



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Sistema de calefacción centralizada a vapor y consumo
de energía en un campamento minero - Cajamarca”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR

Tirado Urbina Paul Melvin (Orcid: 0000-0003-2402-9046)

ASESORES:

Dr. Luján López Jorge Eduardo (Orcid: 0000-0002-8127-4040)

Mg. Castro Anticona Walter Miguel (Orcid: 0000-0003-1208-1242)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ
2022

Dedicatoria

El siguiente INFOME ACADÉMICO está dedicado: A mi Madre Maritza, porque siempre tuvo confianza en mí y en mis sueños. A mi esposa, que es un pilar fundamental y siempre me apoyo para poder seguir con mis estudios. A la empresa donde vengo laborando, quien me facilitó las opciones y apoyo con los horarios y el tiempo para poder culminar mi carrea.

Agradecimiento

A Dios, quien me permitió poder llegar al punto donde me encuentro actualmente en mi vida y de mi formación académica con salud y bienestar.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos	32
3.6. Método de análisis de datos	¡Error! Marcador no definido.
3.7. Aspectos éticos.....	39
IV. RESULTADOS	40
V. DISCUSIÓN	
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	42

Índice de tablas

Tabla 1: Area cubierta por la estufa de aceite.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2: Resumen de Carga Terminada de la Instalación.	1
Tabla 3: Resumen Diámetros de Arranques	6
Tabla 4: Resumen Pérdidas de Carga y Caudales por Circuito	6
Tabla 5: Costo de elementos para un modilo del sistema de calefaccion.	1
Tabla 6: Sistema de calefaccion poir estufa electrica por planta en un mes	1
Tabla 7: Sistema de calefaccion de caldera por piso radiante por planta mensual.....	1
Tabla 8: Costo/Beneficio Annual	2

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Caldera por radiadores,.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2: Temperatura del piso en función de su emisividad térmica (Ortega. 2001).	2
Figura 3: Temperatura del piso en función de su emisividad térmica (Ortega. 2001).	4
Figura 4: Costo/Beneficio Annual	2

Resumen

La presente investigación titulada sistema de calefacción centralizada a vapor y consumo de energía en un campamento minero – Cajamarca, tiene como objetivo evaluar la implementación de un sistema de calefacción centralizado a vapor en un campamento minero de la ciudad de Cajamarca, aplicando como metodología de esta investigación es de finalidad aplicada, con carácter descriptiva tomando como muestra a 6 módulos y cada módulo cuenta con 50 habitaciones, 25 en el primer nivel y 25 en el segundo nivel, en la cual tenemos como resultado la implementación de un sistema de calefacción centralizado en un campamento minero de la ciudad de Cajamarca el cual fue el sistema caldera por piso radiante e y llegamos a la conclusión de que el calor necesario que debe aportar el sistema de calefacción por piso radiante para mantener una temperatura ambiente de 27°C en los módulos es de 260,985,645.40 [Kcal/h]. y represento un bajo costo llegando a la conclusión se muestran los estudios realizados de la distribución de aire, balance térmico, cálculo y selección de los equipos para una instalación eficiente y eficaz.

Palabras clave: Sistema, Calefacción, Ahorro y energía eléctrica

Abstract

The present investigation entitled centralized steam heating system and energy consumption in a mining camp - Cajamarca, has as to evaluate the implementation of an objective of centralized steam heating system in a mining camp in the city of Cajamarca, applying as a methodology of This research is of an applicative purpose, with a descriptive character, taking 6 modules as a sample and each module has 50 rooms, 25 on the first level and 25 on the second level, in which we have as a result the implementation of a centralized heating system. in a mining camp in the city of Cajamarca which was the radiant floor boiler system and we came to the conclusion that the necessary heat that the radiant floor heating system must provide to maintain an ambient temperature of 22°C in the modules, is 268,037,983 [Kcal/h]. and it represents a low cost, concluding the studies carried out on the distribution of air, thermal balance, calculation, and selection of equipment for an efficient and effective installation are shown.

Keywords: System, Heating, Saving and electrical energy

I. INTRODUCCIÓN

La calefacción es clave para mantener cómodos a todos los empleados, que se encuentran en temperaturas muy frías en la empresa. Pero durante los meses de bajas temperaturas, también es uno de los mayores problemas que se presentan. Las causas más comunes de muerte asociadas con el resfriado común son las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como la diabetes o las enfermedades mentales. El clima extremadamente frío también provoca un aumento de los ingresos hospitalarios, especialmente por razones respiratorias y cardiovasculares.

Las actividades mineras en el mundo a través de nuestro país se caracterizan principalmente por zonas remotas y condiciones climáticas de alta montaña. Estas características geográficas indican que se encuentran en altitudes superiores a los 3.500 metros cúbicos. Estando a tan gran altura, el creciente frío provoca malestar en el corazón de todos los trabajadores.

El trabajo de mina en Latinoamérica normalmente se desarrolla en trabajos de altura en parámetros de 3 mil y 4 mil m.s.n.m. con temperaturas que alcanzan los 9°, para salvaguardar la salud y la operatividad de los colaboradores de la empresa debe contar con un confort térmico para la seguridad de su salud y el óptimo rendimiento en su trabajo.

En Perú, en sus regiones mineras, garantizar el acceso universal a energía moderna, confiable y sostenible a un costo accesible. Donde expresa que la energía es el corazón para cualquier gran desafío de suministrar las temperaturas adecuadas para un óptimo descanso nocturno de los colaboradores y brindarles la seguridad se ha convertido en un serio problema para todas las minerías que se encuentran en el norte en el sur en los cuales habitan miles de trabajadores porque el acceso a la energía no cuenta con parámetros ni equipos de calefacción.

Actualmente la mina donde se elaborará este proyecto de investigación está situada aproximadamente a 3500 y 4100 m.s.n.m., al norte de Cajamarca, quien cuenta con campamentos de alojamiento la cual contempla una gran cantidad de habitaciones, y se está proyectando que en 3 años se incremente a un aproximado 5000 habitaciones, por esto el uso de la energía en los campamentos se incrementara teniendo un déficit en ello ya que el uso de la energía eléctrica no está regulado y ni tiene restricciones con respecto a los equipos de calefacción actuales.

Ante este problema, muchas personas adoptan ciertas medidas para combatir las bajas temperaturas, entre las que se encuentran: calefacción con radiadores, estufas, etc. En algunos casos, se necesitan fuentes de energía eléctrica pero no están disponibles en algunas áreas. La necesidad de implantar sistemas de calefacción térmica basados en energías renovables en las zonas afectadas es el principal motor de esta tesis.

El proyecto tuvo como finalidad la elaboración del sistema centralizada de calefacción que ayudara con el ahorro del consumo del recurso energético en un campamento minero de Cajamarca, esta investigación evitara el uso de equipos eléctricos específicamente (estufas) en todo el campamento, este ya cuenta con estufa que son totalmente independientes para ser más exactos una por habitación, y no tienen restricciones en su uso, esto genera que los usuarios dejen conectado y funcionando sus equipos las 24 horas del día y así este uso incrementa el consumo del recurso energético y agrava toda situación con respecto a la contaminación ambiental, por esto no estaríamos cuidando nuestro ecosistema.

Actualmente el campamento cuenta con 23 módulos de alojamiento teniendo diferencias entre ellas, van desde habitaciones para agentes de seguridad, unidades contratistas, ingenieros supervisores y los trabajadores de la misma minera, estas cuentan con un sistema de calefacción mediante una estufa eléctrica que tiene una potencia de 1500 watts.

Lo presentado en líneas anteriores se ha considerado un problema el cual es ¿Qué características técnicas estructurales debe cumplir el sistema de calefacción centralizada para que genere un ahorro energético en el campamento de alojamiento para el beneficio de la unidad minera en la ciudad de Cajamarca?

Este proyecto de investigación se enfoca hacia la finalidad de mejorar el ahorro de la energía eléctrica, proporcionando un nuevo sistema de calefacción, el cual permite tener ahorros tanto económico como también energético y así aportar con el medio ambiente, siguiendo las necesidades tanto de los trabajadores como también de la empresa minera. Y nos planteamos objetivos que ayudaran a poder tener un adecuado ambiente de descanso, un mejor sistema de calefacción y teniendo en cuenta estos objetivos están alineados con ciertos objetivos de desarrollo sostenible (ODS) perteneciendo al organismo de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El objetivo general de esta investigación fue, evaluar la implementación de un sistema de calefacción centralizado a vapor en un campamento minero de la ciudad de Cajamarca, Definiendo así objetivos específicos, seleccionando el sistema de calefacción central a vapor más apropiado, diseñar el sistema de calefacción centralizada y tercero evaluar la relación costo/beneficio para la aplicación de un sistema de calefacción central. Estos objetivos nos ayudarán a evaluar un adecuado ambiente de descanso, y un mejor sistema de calefacción.

II. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Antecedentes Internacionales.

Santafé & Lahuis (2018). es investigación titulada “diseño y simulación de un sistema de calefacción por piso radiante. El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un programa para el diseño de un sistema de paneles radiantes para un centro metropolitano en el hogar como ejemplo de aplicación y poder adquirir conocimientos en este campo. La zona de confort térmico pretende desarrollar una representación de estas propiedades, que es un argumento descriptivo cualitativo. Tomemos, por ejemplo, la oficina del Centro Histórico de Quito. Se ha demostrado que el flujo de calor es uniforme y que el tiempo requerido para lograr este comportamiento es corto, además, la temperatura superficial es mayor que la temperatura ya presente en la transformación de otros medios. Inferir que el sistema de paneles de radiación para el centro de la ciudad muestra una relación lineal entre la temperatura de reposo y la temperatura del piso, así como la temperatura del agua en circulación, usando este circuito en otros ejemplos aplicados.

Bataller (2019). En su investigación titulada “Estudio de los modelos de suelo radiante en programa de simulación energética de edificios y comprobación experimentación de los miembros”. Los sistemas de calefacción por suelo radiante tienen muchas ventajas frente a otros sistemas en cuanto al confort térmico. Pero analizarlo en la construcción de programas de simulación de energía es bastante complejo. El trabajo consistió en analizar el modelo de suelo de radiación utilizado por un modelo basado en simulación por eventos discretos (DEVs), desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), y comparar las conjeturas del comportamiento esperado con el comportamiento obtenido en el entorno de prueba. Para ello, los alumnos desarrollarán un sistema de recogida de datos sobre el comportamiento del suelo de radiación construido

en el laboratorio y compararán los valores obtenidos con los que se pueden obtener en una simulación por ordenador.

