



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del diseño de viviendas geodésicas con materiales rústico
para contrarrestar el friaje en Ayacucho, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Jorges Acosta, Markus Maulyn (orcid.org/0000-0002-2356-6336)

ASESOR:

Dr. Corzo Aliaga, Agustin Victor (orcid.org/0000-0002-7606-4348)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDIDATORIA

A mis padres que fueron mi soporte durante mi preparación profesional, que siempre me brindaron su apoyo incondicional y son mi motivo de seguir adelante para cumplir todas mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis docentes de la Universidad César Vallejo por su magnífica labor de prepararme académicamente en la elaboración de mis proyectos de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CORZO ALIAGA AGUSTIN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del diseño de viviendas geodésicas con capas de material rústico para contrarrestar el friaje en Ayacucho, 2022", cuyo autor es JORGES ACOSTA MARKUS MAULYN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 10 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CORZO ALIAGA AGUSTIN VICTOR DNI: 32789955 ORCID: 0000-0002-7606-4348	Firmado electrónicamente por: ACORZOA el 17-07- 2023 18:48:53

Código documento Trilce: TRI - 0582908





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, JORGES ACOSTA MARKUS MAULYN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del diseño de viviendas geodésicas con capas de material rústico para contrarrestar el friaje en Ayacucho, 2022", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MARKUS MAULYN JORGES ACOSTA DNI: 70415502 ORCID: 0000-0002-2356-6336	Firmado electrónicamente por: MJORGES el 10-07- 2023 20:05:53

Código documento Trilce: TRI - 0582909



Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	9
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1: Análisis granulométrico.	38
Tabla 2: Límite Líquido.	39
Tabla 3: Límite Plástico.	40
Tabla 4: Clasificación SUCS.	40
Tabla 5: Datos de humedad del medio ambiente y al interior del prototipo.	41
Tabla 6: Datos de temperatura del medio ambiente y al interior del prototipo.	43
Tabla 7: Estadísticas de muestras emparejadas del análisis de humedad.	45
Tabla 8: Prueba de muestra emparejadas del análisis de humedad.	45
Tabla 9: Estadísticas de muestras emparejadas del análisis de temperatura.	46
Tabla 10: Estadísticas de muestras emparejadas del análisis de temperatura. ...	46
Tabla 11: Matriz de operacionalización.	62
Tabla 12: Matriz de consistencia.	63

Índice de figuras

Figura 1: Detalle de piso aislante de humedad	13
Figura 2: Georreferencia del terreno	13
Figura 3: Trazo del terreno	14
Figura 4: Excavación de la zanja de la cimentación.....	14
Figura 5: Colocación de la geomembrana.....	15
Figura 6: Terminado del picado de piedra para cimentación.....	15
Figura 7: Cama de piedra de 4 pulgadas (fuente propia).	16
Figura 8: Vaciado de tierra para el piso.....	16
Figura 9: Elaboración del sobrecimiento	17
Figura 10: Diseño del domo de madera con Acidome con las piezas a escala....	17
Figura 11: Medidas de los elementos del domo de madera.....	18
Figura 12: Medida de los 2 primeros tipos de listones	18
Figura 13: Distribución y vista de planta de la vivienda geodésica.....	18
Figura 14: Vista frontal y lateral de la vivienda geodésica.....	19
Figura 15: Calibrado del ingletador con plantilla.....	19
Figura 16: Listones cortados	20
Figura 17: Unión de los listones de madera	20
Figura 18: Ensamblado de piezas del domo	21
Figura 19: Armado del domo geodésico.....	21
Figura 20: Estructura del domo geodésico.....	22
Figura 21: Reconocimiento del lugar de extracción de la tierra arcillosa.....	23
Figura 22: Ensayo de manipulación	23
Figura 23: Medida inicial de la cinta	24
Figura 25: Medida transversal de la cinta deformada.....	24
Figura 26: Ensayo de presencia de arcilla	25

Figura 27: Separación de la muestra por la malla N° 40	25
Figura 28: Lavado de la muestra arcillosa tamiz N°200	26
Figura 29: Agregado fino saturado	26
Figura 30: Muestra en horno	27
Figura 31: Tamizado de la muestra seca	27
Figura 32: Adición de agua destilada para la mezcla	28
Figura 33: Muestra ranurada	28
Figura 34: Muestra unida	29
Figura 35: Partición de la muestra unida	29
Figura 36: Tubitos	30
Figura 37: Proporción 1:6 de la mezcla	30
Figura 38: Preparación de la mezcla	31
Figura 39: Enmallado de las caras del domo	31
Figura 40: Vaciado de la primera capa	32
Figura 41: Colocación de la capa de carrizo	32
Figura 42: Vaciado de tercera capa de barro y paja	33
Figura 43: Colocación del ducto de ventilación	33
Figura 44: Vista interior del ducto de ventilación	34
Figura 45: Foco casero	34
Figura 46: Vista interior de la ventana	35
Figura 47: Colocación la capa escamada	35
Figura 48: Vista final del prototipo	36
Figura 49: Mapa de Ayacucho (Fuente: INEI)	37
Figura 50: Mapa de Acos Vinchos	37
Figura 51: Colocación de la muestra al horno	38
Figura 53: Curva granulométrica	39

Figura 54: Límite líquido.....	40
Figura 55: Propuesta de piso aislante.....	41
Figura 57: Gráfico comparativo de humedad relativa.....	42
Figura 58: Prototipo de vivienda.....	43
Figura 60: Gráfico comparativo de temperatura.....	44
Figura 61: Vivienda a base de pacas de avena.....	47
Figura 62: Variación de temperaturas a las 7:00 pm.....	48
Figura 63: Variación de temperaturas a las 5:00 am.....	48
Figura 64: Porcentaje de humedad a las 5:00 am.....	48
Figura 65: Porcentaje de humedad a las 7:00 pm.....	49
Figura 66: Vista de las alternativas de muro trombe.....	50
Figura 67: Gráfico de temperatura vs humedad interior.....	50
Figura 68: Prototipo a base de quincha y botellas.....	51
Figura 70: Registro de excavación para las muestras.....	71
Figura 71: Resultados de ensayo en laboratorio.....	72
Figura 72: Registro de excavación para las muestras.....	73
Figura 73: Resultados del límite líquido de la muestra.....	74
Figura 74: Registro de datos del termohigrómetro.....	75
Figura 75: Registro de datos del termohigrómetro.....	76
Figura 76: Características del datalogger.....	77
Figura 77: Especificaciones técnicas del datalogger.....	78
Figura 78: Datos hidrometeorológicos de SENAMHI.....	79

Resumen

En las poblaciones rurales en zonas altoandinas del Perú la tasa de mortalidad es alta debido al friaje; puesto que, la mayoría de las viviendas no cuentan con los criterios mínimos constructivos y son ejecutadas tradicionalmente, siendo esta una de las causas de enfermedades respiratorias de los habitantes. En este sentido, una de las alternativas más viables para contrarrestar este problema es la implementación de viviendas geodésicas con materiales de la zona. Además, generalmente estos lugares no cuentan con servicios básicos como luz, agua y desagüe, lo que representa un retraso para la población; pues se dedican en su mayoría a la ganadería. De este modo, llevan un estilo de vida tradicional lo cual no les permite un avance en su desarrollo como comunidad; por ello, se plantea como alternativa de solución implementar viviendas geodésicas capaces de resistir cargas, son de rápida construcción, poseen la propiedad de conservación térmica y son más económicas que otras alternativas de viviendas. Ante esta situación se propone la siguiente pregunta problemática, ¿Cuál es la influencia del diseño de viviendas geodésicas con capas de material rústico para contrarrestar el friaje en Ayacucho, 2022?

Palabras clave: Domo geodésico, materiales rústicos, conservación térmica, capas aislantes.

Abstract

In rural populations in the high Andean areas of Peru, the mortality rate is high due to the cold; This is due to the fact that the majority of houses do not have the minimum constructive criteria and are executed traditionally, this being one of the causes of respiratory diseases of the inhabitants. In this sense, one of the most viable alternatives to counteract this problem is the implementation of geodesic houses with materials from the area. In addition, in most cases these places do not have basic services such as electricity, water and drainage, which represents a delay for the population; because they are dedicated mostly to livestock. In this way, they lead a traditional lifestyle which does not allow them to advance in their development as a community; Therefore, it is proposed as an alternative solution to implement geodesic houses capable of resisting loads, they are quick to build, have the property of thermal conservation and are cheaper than other housing alternatives. Given this situation, the following problematic question arises, what is the influence of the design of geodesic houses with layers of rustic material to counteract the cold in Ayacucho, 2022?

Keywords: Geodesic dome, rustic materials, thermal conservation, insulating layer.

I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo existen zonas que geográficamente están ubicadas en las alturas donde la temperatura desciende exorbitantemente en tiempos de friaje, lo que ocasiona en el peor de los casos la muerte. En Sudamérica se encuentra la cordillera de los andes que atraviesa países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Argentina, Chile y Perú; reconocida por ser la más larga del mundo. Sin embargo, las poblaciones rurales que están situadas en la zona son las más vulnerables al frío porque no cuentan con los medios ni conocimientos necesarios para poder subsistir, pues sus viviendas no presentan condiciones de confort térmico.

En el Perú, las poblaciones rurales en zonas altoandinas son las más afectadas por las heladas y el friaje, pues las casas no cuentan con criterios técnicos de construcción, ocasionando enfermedades respiratorias y el aumento de número de muertes en ancianos y niños que son los más vulnerables. Por ello, es necesario que el estado se enfoque en estos lugares priorizando la salud y la construcción de viviendas capaces de contrarrestar el friaje.

De este modo, una de las alternativas más viables es la construcción de alternativas de viviendas de tal forma que tengan propiedades térmicas como los domos geodésicos, estas estructuras llegan a tener propiedades que se pueden aprovechar para un mejor confort térmico al interior de la vivienda, esto depende de la materia a utilizar en la construcción. Por ello, el uso de materiales in situ como la tierra, fibras naturales y madera para las capas de la vivienda geodésica es una solución factible por su bajo costo y rápida construcción.

De este modo, el presente proyecto pretende evaluar la influencia del diseño de una vivienda geodésica con capas elaboradas con materiales de la zona para mejorar el día a día de los pobladores de Ayacucho; también, plantea determinar los materiales de la zona más adecuados para constituir un compuesto que adquiera propiedades térmicas; después, propone elaborar un piso con materiales de la zona que sirva como aislante de humedad y finalmente se procura analizar la

temperatura y humedad para evaluar el confort en la vivienda con respecto al exterior.

Para alcanzar dicho objetivo se consultarán artículos de revistas científicas indexadas, también se optará por normas como la E.080, para luego determinar los materiales que se utilizarán para la capa térmica del domo geodésico. Asimismo, se registrarán datos de temperatura y humedad a través de las estaciones meteorológicas y un termohigrómetro data logger para determinar la diferencia de temperatura que existe dentro del prototipo con respecto al exterior.

En este sentido, la influencia del diseño de viviendas geodésicas con materiales rústicos es una alternativa viable, pues la incorporación de materiales y fibras naturales de la zona aportan propiedades de conductividad térmica a las capas de las viviendas geodésicas, aumentando la capacidad calorífica dentro del domo.

II. MARCO TEÓRICO

Se sabe que, una de las necesidades principales de una persona es el acceso a una vivienda y gran parte de la población mundial no cuenta con una que cumpla las condiciones mínimas para poder subsistir ante los problemas externos como cambios climáticos, fenómenos naturales y entre otros factores.

Por ello, Awad et al. (2021) manifiestan que para mejorar la eficiencia energética en las viviendas algunos investigadores se basan en las prácticas de construcción energéticamente eficientes, entre estos medios se encuentra el uso de insumos de construcción amigables con el ambiente que también contribuyen a mejorar la resistencia térmica. De este modo, el presente estudio propone evaluar el rendimiento térmico de un sistema de paneles a base de madera para mejorar su comportamiento higrotérmico.

Del mismo modo, Mestanza (2021) indica que el principal problema de las zonas altoandinas es el descenso de temperatura que afecta directamente a los pobladores de estas zonas. Por tanto, este estudio propone la ejecución de un prototipo de casa bioclimática de quincha y botellas de plástico recicladas. De este modo, se obtuvieron resultados satisfactorios pues la temperatura al interior de la vivienda incrementó en 6°C.

Al respecto, León (2019) sostiene que, la mayoría de las casas en la Encañada están hechas de adobe y materiales de la zona; sin embargo, no presentan eficiencia en cuanto a conductividad térmica para conservar la temperatura interna de la casa ante las bajas temperaturas, además de no ser sísmicamente resistente. En este sentido, este estudio pretende implementar el diseño de un domo capaz de resistir los sismos con propiedades foto catalizadoras y termoaislantes para soportar el friaje y heladas en la zona.

Además, el domo geodésico, es una estructura que posee propiedades de conservación térmica, son termodinámicas y sismo resistentes ideales para soportar las heladas y el friaje. Una de las ventajas de las cúpulas geodésicas es abarcar grandes espacios de manera eficiente y económica con poco material comparado con construcciones convencionales. De este modo, Abhishek et al.

(2019, p. 4003) manifiestan que, el domo geodésico está diseñado para cubrir grandes luces sin utilizar elementos estructurales como las columnas, lo que la hace una estructura económica y permite optimizar los costos de materiales. Asimismo, Pai y Prasad (2018, p. 3893), los domos son estructuras resistentes para grandes áreas debido a la doble curvatura, los momentos flectores y las fuerzas cortantes se desarrollan alrededor del área de la base y las vigas anulares horizontales limitan la deformación en la dirección del meridiano.

Por consiguiente, Cúnsulo y Martínez (2018) validan que, es posible realizar un proceso de auto construcción guiada en viviendas geodésicas con materiales alternativos debido a la facilidad de ensamblar la estructura; además de generar una alternativa de solución con respecto a la comodidad térmica y al impacto ambiental. En consecuencia, esta investigación analiza un domo a base de tierra con materiales reciclados, desde un punto de vista térmico y económico.

Por otro lado, Moreira, Loor y Toala (2022) indican que, las construcciones con materiales ambientales han incrementado de tal forma que se hacen diversas investigaciones del tema, la necesidad de tener una casa y una mejor calidad de vida impulsó el desarrollo de nuevos proyectos. De ahí que, este tipo de construcciones amigables con el ambiente ayudarán a reducir el consumo de electricidad y el agua. Por esto, se deben trabajar en propuestas donde se requieran materiales de la zona que contribuyan al desarrollo local para reducir costos en materiales industrializados y su transporte.

En este sentido, Cúnsulo y Matar (2017) manifiestan que, para la construcción y uso de las viviendas vernaculares en la mayoría de los casos no contemplan los factores ambientales, pues el funcionamiento de la casa demanda la utilización máxima de recursos. De este modo, este estudio analiza la validación de recursos de la zona en la ejecución de viviendas rurales centrándose en la tendencia bioclimática.

De la misma forma, Sornoza et al. (2022, p. 1090) indican que, los materiales tradicionales son una alternativa para preservar el ecosistema, pues se reduce la contaminación y la huella de carbono, además del bajo costo que representa su producción y construcción. Los materiales reciclados pueden ser

utilizados en la fabricación de bloques ecológicos, ya que pueden adquirir una buena resistencia ante situaciones externas.

