

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**AISLANTE TERMOACÚSTICO A BASE DE STIPA ICHU PARA
ATENUAR EL RUIDO Y CAMBIOS DRÁSTICOS DE
TEMPERATURA EN VIVIENDAS DE SECTORES EN EXPANSIÓN
URBANA DE LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

GABY MARIBEL ATAHUACHI LAYME

YANET NAYDA CARCAUSTO QUISPESAYHUA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**AISLANTE TERMOACÚSTICO A BASE DE STIPA ICHU PARA ATENUAR
 EL RUIDO Y CAMBIOS DRÁSTICOS DE TEMPERATURA EN VIVIENDAS
 DE SECTORES EN EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

GABY MARIBEL ATAHUACHI LAYME
YANET NAYDA CARCAUSTO QUISPESAYHUA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE:


 M.Sc. MARIANO ROBERTO GARCIA LOAYZA

PRIMER MIEMBRO:


 Ing. GUILLERMO NESTOR FERNANDEZ SILA

SEGUNDO MIEMBRO:


 Ing. ZENON MELLADO VARGAS

DIRECTOR / ASESOR:


 M.C. EMILIO CASTILLO ARONI

TEMA : Materiales de Construcción

ÁREA : Construcciones

LINEA DE INVESTIGACION: Construcciones y Gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN 28 DE DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

A DIOS. A mis padres Teodoro Atahuachi, Nora Layme, mi hermana Pilar, mi hermano Florencio y queridos sobrinos, por el esfuerzo y apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi vida.

Gaby M. Atahuachi Layme.

DEDICATORIA

A mi hija Emily por ser mi mayor motivación y traer tanta felicidad a mi vida, a mi esposo por ser mi apoyo incondicional y a mi madre en reconocimiento a todo su sacrificio puesto en mí.

Yanet N. Carcausto Quispesayhua.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme al camino del éxito y poder cumplir mis metas, y a mi hermosa familia por ser el soporte fundamental que me acompaña en el sendero de mi vida.

Gaby M. Atahuachi Layme.

Mi agradecimiento eterno a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

Yanet N. Carcausto Quispesayhua.

Agradecemos de manera especial a nuestra querida Casa Superior de Estudios, a nuestro Director de Tesis por su apoyo, al Ing. Néstor Leodan Suca Suca por su gran contribución y a todas las personas que nos apoyaron en el desarrollo del presente Proyecto de Investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1 Problemas Específicos	17
1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5.1 Hipótesis General.....	19
1.5.2 Hipótesis específicas.....	19
CAPITULO II.....	21
2. REVISIÓN DE LITERATURA	21
2.1 MARCO TEORICO.....	21
2.1.1 Antecedentes de la Investigación.....	21
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.2.1 Stipa Ichu (ICHU).....	25
2.2.2 Aislamiento Térmico y Acústico	31
2.2.3 Confort.....	43
2.2.4 Expansión Urbana.....	46
CAPITULO III.....	73
3. METODOLOGÍA	73
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	73
3.2 PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO	74
3.3 PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO.....	75
3.3.1 Ubicación de la muestra.....	75
3.3.2 Potencial en el altiplano Puneño del Stipa Ichu.....	75
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	75
3.5 DISEÑO ESTADISTICO	76

3.6	PROCEDIMIENTO	80
3.6.1	Trabajo de campo - in situ	80
3.6.2	Proceso de elaboración de muestras del Aislante Termoacústico de forma Manual 82	
3.6.3	Trabajo en Laboratorio (ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS)	84
3.6.4	Trabajo en Laboratorio (ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTO DEL AISLANTE TERMOACUSTICO).....	100
CAPITULO IV		109
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	109
4.1.	ENSAYOS DE CARACTERIZACION FISICA DEL STIPA ICHU	109
4.1.1.	Ensayo de Contenido de Humedad	109
4.1.2.	Ensayo de Densidad.....	109
4.1.3.	Ensayo de Porosidad	110
4.1.4	Ensayo de Fibra Cruda.....	111
4.1.5.	Ensayo de Cenizas	112
4.1.6.	Ensayo de Durabilidad a los Hongos	113
4.2.	ENSAYOS DE PROPIEDADES ANTE AGENTES EXTERNOS	116
4.2.1.	Ensayo de Aislamiento Acústico	116
4.2.2.	Ensayo de Aislamiento Térmico.....	119
4.2.3.	Ensayo de Resistencia al Fuego	121
4.2.4.	Ensayo de Resistencia a la Flexión.....	129
4.3.	DETERMINACION DE COSTOS.....	130
4.4.	PLAN DE MANEJO Y CONSERVACION DE PASTOS NATURALES... 130	
4.4.1.	Manejo de Los Pastos Naturales	131
4.4.2.	Mejora del pastizal.....	131
4.4.3.	Problemática del Manejo de los Pastos Naturales	131
4.4.4.	Manejo racional de los pastos naturales	133
5.	CONCLUSIONES	143
6.	RECOMENDACIONES.....	145
7.	REFERENCIAS.....	146
ANEXOS		151

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Relación del crecimiento de la población y el área urbana.</i>	51
<i>Tabla 2: Densidad Poblacional por Sectores de la Ciudad de Puno.</i>	67
<i>Tabla 3: Material predominante en los sectores de la ciudad de Puno - CUADRO N° II.130.</i>	72
<i>Tabla 4: Datos y resultados del ensayo de Contenido de Humedad del Stipa Ichu.</i>	109
<i>Tabla 5: Datos y resultados del ensayo de Densidad del Stipa Ichu.</i>	110
<i>Tabla 6: Datos y resultados del ensayo de Porosidad del Stipa Ichu.</i>	110
<i>Tabla 7: Fibra Cruda (%) del Stipa Ichu.</i>	111
<i>Tabla 8: Cenizas (%) del Stipa Ichu.</i>	112
<i>Tabla 9: Datos de las muestras del ensayo de durabilidad a los hongos del Stipa Ichu.</i>	113
<i>Tabla 10: Resultados del ensayo de durabilidad a los hongos del Stipa Ichu.</i>	115
<i>Tabla 11: Tabla de determinación de la durabilidad a los hongos, según la metodología utilizada.</i>	116
<i>Tabla 12: Resultado de la durabilidad a los hongos del Stipa Ichu.</i>	116
<i>Tabla 13: Promedio de los datos obtenidos de la medición con sonómetro.</i>	117
<i>Tabla 14: Resultados del procesamiento de datos - pérdida de transmisión de sonido en Db (A) del Stipa Ichu.</i>	118
<i>Tabla 15: Resultados del procesamiento de datos - Coeficiente de Reducción de Sonido (A) del Stipa Ichu.</i>	119
<i>Tabla 16: Resultados del coeficiente de conductividad térmica del Stipa Ichu, obtenidos por muestra ensayada.</i>	120
<i>Tabla 17: Resultados del coeficiente de conductividad térmica del Stipa Ichu, por espesor de muestra.</i>	121
<i>Tabla 18: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego de solo Stipa Ichu – Muestra 01 de espesor de 5cm.</i>	122
<i>Tabla 19: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego de solo Stipa Ichu – Muestra 02 de espesor de 5cm.</i>	122
<i>Tabla 20: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego de solo Stipa Ichu – Muestra 03 de espesor de 5cm.</i>	123
<i>Tabla 21: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego del Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso (Stipa Ichu+Yeso) – Muestra 01 de espesor de 6cm.</i>	123
<i>Tabla 22: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego del Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso (Stipa Ichu+Yeso) – Muestra 02 de espesor de 6cm.</i>	124
<i>Tabla 23: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego del Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso (Stipa Ichu+Yeso) – Muestra 03 de espesor de 6cm.</i>	125
<i>Tabla 24: Resultados y comportamiento del aislante termoacústico a base de solo Stipa Ichu, frente al agente externo fuego.</i>	126
<i>Tabla 25: Resultados y comportamiento del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu y recubierta de yeso, frente al agente externo fuego.</i>	127
<i>Tabla 26: Datos de las muestras ensayadas en el Equipo de Resistencia a la Flexión.</i>	129
<i>Tabla 27: Resultados de las muestras de Stipa Ichu ensayados.</i>	129
<i>Tabla 28: Cuadro de comparación de costos del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu en relación a otros productos existentes en el mercado.</i>	130

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Stipa Ichu.</i>	26
<i>Figura 2: Fases Fenológicas del Ichu - Stipa ichu, Festuca orthophylla, Festuca dolichophylla.</i>	28
<i>Figura 3: Resultados de análisis bromatológico del Ichu.</i>	29
<i>Figura 4: SEM micrografía para: a) y b) del vástago de fibra Ichu y c) y d) Ichu licencia fibra.</i>	31
<i>Figura 5: Conductividad térmica de materiales de construcción.</i>	33
<i>Figura 6: Comportamiento del calor y el frío, en una vivienda con y sin aislante.</i>	34
<i>Figura 7: Ruidos externos e internos que afectan el confort de una vivienda.</i>	39
<i>Figura 8: Niveles de contaminación ambiental y la escala de campos audibles o umbrales de audición.</i>	39
<i>Figura 9: Estándares de Calidad Ambiental en LAeq dB(A)</i>	40
<i>Figura 10: Resultados del monitoreo de Ruido Ambiental en horario diurno en zona comercial – Cuadro I.</i>	41
<i>Figura 11: Resultados del monitoreo de Ruido Ambiental en horario diurno en zona comercial – Cuadro II.</i>	42
<i>Figura 12: Resultados del monitoreo de Ruido Ambiental en horario diurno en zona residencial.</i>	42
<i>Figura 13: Distribución de la población mundial – urbana y rural.</i>	47
<i>Figura 14: Factores que influyen en el ecosistema urbano.</i>	48
<i>Figura 15: Trama Urbana inicial de la ciudad.</i>	52
<i>Figura 16: El trazo urbano cambia en la medida que su crecimiento es hacia los sectores más altos (por la topografía).</i>	52
<i>Figura 17: Esta imagen representa el crecimiento urbano en función a la topografía del terreno.</i>	53
<i>Figura 18: MAPA N° II.25</i>	55
<i>Figura 19: MAPA N° II.26</i>	56
<i>Figura 20: MAPA N° II.27</i>	57
<i>Figura 21: MAPA N° II.28</i>	58
<i>Figura 22: MAPA N° II.29</i>	60
<i>Figura 23: MAPA N° II.30</i>	61
<i>Figura 24: MAPA N° II.31</i>	63
<i>Figura 25: MAPA N° II.32</i>	64
<i>Figura 26: MAPA N° II.33</i>	65
<i>Figura 27: MAPA N° II.34</i>	66

<i>Figura 28: Edificaciones en adobe (Uros Chulluni).</i>	68
<i>Figura 29: Edificaciones de concreto en Av. Principal.</i>	69
<i>Figura 30: Interior de una edificación republicana.</i>	69
<i>Figura 31: Ejemplo de calle con fachadas inconclusas.</i>	70
<i>Figura 32: MAPA N° II.48</i>	71
<i>Figura 33: Vivienda en etapa de construcción (sin revestimiento en muros interiores).</i>	73
<i>Figura 34: Propuesta de colocación del Aislante termoacústico a base de Stipa Ichu.</i>	76
<i>Figura 35: Detalle de composición del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu.</i>	77
<i>Figura 36: Detalle de colocación del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, en el interior de los muros exteriores.</i>	78
<i>Figura 37: Propuesta de colocación del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, en el interior de los muros exteriores, con reforzamiento de alambre # 16 y tarugos con perno para ladrillo hueco.</i>	79
<i>Figura 38: Detalle de colocación del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu en Techos.</i> 80	
<i>Figura 39: Material base del aislante termo acústico (Stipa Ichu) en un cuadrante.</i>	81
<i>Figura 40: Herramientas y materiales utilizados en la recolección de material base del aislante termoacústico.</i>	81
<i>Figura 41: Herramientas y materiales utilizados para la elaboración de las muestras a ensayar.</i>	82
<i>Figura 42: Stipa Ichu picado con tijera podadora de jardín, usando guantes de cuero para protegerse las manos.</i>	82
<i>Figura 43: Colocado del Stipa Ichu picado en capas agregando cola de carpintero.</i>	83
<i>Figura 44: Compresión manual de las muestras con prensas de 9310 N de presión.</i>	83
<i>Figura 45: Medidas del panel de aislante termoacústico final 1.20m x 2.40m x 0.05m y revestimiento de yeso en las muestras elaboradas.</i>	84
<i>Figura 46: Ensayo de contenido de humedad realizado en laboratorio, utilizando estufa de secado, el disecador de campana y balanza de precisión.</i>	85
<i>Figura 47: Muestras del Ensayo de densidad realizado en laboratorio.</i>	86
<i>Figura 48: Muestras del ensayo de porosidad realizado en laboratorio.</i>	88
<i>Figura 49: Funcionamiento del equipo extractor Soxhlet.</i>	90
<i>Figura 50: Equipo Mufla del Laboratorio de Ingeniería Agronómica de la UNA - Puno.</i>	95
<i>Figura 51: Cultivo de hongos “Aspergillus Flavus”, en placas Petri.</i>	97
<i>Figura 52: Procedimiento de montaje de Probetas con muestras de Stipa Ichu.</i>	98
<i>Figura 53: Toma de datos de tres frascos de las muestras de Stipa Ichu.</i>	98
<i>Figura 54: Observación microscópica de una muestra de Stipa Ichu, cortado longitudinalmente por el medio.</i>	99

<i>Figura 55: Observación microscópica con menor nitidez de la coloración interna del Stipa Ichu.</i>	99
<i>Figura 56: Observación microscópica de una muestra de Stipa Ichu, cortado transversalmente.</i>	100
<i>Figura 57: Medición de la Temperatura de ebullición del agua mediante el Pirómetro.</i>	102
<i>Figura 58: Recolección de datos de las muestras de Stipa Ichu.</i>	103
<i>Figura 59: Esquema del sistema de medición para la atenuación del ruido.</i>	104
<i>Figura 60: Sistema de medición instalado para la toma de datos.</i>	104
<i>Figura 61: Generador de frecuencias utilizado del Laboratorio de la E.P. de Ing. Electrónica.</i>	105
<i>Figura 62: Registrando datos del sonómetro.</i>	105
<i>Figura 63: Instalación del Equipo para la realización del ensayo.</i>	106
<i>Figura 64: Toma de datos con el uso del Pirómetro.</i>	106
<i>Figura 65: Radio de quemadura de la muestra ensayada.</i>	107
<i>Figura 66: Testigos ensayados de Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso.</i>	108
<i>Figura 67: Carga a velocidad constante con el equipo de Resistencia a la flexión ORION.</i>	108
<i>Figura 68: Propuesta de manejo adecuado de Pastos altoandinos.</i>	133
<i>Figura 69: Reconocimiento de áreas de mitigación.</i>	135
<i>Figura 70: Medición del rendimiento del pastizal por metro cuadrado.</i>	136
<i>Figura 71: Fenología de principales especies de importancia ganadera de la pradera nativa altoandina.</i>	138

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

NTP: Norma Técnica Peruana.

CONAM: Consejo Nacional del Ambiente.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

MINSA: Ministerio de Salud.

OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

MPP: Municipalidad Provincial de Puno

ANDIMA: Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes.

IDEA: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

ASTM: American Society for Testing Materials.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer un material de construcción que consiste en un aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, el cual permitirá atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura que se perciben en el interior de viviendas construidas de albañilería confinada y concreto armado de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno, que se encuentren en la etapa de construcción (sin revestimiento); aprovechando un recurso natural accesible de extraer en toda nuestra región, y otros lugares con pisos ecológicos y altitudinales similares, permitiendo que las viviendas tengan un confort térmico y acústico, además de ser económico en comparación a otros materiales termoacústicos del mercado. Para alcanzar nuestros objetivos, se aplicó el siguiente procedimiento: Primero, se determinó las propiedades físicas del Stipa Ichu como componente principal del aislante termoacústico, mediante ensayos de caracterización: Densidad, porosidad, durabilidad, contenido de humedad y coeficiente de absorción; como siguiente paso, se elaboró las muestras de manera manual, divididas en dos tipos de muestras; luego, se determinó el comportamiento de las muestras elaboradas y propuestas como aislante termoacústico, a base de Stipa Ichu y recubierta con yeso para mejorar su desempeño ante agentes externos como: cambios drásticos de temperatura, ruido, fuego y flexión (ensayos de aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y resistencia a la flexión). Los resultados demuestran que el Stipa Ichu tiene propiedades físicas adecuadas para ser empleada como un material para el aislamiento térmico y acústico de viviendas, además de ser amigable con el medio ambiente y revalorar una práctica ancestral.

Palabras Clave: Stipa Ichu, aislamiento térmico, aislamiento acústico, confort, expansión urbana.

ABSTRACT

The objective of this research is to propose a construction material consisting of a thermoacoustic insulation based on Stipa Ichu, which will mitigate the noise and drastic changes in temperature that are perceived inside homes built of confined masonry and reinforced concrete in sectors in urban sprawl of the city of Puno, which are in the construction stage (without coating); taking advantage of an accessible natural resource to extract throughout our region, and other places with similar ecological and altitudinal floors, allowing homes to have thermal and acoustic comfort, as well as being economical compared to other thermoacoustic materials on the market. To achieve our objectives, the following procedure was applied: First, the physical properties of Stipa Ichu were determined as the main component of the thermoacoustic insulation, by characterization tests: Density, porosity, durability, moisture content and absorption coefficient; As a next step, the samples were prepared manually, divided into two types of samples; then, the behavior of the samples developed and proposed as thermoacoustic insulation, based on Stipa Ichu and coated with gypsum was determined to improve its performance against external agents such as: drastic changes in temperature, noise, fire and bending (thermal insulation tests, acoustic insulation, resistance to fire and resistance to bending). The results show that Stipa Ichu has adequate physical properties to be used as a material for the thermal and acoustic insulation of homes, as well as being friendly to the environment and reassessing an ancestral practice.

Keywords: Stipa Ichu, thermal insulation, sound insulation, comfort, urban sprawl.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la filosofía de construcciones civiles sostenibles ha tomado mucha importancia. Esta promueve, entre otras cosas, edificios que reduzcan desperdicios en su construcción o que los generados sean reciclables. (Bozano Subia & Vera Aray, 2014). Sin embargo, la construcción tradicional en nuestro país demostró poca utilización de los sistemas constructivos alternativos como el uso de materiales innovadores y el aprovechamiento integral de los recursos renovables, como es el caso de la fibra natural Stipa Ichu; donde, los productos utilizados como aislantes termoacústicos para la construcción, como la “lana de vidrio”, “lana mineral”, “film plástico alveolar” y las “espumas de poliestireno” y “espumas poliuretánicas”; los cuales en su Análisis de Ciclo de Vida “UCV” tanto en sus procesos de producción, utilización y desecho, producen altos grados de contaminación al medio ambiente y un consumo considerable de energía de producción, con el consecuente alto costo ecológico. (CELANO, 2008)

La ciudad de Puno, está situado a orillas del lago Titicaca, presentando un clima frío, es decir durante las mañanas presenciamos temperaturas cálidas de 21°C aproximadamente y durante la noche la temperatura ambiental desciende hasta -4°C, según SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), teniendo una temperatura media anual entre 14.4°C y 2.7°C. A pesar de que la población se encuentra consiente del problema, por otro lado, también se tiene problemas con el ruido, lo que se afirmamos de acuerdo al Informe de Monitoreo de Ruido Ambiental realizado en la Ciudad de Puno (Informe N° 744-2013-OEFA-DE-SDCA), realizado por la OEFA

(Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), mediante el que se determinó que existe contaminación acústica en la Ciudad de Puno, debido a que los niveles de presión sonora continuos equivalentes con ponderación A, obtenidos en los treinta y dos (32) puntos de la ciudad de Puno, se encuentran entre 65.0 a 80.6 decibeles, siendo superiores a los niveles sonoros permisibles. De lo antes señalado, claramente evidenciamos problemas ocasionados por cambios bruscos de temperatura y los altos niveles sonoros a los que la población se encuentra expuesta, por lo que es necesario proponer una alternativa de solución que permita la tranquilidad, disfrute del tiempo libre y el descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de nuestra vida, en amparo a lo establecido en el inciso 22, artículo 2 de la Constitución Política del Perú, siendo un derecho que tiene toda persona para vivir en Confort dentro de sus viviendas. Asimismo, de acuerdo al RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), Título III – Arquitectura: Norma A.010, Capítulo X – Requisitos de Ventilación y Acondicionamiento Ambiental, que establece lo siguiente: *“Artículo 55.- Los ambientes deberán contar con un grado de aislamiento térmico y acústico del exterior, considerando la localización de la edificación, que le permita el uso óptimo, de acuerdo con la función que se desarrollará en él”; y “Artículo 56.- Los requisitos para lograr un suficiente aislamiento térmico, en zonas donde la temperatura descienda por debajo de los 12 grados Celsius, serán los siguientes: Los parámetros exteriores deberán ejecutarse con materiales aislantes que permitan mantener el nivel de confort al interior de los ambientes, bien sea por medios mecánicos o naturales”*. Además, se debe considerar que el material base (Stipa Ichu), es un recurso natural accesible y aprovechable que se puede encontrar en grandes cantidades en toda nuestra región, país y otros países con pisos ecológicos y altitudinales similares, el mismo que es amigable

con el Medio Ambiente y revaloriza una práctica ancestral que fue y es aún desarrollada en las zonas rurales de nuestra región y del país.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu permitirá atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en las viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno?

1.2.1 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas del Stipa Ichu como componente principal del aislante termoacústico?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu recubierta con yeso, ante agentes externos?
- ¿Cuáles son los beneficios económicos y ambientales del uso del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu con respecto a otros materiales?

1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

La razón de llevar a cabo la investigación surge fundamentalmente de la tendencia al incremento de la contaminación acústica y cambios drásticos de temperatura en la ciudad de Puno, este trabajo experimental busca proponer un aislante termoacústico que se usará como paneles (conformado de tallos de Stipa Ichu, recubierta con yeso para mejorar su desempeño ante agentes externos); que se colocarán al interior de los muros exteriores de la vivienda, lo cual permitirá brindar mejores condiciones de habitabilidad a bajo costo; garantizará un ahorro energético y una mejora en la salud ambiental de los usuarios, ya que el Stipa Ichu es un material no tóxico, accesible, económico y amigable con el medio ambiente.

El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu será una alternativa de solución para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en las viviendas construidas de albañilería confinada y concreto armado, de sectores en expansión urbana de la Ciudad de Puno, los cuales en su mayoría se encuentran en etapa de construcción (sin revestimiento). Además, permite revalorar e innovar la técnica ancestral del uso del Stipa Ichu como material de construcción.

- **Justificación técnica:** El uso del Stipa Ichu como aislante termo acústico propone una alternativa de construcción que permite revalorar los conocimientos ancestrales, destacando su importancia para el desarrollo sostenible.
- **Justificación económica:** Los aislantes termo acústicos en el mercado están hechas a base de materiales sintéticos, cuya elaboración resulta ser muy costosa y genera a su vez impactos ambientales negativos. El aprovechamiento del Stipa Ichu como aislante termo acústico resulta ser más económico y accesible, ya que es una materia prima oriundo de la zona.
- **Justificación social:** La aplicación del aislante termoacústico permitirá generar confort térmico y acústico en las viviendas construidas de albañilería confinada y concreto armado, carentes de revestimiento de los sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno, con la utilización del Stipa Ichu se estaría aportando en generar una conciencia y cultura ambiental en la población, ya que es una forma de promover el aprovechamiento de materias primas oriundos de la zona.
- **Justificación ambiental:** Con la elaboración del aislante termo acústico a base de Stipa Ichu como materia prima, aportará en la disminución de la contaminación ambiental por residuos sólidos, ya que el Stipa Ichu es un

material ecológico, la aplicación del aislante termoacústico permitirá brindar una alternativa para atenuar el ruido.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Proponer un aislante termoacústico a base de Stipa Ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en las viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades físicas del Stipa Ichu para usarlo como componente principal del aislante termo acústico.
- Evaluar el comportamiento del aislante termo acústico a base de Stipa Ichu recubierta con yeso ante agentes externos.
- Comparar y determinar los beneficios ambientales y el costo de construcción del aislante termo acústico a base de Stipa Ichu con respecto a otros materiales.

1.5 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu tendrá una buena capacidad como aislante térmico y acústico, permitiendo atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en las viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Las propiedades físicas del Stipa Ichu son óptimas para usarlo como

componente principal del aislante termo acústico.

- El aislante termo acústico a base de Stipa Ichu con recubrimiento de yeso presenta un buen comportamiento ante agentes externos.
- El costo del aislante termo acústico a base de Stipa Ichu es inferior a comparación con otros materiales, y hace uso de un material tradicional natural.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Antecedentes de la Investigación

La paja ha sido utilizada desde la antigüedad en la construcción, en cubiertas, como material fibroso refuerzo en el adobe, en muros continuos de tierra para alivianarlos, etc. Hoy día se puede llegar a nuevas formas de uso de estas fibras, de manera estandarizada, de fácil puesta en obra, que gracias a una nueva homogeneización pueda posicionarse en el exigente sector de la edificación, sin ignorar los estándares de durabilidad y confort de la vivienda construida, donde el uso de residuos agro-industriales puede tener una contribución vital. (Mathur, 2005)

El desarrollo de componentes constructivos alternativos a base de desperdicios de la industria de la madera, aserrín y virutas, provenientes de bosques implantados de “pinus” en la provincia de Misiones del Nordeste de Argentina, al ser ensayados en laboratorio demostraron ser eficientes respecto al aislamiento térmico y como buen material absorbente acústico. En este país los productos utilizados como aislantes termo-acústicos para la construcción, siguen siendo los tradicionales, como la “lana de vidrio”, “lana mineral”, “film plástico alveolar” y las “espumas de poliestireno” y “espumas poliuretánicas”; los cuales en su Análisis de Ciclo de Vida “UCV” tanto en sus procesos de producción, utilización y desecho, producen altos grados de contaminación al medio ambiente y un consumo considerable de energía de producción, con el consecuente alto costo ecológico. La madera como material de construcción posee ventajas comparativas frente a otros materiales tradicionales, dado que se elaborada como producto industrial con un consumo aceptable de energía y de bajo

impacto ambiental por la mínima emisión de CO₂. La madera específicamente favorece al ahorro del consumo energético por sus cualidades naturales como aislantes térmicos y mejora las condiciones de habitabilidad por las cualidades acústicas. Estos recursos naturales, pueden estar disponibles como nuevos materiales y productos alternativos, de manera accesible en cuanto a costos y tecnología; si se implementa según una explotación racional, sustentable, a través de su máximo aprovechamiento de toda la variedad de sus productos y subproductos, como los residuos del procesamiento de la madera. (Celano, 2008)

La rehabilitación mediante el aislamiento térmico se considera la fórmula de ahorro de energía de menor coste y máximo beneficio para el usuario/propietario del edificio, y tiene, además, una gran repercusión en la sociedad en términos económicos y medioambientales. Disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero (principalmente CO₂): La producción de energía eléctrica lleva asociada emisiones de CO₂. Una casa bien aislada térmicamente contribuye a reducir el consumo de energía y, por tanto, la emisión de gases con efecto invernadero. (Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMA) en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2008)

En el Perú los bosques y praderas andinas juegan un rol muy importante en los ambientes de alta montaña, debido a que son los principales almacenadores de agua y debido a la alta radiación solar permite una acumulación evidente de biomasa, siendo este último uno de los servicios ambientales fundamental porque permite la acumulación de carbono atmosférico, convirtiéndose en controlador del calentamiento global. (HUERTA, 2012).

El día 20 de septiembre del 2013, los profesionales de la Dirección de Evaluación del OEFA, realizaron la exposición de los resultados de las mediciones de ruido ambiental en la ciudad de Puno, la cual se llevó a cabo en las instalaciones de la OD Puno, donde asistieron representantes de la Municipalidad Provinciales de Puno. Los niveles de presión sonora continuos equivalentes con ponderación A, obtenidos en los treinta y dos (32) puntos de la ciudad de Puno se encuentran entre 65.0 a 80.6 decibeles. Durante el monitoreo se obtuvieron resultados que superaron en la mayoría de puntos, los límites permisibles señalados en la Ordenanza Municipal N° 214-2008-MPP. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2013)

Esta investigación se ha centrado en el estudio de la evaluación del coeficiente de absorción de barreras acústicas elaboradas con residuos orgánicos de corontas de maíz y hojas de piña con papel periódico reciclado, parámetro que permite caracterizar el comportamiento acústico de los materiales absorbentes de sonido. La metodología empleada para dicho propósito se basa en el tubo de impedancia acústica o tubo de Kundt. Finalmente, los resultados obtenidos, demuestran que las barreras acústicas elaboradas con residuos orgánicos tienen una alta capacidad de absorción del ruido, ya que sobre todo las muestras elaboradas con corontas de maíz presentaron coeficientes de absorción acústica entre 0.5 y 0.9, con pequeñas diferencias para el caso de las muestras de hojas de piña. (Carranza Chavarría & Tovar Palomino, 2014)

Stipa Ichu: Gramínea perenne, con muchos macollos y renuevos agrupados de modo compacto, las cañas de 25-80 cm de altura, puntiagudas, duras. Hojas con láminas foliares de 10-33 cm de longitud, con haz áspero y envés sin pelos. Inflorescencia una panícula de 15-30 cm de longitud, sedosa y densamente provista de flores desde la base; espiguillas con pedicelos cortos; glumas de 6-8 mm de longitud, transparentes. Esta Gramínea es reconocible por sus tallos o cañas de 25-80 cm de longitud, sus hojas con

haz áspero y envés sin pelos; también, por sus panículas de 15-30 cm de longitud, sedosas, abundantemente floridas desde la base, con las glumas transparentes. Ámbito Altoandino; forma extensos pajonales a campo abierto, entre 3700-4800 msnm. ((Ruiz. et Pavón) Kunth, 2012).

