



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Aplicación de un Sistema de Climatización Geotérmica para mejorar las condiciones de confort en las viviendas de los pobladores de Los Baños del Inca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Chuquipoma Huingo, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-0609-8160)

ASESOR:

Mg. Díaz Rubio, Deciderio Enrique (ORCID:0000-0001-5900-2260)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mis padres con todo mi corazón por enseñarme a perseverar en la vida, a lograr mis objetivos y por su incondicional apoyo y por todos sus sacrificios esfuerzos para llegar a concluir mis estudios profesionales.

A mi esposa e hija, por estar a mi lado, comprenderme y llenarme cada día de luz y de esperanza y por darme la serenidad e inteligencia en los momentos más adversos de mi vida.

Luis Humberto Chuquipoma Huingo.

Agradecimiento

Agradezco a nuestro ser supremo por concedernos un universo lleno de vida y recursos para sobrevivir, a quien pido nos de salud y abra nuestras mentes para hacer uso razonable de los bienes protegiendo la vida en el planeta.

A mis padres, por estar siempre a mi lado dándome ánimo y aliento incondicional apoyándome en los momentos que los necesito; a mis hermanos y hermana por sus buenos consejos de aliento y positivismo.

A la Universidad Cesar Vallejo por llegar a nuestra ciudad y poner a disposición la carrera universitaria, de igual manera a los docentes que hicieron entender que las cosas tienen propósitos, compartiendo los temas con sus experiencias, mostrando ejemplos de vida.

Luis Humberto Chuquipoma Huingo.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Chuquipoma Huingo Luis Humberto, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, identificado con DNI 70255942, con la tesis titulada **“APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN GEOTÉRMICA PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE CONFORT EN LAS VIVIENDAS DE LOS POBLADORES DE LOS BAÑOS DEL INCA”**

Declaro que:

- La tesis veraz de mi propia autoría.
- He respetado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto este proyecto de tesis es totalmente autentica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio, es decir, un duplicado de otra tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falla, auto plagio y falsedad me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad César vallejo.

Chiclayo, 21 de agosto de 2019



Chuquipoma Huingo Luis Humberto
DNI: 70255942

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tablas.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Trabajos previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	5
1.4. Formulación del problema.....	15
1.5. Justificación del estudio.....	15
1.6. Hipótesis.....	16
1.7. Objetivos.....	16
II. MÉTODO.....	17
2.1. Diseño de investigación.....	17
2.2. Variables operacionales.....	17
2.3. Población y muestra.....	19
2.4. Técnicas de recolección de datos, valides y confiabilidad.....	20
2.5. Aspectos éticos.....	21
III. RESULTADOS.....	22
3.1. Determinar las Cargas Máximas de Calefacción y Refrigeración de consumo necesarias.....	22
3.1.1. Diferencia de temperatura máxima y mínima.....	22
3.1.2. Condiciones Interiores de Diseño.....	23
3.1.3. Coeficientes de Orientación.....	24
3.1.4. Coeficientes de Intermitencia.....	25
3.1.5. Transmitancia térmicas.....	25
3.1.6. Pérdidas por intercambio de aire o ingreso del aire exterior.....	27

3.1.7.	Cálculo de las Cargas Térmicas Máximas (invierno):.....	28
3.1.8.	Cálculo de las Cargas Térmicas Máximas (Verano).....	30
3.2.	Calcular y seleccionar los componentes de un sistema de climatización geotérmica.	33
3.2.1.	Captación Geotérmica	33
3.2.2.	Conductividad de la tierra	33
3.2.3.	Cálculo de la potencia a evaporar.....	34
3.2.4.	Profundidad de la Sonda	34
3.2.5.	Selección de la Bomba de calor	35
3.2.6.	Análisis termodinámico.....	35
3.2.7.	Cálculo de la Potencia Eléctrica de la Bomba Seleccionada:.....	36
3.2.8.	Selección del Sistema de Calefacción	37
3.2.9.	Selección del Equipo de Refrigeración	38
3.2.10.	Presupuesto	39
IV.	DISCUSIÓN	40
V.	CONCLUSIONES	42
VI.	RECOMENDACIONES	43
	REFERENCIAS	44
	ANEXOS	46
	Ficha de recolección de datos.....	47
	Formato de Encuesta.....	48
	Validación de instrumentos de recolección de datos.....	49
	Ficha técnica bomba de calor.	50
	Ficha técnica equipo de refrigeración ACY25UIF.....	51
	Esquema de climatización (Calefacción).....	52
	Planos de climatización casa típica (Invierno).	53
	Esquema climatización (refrigeración).....	54
	Planos de climatización casa típica (verano).....	55
	Circuito de tuberías.	56
	Acta de aprobación de originalidad de Tesis.....	57
	Reporte Turnitin.	58
	Autorización de publicación de Tesis en Repositorio Institucional UCV.	59
	Autorización de la versión final del Trabajo de Investigación.....	60

Índice de Figuras

Figura 1 Esquema de cómo funciona la bomba de calor	6
Figura 2 El avance estacional de las temperaturas a lo largo de un año para un punto situado a diferentes profundidades bajo la superficie. Lugar: Valencia.....	8
Figura 3 Compresor de bomba de calor	10
Figura 4 Intercambiador de calor.....	10
Figura 5 Filtro de bomba de calor.....	11
Figura 6 Válvula de 4 vías.....	12
Figura 7 Válvula de expansión	13
Figura 8 Sistemas de conexión	15
Figura 9 Coeficientes de Orientación	24
Figura 10 Diagrama termodinámico de COP.....	36
Figura 11 Piso radiante con tuberías en espiral y serpentín	37
Figura 12 Equipo de Refrigeración modelo ACY25UIF marca FUJITSU	38

Índice de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2 Viviendas totales en Baños del Inca.....	19
Tabla 3 Datos climatológicos del Distrito de Baños del Inca.....	22
Tabla 4 Temperaturas máximas y mínimas del distrito de baños del inca.....	23
Tabla 5 Coeficiente de Intermitencia.....	25
Tabla 6 Coeficiente de Intermitencia.....	26
Tabla 7 Coeficiente de Intermitencia.....	27
Tabla 8 Dormitorio principal.....	28
Tabla 9 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio principal.....	28
Tabla 10 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio 2.....	29
Tabla 11 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio 3.....	29
Tabla 12 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio 4.....	29
Tabla 13 Cargas Térmicas Máximas Sala de estar.....	29
Tabla 14 Cargas Térmicas Máximas Sala.....	30
Tabla 15 Cargas Térmicas Máximas cocina.....	30
Tabla 16 Cargas Térmicas Máximas dormitorio principal.....	31
Tabla 17 Cargas Térmicas Máximas dormitorio 2.....	31
Tabla 18 Cargas Térmicas Máximas dormitorio 3.....	31
Tabla 19 Cargas Térmicas Máximas dormitorio 4.....	31
Tabla 20 Cargas Térmicas Máximas sala de estar.....	32
Tabla 21 Cargas Térmicas Máximas sala de estar.....	32
Tabla 22 Cargas Térmicas Máximas cocina.....	32
Tabla 23 Capacidades térmicas por metro de sonda.....	34
Tabla 24 Costos para el diseño del sistema de climatización geotérmica por vivienda.....	39
Tabla 25 Costos de Instalación y de Mano de Obra.....	39
Tabla 26 Costos Totales.....	39

RESUMEN

Actualmente para calentar o enfriar un ambiente el consumo de energía aumenta, y el gasto aumenta por el uso de distintos métodos de calefacción y de enfriamiento. El uso de estos distintos materiales o artefactos, nos climatiza pero también contamina el medio ambiente y a las personas. Es por eso que se debe utilizar una sola energía todo el año, que sea limpia, renovable y sostenible y así elimine estos dos grandes problemas para lo cual en el distrito de Baños del Inca se tiene un periodo con manifestaciones notorias de la estación de invierno, con temperaturas por debajo de los 0° C y en algunos lugares, que trae consigo helada y granizada. El clima frío es característico de dichas zonas, más aun en horas de la noche y madrugada, el frío más extremo está en localidades ubicadas sobre los 2,500 m.s.n.m., aquí la temperatura llega hasta -10° C, teniendo estos acontecimientos se llegó al siguiente problema de investigación ¿Cómo climatizar las viviendas del distrito de Los Baños del Inca, utilizando energías renovables?, conllevando a esto a determinar el siguiente objetivo general “Diseñar un sistema de climatización geotérmica para mejorar las condiciones de confort en las viviendas de los pobladores de Los Baños del Inca” para ello determinando las cargas máximas de calefacción y refrigeración de consumo necesario para lograr un buen confort para cada vivienda teniendo como superficie total de la vivienda es de aproximadamente 200 m², teniendo para esto que la superficie total a climatizar es de 131.47 m² , para lo cual se tiene que la demanda calorífica máxima para invierno serán de 7.4 kW y la frigorífica para verano de 4.87 Kw, llegando para esto un costo de implementación total de S/. 45,050.75soles por vivienda.

Palabras Claves: Climatización, Energía Geotérmica, Demanda Calorífica, Calefacción y Refrigeración.

ABSTRACT

Currently to heat or cool an environment the energy consumption increases, and the expense increases by the use of different heating and cooling methods. The use of these different materials or devices, weatherizes us but also pollutes the environment and people. That is why you should use a single energy all year round, that is clean, renewable and sustainable and eliminate these two major problems for which in the Inca bath district there is a period with notorious manifestations of the winter season , with temperatures below 0° C and in some places, which brings with it frost and hail. The cold weather is characteristic of these areas, even more at night and early morning, the most extreme cold is in locations installed above 2,500 meters above sea level, here the temperature reaches -10° C, taking these events the next problem of investigation How to climatize the homes of the district of Los Baños del Inca, using renewable energies ?, leading to this to determine the following general objective "Design a geothermal climate control system to improve the comfort conditions in the homes of the residents of the district of The Inca Baths "for this purpose, determining the maximum heating and cooling loads necessary to achieve a good comfort for each dwelling, with a total surface of the house of approximately 200 m², taking into account that the total surface to be heated is 131.47 m², for which it is necessary that the maximum heat demand for winter will be of 7.4 kW and the summer refrigerator of 4.87 Kw, reaching a total implementation cost of S /. 45,050.75 soles per house.

Keywords: Climate Control, Geothermal Energy, Heat Demand, Heating and Cooling

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Realidad problemática internacional

Según torres (2017) en su trabajo de investigación “Climatización de sala multiuso mediante energía geotérmica de baja entalpia” explica que para calentar o enfriar un ambiente el consumo que se utiliza de energía tiende al aumento, y por ende el gasto aumenta por el uso de distintos métodos de calefacción y de enfriamiento. El uso de estos distintos materiales o artefactos, nos climatiza, pero también contamina el medio ambiente y a las personas. Es por eso que se debe utilizar una sola energía todo el año, que sea limpia, renovable y sostenible y así elimine estos dos grandes problemas (pág. 13).

Según Garrido (2014) en su trabajo de investigación “Diseño de una vivienda unifamiliar con instalación geotérmica con baja entalpia” indica en su problemática que actualmente el 80% de los productos consumibles vienen de combustibles fósiles. La población empieza a ser consciente de la necesidad de la explotación sostenible los recursos no renovables y la custodia al medio ambiente al utilizar estos recursos. Es por ello que los países desarrollados invierten más en energías renovables y aplicar eficiencia para disminuir el consumo de energía consumida (pág. 13).

“En la república española, la obtención de sus recursos no renovables, no implanta leyes de igual forma que lo hacen otros países. Bien que, ya en estos últimos años, dicha inserción ha ido en aumento de una manera importante” (Espada, 2013 pág. 6).

“En uno de sus objetivos principales nos indica de una forma detallada de su proyecto en donde dice sobre el proceso que siguen los sistemas geotérmicos cerrados, desde su inicio del proyecto hasta su culminación y puesta en funcionamiento de los equipos” (Espada, 2013 pág. 6) .

Según Abril (2017) en su “estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones” trabajo monográfico para el grado de: ingeniero civil de la casa de estudios universitarios santo tomas de Bogotá. Nos dice que los fenómenos ambientales afectaron a la generación hidroeléctrica, repercutió en gran parte ya que en Colombia la generación de energía predominante es la hidroeléctrica. Motivo por el cual hubo una reducción considerable de energía a mediados del 2016. Esto obligo la posibilidad de racionamientos eléctricos como en los años 1991 y 1992 (pág. 12).

1.1.2. Realidad problemática Nacional

El alza económica de los combustibles como son los carburantes, y las poluciones emitidas al medio ambiente, requiere la necesidad de utilizar energía geotérmica para poder generar la energía eléctrica y muchos más usos, como en la industria, agricultura y en la calefacción de viviendas. El recurso geotérmico es considerable en Perú, pero no se ha hecho uso hasta la actualidad.

En comparación a los precios de los combustibles de hidrocarburos, es alternativa competitiva y favorable para el Perú. Su potencial aún no ha sido tomado en cuenta con la seriedad necesaria por falta de interés y la pertenencia del recurso a varios sectores. Otro punto a su favor son las mínimas emisiones contaminantes comparadas con otras tecnologías. El gran potencial geotérmico del Perú es poco conocido, por lo que se deben hacer todos los estudios necesarios para su aprovechamiento (Milla, 2014 pág. 171).

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) hizo mención el gran potencial que muestra nuestro país en lo que concierne a energía geotérmica esta información lo brindo en el “plan maestro de energía geotérmica” en el mes de septiembre del 2011, dicho plan fija un plan para llevar a cabo de manera correcta el aprovechamiento de energía geotérmica. El estudio fue un acuerdo firmado en el 2000 entre el Ministerio de Energía y Minas y la agencia de cooperación internacional de Japón (JICA) como financiadores.

