



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO BIOCLIMÁTICO (WASI/IGLU) PARA
BRINDAR CONFORT TÉRMICO Y ATENUAR LAS HELADAS-NEVADAS EN EL
DISTRITO DE CAPASO, PUNO - 2022

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de riesgos, hidráulica y Geotecnia

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor(a):

Estrada Romero, Lilian Gariela

Asesor:

Raúl Méndez, Gutiérrez

(ORCID: 0000-0001-5644-483x)

Jurado:

Aylas Humareda, María Del Carmen

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Gonzáles Alarcón, Angelino Oscar

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

A mi maestro por sus grandes enseñanzas y conocimientos impartidos en el aula durante mi etapa universitaria, al ingeniero Carlós Fernando Ballardo Reyes, por su paciencia y su apoyo y su amistad, A Dios, por darme la salud, paciencia y amor para dedicarme a mis estudios y culminarlos satisfactoriamente.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Cristina Romero Alarcón, a mi padre Teófilo Estrada Vila por el apoyo incondicional que me brindaron durante mis años universitarios. A mi pequeña familia, formada por mi amigo y compañero de vida Franklin Velasque y mi pequeña Georgia Velasque Estrada por su amor y su apoyo incondicional.

ÍNDICE

Resumen	VII
Abstract	VIII
I. Introducción	1
1.1. Descripción y formulación del problema	3
1.2. Antecedentes	6
1.3. Objetivos	9
1.3.1 Objetivo general	9
1.3.2 Objetivos específicos	9
1.4. Justificación	9
1.5. Hipótesis	10
II. Marco Teórico	12
2.1. Bases teóricas	12
III. Método	20
3.1 Tipo de investigación	20
3.2 Ámbito temporal y espacial	21
3.3 Variables	21
3.4 Población y muestra	22
3.5 Instrumentos	22
3.6 Procedimientos	23
3.7 Análisis de datos	24
3.8 Consideraciones éticas	24
IV. Resultados	25
V. Discusión	41
VI. Conclusiones	43
VII. Recomendaciones	44
VIII. Propuesta	45
IX. Referencias	58
X. Anexos	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	21
Tabla 2. Características sociodemográficas de la población de Capaso	25
Tabla 3. Características de las viviendas de la población de Capaso	26
Tabla 4. Estado de la vivienda	27
Tabla 5. Confort térmico.....	28
Tabla 6. Materiales y presupuesto	45
Tabla 7. Cálculo de presupuesto para la construcción de 20 viviendas.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Población del Distrito de Capaso, provincia El Collao-Puno.....	5
Figura 2. Distribución político territorial y leyes de Puno.....	30
Figura 3. Mapa político El Collao.....	31
Figura 4. Mapa heladas en el Perú	31
Figura 5. Temperatura máxima en Puno.....	33
Figura 6. Temperatura mínima en Puno	34
Figura 7. Temperatura Media Radiante (Tmr).....	34
Figura 8. Precipitaciones de mayo 2021-Puno	36
Figura 9. Probabilidad de ocurrencia de lluvias.....	37
Figura 10. Anomalías en precipitaciones Puno, mayo 2021	38
Figura 11. Matriz de comparación de pares, parámetros material de vivienda	35
Figura 12. Concesiones mineras, El Collao-Puno	40
Figura 13. Ladrillo empleado en modelo bioclimático	48
Figura 14. Comportamiento energético del modelo bioclimático	50
Figura 15. Flujo de aire del modelo bioclimático	51
Figura 16. Flujo de temperatura del modelo bioclimático	52
Figura 17. Vista frontal diseño de vivienda Wasi/Iglú	55
Figura 18. Vista en plano diseño de vivienda Wasi/Iglú	56
Figura 19. Diseño de vivienda Wasi/Iglú	57
Figura 20. Acondicionamiento de viviendas térmicas en Puno.....	69
Figura 21. Vivienda bioclimática Sumaq Wasi	69
Figura 22. Maqueta del modelo bioclimático Wasi-Iglú	70
Figura 23. Mapa de temperaturas mínimas percentil 10-mes de julio.....	71
Figura 24 Mapa temático del departamento de Puno.....	72
Figura 25. Mapa temático de la ubicación del distrito de Capazo.	73

RESUMEN

La presente tesis tuvo por finalidad proponer la implementación de un modelo bioclimático Wasi-iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno. Se apoyó de una metodología cuantitativa, de campo, descriptiva, siendo el tipo de investigación básica, para medir las dimensiones de las variables se procedió a la aplicación de un cuestionario de 15 preguntas, diez de ellas a escala politómica y cinco dicotómica. Fue aplicado a 50 jefes de familia de la comunidad de Capaso, Puno. A través de la información recabada se obtuvo que las condiciones de las viviendas en relación a los materiales de construcción no son aptas para resistir heladas-nevadas, el 90% está construida de adobe, 86% cuenta con techos de calamina, el 54% no se siente seguro de su vivienda, un 90% considera que su confort es regular. Posterior al análisis de viabilidad, se obtuvo que la propuesta es factible desde el punto de vista técnico, ya que cuenta con los conocimientos para su implementación, así como datos sobre la regulación del confort térmico, financieramente, la vivienda bioclimática requiere de una inversión de S/9,660.00, desde el mercado es accesible, genera un menor riesgo ambiental y tiene buena aceptación por parte de la población. Se concluye que el modelo bioclimático Wasi-Iglú mejorará el confort térmico y atenuará las heladas-nevadas debido a su diseño y estructura, mejorando la calidad de vida para la población del distrito de Capaso, Puno.

Palabras clave: arquitectura bioclimática, wasi/iglú, confort térmico, medio ambiente, heladas, nevadas.

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to propose the implementation of a Wasi-iglu bioclimatic model to provide thermal comfort and mitigate frost-snowfall in the district of Capaso, Puno. It was supported by a quantitative, field, descriptive methodology, being the type of basic research, to measure the dimensions of the variables, a questionnaire of 15 questions was applied, ten of them on a polytomous scale and five on a dichotomous scale. It was applied to 50 heads of household in the community of Capaso, Puno. From the information collected, it was found that the conditions of the houses in terms of construction materials are not suitable to withstand frost-snowfall, 90% are built of adobe, 86% have tin roofs, 54% do not feel safe in their homes, and 90% consider their comfort to be average. After the feasibility analysis, it was found that the proposal is feasible from the technical point of view, since it has the knowledge for its implementation, as well as data on the regulation of thermal comfort, financially, bioclimatic housing requires an investment of S/9,660.00, from the market it is accessible, generates less environmental risk and has good acceptance by the population. It is concluded that the Wasi-Iglú bioclimatic model will improve thermal comfort and attenuate frost-snowfall due to its design and structure, improving the quality of life for the population of the district of Capaso, Puno.

Keywords: bioclimatic architecture, wasi/igloo, thermal comfort, environment, frost, snowfall.

I. INTRODUCCIÓN

El vertiginoso avance tecnológico e industrial ha permitido la evolución de las sociedades, sin embargo, el costo de esos beneficios ha sido el impacto ambiental que durante décadas viene causando un deterioro en la capa de ozono y en general cambios climáticos drásticos, a los que se les ha denominado Fenómeno del Niño (FEN), y de los cuales se desprenden una serie de anomalías climáticas que tienden a exponer la vulnerabilidad de algunas zonas geográficas (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019)

En el caso de Perú, las regiones que están más expuestas a estos fenómenos se encuentran en la zona alto-andina localizadas a más de 3000 m.s.n.m., con mayor frecuencia en la sierra sur del país como lo es Arequipa, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Junín, Pasco, Tacna, Moquegua, Huancavelica y Puno, zonas en que las bajas temperaturas se expresan en heladas, nevadas y friaje, efectos climáticos de diversidad atmosférica que generan el descenso brusco de la temperatura y la ausencia de nubes, fenómeno que se presentan anualmente con mayor frecuencia, y que ocasionan catastróficos efectos: decesos a causa de enfermedades respiratorias (neumonía), detrimento ganadero, estragos habitacionales y del agro (El Peruano, 2021).

En el caso del distrito de Capaso, en Puno, uno de los principales problemas que enfrentan sus comunidades son el tipo de construcciones habitacionales, las cuales con los años se han vuelto menos capaces de brindar un refugio apto y poder sobrellevar las bajas temperaturas, teniendo graves repercusiones en la salud de las personas, en las que además de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS), se presentan congelamientos e hipotermia, acompañados de otros síntomas que ponen en riesgo la vida (Centro Nacional de Prevención de Desastres, [CENAPRED], 2014)

Por consiguiente, los habitantes más afectados son aquellos de menos recursos económicos, dado que la pobreza monetaria en la región alcanza alrededor de un 41% según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020); y aunque las autoridades anualmente crean planes de contingencia, no siempre terminan siendo pertinentes con las realidades y necesidades de las comunidades.

En atención a esta realidad, el presente proyecto tiene como propósito fundamental proponer un modelo bioclimático de viviendas (wasi/iglú) para brindar confort térmico y permitir atenuar de las heladas y nevadas en el distrito de Capaso, Puno.

Para ello, el trabajo de investigación se divide en los siguientes capítulos:

Capítulo I. Se presenta el problema de investigación, los antecedentes de trabajos relacionados con la propuesta, asimismo, objetivos, justificación e hipótesis.

Capítulo II. Contiene todos los aspectos relacionados con la investigación desde una perspectiva teórica, conceptos sobre modelo bioclimático, fases a considerar para el diseño, confort térmico, aspectos ambientales, arquitectónicos pasivos y activos, así como aspectos personales relacionados con el sexo, metabolismo, vestimenta, actividades entre otros.

Capítulo III. Se presenta la metodología como tipo de investigación, ámbito temporal, espacial, variables de estudio, operacionalización de las variables, población y muestra de estudio, instrumentos, procedimientos, análisis de datos y las consideraciones teóricas dispuestas para la investigación.

Capítulo IV. Resultados: se presentan los hallazgos obtenidos de las encuestas, así como mediciones realizadas en función de las fases establecidas para el diseño de un modelo bioclimático, así como de los objetivos establecidos para la investigación.

Capítulo V. Discusión, se contrastan los hallazgos de la investigación con antecedentes.

Capítulo VI. Se presentan las conclusiones, en correspondencia con los objetivos de la investigación.

Capítulo VII. Se presentan las recomendaciones en función de los hallazgos de la investigación y sobre las mejoras que se deben hacer en Capaso para mitigar la vulnerabilidad ante los efectos de las heladas en el confort térmico de la población de Capaso.

Capítulo VIII. Se presenta la propuesta del modelo bioclimático Wasi-iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.

Finalmente, el trabajo se acompaña de las referencias bibliográficas que respaldan la parte teórica de la investigación, asimismo se agregan anexos con información de interés como instrumento de recolección de datos, entre otros.

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del Problema

En la última década las bajas temperaturas se han ido prolongando en el Perú, como consecuencia de la irrupción de masas de aire frío descendientes de la Antártida, que a su paso por el país ocasionan el descenso de la temperatura en la selva, la cual varía entre 10 a 20°C hasta 10 a 5°C, y termina afectando el clima general, contribuyendo al cambio climático y la contaminación ambiental, según el Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria se estima que alrededor de 7.024,177 habitantes están expuestos a las heladas y al friaje, fenómenos que afectan la salud y seguridad de la población, inhabilitando y colapsando infraestructuras tanto servicios básicos, riesgos que varían dependiendo de la vulnerabilidad geográfica de los poblados (Perea, 2018).

Según el informe del Banco Interamericano de Desarrollo 2012, el Perú es el tercer país que cuenta con viviendas de mala calidad, debajo de Nicaragua y Bolivia, donde el 72% de las familias no tiene un techo para vivir o habitan en viviendas de mala calidad (Bouillon, 2011). Actualmente las viviendas de América Latina y el Caribe son los más urbanizados del mundo

en desarrollo, gozan de altas tasas de propiedad de vivienda y cuentan con un promedio alto de ingresos familiares para los estándares de países con el mismo nivel de desarrollo.

Análogamente, como consecuencias se suma el problema de las viviendas en los poblados ubicados en las zonas alto andinas, cuyos espacios de refugio no son las mejores, influyendo de manera significativa sobre las labores y actividades diarias, el friaje, las heladas y nevadas, generalmente, tienen implicancia económica negativa en zonas rurales, sus inclemencias la padecen en mayor proporción personas que habitan en infraestructuras frágiles, y de bajos recursos, desprovistas de las condiciones mínimas para resguardarse de las bajas temperaturas, aunado los problemas de energía eléctrica en estos poblados, de los cuales tan sólo el 40% cuenta con el servicio, y el restante 50% aproximadamente hace uso de leña para cocinar, y un 10% de bosta o estiércol, que si bien proporcionan calidez en el interior de las viviendas, por otro lado incrementan aún más las infecciones respiratorias agudas (Ministerio de Salud del Perú [MINTER], 2019).

A este respecto, durante el año 2016, se registraron en la sierra 930mil afectados por las heladas y un aproximado de 110 niños menores de 5 años fallecidos, situación que demanda concentrar esfuerzos por prevenir las consecuencias de estos fenómenos (El Comercio, 2019). A pesar de las políticas gubernamentales en gestión de riesgos que se realizan anualmente para minimizar el impacto de las heladas, así como nevadas en la sierra, los esfuerzos terminan siendo superados por los fenómenos que no dan tiempo suficiente a estas para concretarse.

Cabe destacar, que el poblado de Capaso, Puno, se localiza a 4400 m.s.n.m, su temperatura entre los meses de junio y noviembre oscilan entre 21 °C máxima y una mínima de -22 °C. para las construcciones de las viviendas suelen recurrir uso de materiales como el adobe, piedra y barro con techos de calamina o teja, ventanas pequeñas y espacios angostos, las cuales no son suficientemente aptas para soportar y atenuar las heladas y nevadas por no reúnen las condiciones adecuadas para brindar confort térmico que se espera, esto a su vez

deviene en problemas de salud y en casos más graves en decesos, que podrían evitarse a través del acondicionamiento adecuado y apropiado de las viviendas para este tipo de zonas con temperaturas muy bajas .

Figura 1

Población del Distrito de Capaso, provincia El Collao-Puno.



Nota: Tomado de Puno: Seis niños mueren por neumonía tras nevada, por Diario Expreso, 2018, página web.

En atención a esta sublevada realidad, la presente investigación pretende proponer un modelo bioclimático de viviendas wasi/iglú que permitan brindar confort término y permita atenuar las heladas y nevadas en el distrito de Capaso, Puno. Esto considerando que esta estructura no tiende a afectar el medio ambiente, la cual cuenta con una estructura muy resistente a sismos y contribuyen al flujo continuo del aire manteniendo una temperatura constante, es muy resistente y estable ante vientos fuerte.

1.1.2 Formulación del Problema

1.1.2.1 Problema general

- ¿De qué manera contribuirá la implementación de un modelo de vivienda bioclimático (wasi/iglú) en el confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.

1.1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las necesidades de confort térmico de las viviendas de la población de Capaso, Puno?
2. ¿Es factible la implementación un modelo de vivienda bioclimático (wasi/iglú) para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno?
3. ¿Cómo se implementará un modelo de vivienda bioclimático (wasi/iglú) para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Nacionales

En Lima, Gonzáles (2019) llevó a cabo un estudio enfocado en desarrollar “Soluciones constructivas para proteger la vida e integridad física de la población ante las heladas y friaje en puno – año 2018”, para ello se apoyó de una investigación básica, de diseño no experimental-transversal, bajo una metodología cuantitativa, que determinó una relación directa entre las soluciones constructivas y la integridad de la población objeto de estudio mediante la aplicación de una encuesta, que permitió consultar a la población sobre sus necesidades y la aprobación de las soluciones propuestas en esta investigación, como aquellas derivadas del Estado. Los resultados detectaron qué para conseguir la eficiencia y eficacia en

el tratado de las heladas y friaje, paralelo a los programas nacionales, deben implementar cartas de control, a fin de alinear esfuerzos preventivos y organización espacial ante los efectos climáticos.

Por otro lado, Chambio (2016), analiza el diseño y la implementación de las políticas de prevención del riesgo en los procesos de heladas en la Región Puno durante el período 2009-2010, para ello se apoya de una investigación descriptiva, no experimental, transversal, bajo una metodología cuantitativa, a través de la cual se aplicaron encuestas que permitieron conocer el estatus de las políticas de Estado en cuanto a la prevención de riesgos, dando como resultado que éstas no son aplicadas de manera efectiva por parte del estado, ya que los organismos trabajan en forma aislada, según el autor se limitan a acciones paliativas en salud, y apoyo técnico, dejando a un lado elementos como el desarrollo sostenible, la educación y la participación directa de las comunidades afectadas. Se concluye que existe “una mínima comunicación y coordinación entre el Gobierno Nacional, Regional y/o Local, lo cual originó una serie de desfases entre los objetivos planteados en el diseño y la implementación en sí, siendo poco relevante la participación de la sociedad civil”.