Filipin, et al. (2021). En su investigación titulada “Mejoras de eficiencia energética en calefacción. potencial de intervención en edificio escolar existente del área metropolitana de San Juan, Argentina “. El cambio climático, el aumento del consumo energético y los altos niveles de emisiones registrados en el sector energético requieren la implementación de soluciones concretas. La rehabilitación de edificios ofreció la oportunidad quien contribuye a esta causa. El objetivo de este trabajo fue analizar el potencial de intervención en el currículo nacional de educación general de 700 escuelas. La mejora de la eficiencia energética se evalúa mediante simulación dinámica y los indicadores se calculan respecto al consumo anual de energía para calefacción. Los valores para el edificio de referencia son 70,5 kWh/m² por año y 158 kWh/alumno. Con las propuestas de restauración se pueden conseguir ahorros energéticos del 39,7% al 60%. La alternativa propuesta por R-Media es la más práctica, con un 7% de ahorro energético y menores costes de inversión. Las medidas de eficiencia energética para este grupo de mejora son 39,2 kWh/m² al año y 83,1 kWh por alumno. Los resultados obtenidos se pueden utilizar como referencia para la renovación de 71 edificios escolares construidos en el condado de San Juan entre 2004 y 2015, que cumplen estilos de construcción con similitud en cuanto al material de construcción. Realización de la corteza cerebral y composición funcional

Hinojosa (2020). En su tesis titulada “Evaluación De Un Sistema De Calefacción Por Suelo Radiante”. El objetivo de este proyecto fue realizar una evaluación transitoria del sistema de calefacción por piso radiante. Para ello, realizaremos la climatización, así como el diseño y volumetría del suelo radiante para un edificio en Madrid. Se utilizó el método de cálculo de la norma UNE EN 1264, que especifica los requisitos para el diseño e instalación de sistemas de calefacción y refrigeración por suelo radiante. Como resultado, el sistema utilizado, suelo radiante, está diseñado para una carga térmica de 1746,2 vatios. En estado estable, funcionará a una temperatura

de descarga constante de 40 °C, una temperatura de tubería de nivel medio promedio de 36,85 °C, una pérdida de calor hacia abajo de 410 W y una pérdida de calor hacia arriba de 4887,5 W y una temperatura de salida de 70 W/ m2 sistema de calefacción por suelo radiante Se concluye que los datos proporcionados por la simulación destacan la eficiencia del sistema de calefacción del sistema piso radiante, que, combinado el uso de materiales con alta inercia térmica, crea eficiencia energética para el sistema.

Navilla (2020) en su tesis titulada “Sistema de calefacción por suelo radiante en procesos agrícolas en invernaderos”, El objetivo de este experimento fue analizar la calefacción por suelo radiante como alternativa a la agricultura en el Ecuador. El tipo de investigación realizada es descriptiva, teniendo en cuenta el estudio de investigaciones realizadas desde el año 2000 sobre este tema, así como fuentes teóricas extraídas de documentos oficiales emitidos por el Ecuador. Se concluye que la calefacción por piso radiante es una fuente de energía amigable con el medio ambiente, ya que se produce un consumo mínimo de energía debido a los bajos costos de combustible en las granjas, a diferencia de los sistemas basados en la combustión que generan y producen gases al ingresar al invernadero, causando daños en las granjas. Además, ahorra calefacción en invierno y reduce la temperatura en verano, lo que se traduce en un mejor tiempo de siembra en condiciones productivas, mayor rendimiento y menor retorno de la inversión. La desventaja de la calefacción por suelo radiante es el alto costo de inversión, pero a la larga es un sistema rentable y eficiente.

Antecedentes Nacionales.

Montes (2018). Determina un diseño de un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado para el edificio de las oficinas administrativas de la Minera Conga que se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca, con el fin de dotar a este espacio de un ambiente confortable con una temperatura confortable para los ocupantes y requisito indispensable para el óptimo funcionamiento de los equipos

eléctricos. Se presentan estudios sobre distribución de aire, balance térmico, cálculos y selección de equipos para alta eficiencia e instalación eficiente. Diseñar un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado en las oficinas administrativas de Minera Conga para regular el aire, mejorando así la calidad del aire al interior de los edificios de oficinas de acuerdo a lo establecido en el reglamento, y esto corresponde a la climatización en cuartos ocupados. Por equipos eléctricos y de telecomunicaciones funcionando a una temperatura confortable gracias a equipos de aire acondicionado.

Tejero (2018). en su proyecto para doctorado titulada "Reducción del consumo energético y emisiones de anhídrido carbónico de edificios combinando enfriamiento evaporativo, enfriamiento gratuito y recuperación de energía en sistemas todo aire", El objetivo de la tesis es estudiar alternativas a los acondicionadores de aire de bajo consumo energético, desarrollar el diseño y construcción de algunos de estos sistemas, y encontrar formas de reducir la demanda energética de los acondicionadores de aire. Los edificios en verano, IAQ Indoor cumplen con los requisitos de calidad del aire; Caracterizar sus ensayos posteriores para modelar su comportamiento bajo diversas condiciones de operación esperadas. Para ello, se instala un banco de pruebas en el laboratorio que permite afinar y controlar los factores de prueba a considerar en el plan de prueba inicial. El resultado se interpreta en términos de criterios de eficiencia que permiten describir su funcionamiento. La adecuación relativa de los factores considerados se evaluó mediante ANOVA. Finalmente, en conjunto se analizan para su aplicabilidad a un caso práctico simple de la sala, determinando los ahorros energéticos y las reducciones de emisiones conseguidas.

Campos (2019). En su proyecto titulado "Auditoria Energética en los Sistemas Eléctricos de KPMG para Mejorar el Índice de Consumo Energético ", Este proyecto de investigación tiene como objetivo identificar una serie de condiciones de uso de energía eléctrica que conduzcan a indicadores de calidad que también se utilizarán para medir el efecto costo sobre el consumo excesivo de energía. Esta

metodología se basará en una auditoría energética que identificará los sistemas energéticos utilizados como iluminación, electricidad, combustible, aire acondicionado y generador de combustible. El consumo excesivo de energía eléctrica en los campamentos mineros puede reducirse mediante varios métodos, métodos, actividades o proyectos diferentes que deben ser factibles y satisfacer las necesidades del negocio.

Palme et al. (2018). En su publicación titulada, "Optimización multi-objetivo de estrategias de eficiencia energética en un campamento minero existente en la cordillera de los andes" nos refiere que para lograr alcanzar un buen nivel térmico en los módulos prefabricados de madera que comprende los campamentos mineros las cuales sufren un déficit en sus envolventes y las cuales también tienen infiltraciones, así mismo que los sitios donde se encuentran ubicados las temperaturas tienen grandes fluctuaciones. Por lo cual su objetivo fue optimizar el diseño de la envolvente del campamento minero la cual se verá reflejado en el descenso del consumo de su energía y también afinar la calidad del ambiente interno. Así mismo el siguiente proyecto de investigación nos da otras opciones para poder lograr una reducción del consumo energéticos y así evitar el aumento del Co2.

Escobar & Segura (2018). En su investigación titulado "Diseño y construcción de un sistema de calefacción de suelo radiante hidráulico aplicado a criadero porcino del barrio "La Delicia" del cantón Salcedo" En este proyecto se construyó un sistema de calefacción hidráulica para cerdos de piso radiante, diseñado con materiales de fácil adquisición local y con propiedades biológicas, enfocándose en el estudio de las variables de operación. Tales como la conductividad térmica de los materiales utilizados y el aislamiento en orden. Mayor confort térmico de los organismos estudiados. Se determinaron las propiedades físicas del material para maximizar el desempeño del sistema de piso radiante hidráulico. Mediante pruebas de placa caliente se determinó la conductividad térmica de los distintos aisladores y se seleccionó el aislador que mejor se adaptaba al funcionamiento del sistema. Para la construcción se seleccionaron tuberías de polietileno y aislamiento

de conglomerado de cascarilla de arroz de cloruro de polivinilo. Mediante el aparato de medición se obtiene la temperatura del edificio sin ningún tipo de calefacción y luego se mide la temperatura después de la instalación del sistema de calefacción, comparando el rendimiento del sistema, obteniendo resultados positivos. Beneficio.

1.2. BASES TEORICA.

1.2.1. CALEFACI3N

Manrique (2022). Es un conjunto de elementos y capas que interactúan entre sí y dependen unos de otros para generar y distribuir la radiación de calor en un espacio o entorno determinado para proporcionar condiciones térmicamente confortables.

Cordero (2017). Es un proceso que ajusta la pérdida de calor del cuerpo humano a las condiciones ambientales estables en equilibrio térmico entre el cuerpo y su entorno para lograr un descanso adecuado. El propósito de un sistema de calefacción utilizado dentro de un ambiente o área cerrada es elevar la temperatura del ambiente calentando el aire a condiciones amigables para el ser humano. El sistema de calefacción es muy sensible y tiene las siguientes características:

- Regulación térmica, es decir que la temperatura sensible debe variar entre los límites establecidos, atendiendo a que debe calentarse en el menor tiempo posible.
- El aire circundante no se ve afectado por los efectos del calentamiento, es decir, genera polvo, gases tóxicos, humos o nocivos para la piel humana.
- Evitar mínimas pérdidas de calor al medio ambiente.
- Ajuste mínimo de la superficie con rendimiento y durabilidad excepcionales.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

El calentamiento de varios sistemas de calefacción depende de la energía transmitida por el flujo de calor, entre los que se encuentran los siguientes modos de generación de calor

- Calefacción por agua caliente.
- Calefacción por vapor de agua.
- Calefacción por aire caliente.
- Calefacción por resistencia eléctrica.
- Calefacción por agua caliente.

Existe un sistema de agua líquido que está utilizado como fluido para transmitir calor, mediante una caldera central.

La red de tuberías que conforma el mecanismo del circuito de líquido caliente está permeada por un vaso de expansión, cuya finalidad es mantener la accesibilidad volumétrica durante la expansión del agua y es digerida al elemento que emana de ella, pueden ser radiadores, tubo, bobina, recirculación producida por una bomba centrífuga.

El sistema se utiliza a baja presión, la cantidad de calor transferido se mide por el peso del agua en circulación, en kilogramos y se multiplica por la diferencia de temperatura del agua y su temperatura máxima de funcionamiento es de 80°C a 90°C.

El sistema está ubicado en 3 disposiciones básicas:

Distribuidor superior.

Distribuidor inferior.

Distribuidor mono tubular.

1.2.2. SISTEMA DE CALEFACCIÓN CENTRALIZADA

Venegas (2019). La finalidad de comprobar la factibilidad del uso de la energía fotovoltaica, la cual sería implementada en un campamento de una minera en La Libertad, el cual reemplazaría la iluminación la cual era alimentada con la red comercial, la cual tuvo una viabilidad ya que la obtención de la energía sería propia y esto ayudaría reducir costos monetarios y también aportaría de manera ecológica al planeta.

Torres (2010). Se enfocó en la implementación de un modelo de climatización la cual se implementaría dentro de los ambientes de oficina, donde se tomaría en cuenta el ahorro energético, para mejorar el desempeño laboral en las oficinas. El entorno geográfico fue tomado en cuenta y las condiciones climáticas, para ello determinó una alternativa viable, la cual fue una central termosolar la cual contaría con colectores planos la cual a su vez almacenaría la energía, la cual deberá solventar la necesidad de la empresa minera para que esta alternativa sea viable de manera económica para una futura inversión.