Lo técnico está a cargo de INGEMET y la firma japonesa consultores de ingeniería de Japón occidental. (Milla, 2014 pág. 175).

El Perú obtiene la energía eléctrica a través de la generación hidroeléctrica, termoeléctrica y gas, pero la actual situación de la problemática ambiental mundial y los efectos que producen el cambio climático, el estado peruano ha promulgado leyes para el uso racional de la energía, donde prioriza la creación de nuevas maneras de generación de energía no contaminante, para la disminución del vertimiento de sustancias gaseosas que producen el calentamiento global y la mitigación del cambio climático (Herrera, y otros, 2017 pág. 6).

1.1.3. Realidad problemática local

Según Gobierno Regional Cajamarca (2016) "Plan Regional de contingencia bajas temperaturas y heladas en Cajamarca" (pág. 4), que entre los periodos de mayo a septiembre se presenta en las partes altas de nuestra región, una época con presencias notorias de la estación de invierno, con temperaturas que superan los inferiores a 0° C en algunos lugares, que trae consigo helada y granizada. El clima frío es característico de dichas zonas, más aun en horas de la noche y madrugada, el frío más extremo está en localidades instaladas sobre los 2,500 m.s.n.m., aquí la temperatura llega hasta -10° C. la situación se maximiza por el inicio de las altas temperaturas, que hasta podrían provocar en el país, lo que conllevaría que la "Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)", declare en Estado de Emergencia a varios departamentos, entre ellos Cajamarca, dando a entender que la calidad de vida en la región trae el riesgo de ser perjudicada por el exceso de bajas temperaturas.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. A nivel internacional

Según Torres (2017), en su investigación acerca de "climatización de sala multiuso mediante energía geotérmica de baja entalpia", obra de investigación para poder tener el grado profesional de ingeniero en

construcción, nos indica que la finalidad de su trabajo es Valorar técnicamente la implementación de un sistema geotérmico para formular y responder a la demanda de confort térmico de una sala multiuso en la Región Metropolitana (pág. 15).

Para Rosa (2009) en su trabajo de investigación “diseño de intercambiador geotérmico horizontal cerrado para bomba de calor geotérmica aplicada en la calefacción de una edificación con uso de oficina, en puerto Montt” en su objetivo general de su trabajo es poder hacer un intercambiador geotérmico horizontal de una bomba de calor geotérmica direccionada para suministrar agua caliente al circuito de calefacción por losa radiante que tiene el edificio con despachos de la empresa ADL Diagnostic Chile, localizada en Puerto Montt, y así corroborar si es un método eficaz que los comunes. se tiende a elegir por muchas circunstancias un intercambiador horizontal cerrado teniendo en cuenta factores tanto físicos como económicos y se tendrá que realizar una programación común por los aspectos físicos de la zona. (pág. 20).

Según Rodríguez (2015) en su tesis “Diseño y análisis técnico económico de un sistema de climatización urbana con aprovechamiento de geotermia de baja entalpia en un proyecto de viviendas en integración social en Chile” tiene como objetivo principal Hacer un anteproyecto donde se verán las condiciones técnicas y económicas de si es factible y rentable en un sistema de bombas geotérmicas para climatizar las casas de integración de San Alberto de Casa Viejas (pág. 16).

Para Romero , (2015) en su trabajo para culminar su master “Estudio de eficiencia energética y viabilidad para la implantación de una instalación de climatización mediante geotermia en la Escuela Politécnica Superior IV de la Universidad de Alicante” explica que La energía geotérmica genera altas expectativas de ahorro energético, pero del mismo modo es una energía renovable poco extendida en España que puede cuestionar la confiabilidad de aprovechamiento energético del subsuelo y de los ahorros energéticos que pudiera generar una instalación geotérmica aplicada a la instalación de climatización del edificio (pág. 16).

Según Gonzales, (2013) en su proyecto de finalización de carrera universitaria “Climatización de una vivienda con energía geotérmica” explica que su proyecto tiene por objetivo sobre aprovechar las energías renovables tal como la energía geotérmica que cada día que pasa se está teniendo más en cuenta y está en un auge mayor y se han hecho sistemas para que nos ayuden a climatizar en cualquier estación del año, También se han hecho estudios sobre la pre factibilidad económica comparándolos con otros métodos tradicionales. (pág. 17).

Para Córdova (2017) en su tesis “Diseño de una planta geotérmica de generación eléctrica de 50 MW” explica que en el sur del Perú se tiene unas condiciones geotérmicas que se podrían aprovechar, que no han sido estudiadas con detenimiento. El uso de estos recursos geotérmicos tendría que estar orientado principalmente a generar energía eléctrica, por el motivo de encontrarse alejado de las zonas que cuentan con este recurso que hace difícil aprovechar directamente el calor para uso directo, como calefacción. Es estudio realizado nos da un conocimiento y el análisis de cómo nos podemos beneficiar de la electricidad generada a través de este recurso. (pág. 6).

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Energía renovable

La denominación de energía renovable se le tiende a llamar a las fuente de energía presentes de manera natural en el planeta y que se renuevan constantemente y las consecuencias generadas al ambiente donde se desarrollan es prácticamente nulas (Manguias, 2016 pág. 6).

1.3.2. Climatización geotérmica

La denominación de climatización geotérmica viene a ser un método que utiliza el calor oculto debajo del suelo para climatizar un ambiente. (Espada, 2013 pág. 22).

Para este proceso será requerido la utilización de una bomba de temperatura geotérmica la cual extraerá el calor del interior del suelo, de este se extrae una temperatura todavía menor a lo que se necesita, para lo cual es necesario aumentar dicha temperatura con ayuda de un motor compresor.(Espada, 2013 pág. 22).

Este proceso se puede invertir en tiempos calurosos, el calor que se acumula en el edificio es enviado a la tierra, logrando si de este modo acondicionar la temperatura del lugar.

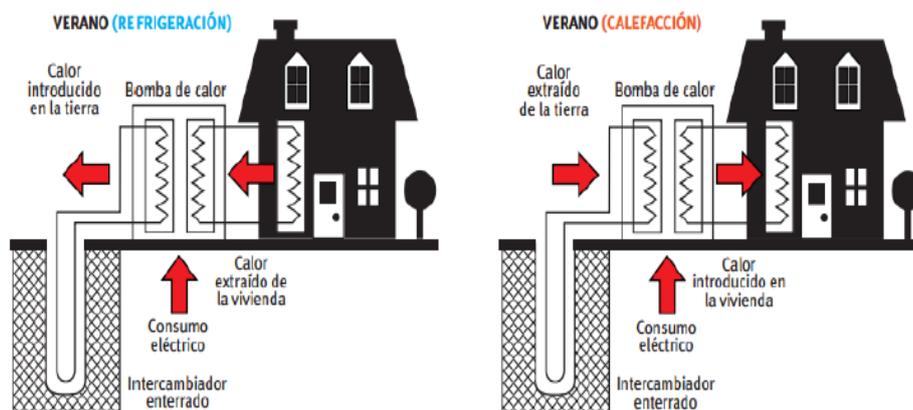


Figura 1 Esquema de cómo funciona la bomba de calor

1.3.3. Energía geotérmica

Este tipo de energía geotérmica es la extracción del calor que se encuentra almacenado dentro de la tierra para su utilización energética en aire acondicionado, ya que es una energía renovable y limpia. (Manguia, 2016, p. 7).

Nos referimos como geotermia a la unión de diversos pasos que pretenden utilizar las situaciones de temperatura elevada de nuestro planeta para crear fuerza electromotriz y también el clima necesario para las personas. (Espada, 2013, p. 8).

1.3.4. Calefacción:

Para el diseño de calefacción es necesario conocer los sistemas de captación de energía, a continuación, se presentan las teorías relacionadas con la calefacción.

1.3.5. Sistema de captación vertical cerrada:

Este sistema es realizado haciendo varias aberturas que llegan hasta 150 metros cada una. Dentro de estas aberturas se inserta una sonda geotérmica que está hecha de 4 tubos de polietileno. Estas cañerías están divididas las unas de las otras y el vacío que queda entre ellas es rellenado con materiales que son de muy buena conductividad, mayormente están compuestos de bentonita, arena de sílice y cemento. (Solvento, 2017)

1.3.6. Tipos de energía geotérmica

La energía de alta entalpia o geotérmica de alta temperatura: Hay lugares activos de nuestro planeta, con temperaturas que fluctúan desde los 150 y 400°C y son aprovechadas en la producción de electricidad.

Las explotaciones de estos recursos se realizan mediante perforaciones que se asemejan a la extracción del crudo del petróleo. Ya teniendo las instalaciones adecuadas se obtiene el vapor que nos ayudara a mover a una turbina la cual generara electricidad a partir de su movimiento.

Energía geotérmica de temperatura media: se denomina de esta manera a las temperaturas encontradas entre los 90 y 150 °C que se encuentran en los yacimientos.

Energía geotérmica de baja entalpia: Estas temperaturas son los delos yacimientos que oscilan de 30 a 90 °C y no es posible producir energía eléctrica. En estos casos se tiende de aprovechar la diferencia de temperaturas para realizar un intercambio de calor del subsuelo más próximo y la de la parte externa de la superficie de la tierra.

Energía geotérmica de muy baja temperatura: Las temperaturas que son inferiores a los 30°C, su aprovechamiento es de manera directa y se puede hacer con o sin bomba de calor geotérmica, es utilizado para calefacción o refrigeración.

Evaluación de la temperatura con la profundidad

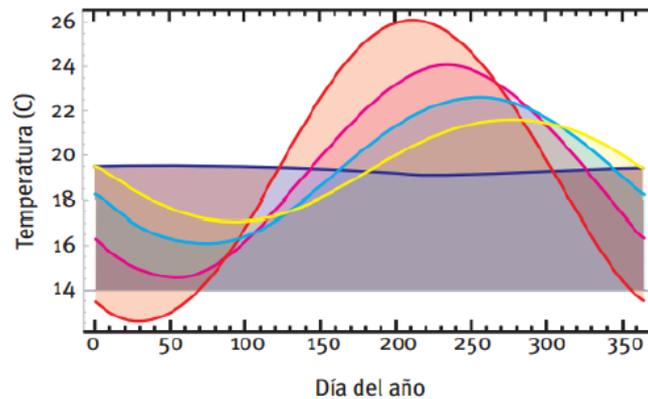


Figura 2 El avance estacional de las temperaturas a lo largo de un año para un punto situado a diferentes profundidades bajo la superficie. Lugar: Valencia

Datos:

- Oscilación de rojo: Oscilación natural, inmediatamente bajo la superficie.
- Oscilación de magenta: Nota tomada a 1 metro de la superficie.
- Oscilación de azul claro: Nota tomada a 2 metros de la superficie.
- Oscilación de amarillo: Nota tomada a 3 metros de la superficie.
- Oscilación de azul oscuro: Nota tomada a 10 metros de la superficie.

1.3.7. Propiedades térmicas del terreno

Conductividad: Viene a ser la capacidad de la conducción del calor. Calor que es atravesado hacia una dirección 1m de material como respuesta de una alteración de 1 °C entre sus lados (Manguia 2016, p. 11).

1.3.8. Capacidad térmica

Es la relación que se tiene entre el calor suministrado a un sistema y el cambio de temperatura que se logra. (Manguia, 2016, p. 11).

Difusividad: "Relación de la conductividad y la suficiencia térmica del terreno". (Manguia, 2016, p. 11).

1.3.9. Potencial geotérmico:

No toda la corteza terrestre cuenta con el calor suficiente para la producción de energía geotérmica, a este calor de la corteza terrestre se conoce como potencial geotérmico (Manguia, 2016, p. 10).

1.3.10. Intercambiadores de calor

Viene a ser un equipo que es utilizado para que ayude a regular la temperatura de un fluido a lo que se desee, pasando el calor a otro fluido a menor temperatura y necesita que se eleve su temperatura. El intercambio de calor es realizado por medio de una separación metálica o de un tubo que separa ambos fluidos (Manual Diseño de instalaciones, p. 7.1).

1.3.11. Depósito de agua para calefacción

Al referirnos a un acumulador de agua nos dice que es un recipiente en el cual podemos calentar o enfriar con ayuda del calor que se obtiene de dentro de la tierra, previo paso por la bomba de calor (Manguia, 2016, p. 15).

1.3.12. Bomba de calor

Este equipo de calor viene a ser una máquina que ayuda a llevar el calor desde un punto frío a otro caliente haciendo usos de una pequeña cantidad de energía externa. (Manguia, 2016, p. 15).

La bomba está formada por 5 componentes principales:

- Compresor

Los motores compresores herméticos son las máquinas que aspiran el gas refrigerante, lo trasvasan desde la unidad evaporadora, y lo comprimen provocándole un aumento de temperatura durante la compresión (Manguia, 2016, p. 16).

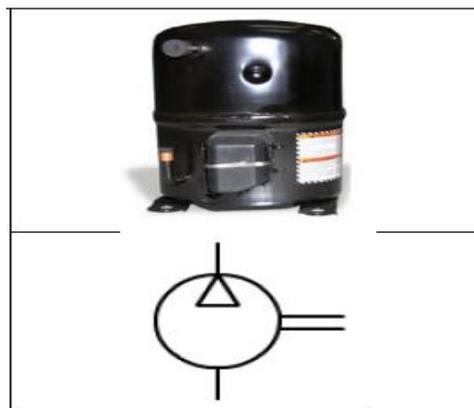


Figura 3 Compresor de bomba de calor

- Intercambiadores

Los intercambiadores de calor son los equipos donde el fluido refrigerante cede o absorbe calor con el medio que lo rodea (Manguia, 2016, p. 16).