En Lima, Abanto y Montenegro (2016) investigación centrada en conocer los efectos del Proyecto “K’oñichuyawasi Casas Calientes y Limpias” en la salud y calidad de vida de las familias del distrito de Langui en Cusco: Un estudio de caso, esto a fin de promover el proyecto como una estrategia dentro de la agenda gubernamental frente la problemática de friaje y bajas temperaturas en zonas alto andinas. El proyecto está centrado en el mejoramiento de las condiciones de viviendas empleando tecnología ajustadas a sus necesidades además de energías renovables que mitigan los efectos contaminantes y las bajas temperaturas.

Acero (2016) llevó a cabo un trabajo de investigación titulado “Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave” enmarcada en una investigación descriptiva, exploratoria y observacional, ya que se evaluaron

las situaciones de las viviendas de dichas familias para proponer un modelo bioclimático, consistente de criterios constructivos de sistemas pasivos de climatización y aislamiento térmico en los techos, ventanas, puerta y pisos de los dormitorios, que permiten reducir las pérdidas de calor. Como resultado de la evaluación, se determinó que los materiales utilizados para el cálculo bioclimático son adecuados, cumplen con las demandas requeridas de confort térmico de 18°C. Finalmente, la vivienda rural bioclimática propuesta es capaz de auto solventarse térmicamente sin necesidad de utilizar de sistemas auxiliares de calefacción activa.

1.2.2. Internacionales

En Chile, Villegas (2016) realizó un análisis del comportamiento térmico del mejoramiento en viviendas sociales, en Villa Naciones Unidas, cuyo propósito estaba centrado en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, creando ambientes de baja humedad, partiendo de datos reales sobre los alcances de temperatura mínima y máxima, los resultados obtenidos en las variables temperatura y humedad para los meses de Junio y Julio obtenidos fue de 0%, para el mes de Agosto de 9.7% para la vivienda no aislada y 12.9% en la aislada. El estudio concluye que los materiales y recursos actuales vagamente cubren las necesidades de confort térmico de las viviendas, por lo cual es necesario acondicionarlas.

En esta misma línea de estudios, desde España, Aza (2016) llevó a cabo una investigación denominada “La Totoro como Material de Aislamiento Térmico: Propiedades y Potencialidades”, el mismo hace hincapié sobre el impacto ambiental provocado por las actividades humanas, y la vulnerabilidad que tienden a generar las extracciones y materiales de construcción. Para lo cual sugieren la implementación de materiales naturales como sustitutos de los derivados del petróleo, permitiendo así no sólo reducir el impacto ambiental sino mejorar las condiciones de calidad de vida y confort térmico de las viviendas ubicadas en zonas de alto andina del Perú frente a la variación de la temperatura externa.

Por su parte, Castañeda-Nolasco et al. (2013), en la investigación “Comportamiento y confort térmico de vivienda en la Ciudad Rural Sustentable Nuevo Juan Del Grijalva, Chiapas, México”, señala utilizar un medio pasivo orientado al confort térmico hacia el crecimiento futuro. “Se planteó como Objetivo General, Evaluar el comportamiento térmico de la vivienda de la ciudad rural sustentable Nuevo Juan de Grijalva y determinar la Temperatura Neutral (Tn) y zona de confort de las personas que habitan las viviendas para el mes de enero, bajo el enfoque adaptativo”, cuyos resultados han sido positivos en la incorporación del modelo bioclimático de vivienda.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar un modelo bioclimático Wasi-iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de confort térmico de las viviendas de la población Capaso, Puno.
- Determinar la factibilidad del modelo bioclimático Wasi-Iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito la provincia de Capaso, Puno.
- Proponer el diseño de un modelo bioclimático Wasi-iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.

1.4. Justificación

El Perú cuenta con una población rural equivalente al 24.1% y con aproximadamente 1.485 viviendas. Según Carrillo (2011), el 50% de las edificaciones rurales no cuenta con agua segura y el 86% carece de piso. Se estima que a futuro habrá un déficit de alrededor de 650 mil

viviendas, situación que empeora el panorama de la vivienda rural en el Perú, limitando las condiciones mínimas de calidad de vida.

La investigación en curso es relevante desde el punto de vista teórico-científico, por cuanto existen precedentes de que este tipo de modelo de viviendas favorecen considerablemente la calidad de vida de las personas que viven en zonas geográficas propensas a bajas temperaturas, aportando confort térmico y seguridad, además son bajo impacto ambiental según los estudios realizados en México, Chile y España, dan cuenta de su efectividad y contribución al medio ambiental.

Desde una visión práctica-tecnológica, brinda herramientas de bajo costo y de fácil acceso, tienen un gran impacto en la salud, por cuanto logran disminuir algunas afecciones ocasionadas por las heladas y las nevadas. La inversión económica es mínima en comparación a otras construcciones de mayor alcance financiero; desde el punto de vista urbano y ambiental, se tiene que son viviendas que integran métodos primitivos con materiales de bajo costo e impacto ecológico, replicables por parte de los mismos pobladores.

Este tipo de estudios representan aportes relevantes dentro de las políticas de riesgos estatales, ya que brindan soluciones sustentables a las comunidades, a fin de no esperar netamente que las acciones gubernamentales se hagan efectivas, ya que muchas de las obras se realizan cuando las heladas y nevadas están en curso y no permiten planificar soluciones adecuadas a largo plazo.

1.5. Hipótesis

1.5.1 General

El distrito de Capaso puede superar y atenuar la necesidad de confort térmico ante la presencia de heladas y nevadas mediante la implementación del modelo bioclimático Wasi-Iglú por su diseño y estructura.

1.5.2 Específicas

- El distrito de Capaso, Puno amerita soluciones bioclimáticas de vivienda para mejorar el confort térmico y atenuar las heladas-nevadas.
- Es factible la implementación de un modelo bioclimático Wasi-Iglú para mejorar el confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.
- La propuesta de un modelo bioclimático Wasi-Iglú mejora el confort térmico y atenúa las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. *Modelo bioclimático y aplicación arquitectónica*

A lo largo de los años las necesidades del hombre le han conducido a la modificación y transformación de viviendas, en conformidad con los niveles de seguridad y confort que brindan, convirtiéndose en refugios adaptativos.

La palabra iglú tiene origen esquimal. Viene de iglú (casa) y se refiere a esas casas, con forma de media esfera, construidas con bloques de hielo. No obstante, en algunas comunidades han tomado como modelo esta estructura cupular y la han adaptado en forma tanto material de su entorno, a fin de obtener las mismas propiedades de seguridad y confort.

Cabe destacar, que los modelos bioclimáticos de vivienda surgen como consecuencia del impacto ambiental procedente de materiales comunes derivados de hidrocarburos, además como un suplemento de las necesidades habitacionales y ambientales de poblaciones con necesidades climáticas especiales; este modelo inicialmente se concretó en viviendas unifamiliares en países de economía avanzada y de climas fríos, paulatinamente, se extendió a otros continentes y que mediante su trascendencia experimental, han logrado contribuir con la reducción significativa de la contaminación, consumo de agua y energía, logrando mejoras en microclimas locales, así como en la calidad de vida de las personas (Higueras, 2006).

En la actualidad se entienden como diseños bioclimáticos aquellos que cuentan con elementos que integran arquitectura, neutralidad, y materiales capaces de transformar escenarios micro climáticos para obtener propiedades próximas a condiciones de bienestar termo fisiológicas del ser humano, empleando energías de tendencia no invasiva, a favor de la disminución del consumo energético y del efecto negativo sobre el medio ambiente (Barranco, 2015).

Asimismo, Castañeda-Nolasco et al. (2013) considera que el modelo bioclimático de viviendas es aquel capaz de emplear y aprovechar los recursos naturales para optimizar la habitabilidad de las personas, integrando el objeto arquitectónico en su entorno natural. Esta integración no debe concluir en el acto de proyectar, sino que debe extender su campo de acción para controlar las variables del proceso constructivo y de ejecución de la obra.

Al respecto, Muñoz (2009), especialista en arquitectura sustentable, sostiene que las construcciones bioclimáticas se dedican taxativamente en la eficacia energética del interior de las viviendas, sin brindar vital importancia a los recursos materiales que se emplean para ello, así como los enfoques éticos que involucran exclusividad de uso o desigualdad social, esto considerando que la mayoría de estas proyecciones ambientales tienen un costo alto y no asequible, perdiendo su enfoque principal.

Por consiguiente, la implementación de un modelo bioclimático de vivienda, debe ser pertinente, apuntar no sólo a satisfacer los menesteres estructurales y ambientales, sino brindar oportunidades de desarrollo en todas las comunidades que requieran de esta transformación habitacional (Vidal y Vásquez, 2012).

Atendiendo a esta particularidad, Olgyay (2002) plantea cuatro fases que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar una vivienda bioclimática, que se presentan a continuación:

2.1.1.1. Fase I. Análisis de los elementos climáticos del lugar. Se refiere a las propiedades del clima que varían anualmente entre estos, temperatura, humedad relativa, radiación solar y efectos del viento, aunado los microclimas, teniendo en cuenta los impactos diversos que presentan según la zona geográfica.

2.1.1.2. Fase 2. Evaluación biológica. Donde se analizan las incidencias del clima sobre el ser humano y el grado de confort en el año.

2.1.1.3. Fase 3. Análisis de las soluciones tecnológicas aplicables con base en la evaluación biológica. Este análisis debe realizarse por medio de métodos de cálculo,

estudiando diversas variables como el sitio elegido, la orientación, cálculos de sombra con base en el recorrido del sol y cálculos geométricos y de radiación; la forma de las viviendas, los movimientos de aire y el equilibrio de la temperatura interior, haciendo uso de las características de los materiales por utilizar para la construcción.

2.1.1.4. Fase 4. Aplicación arquitectónica. Involucra las tres fases iniciales, mediante la cual se armonizan los elementos según su nivel de importancia para lograr una óptima ordenanza urbana.

2.1.2. Confort Térmico

Cuando se habla de confort térmico en una vivienda no sólo tiene una implicancia isotérmica sino un enfoque integral que involucra la preservación del calor, la ventilación, el aprovechamiento de energía solar (lumínica/calórica), la distribución de la vivienda, humedad, humo entre otros.

Asimismo, Sánchez (2020) define el confort térmico desde una perspectiva cualitativa como un estado mental que integra dos variables como lo es el cuerpo y el entorno, que permiten obtener un balance energético. En este sentido, inciden aspectos fisiológicos, psicológicos y ambientales que inciden en la forma que se percibe el confort térmico.

Por su parte, Rincón (2023) indica que el confort térmico es la respuesta individual de conformidad o complacencia con el entorno térmico presente. Según el autor “Existe confort térmico o sensación neutra respecto al ambiente térmico, cuando las personas no experimentan sensación de calor ni frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrollan” (p.124).

2.1.2.1. Los parámetros ambientales. Al respecto, deben considerarse una serie de parámetros para poder evaluar el confort térmico, entre ellos Delgado (2014) destaca:

Temperatura del aire (t_a). Referido al estado térmico del aire bajo sombra. Existen valores de aceptación de rangos de temperaturas, los valores de temperaturas según las

estaciones del año: 21 °C en verano y 26°C en invierno, claro está dependiendo de las características de los usuarios y de las actividades desarrolladas en el espacio, así como de los valores de humedad relativa.

Temperatura media radiante (*t_{mr}*). Es la temperatura media de la superficie de los elementos que circundan en un espacio. Influye directamente en el nivel de la temperatura de sensación. Afecta tanto al calor que el cuerpo pierde por radiación como al que puede por conducción cuando está en contacto con esas superficies

Humedad Relativa (*HR*). Se localizan la temperatura del aire, la temperatura de radiación, movimiento del aire y la humedad, como condiciones bio-térmicas del confort.

Velocidad del aire (*V_a*). Está referida al movimiento horizontal de las masas del aire a distinta velocidad, frecuencia y orientación. La frecuencia con la que el viento corre no reduce la temperatura, pero crea la sensación de frescor gracias a la pérdida de calor por convección y al aumento de evaporación.

2.1.2.2. Los parámetros arquitectónicos. Están directamente relacionados con las características de las edificaciones y la adaptabilidad del espacio, el contacto visual y auditivo que le permiten a sus ocupantes. Se dividen en sistemas pasivos y activos.

I. Sistemas pasivos. Su función principal mejorar el comportamiento climático.

a. Sistemas captadores. Son aquellos sistemas o estrategias cuya función principal es la de captar energía de la radiación solar y transferir al interior en forma de calor.

b. Sistemas de inercia. Aquellos sistemas que incrementan sus masas respecto a la masa constructiva inicial. Actúan estabilizando la temperatura para mejorar los efectos frente a las oscilaciones de las condiciones exteriores.

c. Sistemas de ventilación. Son sistemas que tienen como misión favorecer el paso del aire hacia el interior de la vivienda, lo que pretende la renovación del aire en el interior, cambiando así las condiciones internas.

d. Sistema de protección de Radiación. Tienen como finalidad bloquear o disminuir la incidencia solar sobre la piel de los edificios, a través de elementos verticales u horizontales.

II. Sistemas activos. Se aplican directamente las nuevas tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables, como la solar, la energía eólica o la biomasa.

a. Energía solar. Es utilizada de forma pasiva en los edificios para calentar, ventilar o iluminar espacios, así también de forma activa para calentar agua mediante colectores solares o para generar electricidad mediante celdas fotovoltaicas (Brian, 2008).

b. Energía eólica. “La energía eólica permite el aprovechamiento de los vientos para la generación de electricidad en el propio edificio” (Brian, 2008).

2.1.2.3. Los Parámetros personales. Son independientes de las condiciones del exterior y se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de los individuos, cómo, por ejemplo, metabolismo, vestimenta, edad, sexo, entre otros.

De acuerdo con estudios preliminares realizados en la sierra peruana y zonas altoandinas, han dado como resultado experiencias positivas en la adaptación de los materiales, procesos, y acabados dirigidos a mejorar la calidad de vida de los habitantes con base al confort térmico.

2.1.3 Marco legal

Para la implementación de un modelo de viviendas bioclimáticos se deben tener en cuenta algunos lineamientos legales que garantizan la seguridad en las construcciones y, por ende, de las personas, a continuación, se describen algunas normativas peruanas:

2.1.3.1. Constitución Política del Perú. Bajo reforma constitucional de febrero del año 2021, la citada ley en su Artículo 7-B reconoce como derecho la accesibilidad a una vivienda digna y adecuada, con servicios básicos fundamentales; asimismo, sostiene el papel del estado

en garantizar el derecho al acceso efectivo y equitativo a través de la promoción de programas de financiamiento. En su Artículo 10 se reconoce como derecho universal y progresivo a la seguridad social, protección ante imprevistos que busquen mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

2.1.3.2. Ley N° 30156. Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. En el Capítulo III. Artículo 9. Se establece como funciones primordiales de este órgano regulador, el desarrollo y aprobación de tecnologías, así como de métodos innovadores en el ámbito de la construcción. Asimismo, es de su competencia tomar acciones ante las necesidades zonales que ameriten de mayor asistencia en el ámbito habitacional, apoyándose de gobiernos locales.

2.1.3.3. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Decreto Legislativo N° 011-2006-Vivienda. Tiene por finalidad regular los parámetros y requerimientos básicos para diseñar y ejecutar habilitaciones tanto construcciones urbanas, estableciendo derechos y deberes de los involucrados en el proceso ejecutor, garantizando la seguridad y la calidad de las construcciones en todo el territorio nacional, así como en el ámbito público o privado. Asimismo, en su Artículo 3 sostiene que las Municipalidades Provinciales serán los órganos encargados de establecer normas adicionales en correspondencia con la caracterización geográfica, climática y cultural de su competencia.

Dichas normas deberán estar apegadas al Artículo 4. Criterios de seguridad (estructural, siniestralidad, de uso), funcionalidad (uso, accesibilidad), y habitabilidad (salubridad, higiene, protección térmica, sonora, adecuación al entorno y medio ambiente).

2.1.3.4. Decreto Supremo N° 001-2022-Vivienda. Decreto Supremo que modifica la denominación de la Norma Técnica EM.110. Se considera como la primera normativa a nivel nacional que procura regular el consumo de energía a partir de los diseños arquitectónicos, así como optimizar el confort térmico y lumínico “con eficiencia energética”,

sujeta a las demandas socioambientales emergentes. Esta norma procura brindar beneficios económicos a través de la reducción de gastos por operación y mantenimientos, otorgar valor agregado a las construcciones, revalorar los materiales locales. Asimismo, se tendrían evidentes beneficios ambientales, como mejorar la calidad del agua y aire, reducción de residuos sólidos, la conservación de recursos naturales, lo que permitirá obtener beneficios sociales y en la salud, logrando confort térmico-lumínico, y optimizar la calidad en la salud de los usuarios.

2.1.3.5. El Código Técnico de Construcción Sostenible. A través de este código se fomenta eficiencia energética e hídrica de las construcciones, considerando como aspectos básicos las cualidades térmicas de muros, techos y paredes acondicionados bajo las demandas climáticas de su geolocalización. El uso de aparatos con ahorro energético certificado, asimismo instalaciones sanitarias ahorradoras para aprovechar las aguas residuales tratadas.