Sin embargo, la falta de expertos en la construcción con este material genera una desconfianza en la reestructuración de edificaciones de tierra para las personas que habitan y poseen estas casas. En consecuencia, Giraldo, Czajkowski y Gómez (2021, p. 115) manifiesta que, la principal causa de la insatisfacción térmica que brindan las viviendas sociales multifamiliares en Colombia es por el escaso descubrimiento y aplicación de discernimientos de bioclimática, esto conlleva a una alta demanda de energía.

Además, debido al constante cambio climático en Sudamérica los ciudadanos enfrentan disconformidad con respecto al confort térmico en sus casas, situación crítica que afecta principalmente la salud de niños y ancianos. Por ello, evalúan al CEB como un material sustentable para una vivienda por sus características reguladoras de temperatura para mantener la comodidad térmica en el interior de la casa (Nieto et al., 2021, p.197).

Adicionalmente, existen varias alternativas para las construcciones sostenibles aprovechando las energías renovables. Como en la investigación de Malik, Trisatya y Abdurachman (2022, p. 6) donde indican que los paneles tipo sándwich a base de madera podrían reemplazar materiales utilizados en las paredes de las casas. La madera es un material con diversas utilidades para la construcción y la más accesible debido a sus ventajas en el contexto de Indonesia, zona de constantes desastres naturales. Además, Molina, Horn y Gómez (2020, p.78) sostienen que para que la temperatura al interior de la vivienda se mantenga no debe haber fugas por medio de las puertas o ventanas en zonas altoandinas, pues lo que se busca es el confort térmico.

En este sentido, es necesario implementar nuevas tecnologías en la construcción, de tal manera que no afecte al medio ambiente y esto se logra utilizando materiales in situ para construcciones de infraestructuras sostenibles. Al respecto, Suasaca et al. (2020, p. 225) indica que, en las zonas altoandinas es factible construir con materiales de la zona, ya que al constituir un bloque compuesto puede obtener propiedades de aislamiento térmico. En su

investigación se utilizó las pacas de avena para la construcción de muros, para luego desarrollar una medición de parámetros obteniendo como resultado que la casa tiene una temperatura de 10°C y la humedad de 45% en promedio, esto varía dependiendo de la hora pues se registró de 9°C a 9.8°C a las 5 de la mañana y de 7.7°C a 9.9°C a las 7 de la noche.

Al mismo tiempo, Pérez et al. (2022, p. 6) sostiene que, las casas de tierra tienen propiedades aislantes ideales para zonas de constantes cambios climáticos. La capacidad y conductividad térmica de muros de adobe puede reproducir la temperatura al interior de la casa, también al reducir el flujo de aire caliente la temperatura se mantiene. En este sentido, (Chávez et al., 2022, p.9) manifiesta que la tierra es el mejor material para trabajar en la construcción de casas de comunidades rurales debido al bajo costo de producción en comparación a materiales convencionales como el concreto y acero.

Asimismo, Nasser et al. (2018, p. 1993) manifiestan que, la utilización de paja de arroz combinado con un polímero puede producir un material con propiedades de aislamiento en los techos, el objetivo del estudio es la creación de un producto de calidad a bajo presupuesto, logrando resultados satisfactorios con proporciones de 80% espuma de poliuretano y 20% paja de arroz, esta muestra también obtuvo un aislamiento de 0.1627 W/m °C y la resistencia mejoró al adicionar 3 veces paja de arroz a su valor inicial y la densidad del compuesto es muy ligero. Todo esto indica una reducción de aproximadamente 28% en el costo, lo que significa que es el ideal para edificaciones rurales.

Por esta razón, Catalán et al. (2019, p. 12) indican que, se detallaron procedimientos de construcción con el adobe y ensayos con el motivo de evaluar sus propiedades y características, ya que aproximadamente la mitad de la población de México cuenta con una vivienda de este material. Se determinó que el adobe es un material elástico con valores de compresión máxima de 20% y que la norma establece que el esfuerzo de compresión debe ser de 40%.

De este modo, Ortega et al. (2022, p. 1) sostiene que, la cantidad de fibra adecuada para mejorar las propiedades del material compuesto están en un rango de 15% a 40% en peso. Los preprocesamientos y agentes de ajuste mejoran la

unión de los materiales adquiriendo propiedades mecánicas. Esto quiere decir que la tracción, flexión y resiliencia al impacto mejoran incorporando fibras en un 40%. No obstante, la tensión, la resistencia al impacto y elongación siguen en la misma línea sin ninguna mejora.

También, Sore et al. (2018, p. 344) propone, la estabilización de adobe con un aglomerante es factible, ya que este es menos contaminante que el cemento, para después compararlo con uno estabilizado. Además, se demostró que la geo polimerización de los bloques mejoraron sus propiedades mecánicas y térmicas.

En consecuencia, es importante tener en cuenta algunas teorías y procedimientos de los ensayos que se realizarán en los laboratorios y campo como la granulometría, los límites líquidos/plásticos y la evaluación de la temperatura y humedad. Se sabe que, el suelo cumple una función fundamental en la construcción porque es la base de toda edificación y también es materia prima.

Para ello, Aguilar y Quezada (2017, p. 41) manifiestan que, para clasificar un suelo existen dos estándares internacionales, los cuales son utilizados para diferentes rubros, como el AASHTO que lo usan para carreteras y SUCS lo usan los especialistas geotécnicos. Esta clasificación permite estratificar por tamaños las muestras de suelo para poder clasificarlos según sus características.

A su vez, Hernández, Figueroa y Martínez (2019, p. 54) indican que, la plasticidad de un material está definido por los límites de Atterbeg en un rango de contenido de humedad donde el suelo tiene un estado plástico. Por ello, es necesario determinar los límites para analizar el comportamiento del suelo a largo plazo. Para ensayar este proceso se requiere el uso de la máquina de Casagrande por un especialista calificado.

Por otro lado, las heladas se presentan entre los periodos de mayo a fines de octubre, con un descenso de temperatura menor o igual a los 0°C. Estas temperaturas se registran mayormente en las zonas altas del Perú y afecta directamente a la población SENAMHI (2018). En este sentido, se deben implementar mecanismos de captación térmica en las viviendas altoandinas.

Por ello, Daza, Coral y Plaza (2019, p. 101) sostienen que, las características térmicas de un material de edificación están en función al aislamiento e inercia térmica, estos parámetros determinan la capacidad del material de obstruir el paso del calor.

Asimismo, otros parámetros que determinan el confort térmico son la temperatura y humedad. Por ello, Sánchez (2023, p.22) manifiesta que, mediante el termohigrómetro data logger se pueden obtener datos estadísticos de acuerdo con lo programado mediante el software PidifiX-v2.0.4. Este software permitirá la recolección de datos de temperatura y humedad cada 1h durante 7 días.

Además, se sabe que una de las razones del descenso de temperatura es la humedad que se transmite del suelo, conocida también como fenómeno de capilaridad, el cual ocasiona que el contenido de agua pase por encima del nivel freático y finalmente sature el suelo (Sánchez, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El proyecto será cuantitativo, el diseño de viviendas geodésicas a base de materiales rústicos se realizará en un enfoque cuantitativo, debido a que todo lo analizado será medido para evaluar el impacto que genera en zonas altoandinas.

Lo cual conlleva que este proceso sea de una manera de análisis exhaustivo para poder encontrar las deficiencias y fallas para hacer una adecuada investigación.

3.1.2. Diseño de investigación

El estudio tendrá un diseño experimental; ya que, se construirá un prototipo de vivienda geodésica que será puesto a prueba para después observar y analizar las propiedades que adquieren.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Diseño de viviendas geodésicas.

Definición Conceptual:

Los domos geodésicos son estructuras livianas, resistentes y eficientes para cubrir espacios, su configuración triangular le otorga capacidades estructurales con pocos materiales lo que la hace muy económica (Abraham, 2016, p. 180).

Definición Operacional:

El diseño de la vivienda geodésica será evaluado con los parámetros del RNE y la norma E0,10, para verificar el comportamiento de la estructura de madera, de tal forma que resulte económica.

Dimensiones: Características físicas y ambientales.

Indicadores: Dimensiones del domo y Diseño y construcción de madera.

Variable dependiente: Capas de material rústico para contrarrestar el friaje en Ayacucho.

Definición Conceptual:

Para alcanzar la satisfacción térmica es necesario tener en cuenta la temperatura del aire, la humedad y otros aspectos relativos como la capacidad aislante de los materiales (Giraldo, Czajkowski y Gómez, 2021, p. 116).

Definición Operacional

Se evaluará el confort térmico de la vivienda geodésica para conocer su comportamiento ante el friaje.

Dimensión 1: Material arcilloso.

Indicador: Ensayos manuales en campo.

Dimensión 2: Propuesta de piso aislante de humedad.

Indicador: Datos de humedad al interior y exterior.

Dimensión 3: Capacidad térmica.

Indicador: Datos de temperatura al interior y exterior.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

POBLACIÓN

Al no tener precedentes de haber diseñado viviendas geodésicas con materiales rústicos para contrarrestar el frío en nuestro país, se estimará que la investigación es una innovación; por tanto, no se cuenta con una población de estudio.

MUESTRA

No se tiene en cuenta la muestra por lo mismo que se expuso con anterioridad.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Vivienda geodésica con materiales rústicos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

En el estudio se empleará la observación de los hechos, pues el diseño de la vivienda geodésica será estructurado mediante softwares y los materiales que se utilizarán en el diseño de la vivienda geodésica serán sometidos a ensayos y serán evaluados de acuerdo con su comportamiento en fichas técnicas. Además, se evaluará la temperatura y humedad mediante registros de SENAMHI y un termohigrómetro.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento será la guía de observación mediante apuntes, anexos de los laboratorios y fotos de la información obtenida del diseño de la vivienda geodésica y los ensayos que se realizarán para poder determinar las propiedades del material que se requiere, también mediante un dispositivo data logger que registrará la temperatura y humedad.

Validez

En primera instancia, los instrumentos útiles para el presente proyecto serán principalmente en los formularios certificados por el laboratorio, los cuales serán útiles para los ensayos. De este modo, se valida la confiabilidad y seguridad de todo el proceso y los resultados de los ensayos por medio de los profesionales especializados.

Confiabilidad de los instrumentos

En esta investigación se realizarán ensayos de alta confiabilidad; puesto que, las pruebas son certificadas y acreditadas con estándares internacionales de manera que los resultados sean confiables y seguros. Además, todos los datos serán procesado en el programa SPSS.

3.5. Procedimientos

Modo de recolección de información

El proyecto de investigación se llevará a cabo a través de la recopilación de estudios relacionados a las variables, con siete años de antigüedad, donde la mayoría de estos documentos pertenecerán a fuentes confiables como artículos de revistas indexadas, también se optarán por tesis y libros, donde las variables están enfocadas a dar solución a la problemática del friaje en zonas altas de Ayacucho, pues se tomará como variable independiente las viviendas geodésicas y la variable dependiente son las capas de material rústico. A continuación, se detalla el procedimiento del desarrollo del trabajo:

El diseño de la vivienda geodésica con capas de material rústico se desarrollará de la siguiente manera:

a. Propuesta de piso aislante de humedad

Uno de los principales causantes de la disminución de temperatura es la humedad que transmite el suelo conocido como el fenómeno de capilaridad, por ello se plantea el siguiente piso que cumplirá la función de aislar la humedad del suelo.

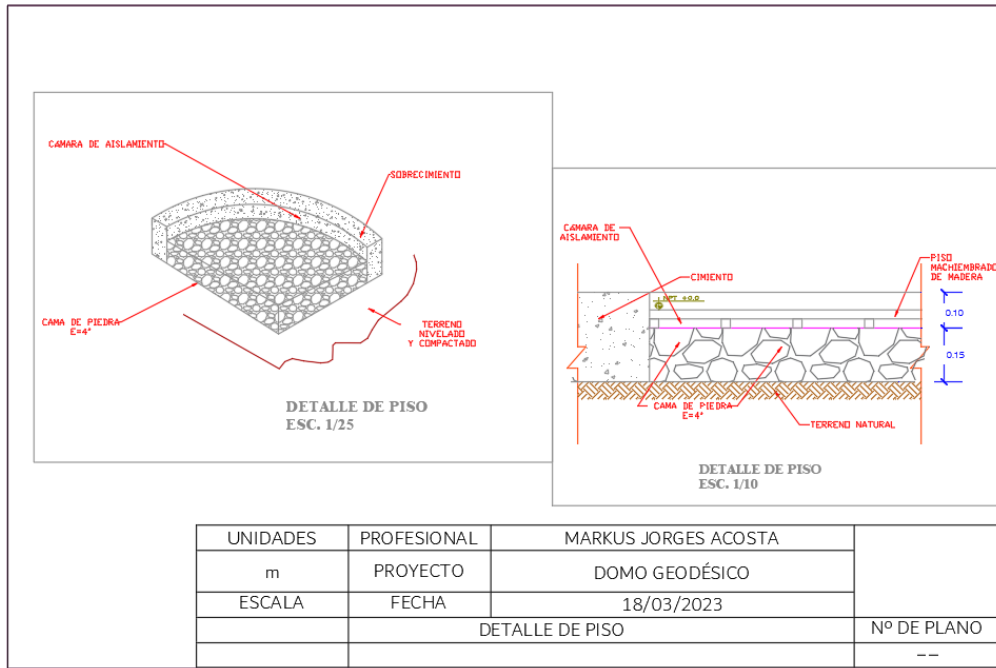


Figura 1: Detalle de piso aislante (fuente propia).



Figura 2: Georreferencia del terreno (fuente propia).

Se comenzará con el trazo del terreno que se excavará para la cimentación que soportará a la estructura, como se evidencian en las figuras 3 y 4.



Figura 3: Trazo del terreno (fuente propia).



Figura 4: Excavación de la zanja de la cimentación (fuente propia).

Después, se procederá a la colocación de la geomembrana, rollizos de madera para el anclaje de la estructura y la cimentación, tal y como se visualizan en las figuras 5 y 6.



Figura 5: Colocación de la geomembrana (fuente propia).



Figura 6: Terminado del pircado de piedra para cimentación (fuente propia).

Por consiguiente, se vaciará la cama de piedras y tierra que se utilizará para aislar la humedad del suelo, como lo señalan las figuras 7 y 8. Para así levantar el sobrecimiento que proteja la estructura como se observa en la figura 9.



Figura 7: Cama de piedra de 4 pulgadas (fuente propia).



Figura 8: Vaciado de tierra para el piso (fuente propia).



Figura 9: Elaboración del sobrecimiento (fuente propia).

b. Diseño de la vivienda geodésica

- Luego de haber realizado todo lo relacionado al cimiento, se diseña y modela el domo de madera de frecuencia 3V con el programa web Acidome y Autocad. En este caso, se hará un prototipo a escala 1:3 con un radio de 3 metros y con varillas de 10 x 2.4 centímetros como se muestra en las figuras 10, 11 y 12.

