2907435	2"
	2907436	2 1/2"
	2907437	3"
	2907438	4"
	2907439	6"




Descripción	Referencia	Diámetro Nominal
-------------	------------	------------------

Pulgadas


Tapón	2907471	1/2"
	2907472	3/4"
	2907473	1"
	2907474	1 1/4"
	2907475	1 1/2"
	2907476	2"
	2906874	2 1/2"
	2906875	3"
	2906876	4"
	2907477	6"




Adaptador Macho	2906862	1/2"
	2907428	3/4"
	2907429	1"
	2907430	1 1/4"
	2906863	1 1/2"
	2906864	2"
	2907431	2 1/2"
	2907432	3"
	2907433	4"



Buje	2907440	3/4x1/2"
	2906865	1x1/2"
	2907441	1x3/4"
	2907442	1 1/4x1/2"
	2907443	1 1/4x3/4"
	2907444	1 1/4x1"
	2907445	1 1/2x1/2"
	2907446	1 1/2x3/4"
	2907447	1 1/2x1"
	2907448	1 1/2x1 1/4"
	2907449	2x1/2"
	2907450	2x3/4"
	2907451	2x1"
	2907452	2x1 1/4"
	2906866	2x1 1/2"
	2906867	2 1/2x1"
	2906868	2 1/2x1 1/2"
	2907453	2 1/2x2"
	2907454	3x1"
	2907180	3x2"
2906869	3x2 1/2"	
2906870	4x2"	
2907181	4x3"	
2907455	6x4"	



Universal soldxsold	2907492	1/2"
	2907493	3/4"
	2907494	1"
	2907495	1 1/4"
	2907496	1 1/2"
	2907497	2"



Soldadura CPVC SCH 80	2907184	1/4 GI
-----------------------	---------	--------



Kit Colector Solar Térmico de al Vacío



Características

- Tubería de vacío: $\lt; \gt; 58^{\circ}$ 1800mm, revestimiento ALN-AIN-SS/Cu.
- Tubería térmica: de cobre rojo, condensador de CS>24mm de diámetrox70mm de longitud.
- Tubo colector: de cobre rojo, conexión macho de 3/4", $\text{O}>38\text{mm}$ de diámetro.
- Aleta de transferencia de calor: lámina de aluminio de forma unida.
- Carcasa y cuerpo del colector: aleación de aluminio, color plateado.
- Capa de aislamiento: lana de roca comprimida.
- Sujeción: acero inoxidable SS304-2B.
- Certificación Solar Keymark.

*El Kit incluye:

- Manifold
- Estructura montaje para techo plano / inclinado
- 30 tubos al vacío
- 30 bases plásticas

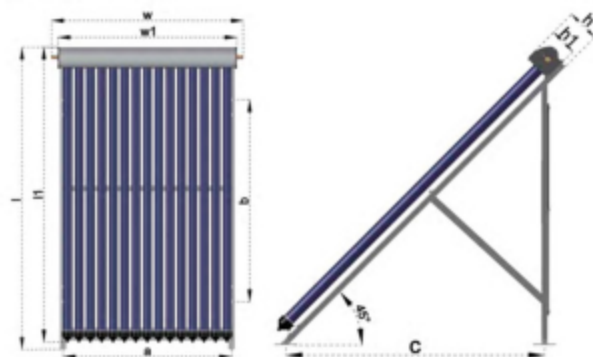
Eficiencia: 0,77



Condensador de Ø24 mm

MODELOS	TUBO DE VACÍO DIAM. (MM) / LONG. (MM)	TAMANO DE LA FIGURA (L X W X H) (MM)	TAMANO INSTALACIÓN (A X C) (MM)	PESO NETO (KG)	PRECIO DE LISTA USD
JMC-5818-30	58 X 1800	1900 X 2300 X 100	2205 X 1274	94.5	1333

Dimensiones



Ventajas del sistema de colector

• Conexión roscada:

Todos los modelos JMC: están equipados con rosca macho de 3/4", instalación sencilla, ahorro de mano de obra y conector de adaptador, evita el alto riesgo de grietas congeladas y problemas de fugas.

• Aislamiento térmico:

El material de aislamiento térmico de los modelos JMC es lana de roca comprimida (180 kg/m³ de densidad), resistente a altas temperaturas que coinciden perfectamente con la forma del tubo colector y tubos de vacío, está hecho 100% de lana mineral reciclada, no se pondrá mohoso, ni se perforará. Resistencia extrema a altas temperaturas (1000°C), buen retardante de llama.