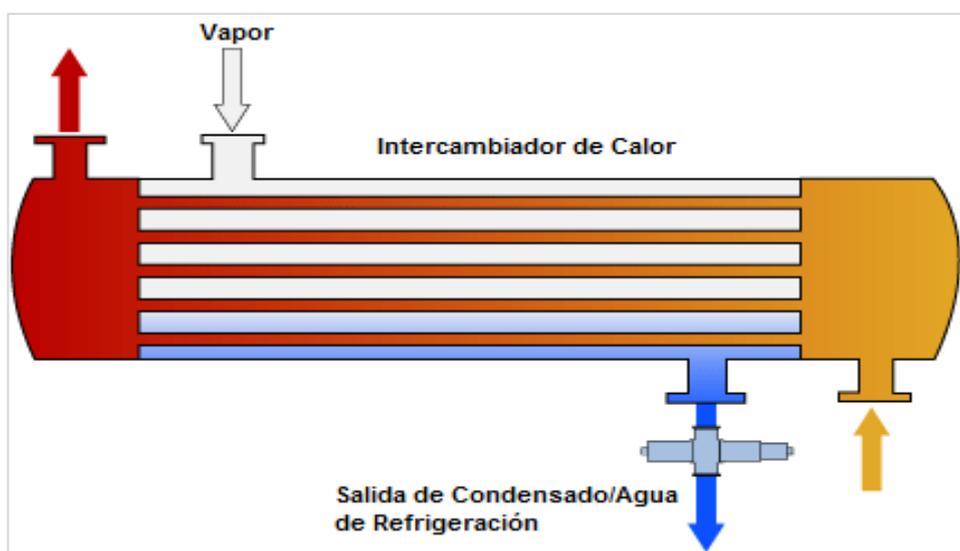


Figura 4 Intercambiador de calor

- Filtro

Este componente es el responsable de garantizar que el fluido del refrigerante no presente elementos ajenos. Se colocan en serie en el sistema, permitiendo que pase el refrigerante a través de ellos, y así atrapando las partículas ajenas al sistema (Manguia, 2016, p. 16).

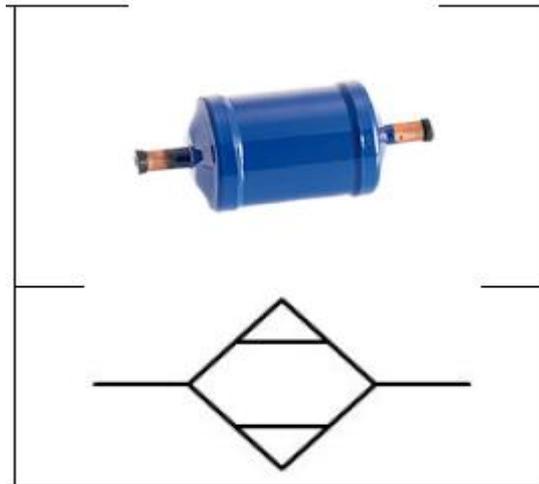


Figura 5 Filtro de bomba de calor

1.3.13. Elección de la bomba de calor

Al elegir los datos técnicos del equipo estos fijan los parámetros de diseño del intercambiador puesto en el interior de la tierra. La bomba de calor establece el calor que se intercambiará con el suelo y el flujo que circula por el equipo. También será determinante para el funcionamiento correcto del sistema COP (Espada, 2013, p 27).

El COP (Coeficiente de Rendimiento) se obtiene de dividir la capacidad térmica (Q) y su potencia eléctrica consumida para suministrar esta capacidad (W).

Definición de COP para ambos modos:

Fórmula para COP con la bomba de calor para trabajo en modo calefacción:

$$COP \text{ calefacción} = \frac{Q \text{ calefacción}}{W \text{ calefacción}}$$

$$Q \text{ absorbido} = Q \text{ calefacción} - W \text{ calefacción}$$

Fórmula para COP con la bomba de calor para trabajo en modo refrigeración:

$$COP \text{ refrigeración} = \frac{Q \text{ refrigeración}}{W \text{ refrigeración}}$$

$$Q \text{ inyectado} = Q \text{ refrigeración} - W \text{ refrigeración}$$

1.3.14. Válvula de 4 vías

Esta válvula como ya su nombre lo dice tiene 4 vías que nos permite intercambiar el sentido de flujo del refrigerante, puesto que, nos ayuda para que el sistema funcione tanto para frío o calor (verano/invierno) (Manguia, 2016, p.16).

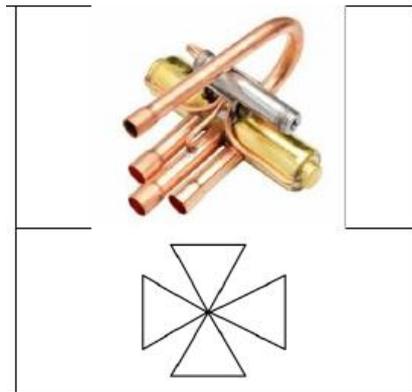


Figura 6 Válvula de 4 vías

1.3.15. Válvula de expansión

Esta válvula nos permite un paso controlado del fluido refrigerante entre las unidades condensadora y evaporadora. También nos permite el ajuste de la presión del refrigerante para lograr un aprovechamiento mayor de la unidad evaporadora. Se tienen diferentes modelos de acuerdo a las funciones requeridas (Manguia, 2016, p. 17).

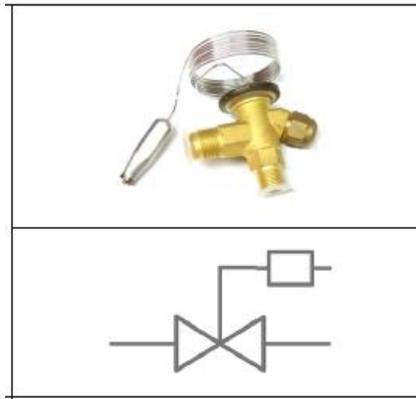


Figura 7 Válvula de expansión

1.3.16. Refrigeración

Existen diversos sistemas de refrigeración a continuación, se citan los más frecuentes:

- De ventana:

Sistema que consiste en colocar la caja de refrigeración en la pared con la mitad en la superficie y la otra mitad sumergida, su implementación es de bajo costo y la desventaja es el fuerte ruido que genera.

- Splits (de pared):

Este sistema funciona con cajas que van conectadas mediante tubos al exterior de un edificio, no genera ruido sin embargo su desventaja es el complejo sistema de instalación que eleva su costo.

- Splits (consola de techo):

Posee un sistema de instalación similar al Split de pared, sin embargo, posee mayor costo.

- Centrales (tipo splits o compacto utilizando fan-coils)

Este sistema proporciona más de 2.5 KW frigoríficos, el aire acondicionado es distribuido a toda la habitación, su costo de instalación es elevado pero el mantenimiento es a bajo costo.

1.3.17. Normatividad

De acuerdo con estudios relacionados con esta investigación se tiene el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), que establece lineamientos sobre construcciones de acuerdo a la necesidad de sus ocupantes y a su uso, que carece de información sobre confort térmico.

En el Título III Edificaciones, en su Norma A.010 “Condiciones generales de diseño” y Norma A.020 “Vivienda”. Nos dicen que deberíamos tener soluciones de aplicación técnicas al clima y que los espacios puedan tener una especificación de aislamiento térmico. Nos indica que en temperaturas que sean menores de 12°C es condición tener paredes exteriores que nos faciliten mantener un adecuado nivel de confort térmico, y que las ventanas y puertas al exterior tendrán que tener un cerrado hermético. Las especificaciones hechas nos dicen que, preferentemente el aislamiento térmico de cerrado deberá contar con una transmisión térmica que no supere a 1.20 W/m²°C, También se tiene la especificación de que la azotea de una casa de varios pisos tendrá que ser con aislamiento térmico para que ayude llegar al bienestar térmico al igual que de las plantas menores de la casa.

1.3.18. Diseño de sistema geotérmicos para climatización domiciliaria

Al momento de diseñar intercambiadores de calor enterrados se tiene muchas causas con diferentes formas de un diseño para un mismo sistema. Puesto que, se tendrán que encontrar las formas más adecuadas para la prosperidad de un proyecto. Por lo tanto, se obtendrá mejores beneficios a costos mucho menores a los establecidos. (Espada, 2013, p. 24).

1.3.19. Elección de la configuración a emplear:

El sistema de conexión se clasifica dependiendo la forma de conexión y según el sentido del fluido.

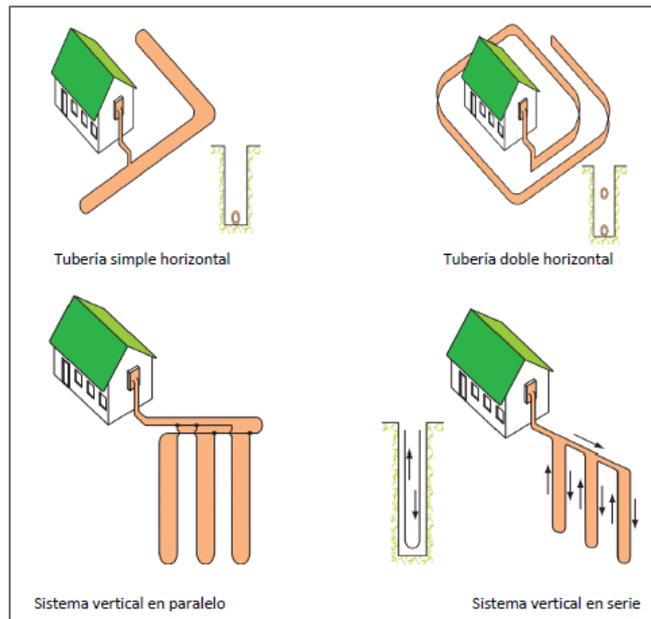


Figura 8 Sistemas de conexión

1.4. Formulación del problema

¿Cómo climatizar las viviendas del distrito de Los Baños del Inca, utilizando energías renovables?

1.5. Justificación del estudio

El menester de poder tener calefacción en las viviendas de la ciudad de Baños del Inca, es de vital importancia para cubrir las necesidades de una buena calidad de vida y confort. El único fin de esta obra de investigación es crear un sistema de climatización geotérmica, para cubrir las necesidades de los pobladores como son la buena calidad de vida y el confort en sus hogares. El lugar es apropiado para realizar este proyecto ya que cuenta con una temperatura aceptable, y la misma que nos ayudará para los siguientes aspectos:

Justificación social

La climatización geotérmica representa la mejor opción para zonas con un suelo cálido por su actividad termal, ayudado a mejorar la vida y el confort en cada vivienda de los pobladores de Los baños del Inca.

Justificación Tecnológica

Aportan a las tecnologías limpias de energía geotérmica, también llamada climatización geotérmica. Esto se debe a que la tecnología necesaria para ser utilizada es el calor de la tierra, y es amigable con el planeta. Fomenta el desarrollo de la investigación e innovación.

Justificación Económica

Con este sistema demostraremos que se ahorrara dinero al no ser necesario adquirir equipos de otra tecnología para climatizar el ambiente donde se vive.

Justificación Ambiental

Al realizar este proyecto contribuirá de una manera positiva ya que mermará la contaminación ambiental, puesto que para que funcione usa energía renovable limpia e inagotable y con esto nos ayudar con la reducción de la contaminación que está generando el cambio climático y el calentamiento global

1.6. Hipótesis

Mediante el diseño de un sistema de climatización geotérmica se logrará la mejora las condiciones de confort en las viviendas del distrito de Los Baños del Inca.

1.7. Objetivos

1.7.1 General

Diseñar un sistema de climatización geotérmica para mejorar las condiciones de confort en las viviendas de los pobladores del distrito de Los Baños del Inca.

1.7.2 Específicos

- Determinar las Cargas Máximas de Calefacción y Refrigeración de consumo necesarias para lograr un buen confort para cada vivienda en el distrito de Los Baños del Inca.

- Calcular y seleccionar los componentes de un sistema de climatización geotérmica.
- Realizar la evaluación económica que involucra el diseño de un sistema de climatización geotérmica.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo documental, no experimental de tipo transversal o transaccional porque tiene un orden correlativo y empírica, las variables no se manipulan. El investigador será verídico y no cambiará las variables independientes por ningún motivo.

La investigación recolectará datos de un tiempo preciso, esto nos indica que se indagará en un momento determinado, puesto que los encargados de la investigación tienen que especificar las variables y analizar sus resultados. también, será observacional por lo que solo observará y medirá las variables”. (Hernández, 2010, p. 165)

2.2. Variables operacionales

Variable Independiente.

Sistema de climatización geotérmica.

Variable Dependiente.

Condiciones de confort en viviendas de Baños del inca.