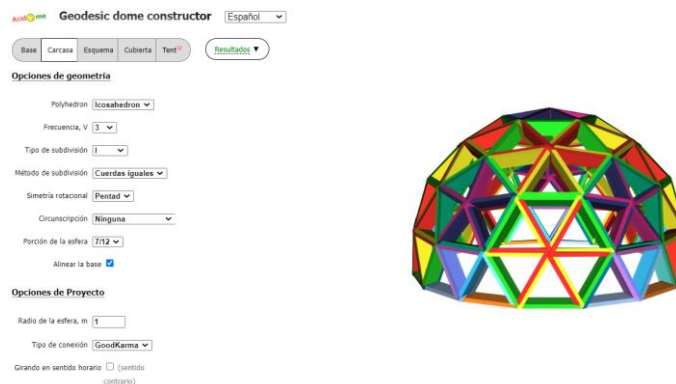


Figura 10: Diseño del domo de madera con Acidome con las piezas a escala (fuente propia).

Resultados ▾

Altura desde la base, m 1.17
 Radio de la base, m 0.99
 Área de la base, m² 2.96
 Área de la cubierta, m² 7.13

Tamaños (unidades)

Caras 5 (105)
 Aristas 15 (315)
 Vértices 8 (61)

Travesaños 102x25mm

Longitud total de los travesaños, m 115.54
 Volumen total de los travesaños, m³ 0.27
 Longitud del travesaño, mm 317-383
 Ángulo entre caras, ° 165.54-169.26

Triángulos

Altura mín., mm 284-352
 Longitud máx. del lado, mm 404-413

Figura 11: Medidas de los elementos del domo de madera (fuente propia).



Figura 12: Medida de los 2 primeros tipos de listones (fuente propia).

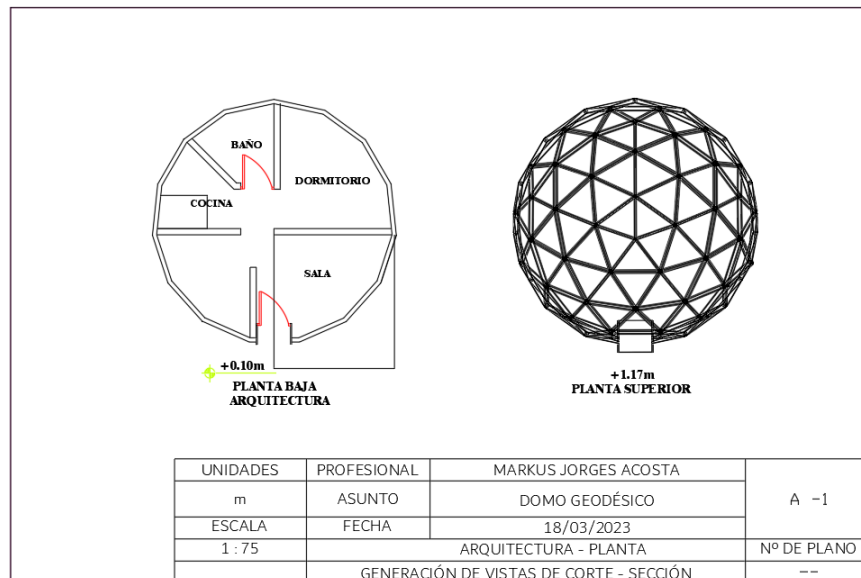


Figura 13: Distribución y vista de planta de la vivienda geodésica (fuente propia).

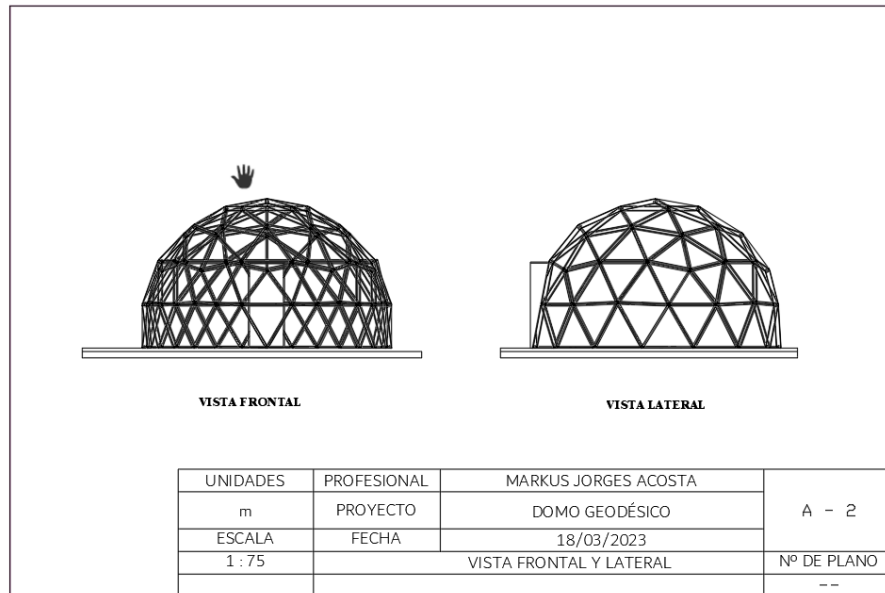


Figura 14: Vista frontal y lateral de la vivienda geodésica (fuente propia).

Luego, se procede a la preparación de las piezas o listones de madera que serán cortados a medida de acuerdo con lo calculado por Acidome. De este modo, se utilizará el ingletador para realizar cortes al ángulo. Se utilizaron plantillas para graduar la base y la sierra, de manera que se acelere el proceso de corte.



Figura 15: Calibrado del ingletador con plantilla (fuente propia).



Figura 16: Listones cortados (fuente propia).

Después de realizar los cortes se procede al ensamblado de las piezas.



Figura 17: Unión de los listones de madera (fuente propia).



Figura 18: Ensamblado de piezas del domo (fuente propia).

Y finalmente, se unen las piezas hasta formar el domo como en la figura 19.



Figura 19: Armado del domo geodésico (fuente propia).



Figura 20: Estructura del domo geodésico (fuente propia).

Por otra parte, la madera a utilizar debe seguir una serie de procesos para su adecuada utilización en este tipo de construcciones, debe ser tratada de manera natural o artificial de tal manera que el porcentaje de humedad sea mínimo y compatible para la construcción. Según Ditommaso et al. (2020, p. 11), la mejor calidad de la madera modificada térmicamente es alcanzada cuando es expuesta a una temperatura de 180°C, a una velocidad de corte de 20 m/s, a un ángulo de 25 y una velocidad de avance de 4 m/min. También, Todaro et al. (2021, p. 268) sostiene que la conductividad térmica mostró cambios importantes después del tratamiento a 200°C y 220°C, la porosidad mostró diferencias cuando la modificación en una temperatura de 220°C. Los resultados mostraron que la madera de álamo negro modificada térmicamente podría ser una alternativa viable comparado con productos tratados químicamente en aplicaciones en las que se necesita aislamiento. Asimismo, las varas que se utilizarán para el enmallado de las capas deben seguir una serie de procedimientos para su obtención, debido a que se debe eliminar la sábila y deberá ser secada, pues las propiedades de resistencia aumentan si el porcentaje de humedad es menor al 15%, con el fin de evitar deformaciones y cambios de medidas.

c. Capas de material rústico

Se procederá con la recolección de los materiales que conformarán el enmallado y recubrimiento a utilizar para la capa o cubierta del domo, cabe resaltar que estos materiales deben estar secos con un bajo porcentaje de humedad.



Figura 21: Reconocimiento del lugar de extracción de la tierra arcillosa (fuente propia).

Por otro lado, la tierra tiene que pasar por unas pruebas en campo para determinar si el material es apto para construir, los ensayos son los siguientes:

- Ensayo de manipulación: Lo conveniente de esta prueba es encontrar una tierra arcillosa mediante la manipulación, este material es pegajoso, fino y difícil de deshacerse con el agua.

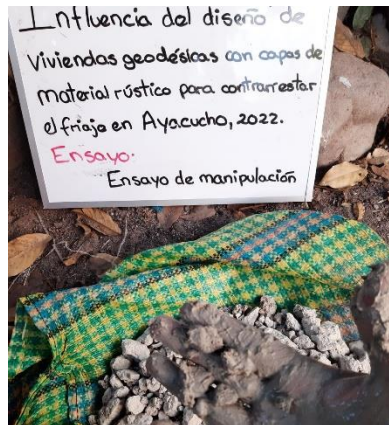


Figura 22: Ensayo de manipulación (fuente propia).

- Ensayo cinta de barro: Lo conveniente de esta prueba es que al realizar la cinta de barro aplanándola poco a poco hasta que tenga 4 mm de espesor, alcance una longitud de 17 a 23 cm, lo que significa que el suelo es muy arcilloso (Norma E. 080, 2017).



Figura 23: Medida inicial de la cinta



Figura 24: Medida deformada.



Figura 25: Medida transversal de la cinta deformada.

En la figura 7 se observó que la cinta deformada llegó hasta los 19 cm aproximadamente, donde se quebró, cumpliendo lo establecido en la Norma E. 080.

- Ensayo presencia de arcilla: En esta prueba se realizarán 4 bolitas con un mínimo de agua, las cuales deben secar por 48 horas para luego presionar con los dedos pulgar e índice. Cabe resaltar que, si se rompe, quiebra o fisura alguna de ellas se debe volver a realizar las 4 bolitas y

si esto persiste se debe descartar la cantera de suelo, también se puede mezclar con materia arcillosa (Norma E. 080, 2017).



Figura 26: Ensayo de presencia de arcilla (Fuente: Norma E. 080).

Además, se deberá realizar ensayos de mecánica de suelos en laboratorios de acuerdo con lo que indica ASTM y la norma E.080:

Análisis Granulométrico por Tamizado: Materiales por utilizar: Balanza, recipiente, tamices, horno o estufa.

En la realización de los ensayos del material arcilloso, se extrajo 800 gr de la muestra, cabe resaltar que el secado fue de manera natural según recomendaciones del laboratorio.



Figura 27: Separación de la muestra por la malla N° 40 (fuente propia).

Luego de haber separado la muestra, se procedió al lavado del material, este proceso fue de manera progresiva por recomendación del laboratorio.



Figura 28: Lavado de la muestra arcillosa tamiz N°200 (fuente propia).

Después, se obtuvo como resultado el material lavado, figura 13.



Figura 29: Agregado fino saturado (fuente propia).

A continuación, la muestra será enviada al horno a una temperatura de 110 °C, figura 14.



Figura 30: Muestra en horno (fuente propia).

Posteriormente, se realiza el tamizado de la muestra seca para poder clasificar el material. Para culminar, se pesará lo retenido en cada tamiz en la balanza.



Figura 31: Tamizado de la muestra seca (fuente propia).

Límites de Atterberg

. **Límite líquido:** Los materiales indispensables son: La copa de Casagrande, tamiz N° 40, mortero, ranurador, balanza y espátula.

En este ensayo se seleccionará parte del suelo que pasó por la N°40, cabe resaltar que el secado será de manera natural según sugerencias del laboratorio.



Figura 32: Adición de agua destilada para la mezcla (fuente propia).



Figura 33: Muestra ranurada (fuente propia).

Una vez ranurada la muestra, se ejecutaron golpes en el equipo Casagrande hasta que se una nuevamente la muestra como en la figura 18,

cabe resaltar que se debe sacar tres resultados de este ensayo con progresiones de 10-23-43 golpes.



Figura 34: Muestra unida (fuente propia).

Finalmente, si las muestras se juntan, se hace una partición para poder tomar la porción como en la figura 18. Luego, se pesó para identificar el contenido humedad y relacionar dicha medida con la prueba.



Figura 35: Partición de la muestra unida (fuente propia).

. **Límite Plástico:** Los materiales indispensables para la prueba son: Plancha de vidrio, horno, Tamiz N°40, mortero y mango, y balanza digital.

En esta prueba se debe tomar parte de la muestra trabajada y realizar una bolita, después amasarla sobre la plancha de vidrio para formar tubitos hasta que la muestra se quiebre, como se referencia en la figura 19.



Figura 36: Tubitos (fuente propia).

Luego, se toman los tubitos y se determina el contenido de humedad; es importante detallar que la prueba se repite hasta alcanzar los 6g, de acuerdo con ASTM D4318.

El material por utilizar para las capas será un compuesto de materiales rústicos como la quincha, que está conformada por un enmallado de cañas tejidas, recubiertas con una mezcla de tierra y fibras naturales que funcionan como aditivos (catalán, 2018, p.21). Para la preparación de la mezcla del barro con paja se utilizará la dosificación 1:6 con 20% agua, posteriormente se procederá a pisar hasta obtener una mezcla manipulable, como se referencian en las figuras 37 y 38.



Figura 37: Proporción 1:6 (fuente propia).



Figura 38: Preparación de la mezcla (fuente propia).

Una vez realizada la mezcla, se enmallan y colocan los tejidos de caña en las caras de la estructura, se procederá a limpiar el muro para una mejor adherencia del barro, cabe resaltar que antes de su aplicación la mezcla debe ser batida para luego dejarla en reposo por 48 horas, como se evidencian en las figuras 39, 40, 41 y 42.



Figura 39: Enmallado de las caras del domo (fuente propia).



Figura 40: Vaciado de la primera capa (fuente propia).



Figura 41: Colocación de la capa de carrizo (fuente propia).



Figura 42: Vaciado de tercera capa de barro y paja (fuente propia).

Asimismo, se implementaron sistemas de ventilación e iluminación en el prototipo, como se evidencia en las siguientes figuras.



Figura 43: Colocación del ducto de ventilación (fuente propia).



Figura 44: Vista interior del ducto de ventilación (fuente propia).



Figura 45: Foco casero (fuente propia).



Figura 46: Vista interior de la ventana (fuente propia).

Finalmente, se procede a revestir el prototipo con una cubierta impermeable de forma escamada, con el fin de evitar filtraciones por la lluvia. Esto se muestra en la figura 47 y 48.



Figura 47: Colocación la capa escamada (fuente propia).



Figura 48: Vista final del prototipo (fuente propia).

3.6. Método de análisis de datos

El método será descriptivo debido a que se procesarán datos de los ensayos obtenidos en laboratorios respetando la Norma E 0.10 y E 0.80. También, se recopilará información de temperatura y humedad mediante las estaciones meteorológicas del SENAMHI, las cuales serán comparadas con la data registrada por el termohigrómetro data logger, el cual posee un software integrado que programa y procesa los datos obtenidos en un determinado intervalo de tiempo.

3.7. Aspectos éticos

Se respetará la fidelidad de los resultados, la propiedad intelectual, el ecosistema y la biodiversidad, la responsabilidad social, ética, jurídica y política en base a los lineamientos de la universidad y de la norma ISO 690 y 690-2 para la redacción de la presente investigación.

Al mismo tiempo, en todo el proceso de recopilación y ejecución de datos del prototipo se tendrá presente las normas a utilizar de acuerdo a las dimensiones e indicadores propuestos en la investigación.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El siguiente proyecto de investigación se realizó en el C.P. Urpay distrito perteneciente de Acos Vinchos, en Huamanga, Ayacucho.