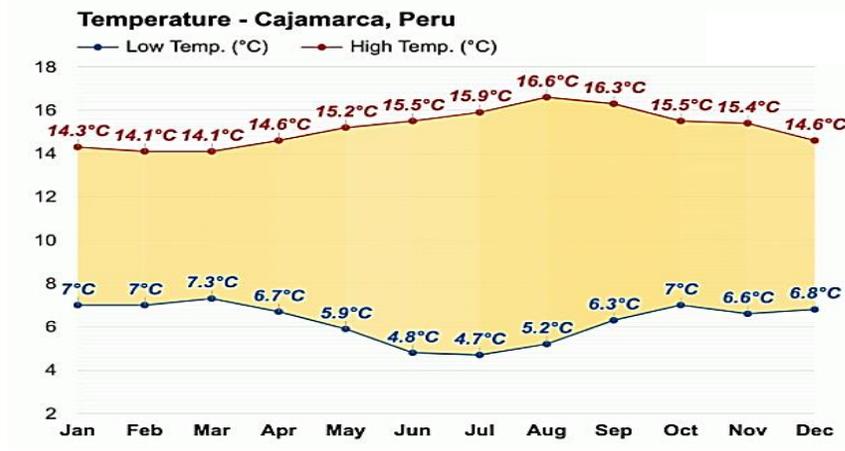
Si bien es cierto hay diversas formas de lograr la disminución del uso de la energía eléctrica, pero a veces no se toma en cuenta ciertas necesidades o se ignoran las normas promulgadas por el estado peruano, las cuales a veces dejan de lado todo confort y con ello su comodidad de todas estas personas quienes serán beneficiados con estos servicios, más cuando su entorno geográfico es hostil climatológicamente hablando, esto proyecto se enfoca en un campamento minero el cual alberga a una gran cantidad de personas quienes después de trabajar por 8, 10 o 12 horas, son trasladados hacia el campamento el cual está ubicada en la gran cordillera de los andes, aproximadamente a 3400 m.s.n.m. y los 4120 m.s.n.m, donde las temperaturas sufren variaciones constantes tanto como en las mañanas con lluvia, neblina, vientos fuertes, tardes con granizo, vientos fuertes, lluvia y tormentas eléctricas o la noche con neblina, lluvias y vientos fuertes, las cuales generan alteraciones en la temperatura del personal (Cordero, 2017).

Figura N°1: Ubicación del campamento minero.



Fuente: Google Mapas.

Figura N°2: Temperatura Media de la Ciudad de Cajamarca



Fuente: Wather Atlas Portal Web

Figura N°3: Reporte Semanal del Clima en la Minera



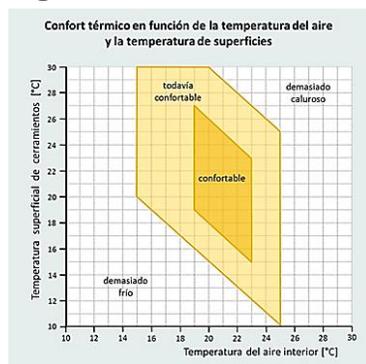
Fuente: The Weather Channel Portal Web

Triangular (2018), esta publicación nos señala que este sistema de calefacción edemas de ser eficientes, son a la vez mas estéticas, también son ideal para llegar al confort en tanto a la climatización de los ambientes y este tipo de sistema destaca por un factor más importante lo cual es la seguridad, la cual este sistema se puede realizar de distintos modos las cuales son por piso radiante, radiadores y las cañerías por las cuales circulara el fluido en este caso sería agua. Triangular Afirma que al no contar con ningún tipo de conexión de gas en los ambientes con este sistema se reducirá las emisiones toxicas en los ambientes donde son habitadas.

Para la implementación del presente trabajo de investigación se expone los conceptos, las cuales engloban el sistema de calefacción.

Confort térmico: Sensación de no experimentar frio ni calor (Gargallo, 2017).

Figura N° 4.- Confort Térmico.



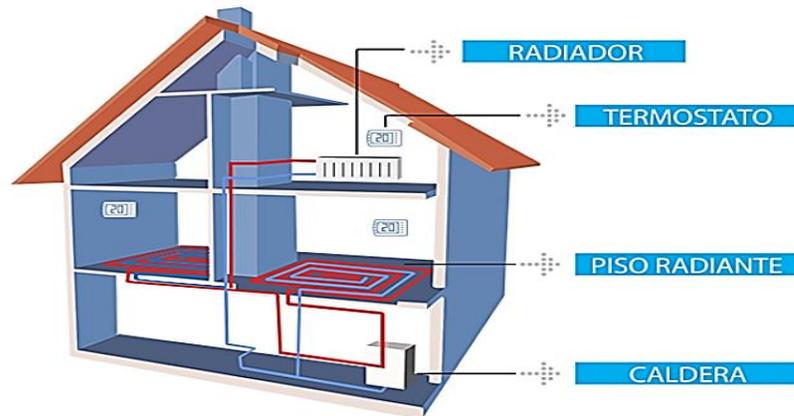
Fuente: Arquitectura y energía

Calefacción Centralizada. Sistema de climatización que proporciona calor a diversos ambientes de una misma casa desde un solo punto generadora de calor (Torres, 2010).

La cual comprende de:

- Generador de calor
- Fluido Térmico
- Red de Tuberías
- Unidad Terminal

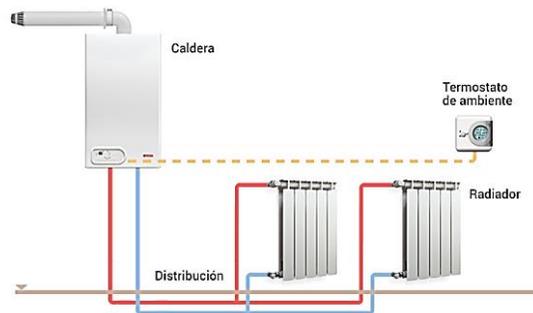
Figuro N°5.- Calefacción Centralizada



Fuente: ClimaStar.

Calefacción por Radiadores. – Equipo de aleación de aluminio por el cual circula agua caliente y donde el aire se calienta al entrar en contacto con él (Palme, et al. 2018).

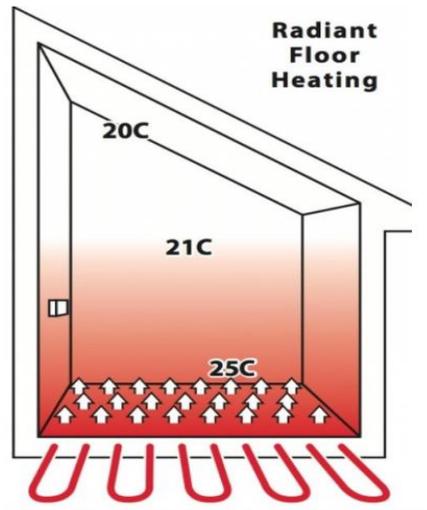
Figura N°6.- Sistema de Calefacción por Radiadores



Fuente: Soluciones PEISA

Calefacción por Piso Radiante. – Sistema de ductos enterrados en el piso, donde el fluido caliente el material del piso y esta sede el calor ganado hacia el exterior. (Sánchez, 2021).

Figura N° 7.- Sistema de Calefacción por Piso Radiante



Fuente: ITE ARQUITECTES

Balance de Energía. Este balance es fundamental para determinar la cantidad de energía que requerirá un sistema por ende esta ecuación se puede aplicar a cualquier proceso. (Martínez, 2021).

$$E_{entrada} - E_{salida} = \Delta E_{sistema} \text{ (KJ)}$$

Cambios de la Energía Interna (u). Calores específicos de estas sustancias incomprensibles las cuales dependen únicamente de la temperatura para pequeños intervalos, de temperatura (Cangel, 2006).

$$\Delta U = C_{prom} (T_2 - T_1) \text{ (kJ/kg)}$$

Con volumen constante:

$$\Delta U = Q_s = m * C_v * (T_2 - T_1) \text{ (kJ/s)}$$

Siendo:

$Q_s = \text{Calor sensible}$

$m = \text{masa (Kg)}$

$C_v = \text{Calor especifico a volumen constante } \left(\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \text{ } ^\circ\text{C} \right)$

$T_2 = \text{Temperatura final } (^\circ\text{C})$

$T_1 = \text{Temperatura inicial } (^\circ\text{C})$

Entalpia (h). – Es la cantidad de energía cedida en un sistema termodinámico (Smith & Abbot, 1997).

$$H = U + PV$$

Siendo:

$U = \text{energía interna (J)}$

$P = \text{presión absoluta (Pa)}$

$V = \text{volumen (m}^3\text{)}$

Calor específico (gases, líquidos y sólidos). Energía que necesita la cual ayudara aumentar un °C en la unidad de masa de la sustancia (Cangel, 2006).

$$C_p = C_v = C_e$$

Entonces para sólidos y líquidos se tiene:

$$Q_s = m \cdot C_s \cdot (T_2 - T_1) \quad (\text{kJ/s})$$

Unidades:

$$1\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C} \equiv 1\text{J/g}\cdot^\circ\text{C} \equiv 1\text{kJ/kg}\cdot\text{K} \equiv 1\text{J/g}\cdot\text{K}$$

Gas ideal, ecuación de estado. – Cualquier forma donde esté relacionada la presión, la temperatura y los volúmenes específicos de las sustancias son denominadas ecuación de estado (Cangel, 2006).

$$Pv = RT$$

Siendo:

$R = \text{constante de proporcionalidad, e denomina constante del gas}$

$P = \text{presión absoluta}$

$T = \text{temperatura absoluta}$

$V = \text{volumen específico } \left(v = \frac{v}{m} \right)$

La constante R varia para diferente tipo de gas y es determinada a raíz de:

$$R = \frac{R_u}{M} \left(\frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \cdot \text{K} \right) \text{ o } \text{Kpa} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} \cdot \text{K}$$

Siendo:

$$R_u = \text{Constante universal de los gases} = 8.31447 \frac{\text{Kj}}{\text{Kmol}} \cdot \text{K}$$

$$R_u = 0.082057 \left(atm. \frac{L}{mol} \cdot K \right) \text{ o } (atm. m^3 kmol. K)$$

$M = \text{masa moleculas o peso}$

$$n = \frac{m}{M}, m = \text{masa}, n = \text{número de moles}$$

Entalpia de un gas ideal y Energía interna - Las variaciones estas energías internas y sus entalpias de los gases ideales se expresan usando calores específicos a una temperatura promedia (Cangel, 2006).

$$\Delta U = mC_{v,prom}\Delta T \quad \text{y} \quad \Delta H = mC_{p,prom}\Delta T \quad (\text{J})$$

$$\Delta u = mC_{v,prom}\Delta T \quad \text{y} \quad \Delta h = mC_{p,prom}\Delta T \quad (\text{J/g})$$

Sistemas cerrados, balance de energía. – En los sistemas cerrados su masa no es variable ya que no presenta cambios de velocidad y ni de elevación (Cangel, 2006).

$$E_{entrada} - E_{salida} = \Delta U = mC_v\Delta T \quad (\text{J})$$

La Transferencia de Calor. – Traspaso de calor de un sólido caliente hacia otro con menos calor.

Conducción. – Es el intercambio de calor por contacto sin transferencia de materia (Cangel, 2006).

$$Q_{cond} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Donde: $Q_{cond} = \text{Flujo de calor por conducción (w)}$

$A = \text{Area de transferencia de calor (m}^2\text{)}$

$K = \text{Conductividad termica del material (W/m * K)}$

$-\frac{\Delta T}{\Delta x} = \text{gradiente de temperatura}$

El calor transferido a través del tiempo “Q”:

$$Q = \frac{\dot{Q}}{\Delta t} \quad [\text{W/s}]$$

Siendo:

$Q = \text{rapidez de flujo de calor (W)}$

$\Delta_t = \text{tiempo (s)}$

Convección. Transmisión de calor la cual se debe a la transferencia de la misma materia la cual porta calor (Sanchez,2021).

$$Q_{conv} = h_c A_s (T_s - T_{\infty})$$

Siendo:

Q_{conv} = transferencia de calor por convección (w)

h_c = Coeficiente de convección $W/(m^2K)$

A_s = Superficie que entrega calor

T_s = Temperatura de la superficie(K)

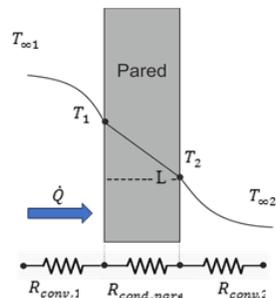
T_{∞} = Temperatura del fluido (K)

Coefficiente Global de Transferencia (u). Variables que dependen de condiciones geométricas de los sólidos como la velocidad, tipo de flujo y propiedades termo físicas de los cuerpos (Cengel, 2006).

$$Q_{conv} = UA_s (T_s - T_{\infty})$$

Resistencia Térmica. Permite determinar el coeficiente global de transferencia, el cual utiliza la resistencia que opone el material al calor y la resistencia del fluido (Cengel, 2006).