La paja es una planta andina que pertenece a la familia de las ciperáceas-juncos, existen varios tipos de pajas entre ellos están el “hiro” o comúnmente llamado “paja brava”, este tipo de paja es usado como alimento para el ganado y también como cobertura final de la punta del techo de las “chuccllas”. También está el “stipa ichu” este tipo de paja es usado para las coberturas de las viviendas andinas, también es muy usado como alimento del ganado. La paja es un material que por sus propiedades térmicas es muy adecuado para su uso como aislamiento térmico. Debido a sus propiedades naturales: es transpirable y regulador de humedad. (Mendoza, 2015)

El ichu cuenta con una buena conductividad térmica, lo que permite retener el calor en un ambiente y actuar como aislante térmico. “Este proyecto busca mitigar los efectos del friaje en viviendas de escasos recursos en zonas altoandinas de nuestro país. Nuestros estudiantes generan soluciones con conciencia social, buscamos que ellos realicen proyectos que agrupan ingeniería, tecnología, innovación y mucho trabajo en equipo. Con el asesoramiento de investigadores y profesores, generan soluciones reales a problemas reales” (UTECH & MIT, 2015)

La Dirección Nacional de Construcción cuenta con los expedientes técnicos de las soluciones térmicas para viviendas rurales existentes y nuevas, ubicadas en zonas altoandinas, las cuales fueron socialmente aceptadas y científicamente validadas, a través de la medición de temperatura y humedad relativa, mediante el uso de sensores electrónicos monitoreados en todo el periodo de estudio. Para el aislamiento del techo

se usó: Fibrocemento, paja y calamina (Aislamiento térmico). Incremento de la temperatura interior de las viviendas hasta 8 °C respecto a la temperatura exterior, así como de los luxes mediante el aprovechamiento de los recursos naturales de la zona: la energía y luz solar, así como la tierra, la eliminación (sellado) de las infiltraciones de aire helado, utilización de materiales de construcción que retienen el calor y que impiden el ingreso del frío por conducción. La aplicación de sistemas fotovoltaicos y foto térmicos para el calentamiento del agua y generación de energía, la aplicación de claraboyas y ventanas ha multiplicado el número de luxes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Stipa Ichu (ICHU)

2.2.1.1 Generalidades

Denominada paja brava es un pasto del altiplano andino sudamericano, es una planta endémica de países como Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Colombia Ecuador, Perú, Chile y Argentina. Soporta el clima del altiplano, árido, pedregoso, arenoso.

Son vegetaciones distribuidas en diferentes pisos térmicos desde los 3,500 m hasta los 4,000 m, cubriendo planicies y laderas, en áreas de suelos delgados con pH ácido. La especie dominante es la *Stipa ichu* (Ichhu o ichhu siqua) que tiene un corto periodo de rebrote, permaneciendo seca la mayor parte del año. Algunas especies que acompañan al ichhu en las laderas son *Aristida enodis* (Orqo iru) y en forma menos frecuente *Hypochoeris taraxacoides* (Pilli).



Figura 1: Stipa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Estos pastizales son de muy baja capacidad de carga a pesar de que aparentemente muestran una buena biomasa. Se considera que la carga máxima sería de 1 U.O. Ha/año, pero que quizás las llamas utilizarían mejor estos pastizales. (MAYTA HUIZA, 2010)

2.2.1.2 Etimología

Stipa: Nombre genérico que deriva del griego stupe (estopa, estopa) o stuppeion (fibra), aludiendo a las aristas plumosas de las especies euroasiáticas, o (más probablemente) a la fibra obtenida de pastos de esparto.

Ichu: Paja en quechua.

2.2.1.3 Nombre científico

Stipa Ichu (Ruiz et Pavon) Kunth.

2.2.1.4 Características

- Reino Plantae
- Familia Poaceae
- Tribu: Stipeae
- Genero Stipa
- Especie Stipa Ichu

2.2.1.5 Hábitat

Suelos descubiertos algo degradados, pajonales de puna.

2.2.1.6 Descripción de uso y palatabilidad

Mayormente consumido por llamas y vacunos, sólo en estado tierno es consumido por alpacas durante el pastoreo de verano (puna seca), también se usa para la mezcla del barro en la elaboración de adobes.

2.2.1.7 Otros nombres

Zona Aymara : Sikuya

Zona Quechua: Sikiuya (Comeruco - Puno)

Ichu (Ocongate – Cusco)

Sikua ichua (Tocroyoc, Espinar)

2.2.1.8 Valor nutricional

- **Proteína cruda:** Elongación 5.1 %
- **Fibra cruda:** Elongación 35.4 %
- **Proteína digestible:** (ovinos) 2.25 % (Elongación)

2.2.1.9 Beneficios que proporciona el Ichu

- Las fibras de Ichu tienen propiedades de aislamiento térmico que pueden utilizarse para aumentar el aislamiento térmico de las viviendas en las regiones andinas.
- El Ichu se usa para la mezcla del barro en la elaboración de adobes.
- El Ichu COMO ALTERNATIVA LOCAL EN EL CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer, genera valores altos, para el rendimiento con 895 g. una eficiencia biológica de 160% y una tasa de producción de 1,88 %/día. (CHAVEZ MENACHO, 2016)

2.2.1.10 Fases Fenológicas del Ichu

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Una fase fenológica viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica.

La mayoría de estas fases son visibles en casi todas las plantas, sin embargo, existen algunas plantas que poseen ciertas fases invisibles, tal es el caso de la higuera cuya fase de floración es invisible; la sandía es otro ejemplo en la cual la fase de maduración no es notoria. (Ministerio del Ambiente, 2011)

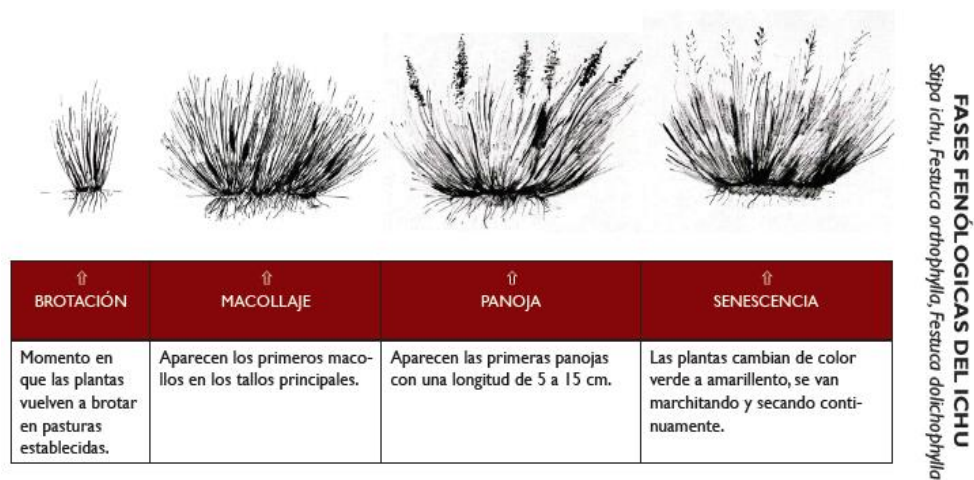


Figura 2: Fases Fenológicas del Ichu - *Stipa ichu*, *Festuca orthophylla*, *Festuca dolichophylla*.

FUENTE: (Ministerio del Ambiente, 2011)

2.2.1.11 Análisis bromatológico del Ichu y otros forrajes

N. Científico	MS %	MO %	PC %	EE %	FC %	ELN %	CENIZA %
<i>Medicago sativa</i>	100	90	23.8	3.9	22.8	40.1	10.0
<i>Festuca dolichophylla</i>	100	-	7.9	1.5	34.0	55.9	6.0
<i>Calamagostris sp.</i>	100	94.5	8.4	2.6	33.0	52.0	5.5
<i>Stipa ichu</i>	100	91.9	7.7	1.9	32.5	51.0	8.1

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba) 2007

Donde:

- MS = Materia seca
- MO = Materia orgánica
- PC = Proteína cruda
- EE = Extracto etéreo
- FC = Fibra cruda
- ELN = Estrato libre de nitrógeno

Figura 3: Resultados de análisis bromatológico del Ichu.

FUENTE: (CHOQUE CALLE, 2008)

2.2.1.12 Composición del Ichu

En el proyecto de investigación (Obtención de Bioetanol Anhidro a Partir de Paja (*Stipa Ichu*)), que tiene como finalidad obtener bioetanol de concentración igual al 99.6 % v/v a partir de paja *Stipa ichu*. Se caracterizó la materia prima obteniéndose como resultado la siguiente composición en base seca: 45.9 % celulosa, 18.2 % lignina, 5.5 % pentosanos y 5.6 % cenizas. La humedad en base seca es igual a 57.7 % y el contenido de ceras, resinas y grasas igual a 6.7 %. Para obtener un sustrato rico en azúcares, la materia prima se sometió a hidrólisis ácida, como resultado de estos ensayos se determinaron las mejores condiciones de la hidrólisis: concentración de ácido sulfúrico de 8 % w/w y tiempo de reacción de 6 horas. Estos parámetros permitieron alcanzar un rendimiento de 0.41 gramos de azúcares reductores por cada gramo de paja hidrolizada, empleando una relación sólido/líquido de 50 g de paja por cada litro de solución ácida. El producto de la hidrólisis se sometió a fermentación alcohólica, se obtuvo en rendimiento de 0.46 g etanol/g azúcares reductores. El

fermentado se destiló y rectificó hasta alcanzar una concentración cercana al 85 % de etanol w/w; luego fue sometido a destilación extractiva empleando glicerina como agente de separación. Se logró obtener bioetanol anhidro en los ensayos de destilación extractiva empleando una relación molar glicerina: etanol igual a 3:1. (Albarracín , Jaramillo , & Albuja , 2012)

2.2.1.13 Almacenamiento de carbono del Ichu

En la tesis titulada Almacenamiento de Carbono del Ichu *Stipa Ichu* en las Praderas naturales Altoandinas de Lucanas, Puquio –Ayacucho. 2016, se tuvo como objetivo determinar el almacenamiento de carbono del Ichu en las praderas naturales Altoandinas, Lucanas-Puquio, Ayacucho y para esto fue necesario cuantificar el peso seco y fresco de la biomasa arbustiva, herbácea, raíz ,etc.; el método utilizado es el método destructivo y en el caso de biomasa arbustiva ,herbácea, por otro lado se tomara datos con el método no destructivo por medio de fórmulas establecidas para el contenido de carbono en la tesis se utilizó la metodología dada por el IPCC (El Panel Intergubernamental del Cambio Climático) el cual nos indica como valor estándar al 0.50 para la determinación de la fracción de conversión. Como resultado se determinó que la cantidad carbono en biomasa arbustiva fue de hasta 8 93 t/ha, biomasa en raíces 0,4 t/a y carbono en el suelo con 44.42 t/ha. Por lo que se concluye que las praderas naturales alto andinas con especie de ichu en Lucanas contribuyen significativamente a la disminución del CO₂ en la atmosfera. (Huamaní Quispe, 2016)

2.2.1.14 La estructura del *Stipa Ichu*

La estructura de fibra Ichu está compuesta por los tallos y las hojas; ambos tienen una forma tubular y puede ser confundirse fácilmente. El diámetro de fibra promedio es de 0.39 y 0.83 para fino y grueso Ichu respectivamente.

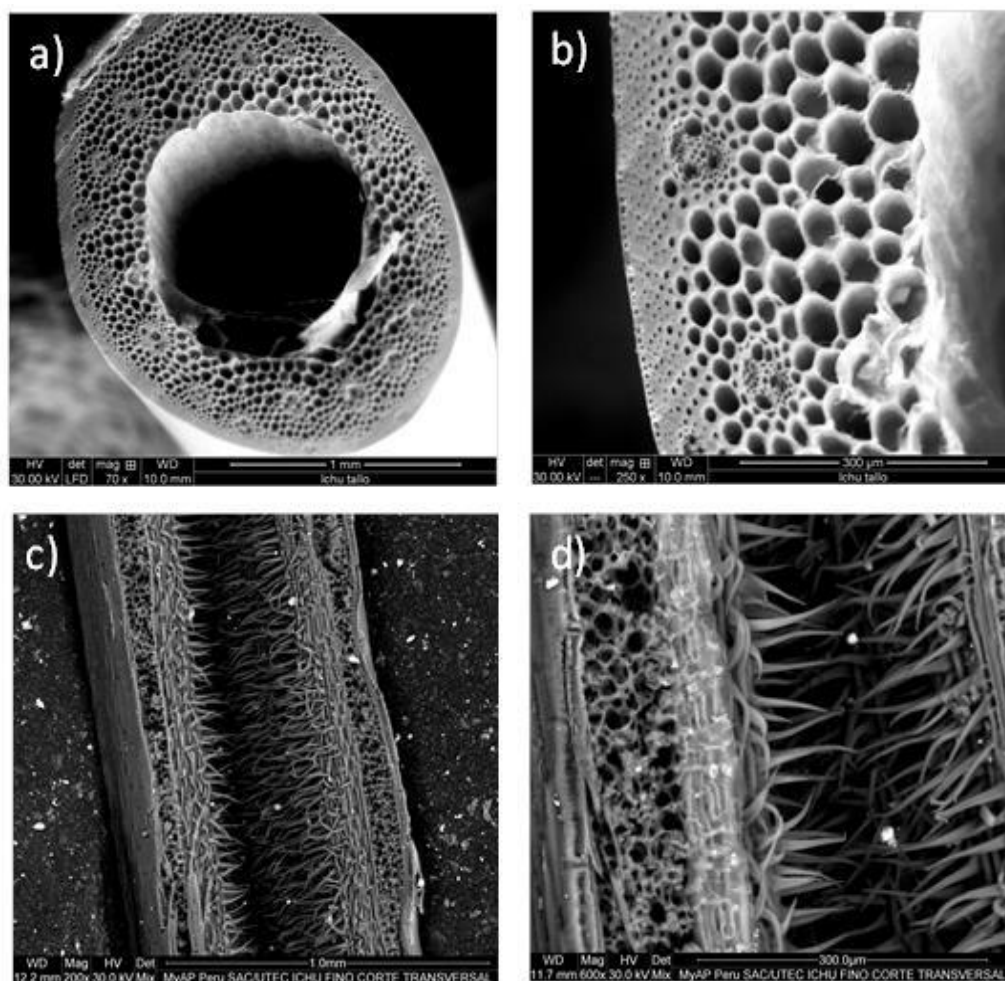


Figura 4: SEM micrografía para: a) y b) del vástago de fibra Ichu y c) y d) Ichu licencia fibra.

FUENTE: (UTECH & MIT, 2015)

2.2.2 Aislamiento Térmico y Acústico

2.2.2.1 Aislante térmico

Un aislante térmico es un material capaz de oponerse al paso de energía entre dos ambientes o cuerpos. En la construcción, son todos aquellos materiales o elementos constructivos que evitan el flujo de calor entre el ambiente interior de la vivienda, o edificación, y el exterior¹.

La transferencia de calor entre dos cuerpos puede darse por radiación, a través de ondas electromagnéticas; por convección, a través de un fluido como el aire; y por

¹ Adaptado del Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica de Chile.

conducción, cuando los cuerpos están en contacto directo. A continuación, se presentan algunos conceptos adicionales necesarios, los cuales son propiedades de los materiales aislantes térmicos.

- **Conductividad térmica λ**

Es la propiedad física que determina a un aislante térmico. Representa la velocidad del calor a través de una masa de material de geometría definida. La conductividad térmica es la propiedad física que expresa el fenómeno de conducción.

- **Inercia térmica I**

Es la capacidad de un material de almacenar calor para luego emitirlo. Esta característica es aprovechable para zonas de elevada radiación solar durante cierta cantidad de horas y donde además se presenta una diferencia de temperatura amplia entre el día y la noche.

- **Resistencia térmica R**

Es la oposición al paso del calor de un material. Depende directamente de su conductividad térmica e inversamente de su espesor. La resistencia térmica total de un elemento es la sumatoria de todas las resistencias de los materiales y de sus superficies externa e interna.

- **Transmitancia o Transmisión térmica U**

Corresponde a la inversa de la resistencia térmica total. Un aislante térmico se caracteriza por poseer una baja conductividad térmica o una alta resistencia térmica. La ventaja de usar aislantes térmicos en una vivienda es que permiten establecer en su ambiente interior temperaturas más adecuadas que las existentes en el exterior, almacenando calor y llegando a alcanzar un confort térmico.

2.2.2.2 Materiales que aportan aislamiento térmico en la construcción

En la construcción de edificaciones, se emplean diversos materiales para los elementos de contorno, los cuales no necesariamente favorecen al aislamiento térmico de las viviendas.

Los mejores aislantes se caracterizan por ser materiales porosos o fibrosos debido a que en su interior cuentan con celdas que al momento de su fabricación atrapan generalmente aire. Este fluido al poseer un bajo coeficiente de conductividad térmica mejora las propiedades de aislamiento del material del cual forma parte.

A continuación, se muestran algunos materiales de construcción ampliamente usados en nuestro país, como el concreto armado, ladrillo, y otros materiales aislantes con sus respectivas densidades y conductividades térmicas:

Material	Densidad Aparente (Kg/m ³)	Conductividad Térmica λ (W/m-°C)
Adobe	1200	0.024
Concreto Armado	2400	1.63
Concreto liviano a base de poliestireno expandido	640	0.214
	840	0.269
Ladrillo macizo hecho a máquina	1400	0.60
	1800	0.79
Poliestireno expandido	20	0.0384
	30	0.0361
Lana de vidrio	12	0.0410

Figura 5: Conductividad térmica de materiales de construcción.

FUENTE: ADAPTADO DEL ANEXO A DE LA NORMA CHILENA NCH. 853, OF. 93.

2.2.2.3 Consideraciones de aislamiento

Los materiales que se consideren en los muros perimetrales de una vivienda deben ser seleccionados cuidadosamente más aún si esta se encuentra en una zona de

clima severo. Estos muros pueden servir como elementos de calefacción o de refrigeración aislando su interior, además de permitir un ahorro en el consumo de energía.

Los aislantes que se dispongan en los muros pueden colocarse en la cara interior del muro; en el interior del muro, como en el caso del Proyecto; o en la cara exterior del muro perimetral.

Dependiendo de la inercia térmica del material este puede aprovecharse para captar energía durante las horas del día en la cual las temperaturas son mayores para luego emitirlas cuando estas descienden. Entonces, un buen diseño debe hacer concordar el tiempo del cambio de temperatura exterior con el tiempo de emisión hacia el interior del calor almacenado en los diferentes elementos de contorno de una vivienda.

Una vivienda puede construirse con consideraciones de aislamiento térmico no solo en los muros, también en techos y pisos, en ventanas y puertas, formando así la envolvente térmica de la edificación.



Figura 6: Comportamiento del calor y el frío, en una vivienda con y sin aislante.

FUENTE: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013)

Aunque una vivienda cuente con aislamiento térmico es necesario prestar atención a los puentes térmicos los cuales son zonas de baja resistencia térmica y significan una salida de calor. Los puentes térmicos comunes son los marcos de las ventanas y puertas, pisos, techos, entre otros. También pueden formarse si los aislantes térmicos no son colocados correctamente por lo que debe tenerse especial cuidado. (DÍAZ DOMÍNGUEZ & CALLEHUANCA VERGARA, 2013)

2.2.2.4 Aislamiento Acústico

2.2.2.5 Aislamiento y Acondicionamiento Acústico en la Edificación

- **Percepción del Sonido**

- **Audición**

El oído percibe las variaciones de presión en forma de sonido cuando su periodicidad está entre las 16 y 16.000 variaciones por segundo (de 20 a 20.000 según otras teorías); es decir, cuando su frecuencia está entre 16 y 16.000 Hz (o 20 a 20.000 Hz).

Esta banda de frecuencias audibles se descompone generalmente en tres regiones: frecuencias graves, medias y agudas.

- **Intensidad**

Las dos sensaciones fundamentales que nos da el oído, como hemos visto, son el tono y la intensidad. El tono se puede determinar fácil y objetivamente midiendo la frecuencia.

La intensidad es una magnitud, en parte, subjetiva. Está relacionada con la presión sonora, que es objetivamente medible; sin embargo, dos sonidos de igual

presión sonora y de distinta frecuencia no producen la misma sensación de intensidad.

Se define como la energía por unidad de superficie y se mide en W/m^2 .

- **Sensibilidad Auditiva**

El oído humano no es igual de sensible a todas las frecuencias. Fletcher y Munson estudiaron la variación de la sensibilidad del oído con la presión sonora (o, lo que es lo mismo, con el nivel acústico) y resumieron su estudio en unas curvas que dan esta variación de sensibilidad en función de la frecuencia. Este efecto de sensibilidad depende de las personas y de la edad, la agudeza auditiva disminuye con la edad para frecuencias superiores a los 5.000 Hz. (Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMA) en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2008)

2.2.2.6 Definiciones básicas

La Normativa Peruana² define:

- **Sonido:** Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.
- **Ruido:** Sonido no deseado que molesta, perjudica o afecta a la salud de las personas.
- **Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

² PCM (Presidencia del Consejo de Ministros, PE). 2003. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima, PE. 11 p.

- **Decibel A (dBA):** Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.
- **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

2.2.2.7 El ruido

La presencia de contaminación sonora o ruidos molestos tiene sus impactos negativos en la población, en especial en detrimento de la calidad de vida de las personas, que produce efectos fisiológicos y psicológicos nocivos, como es la pérdida de audición, dolor de cabeza, hipertensión, problemas digestivos, problemas cardiacos, cansancio, etc; o psicológicos, como la irritabilidad exagerada, estrés, insomnio, síntomas depresivos, falta de concentración y aprendizaje, menor rendimiento en el trabajo, etc.

La causa principal de la contaminación acústica son las actividades humanas como el alto tráfico del transporte y peatones, la construcción de obras públicas y privadas, la industria, entre otras. (Huerta Chombo & Rodríguez Yupanqui, 2014)

- **Efectos del ruido**

Está demostrado que el ruido puede afectar el rendimiento de los procesos cognitivos, especialmente en trabajadores y estudiantes; incluso una exposición a bajos niveles de ruido produce un sentimiento de rechazo hacia el agente estresante, que se

traduce en una serie de reacciones conductuales tales como irritabilidad, inestabilidad emocional y ansiedad³.

Niveles de ruido con 35 dBA o más interfieren en la comunicación oral, ocasionando deficiencias en la percepción del habla y disturbios en el análisis de la información⁴. Cuando la diferencia entre los niveles de ruido ambiental máximo y mínimo en un determinado ambiente es menor de 5 dBA (siempre y cuando el ruido ambiental se encuentre en un nivel aceptable, por debajo de los 55 dBA para tareas de oficina y, por debajo de los 45 dBA si las tareas requieren de mucha concentración); no existe perturbación en el nivel de atención y concentración⁵. En tareas donde se exige un alto nivel de concentración, el ruido puede ser un gran problema, no en el aspecto de generación de pérdida auditiva, sino en el confort. En estos ambientes, las conversaciones constituyen la primera causa de disconfort y distracción, no por el nivel sonoro generado, sino por la percepción del contenido informativo⁶. (Rodríguez Cisneros & Baldeón Quispe, 2017)

³ Maqueda, J.; Ordaz, E.; Cortés, R.; Gamo, M.; Bermejo, E.; Silva, A.; Asunsolo, A. 2010. Efectos extraauditivos del ruido, salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud (en línea). Madrid, ES. 21 p. Consultado 6 feb. 2017. Disponible en: http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/Efectos_extra_auditivos_del_ruido.pdf

⁴ Birgitta, B.; Thomas, L.; Dietrich, H; Schwela. SF. Guías para el ruido urbano. (en línea). Consultado 10 feb. 2017. Disponible en http://www.juristas-ruidos.org/Documentacion/guia_oms_ruido_1.pdf

⁵ Gómez-Cano, M. 2004. Cuestionarios: Ruido, evaluación y acondicionamiento ergonómico. (en línea). Madrid, ES. Consultado 10 feb. 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Aplicaciones/ficherosCuestionarios/naranja.pdf>

⁶ INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, ES). 1989. NTP 242: Ergonomía: Análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas. (en línea). Madrid, ES. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_242.pdf



Figura 7: Ruidos externos e internos que afectan el confort de una vivienda.

FUENTE: D.R.

Actividad	Decibeles (dB)	Ambiente				
Silencio	0	Silencioso	Umbral de audición			
Pisada	10					
Hoja de los árboles en movimiento	20					
Conversación en voz baja	30	Poco ruido				
Poco ruido	40					
Despacho tranquilo	50					
Conversación	60					
Tráfico de una ciudad	80	Ruidoso				Exposición prolongada: stress, problema de sueño, falta de descanso, hipertensión, ansiedad, dolor de cabeza, problemas de concentración.
Aspiradora	90					
Motocicleta con tubo de escape	100	Molesto			Umbral tóxico	Puede producir lesiones en el oído
Concierto de rock	120	Insoportable	Límite del umbral de dolor	Más de 120 dB produce sensación de dolor.		
Martillo neumático	130					
Despegue de avión a reacción	150					
Explosión de un artefacto	180					

Figura 8: Niveles de contaminación ambiental y la escala de campos audibles o umbrales de audición.

FUENTE: Jiménez C, J; Torres, M.

2.2.2.8 Marco Legal

El Decreto Supremo N° 085-2003-PCM⁷, Reglamenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, para las diferentes zonas urbanas. Asimismo, en el ámbito local, se tiene la Ordenanza Municipal N° 214-2008/MPP (29-08-2008) que aprueba la “Ordenanza Municipal de Prevención y Control de Ruidos Molestos en el Distrito de Puno”, para diferentes zonas de aplicación: zona residencial, zona comercial, zona industrial, zona mixta y zona de protección especial concordantes con la zonificación territorial de la urbe.

TIPO DE RUIDO	ZONIFICACIÓN	Valores Expresados en L_{AeqT} ¹	
		DIURNO De 07:01 a 22:00 horas	NOCTURNO De 22:01 a 07:00 horas
Ruido Permanente o Eventual	Zona de Protección Especial	50 Decibeles	40 Decibeles
	Zona Residencial	60 Decibeles	50 Decibeles
	Zona Comercial	70 Decibeles	60 Decibeles
	Zona Industrial	80 Decibeles	70 Decibeles

Figura 9: Estándares de Calidad Ambiental en $L_{Aeq} dB(A)$ ⁸.

FUENTE: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Además, se tiene la Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-2007⁹ “Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 1: Índices Básicos y procedimientos de evaluación” (05-abr-2007) y la Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-2008¹⁰ “Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental” (11-ene-2009) establecen los

⁷ D.S. 085-2003 PCM, 2003. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Ruido. Presidencia del Consejo de Ministros. Lima – Perú.

⁸ Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{AeqT}): Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

⁹ Instituto Nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual (INDECOPI). 2007. Norma Técnica Peruana. NTP ISO 1996-1-2007. Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación. (1ra. Edición). Lima, Perú.

¹⁰ Instituto Nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual (INDECOPI). 2008. Norma Técnica Peruana NTP ISO 1996-2-2008. Acústica. Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental. (1ra. Edición). Lima, Perú.

procedimientos de medición y evaluación del ruido ambiental. (Huerta Chombo & Rodríguez Yupanqui, 2014)

2.2.2.9 Monitoreo de Ruido Ambiental realizado en la Ciudad de Puno

Por otro lado, de acuerdo al Informe de Monitoreo de Ruido Ambiental realizado en la Ciudad de Puno (Informe N° 744-2013-OEFA-DE-SDCA), realizado por la OEFA¹¹, se determinó que existe contaminación acústica en la Ciudad de Puno, debido a que los niveles de presión sonora continuos equivalentes con ponderación A, obtenidos en los treinta y dos (32) puntos de la ciudad de Puno, se encuentran entre 65.0 a 80.6 decibeles, siendo superiores a los niveles sonoros permisibles, de acuerdo a los siguientes resultados.

ID	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS (dBA)	Ordenanza Municipal N° 214-2008-MPP
RA-PUNO-03	Av. El Sol Cdra. N° 2 - frente al Mercado Bellavista	69.5	70
RA-PUNO-04	Av. Floral con Av. Basadre (Frente a la Universidad Nacional del Altiplano)	70.4	
RA-PUNO-05	Av. Jorge Basadre N°640 (Ex-camal, puerta ingreso a Universidad Nacional del Altiplano)	80.6	
RA-PUNO-06	Av. Incas con Av. El Sol (altura del Estadio)	69.1	
RA-PUNO-07	Av. El Sol con Av. El Puerto (Capitanía de puertos)	69.2	
RA-PUNO-08	Óvalo Ramón Castilla	70.0	
RA-PUNO-09	Av. Costanera con Av. Titicaca	66.3	
RA-PUNO-10	Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya	69.1	
RA-PUNO-11	Jr. Ricardo Palma con Jr. Rosendo Huilse	66.3	

Figura 10: Resultados del monitoreo de Ruido Ambiental en horario diurno en zona comercial – Cuadro I.

Fuente: OEFA¹².

¹¹ OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

¹² OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

ID	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS (dBA)	Ordenanza Municipal N° 214-2008-MPP
RA-PUNO-12	Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma	74.6	70
RA-PUNO-13	Jr. Tacna con Av. Federico More	77.2	
RA-PUNO-14	Av. Echenique con Av. Costanera Sur	67.0	
RA-PUNO-15	Jr. Bramden con Jr. Cipreses	66.6	
RA-PUNO-16	Óvalo Dante Nava	65.0	
RA-PUNO-17	Av. Laykakota (Mercado Laykakota)	70.8	
RA-PUNO-18	Av. El Sol (Mercado Laykakota)	71.0	
RA-PUNO-19	Av. El Sol con Av. Laykakota	69.9	
RA-PUNO-24	Jr. Puno con Jr. llave	69.9	
RA-PUNO-25	Jr. Deustua con Jr. Lima	65.6	
RA-PUNO-26	Jr. Tacna con Calle Puno	73.0	
RA-PUNO-27	Jr. Tacna con Jr. Deustua	72.9	
RA-PUNO-28	Jr. Tacna con Jr. Melgar	71.3	
RA-PUNO-29	Jr. Tacna con Jr. Fermín Arbulú (Mdo. Central Puno)	67.8	
RA-PUNO-30	Jr. Los Incas con Jr. Cahuide (Plaza Vea)	71.9	
RA-PUNO-31	Jr. Fermín Arbulú con Jr. Arequipa (Parque Manuel Pino)	65.9	
RA-PUNO-32	Jr. Lima con Jr. Libertad	68.9	

Fuente: OEFA

Figura 11: Resultados del monitoreo de Ruido Ambiental en horario diurno en zona comercial – Cuadro II.