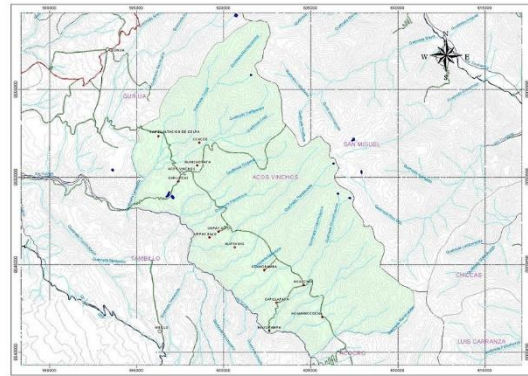


Figura 50: Mapa de Acos Vinchos

Figura 49: Mapa de Ayacucho
(Fuente: INEI)

Limites

- Nor - Oeste : Con Quinua
- Nor - Este : Con La Mar
- Sur - Este : Con Acocro
- Sur - Oeste : Con Acocro y Tambillo

Ubicación geográfica

Acos Vinchos se ubica entre las coordenadas 13° 06' 33" latitud Sur y 74°05'48" longitud oeste, con una superficie territorial de 152.28 km² y en un rango de altitudes entre 2500 a 3500 m.s.n.m.

Clima

De temperatura variable con un clima general templado, lluvioso y seco en primavera, frígido y lluvioso en la época de verano, con poca presencia de heladas y seco en otoño e invierno.

Objetivo específico 1: Determinar y clasificar un material arcilloso de la zona para la construcción del prototipo de vivienda geodésica.



Figura 51: Colocación de la muestra al horno.



Figura 52: Muestra tamizada.

Tabla 1: *Análisis granulométrico.*

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Retenido	(%) Retenido Acumulado	(%) Acumulado que pasa
3"	76.2	0	0	100
2"	50.3	0	0	100
1 1/2"	38	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	100
3/8"	9.525	1.65	1.65	98.35
N°4	4.76	2.04	3.69	96.31
N°10	2	5.68	9.36	90.64
N°20	0.84	7.03	16.39	83.61
N°40	0.426	7.05	23.44	76.56
N°50	0.3	2.11	25.55	74.45
N°100	0.149	2.99	28.54	71.45
N°200	0.074	1.63	30.16	69.84
FONDO	0.01	0.16	30.33	69.68

Fuente propia.

En la tabla 1 se evidenció el porcentaje del material arcilloso que paso por cada malla que se utilizarán para la granulometría.

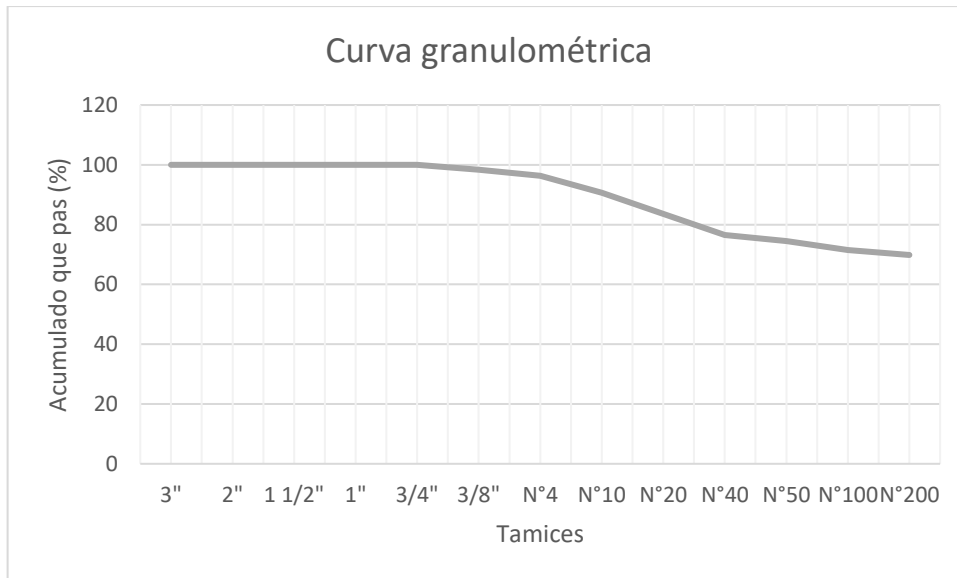


Figura 53: Curva granulométrica (fuente propia).

Límites de Atterberg

➤ Límite Líquido

En la siguiente tabla se evidenció el contenido de humedad de las pruebas con el aparato de Casa grande con sus respectivas cantidades de golpes.

Tabla 2: Límite Líquido.

LÍMITE LÍQUIDO			
N° de golpes	42	21	10
Contenido de humedad (%)	5.11	5.85	5.54

Fuente propia

Estos datos se resumen en la figura 48, donde se representó lo realizado en el laboratorio.



Figura 54: Límite líquido.

➤ Límite Plástico

Tabla 3: Límite Plástico.

LÍMITE PLÁSTICO	
Contenido de Humedad (%)	
Prueba 1	28.5
Prueba 2	29.1

Fuente propia

En la tabla anterior se evidenció cuanta humedad se calculó con el ensayo de los bastoncitos realizados en el laboratorio, cabe destacar que fueron dos pruebas.

Clasificación de suelos

Tabla 4: Clasificación SUCS.

CLASIFICACIÓN SUCS	OL
DESCRIPCIÓN DE SUELO	Arcilla de alta plasticidad arenosa

Fuente propia

De acuerdo con toda la información que se obtuvo en laboratorio se concluyó que, el tipo de material de la zona que emplean los pobladores para sus construcciones es un suelo arcilloso (OL).

Objetivo específico 2: Elaborar y analizar un piso aislante de humedad para el prototipo de vivienda geodésica.



Figura 55: Propuesta de piso aislante.



Figura 56: Data de humedad relativa.

Tabla 5: *Datos de humedad del medio ambiente y al interior del prototipo.*

PROMEDIO DE HUMEDAD DE LOS 5 DÍAS		
HORA	MEDIO AMBIENTE (SENAMHI)	INTERIOR DEL PROTOTIPO
00:00	59.8	37.6
01:00	63.2	37.6
02:00	67.0	37.5
03:00	68.2	37.4
04:00	71.8	37.4
05:00	73.6	37.3
06:00	76.4	37.3
07:00	78.6	37.3
08:00	79.0	37.3
09:00	80.4	37.3
10:00	69.2	37.3
11:00	57.6	37.7
12:00	51.8	38.1
13:00	46.8	38.5
14:00	45.5	39.0
15:00	42.8	39.9
16:00	38.8	38.5
17:00	34.5	37.8
18:00	34.0	37.9
19:00	40.0	37.7
20:00	43.5	37.6
21:00	46.3	37.8
22:00	50.8	37.7
23:00	53.3	37.6

Fuente propia

En la tabla 5, se recopilaron los promedios por hora de los datos de humedad relativa del 17 al 21 de junio con la estación meteorológica Tancayllo ubicada a una latitud de 13°38'6.8", longitud de 73°41'24.2" y altura de 3311 m.s.n.m., la cual es la más cercana y presenta características demográficas similares a la zona de estudio. Asimismo, para el interior del domo se recopilaron datos del software PoChain, el cual programa y procesa los datos registrados por el termohigrómetro. De este modo, se rescató la información donde las horas críticas de humedad en el ambiente son a las 18:00 pm siendo el valor más bajo y las 09:00 am el más alto; y en el interior se mantiene un valor aproximado de 39% de humedad durante todo el día.

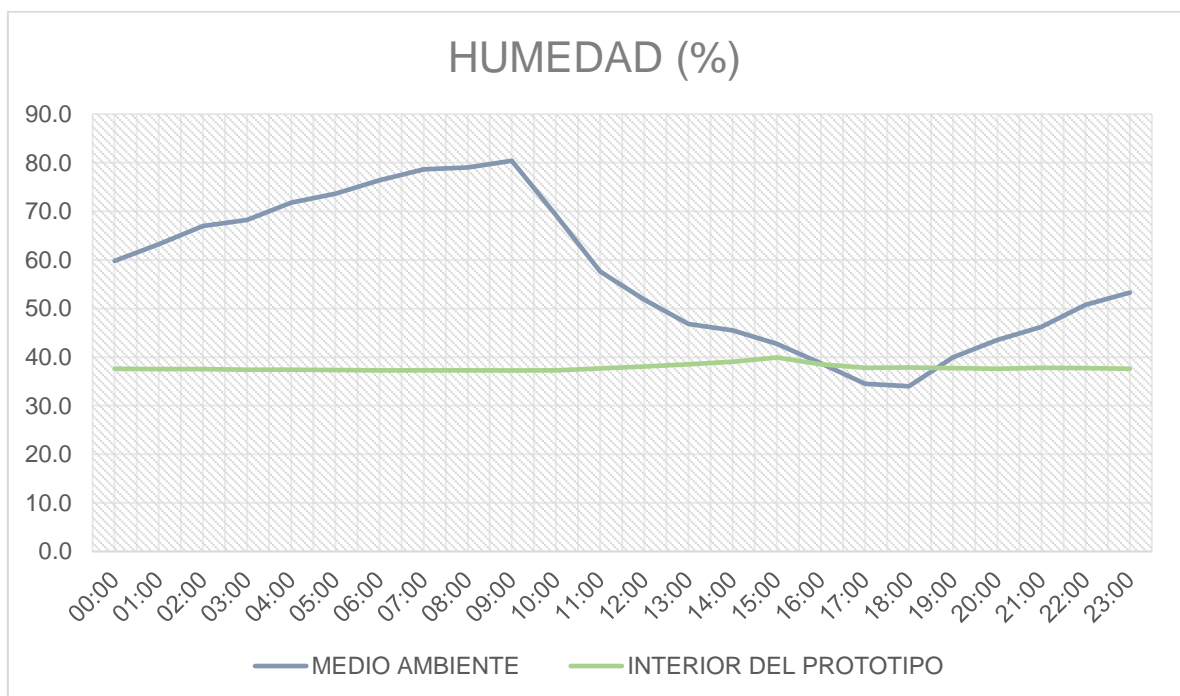


Figura 57: Gráfico comparativo de humedad relativa (fuente propia).

De acuerdo con el gráfico, el medio ambiente mantiene un rango porcentual entre el 40% y 100% de humedad, es decir un ambiente húmedo. Por otro lado, al interior del prototipo, la humedad se mantiene en un rango porcentual entre el 37% y 40% de humedad, el cual es óptimo para conseguir un mejor confort térmico y evitar trastornos pulmonares dentro del prototipo. De esta manera, se concluyó que la propuesta de piso aislante de humedad insertada en el proyecto cumplió con el objetivo.

Objetivo específico 3: Analizar la diferencia de temperatura al interior del prototipo respecto al exterior en las horas más frías.



Figura 58: Prototipo de vivienda.



Figura 59: Data de temperatura.

Tabla 6: Datos de temperatura del medio ambiente y al interior del prototipo.

PROMEDIO DE TEMPERATURA DE LOS 5 DÍAS		
HORA	MEDIO AMBIENTE	INTERIOR DEL PROTOTIPO
00:00	7.6	15.9
01:00	6.8	15.3
02:00	6.1	14.6
03:00	5.6	13.9
04:00	5.0	13.3
05:00	4.6	12.7
06:00	4.1	12.1
07:00	3.8	11.5
08:00	4.0	11.1
09:00	4.3	10.6
10:00	7.7	10.4
11:00	10.1	10.5
12:00	12.0	11.2
13:00	13.7	12.2
14:00	15.1	13.4
15:00	16.5	17.0
16:00	17.6	18.1
17:00	17.9	19.2
18:00	17.5	19.3
19:00	14.1	18.7
20:00	12.0	18.0
21:00	10.5	17.6
22:00	9.0	17.1
23:00	8.4	16.5

Fuente propia.

En la tabla 6, se recopilaron los promedios por hora de los datos de temperatura durante 5 días, donde a las 07:00 am se recopiló la temperatura más baja (3.8°C) y a las 17:00 pm se reportó la más alta (17.9°C) en el medio ambiente. Mientras que, en el interior del prototipo la temperatura mínima registrada fue de 10.4 °C a las 10:00 am y la más alta fue de 19.3 °C a las 18:00 pm. En este sentido, se obtuvo que en el exterior del prototipo la temperatura desciende bruscamente a partir de las 21:00 pm con una diferencia de temperatura de 2.5 °C con respecto a las 17:00 pm y el descenso continúa hasta las 07:00 am, lo que evidencia que durante la noche y madrugada se registran las horas más frías.

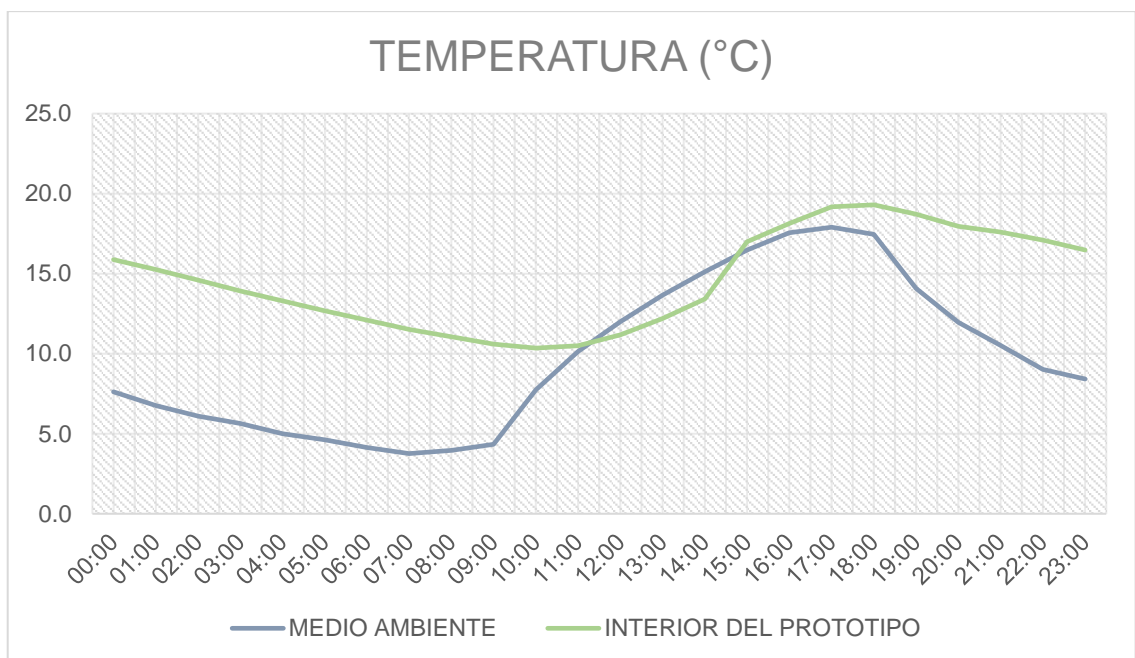


Figura 60: Gráfico comparativo de temperatura (fuente propia).

En el gráfico anterior, se logró visualizar de una manera más didáctica los datos de temperatura obtenidos al interior y exterior del prototipo. De este modo, se visualizó que durante la noche y madrugada la temperatura se mantiene con una diferencia promedio de 8.1°C con respecto al medio ambiente, concluyendo así que el prototipo de vivienda cumple con su función de aislar y mantener la temperatura durante las horas más frías.