Imagen N°10.- Resistencia Térmica



$$\dot{Q} = \frac{T_{\infty 1} - T_{\infty 2}}{R_{Total}} \quad (W)$$

$$R_{Total} = R_{conv,1} + R_{cond,pared} + R_{conv,2}$$

$$R_{Total} = \frac{1}{h_1 A} + \frac{L}{k A} + \frac{1}{h_2 A} \quad (^\circ C/W)$$

$$UA = \frac{1}{R_{total}}$$

Fuente: (Cengel; Boles, 2006)

Radiación. – Energía que es emitida por materia, la cual están son en ondas electromagnéticas (Cengel, 2006).

Ley de Stefan – Boltzmann. – La radiación máxima que es emitida por cualquier área superficial con una temperatura (Palme, 2017).

$$Q_{emitida} = \epsilon \sigma A_s T_s^4$$

El valor neto de transferencia de calor mediante la radiación entre 2 superficies, dependen de las propiedades de una con respecto a la otra es expresada por la siguiente ecuación (Palme, 2017).

$$Q_{rad} = \epsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_{alred}^4) \quad [W]$$

FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS

Velocidad del flujo. – Cantidad de fluido que pasa por un sistema en una unidad de tiempo. (Mott, 2006)

- **Rapidez de flujo Volumen (Q).** - , Cantidad de volumen de flujo que fluye por una determinada sección (A) por un determinado tiempo (S) (Mott, 2006)
- **Rapidez de flujo de Peso (W).** - , está relacionado con Q del fluido y con el peso específico (γ) (Mott, 2006)
- **Rapidez de Flujo de Masa (m).** - , relación del Q y la densidad del fluido (ρ) (Mott, 2006)

Diseño y Calculo de la Instalación de piso radiante.

Cálculo de carga térmica

El primer paso para su dimensionamiento del sistema de calefacción es determinar la cantidad de carga térmica que tiene cada suelo radiante, de esta forma se estimarán las pérdidas energéticas que el sistema debe compensar para alcanzar el confort interior deseado (Ortega, 2001).

Para esto, supondremos una temperatura interna de 30 a 9 grados centígrados, que es la temperatura interna diseñada para un solo piso. (Lorenz, 1994).

Cálculo de transferencia térmica

El coeficiente de transmisión total U para cada componente que constituye la estructura se determina basándose según norma NCh 853.Of91. La cual nos lleva a las variantes que interferirán con el cálculo.

R_T = Resistencia total [$m^2 \text{ K/ W}$]

U = Transferencia térmica [W/m^2K]

R_{sj} = R. térmica área interior [$m^2 \text{ K/ W}$]

R_{se} = R. térmica área exterior [$m^2 \text{ K/ W}$]

R_g = R. térmica espacio de aire sin ventilación [m^2K/W]

e = espesor [m]

λ = conductividad térmica [$W/m \cdot K$]

K_l = Transferencia térmica lineal [$W/m \cdot K$]

Elementos simples y elementos homogéneos:

$$U = 1/R_{sj} + e / \lambda + R_{se} \quad (1)$$

Elementos Constituidos

$$U = 1/R_{sj} + \Sigma (e / \lambda) + R_{se} \quad (2)$$

Elementos de espacio sin ventilación

$$U = 1/R_{sj} + R_i + R_g + R_e + R_{se} \quad (3)$$

Fuente: (Cengel; Boles, 2006)

Cálculo de pérdida calorífica (renovación de aire)

Según Ortega (2001), el intercambio de calor con el exterior por renovación de aire se puede evaluar, asumiendo que este aire tiene la misma humedad que el aire interior exterior, se puede evaluar mediante lo siguiente:

$$Q_r = C_{\text{aire}} \cdot \rho_{\text{aire}} \cdot V \cdot N \cdot (T_a - T_e) \quad (4)$$

Incluyendo el calor específico del aire C_{aire} , como 0,24 [Kcal/Kg·°C], y la densidad ρ_{aire} como 1,233 [Kg/m³], entonces:

Donde:

$$Q_r = 0,29 \cdot V \cdot N \cdot (T_a - T_e)$$

Q_r = Renovación de aire perdida [Kcal/h]

V = volumen del ambiente [m³]

T_a = Temp. interna [°C]

T_e = Temp. externa [°C]

N = tasa de renovación de aire por tiempo

Lo mencionado anteriormente, la temperatura interna será de 30 °C y la temperatura externa seleccionada en el campamento minero será de 9 °C y el promedio de intercambio de aire es de 1 (Burges, 1974). Una vez determinado los valores de cada variable el cual se tendrá en cuenta al diseñar, se calcula la pérdida de calor por renovación de aire.

Sea:

$$V = x \text{ m}^3$$

$$T_i = 30^\circ\text{C}$$

$$T_e = 9^\circ\text{C}$$

$$N = 1$$

Empleando ecuación (4) se obtiene:

$$Q_r = 0,29 \cdot x \text{ m}^3 \cdot 1 \cdot (9 - 30)$$

$$Q_r = x \text{ [Kcal/h]}$$

Cálculo de Carga Térmica

Una vez implementada la primera fase de este sistema, se calculó el calor necesario el cual ayudará a mantener la temperatura dentro del parámetro, y la información resultante de los cálculos ya realizados se empleará en lo siguiente:

$$Q = S \cdot (T_i - T_e) \cdot U \cdot 0,86 \text{ [Kcal/h]}$$

Donde:

Q = calor requerido [Kcal/h]

S = área [m²]

T_i = Temp. interna °C

T_e = Temp. externa °C

U = Coeficiente global de transferencia de calor [W/ m²°K]

III. METODOLOGÍA

1.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

TIPO DE INVESTIGACIÓN. La finalidad de esta investigación es de aplicada, con carácter descriptiva para analizar las características de una población o fenómeno sin conocer la relación entre ellas.

SEGÚN SU:

Finalidad	: Es Aplicada
Carácter	: Es Descriptivo
Naturaleza	: Es Cuantitativa
Temporalidad	: Es Transversal

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El actual proyecto de investigación cumple con los requisitos para diseño no experimental. Según, (Hernandez & Baptistas, 2010), donde señalan que todas estas investigaciones no experimentales, consiste en la no manipulación de variables.

a. POBLACIÓN

En este proyecto de investigación la población será los 23 módulos con 50 habitaciones por módulo dando un total de 1150 habitaciones en campamentos de la unidad minera.

b. MUESTRA

La muestra que se tomara en el proyecto de investigación, serán 6 módulos con 300 habitaciones, por motivos de permisos, siendo una muestra no probabilística por conveniencia, por lo que esta presenta mejores características para el desarrollo de esta investigación.

1.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable Independiente

- Sistema de calefacción centralizada

Variable Dependiente

- Ahorro de energía eléctrica

La matriz de operacionalización de variables se ubicará en el ANEXO N° 01.

1.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Técnicas:

Las técnicas que se emplearan en este proyecto para la recolección de datos son:

- ✓ Observación estructurada

- Instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas de recolección de datos se pueden recolectar de varias formas, pueden ser digitales o en papel, y se utilizan con el único fin de recolectar o almacenar la información requerida, lo que ayudará en la construcción de las variables de investigación (Arias, 2012).

- **Validez:**

Según Albarran & Vivas (2014) nos señala que la validez es la mejor aproximación a una verdad posible.

La herramienta de recopilación de datos utilizada en este estudio está sujeta a estándares de expertos, que se confirmarán cuando la herramienta se utilice correctamente.

- **Confiabilidad:**

Albarran & Vivas (2014)., nos refieren que la confiabilidad es un instrumento de medición donde indica el nivel de exactitud o precisión de la información.

1.6. PROCEDIMIENTOS

Teniendo como estudio de investigación el sistema de calefacción del campamento se empezó a identificar las variaciones de temperatura las cuales decaen hasta un 0°C.

Para esta Investigación se usó como fuentes para determinar la variación de temperatura a Weather Atlas y The Weather Channel.

Se analizó las cargas térmicas del ambiente para el sistema de calefacción centralizada a instalar.

Determinando los parámetros del diseño del sistema de calefacción centralizada.

1.7. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Con el análisis de datos se determinará la relación entre las dos variables, también se hará un análisis térmico de las paredes para poder realizar un adecuado calculo en el sistema de calefacción.

1.8. ASPECTOS ETICOS

Para el procesamiento de datos me comprometo a respetar la propiedad intelectual, veracidad y confiabilidad de los resultados de la investigación que se presenta en esta investigación, así mismo se hará un correcto uso de la información, mostrando los resultados tal y como sean generadas.

IV. RESULTADOS

4.1. Contrastación de objetivos

Objetivo específico número uno

Seleccionar el sistema de calefacción centralizada a vapor más adecuado.

a). Sistema de calefacción por radiadores

El sistema de calefacción por radiadores tiene como fluido el agua caliente la cual circula a través de los ductos los cuales transportan este vapor hacia los equipos localizados en distintos lugares. Estos Equipos están generalmente hechos de aleación de aluminio, su método de intercambio de calor es por medio de la convección con el ambiente. El aire circundante al equipo eleva su temperatura cuando entra en contacto con el radiador. A la red de radiadores se les incluye una serie de elementos que permiten regular la temperatura la cual posibilita tener un ambiente agradable como también incluyendo el confort térmico y a su vez el ahorra de energía. Como también tienen la opción de poder controlarse la temperatura de cada ambiente situando termostatos para cada equipo situado en diferentes ambientes.

b). Sistema de calefacción centralizada del tipo piso radiante

Este sistema consiste en la distribución de tuberías empotradas en suelo en forma de serpentines. El vapor circula desde la caldera a través de estos ductos y calienta los diferentes materiales del que está compuesto el suelo elevando su temperatura e inyectando calor hacia el ambiente las cuales pueden llegar a ser entre los 22 a 30°C. Las tuberías que esta constituido este sistema son distribuidos en todos los ambientes que se desean calefaccionar mediante, el colector de distribución permite poder regular el flujo que pasara por cada circuito el cual nos garantiza una temperatura uniforme en todos los ambientes. Este sistema también cuante con termostatos que nos permiten la regulación de estas temperaturas. Para el análisis de nuestra investigación seleccionaremos una caldera de vapor para usos industrial marca.

c). Matriz de diferencia entre sistema de calefacción piso radiante y por radiadores.

A la hora de emprender una nueva construcción o grandes reformas de módulos en una minería, muchos usuarios se plantean instalar calefacción por suelo radiante o radiadores como sistema de calefacción integrado en sus viviendas. Es imposible decir qué sistema es mejor o peor, ya que cada sistema se adaptará a las necesidades de cada corporación. Para poder analizar esto compararemos las características y ventajas de cada sistema y poder elegir el más adecuado. Utilizaremos una matriz de diferencia en la cual podremos ver los indicadores de la cual es más conveniente para el diseño según una valoración de:

0 = No

1 = Si

Tabla 1

Matriz de diferencia según sus indicadores de los sistemas.