2.1.3.6. Asociación Peruana de Energía Solar y del Ambiente (APES). Es una asociación sin fines de lucro, que tiene como propósito fomentar, divulgar, impulsar y motivar la investigación, desarrollo y aplicación de energías renovables, teniendo como base fundamental el respeto por el medio ambiente, que busca además lograr el desarrollo arquitectónico sostenible, como el uso racional de la energía del Perú.

2.1.3.7. Centro de Energías Renovables y Uso Racional de Energía. Determinan el rango de confort térmico para la ciudad de Puno: 16.5°C a 21.6°C. En cuanto a humedad, se considera un ambiente cómodo cuando no sobrepasa el 70% y no baja más del 10% (De la Cruz, 2020).

2.1.4 Definición de términos básicos

Calidad de Vida. Condiciones óptimas que rigen el comportamiento del espacio habitable en términos de confort asociados a lo ecológico, biológico, económico productivo, socio-cultural, tipológico, tecnológico y estético en sus dimensiones espaciales (Delgado, 2014)

Clima. Es el conjunto de condiciones atmosféricas propias de una zona (American Meteorological Society, [AMS], 2000).

Confort. Se refiere a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad (Delgado, 2014).

Energía solar. Es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se pueden generar calor y electricidad (AMS, 2000).

Friaje. Es un fenómeno meteorológico caracterizado por la llegada de aire frío a la selva, ingresa por la selva sur y se desplaza hacia la selva central y norte dependiendo de la intensidad del evento (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, [SENAMHI], 2014).

Heladas. Ocurren cuando hay ausencia de nieves y la temperatura del aire desciende a 0°C o valores menores (SENAMHI, 2014).

Microclima. Variables atmosféricas que distinguen una zona o espacio medianamente reducido (AMS, 2000).

Nevada. Es la precipitación sólida en forma copos de nieve que se presentan sobre los 3600 msnm. Para que las nevadas se produzcan, la temperatura del aire debe mantenerse por debajo de los 2 a 3°C (SENAMHI, 2014).

Proceso Isotérmico. Es el proceso de compresión mediante el cual la temperatura se mantiene constante, pero el volumen y la presión varían (AMS, 2000).

III. MÉTODO

El estudio deviene metodológicamente en un enfoque cuantitativo, que ya se apoya de la estadística para el análisis de los datos correspondientes. Asimismo, se sustenta en la aplicación del método empírico-analítico que según Hernández-Sampieri et al. (2014) observa un problema, para posteriormente plantear hipótesis, experimentar, analizar datos y desarrollar conclusiones que permiten rechazar o afirmar la relación de las variables estudiadas.

3.1 Tipo de investigación

El estudio es de tipo básico, ya que según Hernández-Sampieri et al. (2014) Indican que son investigaciones en las cuales la intención es contribuir con nuevos conocimientos teóricos. Ante lo expuesto, en el estudio se miden, evalúan o recolectan datos sobre conceptos, aspectos o dimensiones del fenómeno objeto de estudio a fines de brindar información innovadora sobre las construcciones bioclimáticas. Asimismo, se ubica en un nivel descriptivo-relacional, puesto que caracterizan una realidad en específico a través de la asociación de las variables de estudio, mediante dependencia probabilística (Balestrini, 2001).

En este mismo contexto, este tipo de investigación, permitirá proponer y posteriormente implementar un modelo bioclimático (Wasi/Iglú) para brindar confort térmico y combatir las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno, a través de la recolección de los datos.

Este tipo de trabajo se sustenta en un diseño de investigación no experimental, de corte transversal, el primero, ya que se observa y explica el objeto de estudio tal como se encuentra en la realidad, sin manipular las variables de estudio. Asimismo, se considera transversal dado que las variables de estudio se analizan en un periodo de tiempo determinado, es decir, año 2020 (Arias, 2012).

3.2 Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Ámbito temporal

El periodo de investigación directa correspondió a los meses de febrero y marzo del año 2020.

3.2.2. Ámbito espacial

El modelo bioclimático (Wasi/Iglú) está dirigido al distrito de Capaso, provincia El Collao, Puno-Perú, que tiene extensión de 5 600,51 km².

3.3 Variables

Independiente: Modelo Bioclimático (Wasi-Iglú)

Dependiente: Confort Térmico

3.3.1 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Modelo		Diagnóstico de necesidades
Bioclimático (Wasi/Iglú)	Aplicación arquitectónica	Análisis geográfico Análisis climático
		Temperatura
	Parámetros ambientales	Humedad Relativa Precipitación pluvial Velocidad del aire
Confort Térmico	Parámetros Arquitectónicos	Pasivos Activos
	Parámetros personales	Características sociales Características económicas

Nota. Elaboración propia.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población estuvo conformada por 150 familias del distrito Capaso, pertenecientes a la Provincia de El Collao, Puno, afectadas por las bajas temperaturas (heladas y nevadas).

3.4.2 Muestra

En cuanto a la muestra, estuvo representada por 50 familias, las cuales han sido seleccionadas por el método de muestreo no probabilístico, por criterios del investigador.

3.5 Instrumentos

En la presente investigación, se empleó como técnica la encuesta y como instrumento se aplicará un cuestionario que según Arias (2012) “Son aquellos que establecen previamente las opciones que puede elegir el encuestado. Estas se clasifican en dicotómicas cuando ofrecen solo dos opciones de respuesta” (p.67).

Para efectos del objeto de estudio, el cuestionario se basó en 15 preguntas cerradas, 8 a escala politómica y 07 a escala dicotómica, que en la oportunidad es el que mejor se adaptó para recoger la información, y brindó la oportunidad al investigador de conocer el objeto de estudio en forma precisa y concreta. De acuerdo con las escalas empleadas se calculó la confiabilidad del instrumento considerando sólo las preguntas dicotómicas por ser las que pueden estar sujetas al análisis estadístico. Para los fines se aplicó una prueba piloto a 25 habitantes de una zona con características semejantes a la del estudio en curso, a través de la prueba Kuder Richardson (KR20) por ser la que mejor se adapta a la escala (valor por defecto de la prueba Alpha de Cronbach), y sobre la base de un intervalo de confianza al 95% y un margen de error del 5%, se procedió al análisis de los datos alcanzando un valor de $KR20=0.89$. Estos resultados indican que el instrumento tiene una buena consistencia interna y una confiabilidad equivalente al 89%, considerándose alta y adecuada para ser aplicada a la muestra de estudio (Ver anexo 4).

3.6 Procedimientos

3.6.1. Fase I. Diagnóstico de la Investigación

En cuanto al estudio diagnóstico, se determinó la necesidad de diseñar un modelo bioclimático de viviendas (Wasi/Iglú) para brindar confort término y atenuar las nevadas-heladas en la provincia El Collao, Puno. Para tal fin se aplicó un cuestionario basado en preguntas cerradas, consecutivamente se procedió a efectuar el procesamiento y análisis de la información, en la cual se determinó la necesidad que poseen los pobladores de Wasi-Iglú.

3.6.2. Fase II. Factibilidad

La factibilidad sirvió para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un trabajo de investigación y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación. Para tales efectos, en la investigación, posterior a la definición de la problemática y del establecimiento de las causas que ameritan el sistema a intervenir, se realizó el estudio de factibilidad para determinar los recursos materiales y humanos, la capacidad técnica que implica la implantación del sistema en cuestión, así como los costos, beneficios y el grado de aceptación que la propuesta genera en el departamento de Capaso (El Collao), Puno. Este análisis permitió determinar las posibilidades de diseñar el modelo bioclimático y su puesta en marcha, los aspectos tomados en cuenta para este estudio fueron clasificados en tres áreas, las cuales son: estudio de mercado, técnico y financiero.

3.6.3. Fase III: Diseño de la investigación

Partiendo de los resultados derivados de la fase diagnóstica y del estudio de factibilidad, se procedió a diseñar el modelo bioclimático (Wasi-Iglú) enfocado en brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en la comunidad de Capazo, para ello se presentaron los recursos materiales y humanos necesarios para su ejecución, así como duración de las construcciones.

3.7 Análisis de datos

Para analizar los datos, se empleó la técnica de presentación de datos, debido a la modalidad de los instrumentos implementados, los cuales requieren una precisión cuántica de los datos, la misma se realizará mediante la representación de gráficas y escrita que según Balestrini (2001):

Es presentar de manera organizada y categorizada los datos obtenidos. En la representación escrita, consiste en incorporar los datos estadísticos recolectados en forma de texto a partir de una descripción de los mismos y en la representación gráfica permite la representación de fenómenos estudiados a través de figuras que pueden ser interpretadas y comparadas fácilmente entre sí (p.181).

3.8 Consideraciones éticas

El protocolo de investigación fue aprobado por la Universidad Nacional Federico Villarreal. Se respetaron los principios de confidencialidad de los datos personales de los sujetos de estudio; se aplicó el cuestionario correspondiente con el consentimiento de la comunidad de Capaso, Puno.

IV. RESULTADOS

4.1. Aplicación arquitectónica

4.1.1. Diagnóstico de necesidades

Tabla 2

Características sociodemográficas de la población de Capaso.

Características	f	%
Sexo		
Femenino	12	24%
Masculino	38	76%
Total	50	100%
Edad		
20-30	9	18%
40-50	22	44%
50-60	11	22%
60 a más	8	16%
Total	50	100%
Ocupación		
Ganadería	39	78%
Comercio	11	22%
Total	50	100%
Tipo de vivienda		
Alquilada	0	0%
Propia	50	100%
Total	50	100%

Nota. Tomado de base de datos. Elaboración propia.

En la Tabla 2 se presentan los datos más relevantes a nivel sociodemográfico de la población de Capaso, El Collao-Puno, el sexo femenino representa el 24%, mientras el 76% es masculino, el 18% se localiza en edades entre los 20-30 años, 44% entre los 40-50 años siendo la más preponderante, el 22% se ubica entre los 50-60 años y de 60 a más años el 16%. En cuanto a la ocupación, el 78% se dedica a la ganadería y un 22% al comercio; en lo que respecta al tipo de vivienda el 100% posee vivienda propia.

Tabla 3

Características de la vivienda de la población de Capaso.

Personas que habitan por vivienda	f	%
2 a 3 personas	5	10%
3 a 4 personas	12	24%
5 a 6 personas	18	36%
6 a más	15	30%
Total	50	100%
Servicios con que cuenta la vivienda	f	%
Agua potable	50	100%
Energía eléctrica	50	100%
Alcantarillado	50	100%
Internet	0	0%
Total	150	300%
De qué materiales es la vivienda	f	%
Adobe	45	90%
Ladrillos	5	10%
Total	50	100%
De qué material es el techado de su vivienda	f	%
Paja (ichu)	2	4%
Calamina	43	86%

Teja	0	0%
Concreto	5	10%
Total	50	100%

Nota. Tomado de base de datos. Elaboración propia.

En la Tabla 3 sobre las características de la vivienda, se tiene que las familias están compuestas en su mayoría entre 5 a 6 personas en un 36%; las viviendas cuentan con todos los servicios (agua potable, energía eléctrica, alcantarillado, internet) en un 100%. Las viviendas están construidas en un 90% por adobe, y un 10% de ladrillos. Los techados están elaborados por calamina en un 86%, 4% paja (ichu), y 10% concreto.

Tabla 4

Estado de la vivienda

Qué parte de su vivienda se encuentra en mal estado	f	%
Piso	0	0%
Pared	5	10%
Techo	45	90%
Columnas	0	0%
Total	50	100%
En qué estado se encuentra su vivienda	f	%
Muy bueno	5	10%
Bueno	43	86%
Regular	2	4%
Precario	0	0%
Total	50	100%
Usted se siente seguro en su vivienda	f	%
Si	23	46%
No	27	54%
Total	50	100%

Nota. Tomade de base de datos. Elaboración propia.

En la Tabla 4 sobre el estado de la vivienda, un 90% tiene en malas condiciones el techo, y 10% en la pared. En general, el estado de las viviendas es un 86% bueno, 10% muy bueno y 4% regular; en cuanto a la seguridad que sienten de su vivienda, el 46% se siente seguro, y el 54% no se siente seguro.

Tabla 5

Confort térmico

Tiene conocimiento sobre las heladas y nevadas	f	%
Si	50	100%
No	0	0%
Total	50	100%
Sabe qué es confort térmico	f	%
Si	6	12%
No	44	88%
Total	50	100%
Qué nivel de confort le proporciona su vivienda en invierno	f	%
Bueno	0	0
Regular	45	90%
Malo	0	0
Deficiente	5	10%
Total	50	100%
Su vivienda cuenta con las condiciones para atenuar/soportar las heladas	f	%
Si	5	10%
No	45	90%
Total	50	100%

Sabe qué es una vivienda bioclimática	f	%
Si	0	0%
No	50	100%
Total	50	100%

Cree usted que una vivienda bioclimática atenuaría las bajas temperaturas	f	%
Si	23	46%
No	27	54%
Total	50	100%

Estaría dispuesto a vivir en una vivienda bioclimática	f	%
Si	43	86%
No	0	0%
No sabe	7	14%
Total	50	100%

Nota. Tomado de base de datos. Elaboración propia.

En la Tabla 5 sobre las condiciones de la vivienda, se tiene que el 100% tiene conocimiento sobre las nevadas y heladas, sobre el conocimiento sobre qué es confort térmico el 12% si sabe y el 88% no sabe; respecto a qué nivel de confort le proporciona su vivienda en invierno, el 90% indica es regular y el 10% es deficiente; sobre si las viviendas cuentan condiciones para atenuar/soportar las heladas el 10% indica que sí, mientras un 90% no. Asimismo, se les consultó sobre si saben qué es una vivienda bioclimática el 46% indicó saber; el 54% no sabe. Una vez explicado el concepto se consulta sobre si estaría dispuesto a vivir en una vivienda bioclimática el 86% indica que, si tiene disposición, frente a un 14% indica no saber.

4.1.2 Análisis geográfico

El distrito de Capaso fue creado mediante Ley No. 248912 del 29 de septiembre de 1988, durante el primer gobierno del presidente Alan García. Está situado en la provincia del Collao del departamento de Puno, cuenta con 2.203 habitantes, 2.1 hab/km².

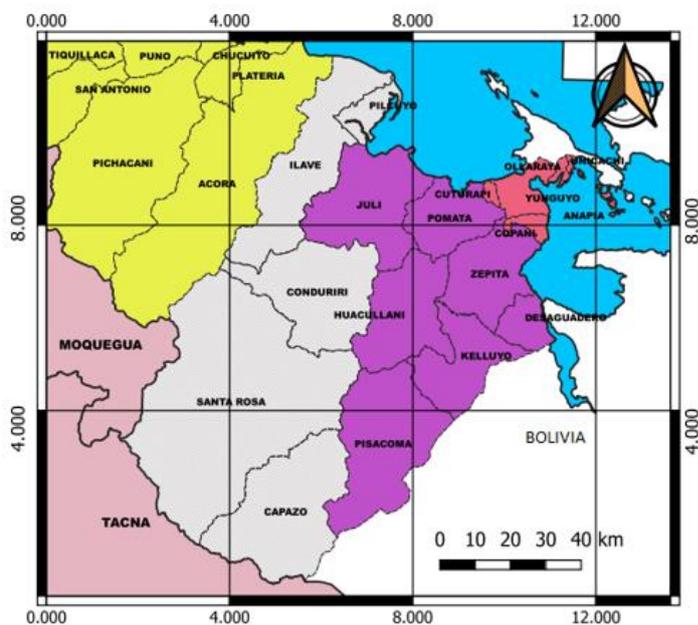
Se encuentra a una distancia de 971 km de Lima. A una altitud de 4.397 m.s.n.m., latitud sur 17° 10' 59" y longitud oeste 69° 44' 38". Limita por el norte con el distrito de Santa Rosa, por el sur con Bolivia, por el este con el distrito de Huacullani y por el este la provincia de Tacna.

Figura 2

Distribución político territorial y leyes de Puno.

Ubigeo	Provincia	Dispositivo Legal De Creación			Capital Política	Número Distritos
		Nombre	Número	Fecha		
2101	Puno	Decreto	S/N	02-05-1854	Puno	15
2102	Azángaro	Decreto	S/N	21-06-1825	Azángaro	15
2103	Carabaya	Decreto	S/N	21-06-1825	Macusani	10
2104	Chucuito	Decreto	S/N	25-03-1826	Juli	7
2105	El Collao	Ley	25361	13/12/1991	Ilave	5
2106	Huancané	Decreto	S/N	21-06-1825	Huancané	8
2107	Lampa	Decreto	S/N	21-06-1825	Lampa	10
2108	Melgar	Ley	S/N	25/10/1901	Ayaviri	9
2109	Moho	Ley	25360	13/12/1991	Moho	4
2110	S. A. de Putina	Ley	25038	14/06/1989	Putina	5
2111	San Román	Ley	5463	06-09-1875	Juliaca	5
2112	Sandía	Ley	S/N	05-02-1875	Sandía	10
2113	Yunguyo	Ley	24042	28/12/1984	Yunguyo	7
13	PROVINCIAS				DISTRITOS	110

Nota. Tomado de *Escenario de riesgo por bajas temperaturas del departamento de Puno Julio 2022*, De Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres CENEPRED, 2022.

Figura 3*Mapa político de El Collao*

Nota. Elaboración propia.