Fuente: OEFA¹³.

ID	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS (dBA)	Ordenanza Municipal N° 214-2008-MPP
RA-PUNO-01	Av. Circunvalación con Av. La Torre. (Parque Micaela Bastidas).	69.5	60
RA-PUNO-02	Av. La Torre con Av. Floral	69.5	
RA-PUNO-20	Av. Leoncio Prado con Av. Circunvalación Sur	73.2	
RA-PUNO-21	Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial)	68.7	
RA-PUNO-22	Av. Panamericana Este con Av. Estudiante	66.7	
RA-PUNO-23	Calle. Juan Francisco Cáceres (Frontis ESSALUD)	65.1	

Figura 12: Resultados del monitoreo de Ruido Ambiental en horario diurno en zona residencial.

FUENTE: OEFA¹⁴.

¹³ OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

¹⁴ OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

2.2.3 Confort

2.2.3.1 Confort térmico

La vivienda al ser un espacio de resguardo y habitación para las personas debe ser un lugar seguro y confortable. Siguiendo esta línea, las condiciones de temperatura interior se convierten en aspectos importantes en una vivienda ya que se busca que sus ocupantes residan en un ambiente con confort térmico.

El confort térmico se define como la sensación subjetiva de satisfacción o bienestar ante ciertas características térmicas. Se dice que es subjetiva pues si se expone a un grupo de personas a las mismas condiciones higrotérmicas algunas manifestarán sentirse en un espacio confortable térmicamente, mientras que existe la posibilidad que otras tengan una sensación contraria. En palabras sencillas, puede establecerse que el confort térmico se basa en el hecho de no tener frío o calor.

Para evaluar el confort térmico se han propuesto diversos métodos; sin embargo, el más usado y el cual es la base de la Norma ISO 7730¹⁵ es el Método de Fanger el cual es reconocido por considerar todas las variables posibles tales como temperatura seca del aire, temperatura de las paredes y objetos, humedad relativa, velocidad relativa del aire, nivel de actividad física y características de la vestimenta. Este método permite obtener el Porcentaje de Personas Insatisfechas, conocido como PPD, para ciertas condiciones térmicas y es por esto que es importante.

Podemos observar que el confort térmico no es sólo un rango de temperaturas del aire, sino que depende de todas las variables nombradas anteriormente. Sin embargo, en la mayoría de los casos que se evalúan, la temperatura del aire al interior

¹⁵ Norma ISO 7730 – Ergonomía del ambiente térmico “Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

de la vivienda es el único parámetro que puede ser modificado y controlado mediante diversas soluciones técnicas.

En ese sentido, para establecer una condición de confort térmico son usados algunos rangos de temperatura interior, tales como entre 17 y 27° para trabajos sedentarios, entre 14 y 25° para trabajos ligeros, con una humedad relativa entre 30 a 70%¹⁶. Estos son pensados en ambientes de trabajo pero que sirven de referencia para viviendas; de forma similar al confort convencional de una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 50%. (DÍAZ DOMÍNGUEZ & CALLEHUANCA VERGARA, 2013)

2.2.3.2 ¿Por qué propiciar el Confort Térmico?

El impacto de las bajas temperaturas en la salud de las familias se debe principalmente a la prolongada exposición a temperaturas muy bajas, más que por su exposición a temperaturas extremas “pico” en la temporada de heladas (mayo a agosto).

Una importante proporción de las pocas calorías que ingieren las personas vulnerables que viven en la zona altoandina expuesta a temperaturas frías, se va en mantener su temperatura corporal antes que al desarrollo y crecimiento saludable, principalmente en el caso de niños pequeños.

El mayor confort térmico asociado a viviendas saludables, integralmente acondicionadas, implica acciones intradomiciliarias paralelas y asociadas, que demandan capacitación interpersonal y acompañamiento para los siguientes temas, entre otros:

¹⁶ Anexo II del Real Decreto 486/1997 de España.

- Mejora de hábitos alimenticios: más proteínas y más micronutrientes a través de alimentos protectores como por ejemplo, hortalizas, verduras y frutas.
- Uso de las cocinas mejoradas para disminuir los humos intradomiciliarios.
- Manejo de la ventilación de las viviendas.
- Prácticas de higiene, especialmente el lavado de manos.

El mayor confort térmico asociado a una mejor calidad de vida tiene efectos positivos en la salud mental en las personas y coadyuva a mejores prácticas de emprendimiento y relacionamiento, así como una mayor autoestima para la familia.

2.2.3.3 Hacia un Mayor Confort Térmico

El Confort Térmico es un concepto integral, no sólo tiene que ver con condiciones isotérmicas, sino con condiciones de habitabilidad y mejoras en la calidad de vida de las familias al interior de sus viviendas.

Los materiales constructivos que se emplean en una vivienda con confort térmico no necesariamente están disponibles en las zonas altoandinas, lo cual incrementa los costos de adquisición, así como los inconvenientes logísticos. Es importante considerar también que el uso de metales en la construcción de puertas y ventanas no es lo más adecuado, debe reemplazarse por madera seca.

El mejoramiento del confort térmico es un proceso de largo plazo que felizmente ya ha sido tomado en cuenta en la nueva Ley que declara de interés prioritario la aplicación del Bono Familiar Habitacional en el Área Rural, y eleva a rango de Ley el Decreto Supremo Nro. 008-2009-Vivienda. Este nuevo contexto propiciará la financiación de nuevos proyectos de construcción e investigación, orientados a mejorar el confort térmico en viviendas altoandinas.

El cambio de hábito en las familias es clave para el logro de un mayor confort térmico al interior de las viviendas. Este cambio tomará tiempo y es necesario un amplio y constante trabajo de fortalecimiento de las capacidades de los pobladores para que puedan hacer un buen uso de los elementos de confort térmico en sus viviendas. (Harman, Lucy - CARE Perú, 2010)

2.2.3.4 Confort Acústico

Un ambiente acústico confortable es aquel en donde el carácter y la magnitud de todos sus sonidos son compatibles con el uso satisfactorio del espacio y es percibido como tal por los usuarios¹⁷.

- **Factores que afectan el confort acústico**

Las molestias producidas por el ruido varían en función de las características de las personas como la edad, sexo, motivación, estatus social, costumbres culturales; el tipo de actividad, los periodos de trabajo o descanso, el grado de dificultad de las tareas, grado de concentración, la importancia de la comunicación entre los trabajadores y; los parámetros que definen el ruido como la intensidad, la frecuencia, la duración y tipo de ruido¹⁸. (Rodríguez Cisneros & Baldeón Quispe, 2017)

2.2.4 Expansión Urbana

2.2.4.1 Crecimiento Urbano

La ciudad es un sistema dinámico que se encuentran en constante cambio y crecimiento, transformándose con el tiempo y ocupando mayor área de superficie natural por área urbana. El crecimiento urbano implica un incremento de población,

¹⁷ Ramírez, E. 2011. Metodología de evaluación ergonómica ambiental post ocupacional para espacios públicos. Tesis M. Cochabamba, BO. Universidad Internacional de Andalucía. 120 p.

¹⁸ Llana, J. 2009. Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista. (en línea). Valladolid, ES. Consultado 22 ene. 2017. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=BnCTjxWTL0C&printsec=frontcover&dq=ergonomia+llaneza&hl=es&sa=X&ved=0CB0Q6AEwAGoVC hMlq7yi2oqeyAIVB48NCh3RIQjP#v=onepage&q=ergonomia%20llaneza&f=false>

cambios y movimientos asociados a los esfuerzos de cada individuo por encontrar su lugar en la ciudad (Park citado por Elgueta, 2006).

El crecimiento urbano se ha ido incrementando en todo el mundo (Ver Figura 10). En los años 1970, la población rural mundial representaba más del 50 % de la población total. Se estima que para el año 2030, la población urbana mundial tendrá un porcentaje de 60 %.

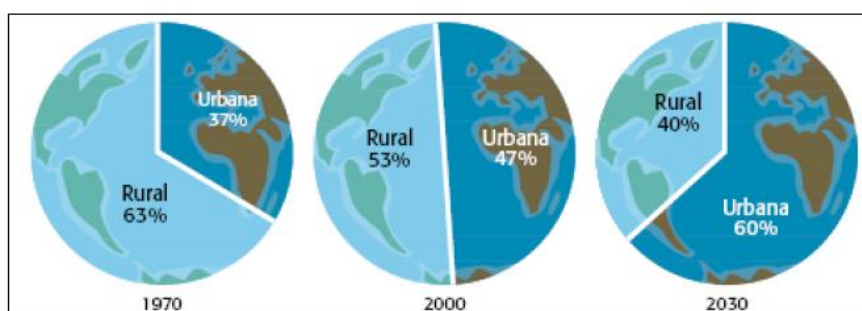


Figura 13: Distribución de la población mundial – urbana y rural.

FUENTE: UN-HABITAT; citado por REDLAC (2006).

Como señala Mashour y Mc Donell (2005) el crecimiento urbano también puede afectar negativamente a la sociedad y la economía en las comunidades. Este aumenta el costo de mantenimiento para pistas, caminos, transporte, alcantarillado y otros servicios que se necesitan para los negocios y las viviendas; aumento del precio de la propiedad; aumenta la contaminación generada por el aumento del uso de automóviles; genera el aislamiento de los jóvenes, pobres o personas de tercera edad que no tienen acceso a los carros; aumenta el costo y la dificultad para proveer el transporte público; aumenta el tiempo necesario para transportarse, reduciendo el tiempo disponible para estar en compañía de amigos o familiares o contribuir con la comunidad; genera la pérdida de trabajos en el campo y prácticas de usos tradicionales de tierras; general la reducción del sentido de pertenencia a una comunidad y genera el aumento de las legislaciones que regulan el ruido, olores, etc. (Mashour & Mc Donell, 2005)

2.2.4.2 Clima Urbano

La modificación del clima urbano es una de las consecuencias más importantes de la urbanización. “La ciudad es el ejemplo más representativo de las modificaciones que el hombre es capaz de introducir en el medio; modifica las condiciones climáticas y ambientales, elevando la temperatura y afectando al régimen de precipitaciones y de vientos, entre otros” (Gómez, 2005, citado por Romero et. al. 2011). El clima urbano se define como las condiciones climáticas que permanecen en un área metropolitana y son diferentes de clima de sus alrededores. El clima urbano modifica a la temperatura del aire, la humedad, la velocidad y dirección del viento y la cantidad de precipitación. Estas diferencias se deben a la sustitución del terreno natural por el terreno urbano (The free dictionary by Farlex).

Tal como indica la Figura siguiente, el clima urbano depende de una diversidad de factores; tanto naturales (latitud, topografía, cubierta vegetal, entre otros) como artificiales (calor producido por el hombre, contaminación atmosférica, etc.)

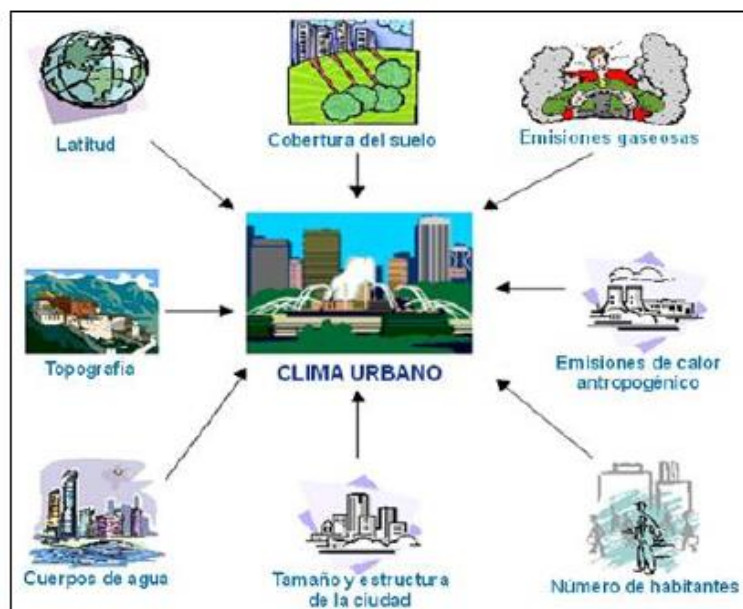


Figura 14: Factores que influyen en el ecosistema urbano.

FUENTE: (SOBERÓN FORSBERG, 2014)

Según Seoáñez (2001) los efectos causados por la ciudad en el clima se generalizan y agrupan en: modificación de la composición del aire, modificación del equilibrio térmico, modificación en la dinámica del aire, modificación en el régimen de tormentas, modificación en el régimen pluviométrico, modificación de la rugosidad topográfica, impermeabilización del suelo y poca vegetación y por ende poca evapotranspiración. (SOBERÓN FORSBERG, 2014)

2.2.4.3 La Expansión Urbana

Según Muñiz (2006). La expansión urbana es un proceso de propagación o extensión de una ciudad y sus centros poblados en dirección hacia sus zonas rurales en la periferia de las ciudades, los cuales a su vez sin un adecuado orden y planificación pueden causar impactos negativos medios y altos por la carencia de servicios básicos. En resumen, la expansión urbana está caracterizada por las siguientes pautas:

- a) Densidad de población decreciente el cual está acompañada de un mayor consumo de suelo,
- b) un peso creciente de las zonas periféricas respecto a las centrales,
- c) evidencia una falta de proximidad entre cada bloque urbano,
- d) menor concentración poblacional un número limitado de zonas densas y compactas, y
- e) una creciente fragmentación del territorio.

Según CONCHA (2013). La expansión urbana en la actualidad es uno de las mayores causas de muchos problemas medioambientales del continente, éstos tienen su origen en el imparable avance de las áreas urbanas. La economía global, las redes de transporte internacionales, los cambios sociales, económicos y demográficos a gran escala, así como las diferencias entre las legislaciones nacionales que regulan la planificación urbana son algunas de las fuerzas motrices de este fenómeno. Los núcleos

urbanos se han transformado en los espacios de mayor concentración poblacional a nivel mundial, esta tendencia se debe al crecimiento demográfico y al éxodo de zonas rurales por parte de la población en busca de mejores expectativas de desarrollo, pero a su vez cuando la tasa poblacional va en aumento, las ciudades empiezan un proceso de extensión hacia las periferias, lo cual causa la degradación de suelos y en algunos casos la pérdida de ecosistemas enteros por causa de la expansión ocurrida en las periferias continuas, pudiendo de esta manera afectar áreas naturales, zonas de amortiguamiento y ecosistemas frágiles. (Ríos Silva, 2017)

2.2.4.4 La Expansión Urbana en la Ciudad de Puno

- **Crecimiento Urbano y de Población en la Ciudad**

Según los datos encontrados, la ciudad de Puno creció moderadamente durante el periodo comprendido entre 1668 a 1954, pero a partir de 1970 a 1981 (11 años) comienza a expandirse a un ritmo acelerado de 41.26 Has por año, (promedio) producto de las migraciones producidas por la pobreza generalizada del campo, las sequías y la reforma agraria; en ese entonces (1970) Puno tenía 40,453 habitantes en 281 has, con una densidad poblacional de 144 hab/ha. Hay un crecimiento urbano desordenado producto de los asentamientos humanos en la periferie de la ciudad.

Entre 1981 a 1995 su crecimiento urbano es de 43.57 ha, a partir de 1995 desciende el índice de crecimiento urbano llegando al año 2005 a crecer la ciudad a un promedio de 26.48 has por año, esto debido también a la densificación de espacios que habían sido ocupados pero no habitados en los anteriores años y la densificación del área central de la Ciudad.

En el año 2007 la ciudad ocupa un Área urbana de 1,566.64 ha con una densidad bruta de 78hab/Ha.

El siguiente cuadro muestra la evolución de su población y la relación de crecimiento con respecto a su área urbana, igualmente se observa la densidad poblacional que tuvo en esos años.

Tabla 1: Relación del crecimiento de la población y el área urbana.

Año	Población	Área ocupada Urbana	Densidad
1954	24,459 habitantes	199. 54 Has	123 Hab./Ha
1970	40,453 habitantes	281. 00 Has	144 Hab./Ha
1981	67,628 habitantes	734. 86 Has	92 Hab./Ha
1995	96,717 habitantes	1344.80 Has	72 Hab./Ha
2005	118,390 habitantes	1519.66 Has	78 Hab./Ha
2007	122,932 habitantes	1566.64 Has	78 Hab./Ha
2012	135, 062 habitantes	2028.81 Has	66.57 Hab./Ha

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y ELABORACIÓN: EQUIPO TÉCNICO PLAN PUNO

2008 – 2012. NOTA: PROYECCIÓN ÁREA OCUPADA (2012) ES PROMEDIO DESDE 1995 AL 2007.

- **El Trazo Urbano**

Es considerado un sistema de formas en el uso del espacio físico de un pueblo o ciudad. Por ejemplo, pueden tener la forma de un sistema de anillos (crecimiento urbano circular), en forma de cuadrícula o parrilla (formas cuadradas o rectangulares), formas irregulares en función a la topografía del terreno etc.

En el caso de la ciudad de Puno se observa, en el proceso de su evolución, la trama urbana, formulada desde un inicio (época de la colonia) que fue la cuadrícula o el damero español, esto a raíz de la influencia española desde la época de la conquista. Sin embargo, a través de los años la ciudad va creciendo de manera espontánea y sin control

en el espacio físico, en el que la topografía del terreno, es un factor influyente en el proceso de expansión de la ciudad.

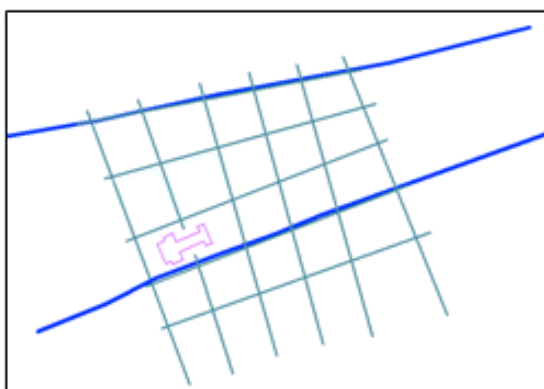


Figura 15: Trama Urbana inicial de la ciudad.

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP¹⁹.

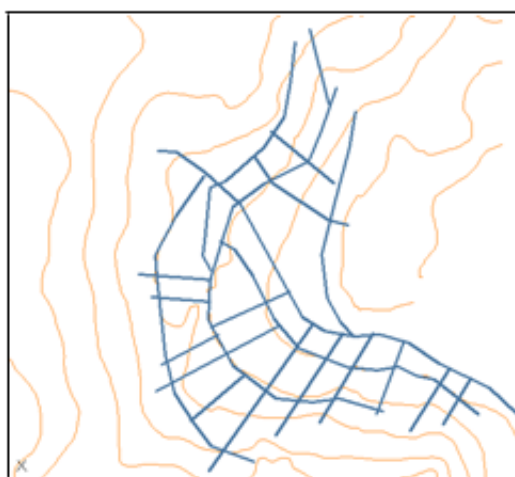


Figura 16: El trazo urbano cambia en la medida que su crecimiento es hacia los sectores más altos (por la topografía).

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP²⁰.

- **Esquema Urbano**

El fenómeno de expansión que tiene toda ciudad, es producto principalmente de la necesidad de oportunidades que esta brinda en cuanto se refiere a superación personal, trabajo, comodidades, servicios básicos etc. La ciudad de Puno, no escapa a

¹⁹ MPP: Municipalidad Provincial de Puno.

²⁰ MPP: Municipalidad Provincial de Puno.

esta situación, pero su proceso de crecimiento es desordenado debido a la falta de un control adecuado por parte de las instituciones que lideran la ciudad.

El crecimiento físico de Puno se da principalmente a través de la formación de barrios y urbanizaciones que se van asentando paulatinamente alrededor de lo que hoy llamamos “Centro Histórico” de la ciudad de Puno. Pero ocurre que estos barrios y urbanizaciones, por desconocimiento y falta de criterios de planificación urbana en tiempos pasados, no proporcionan las comodidades que necesita el poblador que vive en el sector (falta de equipamiento adecuado). Por otro lado, el trazo urbano intenta mantener el damero o parrilla, pero por la topografía misma del terreno sobre todo hacia el oeste de la ciudad (los cerros) su morfología va cambiando y se acomoda a las pendientes de los cerros, en consecuencia, también se forman una serie de calles con pendientes extremas en algunos casos peatonales y en otros vehiculares.

En la medida que la población aumenta, los espacios físicos de la ciudad crecen hacia los sectores rurales y agrícolas, principalmente por la necesidad de esa población a obtener una vivienda.



Figura 17: Esta imagen representa el crecimiento urbano en función a la topografía del terreno.

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP²¹.

²¹ MPP: Municipalidad Provincial de Puno.

2.2.4.5 Proceso de Sectorización de la Ciudad

Para un mejor análisis de la ciudad y con la finalidad de formular un diagnóstico que refleje más apropiadamente la problemática, se procede a dividir la ciudad en diez sectores bajo ciertos criterios y parámetros, que vienen a ser los siguientes:

- Predominio del uso del suelo
- Características geográficas
- Consolidación del uso del suelo
- Centros poblados menores

A continuación, se describe en forma breve cada uno de los sectores:

- **SECTOR 1**

Está conformado por los siguientes barrios:

1. Barrio Bellavista
2. Barrio Vallecito
3. H.U²². Pampilla del Lago
4. H.U. Villa Zúñiga
5. Barrio Porteño
6. Barrio Central
7. Barrio Victoria
8. H.U. Simón Bolívar
9. Barrio Magisterial
10. Barrio Laykakota
11. Barrio Tercer Mundo
12. Barrio Progreso

²² H.U: Habitación Urbana.

- 13. H.U. Universidad
- 14. Barrio Chanu Chanu
- 15. H.U. Santiago de Chejoña
- 16. H.U. La Unión
- 17. H.U. Los Profesionales

Cuyo predominio es el comercio intensivo, pues gran parte del sector de Bellavista, los ejes vehiculares de las avenidas Simón Bolívar y Avenida Sol hasta los inicios de Av. Ejército, están conformados por varios tipos de comercio, desde el comercio ambulatorio, tiendas comerciales de todo tipo, talleres vehiculares, metal mecánica etc. En cuanto a características geográficas, los terrenos de este sector son relativamente planos.

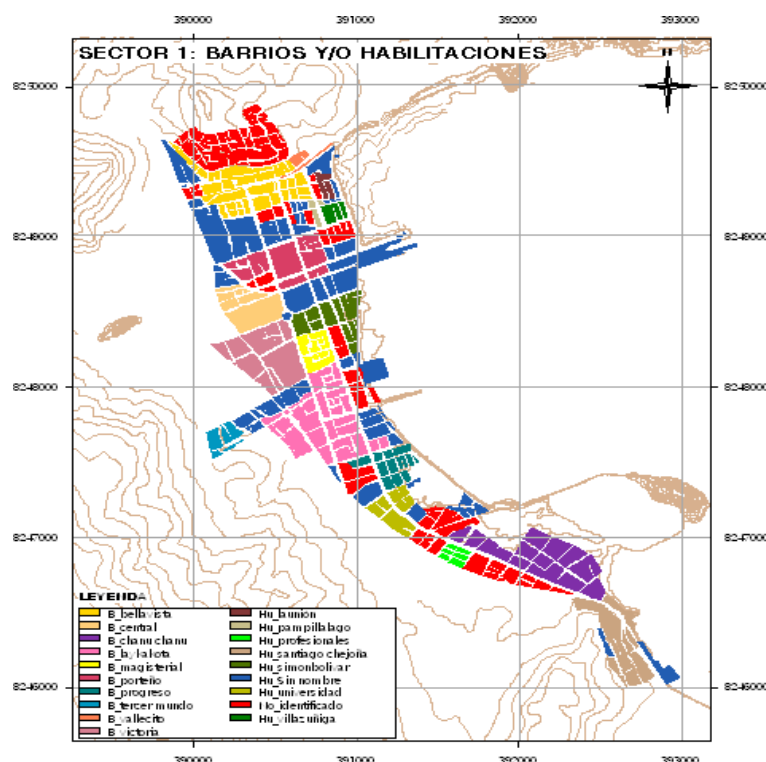


Figura 18: MAPA N° II.25

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP²³.

• SECTOR 2

²³ MPP: Municipalidad Provincial de Puno.

Conformado por:

1. H.U. Llavini Quintanilla Chacón.
2. Barrio Unión Llavini
3. Barrio Vallecito
4. Barrio San José

Se caracteriza ser una zona cultural ya que en ella está ubicada la Universidad Nacional del Altiplano considerada como una de las mejores universidades del País por la UNESCO. También viene a ser una zona residencial comercial por la ubicación y acondicionamiento de una serie de quintas restaurant, así como hoteles de tres estrellas para arriba. Los terrenos de este sector también son relativamente planos.

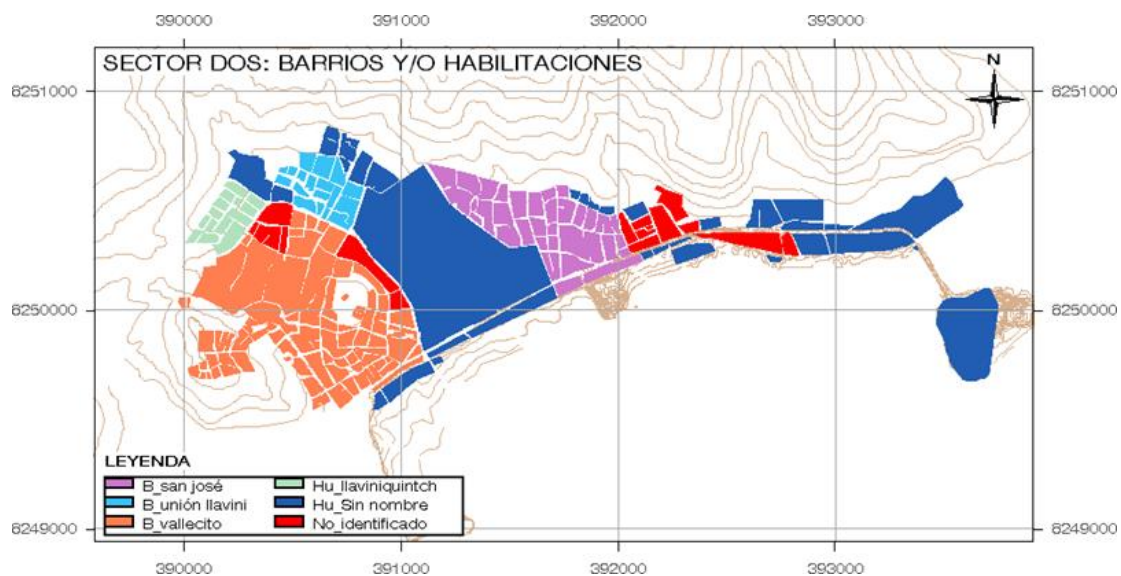


Figura 19: MAPA N° II.26

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

• SECTOR 3

Conformado por:

1. H.U. Llavini Huerta
2. Barrio Alto Llavini

3. Barrio Vallecito
4. Barrio 4 de Noviembre
5. Barrio San Antonio
6. H.U. Azoguine Chaqui
7. Barrio Huáscar
8. Barrio La Torre.

Predomina la actividad residencial, con algunas tendencias a residencial comercial. Este sector tiene cierto grado de inclinación ya que por su topografía y ubicación tiende a irse a las faldas del cerro donde está ubicado el mirador Puma Uta.