Sistema de calefacción por piso radiante	Check	Sistema de calefacción por radiadores.	Check
Sistema de instalación económico	0	Sistema de instalación económico	1
Sistema eficiente	1	Sistema eficiente	0
Bajo consumo	1	Bajo consumo	0
Alcance rápido de temperatura	0	Alcance rápido de temperatura	1
Reparto de calor uniforme	1	Reparto de calor uniforme	0
Opción de frío	1	Opción de frío	0
Eficiencia (Ahorro)	1	Eficiencia (Ahorro)	0
Sistema con una larga vida útil	1	Sistema con una larga vida útil	0
Mantenimiento fácil y sencillo	1	Mantenimiento fácil y sencillo	0
Sistema de radiadores más propenso a fugas	1	Sistema de radiadores más propenso a fugas	0

Necesita limpieza y mantenimiento	0	Necesita limpieza y mantenimiento	1
Confort térmico	1		1
TOTAL	9		4

Nota: elaboración propia.

Luego de poder analizar el valor numérico de la matriz de diferenciación según sus características que son más adecuados, podemos optar por el sistema de calefacción centralizada del tipo piso radiante con la valoración de 8 ya que podemos observar que el sistema de calefacción por radiadores se alcanza una valoración de 4. Seleccionar el sistema de calefacción centralizado más adecuado en un campamento minero de la ciudad de Cajamarca.

Sistema de calefacción de tipo piso radiante

Evaluación de las características de las estufas:

- Confort térmico. Temperatura uniforme y regulable.
- Rendimiento Superior.
- Máxima seguridad. No hay gas en dormitorios.
- Eficiencia térmica
- Dimensiones mínimas.
- Libera espacio útil.
- Baja inercia térmica.
- Marca Fulton
- Modelo FBS – 150
- Serie F1045134A
- Potencia 160 bhp
- Tipo Horizontal/Peritubular.
- Capacidad 5175 lbs/Hr
- Presión de diseño 150 psi
- Presión de trabajo 120 psi

Objetivo específico número dos:

Diseñar el sistema de calefacción centralizado

Diseño y cálculo de la instalación

- Carga térmica

El primero paso para este dimensionamiento es el determinar la carga térmica de cada ambiente, lo cual conlleva a la obtención de las pérdidas térmicas la cual debe ser determinada para lograr una temperatura de confort (Ortega, 2001).

Para esto supondremos una carga térmica interior de 31 grados centígrado y una temperatura exterior de 9 grados centígrados.

- Transferencia térmica

El coeficiente global de transferencia U, fue determinado para cada elemento que conforma los modulos según Norma NCh 853.Of91. para la cual se tiene en cuenta las siguientes variables.

$R_T = R.$ térmica total [$m^2 K/ W$]

$U =$ Transferencia térmica [W/m^2K]

$R_{si} = R.$ térmica interna [$m^2 K/ W$]

$R_{se} = R.$ térmica externa [$m^2 K/ W$]

$R_g = R.$ térmica de espacio sin ventilación [m^2K/W]

$e =$ espesor [m]

$\lambda =$ Conductividad térmica [$W/m \cdot K$]

$K_l =$ Transferencia térmica lineal [$W/m \cdot K$]

Tejero (2010).

Cálculo de pérdida calorífica (renovación de aire)

Según Ortega (2001), el intercambio de calor con el exterior por renovación de aire se puede evaluar, asumiendo que este aire tiene la misma humedad que el aire interior exterior, se puede evaluar mediante lo siguiente:

$$Q_r = C_{\text{aire}} \cdot \rho_{\text{aire}} \cdot V \cdot N \cdot (T_a - T_e) \quad (4)$$

Donde el calor específico del aire influye la cual es $C_{\text{aire}} : 0,24 \text{ [Kcal/Kg}\cdot\text{°C]}$, y la densidad de la misma $\rho_{\text{aire}}: 1,233 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$

Donde:

$$Q_r = 0,29 \cdot V \cdot N \cdot (T_a - T_e)$$

Q_r = Calor perdido por renovación [Kcal/h]

V = volumen total[m³]

T_a = Temp. interna [°C]

T_e = Temp. externa [°C]

N = renovación de aire tasa frente al tiempo

Lo mencionado anteriormente, la temperatura interna será de 30 °C y la temperatura externa seleccionada en el campamento minero será de 9 °C y el promedio de intercambio de aire es de 1 (Burges, 1974). Una vez determinado los valores de cada variable el cual se tendrá en cuenta al diseñar, se calcula la pérdida de calor por renovación de aire.

Sea:

$$V = x \text{ m}^3$$

$$T_i = 30^\circ\text{C}$$

$$T_e = 9^\circ\text{C}$$

$$N = 1$$

Empleando ecuación (4) se obtiene:

$$Q_r = 0,29 \cdot x \text{ m}^3 \cdot 1 \cdot (9 - 30)$$

$$Q_r = x \text{ [Kcal/h]}$$

Tabla 2: Resumen de Carga Terminada de la Instalación.

Superficie de los 6 módulos	Elemento	U [W/m ² °C]	Sup. M2	Ti°	Te°	Q(Watt)	Q(Kcal/hr)	Q(Kcal/hr)	Qenv. (Kcal/hr)	Q total. (Kcal/hr)
Superficie en contacto con el exterior	Hormigón	4,122	3468	30	9	85696380.00	73698886.80	119,466,946.22	141,465,156.34	260,932,102.55
	instapanel	0.724	280	30	9	1824.48	3661.12			
	Policarbonato	6.954	170	30	9	10639.62	21350.17			
	Vidrio	8,054	150	30	9	10872900.00	21818286.00			
	Perfil metálico A	8,332	190	30	9	14247720.00	28590424.80			
	Perfil metálico B	3,536	96	30	9	3055104.00	6130575.36			
Cielo	Instapanel con aislación	0.744	176	30	9	1178.50	2364.85			
Superficie con habientes sin calefacción	Muros A	0.534	132	30	9	634.39	1273.01			
	Muros B	0.563	104	30	9	526.97	1057.45			
	Muros C	0.596	120	30	9	643.68	1291.65			
Superficie en contacto con módulos no calefaccionados	Instapanel	0.697	123	30	9	771.58	1548.30			
	Policarbonato	3,792	36	30	9	1228608.00	2465406.72			
Puertas	Exterior	8,395	38	30	9	2871090.00	5761320.60			
	Interior	4,695	35	30	9	1478925.00	2967709.50			
Suelo	Perdidas transversales	1.123	2640	30	9	26682.48	53542.84	53,542.84		53,542.84
									Total	119,520,489.1

Cálculo de los Paneles Radiantes

Para el tamaño de la planta de radiación, las unidades se dividirán en 23 zonas debido a su gran superficie. Estas 23 unidades tendrán un tamaño idéntico, lo que dará como resultado requisitos de energía idénticos. Según la información proporcionada por el fabricante del tubo, este aportará una media de 30 [Kcal/ml], a temperatura de salida 50°C y una temperatura de ingreso 40°C (Anwo. 2008a). A si mismo, según Ortega (2001), se debe considerar que la caída de presión no debe exceder los 20 mmca/ml y su velocidad de recirculación debe ser entre los 0,35 y 0,85 metros sobre segundos. Para el proyecto de investigación su supondrá una longitud de bobina de 73 metros, la cual evitará que la longitud del panel exterior sea mayor de 120 metros, y así reducir las pérdidas importantes y poder aprovechar la bobina completa.

Temperatura superficial del suelo

Según Ortega (2001) es indispensable lograr hallar la cantidad de calor necesaria para la superficie a calefacciona q , unidades W/m^2 :

$$q = (Q/S_{ut}) * 1,16 [W]$$

Donde:

Q = Calor requerido [Kcal/hr]

S_{ut} = superficie de emisor radiante [m^2]

Teniendo un área total de las seis unidades es de 4,040 [m^2], sin embargo, el área ocupada como chimenea es de 3,468 [m^2], donde se restará el área incluyendo las columnas y la distancia entre ellas.

Reemplazando tenemos:

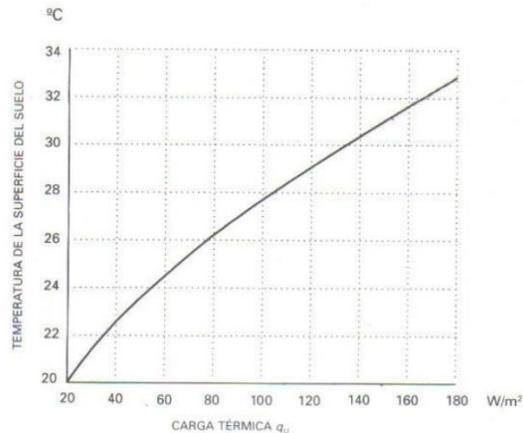
$$q = (260,985,645.40 / 3468) (1,16 [W])$$

$$q = 75.255 * 1,16 [W]$$

$$q = 87,29$$

Una vez determinada energía superficial útil, la temperatura se puede determinar mediante la gráfica de la Figura 2.

Figura 1: Emisividad Térmica en función de la temperatura superficial del piso (Ortega. 2001).



Emisividad térmica en función de la temperatura superficial del piso (Ortega. 2001). Según la Figura [2], donde se observar la temperatura superficial de la tierra según emisión térmica será de 27°C, y la temperatura es inferior a 29°C, la máxima permisible.

Cálculo de tuberías y serpentines

Tapia (1993). Se determino la cantidad de tuberías según fórmula:

$$L = \frac{Q_c}{Q_s} (m)$$

Donde:

L: Longitud total.

Q_C: Calor total

Q_S: Calor del tubo por metro.

Total, de Serpentes por circuito:

$$L = \frac{L}{73} (m)$$

Donde:

C: Cantidad de serpentines

L: tamaño de tubería

73: Longitud del serpentín

Cálculo De Tubería y Serpentes

Primer paso fue separar los 23 módulos, los cuales tienen las mismas dimensiones.

Por lo tanto:

$$Q_c = \frac{Q_t}{23} [\text{Kcal/h}]$$

Donde:

Q_t : Carga térmica del módulo.

Se reemplaza la ecuación 9:

$$Q_c = \frac{87,29}{23}$$

$$Q_c = 3.7 [\text{Kcal/h}]$$

Teniendo en cuenta que cada módulo tiene las mismas medidas y mismas distribuciones el cálculo se determinó para un solo circuito y se multiplica para la muestra.

Circuito I:

1.- total de tubería:

$$Q_c = 260,985,645.40$$

$$Q_s = 30 [\text{Kcal/ml}]$$

$$Q_c = \frac{260,985,645.40}{30} = 8.699.521,5 \text{ metros de tubería.}$$

$$Q_c = \frac{22.141.273}{73} = 303.305,60 \text{ serpentines}$$

Se determinó que cada circuito debe tener 303 mil serpentines y a sí mismo 2 manifold.

Distancia de las tuberías

Según Ortega (2001), la separación de los tubos dependerá de su caudal (Lt/h) difundido en el circuito y de la diferencia de temperatura ΔT , la variación de temperatura entre la salida y el ingreso. Por otro lado, la distancia entre tubos varía entre los 50 milímetros hasta 300 milímetros de acuerdo al área.

