

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO**  
**DOCTORADO EN CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA  
ECOSOSTENIBLE EN EL ALTIPLANO PERUANO**

**PRESENTADA POR:**

**ELISEO ZAPANA QUISPE**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO  
AMBIENTE**

**PUNO, PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
ESCUELA DE POSGRADO  
PROGRAMA DE DOCTORADO  
DOCTORADO EN CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO  
AMBIENTE



TESIS

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA  
ECOSOSTENIBLE EN EL ALTIPLANO PERUANO

PRESENTADA POR:

ELISEO ZAPANA QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

.....  
Dr. HÉCTOR MARIO MAMANI MACHACA

PRIMER MIEMBRO

.....  
Dr. FELIPE SANTIAGO AMACHI FERNÁNDEZ

SEGUNDO MIEMBRO

.....  
Dr. GERMÁN BELIZARIO QUISPE

ASESOR DE TESIS

.....  
Dr. ROGELIO QLEGARIO FLOREZ FRANCO

Puno, 13 de junio de 2018.

**ÁREA:** Tecnología y medio ambiente.

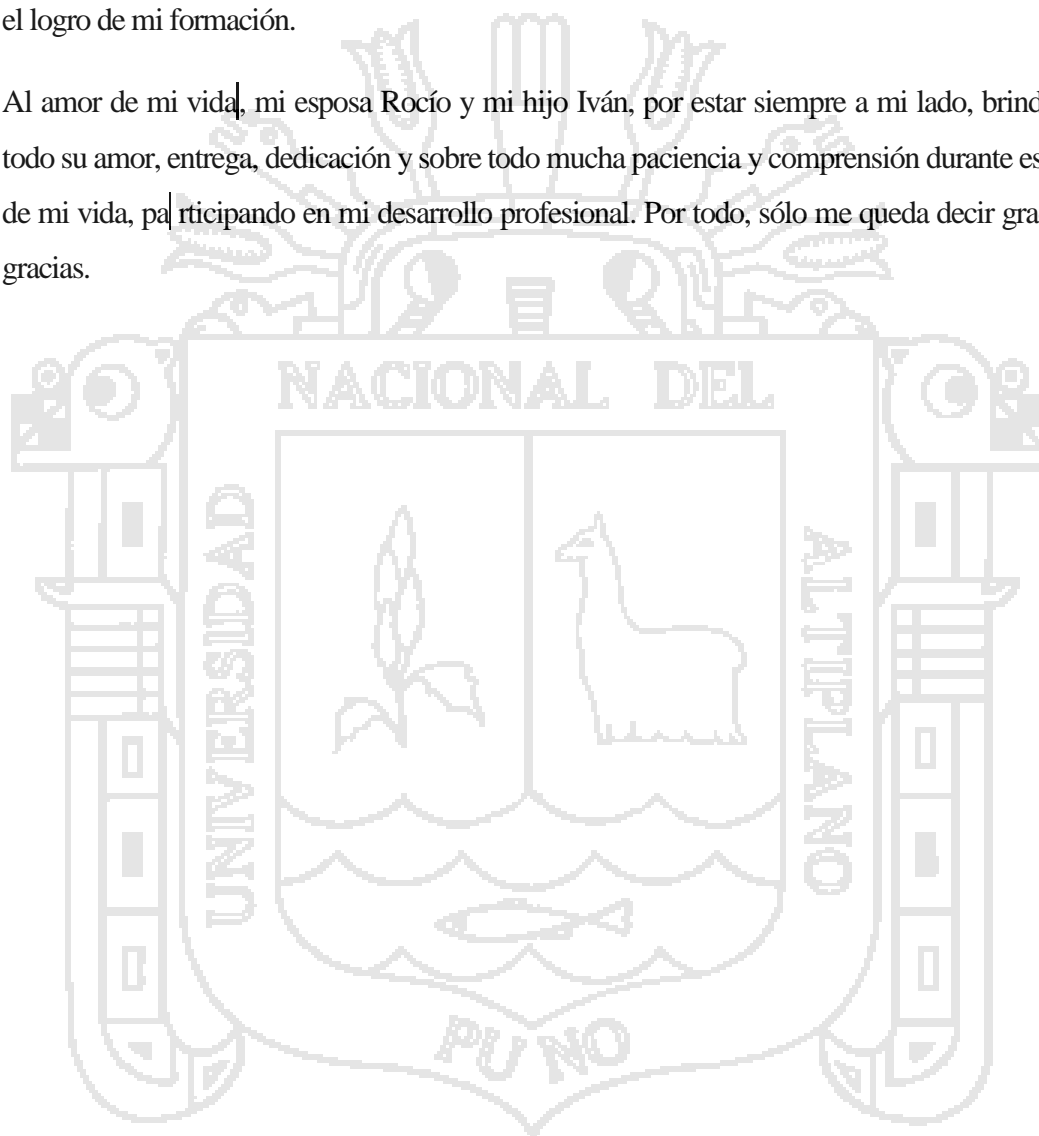
**TEMA:** Materiales para la construcción de una vivienda ecosostenible.

**LÍNEA:** La tecnología moderna y la tradicional en el mundo andino.

## DEDICATORIA

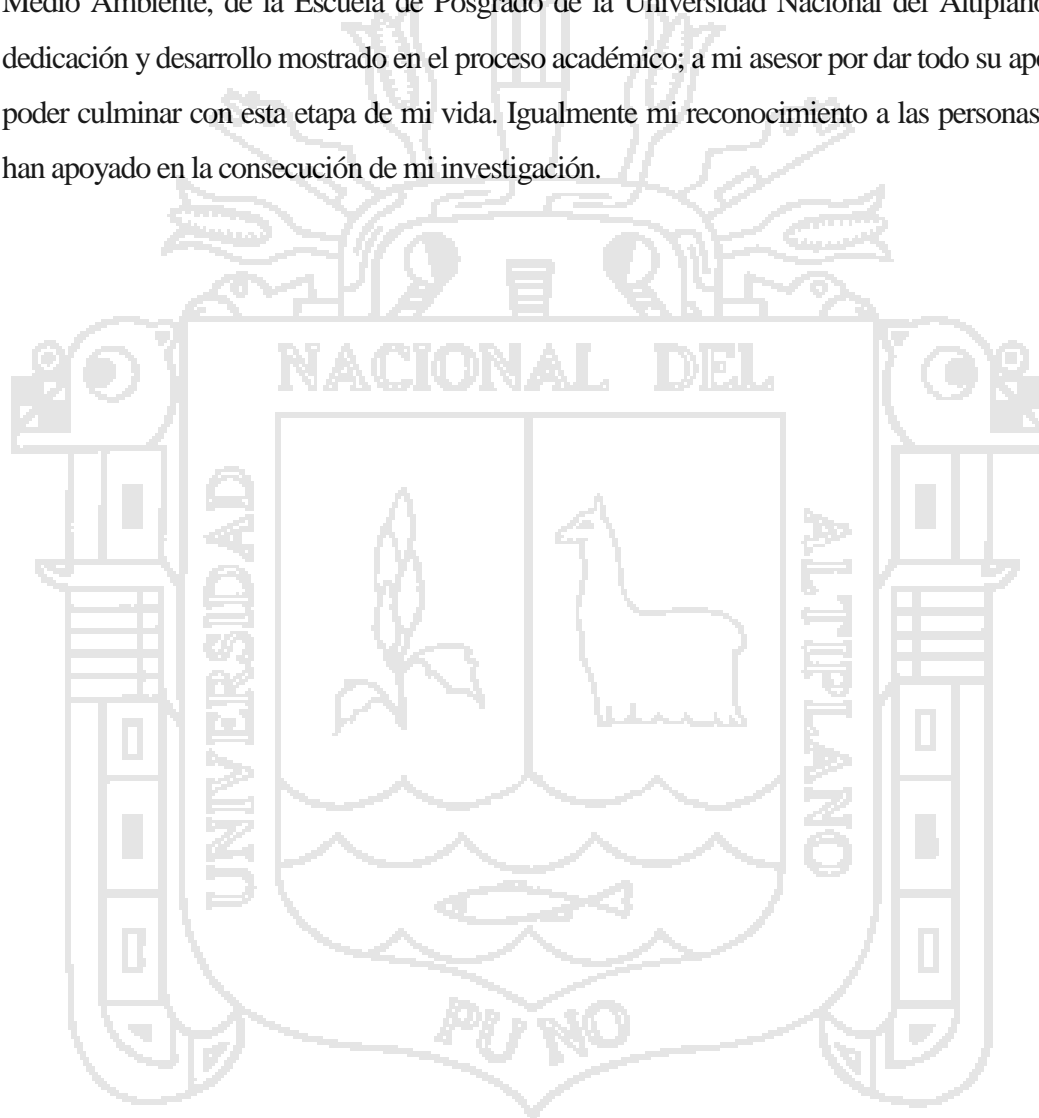
Un profundo reconocimiento a mis padres Mercedes y Elías, que dieron su vida y dedicación para el logro de mi formación.

Al amor de mi vida, mi esposa Rocío y mi hijo Iván, por estar siempre a mi lado, brindándome todo su amor, entrega, dedicación y sobre todo mucha paciencia y comprensión durante estos años de mi vida, participando en mi desarrollo profesional. Por todo, sólo me queda decir gracias, mil gracias.



## AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento a mis docentes del Programa de Doctorado en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano, por la dedicación y desarrollo mostrado en el proceso académico; a mi asesor por dar todo su apoyo para poder culminar con esta etapa de mi vida. Igualmente mi reconocimiento a las personas que me han apoyado en la consecución de mi investigación.



## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 Marco teórico.....	3
1.1.1 Marco referencial.....	3
1.1.3 Fundamento teórico.....	11
1.2. Antecedentes.....	22
CAPITULO II	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1 Identificación del problema .....	25
2.2 Formulación del problema.....	26
2.3 Justificación .....	26
2.4 Objetivos.....	27
2.4.1. Objetivo principal .....	27
2.4.2 Objetivos específicos.....	27
2.5 Hipótesis .....	28
2.5.1 Hipótesis principal .....	28
2.5.2 Hipótesis específicos .....	28
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Lugar de estudio.....	29
3.2 Población y muestra.....	29

3.3 Métodos de investigación ..... 30  
 3.4 Descripción de métodos por objetivos específicos ..... 31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados ..... 32  
     4.1.1 Caracterización de la vivienda típica del altiplano andino ..... 32  
     4.1.2 Propuesta de vivienda sostenible ..... 79  
 4.2 Discusión de los resultados ..... 90  
     4.2.1 Materiales utilizados e impactos generados en la salud de las personas ..... 90  
     4.2.2. Materiales ecológicos de la región que generan viviendas sostenibles ..... 94  
 CONCLUSIONES ..... 97  
 BIBLIOGRAFÍA ..... 99  
 ANEXOS ..... 105



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
1. Porcentaje de distribución de la PEA ocupada según rama de actividad, región Puno.....	6
2. Población censada y densidad según provincia, región Puno.....	7
3. Impactos generados por los materiales de construcción durante su ciclo de vida. ..	21
4. Métodos técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
5. Número de viviendas por área urbana y rural, en la región Puno. ....	33
6. Clasificación de climas del Perú para el diseño arquitectónico.....	38
7. Viviendas según material predominante y área de residencia en la región Puno. ...	42
8. Principales materiales utilizados en la construcción de una vivienda de adobe (área rural). ....	47
9. Principales materiales utilizados en la construcción de viviendas de ladrillo (área urbana).....	53
10. Resumen de las características de los materiales de construcción utilizados en la región.....	57
11. Nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados en la región del altiplano peruano.....	63
12. Nivel de sostenibilidad ponderado de materiales considerando el % del peso de una TN de construcción.....	65
13. Principios de seguridad para una vivienda saludable.....	68
14. Total de viviendas particulares, por régimen de tenencia en la región.....	72
15. Tipo de viviendas particulares, por área urbana y rural en la región Puno.....	73
16. Servicios básicos de la vivienda en la región Puno .....	74
17. Total de ocupantes, con padecimiento de alguna dificultad o limitación física o mental permanente, en la Región Puno. ....	77
18. Diez primeras causas de morbilidad 2012 en la Región Puno.....	77
19. Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno.....	78
20. Violencia familiar contra la mujer, ejercida alguna vez por el esposo o compañero (2016), en la Región Puno.....	79
21. Resumen de las características de una vivienda típica en la región Puno.....	80
22. Materiales de construcción recomendables para una construcción sostenible. ....	86

23. Resumen de principales materiales utilizados en viviendas de la región Puno, según área de residencia. .... 90

24. Impacto ecológico generado por los materiales utilizados en la región del altiplano peruano. .... 91

25. Nivel de sostenibilidad ponderado de los materiales utilizados en la región del altiplano peruano. .... 92

26. Relación entre situaciones ambientales y efectos en la salud. .... 93

27. Resumen de necesidad de ambientes en una vivienda sostenible. .... 94

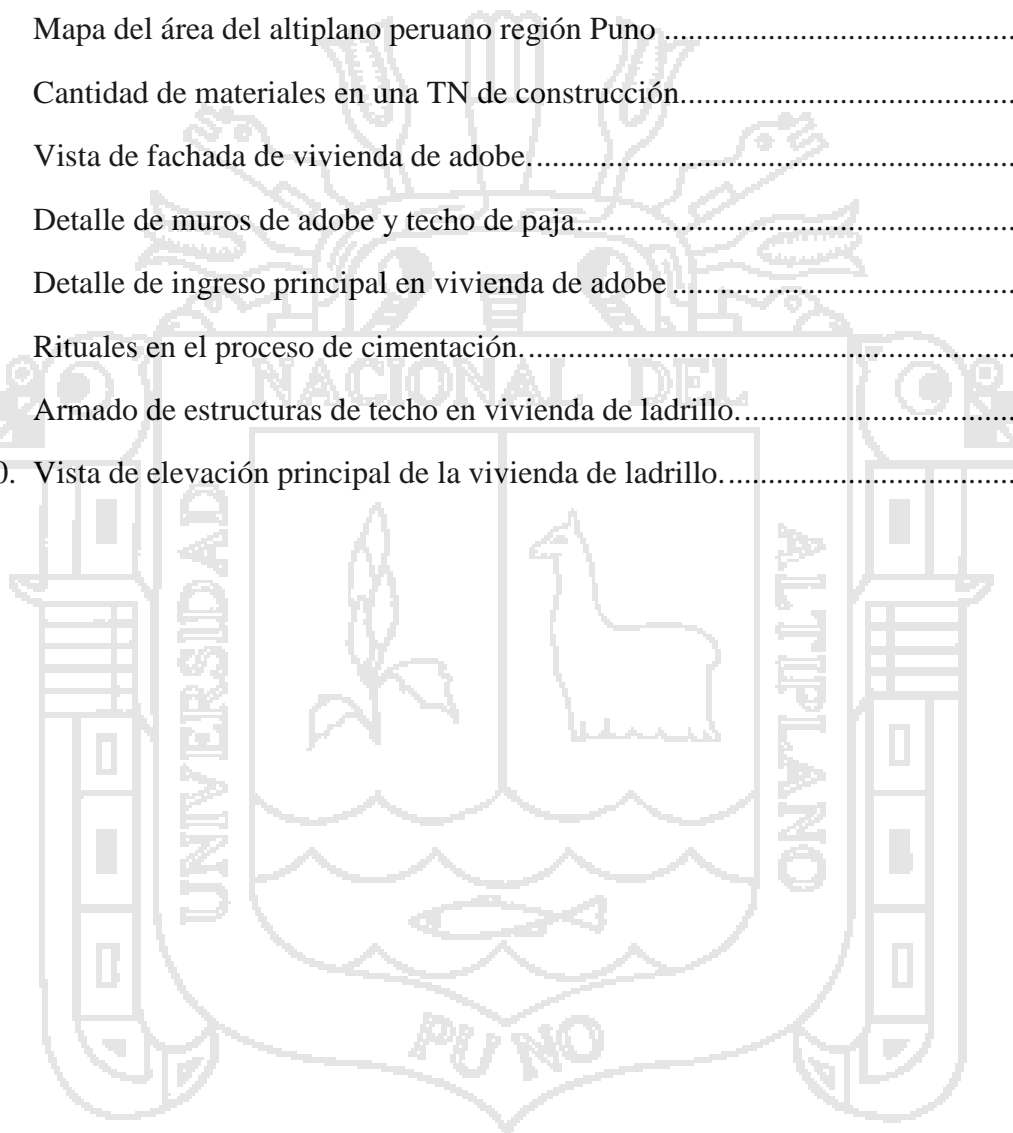
28. Principales materiales de construcción recomendables para una construcción sostenible, considerando su procedencia y nivel de sostenibilidad..... 95





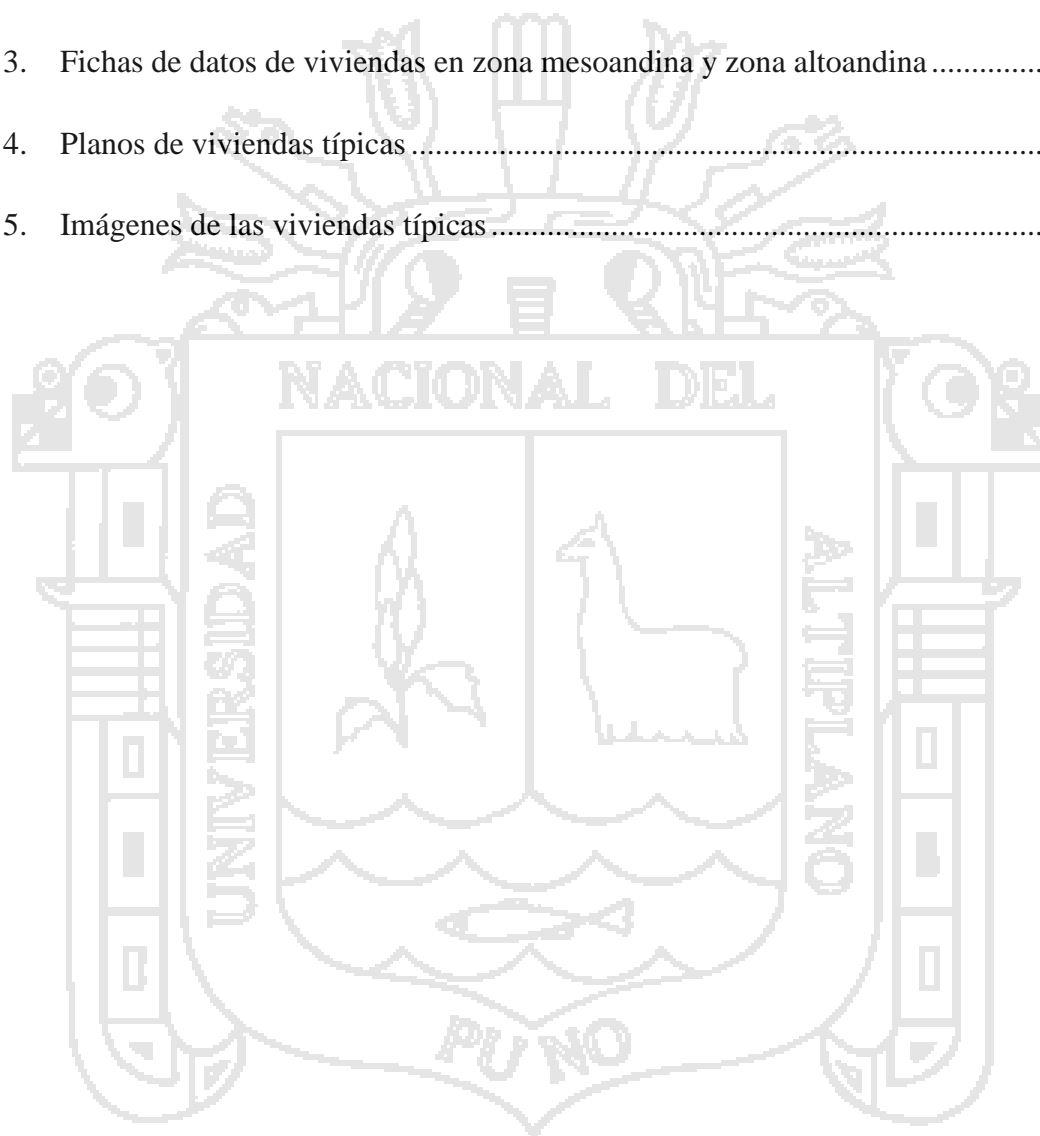
ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
1. Área geográfica correspondiente al altiplano Peruano.....	4
2. Representación gráfica del desarrollo sostenible.....	13
3. Mapa del área del altiplano peruano región Puno .....	40
4. Cantidad de materiales en una TN de construcción.....	65
5. Vista de fachada de vivienda de adobe.....	130
6. Detalle de muros de adobe y techo de paja.....	130
7. Detalle de ingreso principal en vivienda de adobe .....	130
8. Rituales en el proceso de cimentación.....	131
9. Armado de estructuras de techo en vivienda de ladrillo.....	131
10. Vista de elevación principal de la vivienda de ladrillo.....	131



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
1. Materiales utilizados en la construcción de viviendas de la región.....	106
2. Comportamiento climático en zona mesoandina y altoandina de la región Puno.....	122
3. Fichas de datos de viviendas en zona mesoandina y zona altoandina.....	123
4. Planos de viviendas típicas.....	127
5. Imágenes de las viviendas típicas.....	130



## RESUMEN

La utilización de los materiales de construcción en la región del altiplano peruano, está determinado por el consumo local sin tomar en consideración sus características ecológicas además que, la comercialización de estos, está propiciando el uso indebido de materiales procesados; lo que significa que las viviendas construidas no responden a las necesidades ambientales requeridas por los usuarios. El objeto del presente trabajo consiste en evaluar las características de los materiales utilizados en la construcción de viviendas y la posibilidad de utilización de materiales ecológicos propios de la región, considerando las teorías de sostenibilidad aplicada a los procesos de construcción y utilización de la vivienda como espacio saludable en beneficio de las personas que las ocupan. Para tal efecto se ha trabajado en el análisis de los materiales utilizados, específicamente con dos tipos de vivienda, la vivienda de adobe, y la vivienda de ladrillo, localizados en zonas circunlacustre y altoandina, respectivamente; identificando sus características referidos a los principales objetivos de la arquitectura sostenible y la cantidad proporcional utilizada en la construcción de cada vivienda, determinamos el nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados, mediante una Matriz de Leopold, lográndose un nivel referencial de 2.99 no óptimo, que en una escala de 0 a 5, significa entre bajo y medio, mayormente debido a la utilización de materiales procesados que ofrece el mercado de la construcción y el desconocimiento de sus cualidades; estos resultados nos permiten afirmar que los materiales utilizados en la construcción de una vivienda en el altiplano peruano, son mayormente materiales procesados y no permiten dar sostenibilidad a la vivienda, debiendo generarse un conjunto de recomendaciones técnicas en los procesos de selección de materiales, construcción y uso que permitan lograr su sostenibilidad.

**Palabras clave:** Altiplano peruano, construcción sostenible, materiales ecológicos, sostenibilidad y vivienda.

## ABSTRACT

The use of construction materials in the Peruvian highland region is determined by local consumption without taking into account their ecological characteristics, and the commercialization of these materials is leading to the improper use of processed materials; which means that the houses built do not respond to the environmental needs required by the users. The object of the present work is to evaluate the characteristics of the materials used in the construction of houses and the possibility of using ecological materials typical of the region, considering the theories of sustainability applied to the processes of construction and use of housing as a space healthy for the benefit of the people who occupy them. To this end, work has been done on the analysis of the materials used, specifically with two types of housing, adobe housing, and brick housing, located in circunlacustre and high-Andean zones, respectively; identifying its characteristics referring to the main objectives of sustainable architecture and the proportional amount used in the construction of each house, we determine the level of sustainability of the materials used, through a Leopold Matrix, achieving a referential level of 2.99 non-optimal, which on a scale of 0 to 5, means between low and medium, mainly due to the use of processed materials offered by the construction market and the lack of knowledge of their qualities; these results allow us to affirm that the materials used in the construction of a house in the Peruvian high plateau are mostly processed materials and do not allow to give sustainability to the house, having to generate a set of technical recommendations in the processes of material selection, construction and use to achieve sustainability.

**Keywords:** Peruvian Altiplano, ecological materials, sustainable construction, sustainability and housing.

## INTRODUCCIÓN

Es evidente que con el actual ritmo de crecimiento demográfico, año tras año, a una velocidad que podría llegar a duplicar la población humana mundial antes de mediados del presente siglo. Este hecho hace que la actual utilización de los recursos naturales y del medio ambiente supone una disminución del potencial de estos recursos para las generaciones futuras (Xercavins, J. 1997).

Sabemos que dentro de las actividades económicas, la actividad de la construcción es la que genera mayor consumo de energía, de recursos naturales como la madera, los minerales y el agua. Asimismo, los edificios, una vez construidos, en la etapa de su uso y abandono, continúan siendo causa de contaminación, por las emisiones que se producen en los mismos o el impacto sobre el medio ambiente. Sin embargo es importante considerar que el espacio construido, constituye el lugar donde pasamos más del 90% de la nuestra vida, es, en gran medida, culpable de dicha contaminación, porque los edificios construidos consumen entre el 20 y el 50% de los recursos naturales, según su entorno, siendo responsable del deterioro del medio ambiente, generando impactos ambientales, por el consumo y fabricación de materiales, incremento en el consumo de energía, residuos en los procesos de construcción y demolición.

Entonces, la aplicación de los criterios de sostenibilidad y de una utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción requerirá realizar unos cambios importantes en los valores, que ésta tiene como cultura propia. Estos principios de sostenibilidad aplicados a la construcción de viviendas de carácter social en el altiplano de la región de Puno, podrá llevarnos hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como reducciones de la energía utilizada.

En este trabajo se expone el estado actual de los procesos de construcción de viviendas sociales en el altiplano del Perú, haciendo referencia a la integración de los procesos de

construcción y uso materiales ecosostenibles. Para ello, se hace un análisis sobre construcción de viviendas sostenibles, referidas a la conservación de la energía y de los recursos naturales, la reutilización de estos recursos, la gestión del ciclo de vida, tanto de los edificios como de los materiales y componentes utilizados.

Por tanto, podemos precisar que en el presente trabajo trataremos de conocer las características de los materiales de construcción utilizados en las construcciones de viviendas sociales en la región del altiplano de Puno, las construcciones ecosostenibles y las recomendaciones para una construcción sostenible.



## CAPITULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1 Marco teórico

##### 1.1.1 Marco referencial

##### 1.1.1.1 El altiplano peruano y la región Puno

El altiplano andino o meseta del Collao, también llamada meseta del Titicaca, es una extensa planicie de altura o altiplano de América del Sur ubicada a una altitud media de 3.810 msnm que abarca la parte occidental de Bolivia, el sur del Perú, y el norte de Chile (figura 1). Tiene importancia histórica por haber sido el lugar en que surgieron diversas civilizaciones, como la cultura Tiahuanaco, y se realizó la domesticación de plantas como la papa y animales como la llama. Por sus características ambientales y ecológicas, es una región natural única en el continente y por su altitud pertenece a la llamada región de la Puna.

El altiplano está limitado por el norte por las cordilleras Oriental y Occidental de los Andes que al juntarse forman el nudo de Vilcanota. El área de la cordillera Occidental está conformada por cadenas de montañas de rocas volcánicas cuyas altitudes varían de 4200 a 5450 metros de altitud, en donde se distinguen paisajes como cañones, valles amplios y otros estrechos.

Desde la cordillera occidental se extiende, entre los 3800 y 4200 metros de altitud, la meseta del altiplano con muy suave inclinación hasta las estribaciones de la cordillera oriental, prolongándose hacia el Sureste hasta territorio boliviano. Esta meseta amplia se encuentra interrumpida por algunos valles fluviales que discurren entre las cadenas de montañas (Rodrigo, W. 1991).

Sin embargo es preciso indicar que la meseta del Collao o altiplano peruano se desarrolla a orillas del lago Titicaca, cuyas características generan en la región Puno, dos zonas bien marcadas, la zona circunlacustre y la zona alto andina, en consideración a su cercanía o alejamiento de esta, haciendo que estas presenten especiales condiciones geográficas y climatológicas.

El altiplano peruano corresponde íntegramente a la región Puno, por tanto podemos precisar que la región Puno ubicado en la parte sureste del territorio peruano entre los 13° 00' y 17° 08' latitud Sur y en los 71° 08' y 68° 50' longitud Oeste del meridiano de Greenwich, en un territorio de 72 382 km<sup>2</sup>, donde el 70% del territorio está situado en la meseta del Collao y el 30% corresponde a la región amazónica.

La capital de la región es la ciudad de Puno, a orillas del lago Titicaca, el lago navegable más alto del mundo, a 3,810 m.s.n.m. es el centro de conjunción de dos grandes culturas: quechua y aymara; las que propiciaron un patrimonio incomparable de costumbres, ritos y creencias. Las principales ciudades son: Puno, Juliaca, Ilave, Juli, Azángaro, Lampa y Ayaviri.



**Figura 1.** Área geográfica correspondiente al altiplano Peruano.  
Fuente: Geografía del Perú. Anorga, F. (2012).



### 1.1.1.2 Reseña histórica

La región Puno parte del altiplano andino, fue sede de una de las culturas más importantes de la época pre-inca: Tiahuanaco, máxima expresión del antiguo pueblo aymara, que en el año 1000 d.C. se desintegró permitiendo que en adelante surgieran, otros reinos aymaras menores, establecidos alrededor del lago Titicaca, entre los cuales se menciona a los lupaca, pacajes collas, omasuyos, canas, canchis, collaguas y ubinas; la lengua común entre todos ellos fue el aymara o haque-arú y perduraron hasta el año de 1500 de nuestra era.

Según los cronistas españoles del siglo XVI, los lupaca constituyeron el señorío más importante del altiplano del Titicaca, ocupaban la margen sur del lago, entre Puno y el río Desaguadero con siete poblados, Chucuito, Acora, Ilave, Juli, Pomata, Yunguyo y Zepita, que tenían a Chucuito como capital, donde residía el rey de los lupaca. Estos reinos aymaras desaparecieron por la conquista militar de los incas, quienes lo denominaron Collas sin distinción y su territorio pasó a formar parte del Collasuyo.

Con la llegada de los primeros españoles Diego de Agüero y Pedro Martínez, el Collao ganó fama por sus riquezas minerales, hasta que el 4 de noviembre de 1668 se fundó la actual ciudad de Puno (Perutours. 2010).

### 1.1.1.3 Aspectos socio económicos

La actividad agropecuaria es la principal ocupación en la región, pese a las repetidas heladas, sequías o inundaciones. El trabajo agrícola tiene un carácter estacional, lo que afecta la economía de la población.

La población total es de 759,166 y estas distribuidas en 390,253 varones y 368,913 mujeres según INEI (2010). Se siembra papa, quinua, cebada, cañihua, oca y habas. Es el primer productor de ovinos y auquénidos y, por tanto, de lana, en el país es el segundo productor nacional de truchas para exportación. El turismo es una actividad económica importante. Su producción minera es de plata, oro, estaño, uranio y plomo. La central hidroeléctrica de San Gabán provee energía a la región.

**Tabla 1.** Porcentaje de distribución de la PEA ocupada según rama de actividad, región Puno.

Rama de actividad económica	Total Relativo	Sexo	
		Varón	Mujer
Extractiva	49.93	47.34	52.67
Industria	8.72	8.20	9.27
Construcción	3.32	6.33	0.13
Comercio	13.15	8.44	18.13
Servicios	24.89	29.69	19.80
<b>TOTAL RELATIVO</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI, Encuesta nacional de hogares sobre condiciones de vida y pobreza, 2010.

La región Puno es un polo de desarrollo económico. Las actividades económicas que se desenvuelven en la ciudad son: comercio, transporte, servicios, hoteles y restaurantes, industria (tabla 1), entre otras. La actividad productiva primaria en los centros urbanos es mínima, y se realiza en la zona rural-marginal, en las cercanías al lago Titicaca y en comunidades campesinas, parcialidades y fundos, principalmente ubicados en los centros poblados circundantes. En éstas se desarrolla una escasa actividad agrícola y ganadera en forma tradicional y de autoconsumo, y en menor medida la actividad pesquera y artesanal.