Tabla 1 Operacionalización de variables

variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Variable Independiente: Diseño de un sistema de climatización geotérmico.	“Constituye una alternativa renovable para la refrigeración, calefacción y ACS en edificios”. (Elías Castells, y otros, p. 673)	Es un método de climatización que usa la gran inercia térmica del subsuelo, pues este a unos metros bajo la tierra tiene una temperatura constante, utiliza bombas de calor.	Energía	Cargas máximas de calefacción Cargas máximas de refrigeración	Ficha (Anexo nº 1) Computadora y sus unidades de Almacenaje.	Razón
Variable dependiente: Confort de las viviendas.	Percepción subjetiva de bienestar o satisfacción ante ciertas particularidades. (Díaz Domínguez & Callehuanga, p. 5)	El confort brinda una mejor calidad de vida y estadía en la vivienda.	Energía calorífica.	Bienestar Comodidad	Encuesta (Anexo nº2)	Razón.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Objeto de análisis (OA)

Climatizar las viviendas del Distrito Los Baños del Inca.

2.3.2. Población (N)

La población es el total de todas las personas o elementos que son con parecidos casi idénticos, de los que se hacen mención, o también unidad de análisis. (Bernal torres, cesar, 2006).

Para este estudio, se considera conveniente elegir las viviendas ubicadas en el distrito de Baños del Inca de la provincia de Cajamarca.

N=9643 viviendas ubicadas en el distrito de Baños del Inca, hasta 2015.

Tabla 2 Viviendas totales en Baños del Inca

Distrito los Baños del inca 2007	Total	Hab. vivienda % AP	2015	2021	2030
URBANA		4.54			
Viviendas particulares	2581	70%	3301	3995	5028
Ocupantes Presentes	11722	71%	14978	18068	22647
RURAL		4.38			
Viviendas particulares	5160	42%	6342	6537	6536
Ocupantes presentes	22600	44%	27775	28633	28627
TOTAL		4.43			
Viviendas particulares	7741	51%	9643	10533	11564
Ocupantes presentes	34322	53%	42753	46701	512744

Fuente: Municipalidad Distrital de Baños del Inca.

2.3.3. Muestra (n)

El autor nos dice que muestra se conceptualiza como la parte de la población que se enmarca, de donde se sacaran la información requerida para poder desarrollar el trabajo de investigación y en la cual se efectúa las medidas y observación de las variables. (Bernal torres, cesar, 2006).

Para el presente estudio, la muestra donde se realizará las mediciones, aplicación de encuestas y cálculo de cargas máximas de calefacción y refrigeración es de 10 viviendas situadas en Baños del Inca, elegidas por conveniencia.

n= 10 viviendas situadas en Baños del Inca con un área aproximada de
200 m².

2.4. Técnicas de recolección de datos, valides y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

- a. Análisis Documental: Contribuye a conocer datos climatológicos del distrito Baños del Inca, información para poder calcular las Cargas máximas de refrigeración y calefacción. (Arias, p.68)
- b. Encuestas: Aplicadas a personas que radican en viviendas, utilizando la técnica de Recolección de Datos.

2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

- a. Fichas y computadora y sus unidades de almacenamiento.
Valiéndose de las normas legales peruanas Reglamento Nacional de Edificaciones 2018, Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, se recolectará información asociada a la variable independiente.
Computadora y sus unidades de almacenamiento: Instrumento que permitirá procesar, calcular e interpretar los datos obtenidos en fichas.
- b. Hoja de Cuestionario
- c. Se hará un cuestionario autoadministrado individual, con el fin de evaluar el bienestar de temperatura para las personas que radican en los hogares. (Hernández Sampieri, y otros, p. 235).

2.4.3. Validez y Confiabilidad

a. Validez

Esta investigación cuenta con la validación de especialistas en el área, ficha de recolección de datos y encuesta (Anexo nº 3).

Se tiene en cuenta la recolección de información correspondiente a la base teórica parte de esta investigación.

b. Confiabilidad

En el desarrollo de la investigación se hace referencia a textos de autores con experiencia en el área de estudio y se extraerá información de fuentes confiables.

2.5. Aspectos éticos

El encargado de la investigación siempre se comprometerá al respeto de los resultados verdaderos, la fiabilidad de los datos recogidos en el distrito los baños del inca, también se respetará la privacidad de resguardar la identidad de las personas que nos apoyan en el proyecto, la honestidad porque siempre se tendrá presente la verdadera información en este estudio de investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Determinar las Cargas Máximas de Calefacción y Refrigeración de consumo necesarias.

Para determinar la superficie de las viviendas, se aplicó una encuesta a 10 habitantes de viviendas ubicadas en el distrito de Baños del Inca, el promedio del área de las viviendas es de 200 m², con un área construida de 131.47 m² en dormitorios, sala comedora, sala de estar y cocina.

Para el cálculo de confort térmico se tiene como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE. (Ministerio de vivienda, 2018).

3.1.1. Diferencia de temperatura máxima y mínima

Como operación inicial se calcula la disparidad de temperatura pico y valle de acuerdo a los datos obtenidos en la municipalidad distrital de baños del inca.

Tabla 3 Datos climatológicos del Distrito de Baños del Inca

Mes	D.C	T°	TM	Tm	R	H	DD	I
Enero		10.70	14.00	7.50	59.00	77.00	3.00	148.00
Febrero		10.80	14.20	7.50	47.00	76.00	2.00	153.00
Marzo		12.00	15.15	8.40	42.00	74.00	4.00	200.00
Abril		13.70	17.30	10.00	48.00	73.00	4.00	222.00
Mayo		17.20	21.10	13.40	37.00	71.00	5.00	275.00
Junio		21.10	25.00	17.20	14.00	66.00	8.00	313.00
Julio		24.30	28.40	20.30	3.00	64.00	15.00	352.00
Agosto		25.00	28.90	21.10	22.00	67.00	12.00	314.00
Setiembre		22.40	26.10	18.70	48.00	72.00	5.00	235.00
Octubre		18.70	22.00	15.40	81.00	75.00	2.00	192.00
Noviembre		14.40	17.70	11.10	85.00	76.00	2.00	154.00
Diciembre		12.00	15.20	8.90	64.00	77.00	2.00	136.00
Promedio Anual		16.86	20.42	13.29	45.83	72.33	5.33	224.50

Fuente: Municipalidad Distrital de Baños del Inca.

Dónde:

T°: Temperatura media mensual/ anual (°C).

TM: Media mensual/ anual de las temperaturas pico diarias (°C).

Tm: Media mensual/ anual de las temperaturas valle diarias (°C).

R: lluvia mensual/ anual media (mm).

H: Humedad relativa media (%).

DD: Número medio mensual/ anual de días despejados.

I: Número medio mensual/ anual de horas de sol.

Para lo cual el centro meteorológico del departamento de Cajamarca nos brinda un número de datos relativos con respecto a las temperaturas pico y valle que se alcanzaron en el centro de la ciudad.

Tabla 4 Temperaturas máximas y mínimas del distrito de baños del inca

Variable	Valor °C
Temperatura media de las máximas más altas	33.0 °C
Temperatura media de las mínimas más bajas	4.5 °C

Fuente: Municipalidad Distrital Los Baños del Inca.

Teniendo ya los resultados en el transcurso del cálculo de las cargas térmicas de pico tanto para el sistema de calefacción como de refrigeración se tendrán los valores de 4.5 ° C para la parte externa durante el invierno y 33°C durante el verano tomándose este promedio como medida ponderada de seguridad. Como diferencia de temperatura mínima ΔT para dormitorios sala comedor y sala de estar en valor de 17.5 °C y 15.5 °C para cocina. Por otro lado, se obtiene 10 °C la diferencia de temperatura en verano.

3.1.2. Condiciones Interiores de Diseño

Para poder calcular las cargas térmicas se pueden proponer unas temperaturas que nos ayuden al diseño y confort en cada uno de los espacios que acondicionaremos.

- Invierno: En los dormitorios, sala, comedor y sala para entretenimiento se necesitarán 22 °C. En la cocina, debido a que en ella se realizan labores con temperaturas altas será necesario contar con 20°C.
- Verano: Todos los ambientes con excepción de la cocina se necesitará una temperatura que no supere a 23 °C. La cocina requerirá 20°C.

3.1.3. Coeficientes de Orientación

Hacia donde se ubiquen las fachadas de la vivienda va a contribuir bastante en la evaluación de las cargas térmicas, es por ello que se tienen los siguientes factores o coeficientes para cada uno de los distintos frontis de las viviendas en el distrito de baños del inca haciendo posible de esta forma priorizar las necesidades térmicas de los frontis más fríos.

- Factor de ubicación N=15%
- Factor de ubicación E=10%
- Factor de ubicación SE=10%
- Factor de ubicación SO=5%

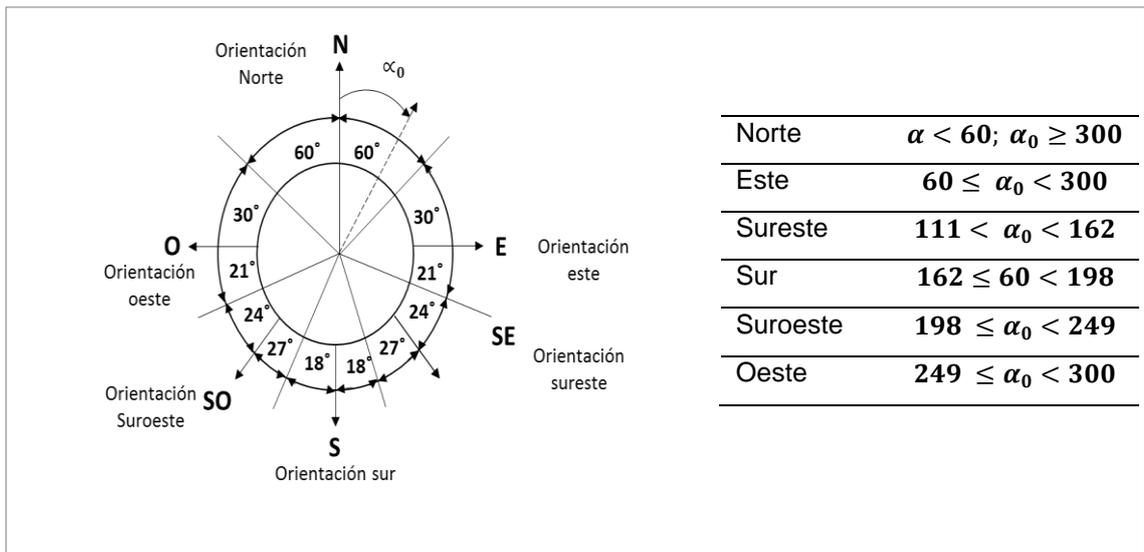


Figura 9 Coeficientes de Orientación

3.1.4. Coeficientes de Intermitencia

Puesto que el sistema no se encontrará funcionando de manera frecuente en el día, se tiene siempre en consideración un coeficiente de intermitencia. El tipo de coeficiente se usa en función al tiempo de uso regular; cuando el equipo es apagado menos de 12 horas se aplica un 15% y cuando se apaga más de 12 horas será entre un 20% y un 30%.

Tabla 5 Coeficiente de Intermitencia

Horas	Porcentaje
< de 12 horas	15%
> de 12 horas	20% - 30%

Fuente: Elaboración propia.

En nuestro trabajo de investigación se está tomando en consideración un coeficiente de intermitencia del 15% puesto que, estamos considerando que el equipo estará sin funcionamiento menos de 12 horas. Ya que el diseño que pretendemos aplicar es el de suelo radiante y este funciona de manera interrumpida para el acondicionamiento térmico de las viviendas, el presente coeficiente solo lo tendremos en cuenta para apoyarnos en el cálculo de nuestra carga térmica en verano.

3.1.5. Transmitancia térmicas.

Se calculará la transmitancia térmicas con las superficies o cerraduras que tendrán contacto del aire de la parte externar (fachadas y cubierta), partes que tienen contacto con el suelo (frontis parcial) y transmitancia de huecos (ventanas y puertas acristaladas). Tanto la transmitancia térmica de la cobertura como la del frontis que estará en apegado al suelo, para esto calcularemos un mismo método que usaremos para las paredes de del frontis que entrarán a estar unidos con la parte de afuera.

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Siendo R_T = El total de la Resistencia térmica del componente constructivo en $m^2 K/W$, para lo cual tenemos que la resistencia térmica totales:

$$R_T = R_{si} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{se}$$

3.1.5.1. Transmitancia térmicas de fachadas.

Teniendo que los muros de las fachadas están diseñados con las siguientes características se tiene que:

- Trasdoso de cartón yeso, de densidad 13 mm.
- Una superficie de poliuretano (PU) de densidad 4 cm.
- Termoarcilla (Bloque cerámico) de densidad 19 cm.
- Mezcla de una capa de densidad 15 mm.

Mediante la aplicación de la fórmula se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 6 Coeficiente de Intermitencia

Exterior	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Resistencia (m ² K/W)
Mezcla de una capa.	0.015	1.3	0.01154
Termoarcilla	0.19	0.302	0.62914
PU (densidad 35Kg/m ³)	0.04	0.0028	1.42857
Trasdoso de cartón (yeso)	0.013	0.18	0.07222
Interior		$\sum R_i$	2.14147
Espesor Total	0.258	R_{si}	0.13
		R_{se}	0.04
		U(W/m ² K)	0.433

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto se tiene que la transmitancia de las paredes delanteras de la casa es 0.433 w/m²K.

3.1.5.2. Transmitancia térmica de las Cubiertas

Para el caso de las cubiertas, mediante la aplicación de las fórmulas, la transmitancia para la cubierta presentamos el siguiente cuadro:

Tabla 7 Coeficiente de Intermittencia.