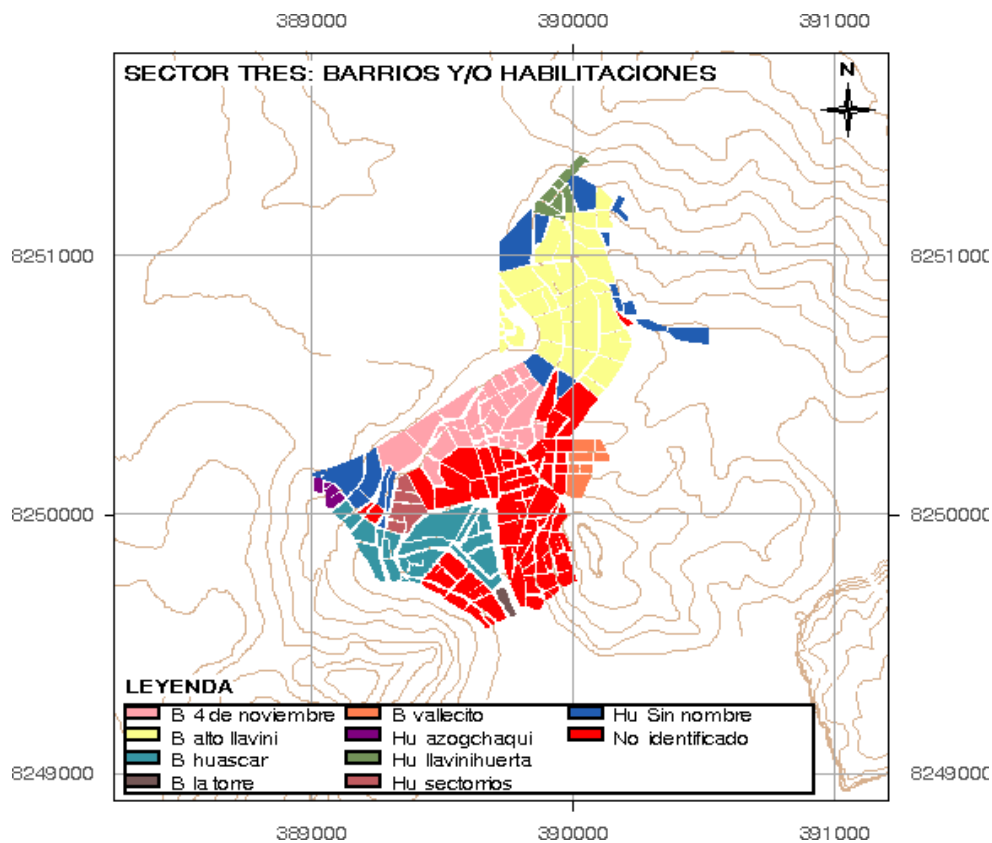


Figura 20: MAPA N° II.27

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

• **SECTOR 4**

Tiene los siguientes barrios:

1. Barrio Independencia
2. Barrio Central
3. Barrio Huajsapata
4. Barrio José Antonio Encinas
5. Barrio San Antonio
6. Barrio Victoria.
7. Barrio Salcedo

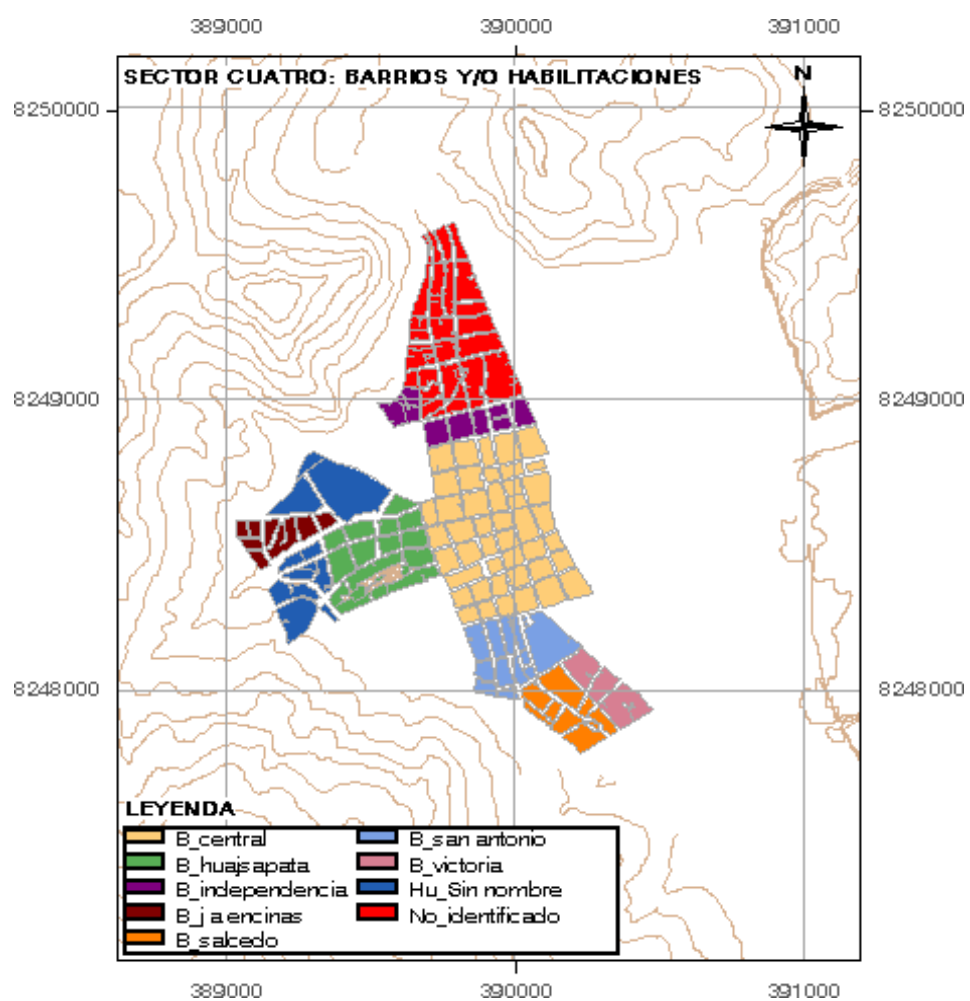


Figura 21: MAPA N° II.28

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

Que corresponde al Casco monumental de la ciudad, Los límites formulados por el Instituto Nacional de Cultura, no corresponden a la realidad, por lo que el Equipo

Técnico asume un área aproximada para este sector. Tiene una ligera inclinación del terreno hacia el lago Titicaca.

- **SECTOR 5**

Conformado por:

1. H.U²⁴. Virgen del Rosario
2. Asociación Pro Vivienda Haya de la Torre.
3. Urb. Virgen del Rosario
4. H.U: Andrés Avelino Cáceres
5. PP.JJ. Las Cruces
6. Barrio Azoguine
7. H.U. 2 de Mayo
8. H.U. 28 de Julio
9. Urb. Alto José Antonio Encinas
10. Barrio Paxa
11. Barrio Mañazo
12. Barrio Orkapata
13. Barrio Ricardo Palma
14. H.U. Alvic
15. Barrio Chacarilla del Lago
16. Barrio Chacarilla Alta
17. Barrio Los Andes
18. Barrio Santa Rosa.

²⁴ Habilitación Urbana.

Se caracteriza por ser un área urbana que está en proceso de consolidación de residencias pero que tienen un cierto grado de peligrosidad por su ubicación. La topografía de este sector tiene un alto grado de inclinación por estar prácticamente a media altura de los cerros que están al oeste de la ciudad, estos cerros son Huallane y parte de Negro Peque.

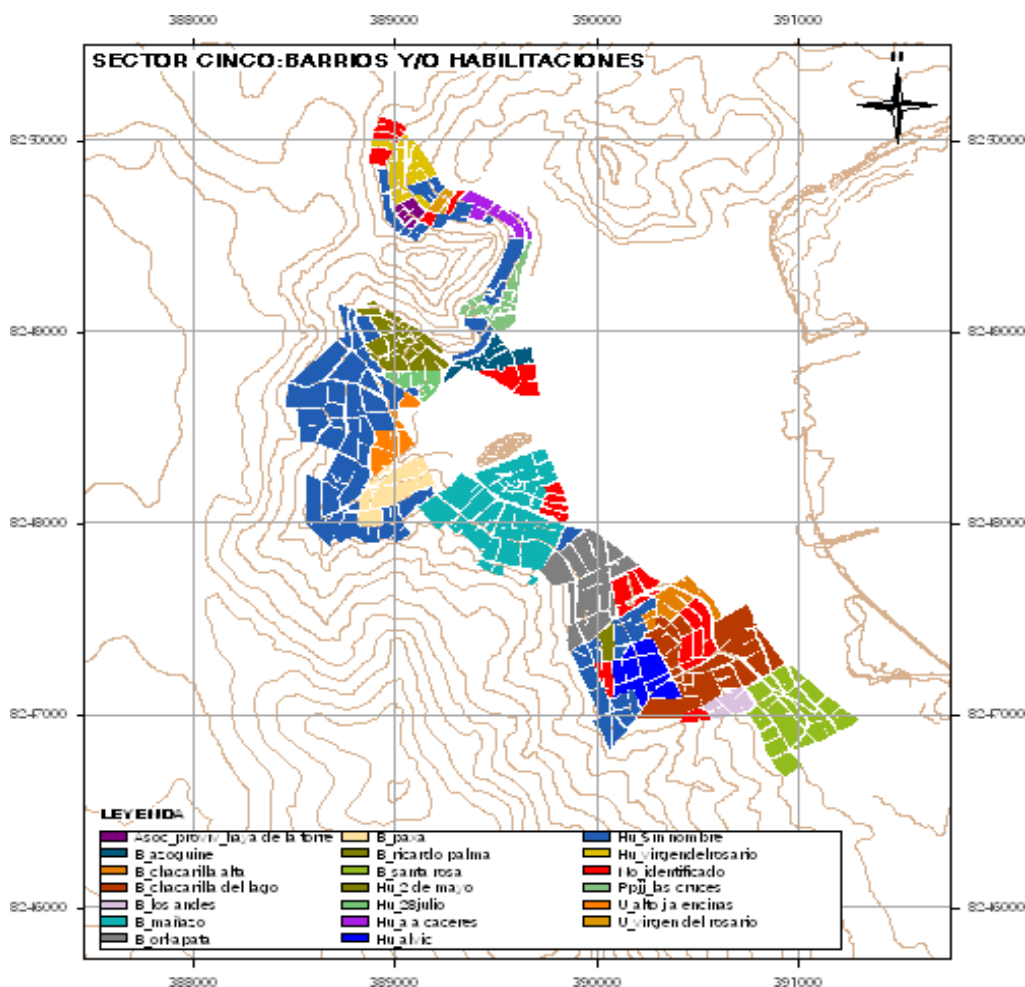


Figura 22: MAPA N° II.29

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

• **SECTOR 6**

Con los siguientes Barrios:

1. Barrio San Martín
2. U. Chanu Chanu 1etapa

3. U. Chanu Chanu 2 E.
4. U.Chanu Chanu 3E.
5. Urb. Villa del Lago.
6. A. H. Simón Bolívar
7. H.U. Manto 2000
8. H.U. Torres de San Carlos
9. H.U. San Felipe
10. H.U. Manto Norte.

Al igual que en el sector 3, predomina la actividad residencial y es un terreno con pendientes relativamente suaves, pues este sector ocupa las laderas del cerro Negro Peque y Cancharani.

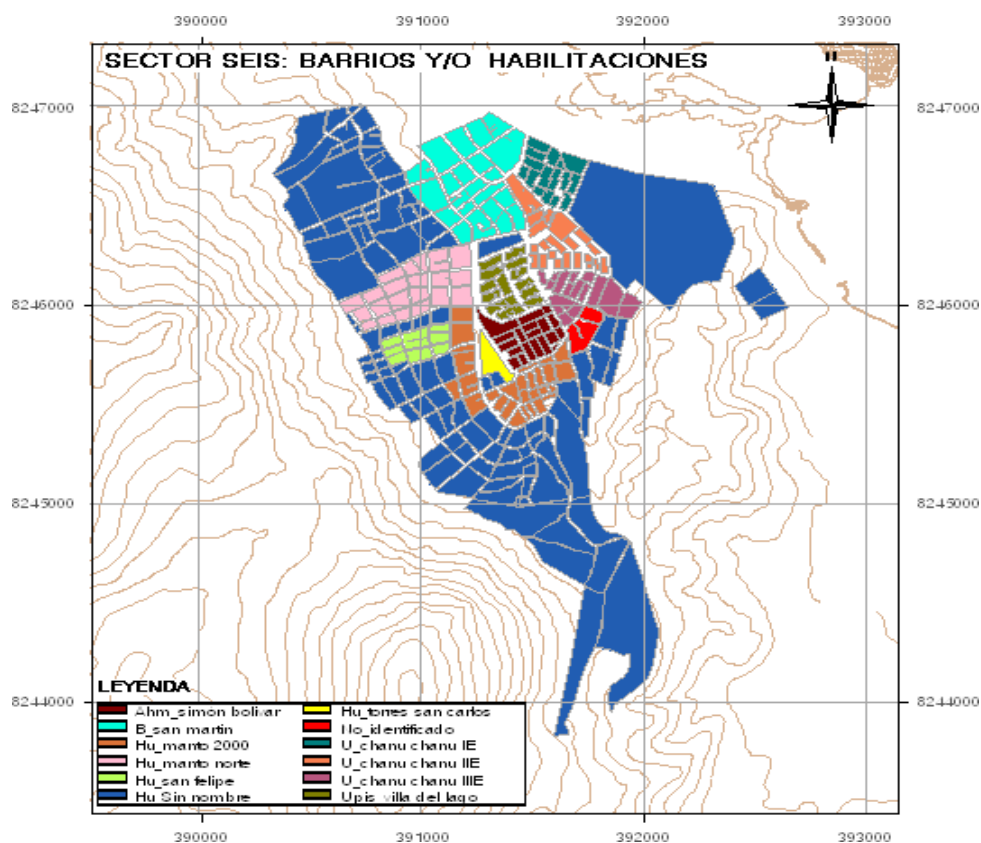


Figura 23: MAPA N° II.30

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

- **SECTOR 7 - SALCEDO**

Centro poblado menor conformado por:

1. Chejoña
2. H.U. Pro Vivienda el Bosque.
3. H.U. Pro Vivienda Transporte.
4. H.U. Parque Industrial
5. H.U. Cooperativa Simón Bolívar
6. H.U. Flor de Sancayo
7. H.U. Agricultura
8. H.U. Salcedo I etapa
9. H.U. Salcedo II etapa
10. H.U. Salcedo I – II etapa

Viene a ser uno de los centros poblados menores de la ciudad, es un sector que ha sido planificado como área de expansión urbana y está en proceso de consolidación. Principalmente es una zona residencial y también se encuentran infraestructuras importantes como el parque industrial, Hospital de Es Salud, SENATI, INIA, Institutos superiores. Ha sufrido un proceso de invasiones, generando cierto desorden en el proceso de expansión. La topografía del terreno es plana, hacia el lado norte de este sector que colinda con la Pista Panamericana y sufre de constantes inundaciones en época de lluvias.

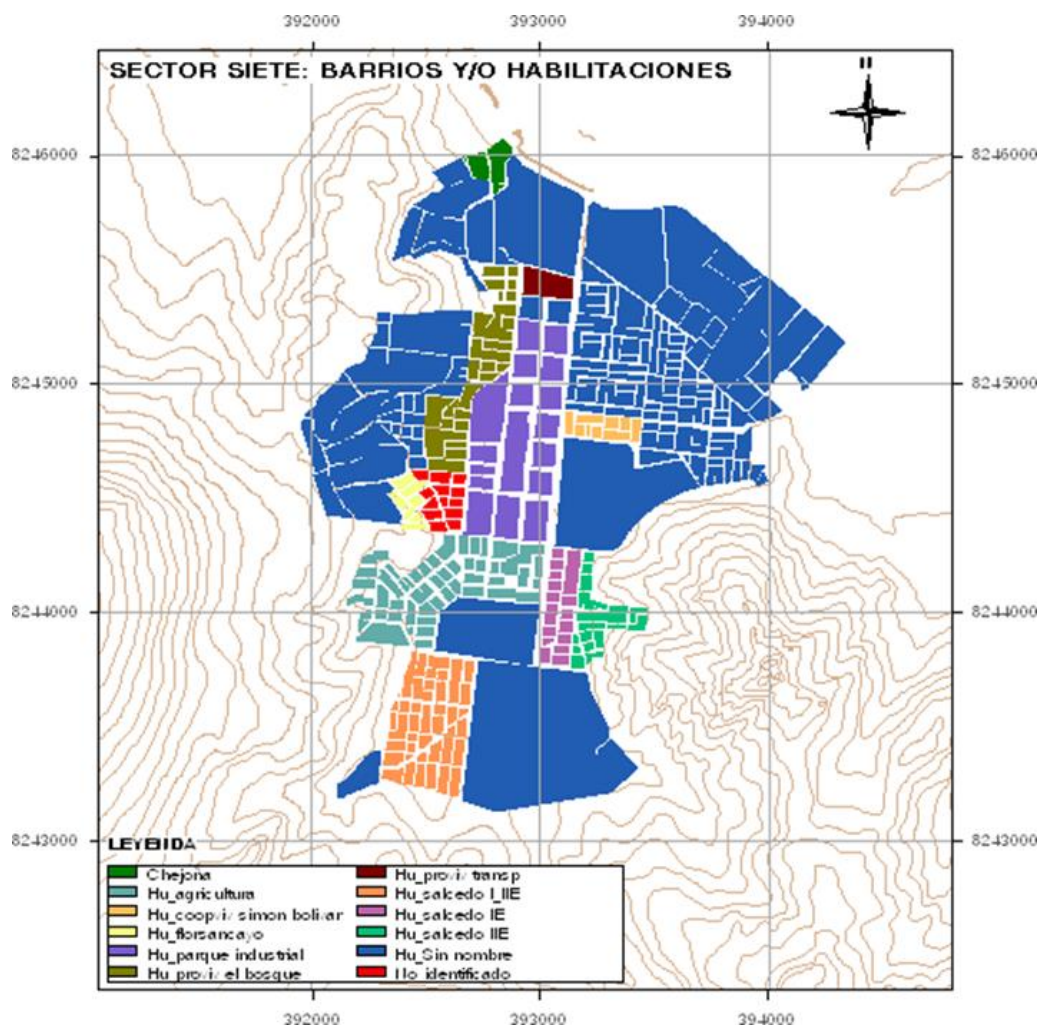


Figura 24: MAPA N° II.31

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

● **SECTOR 8 - JAYLLIHUAYA**

Centro poblado menor conformado por los:

1. H.U. Rosario Coñiri
2. H.U. Aziruni I etapa
3. H.U. Aziruni II etapa
4. H.U. Aziruni III etapa.

Es otro de los Centros poblados menores de la ciudad que se ubica en la parte sur este, es una zona que también está en proceso de consolidación y es

principalmente residencial y vivienda huerta, también existen bastantes áreas de uso agrícola. La topografía del terreno es similar a la de Salcedo, con las mismas características de inundación.

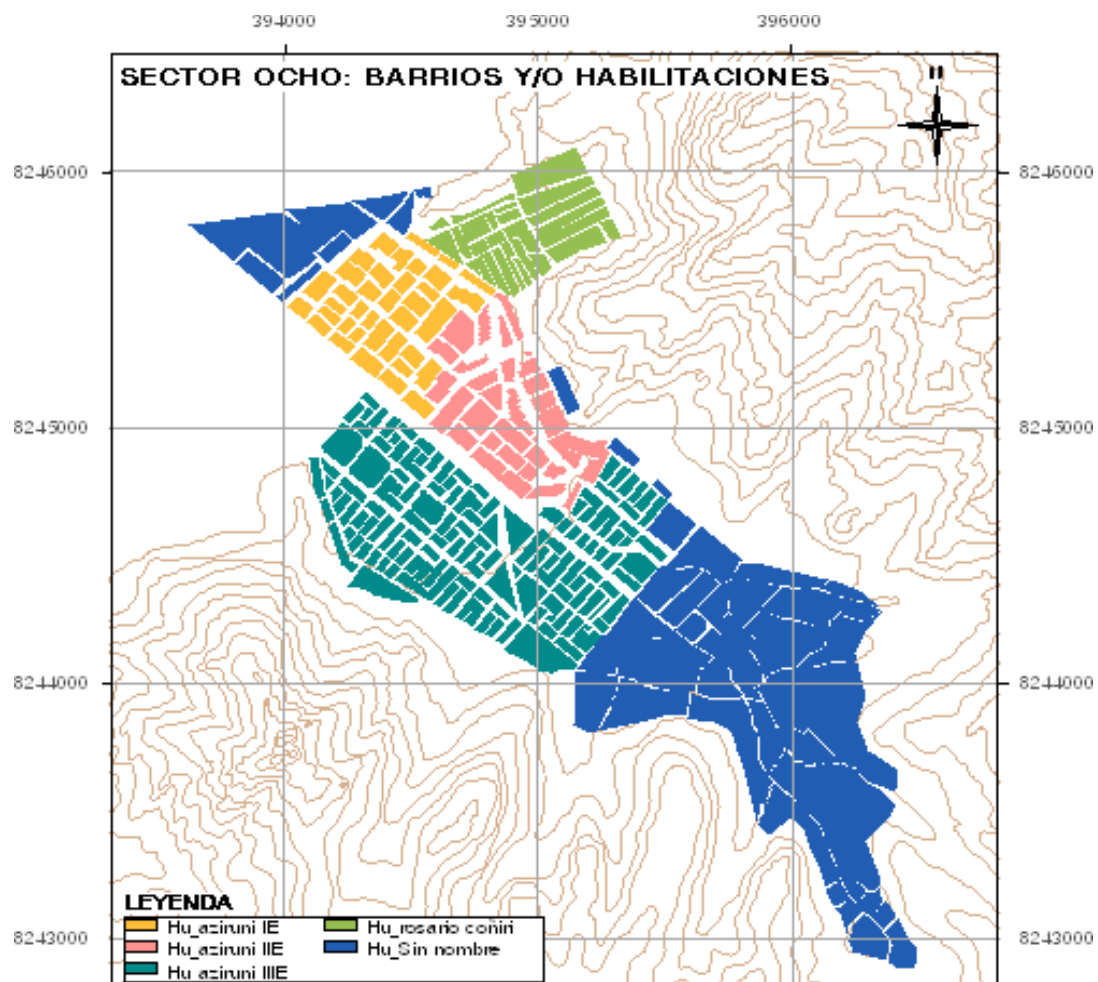


Figura 25: MAPA N° II.32.

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

- **SECTOR 9 - ALTO PUNO**

Centro poblado menor conformado por:

1. H.U. Alto Puno
2. H.U. Sn Francisco de Asís
3. Barrio 4 de noviembre
4. Barrio Alto Llavini

5. H.U. Los Ángeles - Yanamayo
6. Urb. Asociación Alan García
7. H.U. Llavini Huerta.

Extensión urbana que ocupa las partes altas de la ciudad, al norte de la misma, es considerado como otro de los centros poblados menores de Puno, en este sector se ubican centros importantes como el Cementerio de Yanamayo y el Penal que lleva el mismo nombre, es una zona netamente residencial, con algunos atractivos como el Mirador del Puma Uta. También es una zona que está en proceso de consolidación urbana. Su topografía es ligeramente irregular.

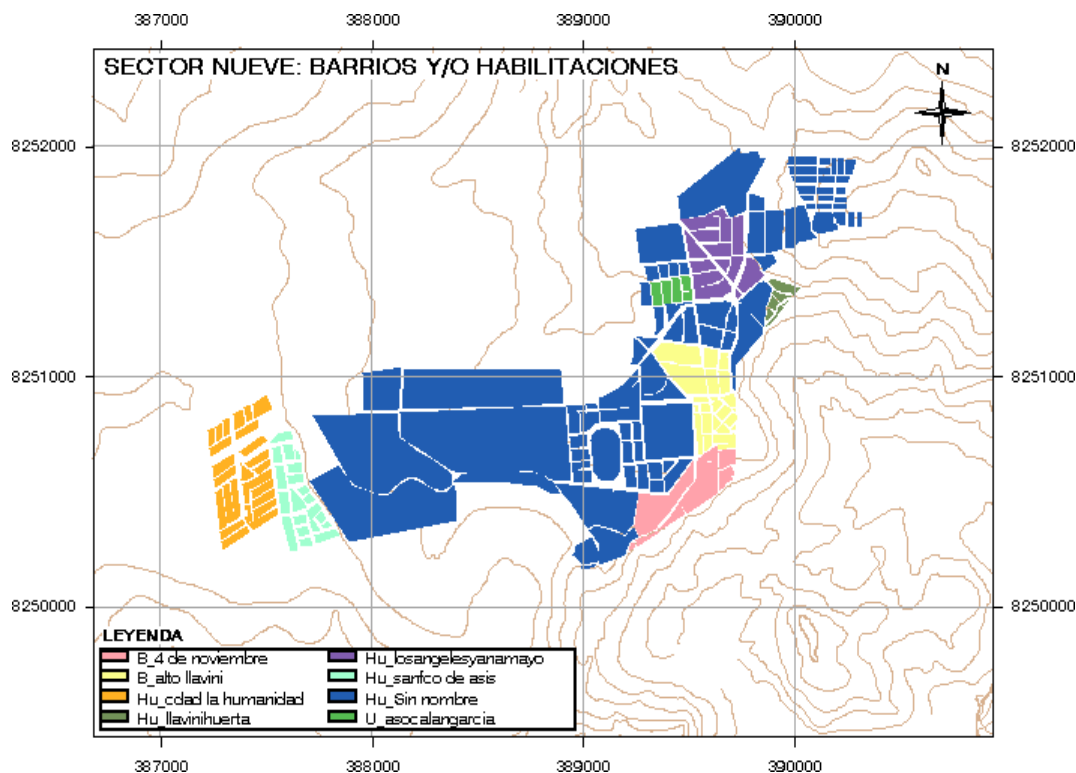


Figura 26: MAPA N° II.33

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

• **SECTOR 10 - UROS CHULLUNI**

La incorporación del Centro poblado menor de UROS CHULLUNI al área en estudio ha sido imprescindible en razón de que en un futuro no muy lejano se producirá

el fenómeno de conurbación, es decir, que esta población se unirá con la ciudad producto de la expansión urbana por ambos lados, además es un sector con un proceso de crecimiento urbano desordenado y que necesita con suma urgencia ser intervenida a través de programas y proyectos que reordenen su ámbito urbano, económico, social, productivo y turístico.

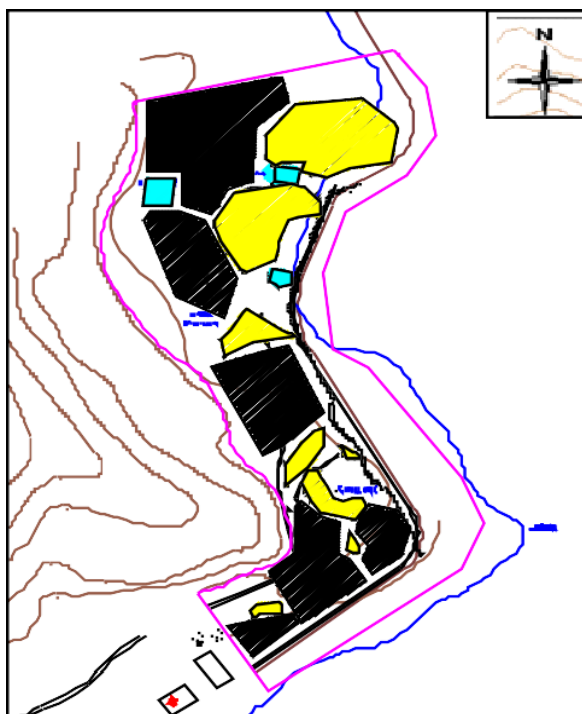


Figura 27: MAPA N° II.34.

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

Este Centro Poblado menor en proceso de crecimiento se encuentra al Noreste de la ciudad, aproximadamente a 1700 ml del ingreso a la Isla Esteves. Sus pobladores se dedican básicamente a la fabricación de artesanías que abastecen a las islas de los Uros para su venta.

Es una franja de terreno entre el lago y las faldas de los cerros; franja de aproximadamente 1000 m de ancho como se muestra en la imagen anterior.

2.2.4.6 Densidad Poblacional por Sectores

Se dan dos formas de densidad poblacional el primero por la totalidad del casco urbano (áreas ocupadas, desocupadas, habilitaciones, pre urbano) y el segundo solo por el área ocupada de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 2: Densidad Poblacional por Sectores de la Ciudad de Puno.

SECTOR	N° HABIT.	AREA (ha)		DENSIDAD	
		CASCO URBANO	(Hab/Ha) CASCO URBANO	AREA (ha) OCUPADA	DENSIDAD (hab/ha) AREA OCUPADA
1	31,801	309.63	102.71	269.25	118.11
2	8,616	228.79	37.66	179.56	47.98
3	7,483	104.91	71.33	98.36	76.08
4	16,986	95.18	178.46	95.09	178.63
5	22,999	235.24	97.77	164.87	139.50
6	16,911	368.18	45.93	173.90	97.25
7	10,540	441.21	23.89	254.28	41.45
8	3,271	315.49	10.37	204.24	16.01
9	3,928	235.20	16.70	114.27	34.37
10	397	55.75	7.12	12.82	30.97
TOTAL	122,932	2,389.58	59.19	1,566.64	78.04

Fuente: Elaboración del Equipo Técnico Plan Puno 2008 – 2012. CUADRO N° II.121:

DENSIDAD POBLACIONAL POR SECTORES DE LA CIUDAD DE PUNO

2.2.4.7 Tipología de las Viviendas

La ciudad se caracteriza por tener diferentes tipologías de vivienda, tipologías que están generadas principalmente por tres aspectos:

- El tipo de material utilizado, adobe y concreto
- Antigüedad de la construcción
- Costumbres del poblador (migrantes que se asientan en las zonas periféricas).

Con respecto al primer ítem, se oferta en el mercado de la construcción, el adobe y el concreto armado con mampostería de ladrillo o bloqueta. El adobe en la construcción se caracteriza por tener alturas de uno y dos pisos como máximo ventanas pequeñas y puertas angostas. Sus techos son generalmente de calamina y en algunos casos de totora o paja.



Figura 28: Edificaciones en adobe (Uros Chulluni).

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

Las edificaciones de concreto a “material noble”, que viene a ser el concreto armado y mampostería de ladrillo o bloqueta; son construcciones que se realizan desde la década de los años 70 (época contemporánea). Son edificaciones desde un piso hasta 9 niveles (caso edificio del Jr. Lima) cuyas características son el de ventanas amplias, azotea en el último nivel y sus espacios interiores distribuidos a través de un hall o salas de distribución integrados a todo el conjunto.

El segundo caso, con respecto a la antigüedad de la construcción, las viviendas en adobe son anteriores al año 1,950, viviendas republicanas que generalmente están conformadas por un ingreso a través de un zaguán para llegar a un patio central y alrededor de ella distribuye a diferentes ambientes o crujías. Estas pueden ser de uno o dos pisos como máximo. Estas viviendas en adobe se caracterizan por tener ventanas

pequeñas, balcones en el segundo nivel y lo que eran techos de paja o totora en la antigüedad ahora son de calamina o teja. Pero a través del tiempo algunas edificaciones de este tipo han ido distorsionando su estructura espacial original. Algunas edificaciones las cataloga el INC como patrimonio.



Figura 29: Edificaciones de concreto en Av. Principal.

Fuente: Derechos Reservados.

Otras edificaciones en adobe son las que se encuentran en la periferia de la ciudad y están construidas de acuerdo a la idiosincrasia del poblador (migrantes); Estos son generalmente con acceso principal directo a los ambientes y una puerta secundaria que va directamente a un patio trasero. Tienen un máximo de dos pisos.



Figura 30: Interior de una edificación republicana.

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano 2008-2012 – MPP.

Por otro lado, producto de un mayor crecimiento urbano en los últimos 50 años, es que las construcciones se dan en “material noble” por lo que en la actualidad predomina esta tipología.

Frente a esta variedad de tipologías; el problema surge desde la aparición de construcciones en material noble con alturas mayores a la de dos (hasta nueve) pisos y no se realiza control alguno (sobre todo en centro histórico) en el crecimiento vertical de la ciudad, por consiguiente se forma una mezcla de tipologías que distorsionan la estructura visual y estética de la ciudad.