4.1.3 Análisis climático

El clima se clasifica de acuerdo con SENAMHI como frío durante todo el año, no obstante, se presentan variaciones según estaciones, con precipitaciones pluviales en los meses de diciembre a abril. En los meses de mayo a octubre el clima es frío-seco, y de noviembre-abril se considera como templado. No obstante, hay que destacar que durante el los meses de invierno (junio-setiembre) se propician las heladas y nevadas en varios departamentos de Puno, incluyendo Capaso, ocasionando daños y pérdidas de seres vivos, cultivos, entre otros, afectando en mayor proporción a los poblados o zonas económicamente vulnerables.

Figura 4*Mapa heladas en el Perú*



Nota. Elaboración propia.

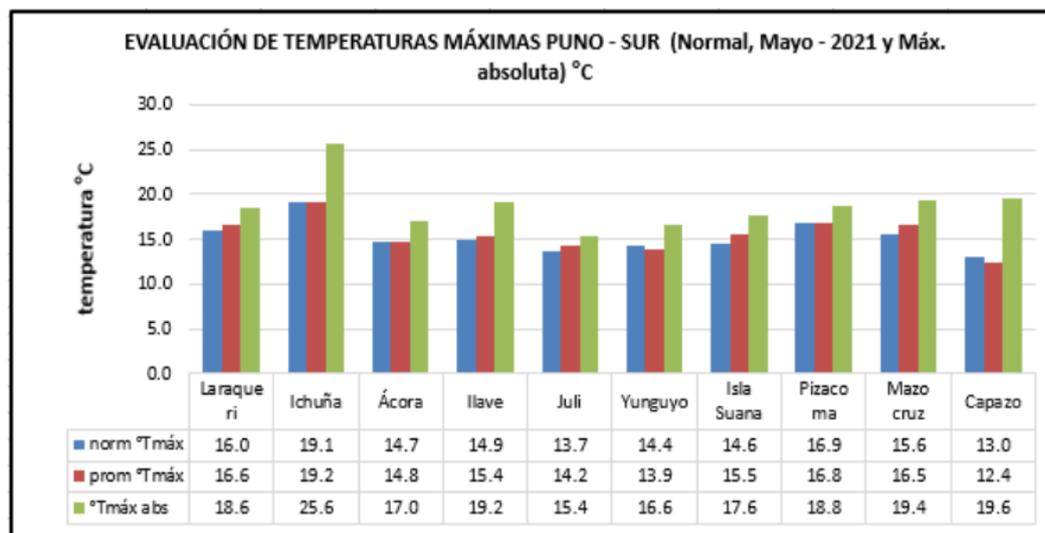
4.2.1. Temperatura

Las temperaturas máximas durante el año 2021 superaron los promedios generales que oscilan entre los 12.4°C y 13°C. Por su parte, las temperaturas mínimas (nocturnas) fueron también superiores a los niveles normales, Capaso llegó a -12.4°C, siendo el registro más bajo en temperatura registrado. Cabe destacar que, este período comienza en la última semana de mayo con temperaturas mínimas próximas a cero y negativas, descienden más durante los meses de mayo a agosto; período en el que tienen lugar las heladas que limitan el desarrollo de cultivos.

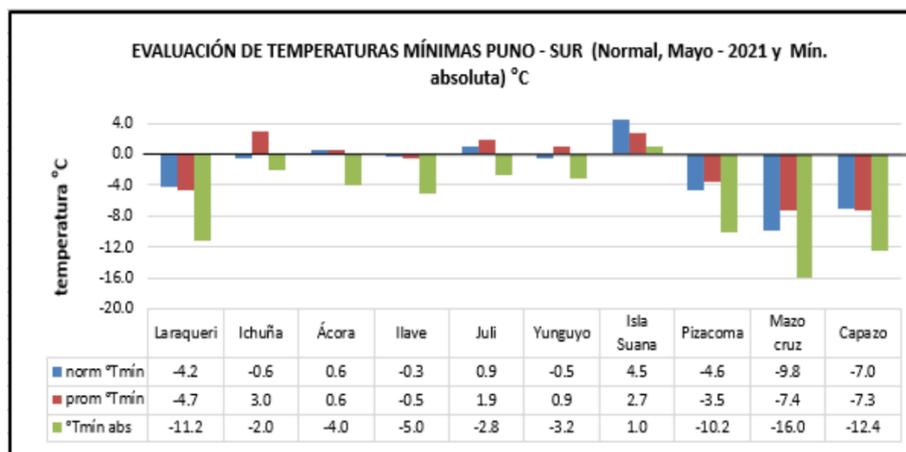
Durante el mes de septiembre aún se observan temperaturas inferiores a cero, inclusive hasta la primera semana de octubre. En adelante, se configura un ambiente favorable para el desarrollo de cultivos. Este período está comprendido básicamente entre mediados de octubre y fines de marzo.

Figura 5

Temperatura máxima en Puno.



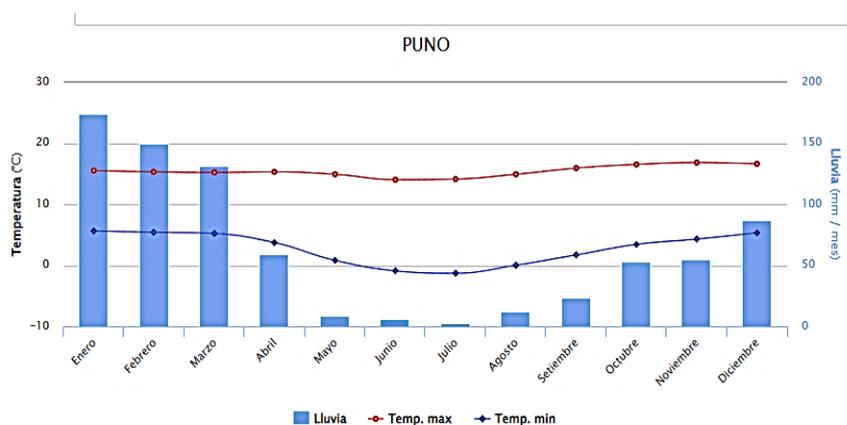
Nota. Tomado de *Boletín Regional Puno N° 07 Julio 2021*. De SENAMHI, 2021.

Figura 6*Temperatura Mínima Puno*

Nota. Tomado de Boletín Regional Puno N° 07 Julio 2021. De SENAMHI, 2021.

4.2. Parámetros ambientales**4.2.2. Temperatura media radiante (Tmr)**

La temporada templada dura 2,0 meses, del 14 de octubre al 15 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 16 °C. El mes más cálido del año en Puno es noviembre, con una temperatura máxima promedio de 17 °C y mínima de 5 °C (SENAMHI, 2021).

Figura 7*Temperatura Media Radiante (Tmr)*

Nota. Tomado de Boletín Regional Puno N° 07 Julio 2021. De SENAMHI, 2021.

4.2.3 Humedad relativa

Capaso posee una humedad relativa promedio de 88%, con incremento al 90% en horas nocturnas sobre todo en los meses de febrero y marzo.

Cabe destacar, que por humedad relativa se entiende a la máxima cantidad de agua que contiene el aire por unidad de volumen. En este caso si se habla de una humedad relativa del 100% indica que en el ambiente no cabe más agua, por ende, el cuerpo no puede transpirar, contrariamente, la sensación de calor puede llegar a ser asfixiante. Una humedad de 0% corresponde a un ambiente seco. Se transpira con facilidad.

4.3. Parámetros arquitectónicos

De acuerdo al diagnóstico previo se han determinado los siguientes parámetros en las viviendas ubicadas en el distrito de Capaso:

4.3.1. Pasivos

En el caso de las viviendas ubicadas en Capaso, es preciso indicar que carecen de elementos arquitectónicos bioclimáticos como paneles solares, sistemas de protección solar, calefacción solar por mencionar algunas estrategias. Los materiales de mayor uso son adobe y tapia.

Figura 8

Matriz de comparación de pares parámetros material de vivienda

MATERIAL EN PAREDES (Adobe, Tapia, Quincha)						PESO PONDERADO: 0.671
	Más de 10,000	Entre 5,000 – 10,000	Entre 2,000 – 5,000	Entre 1,000 – 2,000	Menos de 1,000	VECTOR DE PRIORIZACIÓN
Más de 10,000	1.00	4.00	5.00	6.00	8.00	0.5056
Entre 5,000 – 10,000	0.25	1.00	3.00	5.00	7.00	0.2504
Entre 2,000 – 5,000	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	0.1365
Entre 1,000 – 2,000	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00	0.0712
Menos de 1,000	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00	0.0363
						1.000

Nota. Tomado de Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres, SIGRID.

De Gobierno Regional de Puno, 2018.

4.3.2. Activos

De acuerdo con las necesidades detectadas, es preciso indicar que las viviendas no poseen sistemas arquitectónicos activos, cuyo funcionamiento dependa de la energía.

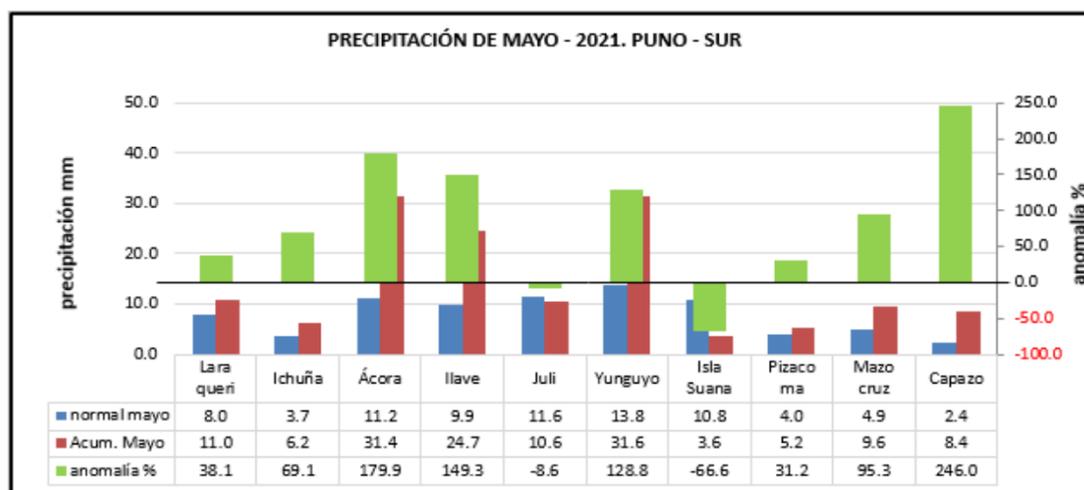
Carecen de sistemas que les proporcionen control ambiental, como el confort térmico y la buena calidad de aire interno.

4.2.4 Precipitación pluvial

En Capazo la precipitación pluvial ocupa más del 85% de la precipitación anual con 1190mm aproximadamente de lluvia, aumenta en verano y disminuye en invierno. Estos periodos rigen el desarrollo de las actividades agrícolas las cuales consideran como periodos lluviosos los meses de diciembre a marzo, y como período seco a los meses de mayo a agosto, y un período intermedio a los meses de setiembre a noviembre y abril. Estas variaciones son importantes en la planificación de efectos estacionales.

Figura 9

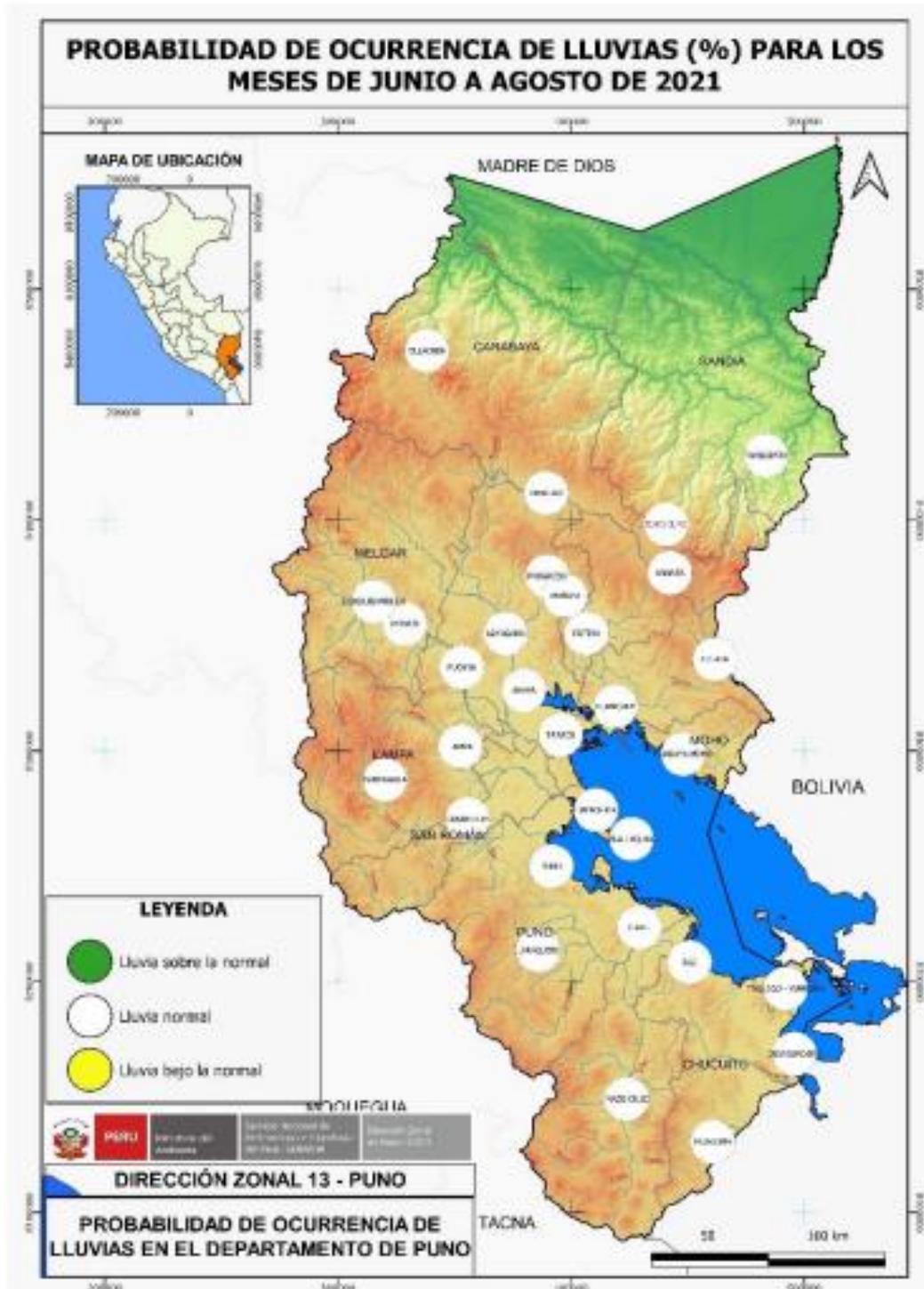
Precipitación de mayo 2021-Puno



Nota. Tomado de *Boletín Regional Puno N° 07 Julio 2021*. De SENAMHI, 2021.

Figura 10

Probabilidad de ocurrencia de lluvias

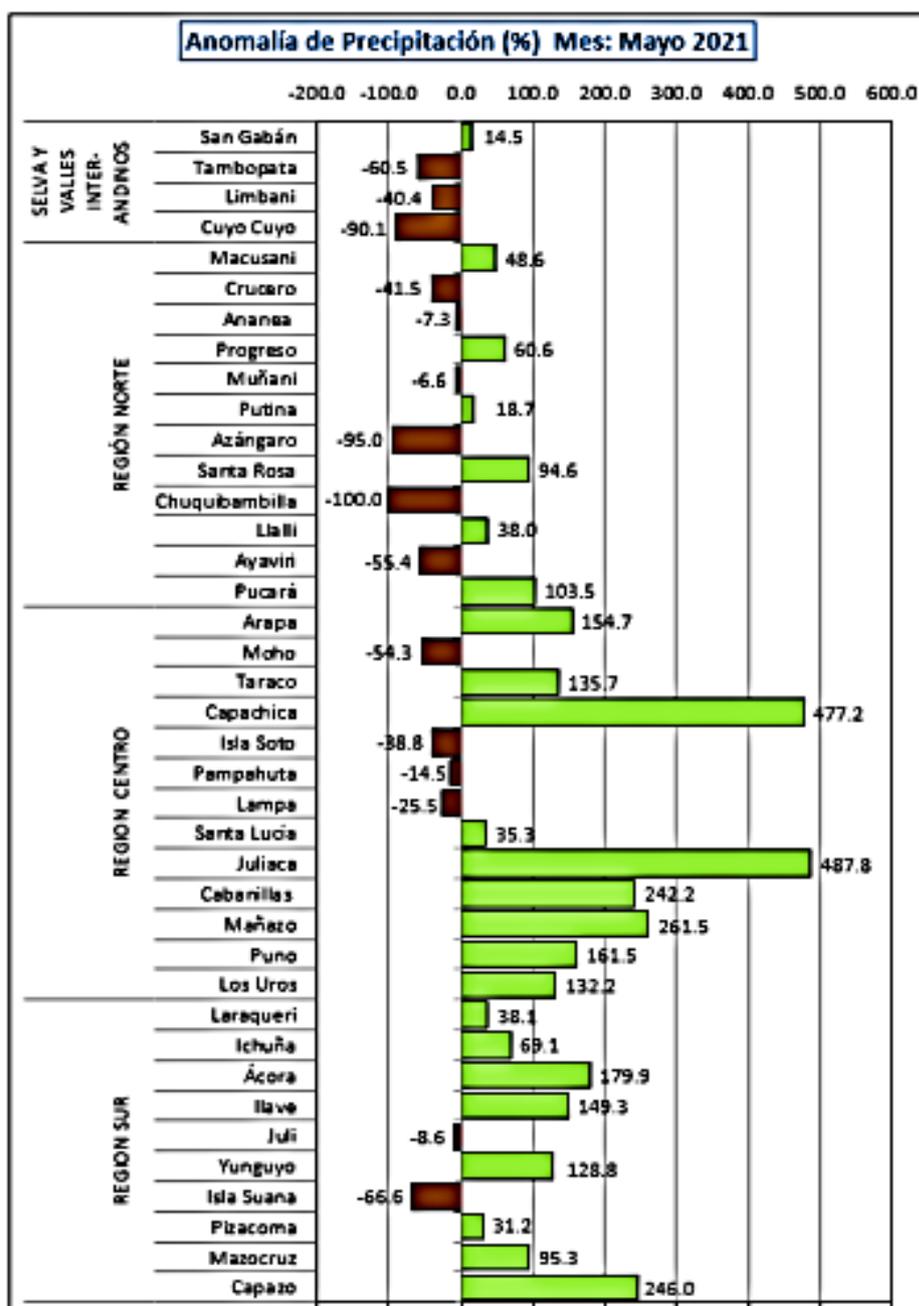


Nota. Tomado de *Boletín Regional Puno N° 07*. De SENAMHI, 2021.