Exterior	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Resistencia (m ² K/W)
Grava	0.05	2	0.02500
Poliuretano extruido	0.06	0.027	2.22222
Tela asfáltica	0.005	0.7	0.00714
Hormigón aligerado	0.25	0.301	0.83056
Trasdosado de cartón de yeso	0.035	0.18	0.19444
Interior		$\sum R_i$	3.27937
Espesor Total	0.4	R_{si}	0.1
		R_{se}	0.04
		$U(W/m^2K)$	0.292

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, se tiene que la transmitancia en la cubierta tiene el valor de $0.292 \text{ w/m}^2\text{K}$.

3.1.6. Pérdidas por intercambio de aire o ingreso del aire exterior

Puesto que es necesario cambiar el aire, tendremos perdida del aire acondicionado por lo que siempre debemos de tener en cuenta sobre estas pérdidas energéticas para poder hallar de manera correcta nuestra demanda energética total del domicilio y así poder regular de una manera más eficiente el incremento o disminución del calor, para climatizar adecuadamente el interior del domicilio. Calcularemos las pérdidas con la siguiente formula:

$$P_R = V \cdot C_e \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot N$$

V= Volumen del recinto o habitación en m³

C_e= Calor específico del aire=1012 J/kg °C

ρ= Densidad de aire=1.185 kg/m³

ΔT= diferencia de temperatura entre parte interna y externa en °C

N= Número que se renueva/hora

Para lo cual se muestran los siguientes resultados

Tabla 8 Dormitorio principal

Pérdidas por renovación					
	Volumen m^3	ΔT Invierno ($^{\circ}C$)	P_R Invierno (W)	ΔT Verano ($^{\circ}C$)	P_R Verano (W)
Alcoba 1	40.17	17.5	234.17	10	133.81
Alcoba 2	33.02	17.5	192.49	10	110.00
Alcoba 3	29.562	17.5	172.33	10	98.48
Alcoba 4	37.675	17.5	219.63	10	125.50
Sala de estar	46.826	17.5	272.97	10	155.99
Salón	237.8	17.5	1039.70	10	594.11
Cocina	51.948	15.5	268.22	12	207.66

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7. Cálculo de las Cargas Térmicas Máximas (invierno):

Para calcular las potencias máximas se aplica la siguiente fórmula:

$$P = A \cdot U \cdot \Delta T \cdot C_o \cdot C_i$$

Dónde:

A= Área

U= Transmitancia térmica

ΔT = diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en $^{\circ}C$

C_o = Coeficiente de Orientación

C_i = Coeficiente de intermitencia

Para lo cual según los datos obtenidos se tienen los siguientes resultados:

Tabla 9 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio principal

Dormitorio Principal	INVIERNO (Calefacción)					
	A (m^2)	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	15.7560	17.5	0.4299	1.15	1	136.32
Muro E	4.4044	17.5	0.4079	1.1	1	34.58
Ventana	4.4616	17.5	3.156	1.1	1	271.06
Techo	13.3743	17.5	0.289	1	1	67.64
Pérdidas Renovación						234.17
TOTAL						743.8 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio 2

Dormitorio 2		INVIERNO (Calefacción)				
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	3.132	17.5	0.4299	1.15	1	27.10
Ventana	3.498	17.5	2.972	1.15	1	209.22
Techo	8.568	17.5	0.289	1	1	43.33
Pérdidas Renovación						192.49
TOTAL						472.1 W

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio 3

Dormitorio 3		INVIERNO (Calefacción)				
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	3.132	17.5	0.4299	1.15	1	27.10
Ventana	3.498	17.5	2.972	1.15	1	209.22
Techo	8.568	17.5	0.289	1	1	43.33
Pérdidas Renovación						172.33
TOTAL						452.0 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12 Cargas Térmicas Máximas Dormitorio 4

Dormitorio 4		INVIERNO (Calefacción)				
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Pared N	4.3164	17.5	0.4299	1.15	1	37.34
Pared SE	20.46	17.5	0.4313	1.15	1	177.59
Ventanal	3.2736	17.5	3.1727	1.15	1	209.02
Techo	9.2736	17.5	0.289	1	1	46.90
Pérdidas Renovación						219.63
TOTAL						690.5 W

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 Cargas Térmicas Máximas Sala de estar

Sala de Estar		INVIERNO (Calefacción)				
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro SE	8.718	17.5	0.4313	1.1	1	72.38
Muro SO	10.222	17.5	0.4312	1.05	1	80.99
Ventana 1	3.788	17.5	2.983	1.1	1	217.52
Ventana 2	2.31	17.5	2.9887	1.05	1	126.86
Pérdidas Renovación						272.97
TOTAL						770.7 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14 Cargas Térmicas Máximas Sala

Sala	INVIERNO (Calefacción)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Pared N	67.59	17.5	0.4299	1.15	1	584.77
Pared SE	8.459	17.5	0.4313	1.1	1	70.23
Ventana 1	13.464	17.5	2.8663	1.15	1	776.66
Ventana 2	7.106	17.5	2.8866	1.15	1	412.81
Ventana 3	2.665	17.5	2.9178	1.1	1	149.69
Cubierta	41	17.5	0.289	1	1	207.36
Desperdicio Regeneración						1039.70
TOTAL						3241.2 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15 Cargas Térmicas Máximas cocina

Cocina	INVIERNO (Calefacción)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U ($W/m^2 K$)	C_o	C_i	Parcial (W)
Pared SE	2.695	15.5	0.4313	1.1	1	19.82
Muro SO	11.715	15.5	0.4312	1.05	1	82.21
Ventana 1	4.73	15.5	2.9082	1.1	1	234.54
Ventana 2	7.05	15.5	2.9524	1.05	1	338.75
Cobertizo	19.24	15.5	0.289	1	1	86.19
Desperdicio regeneración						268.22
TOTAL						1029.7 W

Fuente: Elaboración Propia.

En tal sentido se tiene que las Cargas Máximas de Calefacción y Refrigeración son:

- Cargas Máximas de Calefacción (invierno)

Carga Máxima de Calefacción

$$= 743.8 + 472.1 + 452.0 + 690.5 + 770.7 + 3241.2 + 1029.7$$

$$\text{Carga Máxima de Calefacción} = 7400 \text{ W} = 7.4 \text{ KW}$$

3.1.8. Cálculo de las Cargas Térmicas Máximas (Verano)

Aplicando la fórmula cargas máximas, se calcula las cargas máximas de refrigeración para verano:

Tabla 16 Cargas Térmicas Máximas dormitorio principal

Dormitorio Principal	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	15.7560	10	0.4299	1.15	1.15	89.58
Muro E	4.4044	10	0.4079	1.1	1.15	22.73
Ventana	4.4616	10	3.156	1.1	1.15	178.12
Techo	13.3743	10	0.289	1	1	38.65
Pérdidas Renovación						133.81
TOTAL						462.9 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17 Cargas Térmicas Máximas dormitorio 2

Dormitorio 2	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	3.132	10	0.4299	1.15	1.5	17.81
Ventana	3.498	10	2.972	1.15	1.5	137.49
Techo	8.568	10	0.289	1	1	24.76
Pérdidas Renovación						110.00
TOTAL						290.1 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18 Cargas Térmicas Máximas dormitorio 3

Dormitorio 3	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	3.132	10	0.4299	1.15	1.5	17.81
Ventana	3.498	10	2.972	1.15	1.5	137.49
Techo	8.568	10	0.289	1	1	24.76
Pérdidas Renovación						98.48
TOTAL						278.5 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19 Cargas Térmicas Máximas dormitorio 4

Dormitorio 4	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro N	4.3164	10	0.4299	1.15	1.15	24.54
Muro SE	20.46	10	0.4313	1.15	1.15	116.70
Ventana	3.2736	10	3.1727	1.15	1.15	137.36
Techo	9.2736	10	0.289	1	1	26.80
Pérdidas Renovación						125.50
TOTAL						430.9 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20 Cargas Térmicas Máximas sala de estar

Sala de Estar	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro SE	8.718	10	0.4313	1.1	1.5	47.56
Muro SO	10.222	10	0.4312	1.05	1.15	53.22
Ventana 1	3.788	10	2.983	1.1	1.15	142.94
Ventana 2	2.31	10	2.9887	1.05	1.15	83.36
Pérdidas Renovación						155.99
TOTAL						483.1 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21 Cargas Térmicas Máximas sala de estar

Sala de Recepción	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Pared N	67.59	10	0.4299	1.15	1.15	384.28
Pared SE	8.459	10	0.4313	1.1	1.15	46.15
Ventana 1	13.464	10	2.8663	1.15	1.15	510.38
Ventana 2	7.106	10	2.8866	1.15	1.15	271.27
Ventana 3	2.665	10	2.9178	1.1	1.15	98.37
Techo	41	10	0.289	1	1.15	136.26
Pérdidas Renovación						594.11
TOTAL						2040.8 W

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22 Cargas Térmicas Máximas cocina

Cocina	VERANO (Refrigeración)					
	Superficie m^2	ΔT ($^{\circ}C$)	U (W/m^2K)	C_o	C_i	Parcial (W)
Muro SE	2.695	12	0.4313	1.1	1.15	17.64
Muro SO	11.715	12	0.4312	1.05	1.15	73.20
Ventana 1	4.73	12	2.9082	1.1	1.15	208.81
Ventana 2	7.05	12	2.9524	1.05	1.15	301.60
Techo	19.24	12	0.289	1	1.15	76.73
Fugas Regeneración						207.66
TOTAL						885.6 W

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, cuando calculamos las Cargas Máximas de Refrigeración es:

- Cargas Máximas de Refrigeración (verano)

Carga Máxima de Refrigeración

$$= 462.9 + 290.1 + 278.5 + 430.9 + 483.1 + 2040.8 + 885.6$$

Carga Máxima de Calefacción = 4872 W = 4.87 KW

De esta manera se calcula que tendremos una potencia usada para aire acondicionado caliente con un máximo de 7.4 kW y para la estación caliente llegaremos a una potencia de 4.87 KW, con estos datos se procede a diseñar los equipos como la bomba de calor.

3.2. Calcular y seleccionar los componentes de un sistema de climatización geotérmica.

3.2.1. Captación Geotérmica

De acuerdo al área promedio de 131.47 m² que se pretende climatizar, es necesario elegir el sistema de captación, siendo el sistema de captación vertical el adecuado ya que para el horizontal se necesitaría 197.2 M² adicionales. Los planos del sistema de aire acondicionado estarán de acuerdo a las especificaciones de la casa.

3.2.2. Conductividad de la tierra

Teniendo en cuenta la información geológica, la conductividad que obtenemos en el lugar de la casa es una composición grava/arena, y nos arroja que este tipo de suelo tiene una conductividad térmica de 25 W/m de sonda.

Tabla 23 Capacidades térmicas por metro de sonda

Horas de funcionamiento	1800 h	2400 h
	Capacidad térmica específica en W/m de sonda	
Valores orientativos generales		
Subsuelo inapropiado (Sedimento seco) ($\lambda < 1,5$ W/mK)	25	20
Subsuelo normal de roca consolidada y sedimento saturado con agua ($\lambda < 3,0$ W/mK)	60	50
Roca consolidada con elevada conductividad térmica ($\lambda < 3,0$ W/mK)		
Rocas aisladas		
Gravilla, arena, secas	<25	<20
Gravilla, arena con contenido en agua	65-80	55-85
Corriente freática fuerte a través de gravilla y arena, para instalaciones individuales	80-100	80-100
Arcilla Limo, húmedos	35-50	30-40
Piedra caliza (maciza)	55-70	45-60
Piedra arenisca	65-80	55-65
Magmatitas ácidas (p.ej. granito)	65-85	55-70
Magmatitas básicas (p.ej. basalto)	40-65	35-55
Gneis	70-85	60-70

Fuente: Manual Geotermia.

3.2.3. Cálculo de la potencia a evaporar

$$P_{\text{evaporador}} = \frac{P_{\text{calorífico}} \times (COP - 1)}{COP}$$

$$P_{\text{evaporador}} = \frac{7.8 \text{ KW} \times (4.6 - 1)}{4.6}$$

$$P_{\text{evaporador}} = 6.104 \text{ KW}$$

3.2.4. Profundidad de la Sonda

$$L_{\text{sonda}} = \frac{P_{\text{evaporador}}}{\text{Capacidad térmica del suelo}}$$

$$L_{\text{sonda}} = \frac{6.104 \text{ KW}}{25 \text{ W/m}}$$

$$L_{\text{sonda}} = 244 \text{ m}$$

La profundidad de la sonda vertical será de 244 metros, puesto que es más fácil hacer varias sondas, entonces se propone hacer 5 sondas con la siguiente dimensión 48.8 m.

3.2.5. Selección de la Bomba de calor

Al seleccionar el equipo ya mencionado se tendrá en consideración los valores de carga térmicas mayores las cuales son 7.4 kW potencia calorífica y 4.87 KW potencia frigorífica. Es por lo que se decide por una bomba de calor compacta consigo una máquina ACS.

La bomba de calor que se ha elegido es la “Carno HCS-PK-232K de la fabricación HAUTEC”, de acuerdo a la ficha técnica (Anexo nº 4), es idóneo para entregar una potencia calorífica de 7.8 kW, será apto y nos asegurará la correcta climatización de la vivienda (Hautec, 2019).

La potencia térmica entregada para la producción de ACS es de 1.6 kW de potencia. Este equipo de calor tendrá un COP (coeficiente de operación) de 4.6 según especificaciones de placa y su alimentación de energía eléctrica es de 1.69 kW.