Las actividades de transformación o secundarias, representan el 11,7% de la población económicamente activa (PEA), notándose su crecimiento en los centros urbanos de Puno, Juliaca, Ilave especialmente.

En el ámbito regional, la ciudad de Puno constituye un importante centro de actividades de transformación, donde las actividades terciarias, son las más importantes, dentro de las cuales se encuentran: las actividades de turismo, comerciales y de servicio financieras, que representan el 84,4% de la PEA ocupada de la ciudad.

#### 1.1.1.4 Demografía y clima

En los censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda, la población total de la región Puno, fue de 1 millón 320 mil 75 habitantes (población censada 1268,441 más la omitida 51,634). En el periodo intercensal

1993 - 2007, la tasa de crecimiento promedio anual es de 1,3%, observándose una tendencia decreciente desde el censo 1993.

En tabla 2, podemos observar que en la región de Puno, el 53,5 % de la población urbana se concentra aproximadamente en el 1,5% del territorio. Sin embargo, solamente el 9,5 % de la población reside en las áreas urbanas de 68 distritos, que representan el 51,3 % de la superficie disponible. Presentándose un fenómeno dual de alta concentración fundamentalmente en dos centros urbanos (Juliaca y Puno) y dispersión en centros poblados de escasa significación urbana.

**Tabla 2.** Población censada y densidad según provincia, región Puno.

PROVINCIA	POBLACION CENSADA 2007	POBLACION PROYECTADA 2015	DENSIDAD POBLACIONAL 2011 (hab/km <sup>2</sup> )	TASA DE CRECIMIENTO 1993-2007
<b>TOTAL</b>	<b>1 268 441</b>	<b>1415 608</b>	<b>18.96</b>	<b>1.1</b>
Puno	229 236	248 377	37.50	0.9
Azángaro	136 829	136 819	28.14	-0.1
Carabaya	73 946	95 340	6.96	3.3
Chucuito	126 259	150 239	35.26	2.2
El Collao	81 059	85 080	15.14	0.5
Huancané	69 522	64 826	24.49	-1.0
Lampa	48 223	51 528	8.78	0.7
Melgar	74 735	76 986	12.02	0.3
Moho	27 819	25 472	27.24	-1.3
San Antonio	50 490	69 250	18.73	4.1
San Román	240 776	293 697	118.87	4.1
Sandia	62 147	70 548	5.69	1.5
Yunguyo	47 400	47 396	168.00	-0.1

Fuente: INEI. Estimaciones y proyecciones según departamento, provincia y distrito.

La densidad poblacional, indicador que permite evaluar la concentración de la población de una determinada área geográfica; refiere para el año 2015, una densidad poblacional de 18,9 Hab. /Km<sup>2</sup> con una superficie territorial de 71 999 Km<sup>2</sup> (5,6% del territorio nacional); densidad por debajo del promedio nacional (21, 3%).

Clima en el altiplano peruano: el clima es frío y seco, pero algo más húmedo en las áreas cercanas al lago Titicaca (Área circunlacustre), debido a que el lago ejerce una influencia termo-reguladora, creando un micro clima, especialmente en las noches.

La temperatura media junto a la superficie es relativamente baja, lo que constituye un importante factor limitante en el desarrollo de la vegetación. En la atmósfera libre la temperatura disminuye con la altura a una tasa cercana a 6.5 °C/km. En la pendiente andina el gradiente es menor como resultado de la transferencia de energía desde la superficie. Así, por ejemplo, en el sector andino meridional de Perú por encima de 1000 m sobre el nivel del mar, la temperatura media disminuye aproximadamente 5.5 °C por kilómetro. Los ciclos anuales de las temperaturas extremas diarias y de la diferencia entre ambas (30°C) reflejan la importancia de la radiación del clima altiplánico. Así, la condición tropical de la región y el aumento de la nubosidad durante el verano justifican la pequeña amplitud (14 a 20°C) del ciclo anual de temperatura máxima cuyo valor más alto se presenta a fines de la primavera (20°C) en asociación con el máximo anual de radiación solar global. La temperatura mínima diaria presenta un ciclo anual de mayor amplitud (-8 a 5°C) el cual está condicionado en parte por la fluctuación a lo largo del año de la pérdida de la radiación nocturna desde la superficie. Esta se atenúa durante el verano debido a la intensificación del efecto invernadero en la atmósfera causado por el aumento de la nubosidad y de la concentración de vapor de agua.

El régimen descrito para las temperaturas extremas diarias implica la existencia de una variación anual bien definida en la amplitud térmica diaria, la cual es máxima durante el invierno hasta una diferencia de 25°C y mínima de 10°C a fines del verano ([www.dgf.uchile.cl/biblio/paperfen](http://www.dgf.uchile.cl/biblio/paperfen)).

Referente a las precipitaciones, los meses más lluviosos son de diciembre a marzo y los más secos de junio a agosto, con fuerte radiación solar en el día y descensos bruscos de temperatura nocturna bajo 0°C.

### **1.1.2 Marco conceptual**

#### **1.1.2.1 Vivienda ecológica**

Llamadas también “casas verdes” porque en la medida de lo posible, todos o la mayoría de los factores que forman parte en su construcción respetan la naturaleza y mejoran las condiciones de vida en su interior; aprovechan los

recursos naturales, reducen no sólo el consumo de recursos energéticos, sino que la demanda de agua potable es mucho menor, siendo fundamental que sus espacios se iluminen con luz natural y se ventilen sin necesidad de instalar sistemas de aire acondicionado. Las familias que ahí habitan utilizan productos y materiales ecológicos, biodegradables y orgánicos.

La vivienda ecológica se puede tipificar como una bioconstrucción porque su diseño toma la filosofía de la naturaleza y de la arquitectura vernácula, porque antiguamente las personas hacían sus casas adecuadas al sitio donde vivían y con materiales de la región, generando bajos impactos tanto por su diseño como por la armonía con el entorno, haciendo eficiente sus recursos. De igual manera aplicaban métodos naturales para iluminar los interiores y ventilarlos.

La vivienda ecológica necesariamente se constituye en arquitectura sostenible debido a que algunos principios básicos de la sustentabilidad se pueden identificar en el uso y explotación de los recursos naturales con responsabilidad; uso de la energía solar; calidad del aire dentro del hábitat; reducción del consumo del agua potable; uso de la ventilación e iluminación natural en todos los ambientes, no generar basura, siembra de hortalizas y árboles frutales, así como la conservación de las materias primas que se utilizan en los procesos de construcción, todo ello por respeto a la naturaleza. Es denominado también vivienda sostenible, porque es capaz de mantenerse por sí mismo en los aspectos económico, social y ecológico.

#### **1.1.2.2 Procesos constructivos**

Son procedimientos técnicos referidos a sistemas de construcción, utilizados en las diferentes etapas de la construcción de una edificación. Dependiendo del sistema constructivo que se haya implementado en la vivienda, la mano de obra puede ser especializada en ejecución de actividades específicas, especialmente en sistemas constructivos artesanales o semi-industrializados, o calificada si se cuenta con capacitación para el manejo de equipos y sistemas constructivos industrializados.

Aunque los sistemas constructivos más utilizados en la vivienda de interés social son aquellos denominados artesanales (mampostería confinada, muros

reforzados), para los que la oferta de mano de obra es mayor; el conocimiento y manejo técnico que tienen los maestros de obra sobre estos sistemas no siempre es el más apropiado. Una forma de lograr calidad en la mano de obra en nuestro país se está dando a través del SENCICO, que ofrece, programas de formación y capacitación, en diferentes áreas de construcción.

### 1.1.2.3 Materiales ecológicos de la región

Los materiales de construcción son aquellos que se usan en las obras arquitectónicas o de ingeniería, independientemente de su naturaleza. Se pueden clasificar, con base en diferentes criterios, siendo los más habituales su origen, su uso y su función en la obra.

En razón de su origen, se dividen en materiales pétreos de origen natural, manufacturados con pétreos, metálicos, vegetales, sintéticos y los producidos por la industria petroquímica. Según su uso, se clasifican en: materiales principales, materiales aglomerantes y auxiliares. Los materiales principales son los que se emplean de modo predominante en las partes resistentes de la construcción y son piedras, ladrillos, concretos, madera y metales. Los aglomerantes son los que sirven para unir entre sí los materiales principales, en formaciones adecuadas a su función, entre ellos el cemento, el yeso y la cal. Por último, los auxiliares son aquellos que se emplean en el acabado final de la construcción, tales como vidrios, pinturas, impermeabilizantes, etc.

Por su intervención en la obra, los materiales son: de cimentación, de estructura, de cerramiento y de acabados. Los de cimentación son fundamentalmente los concretos, en particular, el concreto armado. Las estructuras pueden ser de concreto, metálicas, de madera o mixtas. Los de cerramiento pueden ser materiales cerámicos o pétreos, metálicos o prefabricados.

Por las propiedades y características que tienen los materiales y su incidencia dentro del diseño bioclimático, el origen constituye el criterio predominante para la selección de los mismos; no obstante, la función y el uso del material en las obras de construcción son factores que se deben tener en cuenta.

Los materiales más usados en la construcción actual tienen un alto coste energético y ambiental; además algunos son problemáticos para la salud:

- El hierro altera el campo magnético natural por lo que debemos limitar su utilización.
- El aluminio no perjudica la salud pero tiene unos costes energéticos muy altos.
- El cobre, en conducciones de agua puede producir óxidos tóxicos.
- El cemento lo utilizaremos con moderación ya que teniendo buenas cualidades técnicas, pero sus cualidades bióticas son muy pobres.
- Los aislantes de espuma de poliuretano, lana de vidrio y poliestireno impiden la respiración de las paredes, despiden partículas nocivas o acumulan electricidad estática.

### **1.1.3 Fundamento teórico**

#### **1.1.3.1 La vivienda en la región de Puno**

La vivienda en la región del altiplano peruano, lo primero que podemos decir es sobre las influencias que la modernidad ha influido sobre ella, sobre una cultura milenaria la “Cultura Andina”. Sin embargo, el cambio climático y los fenómenos que vemos ahora en el planeta son los que hacen cambiar las construcciones. La región Puno no es ajeno a este cambio, en este sentido, los diseños actuales de construcciones de viviendas, tanto del sector privado o público están orientados a no ser ajenos a estos fenómenos, lo que provoca que los profesionales en arquitectura siempre tendrán el reto de construir estructuras en las que se brinda mejor calidad de vida, y sean espacios amigables con el medio ambiente

La realidad es que en la actualidad la construcción de viviendas sociales en nuestra región está destinada a personas y familias de ingresos medios, por lo que las personas con ingresos bajos siguen siendo desfavorecidas quedando como usuarios de la infravivienda y en zonas marginales de los centros urbanos.

Debido a ello la situación de la vivienda sigue sin ser resuelto ya que no hay una verdadera oferta para las aquellas personas de rentas bajas y que son las que más necesitan soluciones de viviendas asequibles a sus mínimos ingresos.

Sin embargo como referencia podemos citar que la población urbana del Perú, considerando la región Puno, continúa expandiéndose. Se ha previsto que de 73 por ciento en el año 2000 pasará a 83 por ciento en 2010 (García, 2007). La urbanización trae consigo una continua demanda por viviendas, generalmente para familias de bajos recursos. A lo largo de los últimos treinta años, ante la falta de acceso a los servicios financieros y un insuficiente proceso de desarrollo territorial, los medios predominantes que han utilizado las familias pobres para obtener vivienda han sido las invasiones de tierras y la autoconstrucción de viviendas con bajo estándar. Como resultado, más de 3 millones de unidades están sobre pobladas, y han sido construidas con materiales de baja calidad y carecen de uno o más servicios básicos. Un estimado de 68 por ciento de la población vive en tugurios.

Se estima que en todo Perú existe una demanda promedio anual de 250.000 viviendas, ello representa un escenario alentador para el crecimiento del mercado hipotecario. Sin embargo, a pesar de la gran necesidad de vivienda que hay en Perú, el financiamiento de la vivienda mediante el crédito hipotecario no se ha desarrollado lo suficiente como para permitir que los diversos sectores de la población accedan a una vivienda. Ello ha provocado que una gran parte de la población, en particular los sectores de menores ingresos, no tengan posibilidades concretas de lograr una solución habitacional apropiada. El caso de la vivienda en el sector rural es más crítico debido a la falta de apoyo técnico y económico por razones de accesibilidad o desconocimiento.

### **1.1.3.2 Desarrollo sostenible**

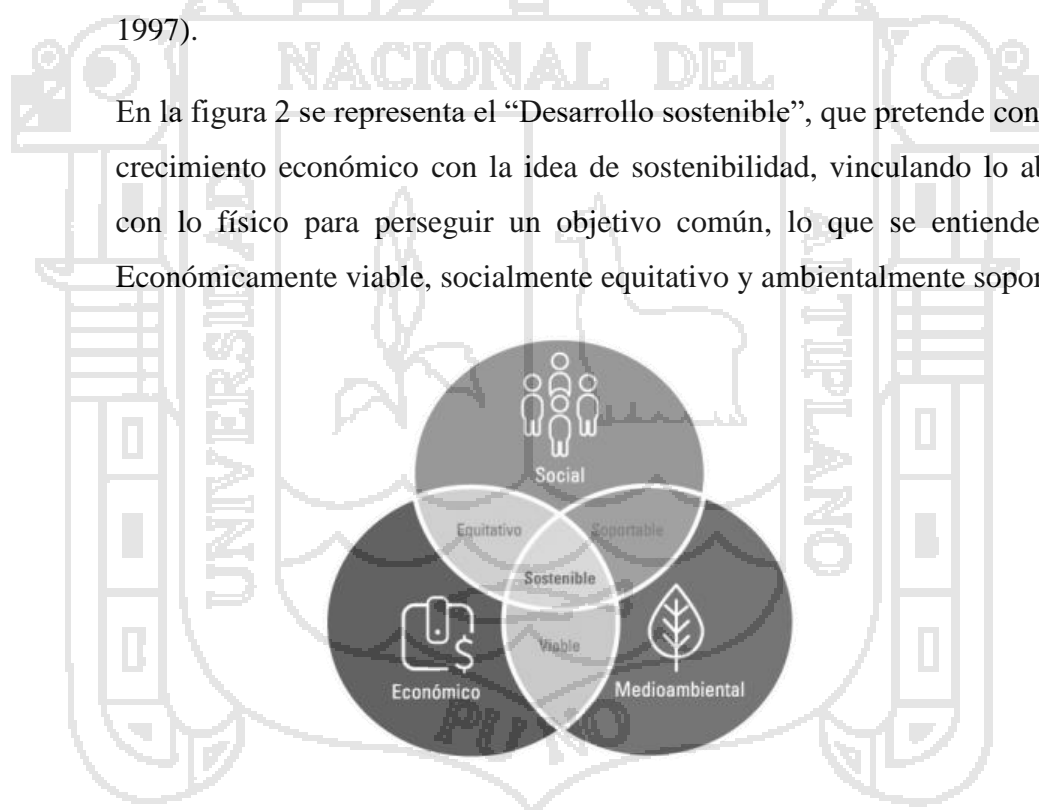
El término desarrollo sostenible, sustentable o perdurable se aplica al desarrollo socio-económico y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland (1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, creada en Asamblea de las Naciones Unidas en 1983. Dicha definición se



asumiría en el principio 3° de la declaración de Río (1992): “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.

El desarrollo sostenible no se centra exclusivamente en las cuestiones ambientales. En términos más generales, las políticas de desarrollo sostenible afectan a tres áreas: económica, ambiental y social. En apoyo a esto, varios textos de las Naciones Unidas, incluyendo el documento final de la cumbre mundial de 2005, se refieren a los tres componentes del desarrollo sostenible, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente. Es decir que para lograr el desarrollo sustentable es importante que el desarrollo económico sea compatible con el medio ambiente; esto se traduce en reducir los residuos sólidos generados en el proceso productivo (CONAMA, 1997).

En la figura 2 se representa el “Desarrollo sostenible”, que pretende conciliar el crecimiento económico con la idea de sostenibilidad, vinculando lo abstracto con lo físico para perseguir un objetivo común, lo que se entiende como: Económicamente viable, socialmente equitativo y ambientalmente soportable.



**Figura 2.** Representación gráfica del desarrollo sostenible.

En el 2015, tras ocho rondas de negociaciones (CEPAL, 2017), se lanza la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Estos reemplazan los Objetivos de desarrollo del milenio (ODM) a partir del 2016 y guiarán el trabajo de Naciones Unidas por los próximos 15 años. Los diecisiete objetivos responden a:

1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.
4. Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.
8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
9. Construir infraestructuras resistentes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
10. Reducir la desigualdad en los países y entre ellos.
11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles.
12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.
17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Hacemos notar que en el presente trabajo la sostenibilidad de una vivienda estará guiada por objetivos referidos a poner fin a la pobreza, hambre, garantizar una vida sana, abastimiento de agua y energía limpia, y combatir el cambio climático.

### **1.1.3.3 Arquitectura sostenible**

“Una verdadera arquitectura sostenible es aquella que satisface las necesidades de sus ocupantes, en cualquier momento y lugar, sin por ello poner en peligro el bienestar y el desarrollo de las generaciones futuras” (Garrido, 2010). Por lo tanto, la arquitectura sostenible implica un compromiso honesto con el desarrollo humano y la estabilidad social, utilizando estrategias arquitectónicas con el fin de optimizar los recursos y materiales; disminuir el consumo energético; promover la energía renovable; reducir los residuos y las emisiones; reducir el mantenimiento, optimizar la funcionalidad y el precio de los edificios; y mejorar la calidad de la vida de sus ocupantes.

En esta definición quedan claramente identificados los objetivos generales que deben lograrse para conseguir una arquitectura sostenible; por tanto, los pilares básicos en los que se debe fundamentar la arquitectura sostenible son:

1. Optimización de recursos.
2. Disminución del consumo energético
3. Fomento de fuentes energéticas naturales
4. Disminución de residuos y emisiones
5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes
6. Eficiencia en el mantenimiento de los edificios

### **1.1.3.4 Construcciones sostenibles**

Considerando los conceptos de sostenibilidad, construcción sostenible es un sistema constructivo que promueve la conservación del medio ambiente para atender las necesidades de habitación y uso de espacios del hombre moderno, garantizando la calidad de vida para las generaciones actuales y futuras.

Estos sistemas aprovechan al máximo los recursos que ofrece el medio ambiente, resolviendo problemas constructivos, económicos y de necesidades primarias de la edificación como los servicios básicos, el agua, la energía usada para iluminación artificial y el gas domiciliario o industrial, estos servicios se

pueden resolver de una manera más eficiente y económica por medio de métodos que fomentaran la energía renovable como lo es la eficiencia energética, el aislamiento térmico, el ahorro del agua por medio de tratamiento de aguas de lluvia, el reciclaje de materiales para la construcción, reducen el costo y mantenimiento de los edificios, el nivel de la contaminación que se produce con la construcción, por medio de los desperdicios que arroja el medio ambiente se reduce considerablemente ya que estas construcciones cuidando el entorno y se acoplan a él.

La sostenibilidad se aplica en la construcción, por medio del reciclaje y ordena los materiales de acuerdo al uso que se le puedan dar nuevamente como los desperdicios que se producen en la demolición para rellenos, recupera cemento en cubiertas de asbesto, el tecnopor usado en fundición de losas los usan nuevamente triturándolo y lo revuelven con cementos y otros materiales haciéndolos más resistentes y duraderos para luego reutilizarlo en el encofrado, estas técnicas son utilizadas en pro de la edificación y en la reducción de la contaminación del ambiente haciendo que la construcción sea parte del entorno natural. (Araujo, 2006).

### **Principios de la construcción sostenible**

La moderna construcción sostenible, en un ideal de perfección, debe visar su autosuficiencia o incluso su auto-sostenibilidad, que es la etapa más elevada de la construcción sostenible. Auto-sostenibilidad es la capacidad de mantenerse a sí misma atendiendo a sus propias necesidades, generando y reciclando sus propios recursos desde su sitio de implantación.

Las directrices generales para edificaciones sostenibles se pueden resumir en nueve pasos principales, que se ajustan a lo que recomiendan los mejores sistemas de certificación en el mundo, BREEAM (Inglaterra), Green Star (Australia), LEED (Estados Unidos) y HQE (Francia). Los nueve pasos para la obra sostenible (Araujo, 2006), son:

- a. Planificación sostenible de la obra
- b. Aprovechamiento pasivo de los recursos naturales
- c. Eficiencia energética
- d. Gestión y ahorro del agua
- e. Gestión de los residuos

- f. Calidad del aire y del ambiente interior
- g. Confort término-acústico
- h. Uso racional de materiales
- i. Uso de productos y tecnologías ambientalmente amigables
- j. Reciclaje de los residuos de demolición y construcción

### **Indicadores para una construcción sostenible**

Dentro de la amplia posibilidad de líneas a seguir, es necesario establecer una serie de criterios básicos que nos permitan fijar objetivos que sea posible analizar y medir tanto al inicio del proceso como a lo largo de la vida útil de las construcciones. Considerando los recursos de los que disponemos en el ciclo constructivo: terreno, localización, materias primas, energía, mantenimiento y manejo de residuos, se establecerán criterios básicos para identificar indicadores sostenibles.

Luis de Garrido (2010), en su “Metodología para conseguir una verdadera arquitectura sostenible” propone 39 indicadores sostenibles que nos permiten medir un nivel de sostenibilidad de una construcción, para el logro de una verdadera arquitectura sostenible.

#### **a. Optimización de recursos.**

- Nivel de utilización de recursos naturales
- Nivel de utilización de materiales duraderos
- Nivel de utilización de materiales recuperados
- Capacidad de reutilización de los materiales utilizados
- Nivel de utilización de materiales reutilizables
- Capacidad de reparación de los materiales utilizados
- Nivel de utilización de materiales reciclados
- Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados
- Nivel de aprovechamiento de los recursos utilizados

#### **b. Disminución del consumo energético**

- Energía consumida en la obtención de materiales
- Energía consumida en el transporte de materiales
- Energía consumida en el transporte de la mano de obra
- Energía consumida en el proceso de construcción del edificio

- Energía consumida por el edificio a lo largo de su vida útil
  - Nivel de adecuación tecnológica para la satisfacción de necesidades humanas
  - Eficacia energética del diseño arquitectónico bioclimático
  - Nivel de inercia térmica del edificio
  - Energía consumida en el proceso de derribo o desmontaje del edificio
- c. Fomento de fuentes energéticas naturales
- Nivel de utilización tecnológica a base de energía solar
  - Nivel de utilización tecnológica a base de energía geotérmica
  - Nivel de utilización tecnológica a base de energías renovables por el ecosistema natural
- d. Disminución de residuos y emisiones
- Nivel de residuos y emisiones generadas en la obtención de materiales de construcción.
  - Nivel de residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción.
  - Nivel de residuos y emisiones generadas en el mantenimiento de los edificios.
  - Nivel de residuos y emisiones generadas en el derribo de los edificios.
- e. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.
- Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural.
  - Emisiones perjudiciales para la salud humana.
  - Número de enfermedades de los ocupantes del edificio.
  - Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio.
- f. Disminución del mantenimiento y coste de los edificios.
- Nivel de adecuación entre la durabilidad de los materiales y su ciclo de vida funcional.
  - Adecuación funcional de los componentes.
  - Recursos consumidos por el edificio en su actividad cotidiana.
  - Energía consumida por el equipamiento tecnológico del edificio.
  - Energía consumida en la accesibilidad al edificio.
  - Energía residual consumida por el edificio cuando no está ocupado.
  - Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio.

- Nivel de necesidad de tratamiento de emisiones y residuos generados por el edificio.
- Coste económico en la construcción del edificio.
- Entorno social y económico.

Los criterios para determinar el nivel de sostenibilidad de una construcción sostenible, serán valorados utilizando parámetros que definirán una actuación constructiva sostenible.

#### **1.1.4 Marco legal**

##### **1.1.4.1 Ley del Ambiente**

Fue promulgada el 13 de octubre de 2005, es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Está conformada por 154 artículos y 5 Disposiciones Transitorias.

La presente Ley regula las acciones destinadas a la protección del ambiente que deben adoptarse en el desarrollo de todas las actividades humanas. La regulación de las actividades productivas y el aprovechamiento de los recursos naturales se rigen por sus respectivas leyes, debiendo aplicarse la presente Ley en lo que concierne a las políticas, normas e Instrumentos de gestión ambiental.

##### **1.1.4.2 Norma EM 110-Confor térmico y lumínico**

Norma nacional que trata de mejorar a partir del diseño arquitectónico, las condiciones de confort térmico y lumínico con eficiencia energética de las edificaciones. Entre los beneficios más saltantes de esta norma se encuentran:

- a. Beneficios económicos
  - Reducción de gastos de operación y mantenimiento para usuarios
  - Creación del valor agregado a la edificación
  - Mejora la productividad de los trabajadores
  - Revaloración de materiales locales
- b. Beneficios ambientales
  - Protección del hábitat natural
  - Mejora de la calidad del aire y agua
  - Reducción de residuos sólidos
  - Conservación de recursos naturales

- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero

c. Beneficios sociales y en salud

- Mejora del ambiente térmico y lumínico
- Aumento del confort y salud de usuarios

### 1.1.4.3 Análisis de ciclo de vida

El análisis del ciclo de vida (ACV) es un proceso que se usa para evaluar el impacto potencial de un producto sobre el ambiente, identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno. Por tanto, el análisis del ciclo de vida de los materiales de construcción, consiste en identificar y cuantificar los efectos ambientales adversos que generan los materiales a lo largo de su ciclo de vida, con la finalidad de evitarlos o minimizarlos. (Vallejo, 2004).

El ciclo de vida de los materiales de construcción nos permite identificar las etapas generadas por el comportamiento de los materiales utilizados en la construcción, desde el momento de su localización, pasando por su extracción, producción, transporte, construcción, utilización y disposición final; estas etapas utilizadas para la construcción de los componentes de una edificación, de acuerdo a los procesos y localización para la adquisición de materiales, en cada etapa generan diferentes impactos que afectan el medio ambiente especialmente cuando se trata del campo de la construcción, cuyo impacto más significativo constituye el consumo energético, que representa el 50% del consumo total en el mundo.

En el presente trabajo, identificamos las principales etapas y procesos del ciclo de vida de los materiales de construcción, los cuales se muestran en tabla 3, donde mostramos las relaciones de las etapas, procesos e impactos generados en la construcción de una edificación, considerando que:

- a. Extracción de recursos: Es el proceso de obtención de materiales en estado natural y genera impactos ambientales, como la tala de madera o la explotación de canteras.
- b. Producción de materiales. Referido al tratamiento de la materia prima para adecuar su uso en la construcción.



- c. Distribución: análisis de los materiales considerando el transporte, desde su origen hasta la puesta en obra, especialmente cuando se trata de ciertas maderas y metales de orígenes lejanos.

**Tabla 3.** Impactos generados por los materiales de construcción durante su ciclo de vida.

ETAPAS	PROCESOS	IMPACTOS
Proyecto y construcción de la vivienda	Extracción de recursos	- Ambientales
	Producción de materiales	- Presión en el tránsito
	Distribución	- Energía consumida
	Procesos de construcción	- Generación de ruidos
Utilización de la construcción	Mantenimiento	- Impacto visual
	Reparación y reemplazo	- Conducta de habitantes
	Rehabilitación	- Emisiones de CO <sub>2</sub>
	Consumo energético	- Emisiones de NO <sub>x</sub>
	Consumo de agua	- Consumo de CFC
Disposición final de la construcción	Demolición	- Residuos en general
	Reciclaje	- Residuos peligrosos
	Disposición final	- Rellenos sanitarios

Fuente: Elaborado en base a conceptos de “Agenda de la construcción sostenible”.

- d. Procesos de Construcción: aplicado a cada componente de la construcción, como la cimentación, estructuras, muros, cubiertas, acabados y servicios. Es la etapa más crítica por su intervención en el terreno generándose impactos muy significativos como la generación de ruidos, polvo, residuos.
- e. Utilización de la construcción: Los impactos más importantes derivados del uso de una edificación, suelen ser los relacionados con el mantenimiento, el consumo de energía, el consumo de agua, generación de residuos etc.
- f. Disposición final de la construcción: Los materiales desechados en la demolición de una construcción deben ser considerados para su reciclaje, su reutilización o su depósito en el subsuelo.

## 1.2. Antecedentes

Problemas como el de la vivienda, el hábitat y la recuperación del patrimonio edilicio construido, son característicos de la contribución que estas actividades pueden dar a la sociedad; pero al mismo tiempo, la arquitectura y la construcción generan un impacto en el ambiente, la economía y la sociedad durante todo el ciclo de vida de la construcción, a través de la ocupación del espacio y del paisaje, de la extracción de recursos, y de la generación de residuos y contaminación.

El desarrollo de la arquitectura sostenible es como una respuesta a la contaminación del medio ambiente por un desinterés y una inadecuada educación ambiental, que repercute en la construcción de viviendas, sin considerar el uso adecuado de los materiales de construcción; sin embargo hoy en día debido a la tecnología e industria de los materiales de construcción, en el mercado se ofrece una inmensa variedad de materiales, sin considerar los impactos que estos causan en todo el ciclo de vida.

Sobre los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la región del altiplano peruano, no tenemos referencias específicas de estudios realizados, salvo algunos referidos mayormente a la climatización sin considerar la procedencia de los materiales utilizados tal como se puede observar en trabajos realizados desde la ciudad de Lima. Como ejemplo citaremos el proyecto de “Casitas calientes”, publicado en el diario “El Comercio” en 2016. Casitas Calientes y Limpias es un proyecto elegido finalista entre 450 participantes de más de 20 países, en la 5° BID16. Este proyecto fue desarrollado por el Centro de Consultoría y Servicios Integrados Pontificia Universidad Católica del Perú; el objetivo principal del proyecto es reducir la mortalidad causada por el frío en las zonas alto andinas del departamento de Puno, mediante la instalación de viviendas especiales. El proyecto se basa en la implementación de un muro “trombe”, que es una estructura de madera forrada con plástico colocada en uno de los muros exteriores de la vivienda con dirección a la salida del sol y con conexión al interior de la casa mediante unos agujeros en la parte superior e inferior de la pared. Este muro es pintado de negro de modo que, durante el día, se capturen los rayos del sol y se transformen en calor y, de esta manera, calienten el aire que se encuentra dentro de la estructura, el cual ingresa a la casa por los agujeros en la pared y aumenta la temperatura del interior de la vivienda. El proyecto es importante porque hace referencia a la utilización de tecnologías para dar solución a necesidades climáticas de las viviendas del área rural del altiplano puneño.

Sin embargo hacemos referencia a trabajos de investigación realizados en el ámbito nacional e internacional, que nos sirve de referencia para proponer específicamente soluciones sobre materiales sostenibles en la región del altiplano peruano.

Miranda et al., (2014), en su trabajo de investigación “Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático”, propone un plan dirigido a promover la construcción sostenible en el Perú, es decir una construcción que ofrezca una alta calidad de vida a sus habitantes al tiempo que reduce sus impactos sobre el ambiente, minimiza la generación de gases de efecto invernadero y se adecúa a los fenómenos naturales y climatológicos previsibles del cambio climático. Los objetivos para este estudio trazados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento estaban dirigidos a: Realizar un diagnóstico situacional de la construcción en Perú, considerando el impacto ambiental que generan en el marco del Cambio climático; Elaborar una matriz con indicadores, que incluya los escenarios futuros o proyecciones en caso se siga o se modifique parcialmente el actual modelo de desarrollo, o se renueve totalmente por otro modelo de construcción; y Proponer estrategias y acciones para implementar el modelo de construcción elegido en el corto, mediano y largo plazo.