En el mes de mayo de 2021 se observó en Puno una anomalía de precipitación que se ubica en 161.5% aproximadamente, superior a los límites establecidos.

Figura 11

Anomalías en precipitaciones Puno, mayo 2021.



Nota. Tomado de *Boletín Regional Puno N° 07 Julio 2021*. De SENAMHI, 2021.

4.2.5 Velocidad del aire

La velocidad del aire interviene de forma directa en el balance térmico y en la sensación térmica. Según sea la velocidad del aire, variará la capa de aire que aísla y aumentará la evaporación de sudor, en Capaso el aire tiene una velocidad entre los 7km/h y los 15 km/h.

4.4. Parámetros personales

4.4.1. Características sociales

- Puno ocupa la segunda posición en regiones con mayor población en situación de pobreza según el INEI (2021). Por su parte, Capaso perteneciente a esta provincia, para el año 2016 el 58% de su población se encontraba en situación de pobreza, a la fecha, aunque ha disminuido se mantiene un alto porcentaje siendo de 45%. La pobreza se atribuye al subempleo, desempleo y las actividades agrícolas de subsistencia que no genera altos ingresos.
- Las lenguas de mayor uso son el castellano, el quechua y el aimara, predominando en las zonas rurales.
- Las celebraciones culturales-religiosas que destacan son: la Virgen de la Candelaria el 02 de febrero, la Octava pascua del señor Casimiro Rosario Alto Ancomarca el 08 de abril, y la virgen Inmaculada Concepción el 08 de diciembre.

4.4.2. Características económicas

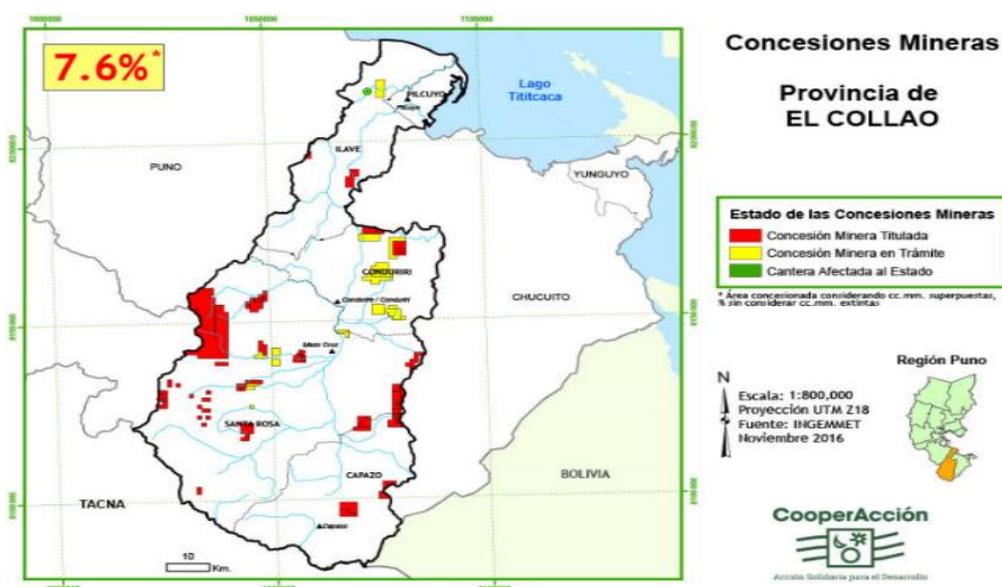
4.4.2.1. Actividad pecuaria. Representa la actividad con mayor potencial económico, además de ser la actividad principal de las familias quienes también la emplean para el autoconsumo, capta alrededor del 50% de la población; la crianza de auquénidos, y de ovino tienen mayor peso en la economía, está última representa un 43.21 % de la economía. La crianza del ganado porcino está regida por el 26.94% de las familias, en este caso se ha reducido estos últimos años la crianza de porcino, debido a parámetros culturales y religiosos (INEI, 2021)

4.4.2.2. Actividad agrícola. Se centra en la producción de papa 15%, quinua 80%, cañihua 98%, cebada 15% y café 15%. Esta actividad se desarrolla bajo métodos tradicionales, la mano de obra se constituye en un 100% por los pobladores, para la preparación de la tierra emplean herramientas tradicionales como la tracción animal. El empleo de tecnología es escaso, además del insuficiente y costoso acceso a créditos rurales (INEI, 2021).

4.4.2.3. Minería. Capaso cuenta con recursos no metálicos y polimetálicos, en los últimos años esta actividad ha tomado posición en la economía y en el desarrollo social, ya que ha generado empleos con mayor efectividad que la agricultura. Sin embargo, la minería artesanal es la que genera mayor contaminación ambiental porque acumula más pasivos ambientales, degrada la calidad del agua y genera el deterioro de la calidad ambiental. Además, este tipo de minería emplea fuerza de trabajo infantil (INEI, 2021).

Figura 12

Concesiones Mineras, El Collao-Puno.



Nota. Tomado de *Mapa de concesiones*, por Cooperacción, 2016.

V. DISCUSIÓN

En los últimos años los cambios climáticos derivados de la contaminación ambiental han sido prominentes, transformando muchos espacios geográficos de forma brusca, afectando la flora, la fauna y la cotidianidad de las poblaciones, el crecimiento poblacional y las necesidades económicas de la población, han expuesto la salud ante las nevadas y heladas que ocurren con frecuencia en la zona sur del Perú, siendo Capaso uno de los distritos afectados.

La encuesta aplicada develó que las construcciones actuales en el distrito están desprovistas de materiales que permitan resistir bajas temperaturas, no brindan suficiente confort térmico, ya que el 90% de estas construcciones cuenta con paredes de adobe, 86% techos de calamina, 4% se encuentran en condiciones precarias, y el 10% considera como deficiente el confort térmico de sus hogares.

Estos hallazgos coinciden con el estudio realizado por Villegas y Aza (2016) quienes indican que los materiales con los cuales se construyen las viviendas en zonas expuestas a friajes o heladas marcan una diferencia en el confort térmico, asimismo, precisan que los materiales con los que se construyen o acondicionan estas viviendas deben desistir de la implementación de materiales derivados del petróleo, contrariamente deben estar enfocados en reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de vida y el confort térmico; de esta manera, no sólo se suplen las necesidades básicas de las poblaciones sino de sostenibilidad ambiental.

Respecto a la viabilidad del modelo bioclimático Wasi/Iglú es menester indicar que es factible desde el punto de vista técnico, del mercado y financiero; las viviendas elaboradas con materiales naturales tienden a ejercer mayor ventaja en los mercados habitacionales, no obstante, dado los costos de implementación que implica la aplicación de tecnologías se han buscado nuevas opciones que reduzcan el impacto ambiental y que además sea de bajo costo, en el caso del modelo bioclimático la inversión por vivienda es de S/9,235.00 se pretende contar

con apoyo del gobierno regional para llevar esta propuesta a un proyecto de gran escala, esto considerando que las poblaciones están dispuestas a adoptar este tipo de viviendas para combatir los efectos que generar las heladas-nevadas.

Sobre la base de lo expuesto, Gonzáles (2014) coincide al indicar que para poder minimizar los impactos ambientales en estas regiones de mayor exposición y vulnerabilidad es menester que se alineen esfuerzos preventivos de la mano con organizaciones gubernamentales, a fines de contribuir con el acondicionamiento de viviendas dignas que brinden calidad de vida.

Sobre la misma base, se determina que el modelo bioclimático propuesto puede mejorar el confort térmico y combatir las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno. Estudios similares como el de Acero (2016) indica que este tipo de vivienda es capaz de auto solventarse térmicamente sin necesidad de utilizar de sistemas auxiliares de calefacción activa.

De acuerdo con la información recopilada en la investigación, así como el apoyo en base de datos y fuentes secundarias, es menester indicar que dentro de las limitantes del presente estudio se encuentra la toma de datos climáticos directamente del distrito objeto de estudio, así como la ejecución de pruebas con un modelo a escala de la vivienda bioclimática Wasi/Iglú, la cual quedará en manos del gobierno regional.

VI. CONCLUSIONES

Se ha detectado que la población del distrito de Capaso no cuenta con construcciones de viviendas adecuadas para el tipo de clima y fenómenos atmosféricos que presenta, ya que no brindan suficiente confort térmico en temporadas de temperaturas bajas, heladas y nevadas; el 90% de estas construcciones cuenta con paredes de adobe, 86% techos de calamina, 4% se encuentran en condiciones precarias, y el 10% considera como deficiente el confort térmico de sus hogares, esto obedece además a factores económicos, dado que abunda población de bajos recursos, incrementando su vulnerabilidad. A partir de estos hallazgos, se concluye:

- Hipótesis general (H1), la población de distrito de Capaso no cuenta con las viviendas adecuadas para atenuar las heladas y nevadas debido al diseño y estructura, ya que no se ajustan a sus necesidades básicas ni climáticas de la región.
- Hipótesis específica (H1) La población del distrito de Capaso, amerita de la implementación de viviendas bioclimáticas wasi-Iglú para mejorar el confort térmico y atenuar las heladas-nevadas.
- Hipótesis específica (H2) es factible la implementación de un modelo bioclimático wasi-Iglú para mejorar el confort térmico en de las viviendas ya que estas no son tan costosas.
- Hipótesis específica (H3) la propuesta del modelo bioclimático wasi-iglú mejora el confort térmico atenúa las heladas y nevadas en el distrito de Capaso.
- La implantación de un modelo bioclimático wasi-iglú no genera mucho impacto ambiental, ya que su construcción no demanda muchos movimientos de tierra, no genera contaminación sonora, ni radiación, ya que sus techos están constituidos por Eternit y no calamina.

VII. RECOMENDACIONES

- Es necesario que el gobierno considere la diversidad climática regional para desarrollar y aplicar métodos más eficientes que ayuden a mejorar las condiciones de vida de las comunidades vulnerables en lo que respecta a edificaciones, muchas de ellas no cuentan con los recursos económicos para adaptar sus viviendas a las necesidades climáticas.
- Se sugiere al gobierno regional de Puno considerar construcciones ecológicas con materiales naturales, que mejoren la calidad de vida de las poblaciones vulnerables, ya que su uso es factible y de bajo costo.
- Se recomienda al gobierno regional de Puno considerar la siguiente propuesta como un modelo viable de vivienda bioclimática que no sólo cumple con las normas de seguridad de edificaciones sino con el confort térmico que necesita la comunidad de Capaso.
- Se recomienda construir un modelo de vivienda bioclimática a escala que permita optimizar y mejorar las condiciones de confort térmico a través simulaciones, ya que las necesidades varían con los microclimas, a menor temperaturas las necesidades varían.
- Se recomienda que la construcción de viviendas emplee menos materiales derivados de los hidrocarburos que contribuyan a la mitigación de la contaminación, y además provean el confort térmico, así como las condiciones necesarias para brindar a la población una calidad de vida óptima.

VIII. PROPUESTA

Para contrarrestar los efectos de las heladas en la población de Capaso se propone la implementación de una vivienda bioclimática con materiales como el ladrillo bajo el diseño similar al de un iglú que ofrezca un mayor confort térmico, asegurando así una regulación natural y eficaz entre las temperaturas exteriores e interiores, así resguardar de temperaturas extremas. Cabe destacar que, este modelo denominado Wasi Iglú es ancestral, se ha venido adaptando a las necesidades de las regiones que tienen bajas temperaturas, logrando una integración visual con el paisaje. Además, con este modelo se busca rescatar la cultura y parte de las tradiciones constructivas de nuestros ancestros. A continuación, se presentan los materiales y presupuesto:

Tabla 6

Materiales y presupuesto

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
Ladrillo King Kong masivo	Unidad	3000	S/0.50	S/1500.00
Cemento	Bolsas	30	S/27.00	S/810.00
Arena Grano Grueso	m3	3	S/80.00	S/240.00
Arena Grano Fino	m3	3	S/120.00	S/360.00
Fierro de media pulgada	Unidad	10	S/35.00	S/350.00
Eternit	Unidad	10	S/40.00	S/400.00
Canaletas	Unidad	4	S/30.00	S/120.00
Pernos para techado	Caja	1	S/350.00	S/350.00
Puerta madera	Unidad	1	S/400.00	S/400.00
Fierro (tubo metálico)	Unidad	4	S/60.00	S/240.00
Transporte de material	Volquete	2	S/1200.00	S/1200.00
Mano de obra	Personas	2	S/3,000.00	S/3,000.00
Ventanas vidrio	Unidad	4	S/70.00	S/280.00
yeso	Unidad	15	S/15	S/225
Otros imprevistos	Otra	1	S/500.00	S/500.00
TOTAL				S/9,660.00

Nota. Elaboración propia.

Es menester mencionar que se llevará como una propuesta ante el Gobierno Regional del Collao, Puno, a fines de que se otorgue la pertinencia a las necesidades de esa población, bajo el respaldo de la presente investigación.

Tabla 7.

Cálculo de presupuesto para la construcción de 20 viviendas

UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	TOTAL
vivienda	01	S/9,660.00	S/193,200.00
vivienda	01	\$ 2610.00	\$52200.00

Nota. Elaboración propia.

8.1 Logística para la implementación del modelo bioclimático Wasi-iglú

- a) **Lectura del plano Wasi-iglú:** Se procede a verificar el plano de la vivienda para seguir las medidas respectivas de la edificación de la vivienda, seguir el modelo bioclimático wasi-iglú.
- b) **Elección del terreno:** La elección del terreno se realizará en el distrito de Capaso las viviendas a elegir dependerá del estado de construcción el cual este.
- c) **Limpieza del terreno:** En este paso se procede a eliminan todo obstáculo como (maleza y rocas) y se hace limpieza adecuada del terreno el cual impida la edificación adecuada de las viviendas wasi- iglú.
- d) **Excavación:** Una vez realizada la limpieza correspondiente del terreno se procede a excavar las zanjas para los cimientos del wasi-iglú.
- e) **Cimentación:** Es parte fundamental de la edificación ya que esta se encargará del soporte de la estructura, y esta dependerá del tipo de suelo y la cantidad de pisos que esta tendrá en este caso la cimentación será de 50 cm, ya que la vivienda será solo de un piso.
- f) **Fundición:** Es la pared sobre la que descansa el primer piso del wasi-iglú.

- g) **Columnas:** Son una parte fundamental de las viviendas ya que ayudan resistir el peso de la edificación la cual dará una buena resistencia para sostener las paredes y el techo.
- h) **Paredes y techado:** Las paredes son la protección de la vivienda la cual se ira formado de la unión de los ladrillos con la mezcla de cemento (mortero) de cual se dejará los espacios correspondientes para puerta y ventanas del wasi -iglú.
- i) **Plomería y electricidad:** Una vez terminada la construcción de las paredes y techado se procede a realizarlas instalaciones eléctricas y la plomería de la vivienda wasi-iglú.
- j) **Acabados:** Una vez concluida la construcción de la vivienda. Se procede a implementar el estuco con yeso de las paredes internas de la vivienda de este modo la vivienda tendrá una mejor protección en las paredes ya que el yeso actúa como aislante térmico, externas y el techo y por último la instalación de las puertas, ventanas.
- k) **Materiales sobresalientes en la edificación (yeso y ladrillo).** El yeso nos permite tener buenos acabados y superficies lisas las cuales no acumulan polvo, son más firmes y resistentes y bien definidas también actúa como aislante térmico natural brinda mayor confort y sensación de frescura a su vez es un producto 100 % natural libre de químicos.
- l) **Ladrillo.**es un material de construcción muy resistente dado que esta echo de arcilla que se fusiona durante el proceso de cocción, el ladrillo tiene una lata resistencia al paso del tiempo y al impacto de la humedad, posee acondicionamiento térmico y acústico y también es muy resistente al fuego, el ladrillo es un material imprescindible para la construcción de viviendas y son muy duraderas.