Contrastación de la hipótesis

Para poder determinar si las hipótesis de la humedad relativa y temperatura al interior del prototipo son diferentes con respecto al medio ambiente, se importó los registros obtenidos al SPSS, donde se compararon las medias con la prueba estadística T-Student en un intervalo de confianza del 95%.

Primero, para poder validar la diferencia de humedad relativa tanto al interior como en el exterior del prototipo, se propusieron las hipótesis de la siguiente manera:

- H0: “La diferencia de humedad relativa del medio ambiente respecto al interior no es considerable”
- H1: “La diferencia de humedad relativa del medio ambiente respecto al interior si es considerable”

En este sentido, para el análisis se tiene como muestra las 24 horas del día, las cuales registraron la data de humedad en ese intervalo de tiempo y posteriormente se procesaron en el SPSS, esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7: *Estadísticas de muestras emparejadas del análisis de humedad.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Humedad promedio exterior	57.2042	24	15.12029	3.08642
	Humedad promedio interior	37.7958	24	.62657	.12790

Fuente propia

Posteriormente, en la tabla 8 se observa que el valor de t es de 6.128 y el valor del p.value es menor a 0.05 por el intervalo de confianza de 95%; en otras palabras, se rechaza la Ho y se hace válida la H1, es decir que la diferencia de humedad relativa del medio ambiente respecto al interior si es considerable.

Tabla 8: *Prueba de muestra emparejadas del análisis de humedad.*

		Diferencias emparejadas					
		95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
		Inferior	Superior				
Par 1	Humedad promedio exterior - Humedad promedio interior	12.85705	25.95962	6.128	23	<.001	<.001

Fuente propia

Segundo, para validar la diferencia de temperatura tanto al interior como en el exterior del prototipo, se propusieron las hipótesis de la siguiente manera:

- H0: “La diferencia de temperatura del interior del prototipo respecto al medio ambiente no es considerable”
- H1: “La diferencia de temperatura del interior del prototipo respecto al medio ambiente si es considerable”

En este sentido, para el análisis se tiene como muestra las 24 horas del día, las cuales se procesaron en el SPSS, esto se detalla en la tabla 9. Por consiguiente, en la tabla 8 se observa que el valor de t es de 6.316 y el valor del p.value es menor a 0.05 por el intervalo de confianza de 95%; en otras palabras, se rechaza la Ho y se hace válida la H1, es decir que la diferencia de humedad relativa del medio ambiente respecto al interior si es considerable.

Tabla 9: *Estadísticas de muestras emparejadas del análisis de temperatura.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Temperatura promedio interior	14.5909	11	2.06613	.62296
	Temperatura promedio exterior	6.500	11	2.1689	.6539

Fuente propia

De este modo, se demuestra la diferencia considerable de temperatura en las horas más frías con un valor promedio de 8.1°C como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 10: *Estadísticas de muestras emparejadas del análisis de temperatura.*

		Media	Diferencias emparejadas		t	gl	P de un factor	P de dos factores
			95% de intervalo de confianza de la diferencia					
			Inferior	Superior				
Par 1	Temperatura promedio interior - Temperatura promedio exterior	8.09091	7.82142	8.36040	66.896	10	<.001	<.001

Fuente propia

V. DISCUSIÓN

A fin de complementar y mejorar la presente investigación, se realizará una comparación de los resultados con otras investigaciones semejantes. De este modo, se contrastará y analizará el prototipo de vivienda con respecto a cada proyecto.

Según Suasaca et al. (2020), en las zonas altoandinas es factible construir con materiales de la zona, ya que al constituir un bloque compuesto se puede obtener propiedades de aislamiento térmico. En su investigación se utilizaron las pacas de avena, listones de madera, la tierra de la zona, calaminas y cemento para la construcción de la vivienda.



Figura 61: Vivienda a base de pacas de avena (Fuente: Suasaca et al., 2020).

Luego, se desarrolló una medición de parámetros con un termómetro con cable y un higrómetro, obteniendo como resultado que la casa tiene una temperatura de 10°C y la humedad de 45% en promedio, esto varía dependiendo de la hora pues se registró de 9°C a 9.8°C a las 5 de la mañana y de 7.7°C a 9.9°C a las 7 de la noche, como se evidencia en los siguientes gráficos.

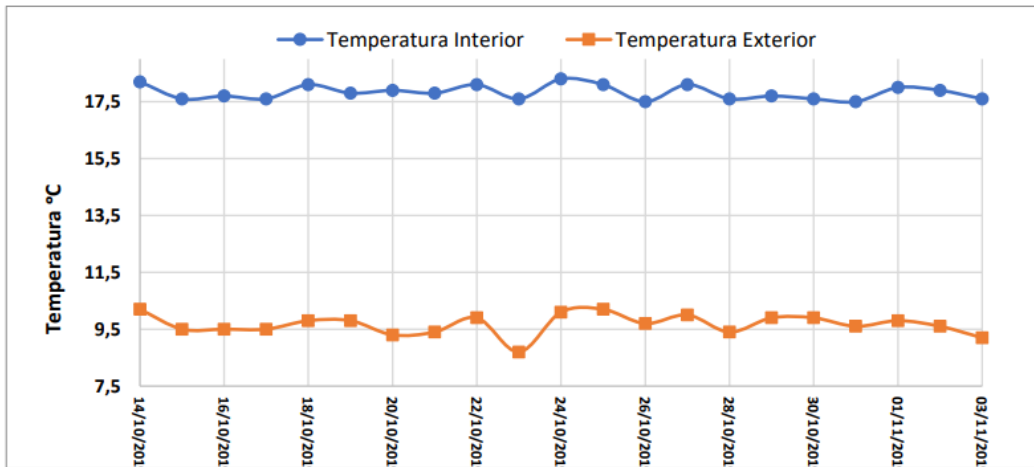


Figura 62: Variación de temperaturas a las 7:00 pm (Fuente: Suasaca et al. 2020).

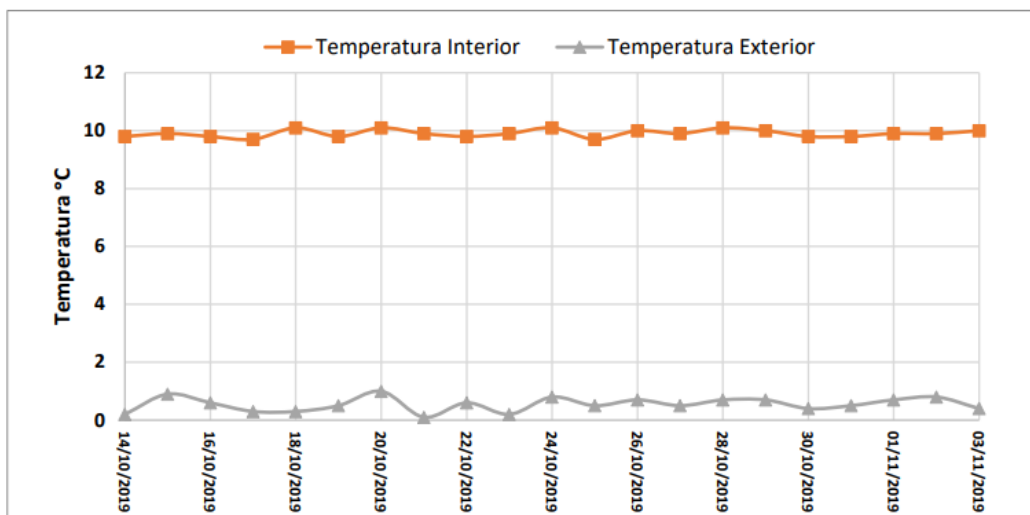


Figura 63: Variación de temperaturas a las 5:00 am (Fuente: Suasaca et al. 2020).

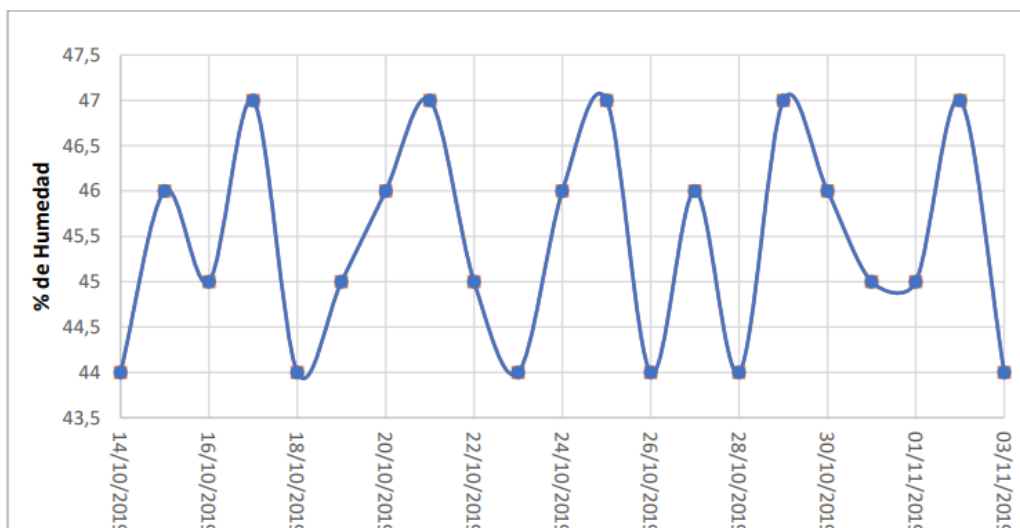


Figura 64: Porcentaje de humedad a las 5:00 am (Fuente: Suasaca et al. 2020).

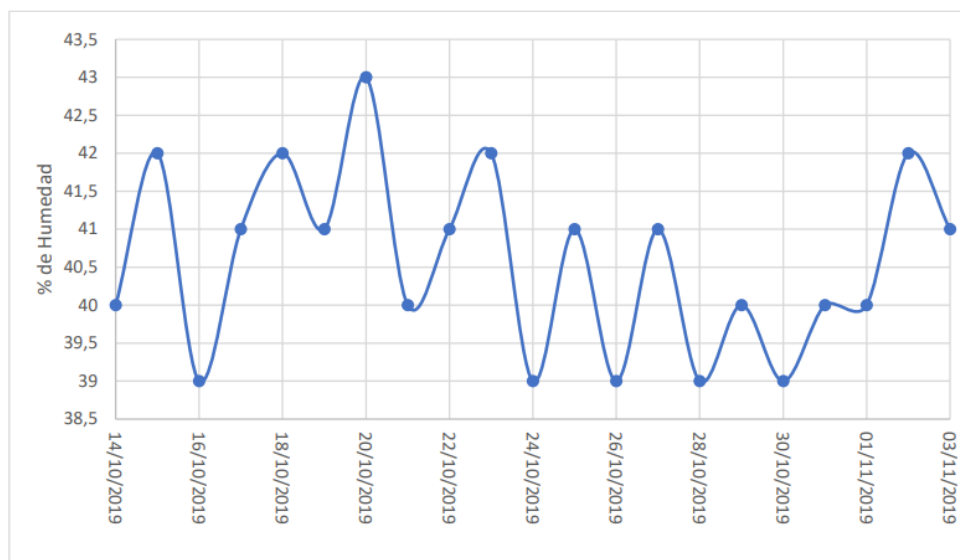


Figura 65: Porcentaje de humedad a las 7:00 pm (Fuente: Suasaca et al. 2020).

En la presente investigación se desarrolló un prototipo de vivienda con capas tipo sándwich, de tal manera que cumplan la característica de aislante térmico. Asimismo, los resultados obtenidos nos indican que el domo aísla la temperatura durante el día y por la noche mantiene una temperatura relativamente estable con una diferencia promedio de 8.1°C con respecto al exterior; también, mantiene una humedad relativa aproximada del 39%. Cabe recalcar que la data obtenida en esta investigación fue tomada durante todas las horas del día, mientras que en el proyecto de Suasaca et al. 2020 fueron en dos horas específicas.

Por otro lado, (Sánchez, 2023), plantea un proyecto que busca solucionar y mejorar la capacidad térmica de las viviendas en zonas altas en Apurímac a fin de combatir el friaje. Sin embargo, la población tiene escaso conocimiento de las construcciones bioclimáticas, problema que afecta principalmente a los más veteranos. En este sentido, (Sánchez, 2023) analizó la implementación de una estructura innovadora como el muro trombe, que aporta propiedades térmicas al prototipo, tal y como se muestra en la figura 62. De esta manera, en el primer prototipo se registró una temperatura promedio de 16°C con relación al primer muro y en el segundo prototipo una temperatura promedio de 22°C con respecto al segundo muro mejorado; asimismo, se obtuvo una humedad promedio de 43.80% y una temperatura promedio de 13.1°C en las horas de descenso.



Figura 66: Vista de las alternativas de muro trombe (Fuente: Sánchez, 2023).

De manera similar, la presente investigación busca brindar un mejor confort térmico con un proyecto innovador conformado por una estructura geodésica, un piso aislante y materiales de la zona, logrando así que este prototipo posea propiedades aislantes de temperatura y humedad, esto se evidencia en los datos obtenidos del dispositivo data logger que se utilizó. De esta manera, se obtuvieron datos de un 37% a 40% de humedad relativa al interior, es decir una humedad óptima para evitar enfermedades respiratorias y una temperatura promedio de 14.6°C al interior del domo en las horas más frías en el medio ambiente. Esto se evidencia de manera más didáctica en el siguiente gráfico.

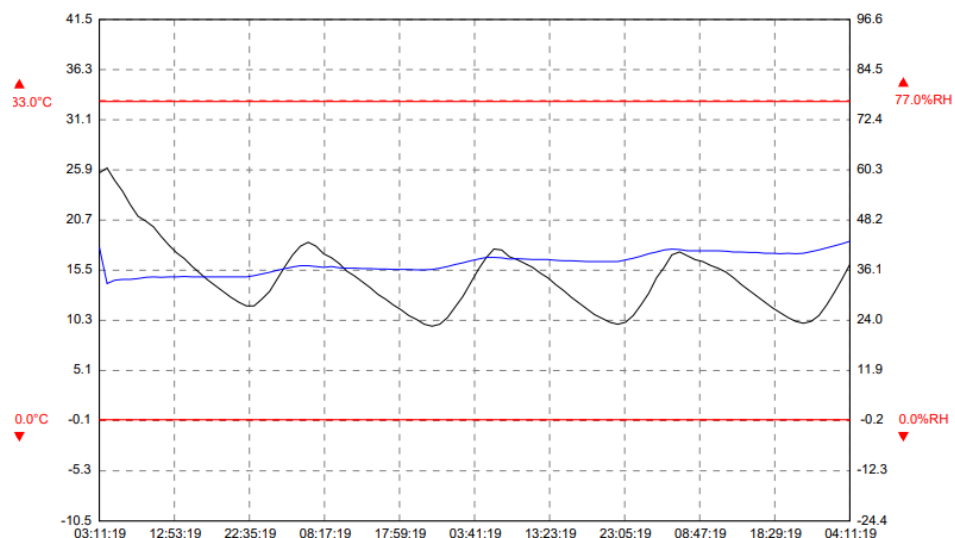


Figura 67: Gráfico de temperatura vs humedad interior (fuente propia).