Rivasplata, P. (2012), en su investigación “Desertificación y desertización en el altiplano andino peruano”, realizado en la región del altiplano peruano, busca comprender como un manejo adecuado a la capacidad regenerativa del medio natural y sus recursos, puede controlar las condiciones de desertización del altiplano y al mismo tiempo ser productivo, mientras que un manejo inadecuado puede provocar ruptura definitiva entre lo ambiental y lo social, por el aumento de la desertización natural debido a la desertización antropogénica. En su desarrollo rescata los aspectos históricos culturales de la región del altiplano peruano.

Rocha, E. (2011), En su artículo publicado en la revista Nodo, “Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y evaluación del ciclo de vida”, presenta los sistemas de certificación de construcciones sostenibles desarrollados en diversas regiones del mundo, herramientas que ayudan a los profesionales mencionados a acometer la tarea de producir construcciones “verdes”; las características que deben tener los materiales de construcción para considerarlos sostenibles, y los sistemas para evaluar el ciclo de vida de las edificaciones, herramienta para la medición del impacto ambiental de las edificaciones y su verificación en términos de sostenibilidad.

Osorio, J. (2011), en su trabajo de investigación “El consumo sostenible de los materiales usados en la construcción de vivienda”, realizado en la ciudad de Manizales de Colombia, ciudad que se ha desarrollado de una manera desordenada, donde las tipologías de vivienda y el consumo de materiales para tal fin, han sido diferentes a través del tiempo, se ha generado construcciones que evidencian el desconocimiento de los conceptos de consumo sostenible. Para lo cual en el desarrollo del trabajo se toman tres tipologías de vivienda utilizadas en la ciudad de Manizales de Colombia, las cuales tienen cada una diferentes materiales en su construcción, haciendo su valoración para cada una de ellas, considerando sus características referente a su producción y comportamiento sísmico y determinar su sostenibilidad. Concluyendo, el problema identificado es que los materiales de la construcción se han observado y utilizado bajo una mirada netamente propia del marco lineal, el cual a su vez, es con el que se observa el desarrollo capitalista, y a su vez con el que opera el consumo lineal. Bajo esta mirada se observa de manera aislada a la vivienda, como el simple elemento que sirve para habitar.

Aroquipa, H. (2014), "Procesos constructivos de edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible". En su trabajo de tesis doctoral, se arribó a la siguiente conclusión: Los impactos ambientales en los procesos constructivos en edificaciones, con un error del 0.652, tienen una implicancia directa en la calidad de ejecución para un proceso constructivo limpio y sostenible en un 95.70%, siendo el de mayor incidencia "obras de concreto armado" y menor incidencia "instalaciones eléctricas" con un 5.19% y 0.11% respectivamente en la generación de impactos ambientales, estos aspectos se cuantifican en costos por partida ejecutada que corresponden a un 3 a 6% del presupuesto total, que puede ser plasmado en la mejora del proceso constructivo con una adecuada actualización de la tecnología, capacitación al personal y mejora en los equipos.

Estos indicadores nos dan a conocer que efectivamente los procesos constructivos en nuestra región no están cumpliendo con objetivos ambientales y requieren mayor interés para su mejoramiento y orientación al desarrollo sostenible.

## CAPITULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1 Identificación del problema

Sabemos que, antiguamente las construcciones eran sostenibles, porque los volúmenes de construcción eran limitados y los materiales eran extraídos de lugares cercanos; la energía utilizada era a partir del uso de la leña. En las montañas de los Andes, la mayoría de casas y pequeños edificios se construyen utilizando bloques de adobe, porque es muy apropiado para la región, debido a su alto valor térmico; sin embargo es desventajoso por la poca resistencia que ofrece el material, llegándose a incrementar el ancho de los muros y ocupando mayor espacio.

Referente a las tecnologías de construcción, los sectores de construcción, el formal e informal requieren de conducción y planificación, para crear conciencia sobre construcción sostenible por parte del consumidor. Y si esto se lograra, exigiría un cambio de actitud a nivel gubernamental. Si bien existen leyes ambientales, en la práctica éstas no están articuladas con las leyes de construcción. El Reglamento Nacional de Edificaciones, actualizado recientemente, no refleja la diversidad de climas, materiales de construcción y aspectos culturales en el país. Las regulaciones de construcción que existen a nivel local están también desactualizadas o simplemente no se les da su lugar.

Se conoce también que en la actualidad la construcción de viviendas se realiza sin considerar los impactos que genera el ciclo de vida de los materiales de construcción, debido a que en la mayoría de veces los planos son copiados de unos a otros. El propietario, junto con parientes y amigos, construye la vivienda, a menudo asistido por un “maestro de construcción”, y la mayoría de las casas no acceden a las regulaciones de construcción, porque la idea de modernidad juega un papel importante y la gente

tiende a imitar el estilo “chalet” de construcción de los países occidentales, así como a los materiales de construcción asociados: cemento reforzado, ladrillos y vidrio. Estos materiales denominados materiales nobles, descalificando así materiales tradicionales como el adobe y la quincha.

Sin embargo, en la actualidad en arquitectura surge el concepto de sostenibilidad, que da origen a lo que podría llamarse arquitectura sostenible, basada en la definición de desarrollo sostenible de nuestro futuro común, conceptos que nos permitirá desarrollar el presente trabajo, aplicado al área de la región del altiplano peruano.

## **2.2 Formulación del problema**

En el altiplano peruano, las características y procesos en la construcción de una vivienda son similares a la descrita anteriormente, a pesar de tener menor influencia occidental, los propietarios aspiran a tener una casa con material noble. Entonces el problema de investigación analizado en el presente trabajo, nos conduce a analizar y proponer las características que debe presentar los materiales utilizados en la construcción de una vivienda, a fin de lograr su sostenibilidad.

### **Interrogante principal**

¿De qué manera influye el uso de materiales en la construcción de una vivienda, para generar su sostenibilidad, en el altiplano peruano?

### **Interrogantes específicas**

- a. ¿Qué características presentan los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la región del altiplano peruano?
- b. ¿Qué materiales de construcción nos permitirán realizar una arquitectura sostenible?

## **2.3 Justificación**

Las principales causas del impacto ambiental generado por el proceso de utilización de materiales en la construcción de viviendas se encuentran en el consumo de recursos no renovables y en la generación de residuos contaminantes, ambos en aumento acelerado.

Sin embargo es posible intentar una cuantificación genérica del impacto ambiental generado en la construcción de viviendas, determinando los flujos de energía, agua, materiales y residuos (Wadel, Avellaneda y Cuchí. 2009). Estos hechos hacen que el

proceso de construcción clásica de viviendas representa evidentemente el incremento a la contaminación ambiental, debiéndose precisar que es necesario proponer el uso adecuado de materiales de construcción, y considerar las recomendaciones que hace la arquitectura sostenible y el uso de materiales ecológicos en la construcción de viviendas.

En nuestra región, las prácticas tradicionales de construcción de viviendas para los sectores más desfavorecidos de la sociedad, han ido mostrando grandes fallas en el deterioro del medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Entonces es necesario proponer nuevas recomendaciones para cambiar los procedimientos en la construcción de viviendas, considerando las características ecológicas y sostenibles que los materiales utilizados, haciendo que la vivienda construida sea capaz de ofrecer confort y salubridad a sus ocupantes; generando la posibilidad de continuar su estudio hasta lograr un posible manual de procedimientos para una construcción sostenible.

Bajo esta realidad se busca rescatar, conservar y poner en práctica las consideraciones que nos ofrece la arquitectura sostenible en base a productos ecológicos de nuestra región. Del mismo modo la presente propuesta nos permitirá la inserción de la comunidad en la dinámica de conservación ambiental, asegurando la permanencia de nuestro patrimonio cultural en el tiempo y permitiendo el desarrollo ordenado de las actividades referidas a la construcción y uso de la vivienda social en la región Puno.

## 2.4 Objetivos

### 2.4.1. Objetivo principal

Determinar las características de sostenibilidad, de los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la región del altiplano peruano.

### 2.4.2 Objetivos específicos

- a. Establecer las características de la vivienda construida en la región altiplánica y los materiales utilizados en su construcción.
- b. Analizar y determinar la incidencia del uso de los materiales, para la construcción de viviendas sostenibles, en la región del altiplano peruano.

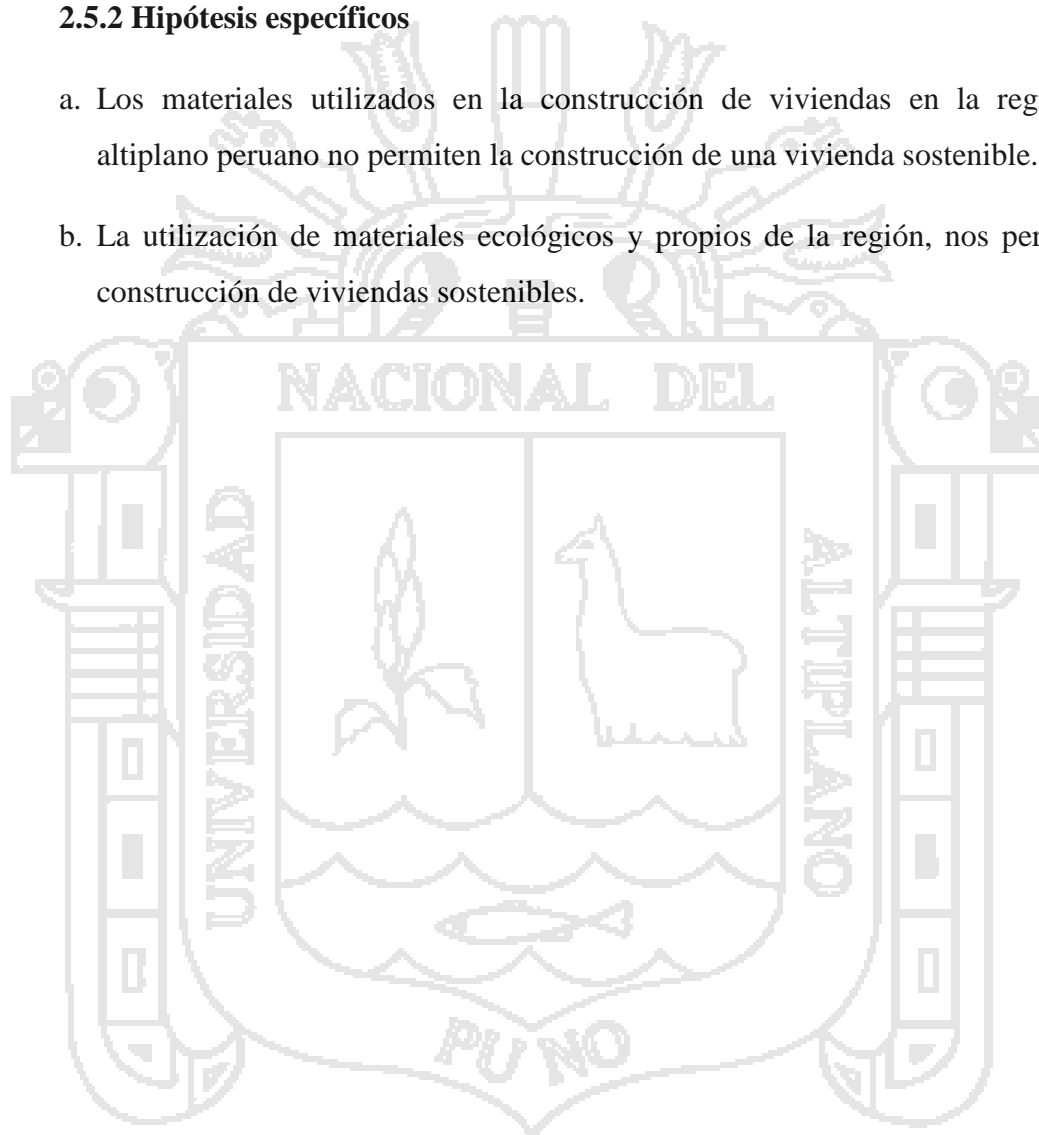
## 2.5 Hipótesis

### 2.5.1 Hipótesis principal

Los materiales ecológicos utilizados en la construcción de viviendas, en la región del altiplano peruano, ofrecen características que permiten su sostenibilidad referido a su construcción y uso.

### 2.5.2 Hipótesis específicos

- a. Los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la región del altiplano peruano no permiten la construcción de una vivienda sostenible.
- b. La utilización de materiales ecológicos y propios de la región, nos permite la construcción de viviendas sostenibles.





## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de estudio

El ámbito de estudio en el presente trabajo de investigación, es determinado considerando el área del altiplano peruano correspondiente a la región Puno de la República del Perú.

En esta región se localiza el lago más alto navegable del mundo, el Titicaca. Se desarrolla en una planicie de los andes denominada meseta del Collao, está conformado por once provincias, y representa aproximadamente el 70% de la superficie. La selva, conformado por dos provincias, representa el 25% de su territorio. Los recursos hídricos están constituidos por el lago Titicaca, 50 lagunas y más de 300 ríos.

En el ámbito de la meseta del Collao es posible identificar tres centros urbanos de mayor población: Juliaca, Puno e Ilave, de los cuales Puno constituye el centro político cultural por ser capital de la región.

Puno ciudad, se localiza entre las coordenadas 15°51'11" latitud sur y a 70°02'08" longitud oeste sur del Perú, a 3810 m.s.n.m. en la región cordillerana a orillas del lago Titicaca sobre un terreno accidentado, con zonas bajas y rodeado de cerros y quebradas; sus cotas van de los 3,810 a nivel del lago hasta los 4,050 m.s.n.m. en su parte más alta, capital de distrito, región y sede del gobierno regional.

#### 3.2 Población y muestra

El altiplano peruano o altiplano del Collao, con características peculiares referidos a los aspectos económico, geográfico y cultural, nos permite precisar dos zonas bien identificadas: el área circunlacustre y el área alto andina; la primera localizada sobre la

orilla del lago Titicaca con una población mayoritaria asentada en áreas urbanas y la segunda localizada en niveles de mayor altura, sometida a las inclemencias del clima, con una población dispersa y dedicada especialmente a la ganadería.

En este contexto el proceso de construcción de viviendas de interés social se ha desarrollado desordenadamente porque la accesibilidad, conocimiento de tecnologías y disponibilidad de materiales era limitada, sobre todo de los conceptos de sostenibilidad y desarrollo.

Para el presente trabajo de investigación es preciso identificar que se tiene dos tipologías bien marcadas de vivienda social; considerando las variables sociales, económicas, tecnologías y geográficas, nos hace precisar que se tomará como muestra dos tipologías de vivienda, las construidas en zonas alto andinas y las construidas en zonas circunlacustres, que nos representa construcciones con materiales industrializados y materiales tradicionales respectivamente.

### 3.3 Métodos de investigación

Considerando que la investigación científica se define como la serie de pasos que conducen a la búsqueda de conocimientos mediante la aplicación de métodos y técnicas y para lograr esto, nos basamos en los métodos descriptivo y explicativo, como se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla 4.** Métodos técnicas e instrumentos de recolección de datos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
a. Establecer las características de la vivienda construida en la región altiplánica y los materiales utilizados en su construcción.	- Descriptivo - Observación científica, participativa.	- Revisión de documentos - Entrevista - Observación - Registro de imágenes	- Grabaciones, libros, revistas y otros. - Guías de entrevista - Guías de observación - Equipo fotográfico
b. Analizar y determinar la incidencia del uso de los materiales, para la construcción de viviendas sostenibles la región del altiplano peruano.	-Explicativo, correlacional. - Método analítico.	- Identificación y análisis de las causales. - Medir el grado de relación y la manera cómo interactúan dos o más variables entre sí.	- Análisis documental - Modelos predictivos. - Análisis estadísticos de regresión.

Fuente: Elaborado en base a “Metodología integral para planes y tesis”, Caballero, A. (2011).

### 3.4 Descripción de métodos por objetivos específicos

Precisando la metodología propuesta para desarrollar el trabajo y considerando los objetivos específicos, proponemos realizar las siguientes actividades:

- a. Establecer las características de la vivienda construida en la región altiplánica y los materiales utilizados en su construcción.
  - Diseño de fichas para la recolección de la información referida a construcciones típicas del área de estudio.
  - Visita a lugares típicos de la zona de estudio, realizando trabajos de campo en viviendas identificadas previamente.
  - Identificar los materiales utilizados en la construcción de una vivienda en el área de estudio.
- b. Analizar y determinar la incidencia del uso de los materiales, para la construcción de viviendas sostenibles, en la región del altiplano peruano.
  - Análisis del aspecto cultural utilizado en los procesos constructivos.
  - Análisis de las características constructivas de una vivienda típica del altiplano peruano.
  - Identificación y caracterización de los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la región.
  - Análisis del nivel de sostenibilidad de los materiales de construcción utilizados.
  - Definición de los criterios de ponderación para determinar el nivel de sostenibilidad.
  - Implementación y análisis para la construcción de una vivienda sostenible.
  - Redacción de conclusiones.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

Una de las necesidades básicas del hombre lo constituye buscar su protección ante los fenómenos físicos, es decir la generación de espacios que le permitan desarrollar sus funciones físico biológicas en forma adecuada, todos estos aspectos son referidos a la construcción de viviendas, constituyéndose así la vivienda como el lugar donde el hombre pasa la mayor parte de su vida. Estas condiciones son tomadas en cuenta para el hombre andino motivo de estudio.

##### 4.1.1 Caracterización de la vivienda típica del altiplano andino

El altiplano peruano, con características propias andinas, se localiza en la región Puno, históricamente sus necesidades de vivienda fueron influenciados con costumbres andinas especialmente referidas a su cosmovisión y valoración del medio ambiente, sin embargo en la actualidad como parte de la república del Perú, se caracteriza por el déficit de vivienda y la existencia de hacinamiento en las zonas populares, con un gran déficit de servicios esenciales como: agua potable, desagüe, electrificación, precariedad de los materiales de construcción y tendencia al excesivo hacinamiento y promiscuidad.

Este problema está directamente relacionada con las tasa de crecimiento poblacional, natural de los pueblos y agravado por los flujos migratorios del campo a las principales ciudades de nuestra región como las ciudades de Puno, Juliaca y recientemente Ilave y Yunguyo; teniendo como consecuencia la aparición de urbanizaciones desordenadas, encarecimiento de viviendas, tugurización en grandes sectores de la ciudad.

En el censo del 2007, se registraron 498,658 viviendas, de las cuales el 60% corresponden al área rural y el 40% al área urbana (tabla 5). La mayor concentración de viviendas urbanas se encuentra en la provincia de San Román seguida por Puno. Sin embargo, es determinante observar que el porcentaje de viviendas rurales es mayor en la Región, estando el mayor número en la provincia de Puno seguido por Azángaro.

**Tabla 5.** Número de viviendas por área urbana y rural, en la región Puno.

PROVINCIA	POBLACIÓN	VIVIENDA		
		TOTAL	URBANO	RURAL
Puno	229 236	92 943	44 993	47 950
Azángaro	136 829	54 870	13 291	41 579
Carabaya	73 946	24 144	7 951	16 193
Chucuito	126 259	42 541	9 102	33 439
El Collao	81 059	38 350	9 614	28 736
Huancané	69 522	36 928	5 275	31 653
Lampa	48 223	19 929	5 651	14 278
Melgar	74 735	29 148	11 768	17 380
Moho	27 819	16 591	3 036	13 555
San Antonio de Putina	50 490	20 293	12 195	8 098
San Román	240 776	74 508	62 891	11 617
Sandía	62 147	29 362	5 609	23 753
Yunguyo	47 400	19 051	5 492	13 559
<b>TOTAL REGIÓN PUNO</b>	<b>1 268 441</b>	<b>498 658</b>	<b>196 868</b>	<b>301 790</b>
TOTAL PERÚ (Referencial)	27 412 157	7 566 142	5 343 331	2 222 811

Fuente: INEI - Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda.

En cuanto al acceso a los servicios básicos, al 2011 el INEI ha proyectado que el 48.1% de las viviendas cuenta con una conexión de agua de la red pública, mientras que el 38.9% cuenta con servicios de desagüe adecuados. La electrificación cubriría al 81.1% del total. Si bien estas cifras están en aumento, todavía se requiere de una mayor inversión estatal para mejorar la cobertura.

#### 4.1.1.1 Aspectos históricos culturales

Para conceptuar y analizar la vivienda andina circunlacustre al lago Titicaca tenemos que primero conocer al hombre andino, su cosmovisión, la concepción y relación que tiene con su espacio natural

#### 4.1.1.1.1 El hombre andino

Es el hombre que se desarrolla en la civilización Kolla - Tiawanacota, llamada cultura andina por su ubicación geográfica en la meseta del Altiplano entre las cordilleras Occidental y Oriental. Se denomina hombre andino también, por las formas de vida y el conjunto de logros del hombre que ha vivido hace más de 20 mil años antes de J. C. constituyendo así el gran imperio Kolla - Tiawanacu, de quienes el investigador norteamericano Wendel Bennet describe que, después de un largo periodo de mutación social, aprendieron a cultivar la tierra y a domesticar animales, convirtiéndose en hombres sedentarios y conocieron la propiedad comunitaria, o sea que la tierra pertenecía a toda la tribu, clan o ayllu (Flores, 2015).

Las principales actividades que desarrolla el hombre andino, están relacionadas a las actividades fundamentales de producción agrícola, crianza de animales, regadío, extracción de recursos naturales, es decir el trabajo en el campo como actividad humana fue la que determinó la economía campesina.

#### 4.1.1.1.2 Cosmovisión del hombre andino

El modo de vida del hombre del altiplano esta expresado en su religiosidad popular dentro de su expresión cultural (Flores, 2015). En la cultura andina el mundo es immanente, es decir, la naturaleza es todo el mundo, no existe nada que esté fuera de la naturaleza, este sentimiento de totalidad se manifiesta a través del sentido de colectividad o comunidad; es decir, son parientes las piedras, el sol, la luna, las estrellas, los cerros, lagunas, ríos, plantas, animales, los seres humanos. Todos los miembros del Pacha son parientes, constituyendo una gran familia o ayllu.

Cuando nos referimos a la vivienda andina, podemos afirmar que la vivienda es un ser que vive, donde el hombre andino vive; esto se explica cuando el hombre utiliza la vivienda como un lugar de protección y también protege a la vivienda mediante su mantenimiento, evitando su deterioro por las inclemencias del tiempo; por tanto el hombre necesita de la protección que brinda una vivienda y ésta a la vez requiere la protección del hombre para su mantenimiento (Grillo, Quiso, Rengifo y Valladolid, 1994).

Esta visión mística y sagrada, donde todo lo cotidiano está teñido de valor simbólico y de creencias y donde las formas rituales tienen relevancia, hacen a la vez que la vivienda como microcosmos adquiera una presencia no meramente burocrática sino vital en la conformación del hábitat del hombre andino (Grillo, 1994).

#### **4.1.1.1.3 La vivienda andina**

La vivienda andina típica tiene el mérito de conservarse en el tiempo, porque el poblador del altiplano peruano, usó materiales propios de la zona, como el barro para construir sus muros, ya sea como tapias, adobes o champas, la paja y totora como cobertura de los techos. Esta fue evolucionando según sus necesidades de espacio y función, respetando y venerando su tradición y cultura, porque de la tierra hacen su vivienda que les da cobijo y protección. Desde entonces se deduce que, en comparación con otros materiales de construcción, la tierra es un material que permite construir viviendas a bajo costo, posee excelentes cualidades térmicas y constituyéndose como un material idóneo, para el altiplano andino.

Otra de las características de la vivienda andina viene a ser el entendimiento de la vivienda y su entorno, que para el hombre andino es trascendente, él vive en la naturaleza le gusta los espacios libres, y que la vivienda forme parte de su vida natural, fortaleciendo un ecosistema que responde a su modo de vida.

Sin embargo, en la actualidad podemos decir que es preocupante que dicha concepción de vivienda, con el pasar del tiempo se pierda poco a poco, dejando al olvido todas las tradiciones y costumbres de una cultura que convivió con la naturaleza en una forma armoniosa y de respeto; este hecho se muestra cuando observamos el crecimiento de las viviendas de material noble cuyo crecimiento aumentó en un 181% a diferencia de las de adobe que creció en un 15.9%.

En el censo del 2007, se registraron 498,658 viviendas, de las cuales el 39.48% fueron urbanas y el 60.52% del área rural, estas últimas concentradas en las provincias de Lampa y Azángaro. En cuanto al acceso a los servicios básicos, al 2011 el INEI ha proyectado que el 48.1% de las viviendas cuenta con una conexión de agua de la red pública, mientras que el 38.9% cuenta con servicios de desagüe adecuados. La electrificación cubriría al 81.1% del total.

#### 4.1.1.1.4 Rituales constructivos

Los mitos, ritos, tradiciones y costumbres propias del hombre andino con el pasar del tiempo se van perdiendo y dejando al olvido, cabe resaltar que en esta parte de nuestra región aún persisten estas costumbres y es necesario que perduren por mucho más tiempo, por ser parte de nuestro patrimonio cultural.

Entonces en la actualidad es posible observar muchos rituales en todo el proceso de la construcción de una vivienda, desde la decisión de su ubicación, construcción e inauguración, pasando por el aprovisionamiento de materiales, mano de obra y alimentación de los participantes.

Estos actos rituales han constituido desde siempre, la base de sus costumbres y fundamento de su cosmovisión, constituyéndose un orden de procedimientos que acompañan a cada etapa del proceso de construcción.

Referencialmente, en la actualidad es factible observar que en zonas rurales del Altiplano Andino, estas costumbres siguen cumpliéndose con el único afán de lograr una vivienda que proteja a la familia y asegure su felicidad y prosperidad. Es así que se realizan muchos actos como, las decisiones previas para elegir el terreno donde se ejecutará la construcción de la vivienda, lo cual es elegido por el maestro de ceremonias denominado “Pacco”.

Las consideraciones más importantes que se manifiestan en el proceso son: El patio central, será lo bastante amplio cuya puerta de ingreso estará orientado hacia el este, para que pueda recibir los primeros rayos solares, a la derecha de esta puerta se ubicara una pequeña mesa de piedra en la cual se realizara el ritual de pago a la tierra cada año nuevo andino (junio), o cada vez que se necesite hacer este ritual. La cimentación, en una esquina de la excavación, se pone una pequeña ollita llena con coca, dulces, arroz, azúcar, trigo y menestras, este ritual tiene la finalidad de que no falte comida para los habitantes de la vivienda (ver figura 11, anexo5). Para realizar el techado se sacrifica una alpaca o llama bebe, al cual se le pide perdón antes de sacrificarlo, se hace todo un ritual dedicado a la Mamapacha, la sangre del animal es echada a los muros de cada espacio de la vivienda para que siempre estén fuertes y con la carne del animal se prepara comida para después del techo. Al terminar el techo de cada ambiente se coloca una cruz, para que Dios cuide su casa.



Como se puede apreciar, todas estas manifestaciones nos permiten deducir que existe una fusión de culturas, reflejadas en sus creencias y rituales, se cree en Dios y en la Pachamama, los Apus y la Mamacota.

#### **4.1.1.2 El clima en el altiplano andino**

Si definimos al clima como el resultado de la interacción de condiciones atmosféricas y geográficas como, temperatura, presión atmosférica, viento, humedad, lluvia, radiación solar, latitud y altitud; estos determinaran las características del clima que ofrece el área del Altiplano Peruano, que políticamente corresponde a la Región Puno de la república del Perú.

El Altiplano Andino o Meseta del Collao, se extiende desde la cordillera occidental entre los 3800 y 4200 msnm, con una suave inclinación hacia la cordillera oriental, prolongándose hacia el suroriente hasta territorio Boliviano. Esta meseta se encuentra interrumpida por algunos valles pluviales que discurren entre las cadenas de montañas (ONERN, 1985).

El Altiplano Peruano se caracteriza por ser más húmeda que su parte sur en Bolivia, debido a que en ella se encuentra los ríos Ramis y Azángaro que son los mayores afluentes del Titicaca (Jacobsen, 1982). Políticamente el Altiplano Peruano, corresponde al 70% de la Región Puno, por tanto sus características físico geográficas nos permitirán identificar el clima de esta zona.

La Región Puno presenta características muy peculiares, específicamente las referidas al clima y su contenido cultural, cuyas características se precisan en documentos generados sobre el caso, como la clasificación de climas del Perú específicamente.

##### **4.1.1.2.1 Clasificación climática en el Perú**

La presente zonificación tiene como base la clasificación climática de Köppen, a la que se ha incluido parámetros de altura, radiación, inversión térmica, arquitectura tradicional, entre otros factores, que permiten tener una aproximación a pisos de equivalencia arquitectónica. En la tabla 6, corresponde a la clasificación de climas del Perú, muestra nueve zonas climáticas obtenidas a partir de la clasificación primaria realizada por Rayter y Zúñiga en el 2005. Su importancia

radica porque en base a esta clasificación, es posible orientar el diseño de una vivienda ecológica.

**Tabla 6.** Clasificación de climas del Perú para el diseño arquitectónico.

ZONA	ALTITUD msnm	PRECIPITACIONES mm/año	TEMPERATURA media anual	% AREA nacional
1. Desértico Costero	0 a 2000	150	28°C	2.8
2. Desértico	400 a 2000	150 a 500	24°C	6.7
3. Interandino bajo	2000 a 3000	150 a 1500	20°C	3.9
4. Mesoandino	3000 a 4000	150 a 2500	12°C	14.6
5. Altoandino	4000 a 4800	150 a 2500	6°C	9.0
6. Nevado	Más de 4800	250 a 750	0°C	1.4
7. Ceja de Montaña	2000 a 3000	150 a 6000	25°C	9.7
8. Subtropical húmedo	400 a 2000	150 a 3000	22°C	12.2
9. Tropical húmedo	80 a 1000	150 a 4000	26°C	39.7

Fuente: Norma EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética del Código Técnico de Construcción Sostenible 2015.

#### 4.1.1.2.2 El clima en el altiplano peruano

El clima del área andina está determinado básicamente por su topografía y altitud sobre el nivel del mar, caracterizándose especialmente por su sequedad higrométrica, por la periodicidad de sus lluvias, durante el verano y por su temperatura fría o templada, según la altura. La meseta del Collao o altiplano peruano, además de presentar una topografía plana, la presencia del lago Titicaca genera un área denominada circunlacustre cuyas características climáticas son favorables para la agricultura. Sin embargo las características generales lo constituyen, la sequedad atmosférica, la insolación, que disminuye en verano, y las diferencias de temperatura entre sol y sombra, noche y día, mañana y tarde, (Valladolid, 1994).

#### 4.1.1.2.3 Tipos de clima en el altiplano peruano

En el altiplano peruano, se puede identificar tres tipos de climas, en concordancia a la Norma Técnica EM.110 “Confort térmico y lumínico con eficiencia energética” del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (cuadro 6), donde se puede observar que, las zonas 4, 5, y 6 referidos a la mesoandina,

altoandina y nevado, corresponden a la región del altiplano peruano, por lo que a continuación ampliaremos sus características, además de tener referencia de los datos emitidos por el SENHAMI (ver anexo 2).

#### **a. Zona mesoandino**

Se localiza, en áreas que alcanzan los 3000 a 4000 msnm, diferenciados por la presencia del Lago Titicaca como una masa de agua que termoregula al área circunlacustre del Altiplano. Corresponde a una superficie de 13 725 km<sup>2</sup>, las características más importantes son:

- Clima semi-frío a frío, de terreno semi-seco a lluvioso con otoño, invierno y primavera seco. Este clima es típico de la serranía, se extiende por lo general entre los 3000 y 4000 msnm, representa el 0.5% de la superficie total del país y 28% de la región Puno. Se caracteriza por sus precipitaciones anuales promedio de 700 milímetros. Y sus temperaturas medias anuales de 12°C. Presenta veranos lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas.
- Ciudades importantes: Azángaro, Ayaviri, Puno, Juli, Huancané, Juliaca.
- Temperatura media anual: 12°C
- Humedad relativa media: 30% a 50%.
- Velocidad de vientos: 7m/s.
- Dirección predominante de viento: SE
- Radiación solar: 2 a 7.5 kWh/m<sup>2</sup>
- Horas de sol: 7 a 8 horas
- Precipitación anual: 150 a 2500 mm
- Vegetación: Escasa, a excepción de valles. Tenemos pinos, abetos, eucaliptos.