En ambos casos, se tiene el inconcluso acabado de sus fachadas que de todas maneras influye en la apariencia de la ciudad, pues 40% aproximadamente del total de las edificaciones tienen inconclusas sus fachadas.

La causa que produce esta situación, es la idiosincrasia del poblador; piensa que por tener una vivienda concluida (fachada) se le aumentará el valor del auto avalúo o bien que una vivienda no será asaltada etc.



Figura 31: Ejemplo de calle con fachadas inconclusas.

Fuente: Derechos Reservados.

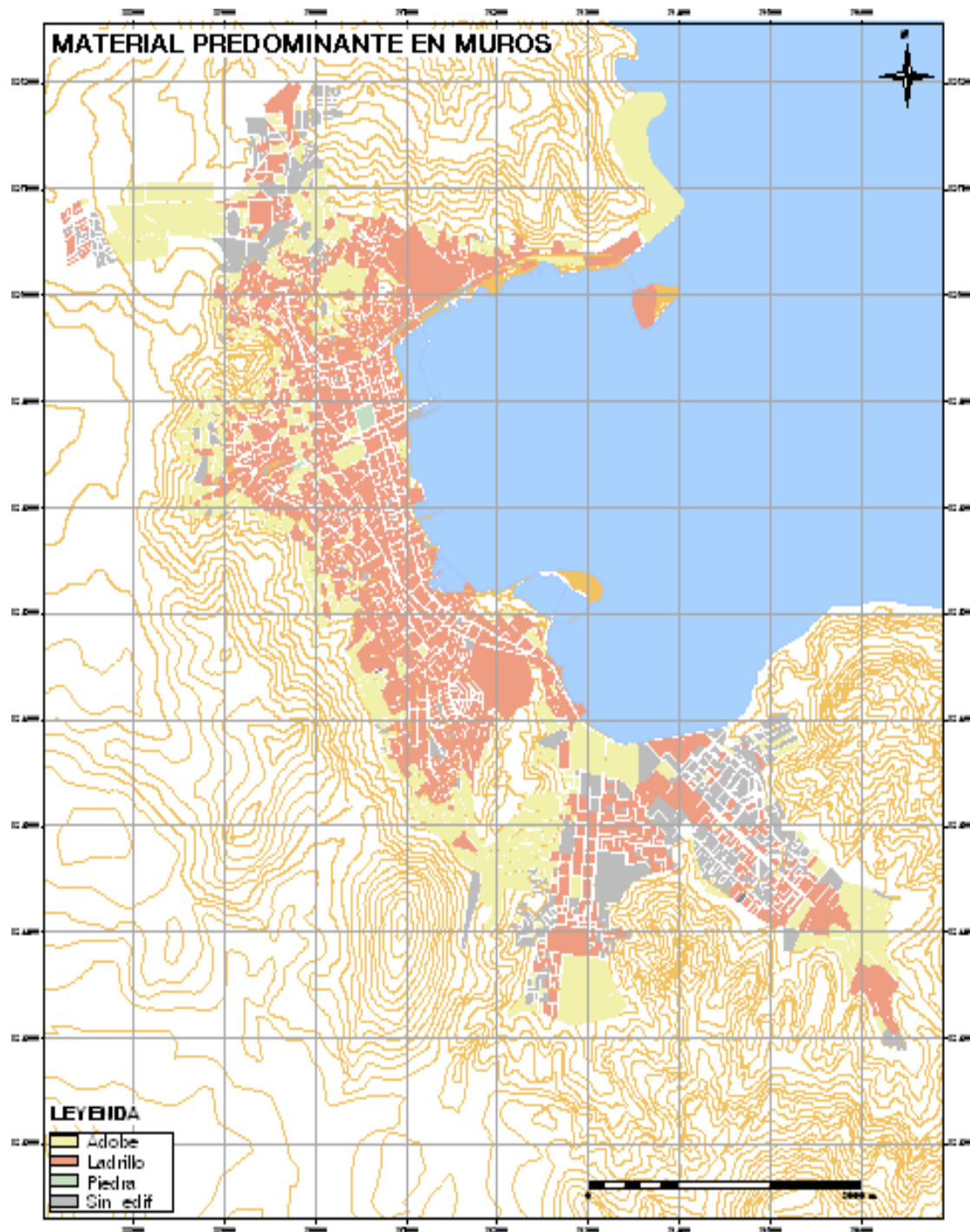


Figura 32: MAPA N° II.48

FUENTE: (Municipalidad Provincial de Puno, 2008).

El siguiente cuadro muestra en cada uno de los sectores el material predominante que finalmente influye en la tipología de la vivienda. (Municipalidad Provincial de Puno, 2008)

Tabla 3: Material predominante en los sectores de la ciudad de Puno - CUADRO N° II.130.

SECTOR	TOTAL	% MATERIAL PREDOMINANTE			
	MANZANAS	ADOBE	LADRILLO	PIEDRA	SIN EDIFICACIÓN
1	360	8.3	85.6	0.3	5.8
2	209	28.7	63.6	--	7.7
3	205	32.2	53.2	--	14.6
4	142	19.1	73.2	1.4	6.3
5	375	39.7	52.3	--	8.0
6	274	21.2	73.7	--	5.1
7	400	22.7	48.8	--	28.5
8	291	13.8	34.7	--	51.5
9	188	16.0	32.4	--	51.6
10	SIN	35	5		60

FUENTE: Elaborado por el Equipo PLAN-PUNO 2012.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

- Región: Puno
- Provincia: Puno
- Distrito: Puno
- Sectores: 7, 8, 9 y 10 (Plan de Desarrollo Urbano 2008 – 2012, elaborado por la Municipalidad Provincial de Puno)

Si bien la aplicación del proyecto se propone realizarlo en los sectores antes señalados, a razón de que los mismos en su mayoría, cuentan con viviendas en etapa de construcción (sin revestimiento); sin embargo, para el desarrollo de la presente investigación se ha realizado la toma de muestras de acuerdo a la información de la cantidad existente del recurso natural - fibra de *Stipa Ichu*.



Figura 33: Vivienda en etapa de construcción (sin revestimiento en muros interiores).

Fuente: <https://casas.mitula.pe/casas/casas-construccion-juliaca>.

3.2 PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO

El desarrollo del presente proyecto de investigación tiene el siguiente detalle:

ACTIVIDADES	DURACIÓN DEL PROYECTO (Meses)						
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO	SEXTO	SEPTIMO
1. Presentación del Perfil de Proyecto Tesis.							
2. Observaciones y levantamiento de Observaciones.							
3. Aprobación y autorización para la ejecución del Proyecto.							
4. Trabajo en laboratorio y recolección de datos.							
5. Trabajo en gabinete y procesamiento de datos.							
6. Presentación del Borrador de Proyecto de Tesis.							
7. Observaciones y levantamiento de Observaciones.							
8. Redacción del Proyecto de Tesis y sustentación.							

3.3 PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

3.3.1 Ubicación de la muestra

Los pastizales naturales están formados por asociaciones de gramíneas y otras herbáceas que son el único sustento que disponen los camélidos sudamericanos para su alimentación en un hábitat sobre los 4000 a 4500 m.s.n.m. donde se desarrolla su crianza (Flórez M, 1991). Estos pastizales ocupan algo más de la cuarta parte de la superficie emergida del planeta (Newman, 2000). En nuestro país, la superficie que ocupa los pastizales llega a cerca de 19.6 millones de Ha (15% de la superficie actual), distribuidas en la costa (18%), en la sierra (70,2%) y en la selva (5%) y constituyen el principal sustento de la población ganadera nacional: 97% ovinos, 70% vacunos, 80% equinos y el 100% de los camélidos (MINAG, 2006).

3.3.2 Potencial en el altiplano Puneño del Stipa Ichu

El Stipa Ichu tiene una densidad de especie de 6783 plantas/Há en el Norte, 2660 plantas/Há en el Sur, por lo que, hace un total de 4721.5 plantas/Há en todo el Altiplano (IIP Qollasuyo, 2000 – 2002). Para la presente investigación, el material Stipa Ichu se explotó del distrito de Tiquillaca, a 27 kilómetros aproximadamente de la Ciudad de Puno.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la investigación está constituida por el material obtenido del distrito de Tiquillaca, del cual se tiene la información de cantidades y es por eso que se seleccionó de este lugar.

La muestra del estudio está constituida por la cantidad de muestras que han sido obtenidas de nuestra población.

3.5 DISEÑO ESTADISTICO

El tipo de investigación que se empleó para el presente proyecto, es experimental – correlacional. Experimental porque se manipularon las variables mediante ensayos en los diferentes laboratorios, para determinar el espesor apropiado del panel de Stipa Ichu recubierto con yeso (5cm, 6cm y 7cm), de acuerdo a su coeficiente de absorción acústica y coeficiente de conductividad térmica. Correlacional, porque se relacionan las capacidades de absorción acústica y conductividad térmica en función del espesor del panel, o dicho de otro modo es la relación entre las variables dependiente e independiente reconocidos por esta investigación. (Hernández, 1997)

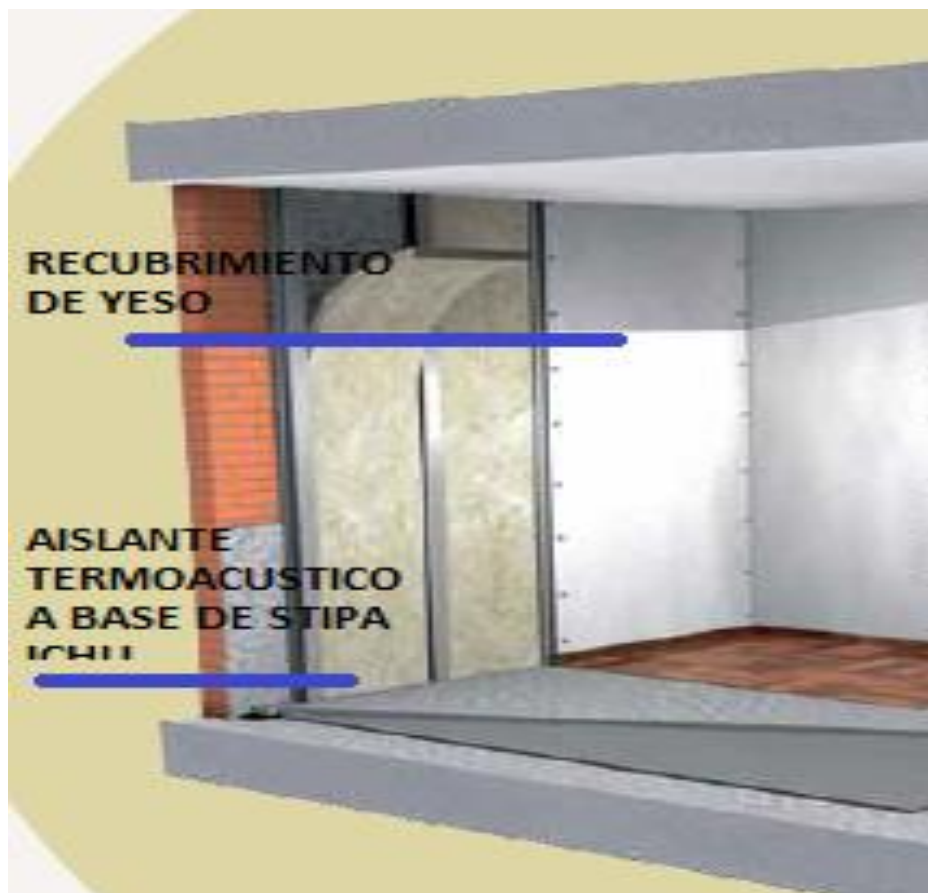


Figura 34: Propuesta de colocación del Aislante termoacústico a base de Stipa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

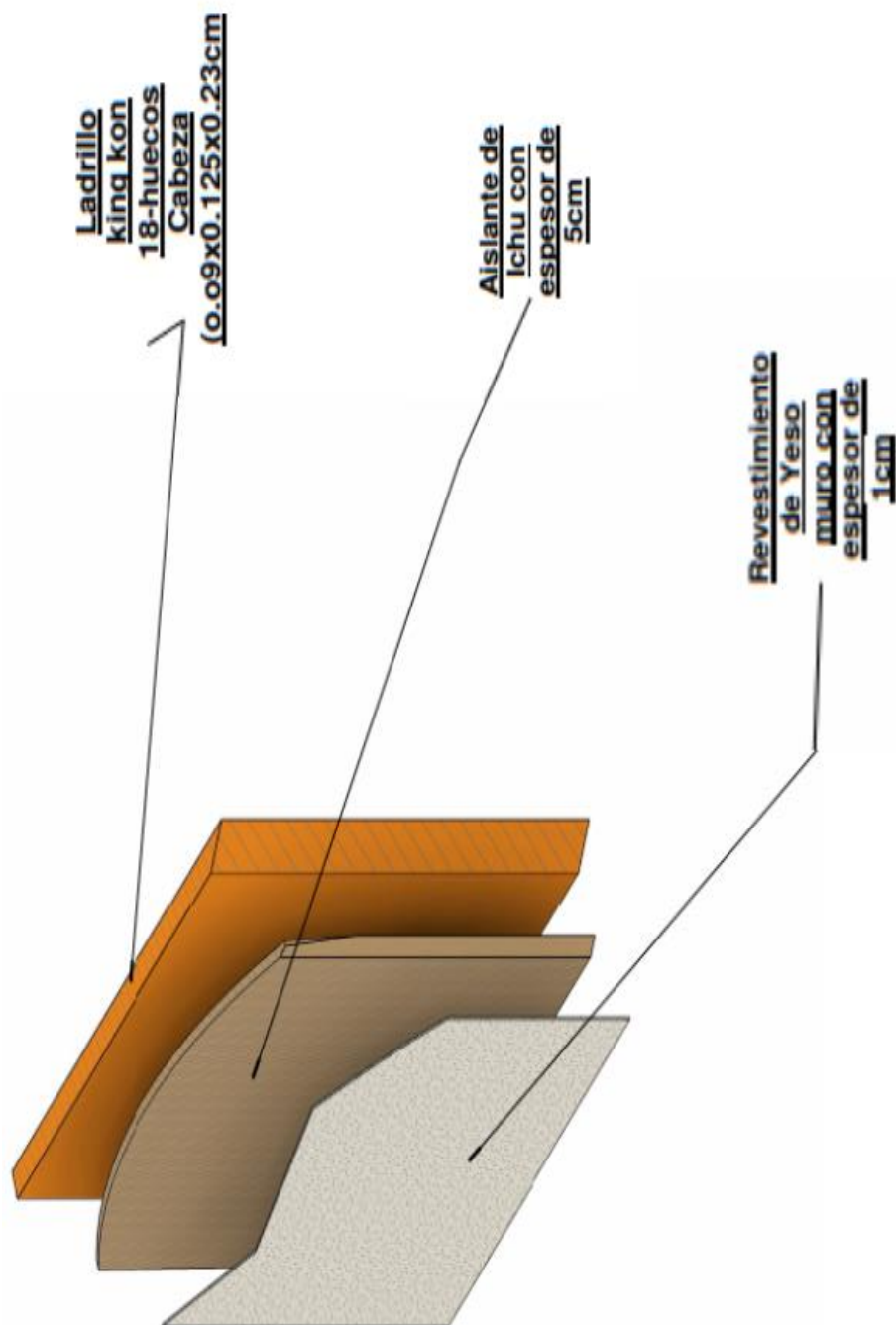
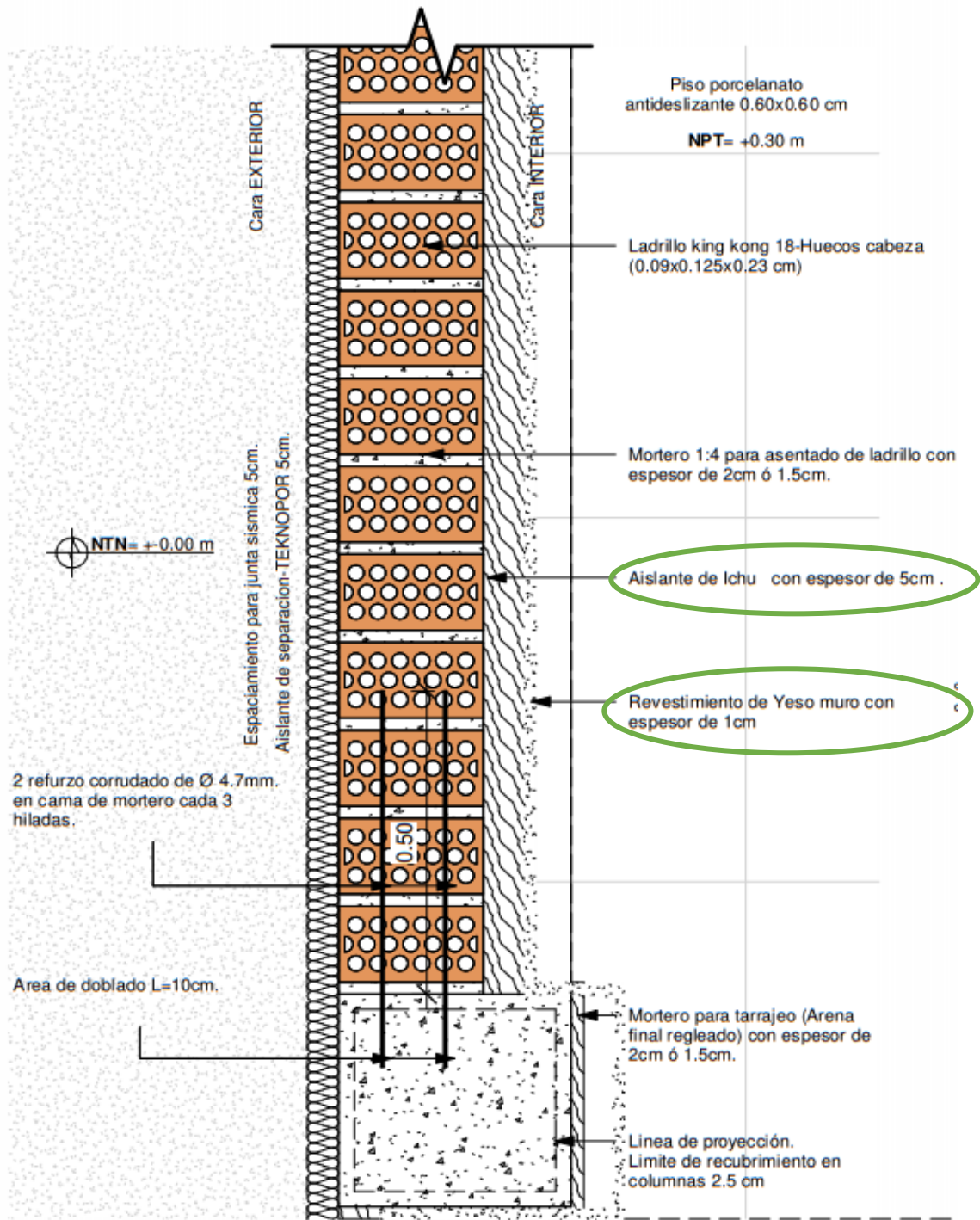


Figura 35: Detalle de composición del aislante termoacústico a base de Stripa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



(VISTA EN PLANTA)

DETALLE DE MURO CABEZA CON LADRILLO KING KONG 18-HUECOS EXTERIOR e=0.23 cm.

Figura 36: Detalle de colocación del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, en el interior de los muros exteriores.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

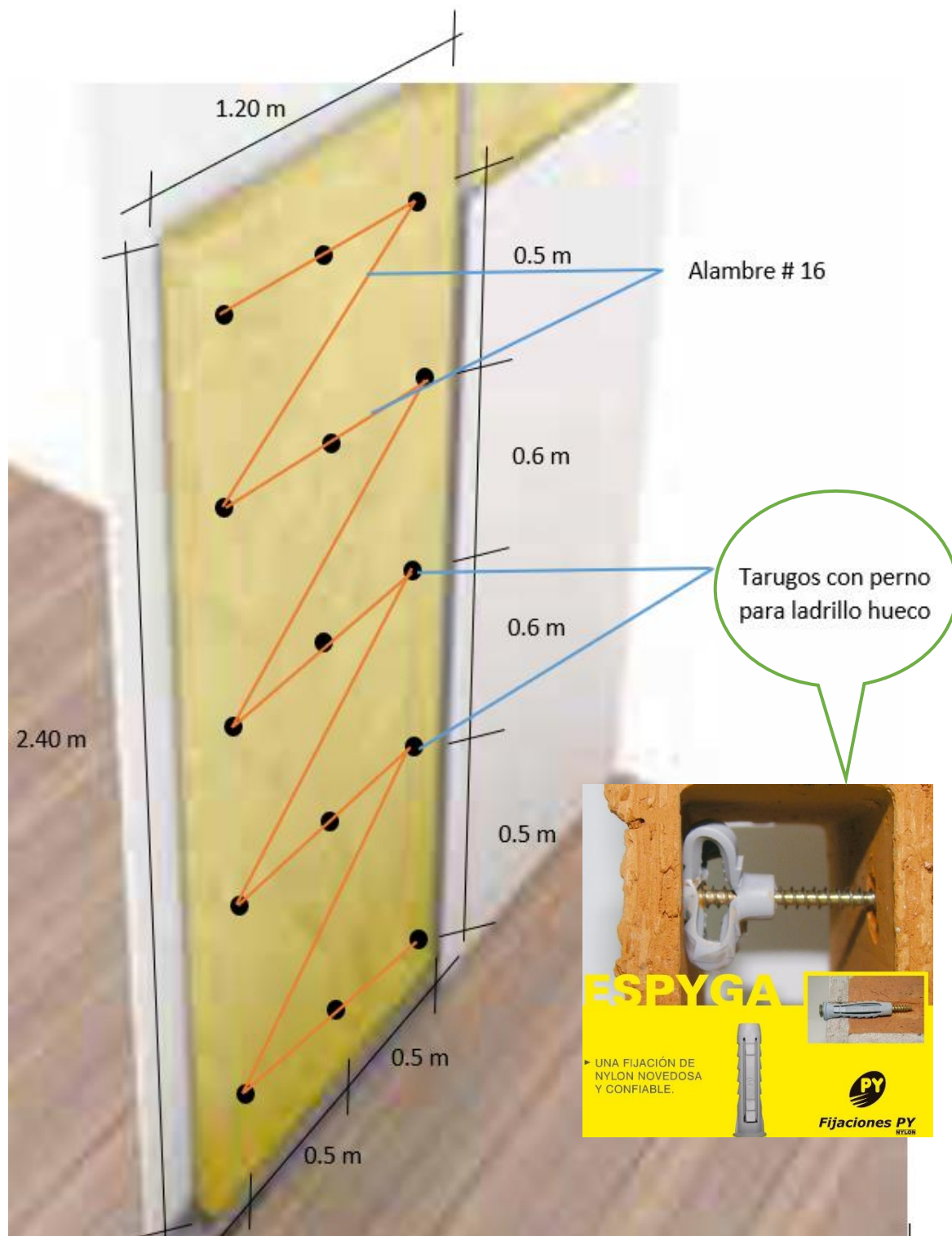


Figura 37: Propuesta de colocación del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, en el interior de los muros exteriores, con reforzamiento de alambre # 16 y tarugos con perno para ladrillo hueco.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

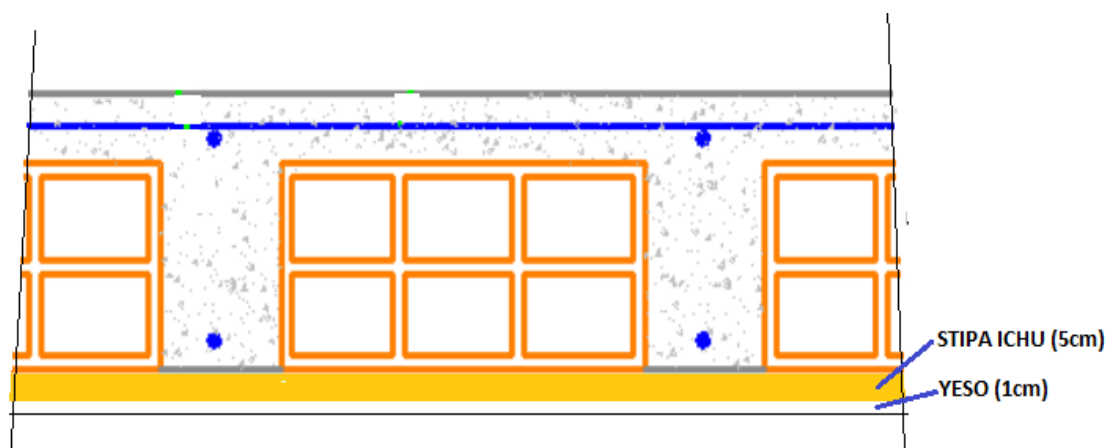


Figura 38: Detalle de colocación del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu en Techos.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6 PROCEDIMIENTO

3.6.1 Trabajo de campo - in situ

Como primer paso para la toma de muestras, se realizó la salida de campo y reconocimiento del lugar de estudio para la extracción de muestras, para lo cual, se usó el muestreo por cuadrante.

3.6.1.1 Método del Cuadrante

Para determinar la cobertura y condición vegetal se utiliza el método cuadrante propuesto por Toledo y Schultzer Kraft (1982), citado por Delgadillo y Espinoza, (2000). Este método consiste de un marco de 1m², este se arroja y en el lugar donde cayó el cuadrante, se obtiene la información y posteriormente los datos se registran en las hojas de campo previamente. El cuadrante se arroja al azar sobre el pastizal.

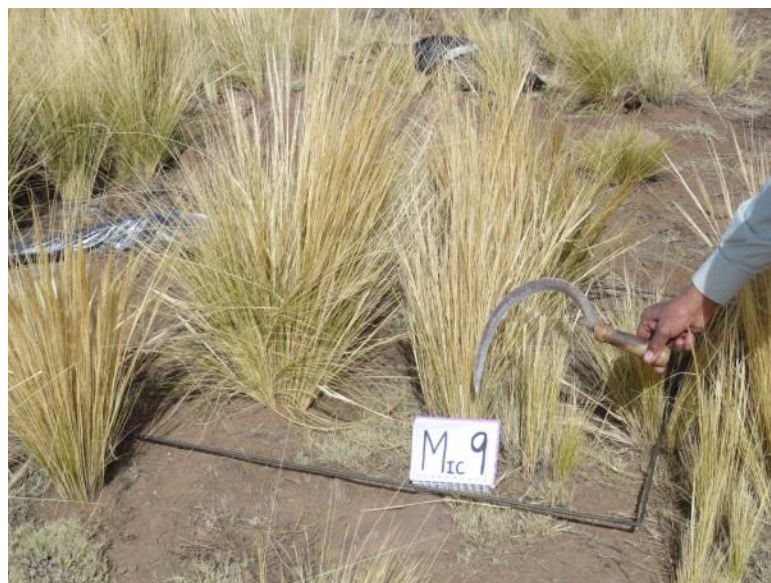


Figura 39: Material base del aislante termo acústico (Stipa Ichu) en un cuadrante.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Luego de realizar el corte del Stipa Ichu en todo el cuadrante, se procede a colocar en sus respectivos envoltorios de plástico, para luego ser pesados y determinar un promedio de peso de Stipa Ichu por metro cuadrado.

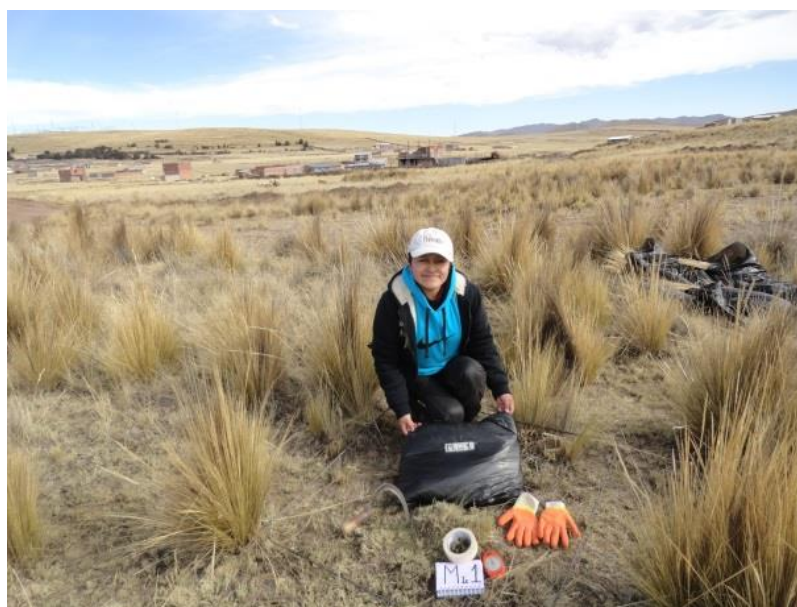


Figura 40: Herramientas y materiales utilizados en la recolección de material base del aislante termoacústico.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.2 Proceso de elaboración de muestras del Aislante Termoacústico de forma Manual

3.6.2.1 Herramientas y materiales utilizados

El presente procedimiento es una propuesta realizada por el equipo de trabajo, donde para la elaboración del Aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, se hizo uso de las siguientes herramientas y materiales. Además para la elaboración de las diferentes muestras, se realizó diferentes tamaños de moldes de madera.