Figura 13.

Ladrillo empleado en modelo bioclimático



Nota. Tomado de *Ladrillo: Propiedades, características y usos*, de Geologiaweb, 2021.

8.2. Beneficios y soporte estructural de una casa domo

- Estabilidad estructural a sísmico. Soporta cargas de vientos, cargas dinámicas y estáticas (como nieve).
- Estabilidad térmica. Funciona de forma perfecta en climas extremos.
- Eficiencia energética. Utiliza al máximo los recursos naturales (luz del sol), es amigable con el entorno natural, economía en calefacción al ser una forma semiesférica (los flujos de aire son circulares) por lo que son espacios fáciles de calefactar, la sección que se enfrenta al sol es menor por su cubierta curva, por lo que no hay grandes variaciones de temperatura en verano e invierno.
- Los domos permiten una libertad de diseño único, ya que no se necesitan soportes para tabiques, es posible poner ventanas en cualquier posición o en cualquier triángulo.
- La construcción de casa domo es más económica que una construcción tradicional de la misma superficie, porque su estructura que la soporta es techumbre y muros a la vez.

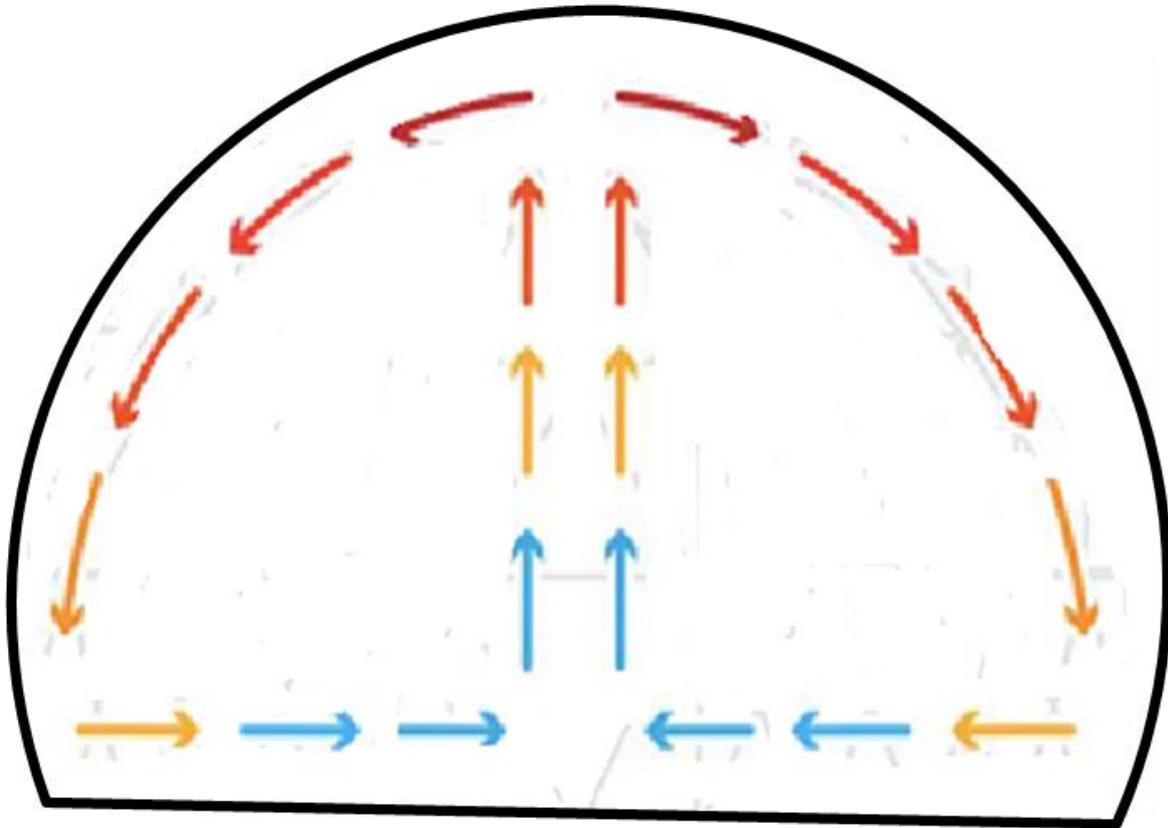
- La estructura principal se basa en un reticulado de triángulos, que permiten la prefabricación y rapidez de montaje.
- La estructura es liviana en la relación a la superficie lo que lo hace un edificación muy fuerte y resistente.

8.3. Comportamiento energético

- La masa de aire está en constante circulación y se distribuye dentro del domo de manera uniforme. El volumen de aire dentro del domo es menor que en una vivienda tradicional, por lo que es más barato mantenerlo tibio en invierno, ahorrando cerca de 40% en energía.
- La luz y el sonido reflejan y acompañan la superficie interior curva del domo. Esto permite usar menos luz y menos electricidad. Orientando bien las aberturas (puertas, ventanas y ventilaciones), el domo geodésico es un colector solar pasivo de energía ideal.
- Él, actúa como un reflector gigante de luz para dentro del domo, concentrando y reflejando también el calor del interior, esto ayuda a evitar la pérdida de calor por irradiación. Es eficiente energéticamente y nos protegerá de los climas extremos.
- Las formas esféricas tienden a amplificar la luz, mientras que las formas rectangulares tienden a absorberla.
- La acústica del domo permite hasta la más mínima voz ser escuchada.
- Permanecer en un domo espacioso ayuda a sentirse mejor.

Figura 14.

Comportamiento energético del modelo bioclimático



Nota. Tomado de *Beneficios de construcción de un domo geodésico*, por Wellness, 2021.

Experiencia Wellness.

8.4. Flujo de aire y ventilación en las casas domo

Las formas esféricas tienden a amplificar la luz, mientras que las formas rectangulares tienden a absorberla.

La acústica del domo permite hasta la más mínima voz ser escuchada. permanecer en un domo espacioso ayuda a sentirse mejor. La ilustración muestra el uso de los efectos de Bernoulli aplicados a un domo geodésico. La corriente ascendente es causada por el calentamiento solar de la superficie exterior, que luego calienta el aire circundante cercano. el aire caliente se eleva creando una fuente térmica extraída de las grandes aberturas en el nivel

del suelo, lo que reduce la presión dentro de la abertura. El aumento del flujo de aire a través de una pequeña abertura enfría el aire entrante.

Figura 15.

Flujo de aire del modelo bioclimático



Nota. Tomado de *Beneficios de construcción de un domo geodésico*, por Wellness, 2021.

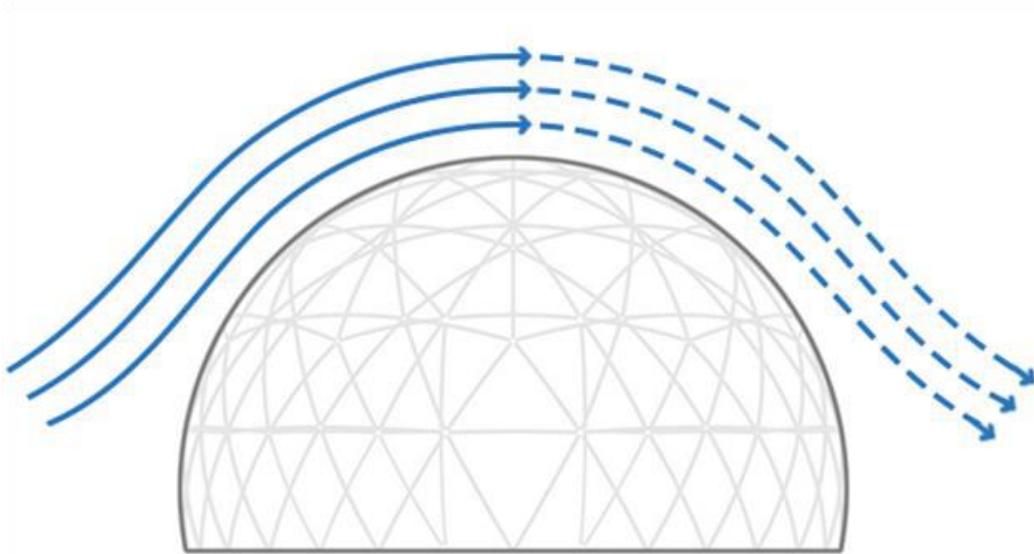
Experiencia Wellness.

8.5. Temperatura más uniforme

Gracias al flujo mejorado de la circulación del aire, la temperatura es más uniforme que en una habitación convencional. No hay puntos fríos ni calientes que regular. Y, además, el volumen de aire dentro de la geoda es menor para acondicionar, más barato, ahorrando hasta un 50% en energía.

Figura 16.

Flujo de temperatura del modelo bioclimático



Nota. Tomado de *Beneficios de construcción de un domo geodésico*, por Wellness, 2021.

Experiencia Wellness.

8.6. Seguridad

- Resistencia al viento, tormentas, terremotos y nieve. El diseño de la cúpula geodésica es más robusto para soportar los fuertes vientos o acumulación de nieve (es común en los laboratorios y observatorios Antárticos). Cuanto más fuerte sopla el viento, más se afirma al suelo ya que no hay succión en las superficies que lo rodean. Ninguna estructura cubierta es tan estable y fuerte, soporta vientos y acumulación de nieve.
- Tiene menos superficie exterior que una casa tipo caja del mismo volumen. Por lo que, requiere menor calefacción/aire acondicionado para mantener una temperatura interior confortable.
- La forma aerodinámica del domo permite a los vientos fuertes soplar por encima sin causar daños, lo que a menudo ocurre cuando un viento fuerte encuentra una pared plana vertical de una construcción con forma de caja.

- Las juntas de estructuras de edificios tradicionales rectangulares, a menudo bajo estrés, resultan en una inestabilidad estructural, a menos que utilice soportes adicionales. La forma geodésica optimiza las propiedades de carga de tensegridad (es un principio estructural basado en el empleo de componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red tensada continua), desviando las fuerzas a lo largo de toda su estructura.
- Tiene una fortaleza inmensa para colgar estructuras en su interior. El techo y las paredes de la geodésica pueden tolerar pesos enormes suspendidos de su estructura.
- Requiere de una pequeña cimentación, debido al peso ligero, no necesita de una base compleja.

8.7. Características principales de las casas domo

Un aspecto muy característico de las casas domo es que se constituyen en una sola pieza y carecen de pilares, columnas o muros maestros como así lo necesitan otros tipos de vivienda tradicionales. Aunque, en el caso de las viviendas unifamiliares, se suelen construir algunos tabiques, como es de esperar, para preservar la intimidad de los habitantes.

Estas son las **principales características** de las casas domos:

- Tienen forma de media esfera basada en un icosaedro.
- Se consideran viviendas sostenibles, con gran eficiencia energética.
- Los materiales suelen ser: madera, metal, cemento y espuma de poliuretano.
- Son casas livianas y de materiales flexibles.
- Necesitan menos materiales y elementos que la arquitectura convencional.
- Disponen de buen aislamiento térmico y sonoro, gracias al uso de espuma de poliuretano y cemento.

8.8. Ventajas

- Su forma aumenta el rendimiento energético. En invierno distribuye el calor de la calefacción eficientemente por todo el habitáculo. Y en verano permite circular mejor el aire para refrescar el ambiente.
- Su coste inicial es inferior al de las casas tradicionales.
- Son muy resistentes en general y especialmente ante sismos y tornados.
- Pueden usarse para diferentes finalidades, no sólo como vivienda.
- Contribuyen con el medio ambiente, las casas domo están consideradas como viviendas ecológicas.

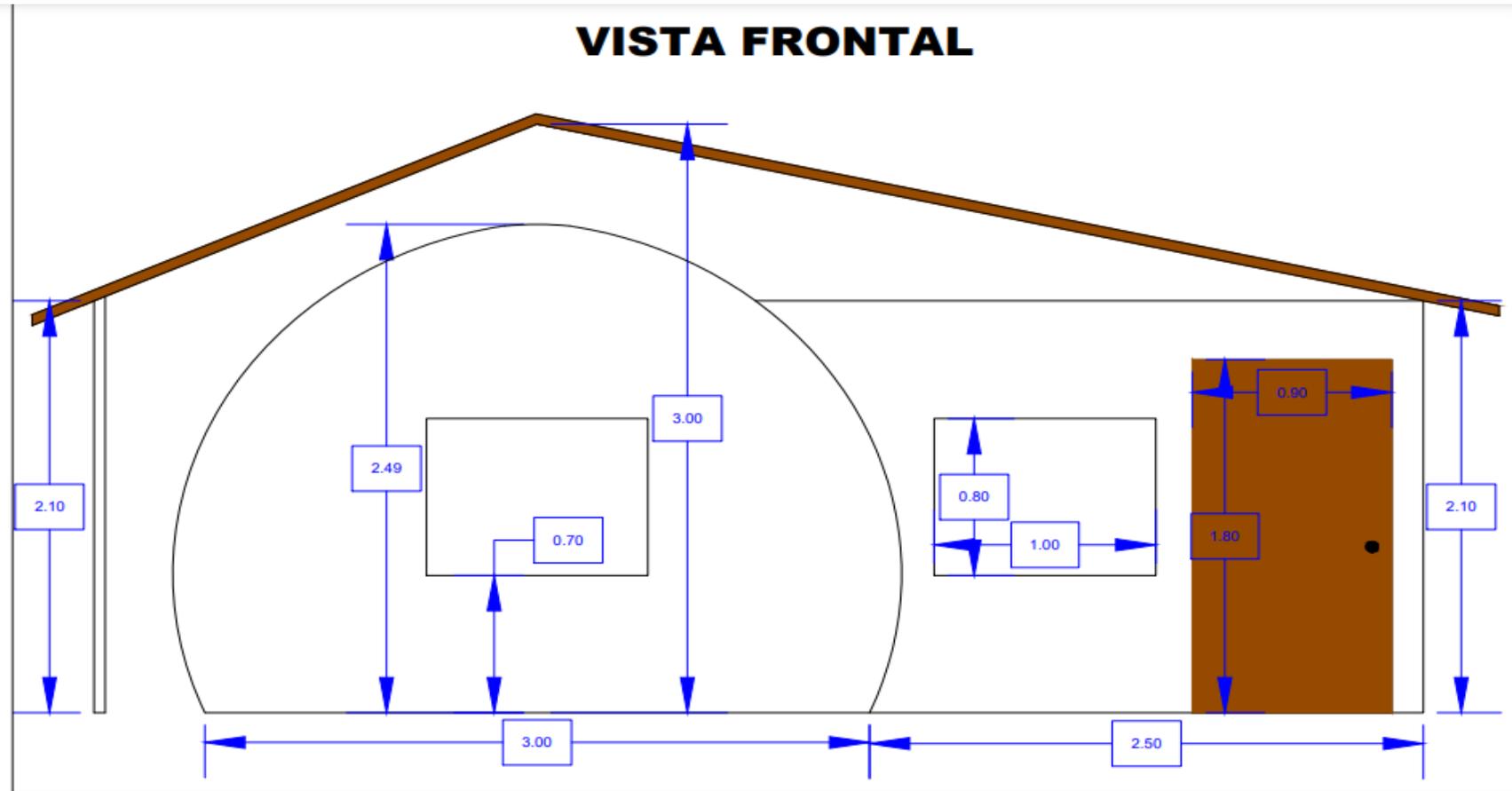
8.9. Limitantes

- Tienen un diseño muy característico, en ocasiones los espacios suelen ser muy reducidos.
- A la hora de colocar puertas, ventanas o instalar sistemas de fontanería y electricidad, puede resultar complicado si no existe un marco típico. Estas características encarecerán el coste.
- Las habitaciones curvas son más difíciles de aprovechar a la hora de decorar.

Como puede apreciarse el modelo puede presentar algunas limitantes, sin embargo, son mínimas, considerando los grandes beneficios que ofrece.