La ciudad de Puno, por influencia del Titicaca, tiene una temperatura media de 8,4°C con máximas de 16.4°C, mínimas de -1.3°C, y una amplitud térmica de 18°C.

#### **b. Zona altoandino**

Se localiza, en áreas que alcanzan los 4000 a 4800 msnm y corresponde a una superficie de 29 165 km<sup>2</sup>, las características más importantes son:

- Clima frío, de terreno semi-seco a lluvioso con otoño, invierno y primavera seco. A Este tipo de clima, se le conoce como clima de Puna, por lo general entre 4000 y 4800 msnm. Cubre alrededor de 1.1% del territorio peruano y 66% de la

Región Puno. Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 700 milímetros anuales y temperaturas también promedio anuales de 6°C. Comprende las colinas, mesetas y cumbres andinas. Los veranos son siempre lluviosos y nubosos; y los inviernos (junio-agosto), son rigurosos y secos.

- Ciudades importantes: Macusani, Lagunillas, Mazo Cruz.
- Temperatura media anual: 6°C
- Humedad relativa media: 30% a 50%.
- Velocidad de vientos: 9m/s.
- Dirección predominante de viento: S - SO
- Radiación solar: 5 kWh/m<sup>2</sup>
- Horas de sol: 8 a 10 horas
- Precipitación anual: menores 150 a 2500 mm



**Figura 3.** Mapa del área del altiplano peruano región Puno

Fuente: Elaboración en base a datos de Paola E. Rivasplata Varillas (2012).

### c. Zona nevado

El clima nevado corresponde a una altura mayor a los 4800 msnm ofrece dos características propias: la producción de neblinas, originadas por el choque del aire frío de la altura con el tibio que proviene de la floresta; y las capas de nieve, a veces de medio metro de espesor.

El promedio anual de temperatura en estas zonas son menores a 0°C, según las localidades, descendiendo aún mucho más en las zonas altas de la cordillera. Los meses más fríos son los de junio y Julio. Existe una enorme diferencia de temperatura entre el día y la noche. Las lluvias son abundantes, sumando de 600 a 1,000 mm anuales. En la región del altiplano peruano, este tipo de clima es mínimo, se presenta en áreas puntuales.

#### 4.1.1.2.4 Concepción andina del clima

Si en la cultura andina el mundo es inmanente, significa que, la naturaleza es todo, no existe nada que esté fuera de la naturaleza, este sentimiento de totalidad se manifiesta a través del sentido de colectividad o comunidad; es decir, son parientes las piedras, el sol, la luna, las estrellas, los cerros, lagunas, ríos, plantas, animales, los seres humanos. Todos los miembros del Pacha son parientes, constituyendo una gran familia o Ayllu.

El clima dentro de esta concepción, también vive, es parte de un acontecer más totalizador, más integrador, que comprende no sólo a las condiciones atmosféricas sino a todo lo relacionado con él y que ocurre durante un año. Se puede decir también que para el andino, el clima es la forma cómo en cada año se presentan los ciclos cósmicos y telúricos en cada lugar en particular.

Entonces podemos decir que cada lugar tiene su clima que a su vez es diverso y variable. Como cada año tiene características de un organismo vivo, éste es sensitivo, mudable, impredecible, caprichoso, es decir, cada año tiene su propia manera de ser, aquí no cabe el criterio de "año bueno o año malo" (Chambi, 1991), porque se va respondiendo de acuerdo a como viene el año; comprendiéndolo así, el campesino conversa continuamente con él, sea éste un año seco o lluvioso, para convivir en una especie de simbiosis.

#### 4.1.1.3 Tipología de la vivienda andina

La población actual en el altiplano andino, está concentrado mayoritariamente a orillas del lago Titicaca y sus alrededores, donde las características físico culturales de sus viviendas son semejantes, aun en zonas urbanas donde predominan materiales procesados con tecnología contemporánea, que requieren su análisis para su adecuación considerando el tema de la presente investigación.

Sin embargo, el proceso de globalización o actualización referido a la ciencia y tecnología, hacen que exista la tendencia de modificar, cambiar las construcciones típicas aplicando nuevos materiales de construcción que no responden a las necesidades humanas, tales como las llamadas de “material noble” hacen que estas solo satisfacen la oferta del mercado de materiales de construcción, generándose viviendas con características ajenas a nuestro medio, por ser reflejo de otras latitudes, especialmente de zonas urbanas correspondiente a climas cálidos como la costa peruana.

Aun en estas condiciones las características de la vivienda social en el altiplano, son precisas haciendo que es posible identificar dos tipos de construcción, las realizadas a base del adobe, y las construidas con ladrillo.

**Tabla 7.** Viviendas según material predominante y área de residencia en la región Puno.

COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL PREDOMINANTE	AREA DE RESIDENCIA Y % DE USO	
		URBANO	RURAL
MUROS	Ladrillo o bloques de cemento	67.2	6.9
	Piedra o sillar	0.8	0.4
	Adobe o tapia	20.8	72.3
	Quincha	1.8	1.8
	Madera	6.3	11.4
	Carrizo, caña partida	2.5	3.6
	Concreto armado	51.0	2.5
TECHOS	Madera	2.7	0.4
	Tejas	4.6	23.4
	Calamina, fibra de cemento	34.9	58.1
	Esteras con torta de barro	4.5	2.3
	Paja, palmera	1.0	12.6
PISOS	Parquet o madera pulida	6.7	0.1
	Cerámico, loseta, terrazo	17.8	0.5
	Madera, entablado rústico	4.4	8.9
	Cemento, ladrillo, piedra	54.7	17.5
	Tierra apisonada	16.2	72.7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta nacional de hogares 2013

Para determinar el tipo de vivienda que se genera en el altiplano peruano, en el presente trabajo de investigación, se ha considerado dos variables:

- a. Geográficas: generadas por características topográficas, altura y clima.
- b. Arquitectura y tecnología utilizada: referidos a procesos constructivos y uso de materiales.

Ambas variables se complementan cuando tomamos en cuenta que el Área del Altiplano Peruano está formado por dos zonas climáticas, la mesoandina y la altoandina (Fig. 3 Mapa del área del altiplano peruano: Región Puno) , y en ellas se manifiesta dos tipos de construcción, las viviendas de adobe y las de ladrillo (tabla 7) Viviendas según material predominante y área de residencia); por tanto, en estas condiciones y en referencia a las variables indicadas, vamos a considerar dos tipos de vivienda:

- a. Construcciones Tradicionales: Viviendas construidas en base a tierra y mayoritariamente localizadas en el área rural.
- b. Construcciones Contemporáneas: Viviendas donde predomina el ladrillo y cemento, localizadas en su mayoría en el área urbana.

#### **4.1.1.3.1 Construcciones tradicionales: Vivienda de adobe**

En el área rural de la región del altiplano peruano, el proceso de construcción de viviendas, en la actualidad presenta la peculiaridad de conservar sus características histórica culturales, especialmente referidos al uso de los materiales de construcción; es decir que los materiales esenciales utilizados en la construcción de una vivienda lo constituyen la tierra, la piedra, la madera y la paja básicamente; su uso se sustenta en las características físicas de cada material y su existencia en el medio natural del entorno. La explicación de este proceder, es básicamente por la existencia en abundancia de materia prima en el medio natural del entorno, la conservación de tecnología tradicional de los procesos de construcción y como respuesta a la necesidad de protección ante el clima frígido que ofrece el Altiplano Andino.

Por tanto podemos deducir que los procesos constructivos utilizados en el área rural, nos permiten meditar considerando las teorías contemporáneas de una arquitectura sostenible o el uso de materiales ecológicos, que nos permiten atemperar el ambiente interno de una vivienda, con resultados muy convenientes en

los aspectos climáticos y económicos, porque comparativamente con otros materiales la tierra es un material que permite construir viviendas a bajo costo y con excelentes cualidades térmicas y estructurales.

Para nuestro trabajo de investigación, considerando los datos que nos ofrece el INEI en los “Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda”, de las 498 658 viviendas registradas en la región Puno, el 60% corresponde al área rural, y entre estos un 36.83% de hogares tienen dos habitaciones principales en su vivienda como son, el dormitorio y la cocina, las cuales solo cubren las necesidades básicas de descanso y alimentación. Referente a los servicios el 66.6% no cuentan con servicio higiénico de ningún tipo y un 29.7% cuenta con silos, esto debido a la falta de red de desagües, no cuentan con agua potable porque carecen de instalaciones de red pública, en un 58.66% se proveen de pozos y el 33.65 % de ríos o acequias. Bajo estas premisas, analizaremos una vivienda típica ubicada en la localidad de Sollocota, distrito de San José de la provincia de Azángaro, por ser la más expresiva y representativa del área Alto Andina, cuyo clima es relativamente frígido y geográficamente alejado del área circunlacustre.

#### **a. Localización**

La vivienda construida en adobe, materia de análisis, se localiza en la Localidad de Sollocota, Distrito de San José, de la provincia de Azángaro; es de propiedad del señor Máximo O. Larico Mamani. Se desarrolla sobre un terreno de topografía regular plana, su clima corresponde a la zona climática Altoandina, por estar por encima de los 4082 msnm, es decir un clima frígido y seco.

#### **b. Descripción**

Las características que presenta esta vivienda son típicas y representativas de la zona, por su disposición, localización, organización, procesos constructivos y utilización, de los cuales haremos referencia (ver anexo 3).

**Concepción del proyecto:** Por manifestación de los propietarios de la vivienda, podemos indicar que la presente construcción se construyó en forma espontánea, debido a las necesidades del momento, determinado por las actividades laborales, es decir a la crianza de ganado vacuno especialmente. Por tanto la programación que presenta, no corresponde a un estudio previo, menos a las disposiciones técnicas existentes sobre construcciones. El conjunto se compone por dos áreas



importantes: la vivienda y el establo, de los cuales en el presente desarrollaremos las características de la vivienda materia de estudio.

La vivienda está emplazada sobre un terreno de topografía regular, como complemento del caserío, presentando cuatro ambientes de dimensiones mínimas, que no responden a un orden funcional, conforme se puede observar en Anexo 4, del presente.

**Habitaciones y servicios de la vivienda:** La vivienda se desarrolla en un solo piso y corresponde al de tipo de vivienda rural, los cuatro ambientes construidos en diferentes épocas también expresan el uso de materiales como la paja y la calamina en los techos.

La característica más relevante sería la falta de acabados y un orden en la distribución de ambientes. La orientación del conjunto es de sur a norte, el ingreso principal orientado al sur es a través de la carretera Sollocota – San José. Los ambientes construidos corresponden a:

Dormitorio - comedor	10.00 m <sup>2</sup>
Dormitorio hijos	12.00 m <sup>2</sup>
Patio de ingreso	65.00 m <sup>2</sup>
Letrina	1.20 m <sup>2</sup>
Cocina - comedor	3.50 m <sup>2</sup>
Patio huerto	27.00 m <sup>2</sup>
Establo	124.00 m <sup>2</sup>
Corral	280.00 m <sup>2</sup>

Existe la necesidad de dotar de servicios básicos, porque no cuenta con instalaciones de agua potable, solamente cuenta con un pozo artesanal, no presenta servicios higiénicos solo una letrina básica; la instalación de energía eléctrica es de red pública y los servicios instalados solo son para alumbrado en cada habitación.

### c. Construcción de la vivienda

Se tiene referencia que la vivienda se construyó en parte los años 1998, 2001 y 2008, lo que se manifiesta en la conservación y uso de materiales de cada zona. Lo que si podemos apreciar que los rituales andinos en cada etapa de la construcción se realizaron especialmente en la cimentación y el techo.

**Procesos constructivos:** Los procesos constructivos utilizados son espontáneos, en base al conocimiento de personas del sector; sin embargo se hace referencia que en

cada partida realizada se cumple con realizar con los rituales propios de la cultura andina como, el pago a la tierra, la challa, y sacrificio en el techamiento. Las partidas realizadas corresponden a:

- Movimiento de tierras: Excavación de zanjas para la cimentación.
- Cimentaciones: Llenado de zanjas con piedra grande y barro.
- Sobrecimientos: Piedra mediana y barro sobre cimentación.
- Muros: Apilamiento de adobes adheridos entre sí con torta de barro.
- Revoque con torta de barro: En muros exteriores.
- Revoque con pasta de yeso: En muros interiores.
- Pisos y pavimentos: Pisos de tierra apisonada y cemento.
- Veredas: empedrado rústico.
- Zócalos: piedra expuesta.
- Cubiertas: Techo de paja, sobre tijerales de madera rolliza, a dos aguas; techo de calamina sobre estructura de madera corriente.
- Carpintería de madera: Puertas de madera corriente tablero rebajado en exteriores.
- Carpintería metálica: Ventanas de perfil angular de 1/2”.
- Pintura: A la cal.
- Pintura barniz: Barniz en puertas de madera
- Instalaciones Sanitarias: Letrina artesanal.
- Instalaciones Eléctricas: De red pública, con alambre eléctrico y aéreo.

Los acabados en todos los componentes son rústicos, no ofrecen calidad y seguridad, se asume debido a la falta de mano de obra calificada.

**Materiales utilizados en la vivienda:** Los sistemas constructivos utilizados determinan el uso de los materiales, de los cuales se puede afirmar que en esta zona rural, el uso de materiales están relacionados con la disponibilidad inmediata, es decir que mayoritariamente tienen procedencia local, obtenidos en canteras cercanas a la zona, tales como piedra, tierra, yeso; los demás se adquiridos en los mercados de Azángaro y Juliaca, lo que podemos apreciar en tabla 8, donde los materiales estructurales en mayor parte son de procedencia local y los materiales para acabados de procedencia nacional. Estos están distribuidos de la siguiente manera:

Cimentación: Piedra grande, tierra arcillosa, agua

Muros: Adobe elaborado en obra.

Coberturas: Paja sobre tijerales de madera rolliza y calamina galvanizada sobre estructura de madera corriente.

Carpintería de madera: Puertas exteriores de madera corriente y de tablero rebajado.

Carpintería metálica: Ventanas con fierro angular de ½”, puertas de calamina

Vidrios: Cristal transparente simples.

Acabados: Cemento, arena fina, tierra apisonada.

Pinturas: Cal apagada.

Instalaciones sanitarias: Letrina con plataforma sanitaria de concreto.

Instalaciones eléctricas: Alambre eléctrico y cable mellizo de cobre, focos normales.

**Tabla 8.** Principales materiales utilizados en la construcción de una vivienda de adobe (área rural).

COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDENCIA
CIMENTACION Y MUROS	Adobe	Local
	Tierra arcillosa	Local
	Piedra ciclópea	Local
	Piedra mediana	Local
	Yeso	Local
	Puertas de madera corriente	Regional
	Puertas de calamina	Regional
	Ventanas metálicas	Nacional
TECHOS	Paja	Local
	Calamina galvanizada	Nacional
	Estructura de madera	Regional
	Yeso	Local
PISOS	Piedra mediana	Local
	Cemento	Nacional
	Arena fina	Local
	Tierra apisonada	Local

Fuente: Elaboración con datos obtenidos en el terreno.

#### **d. Funcionamiento**

La vivienda construida en el área rural, será siempre incompleta, por necesidad de no contar con un estudio completo o un diseño arquitectónico básico, esto debido al desconocimiento de los procedimientos y falta de control administrativo. Además es notorio que las características no aprovechan las condiciones climáticas para mejorar el confort térmico requerido, su seguridad y salud humana.

**Mantenimiento:** A pesar de que la vivienda está en continuo uso, no existe un plan de mantenimiento, debido al desconocimiento y disponibilidad de materiales y mano de obra, para realizar el repintado, resanes, o reposición de elementos constructivos. Se puede observar que los acabados con materiales naturales como la tierra o el yeso, requiere su mantenimiento constante por las características poco resistentes que estos presentan.

**Consumo de energía:** La vivienda solo está dotado de energía eléctrica de red pública, por tanto no utiliza energía no convencional, a excepción del uso de leña o bosta en la cocina.

**Consumo de agua:** El agua para consumo humano esta abastecida por un pozo, sin control sanitario.

**Gestión de residuos:** los residuos sólidos generados, son acumulados en un botadero particular, aparentemente sin mantenimiento, pero es notorio su exposición en el medio, lo que se está cuidando por medio de rellenos con tierra.

#### **e. Deconstrucción**

La calidad y condiciones de la construcción hacen que la vivienda no cuenta con un plan de demolición o reconstrucción; pero las costumbres hacen que, para los casos de abandono de la vivienda, siempre, se deja desarmando el techo, puertas y ventanas, quedando solo muros a media altura; es decir se acostumbra en recuperar los materiales inmediatos, fáciles de reutilizar.

#### **4.1.1.3.2 Construcciones contemporáneas: Vivienda de ladrillo**

Las construcción de viviendas con materiales contemporáneos, como el cemento y ladrillo, en la región del altiplano peruano esta difundido mayoritariamente en el área urbana, debido a la influencia y la facilidad de su adquisición que ofrece el mercado de materiales, estos datos podemos observar en el cuadro n° 05, referido a la construcción de viviendas según el material predominante, localizado en el área urbana, donde lo que predomina son las

construcciones de vivienda con muros de ladrillo (67.2 %), techos de concreto armado (51.0 %) y pisos de cemento (54.7 %).

Históricamente la vivienda en el área urbana en la región, ha ido evolucionando juntamente con el proceso de urbanización, como respuesta a las necesidades y costumbres del momento, es así que en las tipologías iniciales se ve la diferenciación de la casa habitual del indígena con patio interno y la del cacique con patio externo para reuniones de comunidad (Málaga, 1977). En general, los habitantes reprodujeron en sus centros poblados las tipologías de sus viviendas rurales. Paul Marcoy recordaba a Cabana, como un grupo de casitas construidas de piedra y techo de ichu, a Lampa como un conjunto de casas bajas agrupadas sin el menor paralelismo y remataba en Llalli donde advertía Chozas construidas con piedra unidas con barro. Estas viviendas fueron hechas desde un comienzo por el sistema de esfuerzo propio y ayuda mutua, que a la fecha aún continúa estas costumbres. En el área sur del Altiplano, Juli nos presenta algunas de las viviendas de mayor envergadura del periodo colonial, como la conocida casa de Cuentas Zavala, en la plaza de esta localidad, donde los tallados de las portadas recuerda a Arequipa y parece incongruente este ornamento con el techo de paja de la vivienda (Kelemen, 1967). En Lampa y Puno aparecen interesantes viviendas del siglo XIX, en general bajas con grandes aberturas, organizados en torno a patios centrales como colectores solares.

En la actualidad la vivienda social en el altiplano peruano, tiene la peculiaridad de localizarse en áreas urbanas y su construcción se realiza con materiales que el mercado ofrece, especialmente aquellos procesados con tecnología industrial de alto consumo energético. Para referencia del presente trabajo, a continuación hacemos análisis de una vivienda típica construida en la ciudad de Puno, cuyos propietarios son una familia de dos padres y dos hijos además de una persona de servicio, localizado en el área circunlacustre correspondiente a la zona climática mesoandina.

#### **a. Localización.**

La localización del presente análisis, se refiere a la vivienda unifamiliar de propiedad de la señora Rocío Acedo Pacheco, ubicada en el jirón San Juan Bosco n° 340 del Barrio de San José de la ciudad de Puno; se desarrolla sobre un terreno de pendiente regular y corresponde a una zona del área circunlacustre a una altura de

3810 msnm, donde el clima es atemperado por la influencia térmica del Lago Titicaca (anexo 3).

#### **b. Descripción.**

Las características que presenta esta vivienda son típicas y representativas de la zona, por su disposición, localización, organización, procesos constructivos y utilización, de los cuales haremos referencia.

**Concepción del proyecto.** Por manifestación de los propietarios de la vivienda, podemos indicar que la presente construcción previamente fue planificada considerando las necesidades de la familia y disponibilidad del terreno, lo que se muestra en planos que se adjuntan en el anexo 4. Por tanto, la programación arquitectónica de la vivienda, fue desarrollada en tres áreas: social, íntima y de trabajo, donde los ambientes se distribuyen en tres áreas: Área social con sala, comedor, ½ SH y estudio. Área íntima con tres dormitorios, baño completo y Área de trabajo con una cocina, lavandería y SH, cuarto de servicio, patio de servicio y cochera.

**Habitaciones y servicios de la vivienda.** La vivienda se desarrolla en un solo piso y corresponde al de tipo social, por presentar ambientes con áreas mínimas, servicios básicos y materiales de construcción existentes en el entorno.

El número de dormitorios es de tres, una principal para los padres y dos para hijos, todos con roperos empotrados y dotados de servicios higiénicos completos.

La cocina además de un área de trabajo para la preparación de alimentos, presenta, un desayunador pequeño, comunicado con un patio de servicio. Además de las habitaciones principales, la vivienda tiene otras piezas para actividades especiales, como un estudio, un dormitorio de servicio y una cochera. Todas las habitaciones están dotadas de ventanas orientadas al este o al oeste, generándose una adecuada iluminación y ventilación natural, las áreas aproximadas de estos son:

- Sala comedor	32.00 m <sup>2</sup>
- Estúdio	12.00 m <sup>2</sup>
- Dormitorio padres	12.00 m <sup>2</sup>
- Dormitorio hijo	10.00 m <sup>2</sup>
- Dormitorio hija	9.00 m <sup>2</sup>
- Baño completo	3.00 m <sup>2</sup>
- Cocina y desayunador	14.00 m <sup>2</sup>
- Patio de servicio	12.00 m <sup>2</sup>

- Cuarto de servicio 6.00 m<sup>2</sup>
- Baño de servicio 2.00 m<sup>2</sup>
- Garaje 15.00 m<sup>2</sup>

Su diseño además de la funcionabilidad requerida, responde a una orientación este-oeste, es decir el ingreso principal hacia el oeste, generándose un asoleamiento adecuado por las mañanas y por las tardes. Es importante indicar que al margen de las normas de vivienda mínima, ésta presenta una diferencia en su altura de construcción (piso – cielorraso), que alcanza 2.20 m. generando un espacio más personal, permitiendo una mayor concentración de la calor al interior de la vivienda.

Los servicios instalados corresponden a las básicas como, agua y desagüe, energía eléctrica, teléfono e internet.

### c. Construcción de la vivienda.

La construcción de esta vivienda se realizó en el año de 2004, siguiendo todos los procesos proyectados de acuerdo a sus componentes. Es importante anotar que además de cumplir con la tecnología requerida para la construcción de una vivienda de ladrillo, se hizo ceremonias costumbristas como pago a la tierra en la apertura de zanjas, vaciado de la cimentación, techamiento e inauguración de la vivienda.

**Procesos constructivos.** Los procesos constructivos utilizados están en concordancia a las disposiciones generadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (figura13, anexo5), por tanto las diferentes etapas de ejecución están de acuerdo a las partidas precisadas en expediente técnico tales como:

- Movimiento de tierras: Corresponde la excavación del terreno, para la ubicación de zapatas y cimientos.
- Concreto simple: En sobrecimientos para los muros de albañilería.
- Encofrados: utilizado en todos los sobrecimientos de la estructura
- Concreto Armado: Unión de concreto con armadura de acero, interviene el cemento, agregados, agua y armadura de acero.
- Muros y tabiques: Apilamiento de ladrillos adheridos entre sí por medio de mortero de cemento arena.
- Revoques, enlucidos y molduras: En muros exteriores e interiores, derrames y columnas.

- Cielo raso: Pasta de yeso sobre un enchaclado de carrizo, aplicado en todos los ambientes
- Pisos y pavimentos: Colocación de vinílico sobre contrapiso de arena cemento.
- Veredas: Veredas de concreto construidos en todo el perímetro de la vivienda.
- Zócalos: Remate inferior de un parámetro vertical, de madera y en todos los ambientes.
- Cubiertas: Comprende techo de calamina galvanizada sobre estructura de madera, a dos aguas.
- Carpintería de madera: corresponde a puertas contraplacadas en interiores y con tablero rebajado en exteriores.
- Carpintería metálica: Ventanas de perfil angular de 1y1/4'' con vidrio semidoble
- Pintura: Pintura látex en muros exteriores e interiores, cielo raso, columnas y derrames.
- Pintura barniz: Aplicación de barniz en puertas de madera
- Instalaciones Sanitarias: A red pública con tubería PVC para agua y desagüe.
- Instalaciones Eléctricas: A red pública, mediante alambre eléctrico de cobre, empotrado con tubería PVC.

La mano de obra utilizada con personal de la región, con limitadas habilidades no garantiza el cumplimiento de las especificaciones indicadas, sin embargo las condiciones de trabajo permiten alcanzar metas que permiten la habitabilidad de la construcción.

**Materiales utilizados.** Los materiales utilizados en la construcción de la vivienda, fueron adquiridos en el mercado local, sin previo análisis de sostenibilidad, lo que podemos apreciar en la tabla 9, donde los materiales estructurales en mayor parte son de procedencia local y los materiales para acabados de procedencia nacional. Todos los materiales están distribuidos de la siguiente manera:

Cimentación: Piedra mediana, hormigón, cemento, agua

Estructuras de concreto armado: Arena gruesa, piedra chancada de 1/2'', cemento, agua, acero corrugado grado 60, clavos, alambre de construcción.

Muros: Ladrillo cerámico

Coberturas: Calamina galvanizada sobre estructura de madera

Carpintería de madera: Puertas exteriores de tablero rebajado, puertas interiores contra placadas.

Vidrios: Cristal transparente semidobles



Acabados: Cemento, arena fina, cerámicos, cielorraso con yeso sobre enchaclado de carrizo.

Pinturas: Látex mate lavable, pintura esmalte en puertas y ventanas.

Instalaciones sanitarias: Tubería PVC SAP, válvulas y accesorios metálicos.

Aparatos sanitarios: Inodoro y lavatorio de losa vitrificada.

Instalaciones eléctricas: Tuberías PVC SE, cables de cobre, luminarias led.

**Tabla 9.** Principales materiales utilizados en la construcción de viviendas de ladrillo (área urbana).

COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDENCIA
CIMENTACION Y MUROS	Piedra grande granito	Local
	Hormigón	Local
	Ladrillo king kong	Local
	Cemento	Regional
	Arena	Local
	Ventanas metálicas	Nacional
	Vidrio semi doble	Nacional
	Madera aguano en puertas exteriores	Regional
	Madera terciada en puertas interiores	Nacional
	Calamina galvanizada	Nacional
TECHOS	Madera corriente	Regional
	Policarbonato	Importado
	Carrizo	Nacional
	Yeso	Regional
PISOS	Concreto	Regional
	Piedra mediana	Local
	Arena	Local
	Vinílico	Nacional
	Cemento	Regional
	Ocre	Nacional
INSTALACIONES	Tubería PVC	Nacional
	Accesorios y válvulas metálicas	Nacional
	Aparatos de losa vitrificada	Nacional
	Cable eléctrico	Nacional
	Luminarias	Nacional
ACABADOS	Cemento	Regional
	Arena fina	Local
	Empastado de yeso en cielo raso	Local
	Pintura esmalte en ventanas	Nacional
	Pintura látex mate muros int y exteriores	Nacional

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos en el terreno.

#### **d. Funcionamiento.**

La vivienda en estudio fue ocupada en el mes de julio del año 2004, a la fecha funciona normalmente, habiendo experimentado actividades básicas del ser humano, especialmente las referidas a la seguridad y salud humana.

**Mantenimiento.** El requerimiento de mantenimiento, después de doce años es mínima, debido a que los materiales utilizados presentan características resistentes al uso continuo y desgaste natural. Sin embargo es recomendable el reemplazo de algunas planchas de calamina, resane de fisuras en muros y canales de evacuación de aguas pluviales; referente a la pintura esta fue repintado varias veces, debido al deterioro natural por efecto de las lluvias y la incidencia solar.

**Consumo de energía.** La energía consumida corresponde al uso de alumbrado, aparatos y equipos domésticos, agua caliente, todos con energía eléctrica abastecida por red pública, no cuenta con energía no convencional.

**Consumo de agua:** Cuenta con servicio de agua potable abastecida por red pública, su servicio es irregular y por horas, por lo que es de necesidad contar con un tanque elevado para contar con las cantidades requeridas.

**Gestión de residuos.** Es dependiente del servicio que presta el municipio, debiendo organizar los residuos sólidos de acuerdo a sus características y cronograma establecido.

#### **e. Deconstrucción**

En el proceso de la planificación, específicamente en el diseño, no fue considerado la etapa de la deconstrucción, debido a dos aspectos: primero porque las disposiciones actuales no exigen la presentación de estos aspectos y segundo por la realidad económica de nuestro país, que no permite considerar la sustitución de viviendas después de cumplir con el ciclo de vida de los materiales.

Sin embargo, es posible deducir el nivel de sostenibilidad, si analizamos los materiales utilizados en su construcción (tabla 9), donde los materiales locales generan menor impacto comparado con los materiales nacionales.

##### **4.1.1.4 Materiales ecológicos de la región**

Se denomina materiales ecológicos aquellos que para su fabricación, colocación en obra, durabilidad y bajo costo de mantenimiento, requieren de

operaciones y procesos de bajo impacto ambiental y no constituyen un riesgo para la salud de las personas, entre estos tenemos:

- Naturales, con mínimos procesos de transformación y adaptación, no se alteren con la luz, calor o frío y la humedad, no precisen de costosas labores de mantenimiento, entre estos tenemos la tierra, piedra, adobe, madera, totora, paja, entre otros.
- Materiales con una alta proporción de reciclado en su composición, como la piedra, la madera.
- Reutilizados de otros edificios, de derribos y mercado de segunda mano, como tradicionalmente se ha hecho con las tejas, ladrillos y azulejos.
- Materiales locales, que no precisen de transporte a largas distancias.

En la región del altiplano andino, los procesos constructivos para una vivienda se ejecutan con la utilización de materiales de construcción que ofrece el mercado, entre estos los extraídos directamente de la naturaleza desde las canteras y los procesados a partir de materia prima extraída y tras procesos de transformación y posterior transporte son colocados en obra.

La sostenibilidad de la construcción, nos exige que la intensidad de la transformación de la materia prima, se realice con moderación especialmente lo referente a la utilización del agua y la energía, para esto se deberá cumplir con las exigencias establecidas en las normas para estos fines, y obtener materiales que sean durables y reciclables, es decir, que no se deterioren por la acción de los fenómenos meteorológicos, por la agresividad ambiental, o por el uso continuado.

Si consideramos que la construcción de viviendas, en lugares donde hay abundante piedra se propician formas diferentes que en aquellos donde abunda la madera; igualmente el uso de ladrillo cerámico, del concreto, de metales, etc. dan resultados diferentes, a través, casi siempre del intento de tener una mayor eficiencia y una mayor economía utilizando al máximo las propiedades inherentes de cada material, las cuales acaban por influir en las dimensiones de los espacios, en la geometría de las formas, en los colores y en las texturas.

Entonces es importante considerar en la etapa del diseño arquitectónico, los impactos ambientales generados en los procesos de diseño, construcción, utilización y deconstrucción de la edificación; por lo que es necesario conocer las

características y procedencia de los materiales a utilizar para lograr una arquitectura sostenible o construcción sostenible, porque: “Construcción sostenible es un sistema constructivo que promueve la conservación del medio ambiente para atender las necesidades de habitación y uso de espacios del hombre moderno, garantizando la calidad de vida para las generaciones actuales y futuras”. Por tanto es preciso la identificación de los materiales ecológicos de construcción que la región del altiplano andino peruano nos ofrece.

#### 4.1.1.4.1 Características de los materiales más utilizados en la región

Los materiales de la región, que se consideran sostenibles, son aquellos que en su elaboración y utilización se ahorre energía, evitando al máximo la contaminación, respetando la salud de los usuarios y a la vez deberán ser reciclables.