Figura 41: Herramientas y materiales utilizados para la elaboración de las muestras a ensayar.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.2.2 Proceso de elaboración



Figura 42: Stipa Ichu picado con tijera podadora de jardín, usando guantes de cuero para protegerse las manos.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



Figura 43: Colocado del Stipa Ichu picado en capas agregando cola de carpintero.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



Figura 44: Compresión manual de las muestras con prensas de 9310 N de presión.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

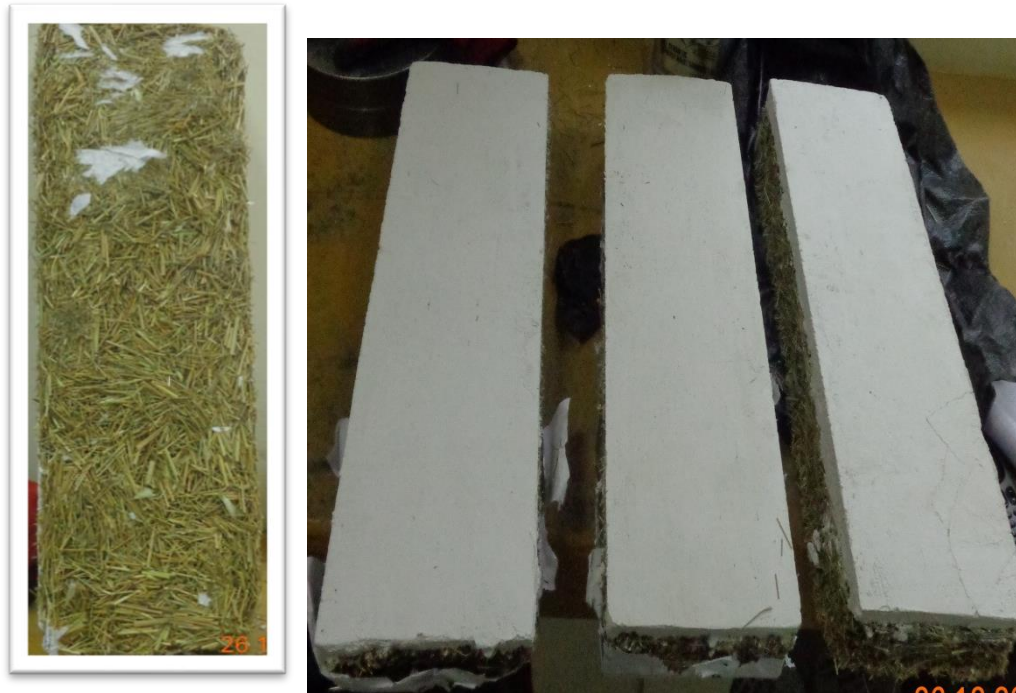


Figura 45: Medidas del panel de aislante termoacústico final 1.20m x 2.40m x 0.05m y revestimiento de yeso en las muestras elaboradas.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.3 Trabajo en Laboratorio (ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS)

3.6.3.1 Ensayo de Contenido de Humedad y Masa Seca

Con este ensayo se determina la cantidad de agua que contiene una sustancia con respecto a su masa seca (sustancia en estado anhídrido).

$$W\% = \frac{m_h - m_s}{m_s} \times 100$$

Donde:

$W\%$ = Contenido de humedad (%)

m_h = masa húmeda de la muestra

m_s = masa seca de la muestra



Figura 46: Ensayo de contenido de humedad realizado en laboratorio, utilizando estufa de secado, el disecador de campana y balanza de precisión.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Equipos y materiales:

- Balanza de precisión de 0.001g
- Estufa de secado a 65°C
- Sobres manila
- Disecador campana de vidrio con Cloruro de Calcio

Procedimiento del ensayo:

1. Registrar el peso de una muestra representativa.
2. Colocar la muestra dentro del sobre manila.
3. Dejar secar la muestra con sobre en la estufa a 65°C por 24 horas.
4. Retirar la muestra de la estufa y llevarlo al disecador campana de vidrio con cloruro de calcio.
5. Registrar el peso de la muestra seca.
6. Repetir el procedimiento 6 veces.

3.6.3.2 Ensayo de Densidad mediante el Método Gravimétrico

La densidad de un material se determina con la relación entre la masa y el volumen de una sustancia.

$$D = \frac{m}{v}$$

Donde:

$$D = \text{densidad} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

m = masa de muestra

v = volumen de muestra

Equipos y materiales:

- Balanza de precisión de 0.001g
- Probetas graduadas
- Estufa de secado a 65°C



Figura 47: Muestras del Ensayo de densidad realizado en laboratorio.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Procedimiento del ensayo:

1. Recortar tallos secos de Stipa Ichu en longitudes de 2.5cm aproximadamente.
2. Registrar el peso de la muestra en gramos.
3. Introducir la muestra de Stipa Ichu en probetas graduadas con agua.
4. Medir el volumen final en la probeta.
5. Calcular la densidad con la relación masa y volumen de la muestra.
6. Repetir el procedimiento 6 veces.

3.6.3.3 Ensayo de Porosidad

Con este ensayo se determina la capacidad de absorción de agua que presenta un material.

$$Pm = \frac{D_{agua}}{D_s} \times 100\%$$

Donde:

$Pm =$ Porosidad de la muestra (%)

$D_{agua} =$ Densidad del agua ($\frac{g}{cm^3}$)

$D_s =$ Densidad seca de la muestra ($\frac{g}{cm^3}$)

Equipos y materiales:

- Balanza de precisión de 0.001g
- Estufa de secado a 65°C
- Recipiente de vidrio para sumergir la muestra



Figura 48: Muestras del ensayo de porosidad realizado en laboratorio.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Procedimiento del ensayo:

1. Recortar tallos secos de *Stipa Ichu* en longitudes de 2.5cm aproximadamente.
2. Dejar secar la muestra en una estufa a 65° C por 24 horas.
3. Registrar el peso de la muestra seca en gramos.
4. Sumergir la muestra en agua por 24 horas.
5. Registrar el peso de la muestra húmeda.
6. Calcular la porosidad de la muestra.

Repetir el procedimiento 6 veces.

3.6.3.4 Ensayo de Fibra Cruda (FC)

La fibra cruda es el residuo seco obtenido luego de la digestión de las muestras con un medio ácido (1.25% H_2SO_4) y otro alcalino (1.25% de NaOH). Este método es aplicable tanto a granos, comida, harinas, alimento y material de fibra, del cual se debe extraer la grasa para obtener un residuo utilizable. En cualquiera de los casos en los que la muestra contenga más de 1% de extracto etéreo, es necesario lavar la alícuota a analizar con un solvente que lo extraiga (éter de petróleo).

Referencia

La realización del presente ensayo, tuvo como referencia el Manual de Laboratorio de Servicios de Nutrición Animal – Protocolos de trabajo LASERNU y PROMEFA, Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2013.

Precauciones

- La acetona es altamente inflamable. Manipular la acetona con la campana funcionando evitar la inhalación y el contacto con la piel.
- Usar guantes y la campana cuando manipule el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio. Sea muy cuidadoso cuando agregue el los reactivos al agua. No les gusta que los mojen.
- Asegurarse que el tamaño de partícula de muestra sea de 1mm.

Equipos y Materiales

- Equipo extractor Soxhlet
- Balanza de precisión
- Bolsitas filtrantes de papel filtro
- Disecador de campana
- Ácido sulfúrico concentrado
- Acetona
- Hidróxido de sodio en perlas

$$FC = 1000x[(T + FC) - \frac{[T1x(\frac{Tbco2}{Tbco1})]}{MHxMS105}]$$

Donde:

$$FC = \text{Fibra Cruda } (\frac{g}{kg} \text{ MS})$$

$$MH = \text{Peso de la muestra (g)}$$

$$MS = \text{Coeficiente de materia seca a } 105^{\circ}\text{C } (\frac{g}{g})$$

$$T = \text{Peso de tara de la bolsa (g)}$$

$$T1 + FC = \text{Peso final de la bolsa con la fibra (g)}$$

$$Tbco1 = \text{Promedio de pesos de bolsas para blanco inicial (g)}$$

$$Tbco2 = \text{Promedio de pesos de bolsas para blanco final (g)}$$

1. La determinación se realizará con el Equipo extractor Soxhlet, utilizando las bolsitas filtrantes. Cada muestra se tratará por duplicado y en cada corrida se incluirán dos sobres sin muestra para utilizarlos como factor de corrección de la tara de las bolsitas con muestra.
2. Tarar las bolsitas filtrantes en la balanza analítica.
3. Pesar aproximadamente 0.5g de la muestra dentro del sobre (previamente tarada la balanza en cero) y registrar los datos.
4. Cerrar el sobre y lavar con éter para extraer la materia grasa (realizar a todas las muestras). Dejar secar hasta el día siguiente para poder realizar la digestión con la solución acida. Si el porcentaje de grasa es menor al 1%, la extracción puede ser omitida.

5. Colocar en el equipo no menos de 1.5 litros de solución acida de ácido sulfúrico, dependiendo de la cantidad de muestras a determinar. Todas deben quedar sumergidas en la solución. La capacidad máxima del equipo es de 2 litros.
6. Sumergir el soporte con los sobres en el y finalmente ubicar el peso del mismo,
7. Cerrar el equipo adecuadamente y encender el calor y la agitación durante 40 minutos.
8. Apagar el calor y la agitación. Abrir la canilla de descarga suavemente para que se vacíe el aparato y finalmente abrir la tapa.
9. Efectuar 3 enjuagues con agua destilada a 90 – 100°C durante 4 minutos.
10. Colocar en el equipo no menos de 1.5 litros de solución alcalina de Hidróxido de Sodio, dependiendo de la cantidad de muestras a determinar. Todas deben quedar sumergidas en la solución. La capacidad máxima del equipo es de 2 litros.
11. Cerrar el equipo adecuadamente y encender el calor y la agitación durante 40 minutos.
12. Apagar el calor y la agitación. Abrir la canilla de descarga suavemente para que se vacíe el aparato y finalmente abrir la tapa.
13. Efectuar 3 enjuagues con agua destilada a 90 – 100°C durante 4 minutos.
14. Sacar los sobres del equipo y enjuagar con etanol o acetona para extraer el resto de agua.
15. Dejar secar en el disecador de campana y llevar a estufa a 105°C por 2 horas.
16. Retirar los sobres de la estufa en el disecador.
17. Pesar todos los sobres manipulándolos con pinza y registrar el peso.

3.6.3.5 Ensayo de Cenizas 600°C

La materia orgánica de la muestra es combustionada, eliminándose como CO₂, por lo que el residuo recuperado reúne las sustancias minerales (independientemente de su origen funcional en el material de origen).

Referencia

La realización del presente ensayo, tuvo como referencia el Manual de Laboratorio de Servicios de Nutrición Animal – Protocolos de trabajo LASERNU y PROMEFA, Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2013.

Equipos y Materiales

- Balanza de precisión
- Capsulas de porcelana
- Disecador de campana
- Mufla

Procedimiento

Para determinar el porcentaje de cenizas del Stipa Ichu, se usó la siguiente formula:

$$Cen = \left\{ \frac{[(T + Cen) - T]}{MH} \right\} x 1000$$

$$Cen = \left\{ \frac{[(T + Cen) - T]}{(MH x MS105) x 1000} \right\}$$

$$Cen = \left\{ \frac{Cen}{MS105} \right\}$$

Donde:

$$Cen = \text{Cenizas} \left(\frac{g}{kg} MH \right)$$

$$MH = \text{Materia humeda} (g)$$

$$MS105 = \text{Coeficiente de materia seca a } 105^{\circ}\text{C} (g/g)$$

$$T = \text{Peso de la Tara} (g)$$

1. El sustrato con que se trabaja es la muestra molida y secada a 65°C .
2. El procedimiento se debe realizar por duplicado para cada una de las muestras.
3. Las capsulas de porcelana utilizadas en este procedimiento deben estar completamente secas. Para ello deben permanecer en la estufa a 105°C por lo menos desde la tarde anterior.
4. Se retiran las capsulas de la estufa en el disecador de campana y se dejan enfriar (aprox. 15-30 min). Registrar el peso de la capsula (T) en una balanza analítica. Para ello se debe retirar con pinza la capsula del disecador y colocarla sobre el plato de la balanza con cuidado.
5. Colocar en la capsula una alícuota de la muestra de peso conocido. (aprox. 2g)
6. Regular la mufla a 600°C y encenderla una vez que las capsulas están en su interior.



Figura 50: Equipo Mufla del Laboratorio de Ingeniería Agronómica de la UNA - Puno.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

1. Una vez alcanzada la temperatura final se debe mantener durante 2 horas.
2. Apagar la mufla y dejar enfriar.
3. Retirar las capsulas y colocarlas en el disecador, dejar enfriar y pesar.
4. Se puede continuar con la determinación de cenizas a partir de las capsulas preparadas con que se determinó la materia seca a 105°C. una vez pesadas las capsulas y finalizada la determinación de MS 105°C, se procede desde el punto 7 del presente procedimiento.

3.6.3.6 Ensayo de Durabilidad del Stipa Ichu frente a los Hongos

El miedo a que crezca moho entre los fardos de paja, es totalmente injustificado si el muro está construido correctamente. Sobre la paja seca no pueden crecer hongos. Para una adecuada ejecución, los fardos de paja deben estar secos, lo cual quiere decir que no deben contener más de 15% de humedad. Según Viitanen (1996), los hongos se generan con temperaturas de entre 20 y 28°C y por encima del 55%. (Minke & Mahlke, 2008)

Las temperaturas de la ciudad de Puno son bajas, siendo un factor que impide la proliferación de los hongos en el Stipa Ichu; sin embargo, para determinar la propiedad

de durabilidad a los hongos del Stipa Ichu, se realizó el ensayo en las instalación del Laboratorio de Ecología Acuática de la Facultad de Ciencias Biológicas - Escuela Profesional de Biología, de acuerdo al siguiente detalle.

Referencia Normativa: NTC 1127 de 1994, transferida por la ASTM D 2017-63 y UNE EN 350-1

Equipos y Materiales

- Muestras de ichu de 5 cm x 5 cm x 1 cm
- Placas Petri
- Frascos de vidrio
- Tierra negra
- Incubadora
- Autoclave
- Balanza precisión 0.001 gramos
- Microscopio
- Agar de papa

Numero de Muestras

15 muestras

Procedimiento del Ensayo

- **Obtención de Muestras.** - Tomando una muestra representativa de Stipa Ichu se elaboraron las muestras agrupando tallos de Stipa Ichu en sentido unidireccional con espesor de 1cm de radio de tal forma que se obtuvieron rollitos, para luego atarlos y juntar 5 de estos.

- **Cultivo de Hongos.** - Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el hongo “*Aspergillus Flavus*”. Para el cultivo se utilizó agar de papa, el cual se removió en un recipiente caliente por 20 minutos, posteriormente se vertió el agar en un matraz Erlenmeyer de 500 ml que se selló con papel aluminio y craft. Con la finalidad de esterilizar el agar se procedió a realizar el proceso de autoclavado por 90 minutos. Se dejó enfriar el agar para luego vaciarlo en las placas Petri previamente esterilizadas, para la inoculación de hongos se extrajeron con ayuda de un hisopo los cuales se colocaron sobre el agar en las placas Petri, posteriormente se conservaron las placas Petri sembradas en una incubadora a $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de dos semanas.

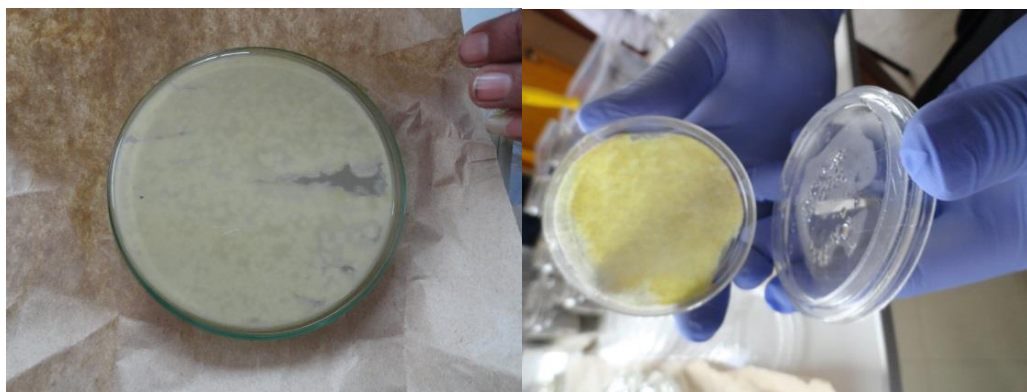


Figura 51: Cultivo de hongos “Aspergillus Flavus”, en placas Petri.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

- **Preparación del Sustrato de Suelo.** - Se preparó tierra negra pasándolo por el tamiz N° 50, para luego depositar 180 g de tierra en cada frasco, los cuales se autoclavaron por un periodo de 90 minutos con el fin de esterilizar la tierra de microorganismos.
- **Montaje de Probetas.** - Utilizando guantes y mascarillas se procedió a abrir un frasco con tierra para luego colocar sobre esta una lámina de agar con hongo cultivado, y sobre esta una muestra de Ichu, cerrar el frasco para posteriormente

llevarlo a una incubadora a $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se repitió este procedimiento con los demás frascos.



Figura 52: Procedimiento de montaje de Probetas con muestras de Stipa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

- **Periodo de Exposición.** - El periodo de exposición de las probetas fue de 16 semanas, según esta establecido en la NTC 1127 y UNE EN 350-1. Cada cuatro semanas se seleccionaron tres frascos de forma aleatoria, de los cuales se extrajeron las muestras de Stipa Ichu, los cuales fueron limpiados y pesados, posteriormente se llevaron estas muestras para ser observados en un microscopio y verificar el ataque sufrido por los hongos.



Figura 53: Toma de datos de tres frascos de las muestras de Stipa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.3.7 Muestras de Stipa Ichu observadas en el microscopio

En el laboratorio de Ecología Acuática de la E.P. de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, se realizó la observación microscópica de la composición del Stipa Ichu, realizando un corte longitudinal por el medio.

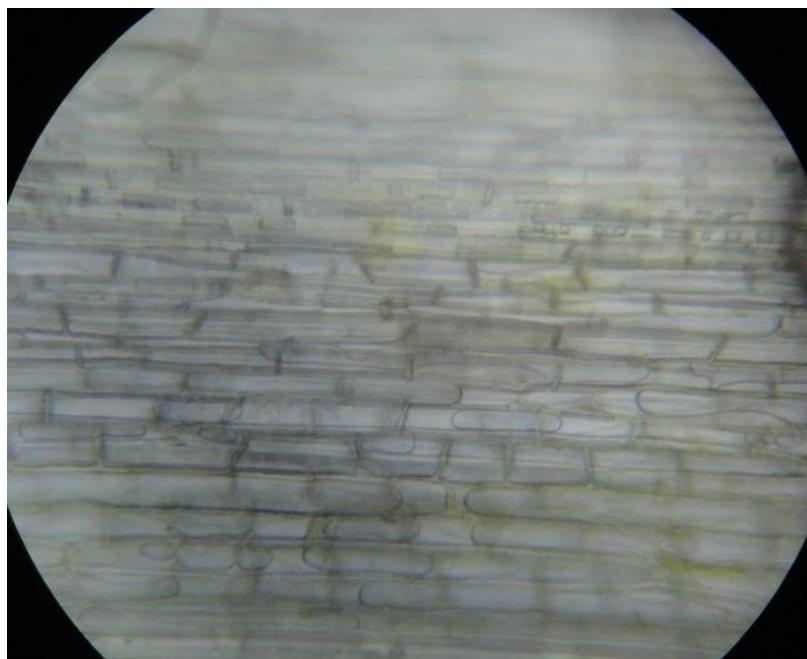


Figura 54: Observación microscópica de una muestra de Stipa Ichu, cortado longitudinalmente por el medio.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

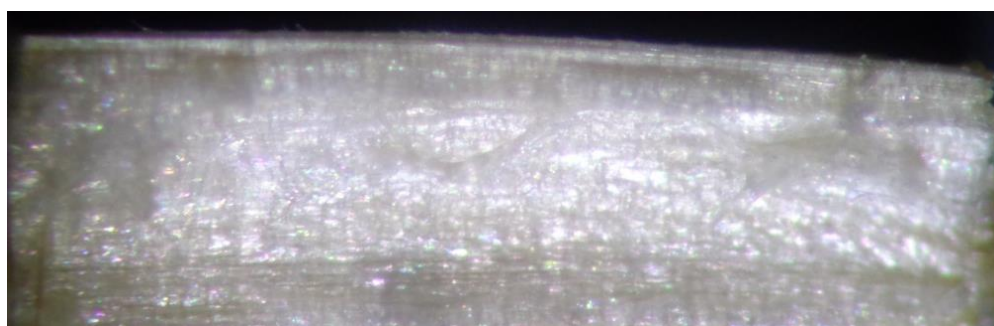


Figura 55: Observación microscópica con menor nitidez de la coloración interna del Stipa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



Figura 56: Observación microscópica de una muestra de Stipa Ichu, cortado transversalmente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.4 Trabajo en Laboratorio (ENSAYOS DEL COMPORTAMIENTO DEL AISLANTE TERMOACUSTICO)

3.6.4.1 Ensayo de Aislamiento Térmico

Materiales:

1. Cocina.
2. Bandeja de aluminio
3. Cronómetro
4. Balanza de 0.01 gr.
5. Vernier
6. Hielo
7. Vaso de precipitado de 100 ml
8. Termómetro digital (pirómetro)

Introducción

La determinación de la constante de conductividad térmica de placas de materiales depende de la medición del flujo de calor que pasa a través de la muestra, de

la diferencia de temperatura entre las dos caras y del espesor de la placa. En este experimento la cantidad de calor que pasa a través de la placa se determina por la cantidad de hielo derretido por el flujo de calor que logra traspasarla por unidad de tiempo.

La ecuación que representa el flujo de calor por unidad de tiempo a través de la placa está dada por:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x}, \text{ en unidades de J/s ó Watts}$$

Por lo que la constante de conductividad térmica, K, queda representada como:

$$K = \frac{\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right) \Delta x}{A \Delta T} \frac{\text{Watts}}{\text{m}^\circ\text{C}} \quad (1)$$

Excepto $\Delta Q/\Delta t$ que se determina indirectamente a través de la masa de hielo derretido por unidad de tiempo, cada uno de los parámetros de la ecuación se pueden medir directamente: el espesor de la placa, Δx , la diferencia de temperatura entre las dos caras de la placa, $\Delta T = T_i - T_f$, y el área de sección transversal del recipiente cilíndrico que contiene el hielo, $A = \pi r^2$.

La cantidad de calor por unidad de tiempo $\Delta Q/\Delta t$ que pasa por la placa derrite $\Delta m/\Delta t$ (gr/s) de hielo, lo que se expresa con la ecuación:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} L_f \quad (2)$$

Donde L_f es el coeficiente de fusión del hielo en unidades de J/gr, por lo que sustituyendo (2) en la ecuación (1), se obtiene la K en función de parámetros medibles, ecuación (3).

$$K = \frac{\frac{\Delta m}{\Delta t} L_f}{A \Delta T} \frac{\text{Watts}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} \quad (3)$$

Numero de Muestras

18 muestras

Procedimiento del Ensayo

1. Ponga agua en el generador de vapor (Olla) hasta alcanzar un poco arriba del 50% del volumen del recipiente.



Figura 57: Medición de la Temperatura de ebullición del agua mediante el Pirómetro.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

2. Conecte la cocina y gire la perilla de control hasta el No 6 (un 80% del máximo, aproximadamente) y esperar hasta que se genere vapor.
3. Conectar el generador de vapor (cocina), con una manguera, a la cámara de vapor.
4. Seleccione una placa de material proporcionado en el kit, mida su espesor, anótelo, y fíjela en la base del aparato, según indicaciones del instructor.
5. Mida el diámetro, d_i , del recipiente de plástico para el hielo y calcule el área, A_i , de sección transversal y anótela.

6. Coloque el termómetro sobre la cara superior de la placa y espere hasta que la temperatura se estabilice.
7. Una vez que se cumpla la condición de estabilidad de la temperatura en la muestra, coloque el hielo en el la bandeja de aluminio, sobre la placa por la que pasará el calor proporcionado por el vapor de agua, de forma tal que el hielo esté haciendo contacto directo con la placa.
8. Empiece a recolectar datos de la masa de hielo derretido cada 5 minutos durante 25 min, procurando que en cada recolección la masa sea medida en la balanza y anote el valor obtenido para el tiempo transcurrido. Si la cantidad de agua de hielo recolectada para el material analizado es muy pequeña, cercana a 1 ml, en la primera medida, aumente el tiempo entre mediciones al doble.



Figura 58: Recolección de datos de las muestras de Stipa Ichu.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.4.2 Ensayo de Aislamiento Acústico

Este ensayo permitirá determinar las propiedades de atenuación de ruido de un material.

Referencia: “CALCULO DEL COEFICIENTE DE REDUCCION DE RUIDO (NRC), DE MATERIALES UTILIZANDO UNA CAMARA DE INSONORIZACION” de la Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia; realizado por Salazar, E.; Cabrera, C.

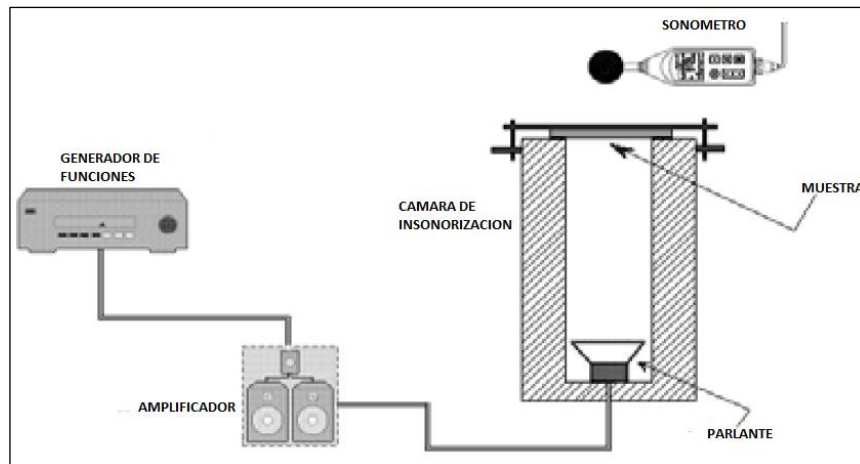


Figura 59: Esquema del sistema de medición para la atenuación del ruido.

FUENTE: Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia; realizado por Salazar, E.; Cabrera, C.

Equipos y Materiales:

- Generador de Funciones Tektronix AFG 1062
- Amplificador con parlante
- Cámara de Insonorización
- Sonómetro Casella Cel 6X0

Procedimiento del Ensayo:

1. Instalar el sistema de medición constituido del generador de frecuencias, amplificador, parlante, cámara de insonorización y el sonómetro a 30cm de este.

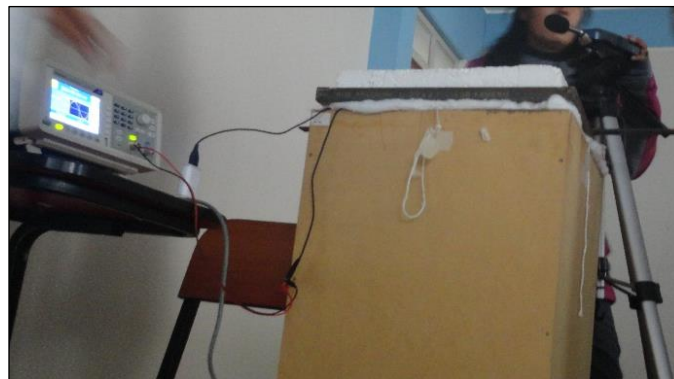


Figura 60: Sistema de medición instalado para la toma de datos.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

2. Generar ruido con el generador de frecuencias en onda sinusoidal con frecuencias de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz y 8000 Hz.

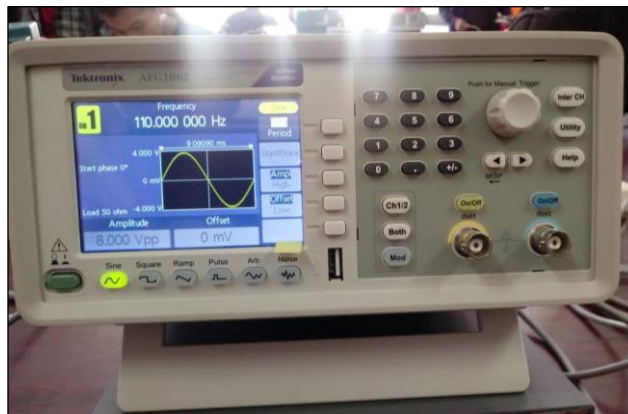


Figura 61: Generador de frecuencias utilizado del Laboratorio de la E.P. de Ing. Electrónica.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3. Registrar datos del ruido en dB (A) lecturados con el sonómetro antes y después de colocar el aislante termoacústico en la cámara de insonorización.

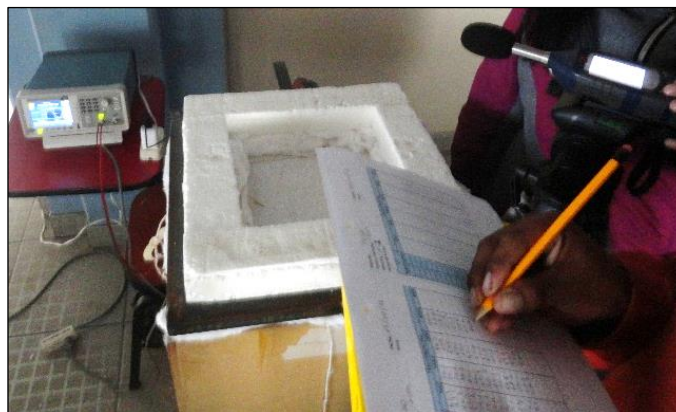


Figura 62: Registrando datos del sonómetro.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4. Repetir el ensayo para las demás muestras.

3.6.4.3 Ensayo de Resistencia al Fuego

Este ensayo tiene por finalidad determinar la resistencia al fuego de un material.

Referencias: Norma DIN 4102 y la norma ASTM E 119

Equipos y Materiales:

- Soplete a gas
- Termómetro digital laser
- Flexómetro
- Cronómetro o temporizador.