3.2.6. Análisis termodinámico

Considerando que la bomba de calor, es un equipo que trasfiere energía en forma de calor, de un depósito térmico con temperatura T_B hacia otro de temperatura T_A , siendo:

$$T_A > T_B$$

Se calcula el coeficiente de operación (COP), que es un índice para evaluar la calidad de la bomba de calor, en este cálculo se compara la salida de calor del condensador (Q) con la potencia suministrada al compresor (W).

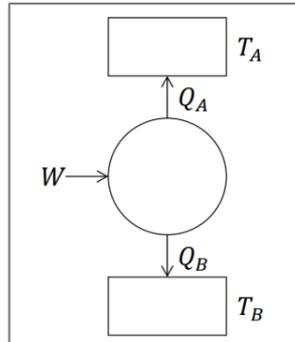


Figura 10 Diagrama termodinámico de COP

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula calculamos:

$$COP_{REF} = \frac{|Q_A|}{|W|}$$

$$COP_{REF} = 4.6$$

3.2.7. Cálculo de la Potencia Eléctrica de la Bomba Seleccionada:

Tenemos lo siguiente:

$$P_{eléctrica} = \frac{P_{necesaria}}{COP}$$

$$P_{eléctrica} = \frac{7.4 \text{ KW}}{4.6}$$

$$P_{eléctrica} = 1.6 \text{ KW}$$

$$P_{eléctrica} = 2.15 \text{ HP}$$

Para hacer uso la bomba de calor en estación cálida y enfriar el domicilio se debe utilizar la captación como foco frío, en este tipo de trabajo se deberá de acoplar un módulo de refrescamiento haciendo circular el líquido calo portador de la captación geotérmica atreves de un intercambiador de placas.

3.2.8. Selección del Sistema de Calefacción

El sistema de calefacción seleccionado es el del tipo suelo radiante, que consiste en unas redes de tubos de termoplástico o PVC en la parte inferior del piso de los dormitorios, por donde se hará circular agua a una temperatura de 40 °C, el líquido fluyente viene del equipo de calor, alcanzando de esta manera un confort térmico que oscila entre los 20 a 22 °C.

Las tuberías que se usan para el líquido están constituidas de un termoplástico que soportan temperaturas altas, estas son colocadas sobre la fragua, poniendo de esta forma un aislante térmico que no deja que se escape la temperatura a la planta de abajo. Para tapar las tuberías se hace uso de mezcla entre cemento y tierra arena y luego el solado, es necesario que el material a usar tenga poco aislamiento térmico (piedra, baldosa cerámica...). A continuación, veremos cómo se aprecia un suelo radiante:

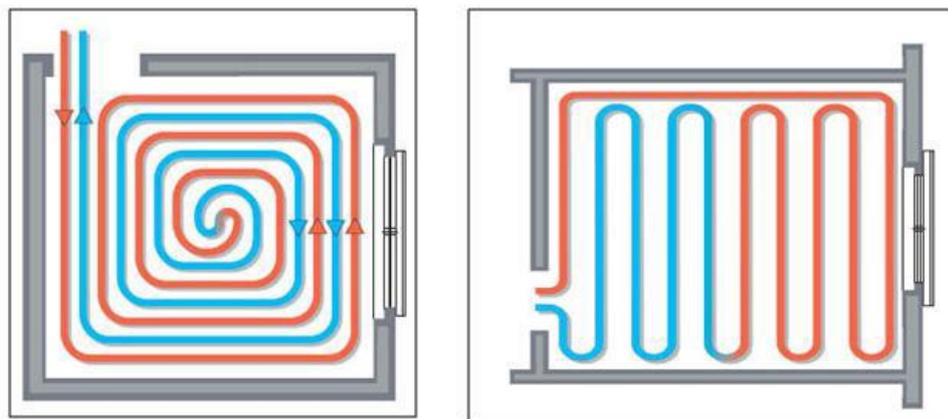


Figura 11 Piso radiante con tuberías en espiral y serpentín

La tubería a utilizar es de polietileno de 20 a 16 mm, se considera dos partes la instalación de suelo radiante del domicilio, se usará una por cada nivel, permitiendo una adecuada distribución y en cada piso se instalará un termostato conectado al circuito de mando de una electroválvula y esta regulará como funcione cada circuito.

3.2.9. Selección del Equipo de Refrigeración

Se han seleccionado para este trabajo de investigación 7 equipos de tipo FAN – COILS de techo, en cada una de las habitaciones y 2 en el salón comedor. En la cocina se selecciona el equipo FAN – COILS del tipo cassette, siendo la marca FUJITSU, la seleccionada para este trabajo el modelo ACY25UIF de la marca Fujitsu, este proporciona 2.7 KW frigoríficos cubriendo totalmente las necesidades requeridas teniendo un mando que permita seleccionar o controlar la temperatura. (Fujitsu, 2011).

El FAN – COILS, de la bóveda es del modelo SPLIT CONDUCTOS, modelo ACY25UIF, siendo la marca FUJITSU, capaz de entregar 2.7 KW frigoríficos un número mayor a lo necesario (Anexo nº 6 Ficha técnica equipo de refrigeración ACY25UIF), colocando está en cada habitación actuando sobre una electroválvula que permita seleccionar la potencia requerida.



Figura 12 Equipo de Refrigeración modelo ACY25UIF marca FUJITSU

Realizar la evaluación económica que involucra el modelo de un bloque de climatización geotérmica.

3.2.10. Presupuesto

Tabla 24 Costos para el diseño del sistema de climatización geotérmica por vivienda.

N°	Detalle	Cant.	Costo en moneda nacional	
			Prec. Unit	Sub Total
1	Bomba de Calor Geotérmica CARNO HCS-PK-232K Marca: Hautec	1	7,500.00	7,500.00
2	Sistema de Captación Geotérmica	Glb	5,878.98	5,878.98
3	Sistemas de Calefacción	Glb	5,341.77	5,341.77
4	Equipo de Refrigeración Fan Coils Marca Fujitsu	9	1,870.00	16,830.00
Presupuesto Total de equipamiento sumado el IGV				35,550.75

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25 Costos de Instalación y de Mano de Obra

N°	Detalle	Unid.	Cant.	Costo en moneda nacional	
				Prec. Unit	Sub Total
1	Instalación y trabajadores	Glb.	1	10,500.00	10,500.00
Costo total en moneda nacional sumado el IGV				10,500.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26 Costos Totales

N°	Detalle	Unid.	Cant.	Costo en moneda nacional	
				Prec. Unit	Sub Total
1	Costos para el Diseño del Sistema de Climatización	Glb.	1	35,550.75	35,550.75
2	Costos de Instalación y trabajadores	Glb	1	10,500.00	10,500.00
Costo total en moneda nacional sumado IGV				45,050.75	

Fuente: Elaboración Propia.

IV. DISCUSIÓN

Según Torres (2017, p. 15), en su investigación acerca de “climatización de sala multiuso mediante energía geotérmica de baja entalpia”, trabajo de investigación para el grado de ingeniero en construcción, en su objetivo principal propone Valorar técnicamente la implementación de un sistema geotérmico para formular y responder a los demanda de confort térmico de una sala multiuso en la Región Metropolitana, para lo cual se logra determinar la creación de una técnica para climatizar teniendo para esto como línea principal el confort de los usuarios de dicha sala multiusos, en tal sentido el investigador del presente proyecto de investigación denominado “aplicación de un sistema de climatización geotérmica para perfeccionar el confort en las viviendas de los pobladores del distrito de los baños del inca” manifiesta que si es posible llegar al confort mediante la creación de un sistema de calefacción para lo cual en el presente trabajo se demuestra mediante el cálculo para el diseño llegando para esto aún monto de S/. 45,050.75 soles.

Para Rosa (2009, p.22), en su trabajo de investigación “diseño de intercambiador geotérmico horizontal cerrado para bomba de calor geotérmica aplicada en la calefacción de una edificación con uso de oficina, en puerto Montt” en su objetivo general nos dice que es poder crear un intercambiador geotérmico horizontal para bomba de calor geotérmica aprovechada para entregar líquido caliente a la unidad de calentamiento por piso radiante que tiene la construcción de los despachos de la empresa en mención, con ubicación en Puerto Montt, y así corroborar si se tiene una unidad más eficaz que los comunes. Aunque por motivos físicos de ubicación y motivos económicos, el equipo seleccionado es del tipo horizontal cerrado, con una programación tradicional dada las situaciones geofísicas del sitio (pág. 20)., para lo cual en la presente el diseño de intercambio de calor específicamente hablando del sistema de calefacción es del tipo suelo radiante, que consiste de un circuito de tubos de termoplástico por la parte inferior de las losas por donde fluye líquido caliente a una temperatura de 40 °C, el agua a temperatura de los 40°C viene de la bomba de calor consiguiendo de esta manera una climatización que oscila entre los 20 a 22 °C., Las cañerías del fluido

(generalmente de material plástico) se colocan sobre la losa de manera uniforme, colocando un material que aisle térmicamente para no dejar que el calor se disperse dentro de la parte inferior de edificio. Encima de las cañerías se pondrá un vaciado de cemento y arena y luego la capa final de concreto, es necesario que el producto seleccionado sea de bajo aislante térmico como (piedra, baldosa...) y evitar los productos aislantes como el poliuretano, entre otras.

Según Gonzales, (2013) en su proyecto de finalización de estudios "Climatización de una vivienda con energía geotérmica" explica que su estudio quiere sacar provecho de donde se genera energía limpia, renovable e inagotable como es la energía geotérmica que cada día crece más y se encuentra con un desarrollo que nos ayuda a obtener un ambiente con aire tanto en estaciones frías como en calurosas, teniendo en cuenta las ventajas económicas comparándolas con otros sistemas actuales de aire acondicionado (pág. 17), para lo cual el investigador está de acuerdo con lo establecido ya que en el presente trabajo llamado "Aplicación de un sistema de climatización geotérmica para mejorar las condiciones de confort en las viviendas de los pobladores del distrito de los baños del inca", tenemos que climatizar un espacio de 131.47 m² por tal motivo será imprescindible 197.2 m² libres de terreno y como lo podemos ver para el presente trabajo de investigación no se cuenta con área libre para realizar la captación horizontal, por lo que el circuito de recolección tomado es el vertical.

Teniendo como punto de partida investigaciones geológicas, nos indica que el material encontrado en la jurisdicción de trabajo es de un material grava/arena y por tal motivo la conducción térmica del suelo es de 25 W/m de sonda.

V. CONCLUSIONES

- ❖ Después de la encuesta aplicada en 10 viviendas, se determina que el área promedio de las viviendas es de 200 m², teniendo como superficie total a climatizar un área de 131.47 m². El sistema de climatización geotérmico más adecuado para las viviendas del distrito Baños del Inca es el vertical debido al tamaño del terreno.
- ❖ Las necesidades máximas de los domicilios teniendo en cuenta los casos que más afecte en la estación de invierno y verano correspondiente a la utilización calorífica máxima para meses fríos serán de 7.4 kW y la frigorífica para estación calurosa será de 4.87 KW, ya que estos valores tomaran papel importante en las selecciones de los equipos de diseño como es la elección de la bomba de calor.
- ❖ Después de los cálculos realizados se determinó que teniendo en cuenta los conocimientos geológicos, nos encontramos que el suelo de esta parte es del material grava/arena por tal motivo nos arroja un resultado de la conductividad térmica de 25 W/m de sonda, teniendo una potencia de evaporación de 6.104 KW, con una profundidad de sonda de 244 metros repartido en 5 sondas de 48.8 metros cada una, el sistema de calefacción seleccionado es del tipo suelo radiante, que consiste de un sistema ya adecuado de cañerías de pvc en la parte inferior de los cuartos por donde fluye el líquido en este caso es agua a 40°C, el equipo que se ha tomado en cuenta para este trabajo es el “Carno HCS-PK-232K de la fábrica de HAUTEC” que tiene la capacidad de entregar una potencia calorífica de 7.8 kW y el equipo de refrigeración seleccionado es el equipo FAN – COILS del tipo cassette, siendo la marca FUJITSU la seleccionada para este trabajo el modelo ACY25UIF de la marca Fujitsu, este proporciona 2.7 KW frigoríficos.
- ❖ Después de las cotizaciones realizadas se tiene un costo total para la implementación de este sistema de calefacción ascendente a la suma de S/. 45,050.75 soles correspondientes a costos de recursos directos, recursos indirectos, costos para el diseño del sistema de climatización y costos por mano de obra e Instalación.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Teniendo en cuenta que la superficie total a climatizar es de 131.47 m², se recomienda tener en cuenta los cálculos realizados ya que con eso se garantiza que el consumo calorífico máximo para los meses fríos será de 7.4 kW y la de frío para los meses calurosos será de 4.87 KW garantizando el correcto funcionamiento del sistema de climatización siendo esto que si se consideran otros factores estos podrían cambiar y por ende el sistema.

- ❖ Teniendo en cuenta los resultados de cálculos se recomienda que los equipos seleccionados sean de la marca establecida dentro de la selección de los mismos, como son para el equipo de calor seleccionado es de la empresa HAUTEC del tipo “Carno HCS-PK-232K” y el equipo de refrigeración seleccionado es el equipo FAN – COILS del tipo cassette, siendo la marca FUJITSU, para de esta forma garantizar el periodo de vida útil de los elementos con respecto al diseño establecido.

- ❖ Se recomienda implementar el siguiente proyecto de investigación denominado “Aplicación de un sistema de climatización geotérmica para mejorar las condiciones de confort en las viviendas de los pobladores de los baños del inca”, teniendo en cuenta que el costo para ello asciende a la suma de S/. 45,050.75soles, garantizado para un uso calorífico máximo en tiempo frío de 7.4 kW y la frigorífica en tiempo de calor de 4.87 KW.