Entonces la identificación de materiales ecológicos para una vivienda sostenible en la región del altiplano peruano, se realiza considerando tres aspectos básicos, su procedencia, transformación y reciclaje, es decir que de las viviendas tipo, descritas anteriormente, podemos afirmar que la utilización de materiales de construcción en viviendas del área del altiplano peruano clasificando en dos grupos expresivos y de la siguiente manera:

##### a. Naturales

- **Tierra:** Adobe, tapia, arcilla
- **Pétreos:** Piedra granito, caliza, basalto
- **Áridos:** Arena, hormigón
- **Conglomerantes:** Cal, yeso
- **Orgánicos:** Madera aserrada, totora, paja, pintura a la cal, choccorosi

##### b. Procesados

- **Orgánicos:** Madera terciada
- **Conglomerantes:** Cemento, concreto
- **Cerámicas:** Ladrillo, tejas, cerámica sanitaria, cerámica pisos
- **Vidrios:** Simple transparente, semi dobles
- **Metales:** Acero, aluminio, cobre
- **Plásticos:** Tubería PVC, policarbonato
- **Pinturas:** Látex, pintura ecológica

**Tabla 10.** Resumen de las características de los materiales de construcción utilizados en la región.

MATERIA PRIMA	MATERIAL DE CONSTRUCCION	PRINCIPALES CARACTERISTICAS							
		Procedencia	Durabilidad	Mantenimiento	Energía Consumida J/kg	Densidad Kg/m3	Calor Especifico J/kg °C	Conductib Térmica W/mK	Impacto Ecológico
EL BARRO	Adobe	Local	Media	Medio	0.35	1600	950	0.50	Bajo
LA ARCILLA	Arcilla	Local	Media	Medio	0.35	1600	950	1.50	Bajo
PÉTREOS	Sin procesar	Local	Alta	Bajo	4.50	1650	840	0.76	Medio
	Procesada	Local	Alta	Bajo	4.50	1650	840	0.76	Alto
ARIDOS	Naturales	Local	Alta	Bajo	4.50	2000	910	2.00	Alto
CONGLOMERANTES	Cal	Local	Alta	Bajo	4.50	3350	910	0.30	Alto
	Yeso	Local	Media	Medio	4.50	900	1000	0.30	Media
	Concreto	Local	Alta	Bajo	1.60	2000	873	1.25	Alto
ORGANICOS	Madera	Local	Alta	Medio	1.20	700	1340	0.16	Bajo
	Totora	Local	Bajo	Alto	1.00	120	1800	0.05	Bajo
	Paja	Local	Bajo	Alto	1.00	120	1400	0.09	Bajo
CERAMICOS	Ladrillo	Local	Alta	Bajo	4.50	1700	840	0.84	Medio
	Teja	Local	Alta	Bajo	4.50	1800	800	0.90	Medio
	Baldosa	Externo	Alta	Bajo	7.50	2000	879	0.46	Alto
	Sanitarios	Externo	Alta	Bajo	7.50	2000	879	0.46	Alto
VIDRIOS	Vidrio plano	Externo	Alta	Bajo	15.90	2600	833	0.81	Alto
METALES	Fierro	Externo	Alta	Medio	34.00	7850	460	52.00	Alto
	Calamina	Externo	Alta	Bajo	227.00	2700	900	220.00	Alto
	Cobre	Externo	Alta	Bajo	70.00	8900	390	378.00	Alto
PLASTICOS	PVC	Externo	Alta	Bajo	103.00	1180	0.01	0.19	Alto
	Policarbonato	Externo	Alta	Bajo	103.00	1200	0.01	0.20	Alto
PINTURAS	Pint. Plástica	Externo	Baja	Alto	90.40	1000	---	---	Alto
	Choccorosi	Local	Medio	Medio	0.30	1600	---	---	Bajo
	Ecológica	Externo	Baja	Alto	90.00	1000	---	---	Medio

Fuente: Elaborado en base a la identificación de materiales utilizados en viviendas tipo (anexo 1).

Las características físicas de estos materiales, como su procedencia, durabilidad y mantenimiento, energía consumida, densidad, calor específico, conductibilidad térmica e impacto ecológico, fueron obtenidos de documentos bibliográficos existentes, tales como, el “Código técnico de la construcción sostenible” (MVC, 2015), “Materiales sostenibles” (Rocha, 2011), “Manual del ingeniero” (Perry, 1974); haciendo posible obtener un cuadro resumen (tabla 10) de las características de los materiales utilizados en la construcción de viviendas en la zona de la región

del altiplano peruano, con la finalidad de determinar el nivel de sostenibilidad que representan.

#### 4.1.1.5 Procesos constructivos utilizados

La característica principal de las viviendas construidas en la región en la simplicidad, porque los materiales y elementos usados son tradicionales y poco diversificados; por lo que tenemos que la altura promedio de un muro es 2.00 a 2.20 más techo alcanza una altura de 2.80 m a 3.00 m aproximadamente, en las casas de dos niveles alcanza una altura aproximada de 5.00 m. Referente a los procesos constructivos, la primera acción en el proceso, lo constituye la elección del terreno, su orientación y área requerida, además de los rituales costumbristas mencionados anteriormente.

Para caracterizar los procesos constructivos realizados en una vivienda social típica en la región del altiplano peruano, nos apoyaremos en las partidas de construcción utilizadas en un expediente técnico, y explicar cada una de estas de la siguiente manera:

**a. Trabajos preliminares.** Son las actividades realizadas antes de iniciarse la construcción, limpiando todo el terreno de escombros, residuos, maleza o de cualquier elemento que se encuentre en el área de la construcción. Luego se nivela el terreno, dejando en condiciones adecuadas para el replanteo en base a la distribución de ambientes del proyecto.

**b. Excavación de zanjas.** Las excavaciones para cimentación y zapatas se realizó con procedimientos típicos cumpliendo con los planos del proyecto, es decir con las características y dimensiones indicadas.

**c. Cimientos.** Previa limpieza de fondos se procede a colocar concreto ciclópeo sobre una capa de 10 cm de hormigón.

Como acto ceremonial al iniciar este proceso los interesados hacen un pago a la pacha mama, el cual consiste en enterrar en cada esquina una pequeña olla de arcilla llena de coca, monedas y miniaturas que representan la fortuna y el bienestar de la vivienda.

**d. Concreto simple.** En los cimientos corridos para muros de albañilería, se utilizó concreto ciclópeo, mezcla de cemento hormigón y agua, habiéndose añadido piedra grande en proporción de acuerdo a proyecto.

**e. Concreto armado.** Corresponde a obras estructurales como, columnas, vigas, losa aligerada y escaleras, los componentes de la mezcla de concreto lo constituyen el cemento, agregados, agua y armadura de acero, en losas aligeradas se utilizó además el ladrillo hueco.

Es importante que la dosificación de los materiales en cada caso no siempre se cumple con las especificaciones indicadas, este hecho, generó fisuras y fallas en la construcción.

**f. Mampostería.** Referido a la construcción de muros y tabiques ejecutados con ladrillos artesanales de arcilla, unidos entre sí con mortero de cemento.

Los muros construidos verticalmente sobre los sobrecimientos, son portantes porque reciben cargas de elementos superiores y sirven para cerrar espacios e independizar ambientes de la vivienda. Son de cabeza en muros perimetrales (24 cm) y soga en interiores (5 cm).

**g. Cubierta para techos.** Construida en el segundo nivel, a manera de patio (azotea). A manera de piso presenta un vaciado de concreto simple, enlucido y coloreado, con bruñas cuadrículadas.

Es importante mencionar que en viviendas del área rural lo constituye parte del techo, el cual se ejecuta luego de realizar la armadura o tijerales de madera generalmente rolliza, y cubierta con calamina galvanizada.

**h. Revoques, enlucidos.** Tarrajeo ejecutado en muros interiores con mezcla de cemento arena, previo pañeteado sobre el ladrillo, logrando un espesor máximo de 2.5 cm.

**i. Cielo raso.** Se aplicó directamente empastado de yeso sobre losa aligerada, en todos los ambientes de la vivienda; los materiales utilizados son el yeso y agua, preparados previamente en proporciones pequeñas para su uso inmediato y evitar su endurecimiento.

**j. Pisos y acabados.** Realizado sobre un empedrado previo y contrapiso frotachado con mezcla de cemento, nivelando todo el ambiente para recibir el piso final como cerámico en ambientes de servicio y madera parquet en dormitorios.

**k. Carpintería metálica y de madera.** Todas las ventanas son de carpintería metálica con fierro angular de  $\frac{1}{2}$ ", los ambientes en primer nivel presentan refuerzos de seguridad. Puertas exteriores e interiores con de madera, los marcos fueron colocados previo tarrajeo de muros; puertas exteriores con tableros

rebajados y puertas contraplacadas con planchas de madera terciada en ambientes interiores.

**l. Pinturas.** Constituye el acabado final de todas las partes de la construcción, entre estos es importante los procedimientos en casos de: Cielo raso, muros interiores y muros exteriores en los cuales previo limpieza, resanado y sellado se aplicó pintura látex. Las puertas de madera son tratadas con Barniz y las ventanas metalizas con pintura anticorrosiva.

**m. Vidrios.** Se utiliza el vidrio transparente simple, en todas las ventanas, para su fijación se utilizó silicona.

**n. Instalaciones.** El suministro de energía eléctrica, es monofásica y de servicio público. Las instalaciones eléctricas interiores empotradas para alumbrado y tomacorrientes y cuenta con un tablero general de distribución implementado con interruptores de tipo termo magnéticos.

Las instalaciones sanitarias conectadas con el servicio público. Instalaciones de agua con tubería PVC ½", empotrada y salidas en ambientes destinados a servicios higiénicos, lavandería y cocina. Instalaciones de desagüe con tubería PVC, hacia red pública, presenta buzones en intersecciones y acometida.

#### **4.1.1.6 Nivel de sostenibilidad de los materiales de construcción utilizados.**

Como se mencionó en el marco teórico del presente, la sostenibilidad de una vivienda incluye básicamente tres aspectos, lo financiero, ambiental y lo social; también se afirmó que estos constituyen las dimensiones de la sostenibilidad y su consideración depende de las características de cada proyecto, donde algunas dimensiones pueden ser más importantes que otras.

En el presente trabajo es preciso valorar las características de sostenibilidad de los materiales de construcción utilizados en una vivienda, para lo cual debemos identificar y precisar los indicadores de sostenibilidad, que correspondan a cada tipo de material estudiado y nos pueda expresar un valor relativo referido al nivel de sostenibilidad correspondiente a los materiales utilizados en la vivienda de la región andina.

Entonces analizando los conceptos de arquitectura sostenible y construcciones sostenibles, podemos sacar algunas conclusiones que nos permitan identificar los indicadores típicos para el caso de vivienda en el área de la región del altiplano andino; por tanto retomaremos los conceptos indicados en ítems anteriores,



referidos a la arquitectura sostenible definida por Luis de Garrido (2014) y principios de la construcción sostenible de Marcio Augusto Araujo (2016), logrando cinco objetivos básicos:

1. Optimización de recursos utilizados
2. Disminución del consumo energético
3. Disminución de residuos y emisiones
4. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes
5. Eficiencia en el mantenimiento de los edificios

Evaluando cada uno de estos objetivos, y guiándonos de los objetivos expuestos por Luis de Garrido (2014), es posible determinar dieciséis indicadores, lo que nos permitirá valorar el grado de sostenibilidad de los materiales utilizados, además conocer su viabilidad para el desarrollo de los procesos constructivos y de la siguiente manera:

#### **Optimización de recursos utilizados**

- a. Nivel de utilización de recursos naturales
- b. Capacidad de reutilización de los materiales utilizados
- c. Capacidad de reparación de los materiales utilizados
- d. Capacidad de reciclaje de los materiales utilizados

#### **Disminución del consumo energético**

- e. Energía consumida en la obtención de materiales
- f. Energía consumida en el transporte de materiales
- g. Nivel de inercia térmica

#### **Disminución de residuos y emisiones**

- h. Nivel de residuos generadas en la obtención de materiales de construcción
- i. Nivel de residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción

#### **Aumento de la calidad de vida de los ocupantes**

- j. Emisiones perjudiciales para el ecosistema natural
- k. Emisiones perjudiciales para la salud humana
- l. Grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio

#### **Eficiencia en el mantenimiento de los edificios**

- m. Nivel durabilidad de los materiales
- n. Adecuación funcional de los componentes
- o. Nivel de necesidad de mantenimiento en el edificio
- p. Coste económico en la construcción del edificio

#### 4.1.1.6.1 Procedimiento para determinar la sostenibilidad

La vivienda en el altiplano andino, tradicionalmente utiliza materiales que se ofrece en el mercado de la construcción, para valorar y expresar su nivel de sostenibilidad, utilizaremos un método basado en el método de Leopold, para lo cual identificaremos primeramente, indicadores obtenidos a partir de valorar relativamente las características de los materiales utilizados en las construcciones de nuestro medio y clasificados en base a los cinco objetivos principales de la arquitectura sostenible:

- Optimización de recursos naturales
- Disminución del consumo energético
- Disminución de residuos y emisiones
- Aumento de la calidad de vida de los ocupantes
- Eficiencia en el mantenimiento de los edificios

Referencialmente indicaremos que el Método de Leopold, históricamente fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de los Estados Unidos para evaluar inicialmente los impactos asociados con proyectos mineros (Leopold, 1971). Posteriormente su uso se fue extendiendo a los proyectos de construcción de obras. El método se basa en el desarrollo de una matriz con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto.

Esta matriz puede ser considerada como una lista de control bidimensional. En una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto, mientras que en otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

En nuestro trabajo es necesario cuantificar las características cualitativas de cada indicador, para lo cual se tomara en cuenta algunas consideraciones generales como:

- No todos los indicadores tienen el mismo valor relativo.
- Los indicadores que se relacionan entre si deben ser considerados dependiendo del entorno ambiental, social y económico.
- El valor económico de cada indicador deberá mostrar además su eficacia.

**Tabla 11.** Nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados en la región del altiplano peruano.

MATERIALES	INDICADORES																N I V E L	
	Optimización de recursos				Disminución consumo energético			Disminuc de residuos			Aumento Calidad de vida			Disminución del mantenimiento				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
TIERRA	Adobe	4	1	2	2	4	3	4	4	4	5	5	1	2	2	2	3	3.0
	Tapia	4	1	1	2	4	3	4	4	4	4	4	1	1	1	1	3	2.6
	Arcilla	4	1	1	1	4	3	4	3	3	4	4	3	2	2	2	3	2.7
PETREOS	Piedra natural	5	3	2	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	2	3	2	3.2
	Piedra labrada	4	3	2	3	4	3	4	2	3	4	4	3	3	3	3	2	3.1
	Piedra cortada	4	3	2	3	3	3	4	2	3	4	4	4	3	3	3	2	3.1
ARIDOS	Arena	4	2	1	1	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	2	3.1
	Hormigón	3	2	3	1	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	2	3.1
CONGLOMERAN TES	Cal	4	0	3	0	1	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2.1
	Yeso	4	0	3	0	3	3	4	2	2	4	4	4	2	3	2	4	2.7
	Cemento	3	1	4	1	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3.1
	Concreto	3	3	4	1	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3.3
ORGANICOS	Madera aserrada	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	5	3	3	3	4.0
	Madera terciada	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	4	3	3.8
	Totora	4	0	2	1	4	2	4	4	4	5	5	4	3	3	2	3	3.1
	Paja	4	1	2	1	4	2	4	4	4	5	5	4	3	3	2	3	3.1
CERAMICOS	Ladrillos	4	2	1	1	2	2	4	1	2	4	4	4	2	3	4	3	2.6
	Tejas	4	3	1	2	3	2	4	1	2	4	4	4	2	3	3	3	2.8
	Sanitarios	3	1	1	0	2	2	3	1	5	3	5	4	3	3	3	3	2.6
	Losetas	3	1	1	0	2	2	3	1	1	5	5	5	2	3	4	3	2.5
VIDRIOS	Simple transp	3	2	2	4	2	3	2	2	5	5	5	3	3	4	4	3	3.2
	Templado	3	2	2	4	2	3	2	2	5	5	5	3	3	4	4	3	3.2
METALES	Acero	2	4	4	5	2	3	2	2	4	5	4	4	4	4	3	2	3.3
	Aluminio	2	2	3	4	1	3	2	1	4	5	4	4	4	3	3	2	2.9
	Cobre	3	3	3	4	2	3	2	2	3	4	4	3	4	3	3	1	2.9
PLASTICOS	PVC	1	1	3	2	2	3	2	3	4	5	4	3	4	2	4	4	2.9
	Policarbonato	1	3	3	2	2	3	2	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3.0
PINTURAS	Látex	1	1	1	0	2	4	1	2	1	4	3	4	2	2	1	3	2.0
	Choccorosi	5	1	1	0	5	4	2	3	1	5	5	3	2	2	1	4	2.7
INDICADOR PROMEDIO																	2.9	

Fuente: elaboración propia en gabinete, en base a análisis de materiales utilizados en la región

Entonces el valor cuantitativo para cada indicador será obtenido mediante un criterio que refleje la realidad de los materiales utilizados, considerando sus cualidades ambientales, económicas y sociales especialmente, mediante cinco valores numéricos que expresen los criterios indicados y de la siguiente manera:

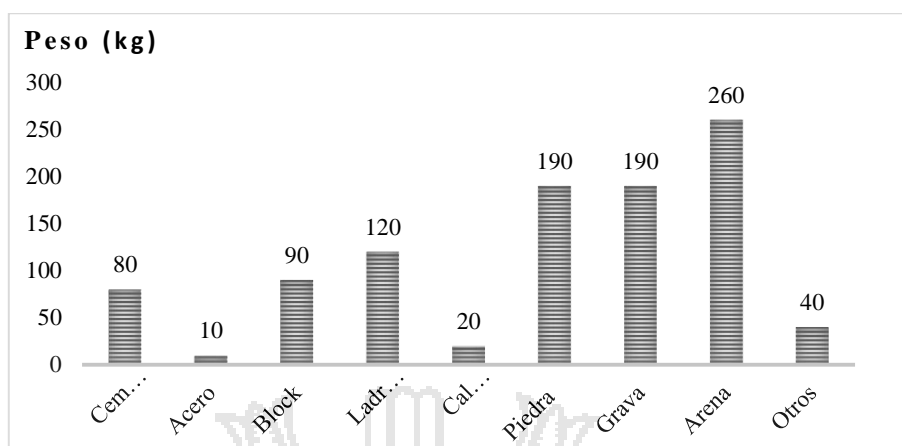
Nivel de ausencia	= 0
Nivel muy bajo	= 1
Nivel bajo	= 2
Nivel medio	= 3
Nivel alto	= 4
Nivel muy alto	= 5

Con este sistema podremos cuantificar cada indicador, y obtener un resultado numérico exacto sobre el “Nivel de sostenibilidad” de un determinado material. Al final se obtendrá una media aritmética ponderada en forma de un valor numérico (tabla 11).

La tabla 11, muestra claramente que en general los materiales utilizados en la construcción de viviendas en el área del altiplano andino, no expresan una sostenibilidad óptima, debido a que el valor promedio obtenido es de 3.0, lo que equivale a un nivel medio de nuestra propuesta. También es posible observar que los materiales con mayor nivel de sostenibilidad lo constituyen los materiales orgánicos.

Sin embargo es posible mejorar la expresión de los valores obtenidos, porque éstos solo nos indican un valor parcial, obtenido en base a la cuantificación de sus cualidades físico ambientales, sin considerar la proporción de su participación en el conjunto o la construcción de la unidad arquitectónica; por tanto, si consideramos las cantidades de material utilizados en nuestra vivienda, estaremos logrando un valor o nivel referencial mucho más real y expresivo.

Es conocido que una construcción está constituido por un conjunto de materiales en diferentes proporciones, esto nos permite ponderar las cantidades utilizadas en la construcción. Para el presente caso aprovecharemos, las cantidades utilizadas en una tonelada de materiales correspondientes a una vivienda (ver figura 4); estos valores fueron tomados del artículo publicado por Argüello Méndez, T. (2013), referido a la “Metodología para el análisis de ciclo de vida de los materiales de construcción”, donde se muestra que en una TN de materiales utilizados en la construcción de vivienda se tiene: 80 kg de cemento, 10 de acero, 90 de block, 120 de ladrillo cerámico, 20 de cal hidratada, 190 de piedra, 190 de grava, 260 de arena de río y 40 de otros.



**Figura 4.** Cantidad de materiales en una TN de construcción.

Fuente: Metodología ACV de los materiales de construcción. Argüello, T. (2013).

Estos datos nos permiten asignar un valor ponderado a cada tipo de material utilizado, generándose nuevos valores (tabla 12), que permite apreciar con mayor certeza que, los materiales de construcción utilizados en la región del altiplano andino, requieren ser analizados para lograr una sostenibilidad significativa.

**Tabla 12.** Nivel de sostenibilidad ponderado de materiales considerando el % del peso de una TN de construcción.

MATERIALES	PESO (kg)	PONDERACION (%)	NIVEL	
			Sostenibilidad	Ponderado
Pétreos	190	19.0	3.13	59.4
Áridos	450	45.0	3.10	139.5
Conglomerantes	100	10.0	3.03	30.3
Orgánicos	15	1.5	3.90	5.8
Cerámicos	210	21.0	2.62	55.0
Vidrios	10	1.0	3.20	3.2
Metales	15	1.5	3.03	4.5
Plásticos	5	0.5	2.95	1.4
Pinturas	5	0.5	2.00	1.0
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>			

Fuente: Elaborado en base a ponderación referido a cantidad relativa en una TN de construcción.

La tabla 12, nos permite apreciar que el mejor nivel de sostenibilidad lo tienen los áridos materiales como arena, hormigón, tierra; y los materiales con menor nivel lo constituyen las pinturas juntamente con los plásticos.

#### 4.1.1.7 Vivienda y salud

La construcción de una vivienda, no solo obedece al aspecto técnico, material, sino debe ser complementado con aspectos socioculturales que permitan fortalecer la calidad de vida de sus habitantes, específicamente el bienestar en la salud. Si

decimos que, vivienda es un espacio edificado constituido por la construcción, el equipamiento, los servicios y su organización, entonces ésta se constituye la unidad básica de la ciudad, donde las personas desarrollan sus actividades cotidianas para desarrollarse como ciudadanos, y se integran a este mediante áreas verdes y equipamiento urbano que son complementarias a esta edificación; es decir la vivienda está constituida por: la casa, el hogar, el entorno y la comunidad.

Este concepto se relaciona también con el territorio geográfico y social donde la vivienda se ubica, los materiales usados para su edificación, la seguridad y la calidad de los elementos conformados, el proceso constructivo, la composición de su espacio, la calidad de sus acabados, el entorno periférico global y la educación sanitaria de sus moradores sobre estilos y condiciones de vida saludables (OMS, 2000).

La carencia y las deficiencias en la vivienda y la falta de saneamiento constituyen una determinante reiterada de exceso de mortalidad y una característica sistemáticamente vinculada a los niveles de pobreza, expresándose en lo que llamamos calidad de vida, lo que se define como: “el grado de excelencia de vida que una sociedad dada, precisamente localizada en un tiempo y en un espacio geográfico, ofrece en sus políticas de asignación, y distribución espacial y social de recursos destinados a satisfacer directa o indirectamente cierta gama de necesidades humanas para todos sus miembros, y en el consiguiente nivel de contento o descontento individual y grupal según la percepción que se tenga de esa oferta, accesibilidad y uso, así como de las consecuencias potenciales y reales sentidas o no, por parte de la población involucrada” (Abalerón, 2002).

El significado de calidad de vida está relacionado directamente a la vivienda y la salud de sus ocupantes, entonces es importante definirlos:

**Vivienda.** Objeto real con un rol específico, consecuencia de la transformación de recursos naturales, para la construcción de ambientes que permiten satisfacer las necesidades humanas. La OMS y OPS expresan que la vivienda es el ente facilitador del cumplimiento de un conjunto de funciones específicas para el individuo y/o la familia: proteger de las inclemencias del clima; garantizar la seguridad y protección; facilitar el descanso; permitir el empleo de los sentidos para el ejercicio de las manifestaciones culturales; implementar el almacenamiento;

procesamiento y consumo de los alimentos; suministrar los recursos de la higiene personal, doméstica y el saneamiento; favorecer la convalecencia de los enfermos; la atención de los ancianos y minusválidos; el desenvolvimiento de la vida del niño; promover el desarrollo equilibrado de la vida familiar.

**Salud.** “La salud, es definida como un estado de completo bienestar físico-psicológico y social, que está condicionada tanto objetiva como subjetivamente, por la capacidad de manejar recursos de todo tipo que se encuentran alrededor de la persona, grupos, comunidades y sociedades. No obstante, no es ni un estado ni forma parte de un sistema estático: es un proceso continuo de adaptación al ambiente físico y construido” (Abalerón, 2002). Las condiciones de vida constituyen el entorno cotidiano de las personas, en el que éstas viven, actúan y trabajan. Estas condiciones de vida dependen de las circunstancias sociales y económicas, y del entorno físico, todo lo cual puede ejercer impacto en la salud, y está en gran medida fuera del control inmediato del individuo.

#### **4.1.1.7.1 La vivienda saludable en el proceso de sostenibilidad**

Vivienda saludable constituye un aspecto fundamental en una vivienda, porque permite complementar la organización de la familia al interior de la vivienda, para precisar su conceptualización, nos referimos a los trabajos realizados por la OMS, específicamente a Rosahn (1957), quien menciona que se trata de “Un ambiente fisiológico que regule la iluminación, humedad, sonido, temperatura y ventilación, y también un ambiente social que promueva seguridad emocional y asegure la privacidad de la familia y del individuo”. Entonces una vivienda, estará relacionado siempre con el territorio geográfico y social donde la vivienda se ubica, los materiales usados para su edificación, la seguridad y calidad de los elementos conformados, el proceso constructivo, la composición de su espacio, la calidad de sus acabados, el contexto periférico global y la educación en salud de sus moradores, que garantiza de manera significativa la presencia de los factores protectores y la disminución de factores de riesgo asociados con la vivienda.

**Tabla 13.** Principios de seguridad para una vivienda saludable

FACTORES NEGATIVOS EN UNA VIVIENDA	SERVICIOS REQUERIDOS
Estrés psicológico y social	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio vital suficiente, intimidad y comodidad</li> <li>- Seguridad personal y familiar</li> <li>- Acceso a zonas de recreo y entrenamiento comunitario</li> <li>- Protección contra el ruido</li> </ul>
Lesiones, intoxicaciones y enfermedades crónicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características estructurales y mobiliario</li> <li>- Contaminación del aire interior</li> <li>- Uso del hogar como lugar de trabajo</li> </ul>
Enfermedades transmisibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimiento de agua potable</li> <li>- Evacuación higiénica de las excretas</li> <li>- Evacuación de los residuos sólidos</li> <li>- Drenajes de las aguas superficiales</li> <li>- Higiene personal y doméstica</li> <li>- Preparación higiénica de los alimentos</li> <li>- Salvaguardas estructurales</li> </ul>
Entorno vital	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicios de seguridad y urgencia</li> <li>- Servicios sociales y de atención sanitaria</li> <li>- Acceso a la cultura y actividades recreativas</li> </ul>
Protección de la población que corren riesgos especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mujeres y niños</li> <li>- Poblaciones desplazadas y móviles</li> <li>- Ancianos, enfermos y personas con discapacidad</li> </ul>

Fuente: Organización Mundial de la Salud - Organización Panamericana de la Salud (2000) La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Publicación científica 572. Washington, D. C. 20037, EUA. Adaptado de WHO, 1989

Del mismo modo una vivienda adecuada significa algo más que tener un techo bajo el que guarecerse. Significa también disponer de un lugar privado, espacio suficiente, accesibilidad física, seguridad adecuada, seguridad de tenencia, estabilidad y durabilidad estructurales, iluminación, calefacción y ventilación suficientes, una infraestructura básica adecuada que incluya servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y eliminación de desechos, factores apropiados de calidad del medio ambiente y relacionados con la salud, y un emplazamiento adecuado y con acceso al trabajo y a los servicios básicos, todo ello a un costo razonable. La idoneidad de todos esos factores debe determinarse junto con las personas interesadas, teniendo en cuenta las perspectivas de desarrollo gradual.

La vivienda debe proteger al ser humano contra los riesgos del entorno físico y social para la salud. Además cumplir con los principios de una vivienda saludable, se enumeran en tabla 13: donde su ubicación, diseño y construcción, servicios



básicos, seguridad, recreación y comunicación nos permiten identificar las condiciones básicas que debe presentar una vivienda.

#### 4.1.1.7.2 Condiciones de una vivienda saludable

Si consideramos que la vivienda debe ser digna y saludable es porque constituye un derecho humano fundamental, (DUDH, 1948). Entonces la vivienda deberá constituir el primer requisito para la salud de las personas, por tanto es importante considerar que una vivienda debe ofrecer mínimamente: seguridad, confort, privacidad, higiene, bienestar, espacio, luz, agua y a un costo accesible. Del mismo modo considerando el informe de la (OMS, 2010), donde se identifica los principales problemas que genera la creciente urbanización en nuestros tiempos, las necesidades básicas que debe cubrir una vivienda saludable serían:

- Fisiológicas: Temperatura ambiental (entre 18° y 20°C), ventilación permanente, orientación según el clima y la luz (natural y artificial).
- Psicológicas: Aislamiento (descanso, estudio, juegos, etc.), distribución de habitaciones, estética (buena apariencia), ubicación accesible, zonas verdes, centros de ocio, etc.
- Protección contra infecciones: Agua potable, evacuación de aguas residuales, cuidado y cocinado de alimentos, lavadero, recojo de residuos, condiciones vecinales adecuadas.
- Protección contra ruidos: Aislamiento acústico.
- Protección contra accidentes: Estructura segura, incendios, descargas eléctricas, intoxicaciones, caídas y golpes.

Para solucionar las necesidades indicadas, una vivienda saludable debe cumplir con las siguientes condiciones fundamentales (OMS, 1974):

**a. Tenencia segura.** La tenencia de una vivienda puede ser de propiedad, alquiladas u ocupadas (UN-HABITAT, 2003). La tenencia segura constituye el derecho de todos los usuarios a contar con una protección del Estado ante posibles erradicaciones forzadas. La tenencia insegura incide en la salud de sus ocupantes, mostrando síntomas de estrés, ansiedad y depresión. Sin embargo, hay pocos estudios epidemiológicos publicados en la literatura científica que indiquen si esta asociación se debe simplemente a que la tenencia es un marcador de bienestar

material y autoestima o está asociado a otros efectos promotores o de riesgo para la salud (Ellaway, Macintyre, 1998).

**b. Ubicación segura, diseño y estructura adecuada y espacios suficientes para una convivencia sana.** La ubicación de las viviendas debe reducir al mínimo la exposición a los contaminantes: Físicos, químicos y peligros naturales. Por tanto la ubicación inadecuada genera un incremento del riesgo a lesiones, a contraer enfermedades respiratorias, cardiacas y cáncer y a trastornos neuro psiquiátricos por la exposición a compuestos tóxicos (Jenkins, 2002). Los proyectos, los materiales y las técnicas de construcción deben producir estructuras duraderas, que proporcionen un alojamiento resistente, seco seguro y accesible a personas con discapacidad.

Los espacios de la vivienda deben tener áreas suficientemente amplias para una convivencia cómoda y sana, con una buena iluminación y ventilación. El espacio reducido por persona está asociado con un incremento del riesgo a contraer enfermedades infecciosas como las enfermedades de las meninges, la tuberculosis y la hepatitis y con síntomas de estrés, ansiedad, depresión y comportamientos no saludables como las relaciones promiscuas (Gabe y Williams, 1993).

**c. Servicios básicos de buena calidad.** La disponibilidad de servicios básicos en la vivienda es generalmente una condición más valorada por las mujeres jefas de hogar que por los hombres (Mac Donald, 2004). Los servicios básicos de agua, desagüe, eliminación de desechos sólidos y energía, deben ser lo menos contaminante, lo más accesible y eficiente. A fin de evitar la propagación de enfermedades derivadas de una deficiente dotación del agua, ausencia de saneamiento básico, almacenamiento, recolección y eliminación de desechos sólidos, el inadecuado drenaje de aguas superficiales y el uso doméstico de combustibles limpios.