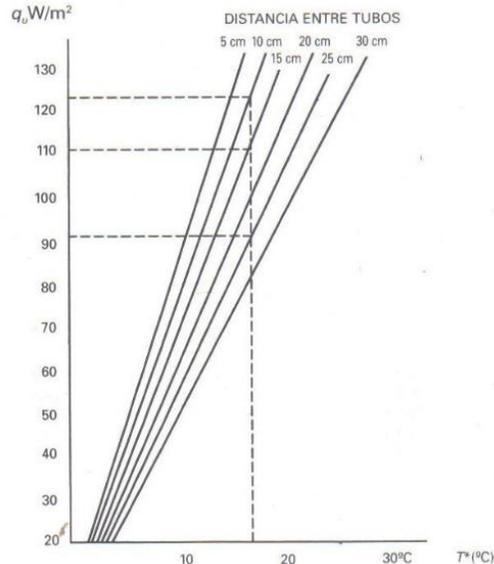
Entonces, la diferencia térmica entre la temperatura promedio del fluido del circuito T_m y la temperatura del ambiente T_a , se calculará de acuerdo a lo siguiente: $T^* = T_m - T_a$

De acuerdo con los valores anteriores, la temperatura de salida la cual es de 50 °C y su temperatura de ingreso la cual es 40 °C, donde su temperatura promedio $T_m = 40$ °C, respectivamente. Se reemplaza ecuación [10] tenemos:

$$T^* = 40 - 9$$

$$T^* = 31 \text{ °C}$$

Figura 2: Emisividad térmica en función a la temperatura del piso (Ortega. 2001).



Según el gráfico de la figura N° 3, ingresando la temperatura $T^* = 31 \text{ }^{\circ}C$ superficial útil $q = 110.868 \text{ [W/m}^2\text{]}$, obtuvo donde la distancia entre los tubos debe ser mayor a 30 cm, como se mencionó anteriormente, este valor es la distancia máxima que puede

existir entre los tubos. No obstante, debido a la gran superficie de los módulos, cada círculo se diseñará con una distancia de 20 cm entre los tubos de la periferia, pasando un hueco de 25 cm en los perfiles y dejando un hueco de 30 cm. Separe los archivos más cercanos al centro de las unidades.

Cálculo de matrices de circulación y arranque

Para determinar el tamaño de las redes de salida, ingreso y salida de un circuito sumaremos el caudal que se propagará en el futuro al primer volumen y el caudal total del circuito al volumen de la red.

En este caso se utilizará la gráfica de caída de presión para el tubo de acero, para el proyecto no se puede utilizar el tubo Pex en el molde de impulsión y retorno ya que ninguno de los diámetros de estos tubos se puede manejar. Control de flujo a un circuito eléctrico.

Se emplea la formula a continuación:

$$MW = \frac{Q}{\Delta T} \quad (11)$$

Donde:

MW: Caudal

Q: calor requerido Kcal/h

ΔT : variación térmica

Tabla 3: Resumen Diámetros de Arranques

Módulos	Caudal [L/seg]	Diámetro [Pulg]	Pérdida
			de Carga [mmca/ml]
1	0.413	0.4783	0.4783
2	0.456	0.4783	0.4783
3	0.445	0.4783	0.4783
4	0.453	0.4783	0.4783
5	0.442	0.4783	0.4783
6	0.457	0.4783	0.4783
7	0.435	0.4783	0.4783
8	0.456	0.4783	0.4783
9	0.446	0.4783	0.4783
10	0.456	0.4783	0.4783
11	0.445	0.4783	0.4783
12	0.434	0.4783	0.4783
13	0.445	0.4783	0.4783
14	0.456	0.4783	0.4783
15	0.445	0.4783	0.4783
16	0.455	0.4783	0.4783
17	0.451	0.4783	0.4783
18	0.446	0.4783	0.4783
19	0.434	0.4783	0.4783
20	0.456	0.4783	0.4783
21	0.445	0.4783	0.4783
22	0.455	0.4783	0.4783
23	0.451	0.4783	0.4783

Bomba de Circulación

La selección de la bomba de circulación debe cumplir con los requisitos antes

determinados, se debe conocer la pérdida térmica (ΔH) para el circuito que genere mayor dificultad en la entrega de calor necesario y el caudal de diseño requerido (Llorens, 1994).

Para este informe se empleó una bomba para cada circuito, la cual ingresará a cada circuito de abastecimiento la cual estará ubicada a la salida del colector principal. Como el circuito se realizará de forma separada una de la otra, es necesario determinar el caudal total que utilizara el circuito y algún problema en el circuito y su red, determinar la caída de presión que la bomba de circulación debe vencer.

Con los valores obtenidos, se seleccionó la bomba que cumpla según su curva característica trabaje para cumplir las condiciones con su caudal y caída de presión del circuito, este punto deberá estar dentro o por debajo de la curva de trabajo de la bomba. (Ortega, 2001).

Tabla 4: Resumen de Perdidas de caudal y carga

Modulos	Caudal [L/seg]	ΔH [m.c.a]
1	0.4783	5.74
2	0.4783	5.74
3	0.4783	5.74
4	0.4783	5.74
5	0.4783	5.74
6	0.4783	5.74
7	0.4783	5.74
8	0.4783	5.74
9	0.4783	5.74
10	0.4783	5.74
11	0.4783	5.74
12	0.4783	5.74

13	0.4783	5.74
14	0.4783	5.74
15	0.4783	5.74
16	0.4783	5.74
17	0.4783	5.74
18	0.4783	5.74
19	0.4783	5.74
20	0.4783	5.74
21	0.4783	5.74
22	0.4783	5.74
23	0.4783	5.74

Fuente: Propia.

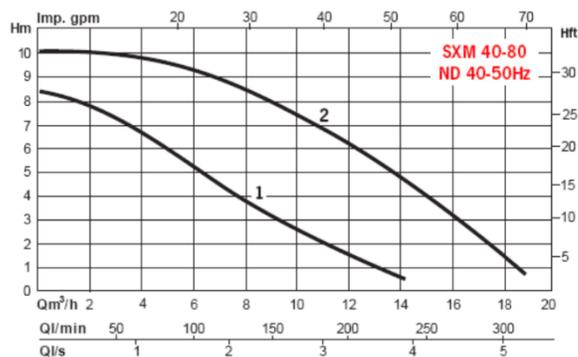
Con los valores previamente obtenidos, se puede seleccionar la bomba deseada. Ambas bombas de circulación se utilizarán por igual, ya que el valor de caudal y caída de presión para cada circuito es menor que la curva de funcionamiento de la bomba dada.

Bomba para circulación del fluido

Bomba Salmson - SXM DN40

Tensión: 230 V

Velocidad: 2010 hasta 2730 RPM



Nota: Curva de trabajo (Salmson, 2009)

Sistema de Regulación

El sistema de control específico del proyecto funcionará directamente en la bomba de circulación. Es decir, el termostato ambiente debe poder activar y desactivar la bomba de circulación. Por otro lado, para evitar que la válvula transporte agua a temperaturas no deseadas, se instalara un termostato general de seguridad, que hará que se active o desactíve la bomba de circulación según sea la necesidad.

La temperatura puede superar los 55 °C, que es la temperatura máxima a la entrada del circuito (Ortega, 2001). La bomba funcionará de forma manual y continua.

Objetivo específico tres

Evaluar la relación costo-beneficio de instalar un sistema de calefacción centralizada

Inversión En este ítem, también se tendrán en cuenta los costos totales que se utilizará para una futura implementación de este sistema de calefacción centralizada, en el que también se tendrán en cuenta todos los costos asociados con su implementación, a saber: instalación en 6 módulos.

Componentes del sistema de tipo piso radiante Determinamos el costo de instalación del sistema, se resumirá detalladamente el valor de cada elemento que lo componen. Cualquier valor de los elementos (en especie) del sistema de calefacción.

Tabla 5: Costo de elementos para el sistema de calefacción de tipo piso radiante

N°	Materiales	Unid.	Costo. Unit.	Cantidad	Subtotal	Fuente
1	Nopa placa espesor = 45 mm	Uni	S/ 11.00	2621	28831	Sodimac Internet
2	Polietileno negro 3x20 m	Uni	S/ 0.10	4800	480	Sodimac Internet
3	Tuberia Pex – A 20mm*1,9mm * 240 m	Uni	S/ 0.60	7200	4320	Sodimac Internet
4	Kit Colector 7 Vías	Uni	S/ 133.00	4	532	Sodimac Internet
5	Kit Colector 8 Vías	Uni	S/ 24.00	4	96	Sodimac Internet
6	Llave de Desagüe (Waste Cock)	Uni	S/ 23.00	8	184	Sodimac Internet
7	Purga Automática 1/2"	Uni	S/ 142.75	8	1142	Sodimac Internet
8	Caldera Fulton FBS	Uni	S/11,654.00	1	11654	Internet
9	Quemador a gas Riello 40G20	Uni	S/ 2,556.00	1	2556	Internet
10	Estanque de Expansión 150 Lt.	Uni	S/ 663.00	1	663	Sodimac Internet
11	Bomba Salmson SXM 40-80	Uni	S/ 561.00	1	561	Sodimac Internet
12	Bomba Salmson SCX 50-90	Uni	S/ 145.00	4	580	Sodimac Internet
13	Válvula 3 vías 2.1/2"	Uni	S/ 450.00	1	450	Sodimac Internet
14	Sensor. Temp. Agua	Uni	S/ 369.00	1	369	Sodimac Internet
15	Termostato. 100 mm	Uni	S/ 54.00	5	270	Sodimac Internet
16	Termostato Programable Milux	Uni	S/ 240.00	4	960	Sodimac Internet
17	Filtro de Agua 2.1/2" tipo Y	Uni	S/ 175.00	1	175	Sodimac Internet
18	Válvula 1.1/4"	Uni	S/ 245.00	1	245	Sodimac Internet

19	Estanque Subterráneo 2 m3	Uni	S/ 3,750.00	1	3750	Sodimac Internet
Tuberías						
20	Tubo 1.1/4" Sch40 L = 6 m	Tira	S/ 72.00	3	216	Sodimac Internet
21	Tubo 1.1/2Sch40 L = 6 m	Tira	S/ 83.00	54	4482	Sodimac Internet
22	Tubo 2" Sch40 L = 6 m	Tira	S/ 112.00	1	112	Sodimac Internet
23	Tubo 2.1/2Sch40 L = 6 m	Tira	S/ 116.00	2	232	Sodimac Internet
Accesorios						
24	Codo 90° 1.1/2"	Uni	S/ 4.00	56	224	Google
25	Codo 90° 1.1/4"	Uni	S/ 4.00	16	64	Google
26	Codo 90° 2.1/2"	Uni	S/ 13.00	2	26	Google
27	Tee Bronce 1.1/2" x 1.1/4"	Uni	S/ 8.00	8	64	Google
28	Copla Acero 1.1/2" x 1.1/4"	Uni	S/ 8.00	8	64	Google
29	Tee Bronce 2.1/2"	Uni	S/ 70.00	2	140	Google
30	Copla 2.1/2" x 2"	Uni	S/ 35.00	2	70	Google
Válvulas de bola						
31	Válvula tipo bola 3/4"	Uni	S/ 9.00	8	72	Google
32	Válvula tipo bola 1.1/4"	Uni	S/ 25.00	12	300	Google
33	Válvula tipo bola 1.1/2"	Uni	S/ 34.00	8	272	Google
34	Válvula tipo bola 2"	Uni	S/ 58.00	2	116	Google
35	Válvula tipo bola 2.1/2"	Uni	S/ 127.00	6	762	Google
36	Válvula para Retención 1.1/2"	Uni	S/ 65.00	4	260	Google
37	Válvula de Retención 2"	Uni	S/ 67.00	4	268	Google
38	Válvula para Retención 2.1/2"	Uni	S/ 69.00	1	69	Google
39	Válvula Compuerta 2.1/2"	Uni	S/ 66.00	2	132	Google
Aislante						
40	Aeroflex aislante 1.1/2" e= 13 mm L = 2 mt	Uni	S/ 14.00	44	616	Google

41	Aislan Caños. 1.1/4 0,9 mt	Uni	S/ 13.00	8	104	Google
42	Aislan Caños. 1.1/2 0,9 mt	Uni	S/ 15.00	6	90	Google
43	Aislan Caños. 2" 0,9 mt	Uni	S/ 13.00	3	39	Google
44	Aislan Caños 2.1/2" 0,9mt	Uni	S/ 12.00	7	84	Google
45	Aislan. Caños 50 mm x 66 mt	Uni	S/ 44.00	1	44	Google
	Mano de Obra					
46	Instalación	horas	S/ 50.00	168	8400	
TOTAL POR CAMPAMENTO					75140	

N°	Elemento	Unid.	Prec. Unit.	Módulos	Subtotal
1	Unidades a instalar	Uni	S/75,140.00	6	S/450,840.00

Costo total de 6 unidades hasta un total de s/. 450,840.00 Plantilla. Algunos productos están denominados en dólares, los cuales fueron convertidos a la moneda nacional el 2 de mayo de 2022, con un valor de \$3.6 dólares.