Asimismo, Mestanza (2021, p.130), manifiesta que, la mayoría de las casas en la sierra peruana son características por sus muros de adobe, techos de tejas o calaminas y pisos de tierra. Sin embargo, estos materiales no son suficientes para lograr generar una comodidad térmica. Por ello, Mestanza (2021) pretende elaborar un prototipo de vivienda en Lima metropolitana con una configuración constructiva a base de quincha y techo con botellas de plástico. De este modo se pretende evaluar el comportamiento térmico, lumínico y de ventilación, obteniendo como resultado una diferencia máxima de temperatura de 6.23 °C y una mínima de 1°C.



Figura 68: Prototipo a base de quincha y botellas (Fuente: Mestanza, 2021).

De igual forma, la presente investigación elaboró un prototipo de vivienda a base de tierra y carrizo, con el fin de aislar y conservar la temperatura, también se implementaron sistemas de ventilación e iluminación natural, y una alternativa de piso aislante de humedad. De esta manera, el prototipo de vivienda geodésica con capas de material rústico mantiene una diferencia promedio de 8.1°C en las horas más frías del medio ambiente; mientras que, en las horas “calientes” mantiene un ambiente similar al exterior, esto se debe a las propiedades aislantes que adquirió de los materiales empleados en su construcción.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación se desarrolló un prototipo de vivienda geodésica con capas de material rústico para contrarrestar el friaje en Ayacucho con el fin de evaluar la temperatura y humedad en el interior del domo; a partir de los resultados se demostró lo siguiente:

- Primero, se visualizó una variedad de suelos de diferentes características en la zona, por lo que se evaluó el terreno de estudio mediante las pruebas manuales de la norma E.080. Asimismo, se observó que los pobladores extraían la tierra de distintos lugares; por ello, se analizó y clasificó la muestra de suelo en laboratorio, encontrando así un material arcilloso (OL), ideal para la construcción del prototipo de vivienda con materiales rústicos.
- Segundo, se analizó el piso aislante elaborado para el prototipo, donde los datos recopilados indican que el porcentaje de humedad se mantiene entre el 37% y 40%, valor óptimo para evitar enfermedades respiratorias y lograr una mejor calidad de vida al interior del prototipo.
- Y finalmente, se analizaron los datos de temperatura en las horas más frías, obteniendo un valor diferencial promedio de 8.1 °C con respecto al medio ambiente en las horas más frías; es decir, el prototipo de vivienda geodésica logró aislar y mantener la temperatura durante la noche y madrugada, logrando así un mejor confort térmico.

VII. RECOMENDACIONES

- En la construcción del prototipo de vivienda geodésica, se sugiere contar con una cuadrilla de trabajo si se quiere disminuir el tiempo de ejecución; ya que, uno solo puede tener dificultades en el proceso constructivo.
- Para la elaboración del compuesto de tierra, es recomendable adicionar un porcentaje de arena, esto con el fin de minimizar la cantidad de vacíos que aparecerán al secarse y también para incrementar su resistencia. También, se sugiere extraer la tierra en una profundidad libre de materia orgánica para no afectar a las propiedades del compuesto.
- Por otro lado, para la elaboración del piso aislante, se recomienda por lo menos tener una cuadrilla de 2 ayudantes para minimizar el tiempo de ejecución. Asimismo, para el análisis de datos del porcentaje de humedad, se recomienda una lectura de un año, de esta manera se podrán evaluar de manera más precisa los promedios en intervalos de horas durante todas las estaciones del año.
- Finalmente, se sugiere evaluar la temperatura al interior y exterior del domo durante un año, con el fin de analizar el comportamiento del prototipo en todas las estaciones, de manera que se analice su comportamiento en verano, ya que posee la propiedad de aislamiento térmico. Asimismo, se recomienda construir uno a tamaño real para poder determinar si es necesario o no una alternativa de calefacción adicional.

REFERENCIAS

1. ABHISHEK, Ayra [et al]. Design and Analysis of Geodesic Tunnel Dome for an Auditorium. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea]. Vol. 6, no. 4, abril 2019. [Fecha de consulta: 23 septiembre 2022].
Disponible en <https://1library.net/document/yd79j0jy-deisign-analysis-geodesic-tunnel-dome-auditorium.html>
ISSN: 2395-0056
2. ABRAHAM, Riya. Study of Dome structures with specific Focus on Monolithic and Geodesic Domes for Housing. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* [en línea]. Vol. 6, issue 8, agosto 2016. [Fecha de consulta: 23 septiembre 2022].
Disponible en www.ijetae.com
ISSN: 2250-2459
3. AGUILAR, Eddy y QUEZADA, Rosa. Caracterización física y mecánica del en el cantón Cuenca. Tesis (titulado en arquitectura). Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2017. 93 pp.
Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28143>
4. AWAD, Hadia [et al]. Thermal resistance of multi-functional panels in cold-climate regions. *Journal of Building Engineering* [en línea]. Vol. 33, enero 2021. [Fecha de consulta: 23 octubre 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101838>
ISSN: 2352-7102
5. CATALÁN, Policarpo, MORENO, Jatziri, GALVÁN, Arturo y ARROYO, Roberto. Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio. *Acta Universitaria* [en línea]. Vol. 29, e. 1861, abril 2019. [Fecha de consulta: 23 septiembre 2022].
Disponible en <http://doi.org/10.15174.au.2019.1861>
ISSN: 2007-9621
6. CATALÁN, Raquel. Construcción con tierra Reinterpretación de una tradición. Proyecto Fin de Carrera (Grado en Fundamentos de la

- Arquitectura). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior de Arquitectura, 2018. 35 pp.
Disponible en https://oa.upm.es/51489/1/TFG_Catalan_Diez_Raquel.pdf
7. CHÁVEZ, Fátima [et al]. About the confort of house-buildings with earth walls in San Carlos, Tamaulipas. *Cogent Engineering* [en línea]. Vol. 9, issue 1, julio 2022. [Fecha de consulta: 27 septiembre 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2096524>
ISSN: 2331-1916
 8. CÚNSULO, Mario y MATAR, Mariano. Evaluación térmica de vivienda bioclimática construida en tierra cruda usando materiales reciclados. *ASADES* [en línea]. Vol. 21, septiembre 2017. [Fecha de consulta: 23 octubre 2022].
Disponible en <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/article/view/1256>
ISSN: 2314-1433
 9. CÚNSULO, Mario y MARTINEZ, C. Evaluación térmica de vivienda rural bioclimática en tierra cruda con dinámica de fluidos. *ASADES* [en línea]. Vol. 22, septiembre 2018. [Fecha de consulta: 23 octubre 2022].
Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/108093>
ISSN: 2314-1433
 10. DAZA, Cristian, CORAL, Euler y PLAZA, Jairo. Medición de la conductividad térmica en materiales aislantes bajo régimen de flujo de calor no estacionario. *Ingeniería y ciencia* [en línea]. Vol.15 (30), diciembre 2019. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022].
Disponible en <http://www.eafit.edu.co/ingciencia>
ISSN:1794-9165
 11. DITOMMASO, Gianluca [et al]. Interaction of technical and technological factors on qualitative and energy/ecological/economic indicators in the production and processing of thermally modified merbau Wood. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Vol. 252, abril 2020. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119793>

ISSN: 0959-6526

12. ESTEVES, Matias y CUITIÑO, Guadalupe. El sistema constructivo de la quincha en zonas rurales del Norte de Mendoza (Argentina). *ESTOA* [en línea]. Vol. 9, no. 17, junio 2020. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.18537/est.v009.n017.a08>

ISSN: 1390-7263

13. GIRALDO, Walter., CZAJKOWSKI, Jorge. y GÓMEZ, Analía. Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de arquitectura* [en línea]. Vol. 23, no. 1, junio 2021. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2022].

Disponible en <https://scholar.google.com/citations?user=62LRvHoAAAAJ&hl=en> en

<https://scholar.google.com/citations?user=62LRvHoAAAAJ&hl=en>

ISSN: 1657-0308

14. HERNÁNDEZ, Jazmín, FIGUEROA, Benjamín Y MARTÍNEZ, Mario. Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. Vol.10 (22), abril 2019. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1858>

ISSN: 2007-0934

15. INEI, *Resultados definitivos de los censos nacionales* [en línea]. Tomo. 1 (15), 2017. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1568/ en

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1568/

16. LÁZARO, Karen, GONZÁLES, Héctor y CÁRDENAS, Aldo. Propiedades mecánicas del material compuesto elaborado con bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) y polipropileno. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea]. Vol 7 (38), octubre 2016. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322016000600095&script=sci_abstract

ISSN: 2007-1132

17. LEON, Marcos. Diseño de un domo de adobe sismorresistente con propiedades foto catalizadoras en la Encañada-Cajamarca. Tesis (titulado en ingeniería civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2019. 116pp.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5646>

18. LUTOLLI, Blerim. A Review of Domed Cities and Architecture: Past, Present and Future. *Future Cities and Environment* [en línea]. Vol. 8, no. 1, septiembre 2022. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2022]

Disponible en <https://doi.org/10.5334/fce.154>

ISSN: 2363-9075

19. MALIK, J., TRISATYA, D. y ABDURACHMAN. Potential use of fully wood based sandwich panel for house component in indonesia for disaster mitigation and rapid built: A review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. Vol. 935, no. 1, 2020. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2022].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/935/1/012022/meta>

ISSN: 1757-899X

20. MESTANZA, Vanessa. Diseño y evaluación ambiental de un prototipo de vivienda bioclimática y de sus parámetros de confort térmico, lumínico y de ventilación en la ciudad de Lima. Tesis (titulado en ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ingeniería, 2021. 130 pp.

Disponible en https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20098/MESTANZA_TELLO_VANESSA_DISE%c3%91O_EVALUACI%c3%93N_AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

21. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma E. 080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Lima: 2017. 24 pp.
Disponible en https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
22. MOLINA, Juan, HORN, Manfred y GÓMEZ, Mónica. Evaluación sistemática del desempeño térmico de un módulo experimental de vivienda altoandina para lograr el confort térmico con energía solar. *Tecnia* [en línea]. vol.30 no.1, junio 2020. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2022].
Disponible en <http://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v30i1.841>
ISSN: 0375-7765
23. MOREIRA, Eugenia, LOOR, Jessica y TOALA, María. Construcciones sostenibles: Materiales ecológicos en viviendas de interés social (VIS) como aporte al hábitat urbano. *Diseño, arte y arquitectura* [en línea]. no. 7, diciembre 2019. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.33324/daya.v1i7.248>
ISSN: 2588-0667
24. NASSER, Reem [et al]. Preparation of insulating material based on rice straw and inexpensive polymers for different roofs. *International Journal of Engineering & Technology* [en línea]. Vol. 7, no.4, 2018. [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/14082>
ISSN: 2227-524X
25. NIETO, V., CUBILLOS, R. y BARRIOS, R. Resilient Design Aspects Applied to the Envelope that Determine Thermal Comfort in Social Housing. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. Vol. 36, no. 2, julio 2021. [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2022].
Disponible en www.ricuc.cl
ISSN: 0718-5073

26. NOA, Melisa y ORDOÑEZ, Denys. Adición de Fibras PET en el adobe para aumentar la capacidad resistente a la compresión, reducir: la densidad, el porcentaje de absorción de agua y la conductividad térmica en las viviendas de la zona rural de Ayacucho-Perú. Tesis (titulado en ingeniería civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2022. 152 pp.
Disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
27. ORTEGA, Mayerly [et al]. Materiales compuestos de fibras naturales y polímero reciclados: mezclas, pretratamientos, agentes de acople y propiedades mecánicas. - Una revisión. *Avances Investigación en Ingeniería* [en línea]. Vol. 19, no. 1, febrero 2022. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.7579>
28. PAI, B. y PRASAD, B. Durga. Cost analysis of dome structure with ring beam. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* [en línea]. Vol. 13, no.12, junio 2018. [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2022].
Disponible en https://www.researchgate.net/publication/326320506_Cost_analysis_of_dome_structure_with_ring_beam
ISSN: 1819-6608
29. PÉREZ Josué [et al]. Thermal conductivity prediction and comfort in adobe housing in Tamaulipas. *Cogent Engineering* [en línea]. Vol. 9, no. 1, septiembre 2022. [Fecha de consulta: 28 septiembre 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2109321>
30. Plan de desarrollo concertado del distrito de Acos Vinchos – Huamanga. Mapa de ubicación geográfica, 2017. 1 mapa.
31. PROTIERRA CHILE. Construcción en quincha liviana Sistemas constructivos sustentables de reinterpretación patrimonial [en línea]. Chile, 2020 [fecha de consulta: 28 de octubre de 2022].

- Disponible en [https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/CONSTRUCCION CON QUINCHA LIVIANA 1 a edicion.pdf](https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/CONSTRUCCION_CON_QUINCHA_LIVIANA_1_a_edicion.pdf)
- ISBN: 978-956-401-403-6
32. SALDAÑA, Lyanne y MUJICA, Alfredo. Diseño y construcción de un domo geodésico de frecuencia 3, una experiencia de enseñanza y construcción con participación de la comunidad. *P&A* [en línea]. no. 5(3), junio 2018. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.31381/pedagogiaarquitectura.v0i5.3291>
33. SÁNCHEZ, Nehemias. Análisis comparativo en la predicción de las curvas características suelo-agua empleando los modelos de Perera y modificado de Kovács. Tesis (titulado en ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2021. 111 pp.
Disponible en <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182520>
34. SÁNCHEZ, Wilden. Análisis de la eficiencia térmica de muros trombe convencionales y muros trombe mejorado con panel térmico solar de aire, para viviendas de las zonas altoandinas del departamento de Apurímac - Cotabambas, Challhuahuacho, Nueva Fuerabamba. Tesis (titulado en ingeniería civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2023. 78pp.
Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/667518>
35. SAVE THE CHILDREN. Construyendo una vivienda rural de quincha mejorada. [en línea]. Perú, 2020 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2022].
Disponible en <https://www.savethechildren.org.pe/publicaciones/construyendo-una-vivienda-rural-de-quincha-mejorada-guia-practica-para-maestros-constructores/>
36. SENAMHI. Un buen clima, Glosario de términos meteorológicos [en línea]. Perú, 2018) [Fecha de consulta: 28 septiembre 2022].