**d. Mobiliario, equipo doméstico y bienes de consumo, seguros y eficientes.** Es importante que los muebles de hogar, los utensilios domésticos y los bienes de consumo de la familia deben adquirirse considerando su eficiencia y seguridad para la preservación de la salud, evitando de este modo los posibles accidentes que nos pueden conducir a la muerte.

**e. Entorno adecuado que promueve la comunicación y la colaboración.** Sobre los entornos saludables, la Organización Mundial de la Salud, considera como aquellos que “apoyan la salud y ofrecen a las personas protección frente a las amenazas para la salud, permitiéndoles ampliar sus capacidades y desarrollar autonomía respecto a la salud. Comprenden los lugares donde viven las personas, su comunidad local, su hogar, los sitios de estudio, su lugar de trabajo y esparcimiento, incluyendo el acceso a los recursos sanitarios y las oportunidades para su empoderamiento”. Es preciso contar con un entorno estéticamente agradable, que proporcione espacio e instalaciones para juegos y actividades recreativas, acceso al trabajo, a establecimientos comerciales y culturales, servicios de transporte, enseñanza y capacitación, servicios de salud y apoyo social.

Para lograr un entorno saludable se requiere de una visión integral que mire el espacio de la calle, el parque, la escuela y el local comunal, que combine lo público con lo privado, y no pierda su esencia más valiosa: la vida en comunidad (Santa María, R. 2008).

**f. Hábitos de comportamiento que promueven la salud.** Están referidos a actividades de mayor incidencia sobre la salud tales como el adecuado almacenamiento, manipulación e higiene de los alimentos, el aseo de las personas y el mantenimiento de la vivienda y la permanente comunicación y colaboración de los habitantes; constituyéndose en factores esenciales para una vida sana en la vivienda. Para que la vivienda sea saludable es importante sentir que se pertenece a ella, que es el lugar donde se habita y por lo tanto se debe cuidar y mantenerla limpia y agradable.

#### **4.1.1.7.3 La vivienda saludable en la región del altiplano peruano.**

En la actualidad la vivienda en la región del altiplano peruano constituye parte de las características de la vivienda en nuestro país, su planificación, ejecución y uso, responden a políticas con enfoque netamente financieros, sin considerar la realidad económica, social, medio ambiental, al margen de los impactos que se generan en la salud de las personas y la sostenibilidad de los viviendas, donde la participación de la comunidad es mínima, dando lugar a la generación de problemas de salud física o mental de sus habitantes.

Considerando los factores para una vivienda saludable y en base a datos ofrecidos por el INEI, haremos una exposición de la situación de la vivienda en el área del altiplano andino:

**a. Tenencia.** Es importante que la tenencia es importante en la salud de las personas, porque generan estabilidad de los propietarios. Los datos logrados en “Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda” (tabla 14), nos permite apreciar que el 78% de viviendas son propias, seguido con el 11% en condición de alquilados, esto nos da a conocer que una mayoría representa una posición estable referido a la propiedad de la vivienda.

**Tabla 14.** Total de viviendas particulares, por régimen de tenencia en la región.

TIPO DE VIVIENDAS PARTICULARES Y AREA URBANA RURAL	TOTAL	RÉGIMEN DE TENENCIA						
		Alquilada	Propia			Cedida	Otra forma	
			Invasión	A plazos	Pagada			
REGION PUNO								
Viv. particulares	353 838	38 173	5 419	6 914	279 300	10 373	13 659	
TOTAL Porcentaje (%)	100	11	2	2	78	3	4	
Ocupantes presentes	1 250 491	123 812	15 227	267 666	1 003 357	34 420	46 909	
TIPO DE VIVIENDA								
Casa independiente	299 674	29 277	4 193	6 136	243 103	7 265	9 700	
Departamento en edificio	1 866	874		185	635	78	94	
Vivienda en quinta	1 173	622		17	390	75	69	
Vivienda en casa de vecindad	9 467	5 233		110	3 104	523	497	
Choza o cabaña	40 255	1 601	1 151	444	31 581	2 313	3 165	
Vivienda improvisada	684	289	75	12	251	17	40	
No dest para hab. Humana	249	57			79	77	36	
Otro tipo	470	220		10	157	25	58	
LOCALIZACION								
URBANA 46 %	Viviendas particulares	162 100	33 101	2 074	5 302	111 040	4 166	6 417
	Porcentaje (%)	100	20	1	3	69	3	4
RURAL 54 %	Viviendas particulares	191 738	5 072	3 345	1 612	168 260	6 207	7 242
	Porcentaje (%)	100	3	2	1	87	3	4

Fuente: Elaborado en base a datos del INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

**b. Ubicación y materiales utilizados.** Para tener referencia sobre la ubicación de una vivienda, lo primero observaremos el lugar o zona donde se localiza, para luego calificar las posibles condiciones que nos determinara la salubridad necesaria. La tabla 15, nos muestra que la población rural de nuestra región es mayoritaria con

54%, lo que se expresa en forma de casa independiente, choza o cabaña, y otros; frente a la zona urbana con un 46% correspondiente a casa independiente, departamento en edificio, vivienda quinta y otros.

Sin embargo el área urbana, también presenta una distribución preocupante porque las zonas con menor apoyo con servicios básicos lo constituyen aquellas que fueron ocupadas sin previo estudio técnico, es decir mayormente por la modalidad de invasión o por adquisición de áreas informales.

**Tabla 15.** Tipo de viviendas particulares, por área urbana y rural en la región Puno.

REGION Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL		PORCENTAJE	
	Vivienda particular	%	Urbana	Rural
<b>REGION PUNO</b>	<b>353 838</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>54</b>
Casa independiente	299 674	84.6	49	51
Departamento en edificio	1 866	0.6	100	--
Vivienda en quinta	1 173	0.4	100	--
Vivienda en casa de vecindad	9 467	2.6	100	--
Choza o cabaña	40 255	11.4	--	100
Vivienda improvisada	684	0.2	100	--
No destinado para hab. humana	249	0.1	75	25
Otro tipo	470	0.1	79	21

Fuente: Elaborado en base a datos del INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

Analizando los materiales utilizados en la construcción de la vivienda, estas nos permiten ofrecer a sus moradores, una seguridad en cuanto a su durabilidad, seguridad y confort, incidiendo en el bienestar de la familia. Si observamos la tabla 7, podemos apreciar que una vivienda para su construcción, con mayor frecuencia utiliza materiales tales como el adobe (72%), en los techos la calamina (58%), y en los pisos la tierra apisonada (72%); lo que representa que estos no ofrecen seguridad y confort, además es evidente que en su mayoría se localiza en áreas rurales, generando un incremento del riesgo a lesiones, quemaduras, enfermedades cardiovasculares o respiratorias.

**c. Servicios básicos.** La disposición y acceso a los servicios básicos como agua, electricidad y servicio de alcantarillado para eliminación de excretas, se encuentra asociado con mejores condiciones de vida que ofrece el área urbana y no así el área

rural porque se adolece de servicios de red pública; estos indicadores se observa en tabla 16, donde se puede apreciar que: El servicio de alumbrado eléctrico por su naturaleza es el que ofrece una mayor cobertura como red pública (88%). El abastecimiento de agua, el 68% de los hogares utiliza el agua de red pública, ya sea dentro o fuera, o pilón público, que en comparación con el área rural es preocupante porque su ponderación del 34% corresponde a agua de pozo, río, acequia o similar. Las viviendas que ofrecen servicio higiénico, en mayor porcentaje se dan en el área urbana (40%) y en el área rural no se ofrece red de desagüe, representando el 60% referido a letrinas, pozo séptico o no tiene.

**Tabla 16.** Servicios básicos de la vivienda en la región Puno

SERVICIOS BASICOS	TIPO DE ABASTECIMIENTO	CANTIDAD	
		Viviendas particulares	%
ALUMBRADO ELECTRICO	Red pública	319 820	88
	No tiene	43 612	12
ABASTECIMIENTO DE AGUA	Red pública dentro de la vivienda	203 523	56
	Red pública fuera de la vivienda	29 075	8
	Pilón de uso público	7 268	2
	Otro	123 566	34
CONECCION DE SERVICIO HIGUIENICO	Red pública dentro de la vivienda	127 201	35
	Red pública fuera de la vivienda	18 171	5
	Letrina	145 374	40
BIENES DE CONSUMO DURADERO DEL HOGAR	No tiene	72 686	20
	Radio	298 014	82
	Televisor	232 596	64
	Teléfono residencial	14 537	4
	Refrigerador	32 708	9
	Computadora	50 880	14
	Bicicleta	127 201	35
Motocicleta	101 761	28	
Carro/camión	29 074	8	

Fuente: Instituto nacional de estadística e informática. Encuesta demográfica y de salud. 2016

Los servicios de bienes de consumo del hogar, es evidente que los servicios de radio y televisor son los bienes de mayor tenencia (82 y 64%).

Cabe notar que el uso de refrigeradora (9%), es muy reducida, posiblemente por el clima mayormente frígido de la región.

**d. Mobiliario.** Necesariamente una vivienda debe ser equipada con muebles, utensilios domésticos, a fin de desarrollar las actividades humanas de acuerdo a sus necesidades, como complemento de una vivienda. Si bien es cierto que toda vivienda en la región Puno cuenta con mobiliario mínimo, tales como mobiliario de sala, comedor, cocina y dormitorios, su calidad y adquisición están relacionados al nivel económico de los usuarios haciendo que los materiales sintéticos son los más requeridos por su costo accesible, haciendo que estas no aportan al cuidado de la salud de las personas.

Referente a bienes de consumo duradero, las viviendas en el altiplano peruano representan una característica especial porque expresa las necesidades inmediatas que el medio exige, es así que podemos apreciar que la mayor demanda corresponde a contar con radio (82%), televisor (64%), bicicleta (35%), los cuales se muestran en tabla 16.

**e. Entorno.** Entorno geográfico y cultural, nos permite identificar que las costumbres, folclor, creencias, hacen que las relaciones entre familias en el área urbano y rural se conservan y se adecuan a la realidad.

En el área rural es evidente la conservación de las costumbres y tradiciones, lo que hace que la relación entre familias es cotidiana y conservando un calendario cósmico natural, pero los servicios básicos son muy escasos, tal como se muestra en tabla 16, donde existe deficiencia en los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado. Sin embargo en el área urbana, a pesar que un mayor porcentaje tiene procedencia rural, la necesidad de contar con vivienda propia hace que el entorno, no corresponde a una planificación previa, lo que ocasiona problemas de transporte, educación, salud y trabajo básicamente; sin embargo, cabe resaltar que las relaciones sociales se desarrollan en base a actividades religiosas y folclóricas. La infraestructura constituye otro aspecto que debe implementarse, y esto constituye proyectos públicos.

#### 4.1.1.7.4 Situación de la familia en la región.

En la región del altiplano andino, las familias constituyen el núcleo principal de la sociedad, donde se desarrolla el futuro de la región, cuyas características más visibles lo precisa la, “Red peruana de vivienda, ambiente y salud”, en su documento de trabajo “Diagnóstico sobre salud en la vivienda en el Perú”, en la cual señala que el 36% de la población no tiene instalaciones de agua potable, el 60% presenta privación de servicios higiénicos y el 12% no cuenta con servicio de energía eléctrica.

Por otro lado, muchas familias sufren de enfermedades materno infantiles y transmisibles predominantes, así como manifestaciones de violencia en todas sus formas, así por ejemplo tenemos que el ENDES (encuesta nacional demográfica de salud y de familia) reporta que 8 de cada 10 casos de abuso sexual tienen como agresor a un miembro del entorno familiar de la víctima; 6 de cada 10 embarazos de niñas de entre 12 y 14 años de edad son productos de incesto o violación; el 41% de mujeres alguna vez unidas fueron agredidas por su esposo y el 28% por otros.

**a. Salud de la Familia.** La familia es una institución social fundamental, que une a las personas vinculadas por nacimiento, por parentesco o por elección en un hogar o una unidad doméstica. La unidad familiar es la estructura social donde se establecen los comportamientos básicos que determinan la condición de salud de las personas, el riesgo de enfermar y las conductas a seguir con respecto a las enfermedades. En el área del altiplano andino, podemos observar que el aspecto salud considerando la calidad de las viviendas, no existe relación para el logro de un desarrollo saludable de la familia, es decir que en la mayoría de las viviendas no se consideró alternativas de protección a sus moradores. Si discapacidad es una condición de una persona que tiene deficiencias, limitaciones de actividad y restricciones de participación, significa que la persona discapacitada tendrá dificultades para desarrollar tareas cotidianas y corrientes que, al resto de personas no les resultan complicadas. En la región Puno de acuerdo a tabla 17, podemos precisar que la mayor incidencia está en personas que tienen dificultad en el órgano de la vista, posiblemente a consecuencia de la exposición a los rayos solares, el polvo y humo de combustión.



**Tabla 17.** Total de ocupantes, con padecimiento de alguna dificultad o limitación física o mental permanente, en la Región Puno.

REGION TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES	DISCAPACIDAD FÍSICA O MENTAL				
	Para ver, aun usando lentes	Para oír, aun usando Audi-fonos	Para hablar	Para usar brazos y piernas	Alguna otra dificultad o limitación
<b>REGION DE PUNO</b>	<b>9 710</b>	<b>5 152</b>	<b>2 179</b>	<b>8 274</b>	<b>11 035</b>
Casa independiente	8 180	4 261	1 782	6 821	8 999
Departamento en edificio	71	15	5	15	22
Vivienda en quinta	46	7	9	26	22
Vivienda en casa de vecindad	229	67	34	146	186
Choza o cabaña	1 155	790	345	1 251	1 785
Vivienda improvisada	15	5	1	7	11
Local no dest. para hab. humana	12	4	2	6	9
Otro tipo	2	3	1	2	1

Fuente: INEI - Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda.

**b. Morbilidad.** Morbilidad es un término de uso médico y científico y sirve para señalar la cantidad de personas o individuos considerados enfermos o víctimas de una enfermedad en un espacio y tiempo determinados. La morbilidad es, un dato estadístico de altísima importancia para poder comprender la evolución y avance o retroceso de una enfermedad, así también como las razones de su surgimiento y las posibles soluciones. En la tabla 18, publicado por la DIRESA Puno, se muestra las diez primeras causas de morbilidad general 2012, observándose como primer daño las enfermedades de las vías respiratorias representa el 32.4%, seguido por la caries dental siendo el 5.8% de las consultas efectuadas.

**Tabla 18.** Diez primeras causas de morbilidad 2012 en la Región Puno.

N°	CAUSAS	CASOS	%
1	Infecciones de vías respiratorias agudas	474 334	32.4
2	Caries dental	84 850	5.8
3	Gastritis y duodenitis	65 570	4.5
4	Traumatismos superficiales y heridas	56 848	3.9
5	Desnutrición y deficiencias nutricionales	55 598	3.8
6	Enfermedades de la pulpa y de los tejidos periapicales	54 158	3.7
7	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	52 516	3.6
8	Enfermedades infecciosas intestinales	51 410	3.5
9	Infección de vías urinarias	42 060	2.9
10	Dermatitis	30 240	2.7
11	Otras causas	486 722	33.3
TOTAL GENERAL		1 463 306	100.0

Fuente: Sistema de Información HIS – Estadística DIRESA Puno

**c. Mortalidad.** Mortalidad se refiere a la calidad de mortal; es decir, de lo que ha de morir o está sujeto a la muerte. Estadísticamente la mortalidad se expresa a través de la tasa o índice de **mortalidad**, la cual puede definirse como el número de muertos por cada mil habitantes en relación con la población total a lo largo de un periodo establecido. Se suele expresar en tanto por ciento o tanto por mil.

La calidad de vida o el nivel de vida y cultura de una población afecta considerablemente en la tasa de mortalidad; ya que las probabilidades de subsistencia de los efectivos de una población dependen mucho de su nivel de vida.

Con estas consideraciones es preciso determinar que una de las primeras causas de mortalidad en nuestra región lo constituye la bronconeumonía (4.6 %), lo que podemos observar en tabla 19, publicado por la DIRESA Puno, sobre diez primeras causas de mortalidad.

**Tabla 19.** Diez primeras causas de mortalidad en la Región Puno

N°	DESCRIPCIÓN	TOTAL	%
1.	Bronconeumonía no especificada	289	4.6
2.	Septicemia no especificada	257	4.0
3.	Desnutrición proteico calórica severa	215	3.5
4.	Edema cerebral	168	2.7
5.	Edema pulmonar	157	2.6
6.	Insuficiencia renal aguda	152	2.5
7.	Neumonía no especificada	147	2.4
8.	Insuficiencia renal no especificada	143	2.3
9.	Insuficiencia renal crónica	141	2.2
10.	Accidente vascular encefálico agudo	136	2.1
11.	Otras causas	4 468	71.1
TOTAL		6 273	100.0

Fuente: OEI – DIRESA Puno 2012.

**d. Violencia familiar.** La violencia en el seno de la familia muestra como las mujeres son víctimas de malos tratos y de una violencia continuada, en nuestra Región así como en todos los países del mundo, en todos los grupos étnicos, en todos los niveles de educación y en todos los niveles socioeconómicos. La violencia se manifiesta bajo diferentes formas: golpes y heridas, violaciones, agresiones verbales, amenazas y crueldad del agresor que en muchos casos derivan en suicidio de la mujer. En la tabla 20, publicado por Encuesta demográfica y de salud familiar 2016 (ENDES), se muestra que la forma de violencia con mayor incidencia

constituye el maltrato psicológico y/o verbal 76.0 %, seguido por la violencia física 42.2 %.

**Tabla 20.** Violencia familiar contra la mujer, ejercida alguna vez por el esposo o compañero (2016), en la Región Puno.

REGIÓN	TOTAL (%)	FORMAS DE VIOLENCIA (%)			Número de mujeres alguna vez unidas
		Psicológica y/o verbal	Física	Sexual	
Puno	78.8	76.0	42.2	13.5	720
Perú	68.2	64.2	31.7	6.6	18 666

Fuente: Instituto nacional de estadística e informática - Encuesta demográfica y de salud familiar.

Por ello es necesario mejorar las condiciones ambientales y de vida a favor de la salud de los residentes de la vivienda, reduciendo la precariedad y disminuyendo la exposición al riesgo y elevar la calidad de vida.

#### 4.1.2 Propuesta de vivienda sostenible

En la construcción convencional de la vivienda andina, analizada en el presente trabajo, la mayoría de los materiales utilizados generan impactos medioambientales de consideración, debido a la indebida planificación para su construcción, al elevado gasto energético para su extracción, transporte y transformación y también al desconocimiento de efectos de salubridad que estos pueden generar.

##### 4.1.2.1 Perfil de la vivienda social en la región Puno

Las características y condiciones que ofrece la vivienda en la región del altiplano andino, son referidos al carácter temporal o permanente de los materiales utilizados para su construcción, su localización en zonas urbanas o rurales, su distribución y sus servicios instalados en la vivienda, cuyos datos se han extraído de los cuadros expuestos en parte anterior referido a la calidad de las viviendas en la región, elaborándose la tabla 21, donde se indica las condiciones predominantes de cada componente de la vivienda en la región Puno.

**Tabla 21.** Resumen de las características de una vivienda típica en la región Puno.

ASPECTOS QUE COMPONEN LA VIVIENDA	CARACTERÍSTICA O CONDICIÓN PREDOMINANTE		%
Régimen de tenencia	Mayoritariamente propio		82.0
Tipo de vivienda	Casa independiente		51.0
Área de ubicación	Ámbito rural		54.0
Número de habitaciones	Hasta dos habitaciones		19.9
Materiales utilizados	Muros	Adobe	72.3
	Techos	Calamina	58.1
	Pisos	Tierra apisonada	72.7
Servicios domiciliarios	Agua	Red publica	56.0
	Desagüe	Red Publica	40.0
	Luz	Red publica	88.0
Causas de morbilidad	Infecciones de vías respiratorias agudas		32.4

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEI.

Entonces a manera de perfil podemos indicar que la vivienda en la región del altiplano andino presenta las siguientes características: Casa independiente (51%), localizado en el área rural (54 %), con dos habitaciones (19.9 %), materiales con muros de adobe, techo de calamina y pisos de tierra apisonada, servicios de red pública como agua (56 %), desagüe (40 %) y luz (88 %), finalmente se muestra que las causas de morbilidad lo constituye las infecciones de vías respiratorias agudas (32.4 %).

En referencia a lo expuesto es evidente que los factores de riesgo para la salud en las viviendas constituyen básicamente las condiciones que estas ofrecen, tal es así que una vivienda húmeda puede contener agentes virales o bacterianos, así como ácaros del polvo doméstico, causantes de problemas respiratorios, causa de mayor incidencia en nuestro caso.

En síntesis, parece ser que el manejo de las condiciones de una vivienda puede reducir los factores de riesgo y acentuar la acción de los agentes promotores de salud. Este manejo incluye los estilos de vida, la prevención y el control de las conductas de riesgo a través de una forma de trabajo conjunto entre distintos sectores y grupos dirigida a la promoción de la salud. Por tanto la vivienda saludable se constituye en una estrategia para la promoción de la salud.

#### 4.1.2.2 Diseño, construcción y uso de una vivienda.

Para proponer los lineamientos que nos permitan realizar un adecuado diseño arquitectónico, que permita su construcción y uso sostenible, con características ecosostenibles de la vivienda típica construida en el altiplano peruano, desarrollaremos a manera de propuesta diferentes procedimientos y recomendaciones técnicas, que nos permitan cumplir con los objetivos básicos de una construcción sostenible, los cuales están referidos a:

- Reducir el impacto ambiental de los materiales de construcción
- Incidir la sostenibilidad en los procesos del diseño y la construcción
- Mejorar la calidad de vida de los ocupantes

Los cuales se incorporan en los procesos del diseño, la construcción y su utilización de la vivienda.

##### 4.1.2.2.1 Reducir el impacto ambiental de los materiales de construcción

Se conoce que los impactos generados por la utilización de los materiales de construcción, se identifican mediante un análisis al ciclo de vida de los materiales, donde aparecen diferentes actividades correspondientes a las etapas de producción, construcción, uso y deconstrucción de la vivienda.

En cada actividad se requiere asumir una actitud de preservar el medio ambiente, buscando la minimización de los impactos y buscando la salubridad de la vivienda; en el presente trabajo proponemos algunas recomendaciones que nos permitirán alcanzar los objetivos de una construcción sostenible, entre estas tenemos:

**a. Elección de materiales.** En el proceso de diseño de la vivienda, se debe prever la elección de los materiales considerando su localización, consumo energético y generación de residuos. Porque la fabricación de materiales significa incremento de los impactos ambientales debido al mayor consumo de energía para su producción y transporte; entre estos tenemos el cemento, acero de construcción, aluminio, cobre, productos cerámicos, vidrios, pinturas, aislantes.

Sin embargo es posible reducir los impactos generados sustituyéndolos con materiales renovables o reciclados, como la madera, cerámica artesanal, fibras

vegetales, pinturas ecológicas, etc. que representen un bajo nivel de procesamiento industrial.

**b. El transporte.** Genera consumo de energía, aparece en todas las etapas del ciclo de los materiales por lo que se recomienda su reducción, mediante la utilización de materiales propios de la región y evitar de este modo el transporte de distancias considerables. Los materiales naturales que siempre se tiene a disponibilidad son: la tierra, pétreos, áridos conglomerantes y los orgánicos.

**c. Procesos constructivos.** Los procesos constructivos utilizados en la actualidad, mayoritariamente no es especializada, por lo que se requiere la dirección de un profesional en diseño y construcción de la vivienda. Es importante también en nuestro medio se tenga en cuenta las consideraciones de la cultura andina, referente a las costumbres y creencias sobre la construcción de una vivienda.

**d. Mantenimiento.** El proceso de mantenimiento de una vivienda es importante para su conservación estructural y confort, sobre todo cuando utilizamos materiales poco procesados. Todo material de construcción presenta características propias en su ciclo de vida, en consideración a esto, es importante su mantenimiento o reemplazo, mediante obras de resanamiento y repintado de muros interiores y exteriores, cambio de tejas en coberturas, reemplazo de vidrios en ventanas, mantenimiento de pisos, limpieza de depósitos de agua, etc.

**e. Consumo energético.** La energía es el factor más importante en el proceso de la construcción, implica consumo de recursos cada vez más escasos, generando directamente la producción del CO<sub>2</sub> con graves consecuencias sobre el medio ambiente. Entonces es recomendable elegir materiales menos elaborados o aquellos más cercanos, considerando que los materiales elaborados generan el consumo de mayor energía en su producción y transporte.

**f. Reciclado.** Este proceso nos permite reducir el consumo de energía especialmente en la fabricación de los metales como el acero, aluminio y cobre,

debido a que los procesos de fabricación son más simples y consecuentemente menor gasto de energía. Del mismo modo, el reciclado de la madera, como recurso natural renovable, consume poca cantidad de energía en su proceso de transformación para ser usado como material de construcción, debiendo cuidarse que los tratamientos para su conservación no generen emisiones tóxicas.

**g. Disposición final.** En la actualidad la demolición de viviendas al final de su vida útil, no está normado, por lo que raras veces es posible su evaluación y no permiten la separación de los materiales utilizados, acabando mayormente en vertederos o rellenos informales. Programar para que los residuos sean depositados en el sub suelo debidamente cubierto.

#### **4.1.2.2.2 Incidir la sostenibilidad en los procesos del diseño y la construcción**

En el proceso de diseño para la construcción de una vivienda, se requiere conocer y aplicar los conceptos de sostenibilidad, donde se propondrá, aplicar las características especiales de los materiales de construcción, considerando su localización, distribución y procesos tecnológicos para su ejecución. Es preciso indicar para que, la construcción de una vivienda sea sostenible, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

- La selección adecuada de los materiales que garanticen un debido aislamiento acústico y térmico, que les permita a los habitantes de la vivienda establecer relaciones armónicas con los demás y al interior de sus propios espacios, propiciando el bienestar y salubridad de sus ocupantes.
- La selección de los materiales y el sistema constructivo deben responder a la identidad cultural de la región donde se desarrolla la construcción.
- Los costos de mantenimiento de la edificación, que se derivan directamente de la selección de los materiales y los sistemas constructivos, deben corresponder a una arquitectura sostenible y a las condiciones económicas de los habitantes.
- Las edificaciones deben estar adaptadas al clima y a la geografía.
- Durante el ciclo de vida de la vivienda, se debe optimizar el uso de materiales, especialmente el agua y la energía.

Considerando las etapas del ciclo de vida de los materiales de construcción, haremos una descripción de las etapas de planificación, construcción, utilización y demolición de la vivienda, a fin de cumplir las recomendaciones indicadas.

#### a. Planificación

**Localización.** Una de las variables determinantes en el diseño de una vivienda lo constituye su orientación con respecto a la posición del sol durante el día, es decir los espacios de mayor uso se debe priorizar la orientación de vanos hacia el norte y los dormitorios hacia el este u oeste, porque nos permitirá aprovechar la incidencia directa de los rayos solares; del mismo modo considerar la dirección de los vientos, para evitar el ingreso directo de corrientes frías al interior de la vivienda, estas generalmente se orientan considerando la dirección de las vertientes existentes. La elección del terreno debe considerar una topografía manejable afín de evitar posibles derrumbes, deslizamientos, acumulaciones de agua, etc.

**Diseño arquitectónico y servicios.** El proceso del diseño arquitectónico debe considerar los espacios mínimos necesarios para una familia típica de cinco personas (dos padres, dos hijos y una persona de servicio), con especificaciones y planos que señalen claramente las dimensiones de cada una de las áreas cubiertas y patios; así mismo, deben especificar los elementos de ventilación e iluminación, preferiblemente directas, que van a lograr el ambiente de confort requerido en la edificación. Los ambientes propuestos deben estar orientadas al fomento del bienestar térmico, considerando el clima, su ubicación, los recursos del entorno, las necesidades, costumbres y situación económica de los usuarios.

El proyecto de vivienda debe desarrollarse en terreno con área mínima de 120.00 m<sup>2</sup>, contará con un estar de recepción, una cocina comedor, tres dormitorios, un baño completo, un patio de servicio, un dormitorio de servicio con medio baño y un ambiente de trabajo.

El ingreso principal y el ingreso secundario, se ubicará en la fachada principal con acceso al estar y el ambiente de trabajo, debiendo servir como espacios



previos al área de la cocina y los dormitorios. Los dormitorios contarán con iluminación y ventilación natural, a través de ventanas orientadas al Este y/o Oeste. La cocina-comedor y el taller pueden ser orientados hacia el Sur siempre que ofrezcan una ventilación e iluminación directa.

Los materiales recomendados en nuestra región, son la madera para la estructura de los techos, cobertura de planchas onduladas de fibrocemento. Cimentación con piedra ciclópea y concreto, muros de ladrillo cerámico tipo KK, estructuras con concreto armado. Pisos con base de piedras y tabloncillos de madera sobre durmientes, que permitan aislar la humedad del suelo y crear una cámara de aire entre el piso y el acabado final.

A manera de consideraciones para lograr un adecuado diseño de una vivienda sostenible en la región del altiplano andino, hacemos referencia de diez recomendaciones que no se debe eludir:

- Ubicación y orientación adecuada, con respecto al recorrido del sol.
- Reducción de pérdidas de calor: Doble vidrio en ventanas, falso cielo raso y cobertura para techos.
- Incidencia solar directa.
- Correcta ventilación al interior.
- Iluminación natural.
- Utilización de materiales que almacenen calor: Piedra, adobe, ladrillo cerámico.
- Recolección y drenaje de aguas de lluvia.
- Utilización de tecnologías constructivas tradicionales.
- Introducción de tecnologías limpias: Energía solar, cocina mejorada.

#### **b. Construcción**

Es la segunda etapa del ciclo de vida de las construcciones, en este caso de las viviendas, constituye una industria donde los materiales se unen para generar ambientes que permiten el uso de las personas. Estas construcciones se ejecutan previo expediente técnico, referido a los procedimientos y manejo de materiales.

**Procesos constructivos.** Los sistemas de construcción que se implementen para la ejecución de obra, deben garantizar las características de vivienda

sostenible, es decir la utilización de materiales ecológicos; sin embargo cabe mencionar que la mano de obra artesanal es la más difundida especialmente en la construcción de viviendas de interés social, por lo que se recomienda garantizar los procesos constructivos requeridos, en el la etapa del diseño.

**Tabla 22.** Materiales de construcción recomendables para una construcción sostenible.

PARTIDA	MATERIAL	PROCEDENCIA
1. CIMENTACIÓN	Piedra natural	Local
	Hormigón	Local
	Cemento	Regional
	Ladrillo cerámico	Local
2. ESTRUCTURAS Y MUROS	Arena gruesa de rio	Local
	Piedra mediana	Local
	Cemento	Regional
	Fierro de construcción	Nacional
3. CUBIERTAS	Madera	Regional
	Teja andina (fibrocemento)	Nacional
	Carrizo	Nacional
4. CERRAMIENTOS	Ladrillo cerámico KK	Local
	Arena gruesa de rio	Local
	Arena fina de rio	Local
	Cemento	Regional
	Yeso blanco	Local
5. PISOS	Madera machihembrada	Regional
	Cemento	Regional
	Hormigón	Local
6. CIELO RASO	Piedra mediana	Local
	Carrizo	Regional
	Madera en cuartones	Regional
7. CARPINTERÍA	Yeso blanco	Local
	Madera trabajada	Regional
	Madera terciada	Nacional
8. ACRISTALAMIENTO	Vidrio incoloro semidoble	Nacional
	Vidrio simple incoloro	Nacional
9. PINTURAS	Pintura ecológica	Nacional
	Barniz	Nacional
10. INSTALACIONES	Tubería de acero inoxidable	Nacional
	Tubería de cobre	Nacional
	Cerámica vitrificada	Nacional
	Alambre de cobre	Nacional
	Sanitarios de losa vitrificada	Nacional

Fuente: elaboración, en base al análisis de materiales realizado.