Procedimiento del Ensayo:

1. Instalar el soplete a una distancia de 15cm de la muestra.



Figura 63: Instalación del Equipo para la realización del ensayo.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

2. Someter a fuego de forma puntual y perpendicular a la muestra.



Figura 64: Toma de datos con el uso del Pirómetro.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3. Registrar la temperatura cada 10 minutos con el termómetro digital laser tanto de la cara expuesta y no expuesta al fuego de la muestra.
4. Culminar el ensayo cuando la cara no expuesta al fuego presente fisuras o daños por la exposición al fuego.
5. Medir el radio que afecto el fuego en la muestra.

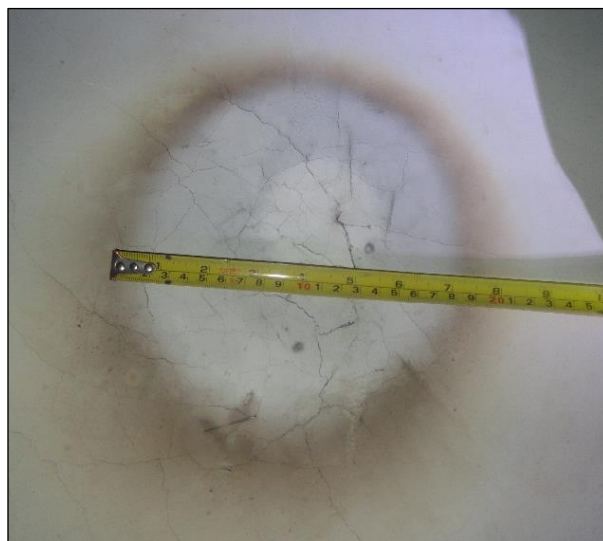


Figura 65: Radio de quemadura de la muestra ensayada.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6.4.4 Ensayo de Resistencia a la Flexión

Referencia: Norma ASTM C – 78

Procedimiento del Ensayo

1. Determinar las medidas de la base y peralte de testigos a ensayar.
2. Montar el primer testigo en el equipo para flexión.
3. Aplicar carga al espécimen uniformemente y sin sacudidas. La carga debe ser aplicada a una velocidad constante hasta el punto de ruptura.



Figura 66: Testigos ensayados de Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



Figura 67: Carga a velocidad constante con el equipo de Resistencia a la flexión ORION.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ENSAYOS DE CARACTERIZACION FISICA DEL STIPA ICHU

4.1.1. Ensayo de Contenido de Humedad

Realizado en el “LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA – de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMICA de la Universidad Nacional del Altiplano”.

FECHA: 10 /08/2018

Tabla 4: Datos y resultados del ensayo de Contenido de Humedad del Stipa Ichu.

MUESTRA	PESO HUMEDO + SOBRE (g)	PESO DE SOBRE (g)	PESO SECO DE ICHU (g)	% HUMEDAD	% MASA SECA
M1	90.792	13.776	95.054	10.009	89.991
M2	86.500	13.872	91.329	9.902	90.098
M3	72.173	13.820	78.123	10.074	89.926
M4	75.020	13.822	80.766	9.999	90.001
M5	103.750	13.751	106.735	10.087	89.913
M6	95.362	13.860	99.33	9.959	90.041
			PROMEDIO	10.005	89.995

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2. Ensayo de Densidad

Realizado en el “LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA - de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMICA de la Universidad Nacional del Altiplano”.

FECHA: 11/08/2018

Tabla 5: Datos y resultados del ensayo de Densidad del Stipa Ichu.

MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA (g)	VOLUMEN INICIAL (cm ³)	VOLUMEN FINAL (cm ³)	VOLUMEN DEZPLADO (cm ³)	DENSIDAD (g/ cm ³)
M1	1.802	70.0	71.5	1.5	1.201
M2	2.268	70.0	72.0	2.0	1.134
M3	2.271	70.0	72.0	2.0	1.136
M4	2.243	70.0	72.0	2.0	1.122
M5	1.804	70.0	71.5	1.5	1.203
M6	1.934	70.0	71.7	1.7	1.138
PROMEDIO					1.155

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3. Ensayo de Porosidad

Realizado en el “LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA - de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMICA de la Universidad Nacional del Altiplano”.

FECHA: 11/08/2018

Tabla 6: Datos y resultados del ensayo de Porosidad del Stipa Ichu.

MUESTRA	VOLUMEN (ml)	PESO SECO (g)	DENSIDAD SECA (g/ cm ³)	DENSIDAD DEL AGUA (g/ cm ³)	POROSIDAD (%)
M1	1.5	1.522	1.015	1	98.567
M2	2.0	2.031	1.016	1	98.454
M3	2.0	2.044	1.022	1	97.852
M4	2.0	2.019	1.009	1	99.074

M5	1.5	1.524	1.016	1	98.451
M6	1.7	1.721	1.012	1	98.803
PROMEDIO					98.534

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los resultados muestran que el Stipa Ichu es un material altamente poroso, cuya propiedad guarda relación con las propiedades acústicas, siendo un buen material a ser usado para atenuar el ruido.

4.1.4 Ensayo de Fibra Cruda

4.1.4.1 Datos y Resultados

Realizado en el LABORATORIO DE PASTOS Y FORRAJES - de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMICA de la Universidad Nacional del Altiplano”.

FECHA: 10/09/2018

Tabla 7: Fibra Cruda (%) del Stipa Ichu.

MUESTRA	FIBRA CRUDA (%)
M1	38.65
M2	39.90
M3	39.35
M4	38.15
M5	39.97
M6	39.35
PROMEDIO	39.228

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se determinó que la FIBRA CRUDA (%) de las muestras ensayadas de Stipa Ichu fue de 39.228, siendo un valor que se asemeja a los resultados contenidos en otros proyectos de investigación relacionados al presente.

4.1.5. Ensayo de Cenizas

4.1.5.1. Datos y Resultados

Realizado en el LABORATORIO DE PASTOS Y FORRAJES - de la Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMICA de la Universidad Nacional del Altiplano”.

FECHA: 10/09/2018

Tabla 8: Cenizas (%) del Stipa Ichu.

MUESTRA	CENIZAS (%)
M1	4.33
M2	4.50
M3	4.30
M4	4.28
M5	4.53
M6	4.34
PROMEDIO	4.380

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se determinó que el CENIZAS (%) de las muestras ensayadas de Stipa Ichu fue de 4.380, siendo un valor que se asemeja a los resultados obtenidos en otros proyectos de investigación relacionados al presente.

4.1.6. Ensayo de Durabilidad a los Hongos

4.1.6.1. Datos

- Metodología : Método acelerado para evaluar la durabilidad natural de la madera a la pudrición. NTC 1127 de 1994.
- Normativa : Norma Técnica Colombiana ICONTEC NTC 1127/94. ICONTEC NTC 1127/94.
- Hongo usado : “Aspergillus Flavus”

Tabla 9: Datos de las muestras del ensayo de durabilidad a los hongos del *Stipa Ichu*.

MUESTRAS	TIEMPO																
	00	02	04	08	12	16	PERDIDA DE PESO EN PORCENTAJE	PERDIDA DE PESO EN PORCENTAJE	PERDIDA DE PESO EN PORCENTAJE	PERDIDA DE PESO EN PORCENTAJE							
DE STIPA ICHU (e=1.5cm)	SEMANAS (g)	SEMANAS (g)	SEMANAS (g)	SEMANAS (g)	SEMANAS (g)	SEMANAS (g)	23/05/2018	22/06/2018	23/07/2018	23/08/2018	24/09/2018	23/05/2018	22/06/2018	23/07/2018	23/08/2018	24/09/2018	
Mi-1	18.3537	18.2560	-	-	-	-	0.532%										
Mi-2	19.0846	18.9551	-	-	-	-	0.679%										
Mi-3	23.3624	23.2504	-	-	-	-	0.479%										
Mi-4	23.5342	-	23.1075	-	-	-	-	1.813%									
Mi-5	20.3450	-	19.9882	-	-	-	-	1.754%									

Mi-6	19.3451	-	-	19,0183	1.689%	-	-	-	-	-
Mi-7	19.0999	-	-	18.1282	5.087%	-	-	-	-	-
Mi-8	18.6927	-	-	17.7118	5.248%	-	-	-	-	-
Mi-9	17.1847	-	-	16.2982	5.159%	-	-	-	-	-
Mi-10	20.5423	-	-	-	-	17.7689	13.501%	-	-	-
Mi-11	22.0185	-	-	-	-	18.9886	13.761%	-	-	-
Mi-12	23.3597	-	-	-	-	20.1664	13.670%	-	-	-
Mi-13	20.8960	-	-	-	-	-	-	15.9179	23.823%	-
Mi-14	22.8391	-	-	-	-	-	-	17.3682	23.954%	-
Mi-15	22.4538	-	-	-	-	-	-	17.1325	23.699%	-

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

El desarrollo del presente ensayo fue realizado en el laboratorio de Ecología Acuática de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, con la asistencia del Biólogo Balbino Lorgio Palacios Frisancho.

4.1.6.2. Cálculos y resultados

Tabla 10: Resultados del ensayo de durabilidad a los hongos del Stipa Ichu.

TIEMPO	MUESTRAS DE STIPA	PERDIDA DE PESO EN
	ICHU (e=1.5cm)	PORCENTAJE
02 semanas	Mi-1	0.532%
	Mi-2	0.679%
	Mi-3	0.479%
	Mi-4	1.813%
04 semanas	Mi-5	1.754%
	Mi-6	1.689%
	Mi-7	5.087%
08 semanas	Mi-8	5.248%
	Mi-9	5.159%
	Mi-10	13.501%
12 semanas	Mi-11	13.761%
	Mi-12	13.670%
	Mi-13	23.823%
16 semanas	Mi-14	23.954%
	Mi-15	23.699%
	PROMEDIO	8.990%

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a la metodología aplicada, se realiza la comparación del resultado con la siguiente tabla.

Tabla 11: Tabla de determinación de la durabilidad a los hongos, según la metodología utilizada.

PERDIDA PROMEDIO DE MASA (%)	DURABILIDAD NATURAL
0 – 10	Altamente resistente
11 –24	Resistente
25 –44	Moderadamente resistente
45 ó más	Poco resistente

Fuente: Norma ICONTEC NTC 1127/94. (12)

De lo cual, se tiene que el Stipa Ichu, presenta el siguiente comportamiento ante los hongos.

Tabla 12: Resultado de la durabilidad a los hongos del Stipa Ichu.

MATERIAL	INDICE DE DURABILIDAD
	NATURAL
STIPA ICHU	ALTAMENTE RESISTENTE

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.2. ENSAYOS DE PROPIEDADES ANTE AGENTES EXTERNOS

4.2.1. Ensayo de Aislamiento Acústico

4.2.1.1.Datos

A continuación, se presenta la tabla 13, en el cual se muestra el promedio de los datos obtenidos de la medición de ruido mediante el sonómetro, donde los datos iniciales se encuentran en los anexos del presente trabajo.

Tabla 13: Promedio de los datos obtenidos de la medición con sonómetro.

ESPESOR	MUESTRA	FRECUENCIA (Hz)						PROMEDIO
		250	500	1000	2000	4000	8000	
4CM	1	70.03	74.05	78.58	83.22	72.45	65.49	
	2	70.07	74.01	78.79	83.95	72.36	65.62	
	3	69.71	73.70	78.20	83.12	72.33	65.63	
	PROMEDIO	69.94	73.92	78.52	83.43	72.38	65.58	73.96
4CM YESO	1	51.84	57.89	63.18	66.51	55.81	48.21	
	2	52.00	57.81	63.57	67.77	55.79	48.55	
	3	51.87	57.67	62.95	66.95	55.54	48.17	
	PROMEDIO	51.90	57.79	63.24	67.08	55.71	48.31	57.34
5 CM	1	68.70	72.64	76.94	82.08	71.81	63.92	
	2	68.25	72.71	77.15	82.15	71.45	63.41	
	3	68.45	72.69	76.78	82.67	71.43	63.74	
	PROMEDIO	68.46	72.68	76.96	82.30	71.56	63.69	72.61
5CM YESO	1	50.12	56.29	62.51	64.73	54.51	47.53	
	2	50.21	56.91	62.38	64.36	54.41	47.63	
	3	50.08	56.16	62.15	64.16	54.56	47.61	
	PROMEDIO	50.14	56.45	62.35	64.42	54.49	47.59	55.91
6 CM	1	67.27	71.45	75.13	81.48	70.15	62.31	
	2	67.40	71.49	75.84	81.57	70.70	62.65	
	3	67.18	71.07	75.09	81.09	70.15	62.06	
	PROMEDIO	67.28	71.34	75.35	81.38	70.33	62.34	71.34
6CM YESO	1	49.45	55.31	61.32	63.35	52.85	46.22	
	2	49.07	55.13	61.35	63.29	52.23	46.12	
	3	49.12	55.39	60.88	63.05	52.22	46.17	
	PROMEDIO	49.21	55.28	61.18	63.23	52.44	46.17	54.59
SIN AISLANTE	1	80.97	84.59	89.47	94.99	96.23	96.17	

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.2.1.2.Cálculos y resultados

Luego del procesamiento de datos, se determinó el Coeficiente de Transmisión de Sonido (STC) en Db (A), asimismo como la Perdida de Transmisión de Sonido (STL).

Tabla 14: Resultados del procesamiento de datos - perdida de transmisión de sonido en Db (A) del *Stipa Ichu*.

COEFICIENTE DE TRANSMISION DE SONIDO (STC) EN Db (A)							
PERDIDA DE TRANSMISION DE SONIDO (STL)							
FRECUENCIA (Hz)	MATERIALES						
	4cm ichu	4cm ichu con 1cm yeso	5cm ichu	5cm ichu con 1cm yeso	6cm ichu	6cm ichu con 1cm yeso	1cm de YESO
250	11.03	29.06	12.50	30.83	13.68	31.75	13.44
500	10.67	26.80	11.90	28.13	13.25	29.31	13.57
1000	10.94	26.23	12.51	27.12	14.11	28.28	14.37
2000	11.56	27.91	12.69	30.57	13.61	31.76	15.90
4000	23.84	40.52	24.66	41.73	25.89	43.79	21.01
8000	30.59	47.86	32.48	48.58	33.83	50.00	29.94
STC	16.44	33.06	17.79	34.49	19.06	35.81	18.04

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los resultados muestran un incremento de la perdida de transmisión del sonido, a medida que el espesor de las muestras ensayadas es mayor de, sin embargo, el incremento es proporcional al incremento del espesor de las muestras.

Tabla 15: Resultados del procesamiento de datos - Coeficiente de Reducción de Sonido (A) del Stipa Ichu.

FRECUENCIA (Hz)	COEFICIENTE DE REDUCCION DE SONIDO (NRC)						
	COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO (SAC) EN %						
	MATERIALES						
	4cm ichu	5cm ichu		6cm ichu		1cm de YESO	
4cm ichu	con 1cm yeso	5cm ichu	con 1cm yeso	6cm ichu	con 1cm yeso		
250	0.14	0.36	0.15	0.38	0.17	0.39	0.17
500	0.13	0.32	0.14	0.33	0.16	0.35	0.16
1000	0.12	0.29	0.14	0.30	0.16	0.32	0.16
2000	0.12	0.29	0.13	0.32	0.14	0.33	0.17
4000	0.25	0.42	0.26	0.43	0.27	0.46	0.22
8000	0.32	0.50	0.34	0.51	0.35	0.52	0.31
NRC	0.18	0.36	0.19	0.38	0.21	0.39	0.20

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De lo cual, se determina que el Stipa Ichu, alcanza a atenuar el ruido en 16.44 Db (A), y como material compuesto (revestimiento de yeso) alcanza a atenuar en 33.06 Db (A); lo cual confirma la hipótesis que se ha planteado en el presente proyecto de investigación.

4.2.2. Ensayo de Aislamiento Térmico

4.2.2.1. Cálculos y resultados

A continuación, se presentan el promedio de los datos obtenidos de la medición del aislamiento térmico del Stipa Ichu, donde los datos iniciales se encuentran en los anexos del presente trabajo.

Tabla 16: Resultados del coeficiente de conductividad térmica del Stipa Ichu, obtenidos por muestra ensayada.

ESPESOR	MUESTRA	K (W/m°C)	K (W/m°K)
4CM	1	0.358	0.069
	2	0.362	0.069
	3	0.360	0.069
	PROMEDIO	0.360	0.069
4CM + YESO	4	0.166	0.035
	5	0.164	0.035
	6	0.166	0.036
	PROMEDIO	0.165	0.036
5 CM	7	0.343	0.066
	8	0.341	0.066
	9	0.340	0.066
	PROMEDIO	0.341	0.066
5CM + YESO	10	0.153	0.033
	11	0.154	0.033
	12	0.153	0.033
	PROMEDIO	0.153	0.033
6 CM	13	0.308	0.063
	14	0.312	0.063
	15	0.310	0.063
	PROMEDIO	0.310	0.063
6CM + YESO	16	0.126	0.029
	17	0.129	0.030
	18	0.128	0.030
	PROMEDIO	0.128	0.030

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 17: Resultados del coeficiente de conductividad térmica del Stipa Ichu, por espesor de muestra.

MATERIAL	K (W/m°K)
STIPA ICHU 4CM	0.069
STIPA ICHU 4CM + YESO	0.036
STIPA ICHU 5CM	0.066
STIPA ICHU 5CM + YESO	0.033
STIPA ICHU 6CM	0.063
STIPA ICHU 6CM + YESO	0.030

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De los resultados mostrados, se tiene que para el mejor comportamiento del Stipa Ichu como aislante termoacústico, se recomienda su revestimiento con yeso, debido a que incrementa su propiedad como aislante térmico.

4.2.3. Ensayo de Resistencia al Fuego

4.2.3.1. Datos

Las muestras ensayadas en el presente ensayo fueron tres (03), donde el espesor fue único de 5cm de Stipa Ichu y luego con 1cm de revestimiento de Yeso, considerando los resultados obtenidos en los ensayos de aislamiento térmico y acústico, y tomando un promedio de los espesores, los cuales no presentaron diferencia.

- Normativa : Norma Técnica DIN 4102 Y ASTM E 119.
- Fecha del Ensayo : 27/10/2018

Tabla 18: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego de solo Stipa Ichu – Muestra 01 de espesor de 5cm.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA	CARA NO
	EXPUESTA	EXPUESTA
0	4.00	3.00
5	154.30	5.30
10	297.00	20.00
15	838.00	54.00
20	1484.60	376.80
Radio de quemadura		15cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 19: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego de solo Stipa Ichu – Muestra 02 de espesor de 5cm.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA	CARA NO
	EXPUESTA	EXPUESTA
0	3.00	2.80
5	142.20	5.20
10	288.30	25.30
15	795.50	52.70
20	1462.00	388.20
Radio de quemadura		16cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 20: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego de solo Stipa Ichu – Muestra 03 de espesor de 5cm.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA	CARA NO
	EXPUESTA	EXPUESTA
0	5.00	3.60
5	171.90	8.50
10	312.80	36.20
15	852.00	75.40
20	1582.30	448.10
Radio de quemadura		16cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 21: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego del Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso (Stipa Ichu+Yeso) – Muestra 01 de espesor de 6cm.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA EXPUESTA	CARA NO EXPUESTA
	0	13.10
5	217.00	13.20
10	248.20	14.30
15	341.50	18.40
20	427.10	22.30
25	464.80	24.50
30	593.30	29.70
35	660.50	32.20
40	731.00	35.00
45	822.40	40.50
50	925.30	48.10
55	979.30	52.80

60	993.10	57.20
65	1013.30	64.50
70	1044.50	77.70
75	1055.80	96.40
80	1069.00	120.90
Radio de quemadura		18cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 22: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego del Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso (Stipa Ichu+Yeso) – Muestra 02 de espesor de 6cm.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA EXPUESTA	CARA NO EXPUESTA
0	7.00	6.20
5	250.00	11.70
10	388.00	19.50
15	434.70	22.30
20	460.00	28.10
25	480.50	30.20
30	504.00	33.20
35	610.20	35.20
40	689.00	37.60
45	742.00	42.00
50	816.50	48.30
55	943.30	53.10
60	1008.00	57.80
65	1022.70	61.50
70	1036.00	72.00
75	1055.00	95.50
80	1066.60	118.30
Radio de quemadura		20cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 23: Datos obtenidos del ensayo de resistencia al fuego del Stipa Ichu con recubrimiento de Yeso (Stipa Ichu+Yeso) – Muestra 03 de espesor de 6cm.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA EXPUESTA	CARA NO EXPUESTA
0	18.60	16.50
5	214.00	20.10
10	366.00	22.00
15	455.30	25.80
20	497.00	27.30
25	510.60	29.00
30	553.00	31.00
35	615.20	33.60
40	667.00	40.50
45	721.70	47.60
50	792.40	50.00
55	850.62	52.10
60	939.20	55.70
65	1009.00	60.30
70	1035.80	67.00
75	1056.60	92.70
80	1068.70	126.90
Radio de quemadura		21cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

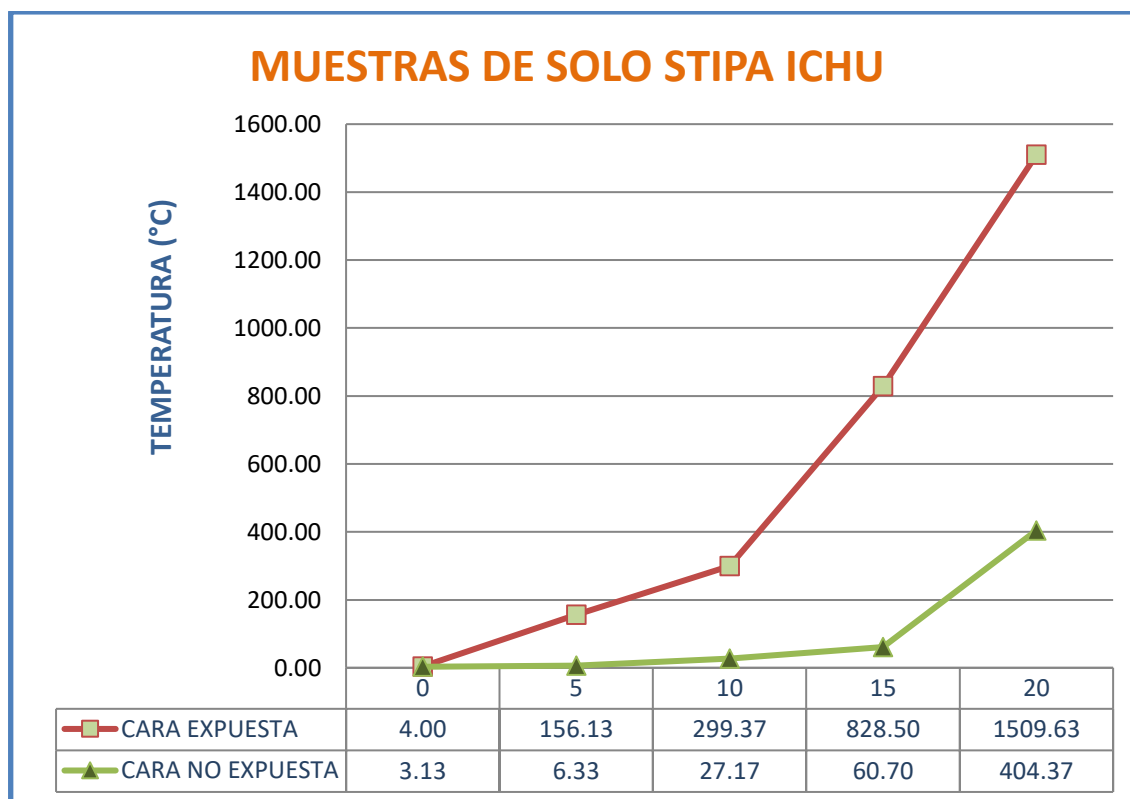
4.2.3.2. Cálculo y Resultados

Como siguiente paso se procedió a promediar la temperatura de las caras expuestas y no expuestas fuego, de las tres (03) muestras ensayadas.

Tabla 24: Resultados y comportamiento del aislante termoacústico a base de solo Stipa Ichu, frente al agente externo fuego.

TEMPERATURA (°C)		
TIEMPO (MIN)	CARA	CARA NO
	EXPUESTA	EXPUESTA
0	4.00	3.13
5	156.13	6.33
10	299.37	27.17
15	828.50	60.70
20	1509.63	404.37
Radio de quemadura		16cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

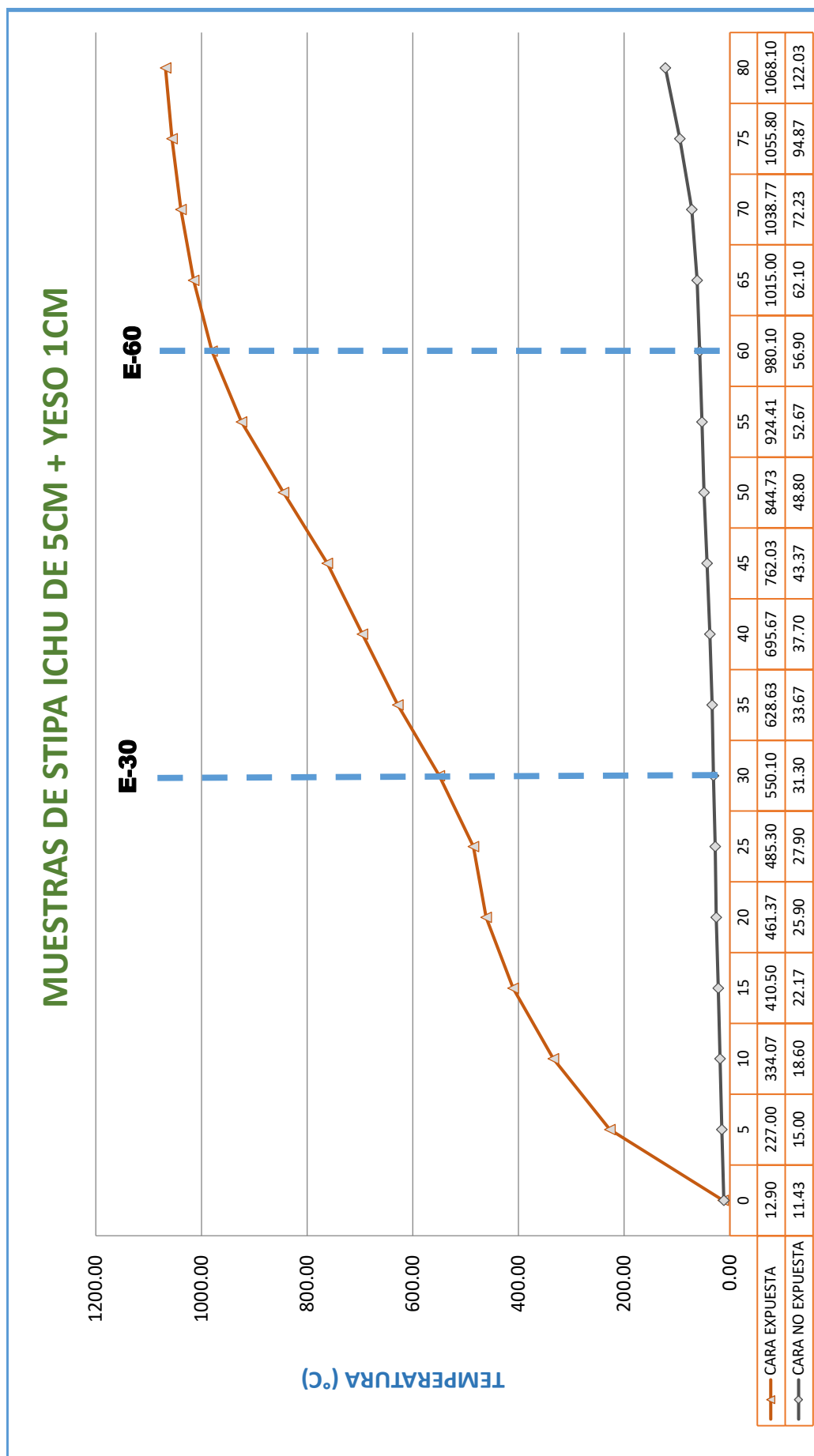


FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 25: Resultados y comportamiento del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu y recubierta de yeso, frente al agente externo fuego.

TIEMPO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	
	CARA	CARA NO
	EXPUESTA	EXPUESTA
0	12.90	11.43
5	227.00	15.00
10	334.07	18.60
15	410.50	22.17
20	461.37	25.90
25	485.30	27.90
30	550.10	31.30
35	628.63	33.67
40	695.67	37.70
45	762.03	43.37
50	844.73	48.80
55	924.41	52.67
60	980.10	56.90
65	1015.00	62.10
70	1038.77	72.23
75	1055.80	94.87
80	1068.10	122.03
Radio de quemadura		20cm

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.2.4. Ensayo de Resistencia a la Flexión

4.2.4.1. Referencias y datos

- NORMATIVA: ASTM C – 78
- Fecha de Ensayo: 26/12/18

Las muestras ensayadas en el presente ensayo fueron tres (03), donde el espesor fue de 5cm de Stipa Ichu y 1cm de revestimiento de yeso, de lo que, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.2.4.2. Resultados

Tabla 26: Datos de las muestras ensayadas en el Equipo de Resistencia a la Flexión.

DESCRIPCIÓN	PESO (kg.)	DIMENSIONES								
		BASE (mm.)			PERALTE (mm.)			PROMEDIO (mm.)		DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm.)
		b1	b2	b3	d1	d2	d3	b	d	L
M -01	3.60	150.0	149.5	150.0	61.0	61.5	61.0	149.8	61.2	457.2
M -02	3.85	149.5	150.0	149.5	60.5	61.0	60.5	149.7	60.7	457.2
M -03	3.90	149.5	149.5	150.0	60.5	61.0	61.5	149.7	61.0	457.2

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 27: Resultados de las muestras de Stipa Ichu ensayados.

DESCRIPCIÓN	LECTURA DEL DIAL (kg-f)		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MPa)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg-f/cm ²)
	P (kg-f)	P (N)	$R = PL/(bd^2)$	R
M -01	63	617	0.50	5.13
M -02	64	623	0.52	5.27
M -03	63	613	0.50	5.13

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3. DETERMINACION DE COSTOS

La presente investigación determinó el costo de construcción del material propuesto como aislante termoacústico a base Stipa Ichu, tomando como referencia los costos unitarios que se encuentran en CAPECO, cuyo cálculo del análisis de costos unitarios se adjunta en los anexos.