Figura 17

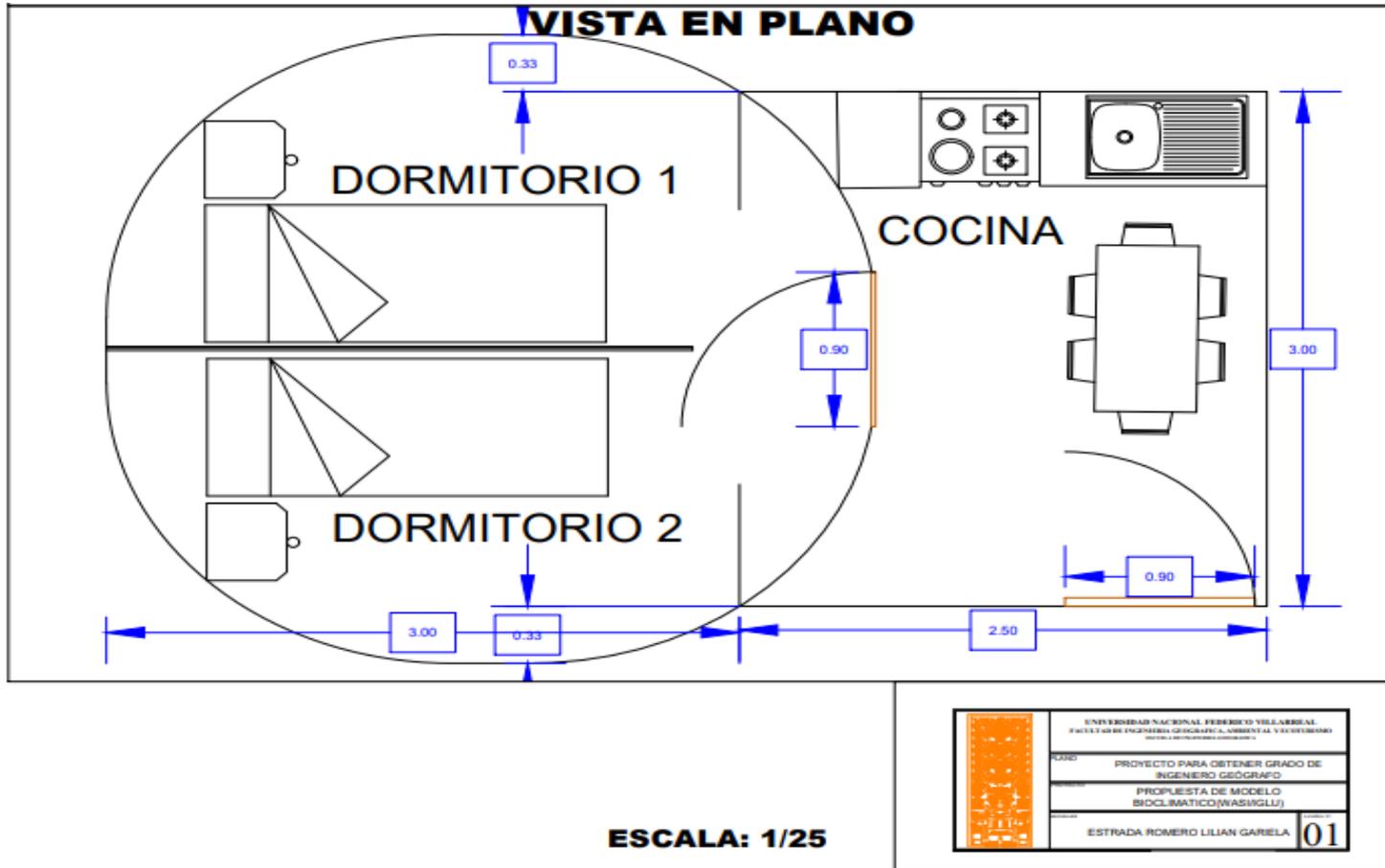
Vista frontal diseño de vivienda Wasi/Iglú



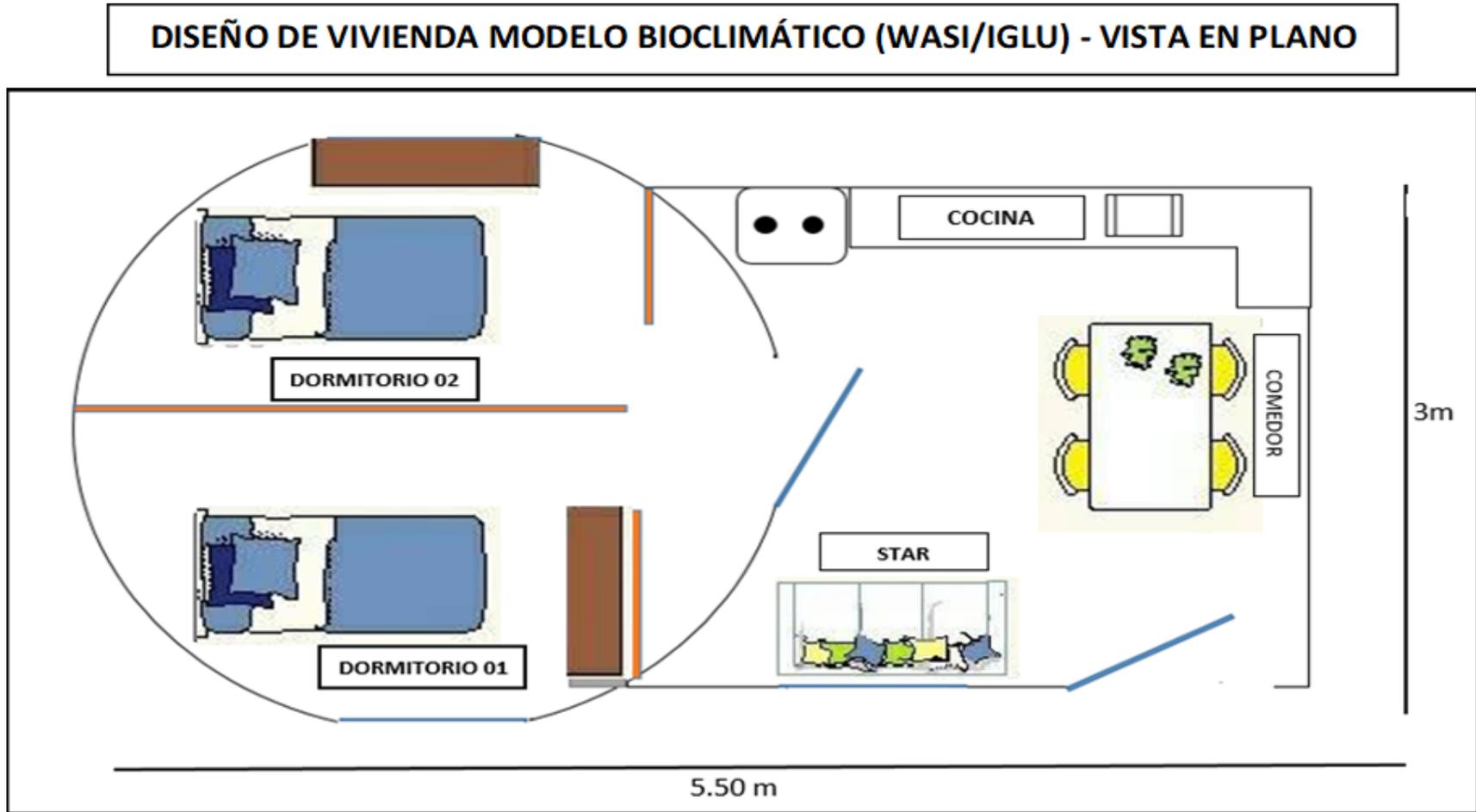
Nota. Elaboración propia.

Figura 18

Vista en plano diseño de vivienda Wasi/Iglú



Nota. Elaboración propia

Figura 19*Diseño de vivienda Wasi/Iglú*

Nota. Elaboración propia.

IX. REFERENCIAS

- Abanto, J. y Montenegro, E. (2016). *Los efectos del Proyecto “K’oñichuyawasi Casas Calientes y Limpias” en la salud y calidad de vida de las familias del distrito de Langui en Cusco: Un estudio de caso.* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7716>
- Acero, N. (2016). *Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú] Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5441>
- American Meteorological Society (2000). *AMS Glossary of Meteorology*, 2nd Ed. Boston, MA. <http://amsglossary.allenpress.com/glossary/browse>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* Caracas: Editorial Texto.
- Asociación Peruana de Energía Solar y el Ambiente (2021). *Quienes somos.* APES. <https://www.perusolar.org/quienes-somos/>
- Aza, L. (2016). *La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades.* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona]. Repositorio Institucional UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/88419>
- Balestrini, M. (2001). *¿Cómo se elabora el proyecto de investigación?* Caracas: BL Consultores.
- Barranco-Arévalo, O. (2015). La arquitectura bioclimática. *Modulo Arquitectura. CUC. 14* (2), pp. 31-40. <https://doi.org/10.17981/moducuc.15.1.2015.03>
- Bouillon, C. (2011). *Un espacio para el desarrollo: Los mercados de vivienda en américa latina y el caribe.* Banco interamericano de desarrollo. <https://acortar.link/DJXr1L>

- Brian, E. (2008). *Guía Básica de la sostenibilidad*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.
- Carrillo, F. (27 de febrero de 2011). *Hacen falta 650 mil viviendas rurales*. Perú21. <http://archivo.peru21.pe/noticia/719868/hacen->
- Castañeda-Nolasco, G., Ruíz-Torres, R. y Jiménez-Albores, J. (2013). Comportamiento y Confort Térmico de Vivienda en la Ciudad Rural Sustentable Nuevo Juan Del Grijalva, Chiapas, México. *Espacio I+D, Innovación más desarrollo*, (1) 2, pp. 13-18. <http://dx.doi.org/10.31644/IMASD.2.2013.a07>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2022). *Escenario de riesgo por bajas temperaturas del departamento de Puno Julio 2022*. CENEPRED. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14415>
- Centro Nacional de Prevención de desastres (2014). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*, Serie: Atlas Nacional de Riesgos, CENAPRED, México.
- Chambio, E. (2016). *Las políticas de prevención del riesgo en los procesos de heladas en la Región Puno durante el período 2009-2010*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú]. Repositorio Institucional PUPC. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7271>
- Código Técnico de Construcción Sostenible (23 de julio de 2021). Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción. Normas Legales N° 42. Diario Oficial El Peruano.
- Constitución Política del Perú [Const] Art. 2, 29 de diciembre de 1993 (Perú).
- Cooperación (13 de enero de 2016). *Mapa de concesiones. Collao-Puno*. <https://cooperacion.org.pe/mapas/collao-noviembre-2016/>
- Decreto Legislativo N° 011-2006-Vivienda. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (8 de mayo de 2006). Normas Legales N° 318333. Diario Oficial El Peruano.

Decreto Supremo N° 001-2022-Vivienda. Decreto Supremo que modifica la denominación de la Norma Técnica EM.110, Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética, y la incorpora en el Índice del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por el Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA (10 de marzo de 2022). Normas Legales N° 30. Diario Oficial El Peruano.

Delgado, M. (2014). *Prototipo de vivienda rural bioclimática en la reserva ecológica de Chaparrí – Chongoyape*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú]. Repositorio Institucional USAT. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/859>

De la Cruz, L. (2020). *Identificación de las estrategias de diseño arquitectónico para lograr el confort térmico en los equipamientos educativos de la provincia de Puno*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo. Puno-Perú]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57565>

Diario Expreso (07 de junio de 2018). *Puno: Seis niños mueren por neumonía tras nevada*. <https://acortar.link/iUkKNp>

El Comercio (19 de agosto de 2019). *Construyen más de 2.700 casas para combatir heladas en Cusco y Puno*. <https://acortar.link/pA9QMQ>

El Peruano (01 de octubre 2021). *Sumaq Wasi: MVCS superó este 2021 récord histórico en ejecución de viviendas*. <https://acortar.link/LGD9XZ>

El Peruano (27 de marzo de 2019). *MIDIS Acondicionará 755 Viviendas Térmicas Este Año*. <https://elperuano.pe/noticia/77023-en-puno-ya-se-preparan-para-enfrentar-las-heladas>

Experiencia Wellness (24 de mayo de 2021). *Beneficios de construcción de un domo geodésico*. <https://experienciawellness.com/blog/que-es-un-domo-geodesico/#page-content>

Geologiaweb (27 de octubre de 2021). *Ladrillo: Propiedades, características y usos*. <https://geologiaweb.com/materiales/ladrillo/>

- Gobierno Regional de Puno (2018). *Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres*, SIGRID. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/4526>
- González, R. (2019). *Soluciones constructivas para proteger la vida e integridad física de la población ante las heladas y friaje en Puno – año 2018*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima-Perú]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3606>
- Gonzales, M. (2014). *Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar*. Madrid, España: AMV ediciones.
- Hernández-Sampieri, R. Fernández-Collado, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mac Graw Hill: México.
- Higueras, E. (2006). *Urbanismo bioclimático*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020). *Informe Técnico “Perú: Perfil de la Población en Situación de Vulnerabilidad Económica a la Pobreza Monetaria*. <https://acortar.link/jM97sD>
- Ley N° 30156. Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (19 de enero de 2014). Normas Legales N° 514647. Diario Oficial El Peruano.
- Ministerio del Ambiente Perú (2019). *MINAM presenta importantes investigaciones ambientales para enfrentar las heladas y el friaje en el país*. MINAM. <https://acortar.link/yZjKpY>
- Ministerio de Salud del Perú (2019). *Heladas y friajes 2019*. https://www.minsa.gob.pe/digerd/infografia/2019/mapa_25062019_1.pdf
- Muñoz, D. (29 de noviembre de 2009). *Arquitectura ecológica sustentable*. <http://tentable.blogspot.com/2009/11/arquitectura-ecologica-sustentable.html>

- Olgay, V. (2002). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. (2ª. Ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Perea, A. (2018). *El friaje y las heladas: diagnóstico de la problemática en el Perú y legislación comparada*. Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria. Lima-Perú. <https://acortar.link/Vgk9X2>
- Rincón-Martínez, J. C. (2023). Confort térmico en edificios educativos naturalmente ventilados: un estudio en bioclima templado-seco. *Revista de Arquitectura*, 25 (1), pp. 12–24. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.3051>
- Sánchez, L. (2020). *El confort térmico en las viviendas rurales alto andinas y las condiciones de salubridad de las familias en los distritos de San José de Quero y Yanacancha en la Región Junín* [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/4450?show=full>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (julio de 2021). *Boletín Regional Puno N°07 Julio 2021*. SENAMHI. <https://acortar.link/vVvIKV>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (05 de mayo de 2021). *Boletín de Regional Puno N° 05*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/04701SENA-102.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (abril de 2014). *Plan Multisectorial ante heladas y friajes*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/315127/PMAHF-2014.pdf>
- Vidal, A. y Vásquez, G. (2012). Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase II. *Entorno*, (51), pp. 7–19. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i51.6960>
- Villegas, I. (2016). *Análisis de mejoramiento térmico aplicado a viviendas sociales, Villa Naciones Unidas*. [Tesis de grado, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile-Chile]. Repositorio Institucional UNAB. <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3674>

ANEXOS

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>General ¿De qué manera contribuirá la implementación de un modelo de vivienda bioclimático (wasi/iglú) en el confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.</p>	<p>General Implementar un modelo bioclimático Wasi-iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.</p>	<p>General El modelo bioclimático Wasi-iglú brinda confort térmico y atenuara las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.</p>	<p>Independiente Modelo Bioclimático (Wasi/Iglú)</p>	<p>Aplicación arquitectónica</p>	<p>-Diagnóstico de necesidades -Análisis geográfico -Análisis climático</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Método: Empírico-analítico.</p> <p>Tipo de investigación: básica</p>
<p>Específicos 1. ¿Cuáles son las necesidades de confort térmico de las viviendas de la población de Capaso, Puno?</p>	<p>Específicos 1. Identificar las necesidades de confort térmico de las viviendas de la población Capaso, Puno.</p>	<p>Específicas 1. La población de Capaso, Puno tiene necesidades de confort térmico.</p>	<p>Dependiente Confort térmico</p>	<p>Parámetros ambientales</p>	<p>-Temperatura -Temperatura Tmr -Humedad Relativa -Precipitación pluvial -Velocidad del aire</p>	<p>Nivel de investigación: Descriptivo-relacional</p>
<p>2. ¿Es factible implementar un modelo de vivienda bioclimático (wasi/iglú) para brindar confort térmico y atenuar heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno?</p>	<p>2. Determinar la factibilidad del modelo bioclimático Wasi-Iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito la provincia de Capaso, Puno.</p>	<p>2. Es factible el modelo bioclimático Wasi-Iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito la provincia de Capaso, Puno.</p>		<p>Parámetros arquitectónicos</p>	<p>-Pasivos -Activos</p>	<p>Diseño de investigación: No experimental, Transaccional.</p>
<p>3. ¿Cómo se implementará un modelo de vivienda bioclimático (wasi/iglú) para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno?</p>	<p>3. Proponer el diseño de un modelo bioclimático Wasi-iglú para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.</p>	<p>3. La propuesta del modelo bioclimático Wasi-iglú brinda confort térmico y atenúa las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno.</p>		<p>Parámetros personales</p>	<p>-Características sociales -Características económicas</p>	<p>Método y técnicas de recolección Encuesta Cuestionario</p> <p>Población: 150 familias.</p> <p>Muestra: 50 familias</p> <p>Procesamiento de datos Excel</p>

ANEXO B: ENCUESTA MODELO BIOCLIMÁTICO

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ENCUESTA MODELO BIOCLIMÁTICO

Nombres y Apellidos: _____

Sexo: M____ F____

Edad: ____ años

Ocupación: _____

Localización geográfica: _____

1. La vivienda que habita es:

Alquilada ____ Propia ____

Cuidaba ____ Otra ____

2. Cuántas personas habitan en la vivienda:

2 a 3 personas ____ 5 a 6 personas ____

3 a 4 personas ____ 6 a más personas ____

3. ¿Con qué servicios básicos cuenta la vivienda?