**Materiales ecológicos utilizados:** Uno de los objetivos del proyecto lo constituye la selección y elección de los materiales de construcción a utilizarse,

porque estos determinaran la tipología de vivienda sostenible. En la tabla 22, se muestra los diferentes materiales expuestos para cada partida, indicando su procedencia.

### c. Funcionamiento de la vivienda

En la fase de ocupación se toma en cuenta actividades de los usuarios en el diario vivir tales como el aseo, el descanso, la alimentación y el trabajo, además de los servicios de la calefacción, refrigeración, iluminación y uso de agua; los cuales deberán adecuarse a las condiciones de la vivienda, a fin de evitar su deterioro prematuro o su uso inadecuado. En la utilización de la vivienda, necesariamente debemos considerar los aspectos básicos de:

**Mantenimiento.** Es el conjunto de operaciones que se realizan durante la vida útil de la vivienda y que se concibe como una medida preventiva que asegurará el correcto funcionamiento de ésta, garantizando su durabilidad. Estas operaciones serán simples o complejas según los tipos de productos utilizados, los sistemas constructivos, la intensidad de uso del edificio, y el ambiente al cual está expuesto, y comprenderán algunas o varias de las actuaciones siguientes:

- Limpieza sencilla, con medios manuales o mecánicos, con o sin productos químicos de limpieza.
- Renovación de pinturas o de tratamientos.
- Inspección de fachadas y cubiertas, para detectar fisuras y pérdidas de material.
- Prevención de la corrosión de metales, inspeccionando la estructura y los elementos auxiliares con asiduidad.
- Inspección de equipos y sistemas de las instalaciones del edificio.

Serán tanto más sostenibles aquellos productos y sistemas que requieran de reducidas operaciones de mantenimiento durante la vida útil del edificio.

**Consumo energético.** Las actividades que se desarrollan en una vivienda generalmente son referidas al consumo energético, por tanto es recomendable la conservación, el ahorro energético, la generación de energía o fuentes renovables y control de emisiones electromagnéticas.

Considerando que el nivel de vida de los habitantes depende del grado de satisfacción de sus necesidades, el consumo de energía eléctrica se convierte en

un servicio de primer orden, por tanto su uso debe ser racionalizado, para su efecto se anota las siguientes recomendaciones, referidas al ahorro de energía en:

- El uso de artefactos de iluminación y ventilación.
- Diseño de ventanas con mayor área de vidrio.
- Niveles de intensidad luminosa necesaria en cada ambiente.
- Autonomía energética a través del uso de fuentes de energías renovables.
- Especificar lámparas con eficiencia, que esté en conformidad con la actividad desarrollada en cada sitio.
- Especificar en proyecto equipos de aire acondicionado certificados sin uso de gases CFC u HCFC u sistemas de climatización natural, cumpliendo a las normas del CTE y que tengan programa de mantenimiento preventivo.

**Consumo del agua.** Considerando que el abastecimiento de agua puede ser por medio de red pública, pozo o acumulación de lluvias; se debe garantizar su consumo mínimo, recurriendo a la priorización de uso, como agua para consumo humano, agua para limpieza doméstica y agua para riego. Por tanto, el proyecto debe considerar dos sistemas de instalaciones: instalación de agua potable para consumo humano, e instalaciones para recolección y uso de aguas de lluvia. Entonces es recomendable, considerar un recipiente o tanque cisterna para la acumulación de aguas de lluvia y ser utilizados en limpieza, inodoros, riego de jardines.

**Gestión de residuos.** Consideramos residuos domésticos a la basura generada en una vivienda, conformada por restos de alimentos, envases utilizados, materiales o vestimenta en desuso, los cuales deben ser eliminados teniendo en cuenta las recomendaciones de la OMS referido a su selección previa y su destino final.

Para poder tratar los residuos de una manera más eficiente, es necesario cumplir con las reglas de “separación en origen”, de esta manera tendremos recipientes de basura correspondientes a: Papel, cartón (contenedor color azul), vidrio (verde), plásticos, latas y bricks (amarillo) y materia orgánica (naranja).

La eliminación de los residuos, estará a cargo de las instituciones locales, debiendo ser transportados a instalaciones subterráneas o superficiales, previamente acondicionadas para recibir los residuos no reciclables o rechazados por completo.

#### **d. Demolición**

La demolición o desconstrucción, se realiza al final del ciclo de vida de la vivienda, considerando su antigüedad o inestabilidad estructural; a pesar que esta etapa casi nunca se realiza, es necesario su consideración en el proyecto, porque nos permitirá reutilizar o reciclar debidamente los materiales utilizados en la vivienda en demolición.

El proceso de demolición consiste en identificar previamente la edificación para clasificar los materiales recuperables, reciclables y los desechos, para luego proceder a su desmontaje en forma ordenada, de la siguiente manera:

- Desmontaje de elementos constructivos recuperables.
- Desmontaje de materiales y elementos reciclables.
- Demolición de la edificación.

Los materiales desechados en la demolición, deben ser depositados en el sub suelo previamente preparados para tal fin, como materiales con ciclo de vida final.

#### **4.1.2.2.3. Mejorar la calidad de vida de sus ocupantes.**

Una vivienda brindará condiciones favorables para la salud de sus ocupantes, siempre que se haya previsto las condiciones desde su proyecto, especialmente lo referido a la elección de materiales de construcción, con la finalidad de garantizar la salud y el confort de los usuarios. Para su ejecución y cumplimiento es preciso dotar al proyectista características mínimas de diseño, a fin de evitar las posibilidades de que sus ocupantes puedan padecer molestias o enfermedades que deterioren su salud. Por tanto se recomienda que una vivienda cumpla con las siguientes características:

- a. Fisiológicas. Temperatura media entre 14° y 18°, orientación en consideración a la incidencia de los rayos solares, ventilación adecuada.
- b. Psicológicas. Considerar espacios adecuados para el descanso, acabados agradables de los ambientes, ubicación con acceso a áreas verdes.
- c. Protección contra infecciones. Adecuada instalación de agua y desagüe, organización de la recolección de residuos.
- d. Protección contra ruidos. Mediante aislamiento acústico.
- e. Protección contra accidentes. Estructura segura.

## 4.2 Discusión de los resultados

En base a lo tratado en capítulo correspondiente a “Resultados de la investigación”, en el presente haremos un análisis que nos permitirá apreciar los resultados en forma resumida; los cuadros que se presentan, corresponden a datos logrados referente al uso de los materiales de construcción utilizados en una vivienda del área del altiplano andino, correspondiente a la hoya del Titicaca.

### 4.2.1 Materiales utilizados e impactos generados en la salud de las personas

Si bien es cierto que la región del altiplano andino es un área de superficie regular, el clima es la determinante para el diseño y construcción de una vivienda, por lo que es importante determinar su tipología y características de los materiales utilizados, con la finalidad de establecer recomendaciones que permitan orientar debidamente estos procesos.

**Tabla 23.** Resumen de principales materiales utilizados en viviendas de la región Puno, según área de residencia.

COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL PREDOMINANTE	AREA DE RESIDENCIA Y % DE USO	
		URBANO	RURAL
MUROS	Ladrillo o bloques de cemento	67.2	6.9
	Adobe o tapia	20.8	72.3
	Madera	6.3	11.4
TECHOS	Concreto armado	51.0	2.5
	Calamina, fibra de cemento	34.9	58.1
	Tejas	4.6	23.4
PISOS	Cemento, ladrillo, piedra	54.7	17.5
	Tierra apisonada	16.2	72.7
	Cerámico, loseta, terrazo	17.8	0.5

Fuente: Elaborado en base a datos del INEI, encuesta nacional de hogares 2013.

Lo referido al uso de materiales y la localización de las viviendas, en la tabla 23, presentamos el valor porcentual de viviendas construidas en el área urbana y rural del área de estudio, pudiéndose apreciar que la tipología de vivienda sería una construcción con muros de adobe (72.3 %), techos de calamina (58.1 %) y pisos de tierra apisonada (72.7 %), todos localizados mayoritariamente en el área rural. Este

hecho nos permite priorizar el estudio y manejo del adobe como material en muros básicamente, sin embargo alternativamente y considerando su localización en áreas urbanas, sería posible el uso del ladrillo cerámico.

**Tabla 24.** Impacto ecológico generado por los materiales utilizados en la región del altiplano peruano.

PROCEDENCIA	MATERIAL UTILIZADO	IMPACTO ECOLOGICO
LOCAL	Adobe o tapial	Bajo
	Piedra ciclópea	Bajo
	Hormigón	Bajo
	Ladrillo King Kong	Medio
	Bloques de cemento	Alto
	Arena	Bajo
	Piedra laja	Bajo
	Yeso	Bajo
REGIONAL	Pintura a la cal	Bajo
	Chocorosi	Bajo
	Cemento	Alto
	Terrazo	Alto
	Ladrillo hueco	Medio
	Ladrillo pastelero	Medio
	Ladrillo KK	Medio
	Madera	Bajo
	Madera machihembrada	Medio
	Yeso	Bajo
NACIONAL	Carrizo	Bajo
	Madera	Bajo
	Fierro corrugado	Alto
	Cerámica, loseta	Alto
	Parquet	Medio
	Vidrio semi doble	Alto
	Vidrio simple	Alto
	Calamina galvanizada	Alto
	Fibrocemento tipo teja	Alto
	Aparatos de losa vitrificada	Alto
	Cable eléctrico	Alto
	Luminarias	Alto
IMPORTADO	Tubería PVC	Alto
	Accesorios y válvulas metálicas	Alto
	Pintura esmalte	Alto
	Pintura látex mate	Alto
	Policarbonato	Alto

Fuente: Elaboración en base a tabla 8.

Los impactos que generan los materiales de construcción, referidos a su origen, en la tabla 24, se expresa en forma resumida estas características haciendo que los materiales de mayor sostenibilidad lo constituyen los materiales procedentes del área local y área regional, a la vez estos generan el menor impacto ecológico.

La elección de materiales permite conocer su comportamiento, los cuales a pesar de ser procedentes mayormente de nuestra zona, estas no son óptimas para realizar una arquitectura sostenible, debido a que no se cumple con las recomendaciones técnicas de utilización de los materiales y cumplimientos de los procedimientos constructivos requeridos. En la tabla 25 se muestra el nivel de sostenibilidad expresado por los materiales de construcción utilizados en la Región, previa ponderación en base a la cantidad de materiales utilizados, obteniéndose que el nivel promedio de sostenibilidad corresponde a un nivel medio, es decir un nivel no óptimo, por lo que es necesario proponer su mejora hasta obtener un nivel aceptable.

**Tabla 25.** Nivel de sostenibilidad ponderado de los materiales utilizados en la región del altiplano peruano.

MATERIALES	PESO (kg)	PONDERACION (%)	NIVEL PROMEDIO	
			Sostenibilidad	Ponderado
1. Áridos	450	45.0	3.10	139.5
2. Pétreos	190	19.0	3.13	59.4
3. Tierra	450	21.0	2.76	57.9
4. Cerámicos	210	21.0	2.62	55.0
5. Conglomerantes	100	10.0	3.03	30.3
6. Orgánicos	15	1.5	3.90	5.8
7. Metales	15	1.5	3.03	4.5
8. Vidrios	10	1.0	3.20	3.2
9. Plásticos	5	0.5	2.95	1.4
10. Pinturas	5	0.5	2.00	1.0
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>100.0</b>	<b>2.97</b>	<b>--,-</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en tabla 12, nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados en la región.

Con los índices obtenidos es factible considerar criterios técnicos que nos permitan lograr la mejora del nivel de sostenibilidad de los materiales, especialmente los materiales fabricados, prefiriendo aquellos elaborados con materiales en reuso.



**Impactos generados por los materiales de construcción en la salud de las personas**

Los materiales utilizados en la construcción de una vivienda, necesariamente deben cumplir con ciertas condiciones que permitan la conservación de la salud de sus ocupantes. Sobre el caso mostramos dos cuadros referidos a las condiciones y relaciones que presentan las viviendas en la región de estudio, los cuales expresan básicamente las características referidas a las condiciones de salubridad; en la tabla 23, indicamos que la mayor parte de las viviendas se localizan en el área rural (54%), con régimen de tenencia propia (82.0 %), el mayor número de viviendas corresponde a la construcción de una con muros de adobe, techo de calamina y pisos de tierra apisonada. Referente a la salubridad es notoria que la enfermedad predominante es, las infecciones de vías respiratorias (32.4 %) y lo referido a violencia familiar (76.0 %) lo constituye lo referido a la violencia psicología contra la mujer. El poder contar con una vivienda adecuada tiene un impacto fundamental no solo en la salud individual sino también en el bienestar de las comunidades.

**Tabla 26.** Relación entre situaciones ambientales y efectos en la salud.

CONDICIONES DE SALUD	SITUACIONES AMBIENTALES					
	Agua y saneamiento	Desechos solidos	Contaminación del aire	Calidad de la construcción	Desastres naturales	Cambios en el ambiente
Infecciones respiratorias agudas			X	X		
Diarreas	X	X		X	X	
Enfermedades transmitidas por vectores	X	X		X	X	X
Intoxicaciones por sustancias químicas	X	X	X	X		X
Enfermedades de salud mental				X	X	
Cáncer	X		X	X		X
Enfermedades respiratorias crónicas			X	X		X
Accidentes				X		X
Violencia familiar				X	X	X

Fuente: Elaborado en base a datos de la OPS/OMS

Se reconoce que las condiciones de la vivienda determinan la salud de las personas que la ocupan, promoviendo o limitando la salud física, mental y social; las condiciones de la vivienda han sido reconocidas como uno de los principales determinantes de la salud de las personas. Las condiciones de la vivienda pueden promover o limitar la salud física, mental y social de sus residentes. Las enfermedades diarreicas, parasitarias, transmitidas por vector, la tuberculosis son algunos ejemplos de enfermedades que se asocian a malas condiciones de la vivienda. La tabla 26, nos muestra un resumen de las razones ambientales ofrecidas por una vivienda construida en la región del altiplano, siendo la calidad de la construcción la que mayormente determina la salubridad de la vivienda.

#### 4.2.2. Materiales ecológicos de la región que generan viviendas sostenibles

En el proceso de diseño de un proyecto arquitectónico para una vivienda, muchos son los aspectos a considerar, especialmente para garantizar su calidad y su relación con los usuarios; entre estos consideramos determinante definir los ambientes necesarios, su orientación, la elección de los materiales y los procesos constructivos a utilizarse, con la finalidad de ejecutar correctamente y lograr en forma eficiente los objetivos de una construcción sostenible, es decir lograr acabados, servicios y calidad final que permitan una vivienda saludable.

**Tabla 27.** Resumen de necesidad de ambientes en una vivienda sostenible.

N°	AMBIENTE	CANT	AREA m <sup>2</sup>	ORIENTACION	MATERIALES
1.	Estar recepción	01	9.00	Ingreso principal	- Cimentación: Piedra ciclópea, concreto.
2.	Dormitorios	03	27.00	Este, Oeste	- Estructuras: concreto armado.
3.	Baño completo	01	2.40	Sur	- Muros: ladrillo cerámico, enlucido con yeso, vidrios semidobles, pintura ecológica.
4.	Cocina comedor	01	12.00	Norte, noreste, noroeste	- Techos: Cobertura de fibrocemento tipo teja andina, estructura de madera.
5.	Patio de servicio	01	8.00	Norte	- Cielo raso: enchaclado de carrizo con empastado de yeso.
6.	Dormitorio servicio	01	6.00	Este, oeste	- Pisos: madera machihembrada sobre vigas de madera y empedrado.
7.	Baño de servicio	01	1.20	Sur	- Carpintería de madera.
8.	Taller	01	9.00	Norte	

Fuente: Elaborado en base a perfil de la vivienda típica en la región.

Para referencia la tabla 27, nos muestra un resumen de los ambientes mínimos para una familia típica de nuestra Región, compuesta de dos padres, dos hijos y una persona de servicio; incluyendo las recomendaciones para una buena orientación respecto al recorrido del sol durante el día, y los materiales de construcción necesarios para cada componente.

**Tabla 28.** Principales materiales de construcción recomendables para una construcción sostenible, considerando su procedencia y nivel de sostenibilidad.

PARTIDA	MATERIAL	PROCEDENCIA	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD
1. CIMENTACION	Piedra natural	Local	Eficiente
	Piedra ciclópea	Local	Eficiente
	Hormigón	Local	Alto
	Cemento	Regional	Medio
2. ESTRUCTURAS	Arena gruesa de río	Local	Eficiente
	Piedra mediana	Local	Eficiente
	Cemento	Regional	Medio
	Fierro de construcción	Nacional	Medio
3. CUBIERTAS	Madera	Regional	Eficiente
	Teja andina (fibrocemento)	Nacional	Medio
	Carrizo	Nacional	Eficiente
4. CERRAMIENTOS	Adobe	Local	Eficiente
	Ladrillo cerámico KK	Local	Medio
	Arena gruesa de río	Local	Alto
	Arena fina de río	Local	Alto
	Cemento	Regional	Medio
	Yeso blanco	Local	Eficiente
5. PISOS	Madera machihembrada	Regional	Alto
	Cemento	Regional	Medio
	Hormigón	Local	Alto
	Piedra mediana	Local	Alto
6. CIELO RASO	Carrizo	Regional	Eficiente
	Madera en cuartones	Regional	Alto
	Yeso blanco	Local	Eficiente
7. CARPINTERIA	Madera trabajada	Regional	Medio
	Madera terciada	Nacional	Medio
8. ACRISTALAMIENTO	Vidrio incoloro semidoble	Nacional	Medio
	Vidrio simple incoloro	Nacional	Medio
9. PINTURAS	Pintura ecológica	Nacional	Medio
	Barniz	Nacional	Medio
10. INSTALACIONES	Tubería de acero inoxidable	Nacional	Medio
	Tubería de cobre	Nacional	Medio
	Cerámica vitrificada	Nacional	Medio
	Alambre de cobre	Nacional	Medio
	Sanitarios de losa vitrificada	Nacional	Medio

Fuente: elaboración en base a características de materiales ecológicos de la región.

También indicamos que en el proceso del diseño, lo más recomendable lo constituye la elección de los materiales, para lo cual se ha considerado las condiciones de lo que constituye los materiales ecológicos, es decir se ha

considerado las etapas de obtención, fabricación, colocación en obra, mantenimiento, reciclamiento o reutilización, de tal manera que las operaciones y procesos utilizados generen un bajo impacto ambiental y no constituyan un riesgo para la salud de los usuarios. En la tabla 28, se indica los materiales que deben ser utilizados en los diferentes componentes para la construcción de una vivienda, además de su procedencia y el nivel de sostenibilidad que estos ofrecen.



## CONCLUSIONES

- Las viviendas construidas en la región del altiplano peruano, se caracterizan porque están localizados mayoritariamente en el área rural y corresponden al 54 % de un total de 353 838 viviendas censadas; de los cuales, es importante indicar que los materiales más utilizados son el adobe (72.3 %) en muros, la calamina (58.1 %) en techos y la tierra apisonada (72.7 %) en pisos. Los materiales procesados son utilizados como complemento y en menor escala. Estas condiciones hacen que las viviendas no ofrecen el debido confort y seguridad mínima requerida.
- El hecho de analizar una vivienda típica localizada en el área del altiplano andino, nos permite afirmar que, la construcción y su uso está fuertemente relacionado con el aspecto socio cultural referido a la utilización de materiales, su procedencia, su extracción y su construcción. Sin embargo este hecho no garantiza su uso eficiente, porque el nivel de sostenibilidad de los materiales utilizados no son óptimos alcanzando un valor de 2.9 equivalente a ligeramente deficiente (tabla 11), debido a que los procedimientos de construcción no cumplen con las recomendaciones técnicas existentes, menos cuando se trata de elegir el uso de los materiales.
- Los conceptos de sostenibilidad sobre los materiales de construcción, nos permite identificar que, los materiales ecológicos existentes en el área del altiplano peruano, son accesibles y económicos, por sus condiciones físicas y de localización, porque generan construcciones sostenibles, permiten un menor consumo energético en las etapas de su ciclo de vida y garantizan una vivienda saludable.
- La localización de viviendas en el área rural de la región (54%), nos permite afirmar que el material por excelencia lo constituye el adobe y en menor escala los procedentes de la región, como la madera y la paja, porque cumplen ampliamente con los niveles de sostenibilidad.

## RECOMENDACIONES

Las conclusiones propuestas en el presente trabajo, no son terminales, más bien nos apertura, algunas recomendaciones, como:

- Los procesos constructivos artesanales y los materiales procesados, utilizados en la construcción de una vivienda, son preferidos por los usuarios, por su comodidad especialmente económica; para evitarlos se recomienda implementar mayor difusión de los reglamentos existentes y sus beneficios al evitar el uso de materiales procesados.
- Es importante conocer el nivel de sostenibilidad de los materiales de construcción, por lo que se recomienda su inclusión en los procesos académicos para la formación de profesionales en la construcción.
- En el presente trabajo, nos hemos apoyado utilizando la metodología de “Análisis de ciclo de vida” de los materiales, identificando algunas limitaciones; por lo que se propone, algunos temas de investigación, que nos permitan ampliar con mayor detalle la sostenibilidad de los materiales de construcción, tales como: Estudio del consumo energético, en la fase de operación de las viviendas. Estudio antropométrico para el dimensionamiento espacial de la vivienda, a fin de establecer dimensiones que permitan un mejor comportamiento térmico al interior de las viviendas. Y el estudio de la etapa de abandono de la vivienda, especialmente lo referido a la demolición, con la finalidad de garantizar el uso de materiales reciclables y reutilizables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abalerón, C.A. (2002). *Las relaciones entre la salud y la vivienda en el marco de la calidad de vida*. UNN, Córdoba, Argentina: Fundación Bariloche.
- Agenda de la Construcción Sostenible. (2002). *El Impacto Ambiental de los Edificios*. España.
- Andrade, M. (2017). *Clima y eventos extremos del altiplano central Perú – Boliviano*. La Paz, Bolivia: Ediciones A.G. Carrasco.
- Antón V. y Ma A. (2004). Metodología del Análisis de Ciclo de Vida. *Universidad Politécnica de Cataluña*. España.
- Araújo, A. (2016). A moderna construção sustentável. *Instituto para o desenvolvimento da habitação ecológica*. Brasil.
- Aroquipa, H. (2014), "*Procesos constructivos de edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible*" Tesis doctoral. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Azqueta, D. (1995). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. España: Editorial Mc Graw Hill.
- Blaitt, R. (2012). *Construcciones en barro y Totorá*. Universidad la Serena. Chile.
- Caballero, A. (2011). *Metodología integral innovadora para planes y tesis*. Lima: Editorial El Comercio.
- Casado, N. (1996). *Edificios de Alta Calidad Ambiental*. Ibérica, Alta tecnología: ISSN.
- Casañas, V. (2011). *La energía como indicador del impacto ambiental en los sistemas constructivos conformados a partir de materiales de producción Nacional*. Brasil: Universidade Federal Do Rio Grande.
- Centro de consultoría y servicios integrados de la Pontificia Universidad Católica del Perú (2016). Casitas calientes. *Publicado por el diario "El Comercio" el 21.10.16*.

- CEPAL. (2017). Agenda 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible. *Publicación de las Naciones Unidas*. Santiago.
- Chambi, P. (1991). *Cosmovisión, conocimiento campesino y tecnología tradicional de los criadores aymaras*. Puno: Documento de estudio PRATEC.
- Claverias, R. (2015). *Cultura andina: Cosmovisión, modernidad, interculturalidad y desarrollo*. Recuperado en [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- Congreso de la República. (2016). *Carpeta Geo referencial Región Puno Perú*. Lima: Dirección General Parlamentaria.
- Cilento, A. (2000). *Vulnerabilidad y sostenibilidad de los asentamientos humanos*. En Tecnología y Construcción.
- Cuchí, A. (2005). *Arquitectura y Sostenibilidad*. Barcelona: Ediciones UPC.
- De Garrido, L. (2014). *Los Indicadores Sostenibles para una nueva Arquitectura*. España: Instituto Monsa de Ediciones.
- De Garrido, L. (2011). *Sustainable Architecture*. Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones.
- De Garrido, L. (2015). *Social Green Housing*. Barcelona: Editorial Monsa.
- De la Luz Nieto. (1999). *Metodología de evaluación de proyectos de viviendas sociales*. Chile: ILPES.
- De Mesa y Gisbert. (1966). *Contribuciones al estudio de la Arquitectura Andina*. La Paz: Academia Nacional de Ciencias de Bolivia.
- De Soto, H. (2000). *El Misterio del Capital*. Lima: Editorial El Comercio.
- Deffis, C. (1994). *La casa ecológicamente autosuficiente*. México: Editorial Árbol.
- Díaz, Carpio y Ramírez. (2012). Estudio geológico, económico de rocas y minerales industriales en la región Puno. *Boletín n° 30, Serie B Geología Económica*. Lima.
- Dirección Regional de Salud Puno. (2014). *Plan Operativo Institucional 2014*. Puno, Perú.
- Echavarren, J. (2007). *Aspectos socio económicos de la evaluación de impacto ambiental*. Revista Internacional de Sociología.
- Edwards, B., y Hyett, P. (2004). *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.
- Ellaway, A. y Macintyre, S. (1998). *Riesgos para la Salud*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.



- Foro Ciudades para la Vida. (2014). *Perú hacia la Construcción Sostenible*. Lima: MVCS.
- Flores, L. (2015). Tras los pasos de Wendell C. Benett en la cuenca del lago Titicaca. *Artículo de la Universidad Nacional Federico Villarreal*. Lima, Perú.
- Garza, M. (2006). *Tesis: Modelo de indicadores de calidad en el ciclo de vida de proyectos inmobiliarios*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
- Gobierno Regional de Puno. (2016). *Plan Estratégico Institucional 2016-2018*. Puno, Perú.
- Gonçalves, A. (2004). *El análisis del ciclo de vida y su aplicación a la arquitectura y el urbanismo*. Madrid: ETSAM.
- Grillo, Quiso, Rengifo y Valladolid. (1994). *Crianza andina de la chacra*. Lima: Proyecto andino de tecnologías campesinas. G y G impresores.
- Grillo, E. (1994). *El paisaje en las culturas, andina y occidental moderna*. Lima: G y G impresiones.
- Gutiérrez y Pernaut. (1978). *Arquitectura del Altiplano Peruano*. Buenos Aires: Hispanoamérica.
- Hadzich, M. (1996). *La casa ecológica*. Lima: PUCP Grupo de apoyo al sector rural.
- Hess, A. (2005). *Impacto Ambiental de Componentes y Materiales de Edificios*. Argentina: Instituto de Estabilidad – Facultad de Ingeniería – UNNE.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2010). *Estimaciones y Proyecciones de Población total, urbana y rural 1970 – 2025*. Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2011). *Mortalidad General en el País 2007-2011*. Lima, Perú.
- Jacobsen, N. (1982). *Ilusiones de la transición: El Altiplano Peruano 1780-1930*. Lima: Instituto de estudios peruanos.
- Jara, A. (2017). *Elaboración e interpretación de la Matriz de Leopold*. Banco Central de Chile. Santiago.
- Klees, D. (2001). *Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición*. Departamento de Estabilidad, Facultad de Ingeniería, UNNE.
- Mac Donald, J. (2004). *Pobreza y precariedad del hábitat en las ciudades de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos. CEPAL.
- Málaga, A. (1977). Aspecto Urbano de las reducciones Toledanas. *Revista de Historia de América*. Lima: Pontificia universidad Católica del Perú.

- Mata, F. (2010). *La selección sostenible de los materiales de construcción*. Madrid: Escuela Politécnica Superior Villanueva de la Cañada.
- Ministerio de Educación. (2008). *Guía de aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos*. Lima: OIE.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). *Plan Nacional de Vivienda*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. Lima.
- Ministerio del Ambiente (2016). *Objetivos del desarrollo sostenible e indicadores*. Lima: GRAFICA 39 SAC.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2012). *Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana*. Bogotá, Colombia: Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y Fundación FIDHAP.
- Ministerio de Salud (2011). *Mortalidad General en el País 2007-2011*. Lima, Perú.
- Miranda, L., Neira, E., Torres, R., & Valdivia, R. (2014). *Perú hacia la construcción sostenible*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Murra, J. (1975). *Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino*. Lima: IEP ediciones.
- Murra, J.V. (1988). *Raíces de América: El mundo aymara*. UNESCO 13. Madrid: Sociedad Quinto Centenario, Alianza Editorial.
- Organización Mundial de la Salud. (2000). La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. *Publicación científica 572*. Washington DC.
- Organización Mundial de la Salud. (2009). *Guía: Hacia una vivienda saludable*. Lima: SINCO Editores.
- Organización Panamericana de la Salud. (2006). *Vivienda Saludable*. Caracas.
- Osorio, J. (2011), “*El consumo sostenible de los materiales usados en la construcción de vivienda*”, tesis de investigación. Colombia.
- Palacios, J.L. (2008). *Casa Ecológica*. México: Ed. Servicios Gráficos del Centro.
- Riezmik y Hernández. (2005). Análisis del ciclo de vida. *Artículo en Biblioteca Ciudades para un Futuro más Sostenible*. España.
- Rocha, E. (2011). Construcciones sostenibles: Materiales, certificaciones y LCA. *Artículo publicado en la revista Nodo N° 11, vol6, año 6:99-116, julio diciembre 2011*.
- Rosenfield, I. (1995). *Costos de Construcción para Edificios*. México: Ed. Continental.

- Rivasplata, P. (2012). *Tesis: Desertificación y Desertización en el Altiplano Andino Peruano*. España: Universidad Internacional de Andalucía.
- Santa María, R. (2008). La iniciativa de vivienda saludable en el Perú. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*. Lima, Perú.
- Valladolid, J. (1994). *Visión andina del clima*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Van Hauwermeiren, S. (1998). *Manual de Economía Ecológica*. Chile: Editora Rosa Moreno.
- Vargas, Julio. (2010). *Casas sismo-resistentes y saludables de adobe reforzado con geomallas Zona de la sierra*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- Wadel, Avellaneda & Cuchi. (2010). *La sostenibilidad en la arquitectura industrializada*. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Walsh Perú SA. (2009). *Evaluación de Impacto Ambiental del Sistema de Transporte Andino del Sur*. Lima, Perú.
- Wiesse, C. (1918). *Geografía del Perú*. Lima: Editorial Rosay.
- Xercavins i Valls, J. (1996). Què és el desenvolupament sostenible?. (*I Jornades: Construcció i Desenvolupament sostenible*). Barcelona, 16,17, i 18 de maig de 1996.
- Xercavins i Valls, J. (2005). *Desarrollo Sostenible*. España: Ediciones UPC.
- Zabalza, A. (2014). *Impacto de los materiales de construcción, análisis del ciclo de vida*. Ecohabitar.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Agenda de la Construcción Sostenible (2017). *Energía renovable*. Recuperado en marzo de 2017 del sitio web: <http://es.csostenible.net>.
- Escal Arquitectura Bioclimática (2017). *Proyectos, Construcción, Consultoría*. Recuperado en mayo 2017, del sitio web: <http://www.escal-bio.com>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL (2017): <http://www.cepal.org>.
- R. Cintora, (2010). *Materiales ecológicos para la salud del hábitat*. Recuperado en junio 2014: [diseñosostenibilidad.com/ wp-content/](http://diseñosostenibilidad.com/wp-content/)
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. SENAMHI (2017): *Boletín hidrometeorológico regional*. Recuperado en febrero 2016: <http://puno.senamhi.gob.pe>

ANEXOS



**Anexo 1.** Materiales utilizados en la construcción de viviendas de la región.

### a. La tierra como material de construcción

El barro o tierra cruda, constituye una excelente materia prima para la construcción. Es abundante, económico y reciclable, excelente para regular el control de las variaciones de la temperatura ambiental en una habitación. Mezclado con fibra provee aislamiento acústico y térmico, absorbe olores y no es atacado por el fuego.