En el ítem de configuración de la Tabla 12, se tienen en cuenta el costo y la mano de obra: Instalación del sistema.

Análisis de cotos beneficio.

Tabla 6: Sistema de calefacción por estufa eléctrica por planta en un mes

Sistema de Calefacción por estufa eléctrica por planta mensual						
Detalle	Habitación por Modulo	Costo 240 kW/h	Número de horas Utilizadas	Días	Costo total	
Módulo 01	50	S/ 0.40	12	30	S/ 3,600.00	

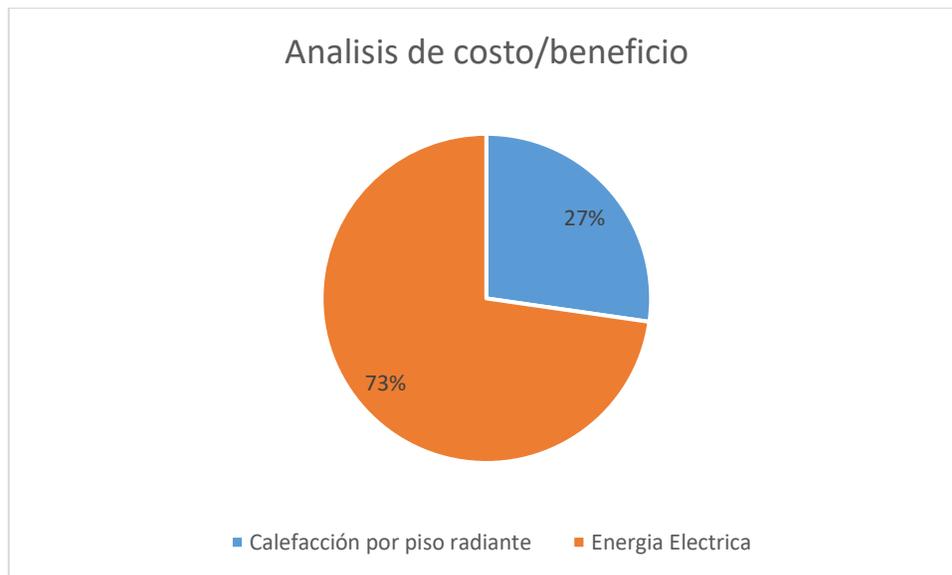
Tabla 7: Sistema de calefacción de tipo piso radiante por planta mensual

Sistema de Calefacción de tipo piso radiante por planta mensual						
Detalle	Habitación por Modulo	Costo	Número de horas Utilizadas	Días	Costo total	
Módulo 01	50	S/ 0.15	12	30	S/ 1,350.00	

Tabla 8: Costo/Beneficio Anual

Energía Eléctrica				Calefacción por piso radiante			
Numero de Módulos	Costo Unitario Mensual	Anual (12)	Total	Numero de Módulos	Costo Unitario Mensual	Anual (12)	Total
Módulo 1	S/ 3,600.00	12	S/ 43,200.00	Módulo 1	S/ 1,350.00	12	S/ 16,200.00
Módulo 2	S/ 3,600.00	12	S/ 43,200.00	Módulo 2	S/ 1,350.00	12	S/ 16,200.00
Módulo 3	S/ 3,600.00	12	S/ 43,200.00	Módulo 3	S/ 1,350.00	12	S/ 16,200.00
Módulo 4	S/ 3,600.00	12	S/ 43,200.00	Módulo 4	S/ 1,350.00	12	S/ 16,200.00
Módulo 5	S/ 3,600.00	12	S/ 43,200.00	Módulo 5	S/ 1,350.00	12	S/ 16,200.00
Módulo 6	S/ 3,600.00	12	S/ 43,200.00	Módulo 6	S/ 1,350.00	12	S/ 16,200.00
Total	S/ 21,600.00		S/ 259,200.00	Total	S/ 8,100.00		S/ 97,200.00

Figura 3: Costo/Beneficio Anual



En la figura número cuatro podemos observar que el costo beneficio que el sistema de calefacción por piso radiantes es hasta el 43% menos al consumo que se genera a través de las estufas sacando una gran ventaja, además cuidando el medio ambiente.

- **Costo de Mantenimiento**

- Tabla N°10 Costo de Mantenimiento del sistema de calefacción por piso radiante

DETALLE COSTOS	Costo Unidad	Costo Total
Costos Directos de Mantenimiento		
Materiales y Repuestos	S/.450,840.00	S/.948,040.00
Mano de Obra	S/. 400,000.00	
Consumo de Energía	S/.97,200.00	
Mantenimiento Preventivo	S/. 3,400.00	S/. 3,400.00
Mantenimiento Predictivo	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
Total		S/. 952,040.00

Fuente: Propia

La tabla N°10 el costo total tanto de instalación como de mantenimiento es aproximadamente S/. 952,040.00 Soles.

V. DISCUSIÓN

Se selecciono el sistema de calefacción más adecuada para esta investigación el cual se evaluaron sus diferentes características basándose tanto en lo económico, la utilidad, la rentabilidad energética como económica. Amella (2016), expresa que el sistema de calefacción por suelo radiante representa un 30% en ahorro energético frente al sistema convencional de calefacción por radiadores

Se evaluó el sistema sistema de calefacción central en un campamento minero en Cajamarca. En él obtuvimos como resultado para 6 módulos que el calor requerido por el sistema de tipo piso radiante la cual pueda mantener la temperatura de confort de 27°C en las unidades es 119,520,489.1 [Kcal/h]. Cordero (2017). Es un proceso que ajusta la pérdida de calor del cuerpo humano a las condiciones ambientales estables en equilibrio térmico entre el cuerpo y su entorno para lograr un descanso adecuado. El propósito de un sistema de calefacción utilizado dentro de un ambiente o área cerrada es elevar la temperatura del ambiente calentando el aire a condiciones amigables para el ser humano.

Diseñamos un sistema de calefacción central para evaluar la relación costo/beneficio de implementar un sistema de calefacción central en un campamento minero en Cajamarca. La inversión que se tendrían que realizar para la implementación del sistema de calefacción centralizada del tipo piso radiante en 6 unidades, cada unidad con 50 habitaciones, tendría un valor total de S/. 450,840.00. Eppens (2017). Este trabajo pretende encontrar soluciones a corto y medio plazo, tanto en términos de yacimientos desarrollados donde ya se han desarrollado comunidades en torno a su actividad, relacionadas con la vivienda y la construcción. Buscó una alternativa que fuera menos costosa y que no requiriera grandes inversiones y permitiera la construcción de casas prefabricadas en boca de pozo.

VI. CONCLUSIONES

En primer lugar, al seleccionar el sistema de calefacción centralizado más adecuado en un campamento minero de la ciudad de Cajamarca concluimos que las habitaciones tienen una temperatura de 27°C. el cual permite su correcto calentamiento dando así un mayor confort y calidad de condiciones de trabajo para que los trabajadores se sientan cómodos para que puedan descansar y retomar sus actividades al siguiente día.

Segundo lugar evaluamos el despliegue de un sistema de calefacción central en un campamento minero en Cajamarca, el cual es por suelo radiante, y concluimos que el calor requerido por el nivel del sistema de calefacción centralizada del tipo suelo radiante para lograr una temperatura de cada habitación de 27 °C para lo cual es necesario que el sistema de calefacción pueda satisfacer la necesidad de 119,520,489.1[kcal/h]. Debido a su gran superficie, se divide en 6 módulos. Cada circuito consta de quince bobinas de polietileno reticulado con un septo de oxígeno de 20 mm de diámetro, que tendrá un espacio de 20-30 cm entre los tubos. Excepto una bobina por circuito la distancia entre los tubos será de 50cm. Se apilarán todos sobre un tablero de nopa, con una base de 20 mm y un plato de nopa de 25 mm, y se cubrirán con vigas de madera de 7 cm de espesor.

Tercero evaluar el costo/beneficio de la implementación del sistema de calefacción centralizado en un campamento minero de la ciudad de Cajamarca se llegó a la conclusión que el costo de la inversión total para implementar el sistema de por piso radiante en los 6 módulos donde cada módulo tiene 50 habitaciones tendrá un valor total de instalación S/.450,840.00. Al instalarse este sistema podremos obtener hasta un 43% menos de los costos que nos generan el sistema de calefacción con estufas de aceite.

VII. RECOMENDACIONES

- Al ser el sistema de calefacción viable se recomienda poder implementar este sistema para reducir costos monetarios y aportar con el medio ambiente.
- Mejorar el envoltorio de los módulos para poder así reducir aun mas las perdidas caloríficas.
- Capacitar al personal con cursos de ahorro de energía y un uso responsable.
- Realizar inspecciones periódicas mensuales para evitar fugas.

REFERENCIAS

- MARTINEZ TORRE, Raquel. "Análisis de la importancia de la eficiencia energética en los hospitales". [Tesis de Pregado]. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021. [Consultado el 7 de abril 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/22083>
- CORREA PIZARRO, Juan José. "*Del componente al campamento: replanteamiento del modelo de prefabricación industrializada para alojamientos mineros flexibles*". [Tesis de Pregado]. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2019. [Consultado el 7 de abril 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/26484>
- EPPENS VELASCO, PILAR & MARISCOTTI, Lucas. Estudio de factibilidad de la implementación de fábricas desmontables de viviendas prefabricadas en el campo en la industria petrolera. [Tesis de Maestría]. Instituto de Buenos Aires Argentina, 2017. [Consultado el 7 de abril 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/26484>
- MONTES ANTAURCO, Robert Lucio. "*Diseño del sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado de las oficinas de la minera Conga*". [Tesis de Pregado]. Universidad Cibert, 2019. [Consultado el 15 de abril 2022]. Disponible en:
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9035>
- HORIZONTE, "Campamentos Mineros de Altura". 2019. [Consultado el 8 de abril 2022]. Recuperado de <https://www.horizonteminero.com/campamentos-mineros-de-altura/>
- FERNÁNDEZ, J. *Campamentos mineros: Calidad de vida en las alturas*. 2019. [Consultado el 7 de abril 2022]. Recuperado de <https://energiminas.com/campamentos-mineros-calidad-de-vida-en-las-alturas/>
- ARISPE, F. y Vera, O. *Campamentos mineros en el Perú: Análisis bioclimáticos y recomendaciones de diseño para mejorar el confort interior*. 2020. [Consultado el 7 de abril 2022]. Modulo arquitectura CUC, 26, 47.