- Disponible en [Glosario de términos meteorológicos by SENAMHI PERU - Issuu](#)
37. SENCISO. Norma E. 080 – “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada” [en línea]. Perú, 2017 [Fecha de consulta: 28 septiembre 2022].
Disponible en https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
38. SORE, Seick [et al]. Stabilization of compressed earth blocks (CEBs) by geopolymer binder based on local materials from Burkina Faso. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 165, enero 2018. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061818300515>.
ISSN: 0950-0618
39. SORNOZA, Jacque [et al]. Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador: una revisión. *Polo del conocimiento* [en línea]. Vol. 7, no.4, abril 2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2022].
Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8483010>
ISSN: 2550 - 682X
40. SUASACA, Leonel [et al]. Influencia de las pacas de avena en la temperatura y humedad en las viviendas en zonas altoandinas. *Revista Investigación & Desarrollo* [en línea]. Vol. 20, no. 1, junio 2020. [Fecha de consulta: 22 septiembre 2022].
Disponible en <https://www.upb.edu/revista-investigacion-desarrollo/index.php/id/article/view/222>.
ISSN: 2518-4431
41. TODARO, Luigi [et al]. Thermo-modified native black poplar (*Populus nigra* L.) wood as an insulation material. *iForest*. [en línea]. Vol. 14, mayo 2021. [Fecha de consulta: 22 septiembre 2022].
Disponible en <https://doi.org/10.3832/ifor3710-014>
ISSN: 1971-7458

ANEXOS

- ANEXO 1

Tabla 11: *Matriz de operacionalización.*

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 diseño de viviendas geodésicas	El domo es un poliedro platónico del icosaedro, que se compone principalmente de triángulos equiláteros de tal forma que al unirse forman una estructura convexa y a partir del truncamiento se forman caras pentagonales y hexagonales (Saldaña y Mujica, 2018, p. 91).	El diseño de la vivienda geodésica será evaluado con los parámetros del RNE y la norma E0,10, para verificar el comportamiento de la estructura de madera, de tal forma que resulte económica.	Características físicas	Dimensiones del domo	nominal
				Diseño y construcción con madera	nominal
Variable 2 Capas de material rústico para contrarrestar el friaje	Para alcanzar la satisfacción térmica es necesario tener en cuenta la temperatura del aire, la humedad y otros aspectos relativos como la capacidad aislante de los materiales (Giraldo, Czajkowski y Gómez, 2021, p. 116).	Se evaluará la temperatura y humedad de la vivienda geodésica para conocer su comportamiento ante el friaje.	Material arcilloso	Ensayos manuales en campo	intervalo
			Piso aislante de humedad	Datos de humedad al interior y exterior	intervalo
			Comportamiento térmico	Datos de temperatura al interior y exterior	intervalo

Fuente propia.

Tabla 12: *Matriz de consistencia.*

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:			Dimensiones del domo	AutoCAD, Acidome	Tipo de investigación Aplicada
¿Cómo influye el diseño de viviendas geodésicas con capas de material rústico ante el friaje en Ayacucho, 2022?	Evaluar la influencia del diseño de viviendas geodésicas con capas de material rústico ante el friaje en Ayacucho, 2022	La influencia del diseño de viviendas geodésicas con material rústico es óptima ante el friaje en Ayacucho, 2022	Variable 1 Diseño de viviendas geodésicas	Características físicas	Diseño y construcción con madera	Norma E 0.10 y manuales	Enfoque de investigación Cuantitativo
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:					El diseño de la investigación Experimental
¿Cómo se determina y clasifica el material arcilloso de la zona para la construcción del prototipo de vivienda geodésica?	Determinar y clasificar un material arcilloso de la zona para la construcción del prototipo de vivienda geodésica.	El material seleccionado de la zona es arcilloso y es óptimo para la construcción del prototipo de vivienda geodésica	Variable 2 Capas de material rústico para contrarrestar el friaje	Material arcilloso	Ensayos granulométricos y límites de Atterberg	Norma E.080 y ASTM	El nivel de la investigación: Materiales y estructuras Población: Innovación

¿Cómo está compuesto la propuesta de piso aislante de humedad en la vivienda geodésica?	Elaborar y analizar un piso aislante de humedad para el prototipo de vivienda geodésica	La diferencia de humedad relativa del medio ambiente respecto al interior del prototipo si es considerable	Piso aislante de humedad	Datos de humedad al interior y exterior	Mediciones de humedad con termohigrómetro digital
¿Qué datos de temperatura y humedad se obtuvieron en el prototipo de vivienda geodésica?	Analizar la diferencia de temperatura al interior del prototipo respecto al exterior en las horas más frías.	La diferencia de temperatura del interior del prototipo respecto al medio ambiente si es considerable	Comportamiento térmico	Datos de temperatura al interior y exterior	Mediciones de temperatura en campo

Fuente propia.

- ANEXO 2 : INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

RESPONSABLE:

MUESTRAS: ENSAYO N° :

LUGAR: CLIMA:

FECHA:

PROMEDIO DE TEMPERATURA / HUMEDAD		
HORA	MEDIO AMBIENTE	INTERIOR DEL PROTOTIPO
00:00		
01:00		
02:00		
03:00		
04:00		
05:00		
06:00		
07:00		
08:00		
09:00		
10:00		
11:00		
12:00		
13:00		
14:00		
15:00		
16:00		
17:00		
18:00		
19:00		
20:00		
21:00		
22:00		
23:00		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO:

RESPONSABLE:

MUESTRAS: ENSAYO N° :

LUGAR: CLIMA:

PESO DE LA MUESTRA: FECHA:

GRANULOMETRIA					
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	Peso retenido (gr)	% Retenido (gr)	% Ret. Acu. (gr)	% Que pasa (gr)
9.5	3/8				
4.75	N° 4				
2.36	N° 8				
1.18	N° 16				
0.6	N° 30				
0.3	N° 50				
0.15	N° 100				
0.075	N° 200				
	FONDO				
	TOTAL				

• ANEXO 3: EVALUACIÓN POR JUICIOS DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Palomino Torres Ruben Dario

N° de registro CIP: 78551

Autor del Instrumento: Jorges Acosta Markus

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico, Límites de Atterberg (Límite líquido y Plástico), Clasificación SUCS, Análisis de temperatura y humedad.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde acorde con los sujetos muestrales.					X
OBEJTVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Capas de material rustico en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: CAPAS DE MATERIAL RÚSTICO.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CAPAS DE MATERIAL RÚSTICO.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerara al instrumento no valido ni aplicable

III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD

.....

PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Ruben D. Palomino Torres
 ING. CIVIL
 CIP. 78551

Ayacucho 26 de noviembre del 2022

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Chávez Peralta Bernabe

N° de registro CIP: 69 869

Autor del Instrumento: Jorges Acosta Markus

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico, Límites de Atterberg (Límite líquido y Plástico), Clasificación SUCS, Análisis de temperatura y humedad.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde acorde con los sujetos muestrales.					X
OBEJTVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Capas de material rustico en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: CAPAS DE MATERIAL RÚSTICO.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CAPAS DE MATERIAL RÚSTICO.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerara al instrumento no valido ni aplicable

III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD

.....

.....

PROMEDIO DE VALORACIÓN:


Ing. Bernabe Chávez Peralta
 CIP 69869

Ayacucho 27 de noviembre del 2022

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Huamancusi Quijpe Teodoro

N° de registro CIP: 53548

Autor del Instrumento: Jorges Acosta Markus

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico, Límites de Atterberg (Límite líquido y Plástico), Clasificación SUCS, Análisis de temperatura y humedad.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde acorde con los sujetos muestrales.					X
OBEJTVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Capas de material rustico en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: CAPAS DE MATERIAL RÚSTICO.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CAPAS DE MATERIAL RÚSTICO.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTENENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						<u>50</u>

Nota: Tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considerara al instrumento no valido ni aplicable

III: OPINIÓN DE APLICABILIDAD

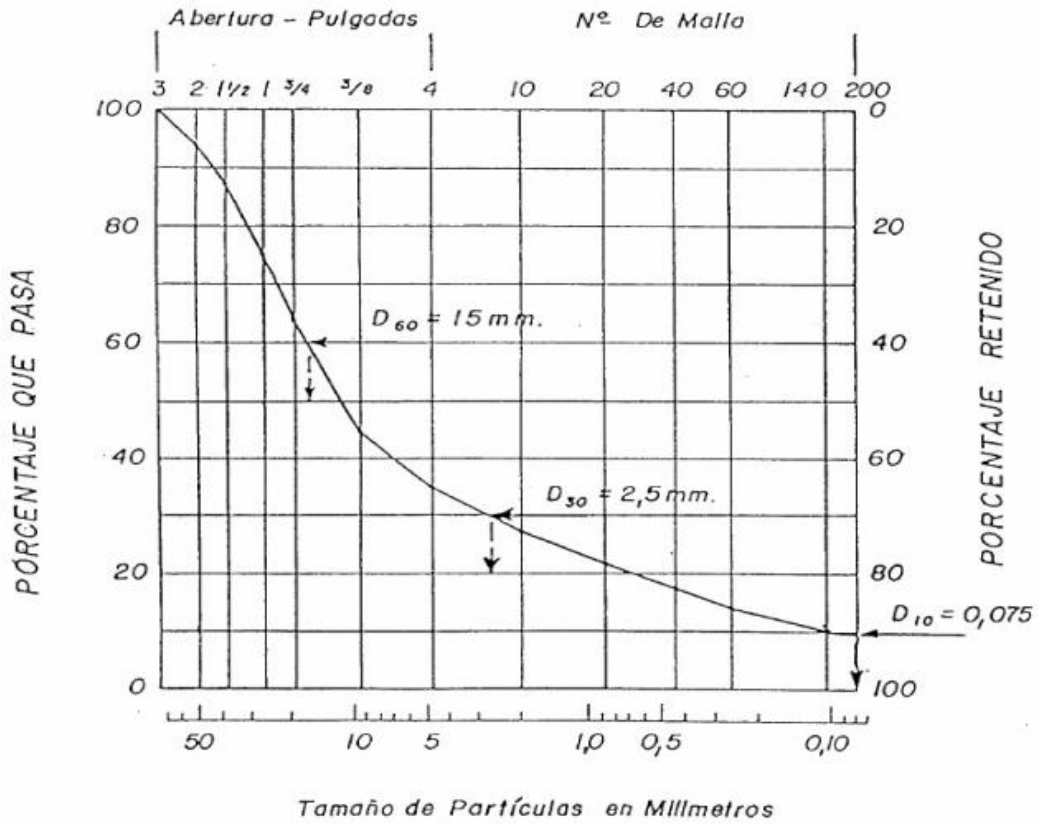
.....

PROMEDIO DE VALORACIÓN:



Ayacucho 24 de noviembre del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO




$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{15}{0,075} = 200 \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(2,5)^2}{0,075 \times 15} = 5,6$$

Figura 69: Gráfico acumulativo de tamaño de partícula. (Fuente: Norma Técnica Peruana)

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Solicitante	MARRUS JORGES ACOSTA
Proyecto	INFLUENCIA DEL DISEÑO DE VIVIENDAS GEODESICAS CON CAPAS DE MATERIAL RUSTICO PARA CONTRARESTAR EL FRIAJE EN AYACUCHO, 2023
Ubicación	C.P. URPAY

Lado		Cota		Localización	C.P. URPAY
Calicata	C-C1 MI	Prof. Excav.	1.50 m.	UTM	
N.F. (m)	NO	Operador	J.J.O.V.	Fecha	05/05/2023

Profundidad (m)	Excavación (m)	M	Perfil	Descripción visual del estrato	Clasif. SUCS
0.25	1.50	1		DE 0.00 A 1.50 SUELO COLOR MARRON ROJIZO CONFORMADO POR LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS DE ALTA PLASTICIDAD EN ESTADO SEMICOMPACTO DE DEFICIENTE GRADACION Y DENSIFICACION FORMADAS POR PARTICULAS MENUDAS EN SU MAYOR PARTE PORCENTUAL.	CL
0.50					
0.75					
1.00					
1.25					
1.50					
1.75					
2.00					
2.25					
2.50					
2.75					
3.00					
3.25					
3.50					
3.75					

Observaciones:

Hasta la profundidad de excavación no hay presencia del nivel freático.
%R: ROCA FIJA
%S: ROCA SUELTA
%M: MATERIAL COMUN

LABORATORIO DE MEDICIÓN DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
"JJM GEOINGENIERIA EIRL"

José C. Jaramilla Del Villar
LABORATORIO

VICTOR CARRASCO AVILES
INGENIERO CIVIL
C.I. 945406
Reg. Cons. 01751

Figura 70: Registro de excavación para las muestras (Fuente propia).

SOLICITADO : MAREUS JORGES ACOSTA

OBRA : INFLUENCIA DEL DISEÑO DE VIVIENDAS SEDUCESICAS CON CAPAS DE MATERIAL SUJETO
PARA CONTRABESTAR EL FRIAJE EN AYACUCHO, 2022

UBICACIÓN : C.P. URPAY

FECHA : 5 de mayo de 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

I. ENSAYOS ESTÁNDAR

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

Malla	Abertura (mm)	(%) Acumulado que pasa
3"	76.200	100.00
2"	50.300	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
3/8"	9.525	98.35
Nº4	4.760	96.31
Nº10	2.000	90.64
Nº20	0.840	83.61
Nº40	0.426	76.56
Nº50	0.300	74.45
Nº100	0.149	71.45
Nº200	0.074	69.84
Limite Líquido (%) ASTM D-4318		40.72
Limite Plástico (%) ASTM D-4318		29.10
Clasificación SUCS		OL
Clasificación AASHTO		-----

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DISEÑO Y PAVIMENTOS
"JJM GEOTECNIA EIRL"
Jose O. Jasso Del Villar
JEFE DE LABORATORIO

V. Carrasco Avile
VICTOR CARRASCO AVILE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 45405
Reg. Cons. C1751

Figura 71: Resultados de ensayo en laboratorio (Fuente propia).

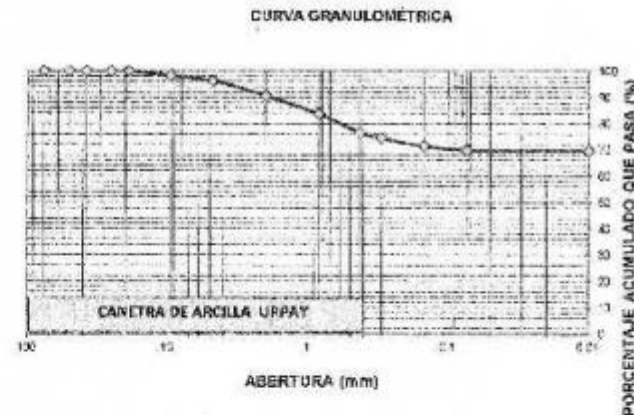
Señalado : MARKUS JORGES AGOSTA
 Obra : INFLUENCIA DEL DISEÑO DE VIVIENDAS GEODESICAS CON CAPAS DE MATERIAL RUSTICO PARA CONTRARESTAR EL FREJATE EN AYACUCHO, 2022
 Ubicación : C.P. URPAY
 Fecha : 5 de mayo de 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

Pozo	C-21 M1	
Ubicación	C.P. URPAY	
Prof. (m)	1.50 m.	
PESO INICIAL SECO	800.00	g/s
PESO LAVADO Y SECO	242.60	g/s

Tamiz	Abertura (mm)	Material (g/s)	Retenido (%)	RET (%)	que pasa (%)
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	13.20	1.65	1.65	98.35
Nº4	4.760	16.30	2.04	3.69	96.31
Nº10	2.000	45.40	5.68	9.36	90.64
Nº20	0.840	56.20	7.03	16.39	83.61
Nº40	0.426	56.40	7.05	23.44	76.56
Nº50	0.300	16.90	2.11	25.55	74.45
Nº100	0.149	23.90	2.99	28.54	71.46
Nº200	0.074	13.00	1.63	30.16	69.84
FONDO	0.075	1.30	0.16	30.33	69.68
LAVADO	0.075	597.4	69.68	100.00	0.00
		242.60	30.33		

LIMITE LIQUIDO	:	40.72
LIMITE PLASTICO	:	29.10
INDICE PLASTICO	:	11.62
CLASIF SUCS	:	CL
CLASIF AASHTO	:	



LABORATORIO DE RECARGA DE SUELOS
CORRECCIÓN Y PATRONEO
"JJM GEOINGENIERIA EIRL"
Ing. C. J. J. Del Villar
LABORATORIO

VICTOR CARRASCO AVILES
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 44405
Reg. Cons. C1761

Figura 72: Registro de excavación para las muestras (Fuente propia).