Agua Potable ____ Energía eléctrica ____

Alcantarillado ____ Internet ____ Otro: _____

4. ¿De qué materiales está elaborada la vivienda que habita?

Madera ____ Adobe ____

Mampostería ____ Ladrillos ____

Asbesto ____ Otra ____

5. ¿De qué material es el techado de su vivienda?

Paja (ichu)_____ Calamina_____ Teja_____ Concreto_____

6. ¿Qué parte de su vivienda considera está en mal estado?

Suelo _____ Pared _____ Techo _____ Columnas _____ Otro: _____

7. ¿En qué estado se encuentra su vivienda?

Muy bueno _____ Bueno _____ Regular _____ Precario_____

8. ¿Usted se siente seguro en su vivienda? Si_____ No_____

9. ¿Tiene conocimiento sobre las heladas y nevadas? Si_____ No_____

10. ¿Sabe qué es confort térmico? Si_____ No_____

11. ¿Qué nivel de confort le proporciona su vivienda en invierno?

Bueno_____ Regular_____ Malo_____ Deficiente_____

12. Su vivienda cuenta con las condiciones para atenuar/soportar las heladas?

Si_____ No_____

13. ¿Sabe qué es una vivienda bioclimática? Si_____ No_____

14. ¿Cree usted que una vivienda bioclimática atenuaría las bajas temperaturas?

Si_____ No_____

15. ¿Estaría dispuesto a vivir en una vivienda bioclimática? Si_____ No _____

ANEXO C: BASE DE DATOS PRUEBA PILOTO

Sujetos	Items1	Items2	Items3	Items4	Items5	Items6	Items7	Items8	Items9	Items10	Items11	Items12	Items13	Items14	Items15
S1	2	2	6	4	2	2	3	0	1	2	3	0	0	1	1
S2	2	3	2	1	2	2	3	1	1	2	2	0	1	1	1
S3	1	1	3	4	2	2	2	0	1	2	3	0	0	1	1
S4	2	2	2	4	2	2	2	0	1	0	3	1	0	1	1
S5	1	2	2	1	2	2	2	0	1	0	3	0	1	1	1
S6	1	2	1	1	2	2	2	0	1	0	2	0	0	1	1
S7	3	2	6	1	2	3	2	0	1	0	3	0	0	1	1
S8	2	4	6	3	1	2	2	1	1	0	2	1	1	1	0
S9	2	3	4	4	2	2	3	0	0	1	2	0	0	1	1
S10	2	3	3	4	2	2	2	0	1	0	2	0	0	1	1
S11	1	3	5	4	2	3	2	0	1	0	2	0	0	1	1
S12	1	1	4	4	1	2	3	0	1	0	3	1	1	1	1
S13	1	2	6	4	2	2	2	1	0	0	2	0	0	1	1
S14	2	2	4	1	2	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
S15	2	2	4	4	2	2	2	0	1	0	2	0	0	0	1
S16	2	2	6	4	2	2	2	0	1	0	2	0	0	1	1
S17	2	3	6	4	2	2	2	0	1	0	2	0	1	1	1
S18	3	2	6	2	2	2	2	0	0	1	3	0	0	1	1
S19	2	2	6	4	4	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
S20	2	2	6	4	2	3	3	0	1	0	2	1	0	1	1
S21	2	1	6	4	2	2	2	0	1	0	2	1	0	1	1
S22	3	2	6	3	2	2	2	0	0	1	2	0	1	1	1
S23	2	2	6	4	4	2	2	1	1	0	2	0	0	1	1
S24	2	1	6	4	2	2	2	0	1	0	3	0	0	1	1
S25	1	2	6	3	3	2	2	0	0	0	2	0	0	1	0

Nota: Base de datos. Resultados correspondiente al cuestionario en estudio aplicado como prueba piloto a 25 personas.

ANEXO D: CONFIABILIDAD ENCUESTA

➔ **Fiabilidad**

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	25	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	25	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,089	7

Nota. Para efectos de la confiabilidad del instrumento se ha aplicado la prueba Rho de Spearman (Alpha de Cronbach) por defecto a siete (07) de las quince (15) preguntas, por ser las que por su composición dicotómica pueden ser objeto de análisis estadístico. Para ello se consideró un intervalo de confianza del 95% con un margen de error del 5%. Los resultados arrojaron un valor de RHO 0,89, equivalente al 89% de confiabilidad. Esto indica que el instrumento goza de una buena consistencia interna.

ANEXO E: INICIATIVAS EN MODELOS BIOCLIMÁTICOS

Figura 20

Acondicionamiento de viviendas térmicas en Puno



28/03/2019 Hay más de 3,000 casas listas para atender a 12 regiones del país.

El Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis) anunció que acondicionará 755 viviendas de las zonas altas de Puno, como parte de los preparativos para enfrentar de mejor manera la temporada de heladas de este año en los sectores altoandinos del país.

Nota. Tomado de *Midis Acondicionará 755 Viviendas Térmicas Este Año*. De Diario Oficial El Peruano, 2019.

Figura 21

Viviendas bioclimáticas Sumaq Wasi.



Nota. Tomado de *Sumaq Wasi: MVCS superó este 2021 récord histórico en ejecución de viviendas*. De El Peruano, 2021.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) ejecutó en mayo un total de 2367 viviendas bioclimáticas Sumaq Wasi, en favor de las poblaciones de zonas rurales afectadas por las heladas y el friaje a nivel nacional. De esta manera, en lo que va del 2021, el MVCS ha ejecutado ya 4514 Sumaq Wasi, en las regiones de Apurímac, Cusco, Huancavelica, Junín y Puno. Este avance representa un 320% de lo alcanzado en entre enero y mayo del 2020 (1407)

ANEXO F: MAQUETA DEL MODELO BIOCLIMATICO WASI- IGLU

Figura 22

Maqueta del modelo bioclimático Wasi-Iglú



Nota: elaboración propia

ANEXO G: ÁMBITOS SUCEPTIBLES A HELADAS

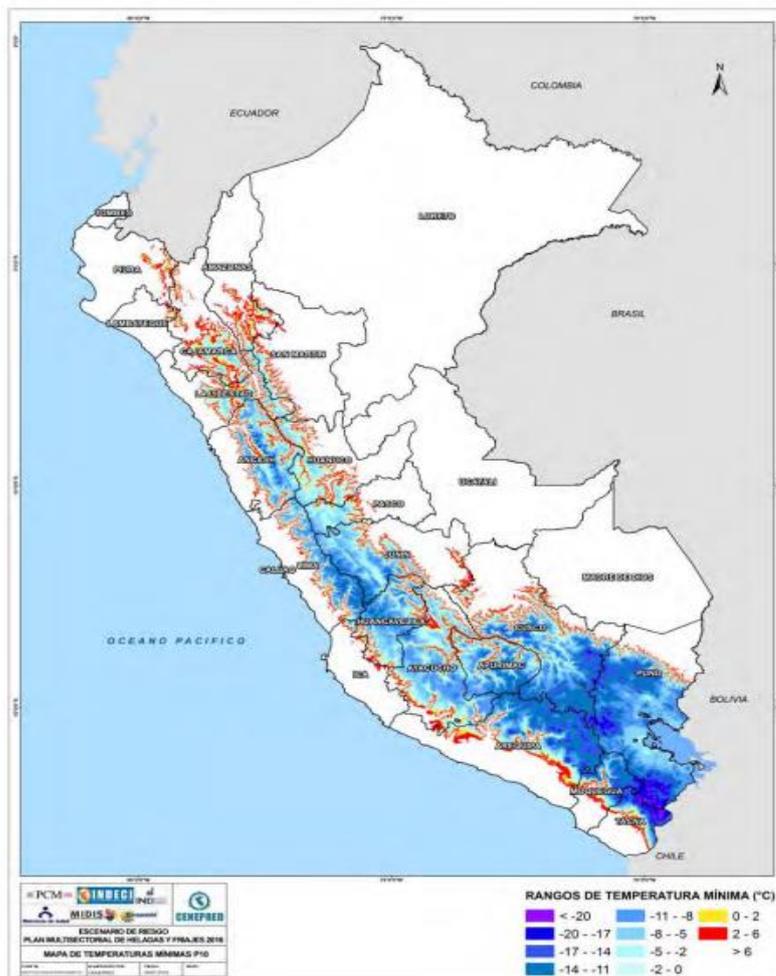
Figura 23

Mapa de temperaturas mínimas percentil 10-mes de julio

a. Ámbitos susceptibles a heladas

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) proporcionó el Mapa de Temperatura Mínima del Percentil 10, período promedio 1971 – 2000 del mes de Julio. El análisis y evaluación de esta información, permitió identificar las áreas geográficas con temperaturas mínimas severas de la región andina, así como las zonas susceptibles a la presencia de heladas meteorológicas. Es importante mencionar que la representación del mapa se ha realizado con valores promedio considerando un periodo no menor a

Figura N° 1: Mapa de Temperaturas mínimas del percentil 10 – Mes de Julio

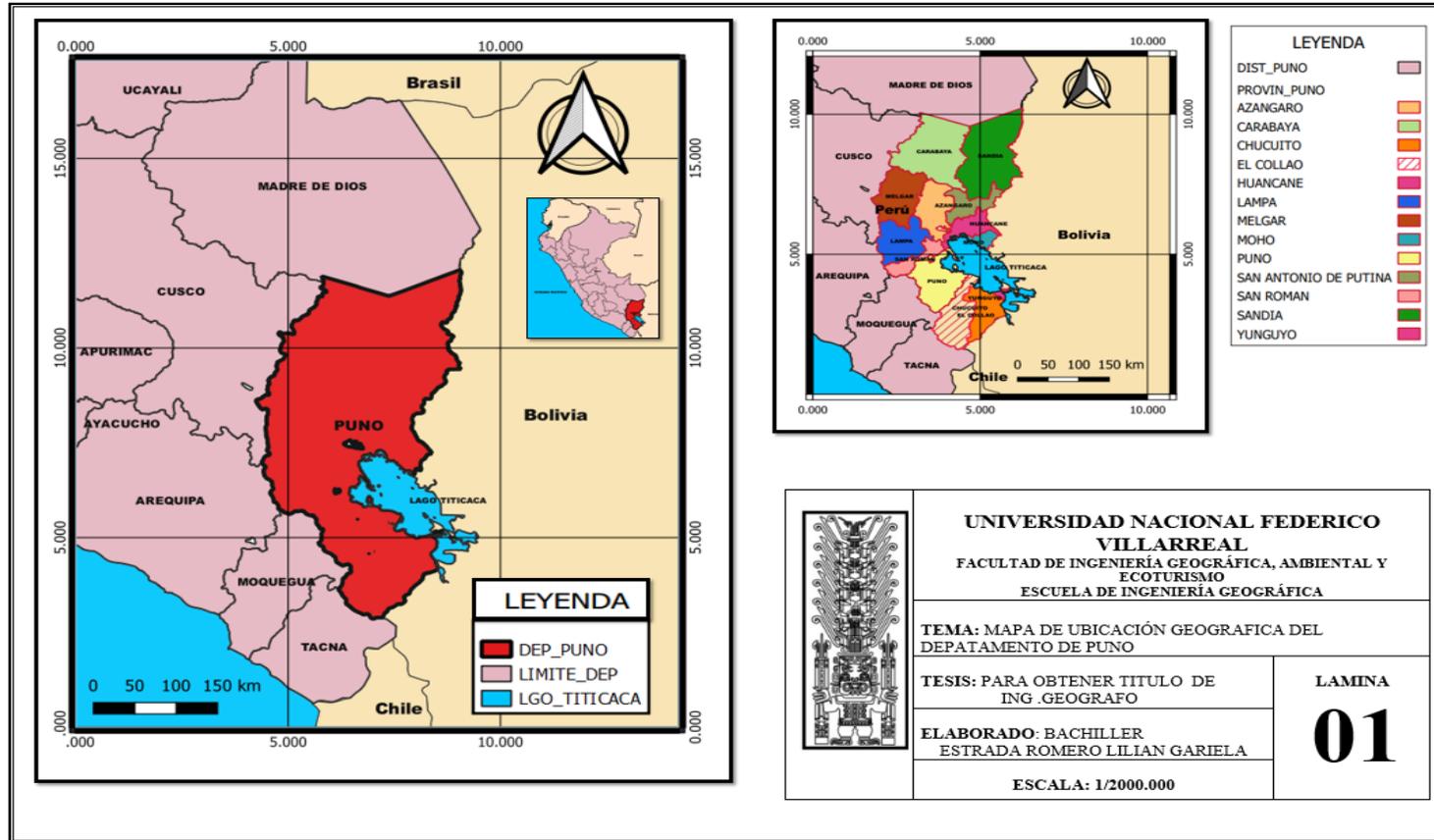


Nota. Tomado de *Boletín de Regional Puno N° 05*. De SENAMHI, 2021.

ANEXO H: MAPAS TEMÁTICOS

Figura 24

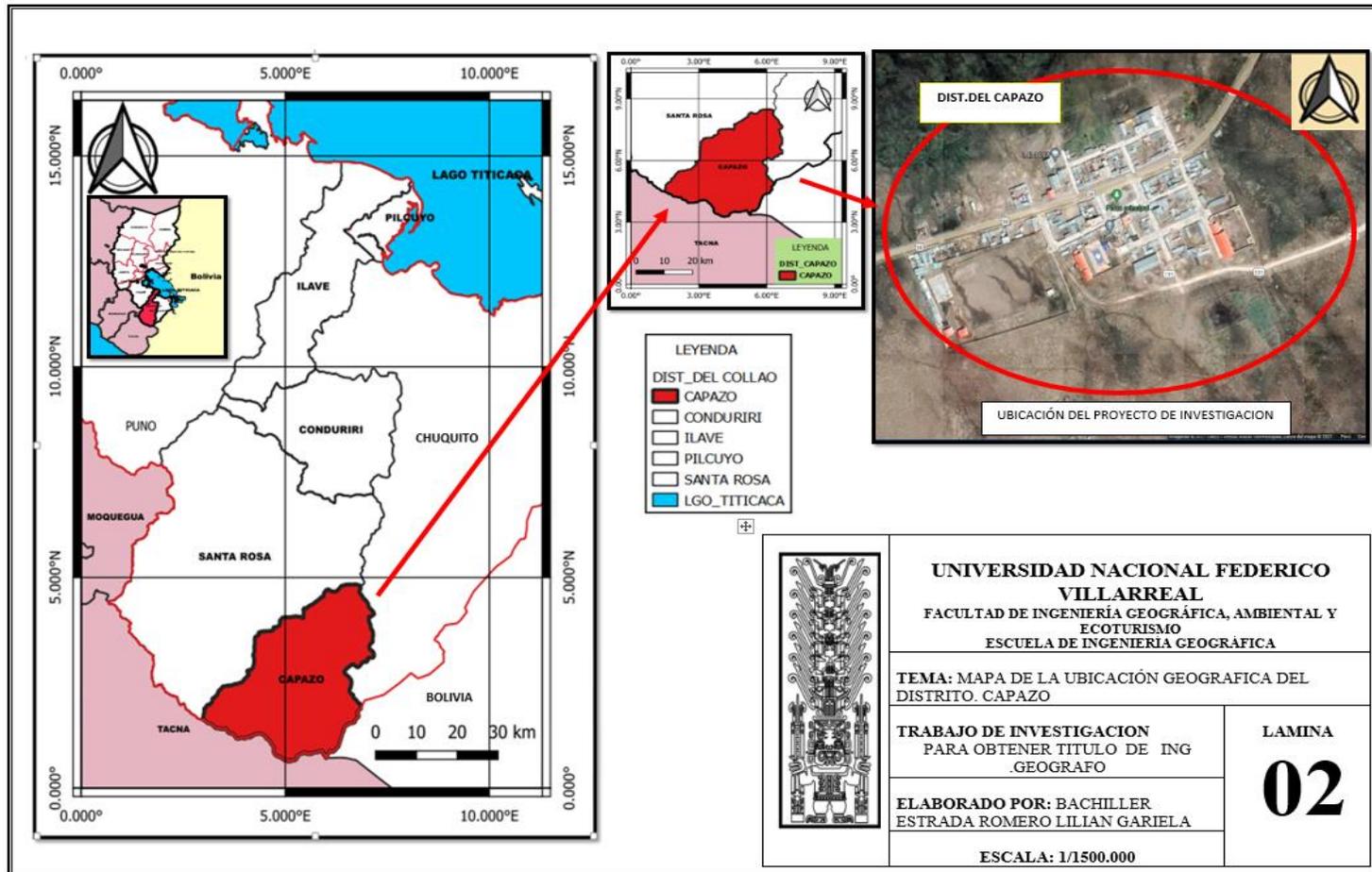
Mapa ubicación del departamento de Puno



Nota. Elaboración propia.

Figura 25

Mapa ubicación de la ubicación del distrito de Capazo.



Nota. Elaboración propia.