• Tubo colector de cobre:

Tecnología de bridas exteriores para la camisa, a mayor superficie de contacto entre la camisa y el tubo colector, mayor área de intercambio de calor, durabilidad de la soldadura. El tubo colector JMC tiene un diámetro de Ø38 mm, mayor capacidad y mayor área de intercambiador de calor, por lo que tiene una mayor eficiencia.

• Base del tubo a prueba de polvo:

El colector JMC configurado con un diseño de anclaje a prueba de polvo que cubre completamente la lana de roca, reduce la pérdida de calor y mejora el rendimiento a prueba de agua.

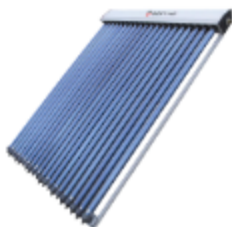
• Mayor Ganancia Térmica:

La configuración estándar del condensador JMC es de Ø24 mm x 70 mm de longitud, ya que algunos usan Ø24 mm x 55 mm de longitud, es un área de mayor intercambio de calor.

• Sujeción y Anclaje:

La sujeción y el anclaje del colector JMC es de acero inoxidable 304-2B, igual que el material del tanque interno del calentador de agua solar. Comparado con SS201 o el sujetador de acero galvanizado, ofrece mejor rendimiento anticorrosión y una mayor vida útil.

TUBOS DE VÁCUO



Colector Heat Pipe

Principais Caraterísticas

- Diámetro del condensador 24 mm, longitud 90 mm;
- La superficie del condensador del heat pipe es niquelada, color plata y brillante;
- Temperatura máxima admisible: 300°C;
- Temperatura mínima admisible: 40 °C;
- Polvo de cobre en el interior del heat pipe que previene la congelación;
- Conexión hidráulica: tubo de cobre DN22
- Película fina uniformemente distribuida por la superficie del condensador del heat pipe que incrementa la capacidad de transferencia de energía;
- Certificación Solar Keymark.

Descrição do Produto

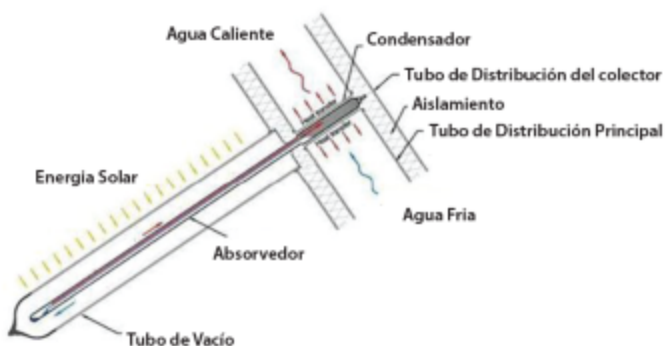
El sistema heat pipe no es un concepto nuevo. Fue adoptado por la industria aeronáutica como una forma de transferir a alta temperatura, permitiendo mantener controlada la temperatura y mantener la aeronave segura.

El tubo de vacío absorbe la energía solar y la transfiere al heat pipe, este a su vez se calienta y el líquido en su interior se vaporiza y sube a la parte superior del condensador que está introducido en el colector por donde circula el fluido de transferencia del colector solar. Cuando el fluido de transferencia (agua glicolada) fluye en el colector hace bajar la temperatura del heat pipe y el vapor de su interior condensa de nuevo y desciende hasta el punto más bajo del tubo, donde recibe de nuevo la energía solar y repite otra vez el proceso. De esta forma el fluido térmico va a aumentar de temperatura y transferir así esa energía al sistema.

Modelos e Preços

Código	Modelo
2701-0501	Colector Solar de Tubos de Vacuo Z 2.3/71 - 15
2701-0502	Colector Solar de Tubos de Vacuo Z 2.3/71 - 20
2701-0503	Colector Solar de Tubos de Vacuo Z 2.3/71 - 25
2701-0504	Colector Solar de Tubos de Vacuo Z 2.3/71 - 30

Componentes



DATOS TÉCNICOS	Z 2.3/71 - 15	Z 2.3/71 - 20	Z 2.3/71 - 25	Z 2.3/71 - 30
N.º de tubos	15	20	25	30
Long. x anch. x espesor (mm)	1950x1242x189	1950x1632x189	1950x2022x189	1950x2412x189
Área de abertura (m ²)	1,40	1,87	2,33	2,79
Volumen de fluido (l)	1,15	1,54	1,92	2,30
Rendimiento óptico	0,734	0,734	0,734	0,734
Coefficiente de pérdidas a ₁ (W/m ² .k):	1,529	1,529	1,529	1,529
Coefficiente de pérdidas a ₂ (W/m ² .k ²):	0,016	0,016	0,016	0,016
Peso [kg]	58,3	77,1	96,1	114,1