- CABEZAS, R. *Manual de Eficiencia Energética Para Minería* (Tesis de Licenciatura). 2016. Universidad de Chile. [Consultado el 7 de abril 2022]. Recuperada de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139884/Manual-de-eficiencia-energetica-para-mineria.pdf?sequence=1>
- TEJERO, A. *Reducción del consumo energético y emisiones de anhídrido carbónico de edificios combinando enfriamiento evaporativo, enfriamiento gratuito y recuperación de energía en sistemas todo aire*. 2019 (Tesis Doctoral). Universidad de Valladolid. [Consultado el 8 de abril 2022]. Recuperada de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/980>
- CAMPOS, J. *Auditoría Energética en los Sistemas Eléctricos de KPMG Para Mejorar el Índice de Consumo Energético*. 2019. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. [Consultado el 8 de abril 2022]. Recuperada de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2642/1/TL_CamposMoreJose.pdf
- OSINERGMIN. A. *Reporte de Análisis Económico Sectorial – Sector Minería*. 2019. [Consultado el 8 de abril 2022]. Revista N° 12, 7.
- CASTELLO, A. *Diseño de un sistema sostenible de calefacción para una vivienda mediante energía de biomasa*. 2019. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Politécnica de Valencia. [Consultado el 8 de abril 2022]. [Consultado el 9 de abril 2022]. Recuperada de <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139777/Castell%C3%B3-20DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20SOSTENIBLE%20DE%20CALEFACCI%C3%93N%20PARA%20UNA%20VIVIENDA%20MEDIANTE%20ENERG%C3%8DA%20DE%20B....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- RODRIGUEZ, E. Solis, F. *Diseño, Construcción e Instalación de un sistema de calefacción con energía solar*. 2012. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [Consultado el 8 de abril 2022]. Recuperada de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2349/1/15T00512.pdf>

- GARCIA, E. *Proyecto de Climatización Eficiente*. 2020. [Tesis de Maestría]. Universidad Politécnica de Madrid. [Consultado el 9 de abril 2022]. Recuperada de https://oa.upm.es/65467/1/TFM_ELENA_GARCIA_RAMOS.pdf
- LORCA, J. *Diseño y evaluación técnico - Económico de Sistemas de calefacción central con suministro de agua caliente sanitaria en vivienda*, 2008. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Austral de Chile. [Consultado el 9 de abril 2022]. Recuperada de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfci1865d/doc/bmfci1865d.pdf>
- MROCHO, J. *Diagnóstico del Estado de las instalaciones eléctricas del campamento de la fundación nueva vida para la elaboración de una propuesta de modernización y eficiencia energética*. 2019. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Politécnica Nacional. Recuperada de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20446/1/CD%209928.pdf>
- FUENTESM, R. *Diseño de un sistema de calefacción y A.C.S mediante energía solar para mejorar el confort térmico de neonatos en el área de pediatría del hospital Santa María – Cutervo*. 2020. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Cesar Vallejo. Recuperada de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53168/Fuentes_CRI-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PALME, M. et al. *Optimización multi-objetivo de estrategias de eficiencia energética en un campamento minero existente en la cordillera de los andes*, 5° Congreso Sudamericano de Simulación de Edificios. 2018. Pag 146 – 152.
- VENEGAS et al. *Evaluación de la factibilidad de instalación de energía fotovoltaica para la iluminación en un campamento minero de la libertad*, Revista científica de ciencias y tecnología. 2019. Pag. 41 - 50.
- CHACHA, B. *Diseño del Sistema de Gestión de Eficiencia Energética Basado en la Norma ISO 5001 en el Campamento GUARUMALES de la Unidad de Negocio Hidropaute*. 2020. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Tecnológica

Indoamérica. Recuperada de
<http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2133>

CORDERO, M. *Estudio de Pre-Factibilidad de Utilización de Energía Solar en un Proceso Productivo Minero*. 2017. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Técnica Federico Santa María. Recupera de
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23595/3560900257290UTF SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTILLO, L. & Nonalaya, J. *Diseño de un sistema de climatización en las aulas prefabricadas de la institución educativa primaria y secundaria de menores N°16003 Miraflores – Jaén – Cajamarca*. 2019. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional de Jaén. Recuperada de
http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/94/Castillo_VLJ_Nonalaya_CJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ACUÑA, D. *Sistema de calefacción domestico rural basado en energía solar para la localidad de Acobambilla, Huancavelica*. 2018. [Tesis de Licenciatura]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperada de
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14813>

ALBORNOZ, J. CNN Chile entrevista a Mac-Ckay Simón, sobre Campamentos Mineros de Ayer y Hoy. 2019. [Consultado el 7 de abril 2022]. [archivo de video]. De
https://www.youtube.com/watch?v=DGgOEIQ8l3c&ab_channel=CNNChile

SILVIA, D. *Diseño de un sistema de calefacción solar para la posta de salud del poblado de Langui*. 2016. [Tesis de Licenciatura]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperada de
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7067>

- UMAN, S. *Estrategia de Climatización Pasiva y Confort Térmico en la Vivienda de Adobe en la Zona Rural Anta – Cuzco*, 2017. 2019. [Tesis de Maestría]. Universidad Ricardo Palma. [Consultado el 9 de abril 2022]. Recuperada de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2860/ARQ_T030_72945971_M%20%20%20UM%C3%81N%20JUAREZ%20STEVE%20JASON.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- TORRES, J. *Climatización considerando el ahorro de energía y el confort térmico de las personas en ambientes dedicados a tareas de oficina*. 2016. [Tesis de Magister]. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperada de http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/Torres_climatizacion.pdf
- MERCADO, E. Machacha, H. (2017). *Calefacción solar térmica controlado para mantener el confort térmico en un ambiente de la FIQ*, [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional del Altiplano. Recuperada de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5543/Mercado_Calapuja_Edgaro_Machaca_Cutipa_Helbert.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SORIA, L. “*Evaluación de un sistema integrado cocina de leña con tanque de agua para calefacción de viviendas rurales en zonas altoandinas del Perú*.” 2019. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperada de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10285/UPsogulv.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SANCHEZ, L. “*Análisis y diseño de un sistema de calefacción solar para agua caliente sanitaria*.” 2010. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca. Recuperada de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5051/1/UPS-CT001668.pdf>
- PIZARRO, HENRRY et al. “*Implementación de un Sistema de Calefacción solar para un aula universitaria de la Universidad Nacional de Juliaca*”. 2019. ÑAWPARISUN, Pag. 1 – 6.

DIAZ, S. Carrasco, J. “*Estudio y Diseño de Sistema de Calefacción Domiciliaria.*” 2018. [Tesis de Técnico Universitario en Mecánica Industrial]. Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción – Rey Balduino de Bélgica. Recuperada de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42444/3560901544206UTF SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FLORES, P. et al. *Implementación de un sistema de calefacción para un edificio de viviendas en Lima.* 2015. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional del Callao. Recuperada de <https://es.slideshare.net/KeimaxD/proyecto-de-tesis-2015-implementacion-de-calefaccion>

RAMOS, J. *Utilización de las Aguas Termales para Climatizar los Ambientes del Edificio de la Municipalidad Baños del Inca, Cajamarca.* 2020. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Cesar Vallejo. Recuperada de <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50973/Ramos TJS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AMANGANDI, A. *Diseño de un Sistema de Climatización para el Refugio del Chimborazo.* 2012. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperada de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2481/1/15T00525.pdf>

VARGAS, A. *Análisis Técnico-Económico de un Sistema de Calefacción Geotérmico-Solar Para una Vivienda en Chile.* 2018. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Chile. Recuperada de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170082>

VARGAS, et al. Implementación de Calefacción Solar Térmico: Análisis Energético y Económico. Investigación y desarrollo, 2016. Pag. 49 – 60.

BERRIO. W, Hanco, F. *Diseño de un Prototipo de Calefacción por m2 de Superficie de Piso Radiante Utilizando PCMS Aprovechando la Energía Solar Térmica en la Ciudad de Puno*, 2017. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional del Altiplano. Recuperada de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4753/Berrio_Huarahua_ra_Willy_Renan_Hanco_Mamani_Fredy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gas Natural Calderas, *La Seguridad es Fundamental en las calderas de Condensación, No Escatimes en Ella*. 2020. Recuperado de <https://www.gasnaturalcalderas.net/seguridad-calderas-condensacion-2/>

CLIMANOTICIAS, *Las medidas de seguridad en las instalaciones de calefacción centralizada con gas natural son clave*. 2021. Recuperado de <https://www.climanoticias.com/texto-diario/mostrar/2272771/medidas-seguridad-instalaciones-calefaccion-centralizada-gas-natural-clave>

TRIANGULAR, *Seguridad y Confort en tu Hogar: Calefacción por Agua*. 2018. Recupérate de <https://triangularsa.com.ar/noticias/seguridad-y-confort-en-tu-hogar-calefaccion-por-agua/> .

ANEXOS

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: SISTEMA DE CALEFACCIÓN CENTRALIZADA	Es el método por el cual permite aportar calor a cualquier objeto con el propósito de mantener o elevar la temperatura	Se determino mediante cálculos térmicos la cual medirá la eficacia del sistema de calefacción	Medición de tensión Potencia Eléctrica Corriente Eléctrica Potencia Térmica	Escala de Razón	Multitester
			Temperatura	Escala de Intervalo	Pirómetro
Variable Dependiente: AHORRO DE ENERGÍA	Optimización del consumo energético con el fin de disminuir el uso de ella, pero manteniendo el mismo resultado	El análisis se realizó a través del consumo actual del sistema de calefacción con el sistema planteado en la investigación.	Tensión eléctrica Corriente	Escala de Razón	Multitester

FORMATO JUICIO DE EXPERTOS

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Trujillo, 22 de abril del 2022

Apellidos y Nombres del experto: Palma Mendoza, Juan

DNI: 09600776

Teléfono: 943536838

Título/grados: Ing. Mecánico-Electricista

Cargo e institución en que labora: CAMPOSOL S.A.

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X		

SUGERENCIAS: _____


Juan Ramón Palma Mendoza
ING. MECÁNICO-ELECTRICISTA
R. CIP. N° 220605

FIRMA DEL EXPERTO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
 TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Trujillo, 22 de abril del 2022

Apellidos y Nombres del experto: *Campos Parco Ricardo Steven*

DNI: *70136486*

Teléfono: *950 472 444*

Título/grados: *Ing. Civil*

Cargo e institución en que labora: *Supervisor; Forcan Ingeniería SAC.*

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X		

SUGERENCIAS: _____

Ricardo

Ing. Ricardo Steven Campos Parco
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 279879

FIRMA DEL EXPERTO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Trujillo, 22 de abril del 2022

Apellidos y Nombres del experto: *Martos Ramírez Víctor Javier*

DNI: *44310606*

Teléfono: *948437762*

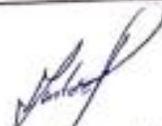
Título/grados: *Ing. Mecánico*

Cargo e institución en que labora: *Soluciones Técnicas Industriales S.R.L*

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "X" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X		

SUGERENCIAS: _____


Víctor Javier Martos Ramírez
CIP: *171349*

FIRMA DEL EXPERTO