REFERENCIAS

- Abril, Miguel. (2017).** *ESTUDIO SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA PARA SU APROVECHAMIENTO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y LAS CIMENTACIONES.* Bogota.
- Arias, Fiadías G. (2012).** *El proyecto de investigación- Introducción a la metodología científica.* Venezuela : Episteme.
- Cordova , Luis. (2017).** *Diseño de una planta geotérmica de generación eléctrica de 50 mw.* Lima.
- Díaz, Ronald., y Callehuanca, Roberto. (2013).** *Construcción del casco estructural de viviendas con aislamiento térmico en una obra de vivienda masiva en apurímac.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Elías, Xavier., y Bordas, Santiago. (2012).** *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad.* Madrid : Días de Santos..
- Espada, Victor. (2013).** *estudio de climatizaciones geotermicas en viviendas.* españa.
- Fujitsu. (2011).** Grupo EuroFred. [En línea] 2011. [Citado el: 11 de marzo de 2019.]
http://www.servifred.com/Catalogos/CATALOGO_FUJITSU_2011_index.pdf.
- Garrido, Esther. (2014).** *diseño de una vivienda unifamiliar con instalacion geotermica de muy baja entalpia.* españa.
- Gobierno Regional Cajamarca. (2016).** *plan regional de contingencia "bajas temperaturas y heladas Cajamarca 2016".* Cajamarca.
- Gonzales, Ignacio. (2013).** *"Climatización de una vivienda con energía geotérmica.* Madrid.
- Hautec. (2019).** HAUTEC. [En línea] 2019. [Citado el: 11 de Marzo de 2019.]
<https://www.hautec-waermepumpen.eu/es/hautec-home.html>.
- Hernández, R., Fernandez, C. & Baptista Lucía, P. (2010).** *Metodología de la Investigación.* México : Mc Graw Hill.
- Herrera , J & Jeri, J. de Dios. (2017).** *prospeccion de recursos geotermicos en la region cuzco y su aplicacion en la generacion de energia electrica.* Cuzco.
- Manguias, Ruben. (2016).** *Instalacion de geotermia.* Madrid : Tornapunta Ediciones.
- Milla, Luis. (2014).** *posibilidad del uso de energia geotermica en Peru.* Peru : unmsn-volumen 1.

Ministerio de vivienda. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones 2018. *Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA.* Lima- Perú.

Rodriguez, Victor. (2015). *Diseño y análisis técnico económico de un sistema de climatización urbana con aprovechamiento de geotermia de baja entalpia en un proyecto de viviendas en integración social en chile.* Santiago de Chile.

Romero , Ruben. (2015). *Estudio de eficiencia energética y viabilidad para la implantación de una instalación de climatización mediante geotermia en la Escuela Politécnica Superior IV de la Universidad de Alicante.* Alicante.

Rosa, Rodrigo. (2009). *diseño de intercambiador geotermico horizontal cerrado para bomba de calor geotermico aplicada a la calefaccion de una edificacion con uso de oficina, en Puerto Montt.* chile.

Solvento. (2017). Solvento: Instalaciones y mantenimiento. [En línea] 2017. [Citado el: 11 de marzo de 2019.] <http://solvento.es/servicios/energia-geotermia-madrid/>.

torres, javiera. (2017). *climatizacion de sala multiuso mediante energia geotermica de baja entalpia.* santiago de chile.

ANEXOS

Ficha de recolección de datos

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA**

Ficha de recolección de datos n° 001	Título: Confort Térmico																																										
Datos bibliográficos: Autor: Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA Editorial: _____ Año: 13 de Mayo 2014 Ciudad: Lima - Perú Otro: Diario el Peruano			Referencia a otras fichas:																																								
N° Página: 10	Contenido: Confort térmico: Demanda energética máxima por zona bioclimática. Todo proyecto de edificación, según la zona bioclimática donde se ubique, deberá cumplir obligatoriamente con los requisitos establecidos a continuación: <table border="1" data-bbox="678 898 1082 1290"> <thead> <tr> <th data-bbox="678 898 790 965">Tipo de edificio</th> <th data-bbox="790 898 885 965">Transmitancia térmica máxima del muro (U_m)</th> <th data-bbox="885 898 981 965">Transmitancia térmica máxima del techo (U_t)</th> <th data-bbox="981 898 1082 965">Transmitancia térmica máxima del piso (U_p)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="678 972 790 994">1. Edificio común</td> <td data-bbox="790 972 885 994">2,30</td> <td data-bbox="885 972 981 994">2,21</td> <td data-bbox="981 972 1082 994">2,30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1001 790 1023">2. Oficinas</td> <td data-bbox="790 1001 885 1023">2,30</td> <td data-bbox="885 1001 981 1023">2,30</td> <td data-bbox="981 1001 1082 1023">2,30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1030 790 1052">3. Industria ligera</td> <td data-bbox="790 1030 885 1052">2,30</td> <td data-bbox="885 1030 981 1052">2,21</td> <td data-bbox="981 1030 1082 1052">2,30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1059 790 1081">4. Industrias</td> <td data-bbox="790 1059 885 1081">2,30</td> <td data-bbox="885 1059 981 1081">2,21</td> <td data-bbox="981 1059 1082 1081">2,30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1088 790 1111">5. Almacén</td> <td data-bbox="790 1088 885 1111">1,80</td> <td data-bbox="885 1088 981 1111">0,85</td> <td data-bbox="981 1088 1082 1111">0,25</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1117 790 1140">6. Mercado</td> <td data-bbox="790 1117 885 1140">2,30</td> <td data-bbox="885 1117 981 1140">0,40</td> <td data-bbox="981 1117 1082 1140">2,25</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1146 790 1169">7. Lugar de reunión</td> <td data-bbox="790 1146 885 1169">2,30</td> <td data-bbox="885 1146 981 1169">2,20</td> <td data-bbox="981 1146 1082 1169">2,30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1176 790 1198">8. Subterráneo</td> <td data-bbox="790 1176 885 1198">2,30</td> <td data-bbox="885 1176 981 1198">2,20</td> <td data-bbox="981 1176 1082 1198">2,30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="678 1205 790 1227">9. Torre helada</td> <td data-bbox="790 1205 885 1227">2,30</td> <td data-bbox="885 1205 981 1227">2,20</td> <td data-bbox="981 1205 1082 1227">2,30</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de edificio	Transmitancia térmica máxima del muro (U _m)	Transmitancia térmica máxima del techo (U _t)	Transmitancia térmica máxima del piso (U _p)	1. Edificio común	2,30	2,21	2,30	2. Oficinas	2,30	2,30	2,30	3. Industria ligera	2,30	2,21	2,30	4. Industrias	2,30	2,21	2,30	5. Almacén	1,80	0,85	0,25	6. Mercado	2,30	0,40	2,25	7. Lugar de reunión	2,30	2,20	2,30	8. Subterráneo	2,30	2,20	2,30	9. Torre helada	2,30	2,20	2,30
Tipo de edificio	Transmitancia térmica máxima del muro (U _m)	Transmitancia térmica máxima del techo (U _t)	Transmitancia térmica máxima del piso (U _p)																																								
1. Edificio común	2,30	2,21	2,30																																								
2. Oficinas	2,30	2,30	2,30																																								
3. Industria ligera	2,30	2,21	2,30																																								
4. Industrias	2,30	2,21	2,30																																								
5. Almacén	1,80	0,85	0,25																																								
6. Mercado	2,30	0,40	2,25																																								
7. Lugar de reunión	2,30	2,20	2,30																																								
8. Subterráneo	2,30	2,20	2,30																																								
9. Torre helada	2,30	2,20	2,30																																								


OCHO FIELDS LA CRUZ S.A.

 Daniel Sandoval Saavedra
 INGENIERO DE PLANEAMIENTO
 CIP 107175

Formato de Encuesta

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA

Encuesta

A continuación se le presenta un cuestionario para evaluar el nivel de confort en su vivienda y diseñar un sistema de climatización geotérmica. La información que Ud. Proporcione se utilizará con fines estrictamente académicos, por lo que se le agradece de antemano su colaboración.

1. ¿Cuál es el área de su vivienda?

m².

2. ¿Cuál es la orientación de su fachada?

Norte

3. En su vivienda cuenta con:

Dormitorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Sala	<input checked="" type="checkbox"/>
Sala de estar	<input checked="" type="checkbox"/>
Cocina	<input checked="" type="checkbox"/>
Baño	<input checked="" type="checkbox"/>

Cantidad:

4. ¿Cuál es el material con el que está construida la fachada de su vivienda?

Traslapado de cartón y yeso cerámico.

5. El tiempo que permanece dentro de su vivienda es

Mayor a 12 horas

Menor a 12 horas

6. ¿En verano usted siente un ambiente cómodo dentro de su vivienda?

SI

NO

7. ¿En invierno usted siente un ambiente cómodo dentro de su vivienda?

SI

NO

8. ¿Desearía implementar un sistema de climatización geotérmica en su vivienda?

SI

NO

Se agradece su colaboración

Ficha de recolección de datos

 GOLD FIELDS LA CIMA S.A.
Daniel Sandoval Saavedra
Daniel Sandoval Saavedra
INGENIERO DE PLANEAMIENTO
CIP: 182179

Validación de instrumentos de recolección de datos.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

DATOS GENERALES DEL EXPERTO

- **Apellidos y Nombres:**

Sandoval Saavedra Daniel

- **Profesión:**

Ingeniería Mecánica y Eléctrica

- **Grado Académico:**

Ingeniero Mecánico Electricista

- **Actividad laboral actual:**

Ingeniero de Planeamiento de Mantenimiento


GOLD FIELDS LA CIMA S.A.
Daniel Sandoval Saavedra
INGENIERO DE PLANEAMIENTO
CIP: 193179

Bomba de Calor Agua Glicolada-Agua Carno HCS Premium

HCS Premium



Las bombas de calor HAUTEC agua glicolada-agua utilizan el calor del sol almacenado en el subsuelo como fuente de energía.

Las bombas de calor agua glicolada-agua HAUTEC de la serie CARNO fueron especialmente desarrolladas para atender las necesidades de viviendas unifamiliares y pequeños edificios residenciales y están disponibles con gama de potencias de 4 a 35 kW.

A través del uso efectivo de **energías renovables**, las bombas de calor HAUTEC de la serie CARNO funcionan muy económicamente. El sol nos suministra aproximadamente 75-80% de la energía necesaria para la calefacción y debemos

conseguir solamente 20-25% de energía eléctrica. Esto es favorable para Usted y para el medio ambiente!

+ Con refrigerante ecológico R290

+ Potencias con B0/W35: 4 - 35 kW

+ COP > 5,0 con refrigerante R290 de conformidad con la norma EN 14511 con B0/W35

+ COP > 4,3 con refrigerante R407c de conformidad con la norma EN 14511 con B0/W35

+ Controlador de bombas de calor ya instalado de fábrica

+ Funcionamiento silencioso, gracias a la carcasa anti ruido

Ficha técnica equipo de refrigeración ACY25UIF.