Tabla 28: Cuadro de comparación de costos del aislante termoacústico a base de Stipa Ichu en relación a otros productos existentes en el mercado.

MATERIAL AISLANTE TERMOACUSTICO	COSTO POR PANEL (1.2m x 2.4m)		
	REVESTIMIENTO		TOTAL
	MATERIAL	DE YESO	
POLIESTILENO	S/. 69.9	S/. 10.59	S/. 80.49
LANA DE VIDRIO	S/. 99.9	S/. 10.59	S/. 110.49
LANA DE ROCA	S/. 89.9	S/. 10.59	S/. 100.49
TECNOBLOCK	S/. 69.90	S/. 10.59	S/. 80.49
STIPA ICHU	S/. 48.76	S/. 10.59	S/. 59.35

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Del resultado mostrado, claramente se evidencia que el costo es más accesible a la economía de las personas que se encuentran en los sectores de expansión urbana de la ciudad de Puno, en comparación a productos que se comercializan en el mercado.

4.4. PLAN DE MANEJO Y CONSERVACION DE PASTOS NATURALES

Es necesario considerar que la extracción de la materia prima (Stipa Ichu), tiene un impacto en nuestro medio ambiente, por lo que, la presente investigación prevé el

mismo, a fin de proponer alternativas de manejo y conservación del Stipa Ichu, de acuerdo a la información investigada.

4.4.1. Manejo de Los Pastos Naturales

Mediante un adecuado manejo de pastizales podemos lograr:

- Recuperar la capacidad productiva y condición de pastizales degradados (cercado del área degradada, descanso, resiembra)
- Una óptima producción animal en forma sostenida
- Una óptima utilización al pastoreo que no afecte la condición y productividad del pastizal a futuro.
- Evitar procesos de erosión de los suelos del pastizal.
- Para ello, se deberá asignar el número adecuado de animales a un área de pastizal por un tiempo determinado de pastoreo, lo que demandará espacios delimitados o cercados (pastoreo rotativo).

4.4.2. Mejora del pastizal

Algunas prácticas de mejora del pastizal son

- Cercado y descanso para recuperación del pastizal degradado.
- Resiembra de pastos nativos importantes
- Resiembra de pastos cultivados en el pastizal
- Construcción de zanjas de infiltración en las laderas de pastizal degradado.

4.4.3. Problemática del Manejo de los Pastos Naturales

La Sierra del Perú constituye la principal región abastecedora de productos agrícolas y pecuarios del país. El desarrollo de actividades productivas en esta región ha estado mayormente basado en el aprovechamiento de los recursos naturales suelo y

pastos nativos mediante prácticas tradicionales de manejo, especialmente en comunidades campesinas, resultando en problemas de erosión de suelos por manejo inadecuado de la cobertura vegetal. Estudios de erosión de suelos en la sierra estiman en 5'413,840 las hectáreas afectadas por erosión severa y 21'102,000 de ha con intensidades entre moderada y severa (INRENA: Mapa de Erosión de Suelos del Perú. 1996).

Los procesos degradativos de la cobertura vegetal en pastizales resultan en disminución de su capacidad productiva forrajera y de su capacidad protectora del suelo. La erosión de los suelos, como resultado de la degradación de los pastizales, tiene como punto de partida la pérdida de cobertura vegetal por sobrepastoreo, pasando por la desaparición de especies forrajeras importantes que son reemplazadas por otras no deseables (retrogresión de la comunidad vegetal), y la pérdida de la capacidad de infiltración del agua que en su recorrido (escorrentía superficial) arrastra partículas de suelo, sobre todo en laderas. La condición de los pastos llega a ser muy pobre y pobre.

Algunos aspectos a considerar en la problemática del manejo de pastos nativos son:

1. La parcelación de territorios comunales entre familias. Este proceso se viene manifestando en muchas comunidades, en donde ya no se cuenta con pastizales comunales para una propuesta técnica de manejo óptimo y utilización extensiva eficiente (aprovechamiento de las economías de escala);
2. El aumento de la presión de pastoreo en pastizales comunales a partir de nuevas familias incorporadas con su ganado a la sociedad comunal (herencia y derechos).
3. La incorporación de áreas de pastizales para actividades agrícolas (conflictos de uso).

4. El desconocimiento y falta de apoyo y asesoramiento para una adecuada planificación y manejo comunal de los pastizales;
5. La falta o fracaso de normas y regulaciones comunales para el pastoreo;
6. Pérdida de conocimientos campesinos sobre pastos nativos y su manejo;
7. Limitaciones de organización y acceso a tecnologías adecuadas para manejo;
8. Limitaciones presupuestales para reinversión en infraestructura (materiales) de manejo.

Estos puntos deben merecer atención y consideración en las Políticas Sectoriales Nacionales y Planes de Desarrollo y Manejo de Recursos Naturales de Gobiernos Regionales y locales. (AGROLALIBERTAD, 2012)

4.4.4. Manejo racional de los pastos naturales

El manejo racional de los pastos naturales es el arte y la ciencia de planificar y dirigir el uso de la pradera natural, para mantener una buena cobertura vegetal, ayudar a la infiltración del agua, la recarga del acuífero y a la vez el incremento de alimento para la producción pecuaria.

Para un manejo racional de los pastos naturales se requieren acciones previas de planificación y prácticas para la acción.



Figura 68: Propuesta de manejo adecuado de Pastos altoandinos.

FUENTE: (Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC PERU, 2014)

4.4.4.1. Planificación

Para la planificación necesitamos principalmente determinar la capacidad de carga, la soportabilidad y el calendario fenológico. Es decir, definir la cantidad de animales que pueden pastorear por unidad de área, sin ocasionar la sobreexplotación del pasto y su deterioro ecológico.

Capacidad de carga: se refiere a la cantidad de ganado que se pueden mantener en una hectárea en un año, sin deteriorar los recursos naturales.

Soportabilidad: se refiere a la cantidad de ganado que se puede mantener en la totalidad del fundo por un año, sin deteriorar los recursos naturales.

a. Determinación de la Soportabilidad y la capacidad de carga:

Para determinar la soportabilidad y capacidad de carga se utiliza el Método del “Metro Cuadrado” y/o “Cuadrado de Corte”, que es un método muy práctico y sencillo. El cual describimos a continuación:

Paso 1: reconocimiento de la zona y delimitación de los sitios del pastizal.

Se elabora un croquis del área total de pastoreo a evaluar y se delimita las zonas por tipo de pastizal, esto se realiza observando las especies y tipos de pastos que predominan por cada zona, desde la parte más alta del predio. Ejemplo:

Sitio 1: *Festuca dolichophylla* - *Hipchoeris taraxacoides*

Sitio 2: *Festuca rígida* - *Carex* sp.

Sitio 3: *Festuca rígida* - *Festuca obtusa*

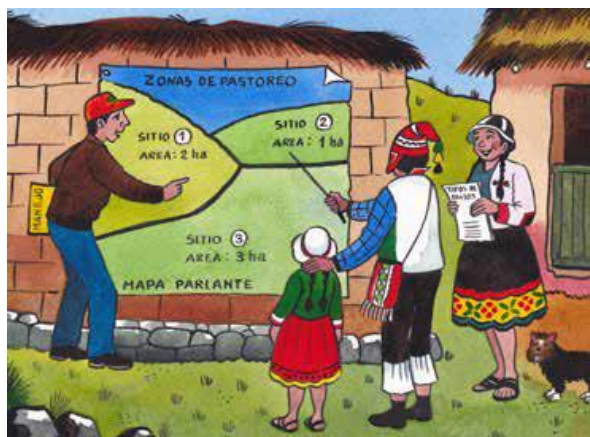


Figura 69: Reconocimiento de áreas de mitigación.

FUENTE: (Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC PERU, 2014)

Paso 2: cálculo del área del sitio de pastizal de la zona de pastoreo.

Se determina el área de cada sitio de pastizal mediante el método de cartaboneo (medición de pasos) o cinta métrica (wincha). Ejemplo:

Sitio 1: Área: 2 há

Sitio 2: Área: 1 há

Sitio 3: Área: 3 ha

Total = 6 hectáreas

Paso 3: determinación del rendimiento del pastizal.

Para determinar el rendimiento para cada uno de los sitios identificados, se utiliza un cuadrante metálico de 1 m², el cual es arrojado al azar dentro de cada sitio. En el lugar donde cae, se corta el pasto dentro del cuadrante (se recomienda 10 muestras por hectárea).

Cada muestra debe ser pesada y luego sumada para sacar un promedio del rendimiento de la biomasa forrajera por m², separando las especies deseables de

acuerdo a la especie animal que se pastoree en la zona. Esta acción se repite en cada sitio.

Como ejemplo consideramos los tres sitios identificados previamente:

Sitio 1: 0.5 kg/m² de pasto verde o 5,000 kg/há

Sitio 2: 1.5 kg/m² de pasto verde o 15,000 kg/há

Sitio 3: 2.0 kg/m² de pasto verde o 20,000 kg/há



Figura 70: Medición del rendimiento del pastizal por metro cuadrado.

FUENTE: (Programa de Adaptacion al Cambio Climatico PACC PERU, 2014)

Si asumimos que el nivel apropiado de utilización es 50% del rendimiento total anual, el forraje disponible será:

Paso 4: determinación del consumo diario por animal.

Los valores de consumo de materia seca de forraje por animal difieren entre especies. Una Unidad Alpaca (UA) consume el 10% de pasto verde o 2% de pasto seco de su peso vivo. Para el ejemplo consideramos el consumo de pasto verde para una alpaca de 55 kg de peso vivo y un periodo de pastoreo de 180 días (6 meses).

$$55 \text{ kg} \times 10\% = 5.5 \text{ kg}$$

$5.5\text{kg} \times 180 \text{ días} = 990 \text{ kg por UA.}$

Paso 5: cálculo de la soportabilidad.

Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$\text{Soportabilidad} = (\text{Forraje disponible} / \text{fundo}) / (\text{Consumo animal} / \text{periodo de pastoreo})$

Reemplazando:

$\text{Soportabilidad} = (42,500 \text{ kg de forraje/fundo}) / (990 \text{ kg de forraje/alpaca})$

Paso 6: cálculo de la capacidad de carga animal.

Se determina con la siguiente fórmula:

$\text{Capacidad de carga} = \text{Soportabilidad} / \text{Área del fundo}$

Reemplazando:

$\text{Capacidad de carga} = 46 \text{ UA} / 6 \text{ há}$

$\text{Capacidad de carga} = 7 \text{ Unidades Alpaca} / \text{há} / 6 \text{ meses}$

b. Calendario fenológico:

La fenología es una de las características clave para el manejo y conservación de los pastizales, determina las etapas productivas y reproductivas de los pastizales, por tanto, tiene que ver directamente con los momentos de utilización, sea al pastoreo o corte. Asimismo determina la época de recolección de semillas, periodos de descanso que cada especie requiere para no afectar su presencia en el pastizal.

En el gráfico N° 01 se presenta la fenología de los principales pastos naturales. Así en el caso de la “Chilligua”, el rebrote se da entre los primeros días del mes de diciembre y fines del mes de enero.

Comparando esta especie con el “Layo” el rebrote se da entre mediados del mes de noviembre y fines del mes de enero.

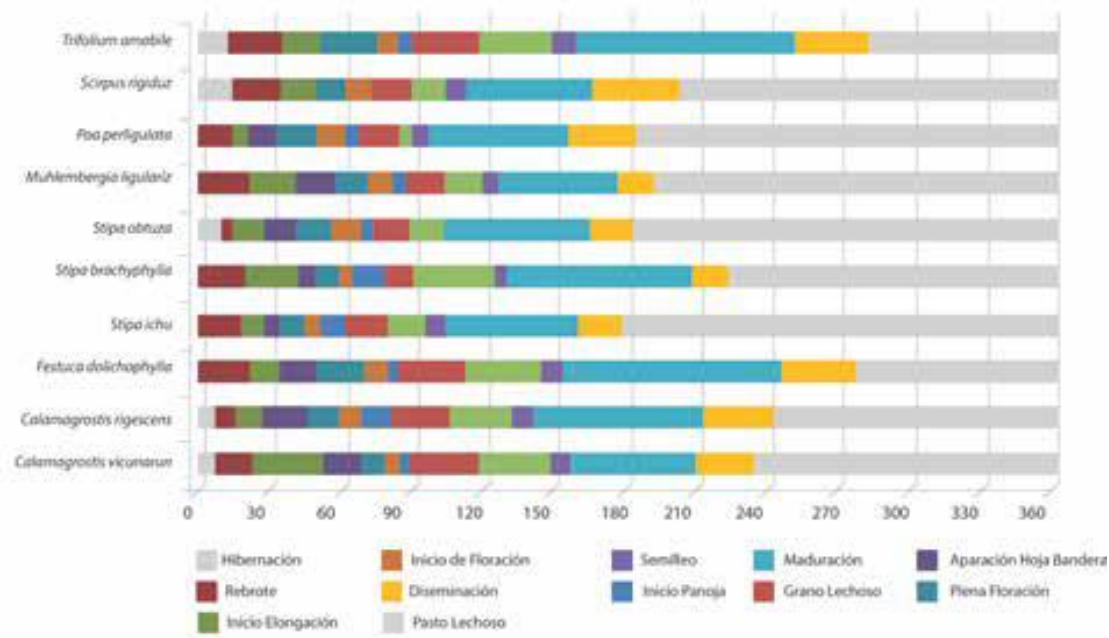


Figura 71: Fenología de principales especies de importancia ganadera de la pradera nativa altoandina.

FUENTE: (Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC PERU, 2014)

4.4.4.2. Prácticas para la acción de manejo de Pastos Altoandinos

Para un manejo racional de la pradera natural necesitamos realizar buenas prácticas orientadas a la recuperación de la cobertura vegetal para el incremento de la infiltración del agua y la recarga de los acuíferos, además del incremento de alimento para la producción pecuaria.

a. Clausura de praderas:

La clausura está referida al impedimento del ingreso de animales a una pradera por un determinado tiempo, con el objetivo de recuperar los pastos naturales, incrementar la recarga acuífera y generar semillas de buena calidad de los pastos naturales para la recarga de los acuíferos y generar semillas de buena calidad.

- **Clausuras para recuperar la pradera e incrementar la recarga acuífera de la pradera y la recarga de los acuíferos:**

En los pastizales de condición pobre y muy pobre, las clausuras para lograr el repoblamiento de especies, deben permanecer como mínimo tres años y esta debe estar acompañada con un plan de mejoramiento de los pastizales, con el uso de especies nativas o la introducción de especies como el trébol blanco. En las praderas que vienen siendo invadidas por especies indeseables, se deben realizar faenas comunales para eliminarlas, de optar por esta práctica se deberá realizar labores de resiembra de pastos naturales en los espacios de suelo que queden desnudos.

Una pradera recuperada permitirá mayor infiltración y retención del agua, contribuyendo a la recarga del acuífero y al mantenimiento de los caudales de las fuentes de agua en las microcuencas.

- **Clausuras para la generación de semillas de buena calidad:**

Esta práctica tiene como objetivo recuperar áreas en peligro de degradación (pastizales de condición regular y pobre) a través de la clausura temporal de áreas. Para permitir que en estas se dé un proceso de regeneración natural, logrando que las especies vegetales presentes en estas áreas clausuradas puedan incrementar su vigor general (radicular, basal y aéreo), a la vez, completar su ciclo vegetativo y llegar a la madurez fisiológica para la obtención de semilla botánica viable. Se permitirá el ingreso de animales para el pastoreo, una vez al año, durante los meses de junio a julio, con una carga ligera y una permanencia corta.

- b. Abonamiento de pastos naturales:**

Los suelos en las zonas de alta montaña son deficientes en nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y azufre (S). Los pastos extraen

nutrientes del suelo, los cuales son consumidos por los animales, parte de ellos son fijados por los microorganismos en el suelo y el resto se pierde por arrastre. Estos nutrientes tienen que ser repuestos, de lo contrario el pastizal se debilita, produce menos y se hace susceptible a la sequía y bajas temperaturas.

El abonamiento se hace mediante la incorporación de estiércol, esta es una forma natural de devolverle la fertilidad al suelo. La aplicación puede hacerse mediante la rotación de dormideros portátiles con la ayuda de una malla ganadera de 9 hilos, cada 4 a 5 días en el campo de pastoreo; con el objeto de distribuir las heces sólidas y orina. También se puede usar estiércol fermentado de camélidos a razón de 3 a 5 tm/ha después de un pastoreo corto e intenso.

El mayor beneficio del abonamiento es el incremento de la biomasa con alto valor nutritivo y de la cantidad de semilla viable.

c. Revegetación de pastos naturales:

La revegetación es el repoblamiento de un pastizal y tiene como finalidad restaurar en forma rápida la cobertura vegetal, basándose en las características de la vegetación de cada zona, estructura y composición similares a las que existían anteriormente. Esta actividad debe realizarse al inicio de lluvias.

Las gramíneas se propagan vía trasplante de matas en zonas degradadas del tipo de pradera “Chilliguar”. Los esquejes deben tener raíces con pan de tierra para evitar el stress, con suficientes tallos podados a una altura de 10 cm, para que aseguren la sobrevivencia de la mata. El trasplante se hace sobre campo definitivo a una profundidad de 15 a 20 cm, cada 1 m de distancia entre planta y planta, se recomienda agregar un puñado de estiércol de corral por cada mata.

Tanto leguminosas como el layo y otras gramíneas pueden propagarse mediante la diseminación de semilla botánica.

d. Control de plantas indeseables o invasoras:

Consiste en la eliminación de plantas que son esquilmantes y no palatables. Las especies como el garbancillo, pacu pacu, waracco, kunkuna macho, pesq'e pesq'e, son indeseables porque, además de ser poco apetecibles, contienen sustancias físicas y químicas que inhiben la digestión de las plantas deseables. Su presencia en cantidades abundantes (más de 30 %) indica que el estado de salud del pastizal se ha deteriorado y que hay que iniciar un programa de control.

En las praderas que vienen siendo invadidas por especies indeseables, se deben realizar faenas comunales para eliminarlas, de optar por esta práctica se deberá resembrar pastos naturales en los espacios de suelo que queden desnudos.

e. Mejoramiento de pastos naturales:

Consiste en la introducción de especies exóticas para incrementar la calidad del pastizal, ya sea incorporando nitrógeno en el suelo o mejorando la calidad nutritiva de los pastos para el alimento del ganado. La especie exótica más recomendable para la siembra es el trébol blanco.

La siembra de trébol blanco se puede hacer de dos maneras; en áreas de grandes extensiones, mediante el esparcimiento de semillas al voleo en la época húmeda, y en pequeñas extensiones se puede hacer por golpes sobre el suelo, después de haber removido el horizonte orgánico, para este caso se recomienda incorporar estiércol.

En cualquiera de los casos se requiere de cercos para prevenir ya sea el pastoreo durante la fase de establecimiento o bien asegurar una buena longevidad y manejo posterior.

También se puede mejorar los pastos mediante el trasplante vegetativo de estolones de trébol. Con un almácigo de 10 m², con dos años de crecimiento podemos disponer de 10 000 estolones suficientes para mejorar una hectárea.

f. Riego de pastos naturales:

Es la dotación de agua a los pastos naturales en la época de estiaje, mediante el aprovechamiento de las fuentes de agua como bofedales, manantes, riachuelos y lagunas.

Luego del riego no se debe realizar el pastoreo para evitar la compactación y el deterioro de los pastos. (Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC PERU, 2014)

g. Quema de pastizales:

La quema de los pastizales altoandinos, así como de otras especies como la totora, es una costumbre en la población rural, cuya justificación radica en que la ceniza que se expande a razón de la quema de pastizales, genera Potasio (K), lo cual ayuda a neutralizar el suelo, aumentando su PH para que las plantas puedan absorber sus nutrientes y brotar de manera más rápida.

5. CONCLUSIONES

- El desarrollo del presente proyecto de investigación, permitió el incremento de nuestros saberes en las diferentes áreas del conocimiento en que estuvo inmersa la investigación.
- El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu prensado de un espesor de 5cm recubierto con 1cm de yeso, es un espesor promedio y adecuado para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en las viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno, considerando los ensayos realizados con los tres espesores (4cm, 5cm y 6cm).
- Las propiedades físicas del Stipa Ichu como densidad, contenido de humedad y porosidad, son adecuadas para utilizarla como elemento principal del material propuesto como aislante termoacústico.
- El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu de 5cm de espesor recubierta con 1cm de yeso se encuentra dentro de los parámetros permisibles, de acuerdo a las normativas de durabilidad natural, aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y flexión.
- El Stipa Ichu alcanza a atenuar el ruido en 16.44 Db (A), y como material compuesto (con revestimiento de yeso) alcanza a atenuar en 33.06 Db (A), lo cual, disminuye el problema del ruido determinado mediante el Informe de Monitoreo de Ruido Ambiental realizado en la Ciudad de Puno (Informe N° 744-2013-OEFA-DE-SDCA), realizado por la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental).
- Se ha determinado que la muestra con espesor promedio de Stipa Ichu 5cm, alcanza un coeficiente de conductividad térmica de 0.066 W/m°K y el material compuesto de Stipa Ichu 5cm + YESO, alcanza a 0.033 W/m°K, lo que

representa que si es adecuado para ser utilizado como material de aislamiento térmico, permitiendo atenuar los cambios drásticos de temperatura que son frecuentes en la ciudad de Puno y la región en general.

- El Stipa Ichu y el yeso presentan propiedades de degradación amigables con el medio ambiente, además de encontrarse en grandes cantidades que no son aprovechadas por otras actividades.
- El material de construcción propuesto como aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, tiene un costo inferior frente a productos existentes en el mercado, siendo accesible a la economía de las personas en general.
- El Stipa Ichu es un material natural usado desde tiempos antiguos y hasta la fecha, como un material de construcción en las zonas rurales de nuestra región, donde el presente trabajo de investigación revaloriza su importancia y muestra sus beneficios de manera técnica.

6. RECOMENDACIONES

- Recomendamos incentivar la investigación de otros materiales naturales por parte de las escuelas profesionales de esta Casa Superior de Estudios.
- Considerar las posibles aplicaciones del Stipa Ichu como material de construcción no solo como material de aislamiento acústico y térmico, sino también, para realizar otros materiales de construcción.
- Recomendamos evaluar las propiedades mecánicas del Stipa Ichu (flexión, compresión y tracción).
- El rol de la ingeniería se enmarca en el servicio a la sociedad en general, por lo que, es necesario que desde nuestra profesión se proporcionen alternativas de solución técnicas a los problemas relacionados al ámbito de aplicación de la ingeniería civil.

7. REFERENCIAS

- AGROLALIBERTAD. (Septiembre de 2012). *PASTOS NATURALES-LOS PASTOS NATURALES ALTOANDINOS*. Obtenido de PASTOS NATURALES-LOS PASTOS NATURALES ALTOANDINOS.: www.agrolalibertad.gob.pe
- Albarracín , K., Jaramillo , L., & Albuja , M. (2012). Obtención de Bioetanol Anhidro a Partir de Paja (*Stipa ichu*). *Obtención de Bioetanol Anhidro a Partir de Paja (Stipa ichu)*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química,.
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMA) en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2008). *Guía Práctica de la Energía para la Rehabilitación de Edificios. El aislamiento la Mejor Solución.*
- Bozano Subia, A., & Vera Aray, J. (2014). *Análisis y Método Constructivo del Panel Metálico Mixto con Aislamiento Termo-acústico en Cubiertas. Caso Práctico: Galpón de la compañía Kitton S.A. Análisis y Método Constructivo del Panel Metálico Mixto con Aislamiento Termo-acústico en Cubiertas. Caso Práctico: Galpón de la compañía Kitton S.A.* Guayaquil, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL - Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
- Carranza Chavarría, A. V., & Tovar Palomino, L. M. (2014). *Determinación de la Capacidad de Absorción Sonora de Barreras Acústicas a partir de Residuos Orgánicos*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- CELANO, J. (octubre de 2008). 2do Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ciencia y Tecnología de Materiales – Posadas – Misiones, 16 - 17 Octubre 2008.

PANELES TERMO-ACÚSTICOS A BASE DE RESIDUOS DE MADERA.

Pereira, Argentina: Asociacion Argentina de Materiales.

Celano, J. A. (2008). Paneles Termo-Acústicos a Base de Residuos de Madera.

Asociación Argentina de Materiales.

CHAVEZ MENACHO, I. (2016). Stipa ichu COMO ALTERNATIVA LOCAL EN EL

CULTIVO DE *Pleurotus ostreatus* (Jacquin ex Fr.) Kummer. Cusco, Peru:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO.

CHOQUE CALLE, E. (2008). CARACTERIZACION DEL LIQUIDO RUMINAL DE

LLAMAS MACHO ALIMENTADAS CON HENO DE ALFALFA Y Y

PASTOS NATIVOS. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.

DÍAZ DOMÍNGUEZ, R., & CALLEHUANCA VERGARA, R. C. (septiembre de

2013). CONSTRUCCIÓN DEL CASCO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS

CON AISLAMIENTO TÉRMICO EN UNA OBRA DE VIVIENDA MASIVA

EN APURÍMAC. *CONSTRUCCIÓN DEL CASCO ESTRUCTURAL DE*

VIVIENDAS CON AISLAMIENTO TÉRMICO EN UNA OBRA DE VIVIENDA

MASIVA EN APURÍMAC. Lima, Peru: Pontificia Universidad Catolica del Peru.

Eduardo Núñez, C. (2008). *EXTRACCIONES CON EQUIPO SOXHLET.* Obtenido de

EXTRACCIONES CON EQUIPO SOXHLET: www.cenunez.com.ar

Eduardo Palomino , C. L., & Zegarra Lazo, L. E. (2015). *Tabiquería Ecológica*

Empleando Totorá con Revestimiento de Yeso o Mortero, como Técnica de

Bioconstrucción en la Ciudad de Puno. Puno: Repositorio UNA-PUNO.

Flórez M, A. (1991). *Producción de rumiantes menores.* Lima: Novoa y Flórez.

Impresión RESUMEN. Apartado 110097.

- Harman, Lucy - CARE Perú. (2010). *“Confort Térmico en Viviendas Altoandinas... un enfoque integral”*. Lima: Balcari Editores.
- Hernández, S. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Huamaní Quispe, L. (2016). Almacenamiento de Carbono del Ichu *Stipa Ichu* en las Praderas Naturales Altoandinas de Lucanas, Puquio –Ayacucho. 2016. *Almacenamiento de Carbono del Ichu Stipa Ichu en las Praderas Naturales Altoandinas de Lucanas, Puquio –Ayacucho. 2016*. Lima, Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Huerta Chombo, G., & Rodríguez Yupanqui, M. (2014). *Evaluación de la Contaminación Ambiental Sonora en el Campus y Entorno de la Universidad César Vallejo-Trujillo*. Trujillo: FACULTAD DE INGENIERÍA Tecnología & Desarrollo - Universidad Cesar Vallejo.
- Mashour, & Mc Donell. (2005). *Interfacesouth*. Obtenido de <http://www.interfacesouth.org/products/changing-roles/changing-roles-notebook/module-3/fact-sheets/mod3fs4.pdf>
- Mathur, V. (2005). Composite materials from local resources. *Construction and Building*, 470-477.
- MAYTA HUIZA, F. (2010). Cultivo y manejo de Pastos. Moquegua, Peru: Universidad Jose Carlos Mariategui.
- Mendoza, A. (2015). *Estudio y Análisis Térmico-Energético de la Vivienda Rural Andina con la Aplicación de Programas de Simulación Energética 3D en el Sector Poblado de Kairahuri-Cusco*. Arequipa.

- MINAG. (2006). *Ministerio de Agricultura Portal Agrario*. Obtenido de Ministerio de Agricultura Portal Agrario.: www./minag.gop.pe.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *Soluciones Constructivas para Elevar la Temperatura Interior en Viviendas Rurales Ubicadas en Zonas Altoandinas*.
- Ministerio del Ambiente, S. (2011). *MANUAL DE OBSERVACIONES FENOLÓGICAS. MANUAL DE OBSERVACIONES FENOLÓGICAS*. Lima, Peru: Dirección General de Agrometeorología.
- Minke, G., & Mahlke, F. (2008). *Manual de Construcción con Fardos de Paja*. En G. Minke, & M. Friedemann, *Vnetajas de la construcción con Fardos de Paja* (pág. 121). Australia: Fin de Siglo.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2008). *Plan Puno 2008 -2012. Plan de Desarrollo Urbano 2008 -2012*. Puno, Puno, Peru: Municipalidad Provincial de Puno.
- Newman, E. (2000). *Applied ecology y environmental management*. London, UK.: Blackwell Science.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2013). *Informe N° 744-2013-OEFA-DE/SDCA, Informe del Ruido Ambiental Realizado en la Ciudad de Puno*. Puno.
- Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC PERU. (2014). *Manejo de Pastos Naturales Altoandinos*. Lima: Programa de Adaptación al Cambio Climático - PACC Perú.
- Ríos Silva, L. (2017). *TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL. MODELACIÓN GEOESPACIAL DEL IMPACTO*

PAISAJÍSTICO (SUELO Y COBERTURA VEGETAL) EN LA LOMA CARABAYLLO DEBIDO A LA EXPANSIÓN URBANA ENTRE EL 2006 Y EL 2016. Lima, Peru: Universidad Cesar Vallejo.

Rodríguez Cisneros, Y., & Baldeón Quispe, W. (Noviembre de 2017). *SCIELO*.

Obtenido de MEDICINA y SEGURIDAD del trabajo:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-

546X2018000100017

SOBERÓN FORSBERG, V. (2014). TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL. *Islas de calor urbanas en la ciudad de Lima utilizando imágenes.* Lima, Lima, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

UTEC & MIT. (2015). ICHU: AISLANTE TÉRMICO NATURAL PARA COMBATIR EL FRIAJE. *DESDE ADENTRO: REVISTA DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA*, 42-43.

ANEXOS