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D-2216

Obra : INFLUENCIA DEL NIVEL DE VIVIENDAS GEODÉSICAS CON OBRAS DE MATERIAL RUSTICO
PARA CONTRARESTAR EL FREAJE EN AYACUCHO, 2022

Localización : CP. URPKY

Calicata : C.C1 M1

Descripción: SUPERASANTE

Profundidad: 1.50 m.

Solicitante : MARKUS JORGES ACOSTA

Fecha : 05-may-23

Capsula	1	2	3
Peso de Cápsula (gr)	15.96	16.08	14.28
Peso de Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	54.62	62.36	55.04
Peso de Cápsula+Suelo Seco (gr)	52.71	59.82	52.90
Peso del Suelo Húmedo (gr)	39.26	46.3	40.76
Peso del Suelo Seco (gr)	37.35	43.74	38.62
Porcentaje de Humedad (w)	5.11	5.85	5.54

Humedad Promedio (%) =	5.50
------------------------	------



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
"JJM GEOINGENIERIA EIRL"

Instituto de Investigación y Desarrollo
Del Villar
CENTRO DE INVESTIGACIONES

VICTOR CARRASCO AVILES
INGENIERO CIVIL
C.I.R 45405
Reg. Cons. C1751

Figura 73: Resultados del límite líquido de la muestra (Fuente propia).



DATA REPORT

File Information

Time Format: All times shown are based on UTC+8 and 24-Hour clock [YY/MM/DD HH:MM:SS]
File Created Date: 23/06/21 07:10:28

Device Information

Model Number: YMP-21D
Serial Number: 220902PDF5447486
Firmware Version: V1.5
Trip Number: TBD
Trip Description: TBD
Start Delay: 0 min
Start Mode: Press button

Logging Summary

Sample Points: 98
Sample Interval: 01h 00m 00s
Start Time: 23/06/17 03:11:19
Stop Time: 23/06/21 04:11:19
Elapsed Time: 04d 01h 00m 00s
T_Max: 26.1°C
T_Min: 9.7°C
T_Avg: 14.6°C
T_MKT: 15.5°C
H_Max: 43.1%RH
H_Min: 32.9%RH
H_Avg: 37.8%RH
Battery Status: OK
Stop Mode: Press button

Marked Events

Alarm Condition	Alarm Mode	Alarm Delay	Time of Violations	No. of Violations	Status
Over 33.0°C	Single	00d 00h 00m 00s	00d 00h 00m 00s	0	OK
Below 0.0°C	Single	00d 00h 00m 00s	00d 00h 00m 00s	0	OK
Over 77.0%RH	Single	00d 00h 00m 00s	00d 00h 00m 00s	0	OK
Below 0.0%RH	Single	00d 00h 00m 00s	00d 00h 00m 00s	0	OK

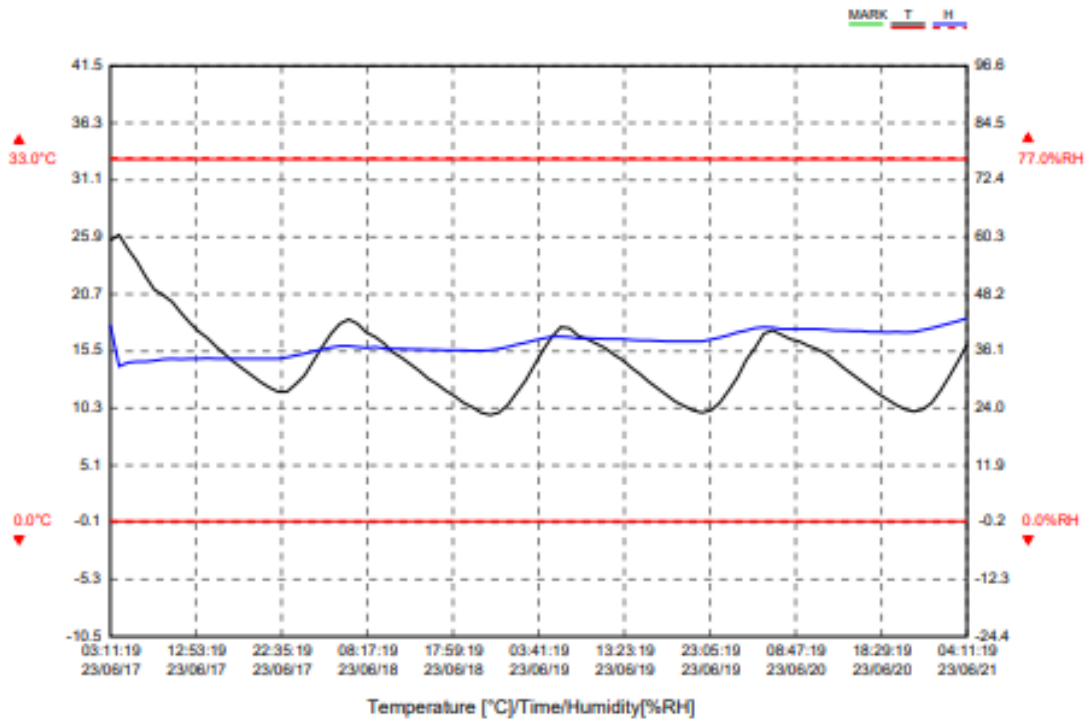


Figura 74: Registro de datos del termohigrómetro (Fuente propia).

YMP-21D

Datalogger USB de humedad y temperatura PDF

Parte N° 1000200096



Características

- Genera un informe en PDF sin ningún software ni controlador
- Interfaz USB incorporada
- La pantalla LCD muestra el estado de grabación, las lecturas, el límite y la indicación de alarma
- 3 puntos de marca compatibles
- Configurable por el usuario
- LED de estado e indicación de alarma
- Advertencias de batería baja
- Sonda interna
- Para guardar como archivo txt / csv / xls / dig a través del software de PC
- Control de contraseñas
- Recalibrar compatible

Especificaciones:

Este registrador se utiliza principalmente en transporte de cadena de frío, refrigeración, almacén, HVAC, alimentos y productos farmacéuticos de medicamentos, alimentos, bienes, equipos y entornos sensibles a la temperatura y la humedad.



Kusitest S.A.C.

ventas@kusitest.pe / 941 265 845 / Fijo: 257 0770

www.kusitest.pe

Figura 76: Características del data logger (Fuente propia).

Part NO.: 1000200096

Estos registradores de datos son ideales para monitorear la temperatura y la humedad en el proceso de transporte, almacenamiento y prueba. La grabación se puede iniciar y detener presionando el botón. El usuario puede obtener informes en PDF conectando el dispositivo a la PC sin ningún software o controlador.



Especificaciones:

Tipo de uso	Multiuso
Parámetro de medición	Temperatura
	Humedad relativa
Rango de medición	-30~70°C
	0 a 100%HR
Tipo de sensor	CI de dígitos
Ubicación del sensor	interno
Precisión (típ.)	±0.2°C
	±2%HR
Resolución	0.1°C
	0.1%HR
Capacidad de almacenamiento de datos	17280 (para cada canal)
tip. Duración de la batería	2,5 años (25 0, intervalo de 15 minutos)
Intervalo de muestra	10 seg. a las 18 horas
Alarma alta y baja	configurable por el usuario
Retardo de alarma	0~960 minutos
Tipo de alarma	tipo único; Tipo de acumulación
Retraso del inicio	0~254 minutos
Modo de inicio	Por botón
Modo de parada	Por botón; memoria llena; cuando en USB
Entorno de operación	-30~70°C
Entorno de almacenamiento	-30~70°C
Tamaño (mm)/Peso/Material de la caja	75X28X10mm/20g/ABS
Clase de protección	IP40
Certificado y estándar	CE, ROHS, EN12830
Interface de comunicación	USB 2.0 incorporado
Fuente de alimentación	Batería de litio CR2032 3.0v (reemplazable en fábrica)
Software de configuración	Pidifix (ventanas 7 y 8 y Vista y 10 32 y 64 bits)

Kusitest S.A.C.

ventas@kusitest.pe / 941 265 845 / Fijo: 257 0770

www.kusitest.pe

Figura 77: Especificaciones técnicas del data logger (Fuente propia).

Datos / Datos Hidrometeorológicos

Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional

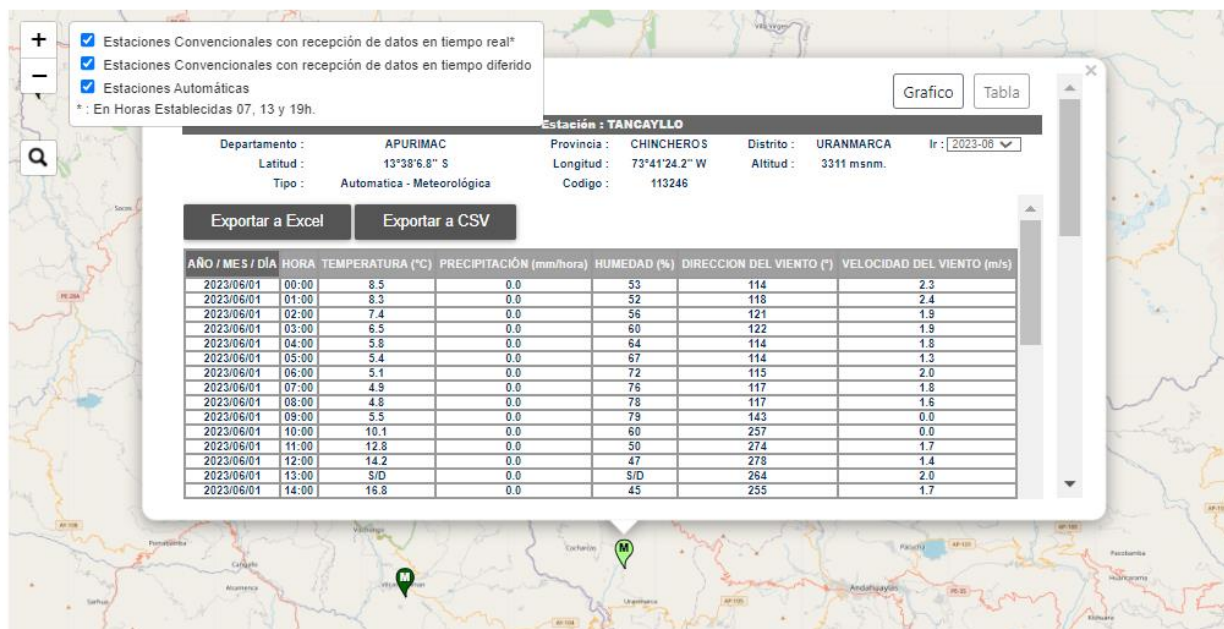


Figura 78: Datos hidrometeorológicos de SENAMHI (Fuente: SENAMHI).

Estación: TANCAYLLO						
Departamento: APURIMAC	Provincia: CHINCHEROS	Distrito: URANMARCA	Latitud: 13°38'6.8"	Longitud: 73°41'24.2"	Altitud: 3311 msnm	Fuente: SENAMHI / DRD
Promedio de TEMPERATURA (°C)						
HORA	17/06/2023	18/06/2023	19/06/2023	20/06/2023	21/06/2023	PROMEDIO
00:00	7.2	6.7	6.9	8	9.3	7.6
01:00	6.5	6.2	6.2	6.8	8.1	6.8
02:00	6	5.8	5.7	6.3	6.7	6.1
03:00	5.6	5.6	5.3	5.6	6.1	5.6
04:00	5.2	4.4	4.7	5.1	5.6	5.0
05:00	4.9	4	4.2	4.7	5.3	4.6
06:00	4.5	3.6	3.8	4.2	4.6	4.1
07:00	4.6	3.1	3.5	3.5	4.1	3.8
08:00	6.1	3.1	3.2	3.5	3.9	4.0
09:00	6.8	3.5	3.6	3.7	4.1	4.3
10:00	7.9	7	8	7.7	8.1	7.7
11:00	9.4	9.3	10.5	10.8	10.7	10.1
12:00	11.3	11.2	12.3	12.6	12.6	12.0
13:00	12.9	12.8	14.1	14.5	14	13.7
14:00	14.5	14.5	15.4	16.1	15.2	15.1
15:00	15.7	16	16.9	17.3	16.8	16.5
16:00	16.9	17.1	17.8	18.4	17.9	17.6
17:00	17.5	17.4	18.1	18.6	18.4	18.0
18:00	16.7	17.4	17.8	17.9	17.6	17.5
19:00	13.3	13.9	14.5	14.6	14.4	14.1
20:00	11.2	11.6	12.4	12.6	12.4	12.0
21:00	10.1	9.9	10.7	11.4	10.8	10.6
22:00	8.1	8.7	9.1	10.2	9.4	9.1
23:00	7	7.6	9.5	9.6	8.5	8.4
PROMEDIO	9.58	9.18	9.76	10.15	10.19	9.77

Figura 79: Datos de temperatura del 17 al 21 de junio extraídos de SENAMHI (Fuente: Elaboración propia).

Estación: TANCAYLLO						
Departamento: APURIMAC	Provincia: CHINCHEROS	Distrito: URANMARCA	Latitud: 13°38'6.8"	Longitud: 73°41'24.2"	Altitud: 3311 msnm	Fuente: SENAMHI / DRD
Promedio de HUMEDAD (%)						
Etiquetas de fila	17/06/2023	18/06/2023	19/06/2023	20/06/2023	21/06/2023	PROMEDIO
00:00	70	70	56	55	48	59.8
01:00	75	74	57	59	51	63.2
02:00	79	77	61	61	57	67.0
03:00	81	76	62	63	59	68.2
04:00	84	84	65	65	61	71.8
05:00	87	86	67	66	62	73.6
06:00	91	88	70	67	66	76.4
07:00	93	90	71	70	69	78.6
08:00	87	91	76	71	70	79.0
09:00	81	94	80	74	73	80.4
10:00	76	85	62	63	60	69.2
11:00	68	73	48	49	50	57.6
12:00	61	63	47	43	45	51.8
13:00	57	55	42	38	42	46.8
14:00	54	51	40	37	41	44.6
15:00	50	47	39	35	38	41.8
16:00	43	43	37	32	34	37.8
17:00	41	36	32	29	32	34.0
18:00	40	34	32	30	33	33.8
19:00	49	39	36	36	42	40.4
20:00	52	42	41	39	48	44.4
21:00	52	47	45	41	53	47.6
22:00	57	51	50	45	59	52.4
23:00	65	54	48	46	62	55.0
PROMEDIO	66.38	64.58	52.67	50.58	52.29	57.30

Figura 80: Datos de humedad del 17 al 21 de junio extraídos de SENAMHI (Fuente: Elaboración propia).