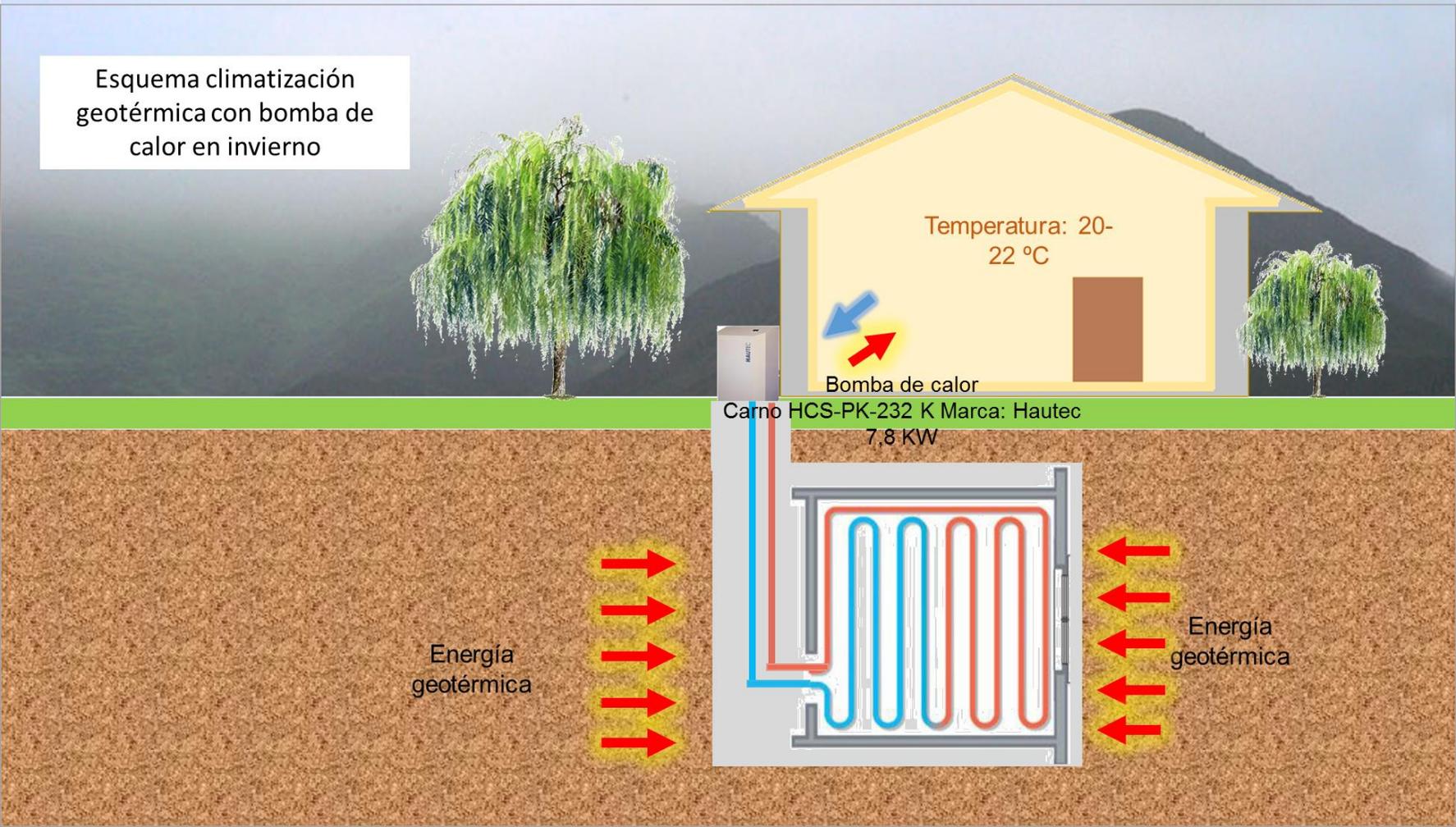
Unidades de Conducto



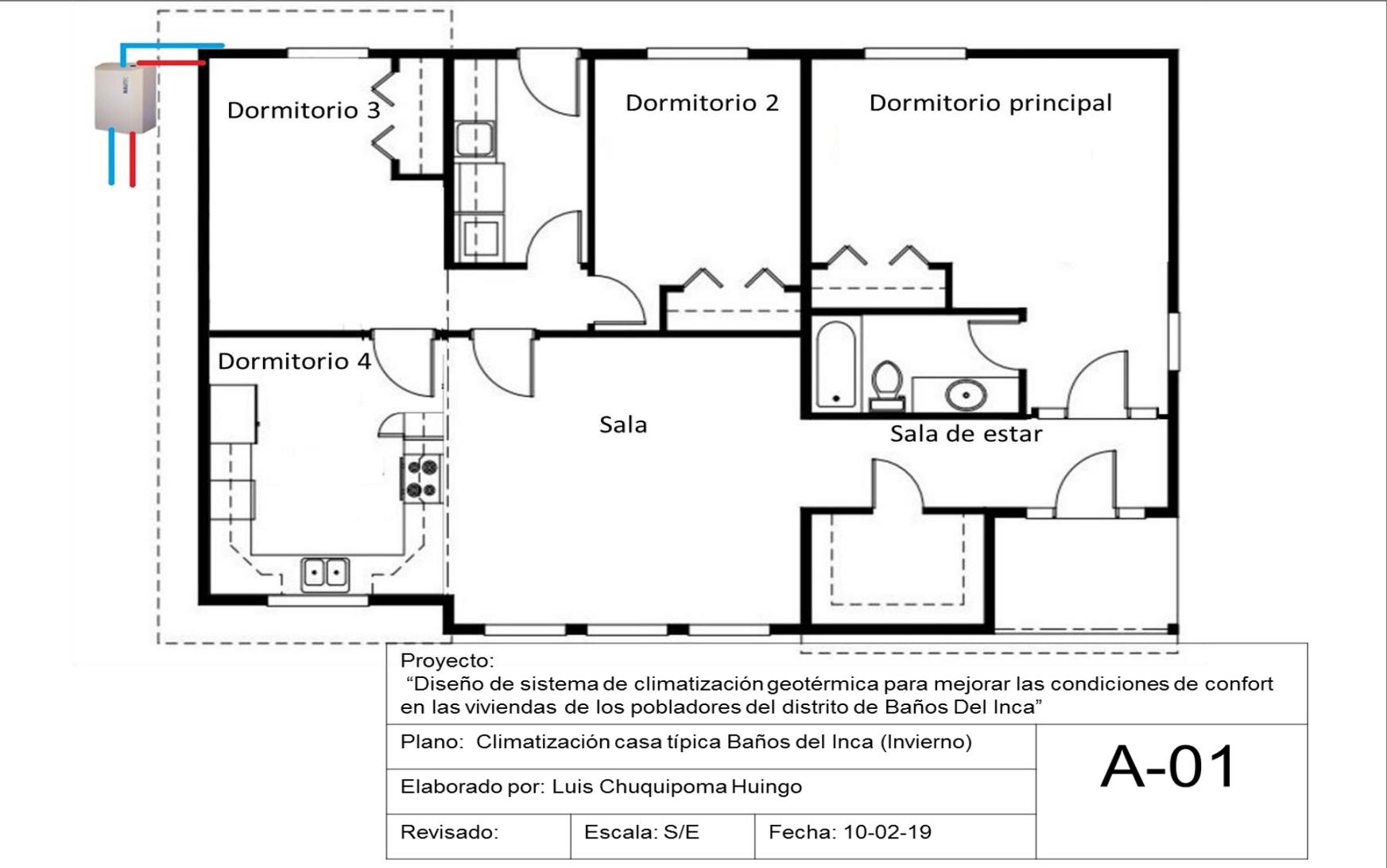
		ACY25UiF-LA
Código		3NGF8251
Potencia frigorífica	kcal/h	2.322
	W	2.700
Potencia calorífica	kcal/h	2.838
	W	3.300
Presión sonora	dB (A)	35/30
Diámetro tuberías frigoríficas	pulg.	1/4"-3/8"
Dimensiones (Ancho x Fondo x Alto)	mm	663x595x217
Peso neto	kg	18

Mando Inalámbrico + Receptor Opcional (3NGF9516)

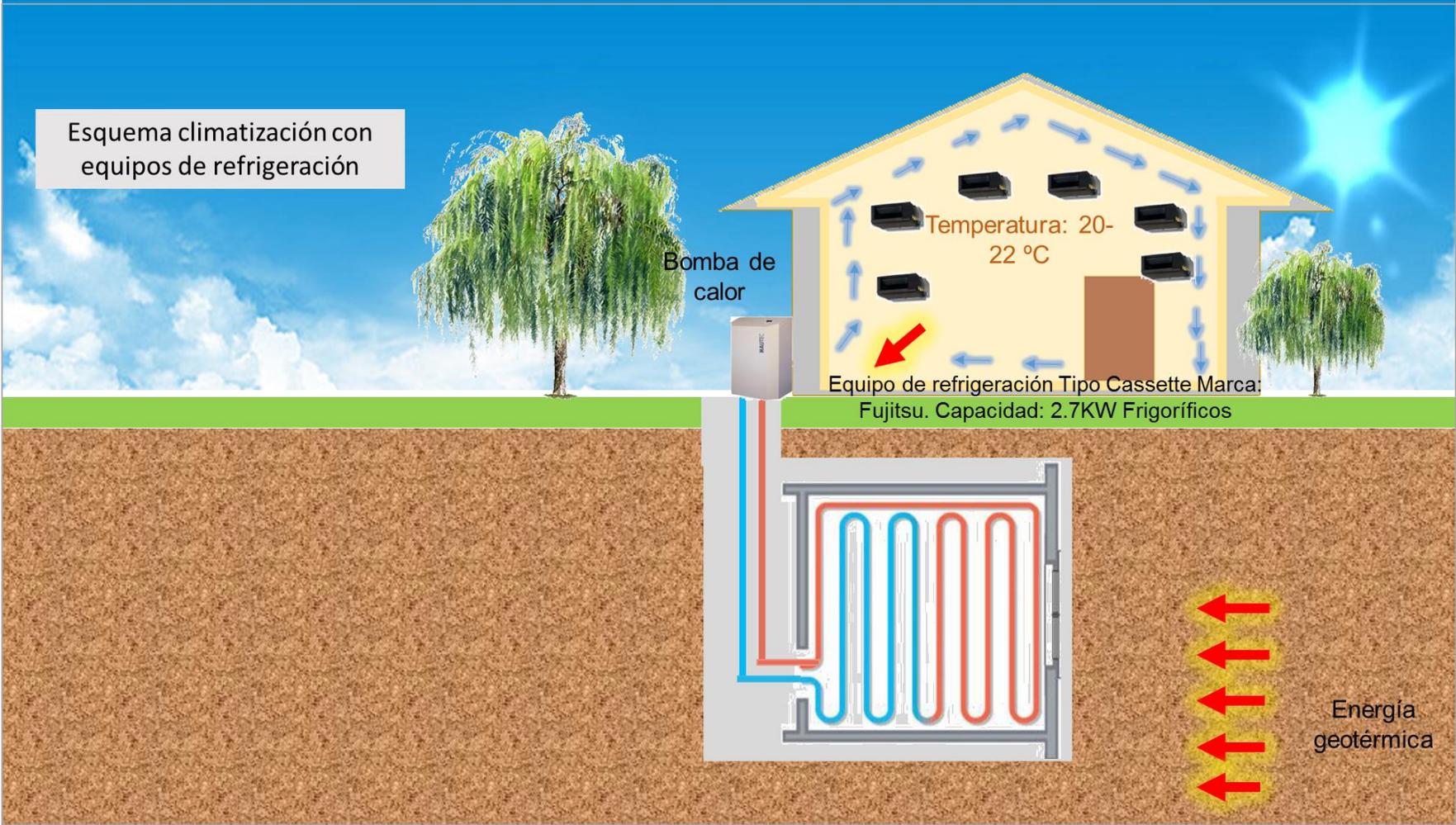
Esquema de climatización (Calefacción).



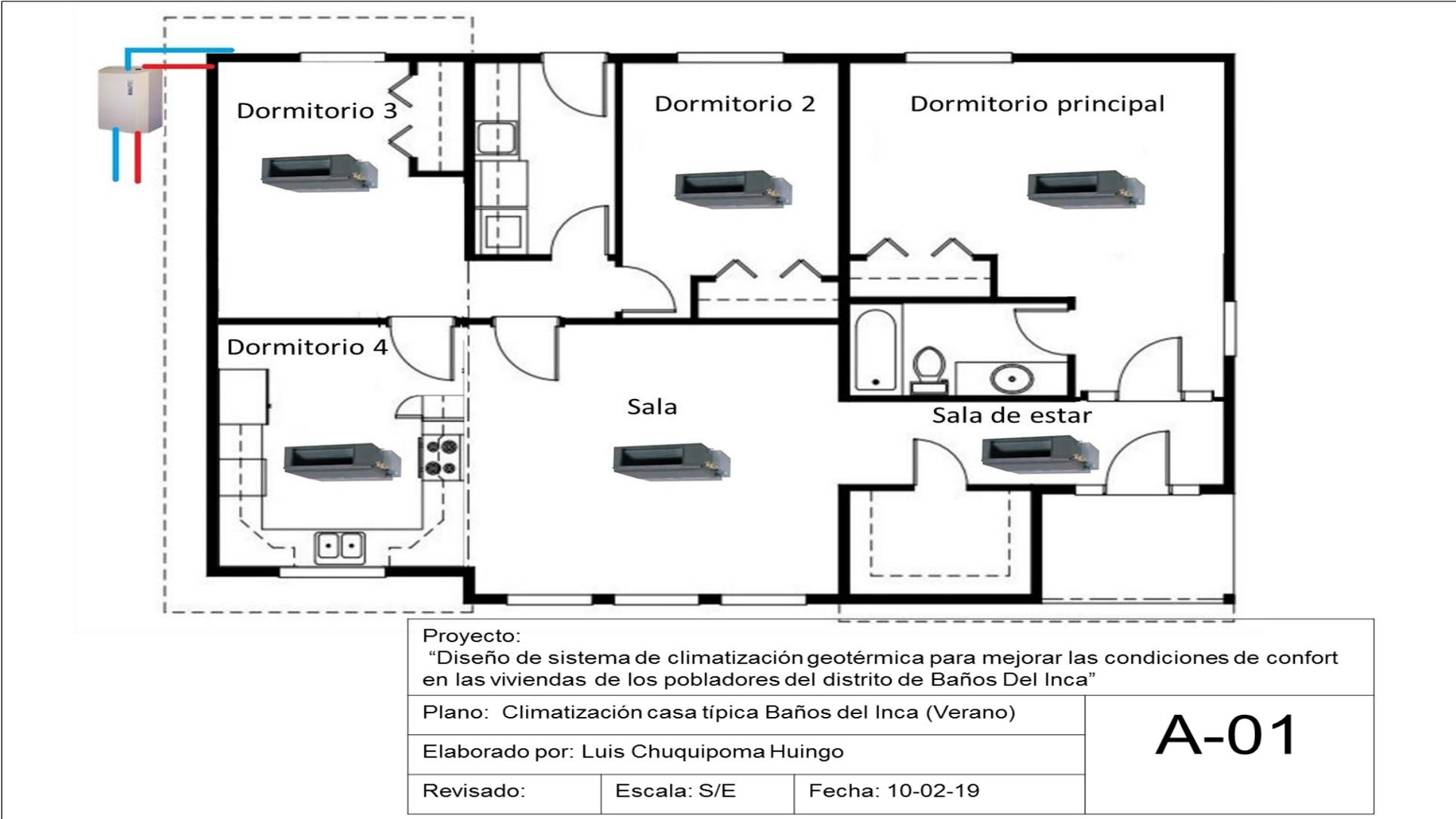
Planos de climatización casa típica (Invierno).



Esquema climatización (refrigeración).



Planos de climatización casa típica (verano).



Circuito de tuberías.