Entre los materiales elaborados en base a barro tenemos el adobe y la tapia, su elaboración es artesanal cuya tecnología inspira toda una cultura en el campo de la construcción popular.

**El adobe:** Son bloques de barro elaborados con un molde, de un tamaño un poco mayor al de un ladrillo. Para conformar muros, se apilan los adobes de la misma forma como se hace con los ladrillos y para unirlos entre si se usa arcilla o cal y arena.

**La tapia:** Es un muro macizo constituido con arcilla y arena apilada y prensada. Para darle la forma de muro al barro y evitar que este se desmorone, así como para facilitar el prensado, se emplea una cajonera denominada tapial. Una vez colocado el tapial sobre el cimiento, se vierte el barro en su interior y se prensa. Cuando está formado el muro, la cajonera se retira y se deja secar al aire libre. La tapia puede conformar enteramente el muro o bien quedar entre pilares de otros materiales.

#### Características técnicas del adobe:

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Media
- Mantenimiento : Medio
- Energía consumida : 0.35 J/kg
- Densidad : 1600 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 950 J/kg °C
- Conductib. Térmica : 0.50 W/mK
- Impacto ecológico : Bajo

### b. Arcilla

Tierra constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados; proviene de la descomposición de las rocas feldespato, siendo un silicato aluminico hidratado. Es un

material terroso de grano generalmente fino y capaz de convertirse en una masa plástica al mezclarse con cierta cantidad de agua.

A partir de la arcilla se elaboran los ladrillos y las tejas siendo materiales de construcción más utilizados en el mundo andino, además de su procedencia y características por ser naturales, versátiles y duraderos. Esto debido a que las arcillas se moldean fácilmente en una forma adecuada y se conservan cuando se secan sometiendo a temperaturas altas. Sus principales propiedades son: La versatilidad en su aplicación, reduce el consumo energético, son durables, son de naturaleza estética, como ladrillo son más económicos y de mayor sostenibilidad.

#### **Características técnicas de la arcilla:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Media
- Mantenimiento : Medio
- Energía consumida : 0.35 J/kg
- Densidad : 1600 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 950 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 1.50 W/mK
- Impacto ecológico : Bajo

#### **c. Materiales pétreos**

La piedra extraída directamente de la naturaleza es uno de los materiales más antiguos utilizados por el hombre en sus construcciones, conservándose en muy buen estado, gracias a sus magníficas características para su empleo en obra. Muestran un menor impacto, por su extracción directa de la naturaleza. En nuestra zona se puede apreciar que la mayor cantidad de materiales pétreos provienen de los alrededores como Cancharani, Sillustani, Cutimbo. El mayor beneficio de los materiales pétreos radica en su larga duración, una de las máximas de los materiales sostenibles. Para determinar sus características es preciso considerar dos tipos de rocas, las utilizadas directamente luego de su extracción y las sometidas a su transformación por medios mecánicos para su utilización.

#### **Características de piedra sin procesar:**

- Procedencia : Local

- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 4.50 J/kg
- Densidad : 1650 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 840 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.760 W/mK
- Impacto ecológico : Medio

#### **Características de piedra procesada:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 4.50 J/kg
- Densidad : 1650 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 840 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.760 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

#### **d. Áridos**

Los áridos son materiales granulares inertes formados por fragmentos de roca o arenas utilizados en la construcción, entre estos tenemos: arena, grava, gravilla, etc. Según su procedencia y método de obtención, los áridos pueden clasificarse en naturales, artificiales y reciclados. Los naturales son los procedentes de yacimientos minerales obtenidos sólo por procedimientos mecánicos, los artificiales están constituidos por subproductos o residuos de procesos industriales, resultantes de un proceso que comprende una modificación térmica u otras y los áridos reciclados resultan de un tratamiento del material inorgánico que se ha utilizado previamente en la construcción, por ejemplo, los procedentes del derribo de edificaciones, estructuras de firmes, etc.

#### **Características principales de los áridos:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 4.50 J/kg



- Densidad : 2000 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 910 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 2.0 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

#### e. Conglomerantes

Son sustancias que se endurecen a corto o mediano plazo al mezclarse con agua, se utilizan para unir o trabar materiales de diversa naturaleza como los áridos. Los materiales conglomerantes más utilizados en nuestra región son: la cal, el yeso y el cemento.

**La cal.** La cal es un término que designa todas las formas físicas en las que puede aparecer el óxido de calcio. Se obtiene como resultado de la calcinación de las rocas calizas o dolomías. Es un material muy versátil, utilizado desde hace miles de años, especialmente en la construcción. Se utiliza en la elaboración de morteros para levantar muros, ya sean de piedra, adobe o ladrillo, se emplea también en revestimiento de paredes hacer cimentaciones y suelos, construcción de puentes y canalizaciones. Aunque el hormigón de cal no está considerado en el RNE, se trata de un material muy resistente.

#### Características principales de la cal apagada:

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Densidad : 3350 kg/m<sup>3</sup>
- Conductibilidad térmica : 0.30 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

**El yeso.** El Yeso roca natural que se encuentra en abundancia en las zonas de Taraco, Amantani, su composición química es el sulfato cálcico cristalizado con dos moléculas de agua. Su extracción en las canteras permite obtener un material de color blanco, textura fina y baja dureza que se obtiene por calcinación del sulfato de calcio hidratado o piedra de aljez, que tiene la propiedad de ser un aglomerante que se endurece rápidamente y se utiliza en revestimientos interiores.

El yeso se emplea para construir tabiques, bóvedas, enlucidos, estucos, molduras, mármol artificial, etc. Sin embargo lo más utilizado es como revestimiento, porque ofrece mejores condiciones de habitabilidad, durabilidad y protección ante el fuego. Sus principales características físicas son: El aislamiento térmico, genera la regulación higrotérmica, ofrece posibilidades de acondicionamiento acústico.

**Características principales del yeso:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Medio
- Mantenimiento : Medio
- Energía consumida : 4.50 J/kg
- Densidad : 900 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 1000 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.30 W/mK
- Impacto ecológico : Media

**El cemento.** El Cemento Portland, uno de los componentes básicos para la elaboración del concreto, debe su nombre a Joseph Aspdin, un albañil inglés quien en 1824 obtuvo la patente para este producto. Debido a su semejanza con una caliza natural que se explotaba en la Isla de Portland, Inglaterra, lo denominó Cemento Portland. En nuestra región es producida en la fábrica de Caracoto en la provincia de San Román.

El cemento consume mucha energía y puede ser riesgoso para la salud. Por este motivo, se deben tomar medidas de precaución en la manipulación para prevenir tanto la inhalación de polvo como las quemaduras o irritación que pueden darse al contacto con la piel, teniendo como prioridad el uso de los componentes libres de cromo VII.

El cemento mezclado con piedra y/o áridos, constituye la formación de los mejores elementos constructivos como los concretos y los morteros.

**Características principales del concreto y morteros:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 1.60 J/kg
- Densidad : 2000 Kg/m<sup>3</sup>

- Calor específico : 873 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 1.25 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

#### f. Materiales Orgánicos

Los materiales son orgánicos cuando contienen células animales o vegetales. Los principales materiales orgánicos utilizados en la construcción de viviendas, son aquellos que la naturaleza proporciona y que se han venido utilizando durante miles de años, entre estos tenemos: La madera, el bambú, algodón, paja, cáñamo, caucho, lana, e incluso pieles de animales. Sin embargo en nuestra región se nota la presencia de la madera, la totora y la paja especialmente.

**Madera.** Es un material que desde el punto de vista de su uso en la construcción, va permanentemente unido a la historia de la civilización. En las áreas geográficas donde existían abundantes bosques, esta materia prima se utilizaba en la totalidad de la construcción.

En la Región Puno, tenemos a disposición este material por contar con la zona de selva correspondiente a Sandía y Carabaya, cuyas reservas ofrecen gran variedad de estos; por tanto se le considera como material de procedencia local.

#### Características principales de la madera aserrada:

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Medio
- Energía consumida : 1.20 J/kg
- Densidad : 700 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 1340 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.16 W/mK
- Impacto ecológico : Bajo

**La totora.** La totora es una planta acuática, un tipo de junco, que puede alcanzar una altura de tres y hasta cuatro metros por encima de la superficie del lago. Esta planta crece espontáneamente en las orillas del lago, en nuestra región se tiene alrededor de todo el lago Titicaca. Tiene una gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, por

lo que presta gran utilidad como material de construcción, especialmente para hacer los techos y muros de vivienda, y cobertizos para dar sombra y protección a los animales.

Las viviendas de totora protegen muy bien de las inclemencias del clima, son resistentes al viento y al granizo, se mantienen frías en verano y abrigadas y calientes en invierno, permiten un pausado intercambio del aire entre el interior y el exterior, así como la salida del humo sin necesidad de una chimenea.

#### **Características principales de la totora:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Bajo
- Mantenimiento : Alto
- Energía consumida : 1.00 J/kg
- Densidad : 120 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 1800 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.05 W/mK
- Tensión : 38 kg/cm<sup>2</sup>
- Compresión : 40 kg/cm<sup>2</sup>
- Impacto ecológico : Bajo

**La paja.** La paja es uno de los materiales de construcción más antiguos conocidos. Combinado con el barro se ha utilizado durante miles de años. En nuestra región, aún se tiene casas construidas con paja especialmente como material en coberturas de techo y en áreas rurales. También tenemos el uso de la paja combinada con el barro para estabilizar el adobe, y en la construcción de muros.

En el altiplano puneño existe una variedad de pajas, diferenciándose solo por su tamaño, color, dureza. Entre las más conocidas tenemos el Ichu y el Minu, los que se utilizan en techos y elaboración de adobes respectivamente.

#### **Características principales de la paja:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Bajo
- Mantenimiento : Alto
- Energía consumida : 1.00 J/kg
- Densidad : 120 Kg/m<sup>3</sup>

- Calor específico : 1400 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.09 W/mK
- Impacto ecológico : Bajo

### g. Materiales Cerámicos

Materiales cerámicos son aquellos productos que parten de la arcilla, con mayor o menor proporción de arena, siendo conformados en estado húmedo plástico y posteriormente cocidos a alta temperatura para lograr su dureza final. Con este proceso se obtiene la fabricación de ladrillos, tejas y baldosas, que a continuación se exponen:

**Ladrillo cerámico.** Es una pieza cerámica, de forma de un paralelepípedo, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, cuyas dimensiones son de 24 x 11,5 x 6 cm. Se emplea en albañilería para la ejecución de construcciones de ladrillo, ya sean muros, tabiques, tabicones, etc.

Considerando los diferentes elementos constructivos, se elaboran también diferentes tipos de ladrillos: macizos, perforados y huecos. Los ladrillos macizos o King Kong son los que se utilizan habitualmente en muros portantes. Los ladrillos huecos ligeros se utilizan en techos aligerados, no son lo bastante fuertes como para utilizarlos en muros.

#### Características principales del ladrillo cerámico:

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 4.50 J/kg
- Densidad : 1700 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 840 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.84 W/mK
- Impacto ecológico : Medio

**La teja.** Es uno de los materiales más adecuados y utilizados en la zona andina, cuya fabricación consiste en procesos artesanales tradicionales, lo que le da una baja resistencia estructural.

Técnicamente, cada pieza se obtiene por extracción o moldeo, prensado, secado y cocción de una pasta arcillosa, que se utilizan como elemento para la cubierta de techos

o cubiertas inclinadas. Según la posición en que se coloquen se denominan canales, si presentan su concavidad hacia arriba, para recoger y conducir el agua de lluvia, y cobijas, si presentan su convexidad o lomo hacia arriba, tapando la junta de unión entre dos canales.

#### Características principales de la teja:

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 4.50 J/kg
- Densidad : 1800 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 800 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.90 W/mK
- Impacto ecológico : Medio

**Baldosa cerámica.** Las baldosas cerámicas, usados como revestimiento o como pavimento, está constituido por un cuerpo o soporte arcilloso cocido, con porosidad variable, sobre el cual puede o no aplicarse un recubrimiento de naturaleza vítrea, conocido como esmalte cerámico. El proceso de fabricación de baldosas cerámicas se puede realizar por medio de dos formas: Vía húmeda, que permite una molienda más fina, siendo el método más utilizado en la fabricación de revestimientos porosos, pavimentos gresificados y gres porcelánico. Y vía seca, es el método de trabajo usual en la fabricación de gres rústico.

#### Características principales de la cerámica:

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 7.50 J/kg
- Densidad : 2000 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 800 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 1.20 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

**Cerámica sanitaria.** Son productos fabricados con materias primas en las que predomina el caolín y las arcillas refractarias, los feldespatos y el cuarzo, cocidas hasta

un estado de semivitrificación, lo que garantiza una alta resistencia mecánica, y posteriormente esmaltadas, con preferencia en colores blancos o claros.

Las piezas de cerámica sanitaria van en todos los casos esmaltadas, de forma que se asegure su impermeabilidad. Tradicionalmente, la aplicación del esmalte tenía lugar tras la cocción a unos 1250°C, de la pieza conformada por colaje.

Los productos de cerámica sanitaria incluyen inodoros, pilas, lavabos, bañeras, fregaderos etc. Es decir aparatos de aseo y cocina que son utilizados básicamente en la vivienda.

#### **Características principales de la cerámica sanitaria:**

- Procedencia : Externa, nacional
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 7.50 J/kg
- Densidad : 2000 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 879 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.46 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

#### **h. Vidrios**

**Vidrio plano.** El vidrio destinado al acondicionamiento se compone de materias primas abundantes y naturales: 71% de arena. 14% de sosa procedente de carbonato sódico. 11% de cal procedente de carbonato de calcio.

El proceso de fabricación se inicia con la mezcla de materias primas, para obtener la “frita”, dosificada según el tipo de vidrio deseado. La mezcla de materias primas, a las que se suele añadir vidrio reciclado y pulverizado, se homogeniza mediante la molienda para posteriormente ser introducida en el horno de fundición. La temperatura de fusión alcanzada en el horno varía entre 1200 y 1650 °C dependiendo de la composición de la mezcla.

El vidrio plano utilizado en la construcción, alcanza el mayor volumen de producción y uso, el cual se utiliza en cerramiento de vanos y en decoración interior.

**Características principales del vidrio plano:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 15.90 J/kg
- Densidad : 2600 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 833 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.81 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

**i. Metales**

Los metales son utilizados en la construcción a partir de la producción del acero en la segunda mitad del siglo XIX, en la actualidad la utilización de los metales y sus aleaciones en la construcción es determinante especialmente cuando se trata de elementos estructurales.

**Fierro de construcción.** Son elementos de acero rectos de sección circular con la superficie estriada, dos cordones longitudinales y resaltes hi-bondorientados inversamente sobre los lados opuestos de la barra. Sus resaltes se colocan con una inclinación respecto a la horizontal y un espaciado uniforme, de acuerdo a lo que establece la norma peruana NTP 341.031, grado 60, (Patrik Henng, Aceros Arequipa). Su fabricación implica un alto consumo de energía y emiten sustancias que perjudican a la atmósfera. Sin embargo, sus prestaciones mecánicas, con menos material, pueden resistir las mismas cargas, y, además, son materiales muy valorizables en obra.

**Características principales del fierro de construcción:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Medio
- Energía consumida : 34.00 J/kg
- Densidad : 7850 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 460 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 52.00 W/mK
- Impacto ecológico : Alto



**Calamina de acero galvanizado.** La calamina de acero galvanizado corrugado calibre N° 30 de 1800 mm de largo, es una plancha ondulada de acero con bajo contenido de carbono y de calidad comercial, recubierta con una capa de zinc que actúa como un agente anticorrosivo, prolongando la vida útil del producto bajo condiciones de humedad o lluvia.

Galvanizar es recubrir con zinc fundido la superficie del acero para protegerlo de la corrosión. El zinc es el recubrimiento metálico más utilizado por su capacidad de sacrificio para proteger el acero base.

**Características principales de la calamina galvanizada:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 227.00 J/kg
- Densidad : 2700 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 900 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 220.00 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

**Cobre.** Es un metal de transición rojizo, que presenta una conductividad eléctrica y térmica muy alta, sólo superada por la plata en conductividad térmica y el oro en conductividad eléctrica. La aplicación por excelencia del cobre es como material conductor, al que se destina alrededor del 45% del consumo anual de cobre.

**Características principales del cobre:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 70.00 J/kg
- Densidad : 8900 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 390 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 378.00 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

## j. Plásticos

El plástico es uno de los materiales más utilizados en construcción, es ligero, barato y muy versátil. Sus componentes básicos están formados por petróleo y gas natural, pero en su producción se utilizan sustancias que hacen que el producto final sea considerado un material sintético y que en algunas ocasiones pueda resultar peligroso. Los diferentes tipos de plástico existentes en el mercado, se identifican con un número del 1 al 7 ubicado en el interior del clásico signo de reciclado y pueden ser: Polietileno tereftalato (PET), Polietileno de alta densidad (PEAD), Polietileno de baja densidad (PEBD), Policloruro de vinilo (PVC), Polipropileno (PP) y Poliestireno (PS).

**Policloruro de vinilo.** Es la variedad de plástico muy empleado en la construcción, su uso puede ir desde suelos de vinilo, revestimientos impermeables, cortinas para baños, muebles, carpinterías de ventana, tubos de saneamiento, tubo de fontanería, recubrimiento de cables, baldosas de pisos, cajas de distribución, enchufes, etc.

El plástico PVC puede contener hasta un 60% de aditivos, los que le otorgan las propiedades requeridas, estabilidad, plasticidad o rigidez, color, etc., lo que convierte al producto en un compuesto de químicos, generalmente tóxico. En general, todos estos productos flexibles liberan, sus compuestos tóxicos durante su vida útil. Por otra parte la fabricación del PVC requiere mucha energía, necesaria para separar el cloro del sodio, al que se encuentra fuerte y establemente unido formando sal común.

Debido a que su reciclado es prácticamente nulo, una vez que se convierten en residuos, estos materiales van a parar a los vertederos de residuos sólidos urbanos o incineradores, donde terminan contaminando al ambiente.

### Características principales del PVC:

- Procedencia : Externo
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 103.00 J/kg
- Densidad : 1180 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 0.01 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.19 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

**Policarbonatos.** El Policarbonato, es un termoplástico con propiedades referidas a resistencia al impacto, resistencia al calor y transparencia óptica, de tal manera que el material ha entrado con gran impacto al mercado de la construcción, por la variedad de funciones en las que puede ser utilizado, especialmente en sistemas de tragaluz en viviendas. La fabricación en láminas son las más requeridas y pueden ser como lamina sólida, lamina celular y lamina acanalada.

**Características principales del policarbonato:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Alta
- Mantenimiento : Bajo
- Energía consumida : 103.00 J/kg
- Densidad : 1200.0 Kg/m<sup>3</sup>
- Calor específico : 0.01 J/kg °C
- Conductibilidad térmica : 0.20 W/mK
- Impacto ecológico : Alto

**k. Pinturas**

Es una mezcla líquida o viscosa que se solidifican al exponerlos al aire y que se usan para cubrir superficies, ya sea para decorarlas o protegerlas. Su presentación difiere de su composición, como disolventes, pigmentos, resinas, la mayoría derivados del petróleo.

Considerando su composición química que genera impactos al medio ambiente, actualmente han aparecido variedad de productos que reemplazan a los hidrocarburos por componentes naturales, lo que se da en llamar pinturas ecológicas y naturales. La contaminación se presenta cuando los sobrantes son echados en sitios inapropiados con el peligro de emanaciones que contaminan.

Entre los tipos más comunes de pintura que se muestran en el mercado tenemos:

**Pintura plástica:** La pintura plástica o látex es la más común en el uso de interiores. Su resina es sintética y el solvente es agua. Esta pintura es inodora y seca rápido, aparte de poder ser lavada fácilmente con agua.

**Pintura sintética:** La pintura sintética es más durable, pero también seca más lento y se necesitara disolventes para limpiarla. Como la pintura plástica, esta viene en diferentes acabados, desde mate hasta brillante. La pintura sintética es generalmente usada en bordes y marcos, así como en baños y cocinas por su durabilidad. Esta pintura no debe ser usada sin pintura base, pero puede ser usada en madera.

**Pintura base:** La pintura base es usada para preparar una superficie antes de pintar. Esta pintura suaviza superficies, y hará que las otras capas se vean mejor. La pintura base es barata y seca rápido. Este tipo de pintura puede ser plástica, usada en concreto y paredes, o sintética, usada en madera.

**Barniz:** El barniz es usado para proteger maderas. Algunos barnices son transparentes, mientras que otros vienen en distintos tonos color madera. El terminado puede ser mate, brillante o satinado.

**Protector de madera:** El protector de madera es usado para maderas exteriores. Tiene un terminado mate que penetra la madera de manera profunda. Muchas de estas pinturas también tienen elementos insecticidas y fungicidas para proteger la madera de los elementos.

#### **Características principales de las pinturas:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Baja
- Mantenimiento : Alto
- Energía consumida : 90.40 J/kg
- Densidad : 1000.0 Kg/m<sup>3</sup>
- Impacto ecológico : Alto

**El choccorosi.** Preparado artesanalmente en base a tierra arcillosa de color amarillo, el cual se extrae directamente de la naturaleza, es totalmente ecológico.

Los morteros y pinturas a base de arcillas son materiales tradicionales en el altiplano peruano, es usado para el revestimiento de paredes, utilizando como base arcillas naturales sin aditivos obtenidas de yacimientos naturales. Utilizadas en bioconstrucción por sus innumerables cualidades técnicas y decorativas, las arcillas preparadas pueden ser empleadas para lograr efectos aislantes, acústicos o conseguir un sinnúmero de posibilidades decorativas que se distinguen por su originalidad. En la región existe una

gran variedad de mezclas de arcilla naturales y arenas para dotar de color a cualquier espacio.

**Características principales del choccorosi:**

- Procedencia : Local
- Durabilidad : Medio
- Mantenimiento : Medio
- Energía consumida : 0.30 J/kg
- Densidad : 1600.0 Kg/m<sup>3</sup>
- Impacto ecológico : Bajo

**Pintura ecológica.** Estos productos están compuestos por materias primas de origen vegetal y/o mineral que no contaminan ni en su producción ni en su aplicación. Además, se fabrican pinturas y barnices específicos para personas con problemas de alergias. Para distinguirlos, hay que buscar la etiqueta ecológica europea, que garantiza la ausencia de sustancias tóxicas.

Estas pinturas crean una capa porosa por la que transpiran las paredes. Gracias a esta característica, el vapor de agua y la humedad son evacuados al exterior sin impedimentos y no se forman condensaciones entre la capa de pintura y la superficie del soporte. Al mantener los tabiques secos y transpirables, se evita la formación de hongos y bacterias, lo que garantiza paredes más higiénicas y una duración mayor de la pintura en buen estado.

Existen también barnices ecológicos actúan por impregnación, lo que permite a la madera contraerse y dilatarse sin que aparezcan grietas en la capa protectora

**Características principales de la pintura ecológica:**

- Procedencia : Externa
- Durabilidad : Baja
- Mantenimiento : Alto
- Energía consumida : 90.00 J/kg
- Densidad : 1000.0 Kg/m<sup>3</sup>
- Impacto ecológico : Medio

**Anexo 2.** Comportamiento climático en zona mesoandina y altoandina de la región Puno.

<b>SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU</b> "SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"												
<b>ESTACION: CO. 110820 CP.100110 PUNO</b>			LATITUD 15°49'34,5"				DEPARTAMENTO PUNO					
			LONGITUD 70°00'43,5"				PROVINCIA PUNO					
			ALTITUD 3812				DISTRITO PUNO					
<b>PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C.</b>												
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	15.4	15.9	16.3	15.9	16.2	16.6	15.3	15.0	15.0	16.0	17.5	17.4
2015	15.2	15.7	15.3	14.6	15.4	15.8	15.1	15.6	17.0	17.3	18.3	17.8
2016	17.9	16.4	17.2	16.2	16.9	15.9	15.0	16.2	17.0	17.3	18.2	18.2
<b>PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C</b>												
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	6.4	6.2	5.8	5.0	2.2	1.4	0.7	1.9	3.8	5.0	5.5	6.5
2015	5.6	6.4	6.0	5.3	2.7	0.7	0.0	1.2	3.3	4.3	5.9	5.9
2016	6.7	7.1	6.7	4.9	2.1	0.6	0.7	1.1	2.9	4.5	4.4	6.0
<b>PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN MM.</b>												
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	147.0	107.7	60.5	40.8	0.1	0.0	0.2	28.9	66.9	45.2	29.8	90.6
2015	96.4	120.0	187.0	114.1	0.2	0.0	1.8	4.0	54.5	41.5	23.2	59.4
2016	79.7	202.6	9.8	57.5	0.5	2.0	3.4	0.0	0.3	76.0	43.0	49.7
RCC.												
<b>ESTACION: CO. 110820 CO. 114039 MACUSANI</b>			LATITUD 14°04'12"				DEPARTAMENTO PUNO					
			LONGITUD 70°26'20,7"				PROVINCIA CARABAYA					
			ALTITUD 4345				DISTRITO MACUSANI					
<b>PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C</b>												
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	11.0	12.0	12.4	12.2	12.5	13.2	11.8	11.8	11.5	12.5	13.2	12.2
2015	10.5	11.6	11.7	10.9	11.4	12.5	12.2	12.2	13.0	13.2	14.0	12.4
2016	13.0	12.3	13.5	12.9	13.1	12.6	11.9	12.7	13.1	11.8	13.6	12.3
<b>PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C</b>												
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	1.0	0.9	0.5	-0.4	-2.9	-6.2	-7.0	-6.5	-2.1	-2.0	-1.7	-0.1
2015	0.0	0.1	-0.1	-0.7	-3.0	-6.3	-9.0	-8.1	-4.7	-3.9	-1.7	-1.3
2016	-0.9	0.2	-1.3	-2.9	-7.3	-8.4	-7.3	-5.9	-4.0	0.6	-0.6	0.8
<b>PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN mm.</b>												
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	240.0	115.1	52.0	49.5	9.5	0.5	6.5	4.5	55.0	27.5	69.0	119.5
2015	128.5	108.5	83.0	97.0	28.5	10.6	1.0	18.5	13.4	22.9	40.9	124.0
2016	85.0	109.5	60.0	48.9	4.5	0.0	24.0	1.0	22.0	76.0	53.0	63.0
RCC												
INFORMACION PROCESADA PARA : ELISEO ZAPANA QUISPE (ARQUITECTO - PROYECTO DE INVERSION) CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA ECOSOSTENIBLE EN LA REGION DEL ALTIPLANO PERUANO)												
Puno 13 de Marzo de 2017												

Anexo 3. Fichas de datos de viviendas en zona mesoandina y zona altoandina

VIVIENDA DE ADOBE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
ESCUELA DE POSGRADO

### FICHA DE AUTODIAGNOSTICO DE LA VIVIENDA

**A. DATOS FAMILIARES Y DE VIVIENDA**

UBICACION	CALLE, AVENIDA, FRONTERA <i>Carretera Juliaca - San José del P.</i>			
	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	REGION
	<i>C.P. Sacañay</i>	<i>San José</i>	<i>Arequiva</i>	<i>Puno</i>
NOMBRE PROPIETARIO	<i>Marcelo C. López Torres</i>		ESTADO DE CONSERVACION	BUENO
FECHA DE CONSTRUCCION	<i>1998 - 2000</i>			REGULAR
				MALO <input checked="" type="checkbox"/>
COMPOSICION FAMILIAR	PADRE	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NUMERO
	MADRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	HIJOS VIVIENTES	<input checked="" type="checkbox"/>		<i>1</i>
	HIJOS MUELTOS	<input checked="" type="checkbox"/>		<i>2</i>
	OTROS			

**B. CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA: MATERIALES DE CONSTRUCCION UTILIZADOS**

COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDENCIA			COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDENCIA		
		LOCAL	REGIONAL	NACIONAL			LOCAL	REGIONAL	NACIONAL
1. CIMENTACION Y MUROS	Piedra granito				1. PISOS	Concreto			
	Arriolado					Cerámica			
	Ladrillo King Kong					Madera machihembrada			
	Grapas de cemento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			Parket			
	Adobe	<input checked="" type="checkbox"/>				Cemento colorado			
	Cemento					<i>Lonche 7/10005-2011</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Alfara					Tuberia PVC			
	Vidrio semi doble					Accesorios y vitrales metálicos			
	Vidrio simple	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		Aparatos de lava verificada			
	Madera <i>Alamo CTE</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				Cable eléctrico			<input checked="" type="checkbox"/>
Fiancha metálica				Laminas			<input checked="" type="checkbox"/>		
2. TECHOS	Ladrillo blanco				4. INSTALACIONES	Yeso	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ladrillo pasadero					Piedra lava			
	Fleco congado					Trichopod			
	Polcarbonato					Fisura estante			
	Columna galvanizada	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		Plataforma			
	Yeso <i>FOJA</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				Pintura ecológica			
OBSERVACIONES	<i>Madera <u>BOCCA</u></i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>CAL DRE</i>			<input checked="" type="checkbox"/>	
	<i>Disposición de ambientes no conforme a normas ABG.</i>								

Pag 01

C. ENTREVISTA SOBRE SALUD FAMILIAR EN LA VIVIENDA

1. PROBLEMAS DE SALUD MAS FRECUENTES DE LA FAMILIA

PROBLEMAS DE SALUD	SI	NO	ENFERMEDAD U OBSERVACIONES
Enfermedades gastrointestinales agudas: diarreas, gastrois, etc.	X		
Enfermedades respiratorias agudas: tos, asma, neumonía, TBC, etc.	X		DE TEMPORALIDAD
Enfermedades no transmisibles: Obesidad, diabetes, hipertensión.	X		
Problemas de salud mental: Depresión, irritabilidad, ansiedad, etc.		X	
Abuso de sustancias tóxicas: Alcohólicas, drogadicción		X	
Accidentes, violencia doméstica.		X	
Problemas derivados de catástrofes ecológicas.		X	
Otros			

2. SITUACION Y CONDICIONES DE LA VIVIENDA

ESPACIO	CONDICIONES	SITUACION	
		SI	NO
CASA	Tenerida segura	X	
	Ubicación segura	X	
	Diseño y estructura adecuada de la vivienda	X	
HOGAR	Espacios suficientes para una convivencia sana.	X	
	Servicios básicos de buena calidad	X	
	Muebles, utensilios domésticos y bienes de consumo, seguros y eficientes.	X	
ENTORNO	Hábitos de comportamiento que promuevan la salud.	X	
	Entorno adecuado que promueva la comunicación y la colaboración.		X
COMUNIDAD	Los miembros de la familia participan de la organización y actividades de la comunidad.	X	

3. ¿QUE CAMBIOS CREE LISTO QUE NECESITARIA EN SU VIVIENDA, PARA MEJORAR LA SALUD DE LA FAMILIA?

ESPACIO	NECESIDADES REQUERIDAS
CASA	
HOGAR	
ENTORNO	IMPLEMENTACION DE CALLES
COMUNIDAD	

4. ELABORACION

RESPONSABLE	BEATRIZ ESPINOZA DE SPA	FIRMA	
LUGAR Y FECHA	PUNO, AGOSTO 2017		



VIVIENDA DE LADRILLO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
ESCUELA DE POSGRADO

### FICHA DE AUTODIAGNOSTICO DE LA VIVIENDA

**A. DATOS FAMILIARES Y DE VIVIENDA**

UBICACION	DALLE, AVENIDA, IRON <u>SAN JUAN BAILO N° 340</u>			
	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	REGION
	<u>B. SAN JUAN</u>	<u>PUNO</u>	<u>PUNO</u>	<u>PUNO</u>
NOMBRE PROPIETARIO	<u>RODOLFO G. MACEDO POCHERO</u>			ESTADO DE CONSERVACION
FECHA DE CONSTRUCCION	<u>JULIO 2004</u>			BUENO <input checked="" type="checkbox"/>
COMPOSICION FAMILIAR	PADRE	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	NUMERO
	MADRE	<input checked="" type="checkbox"/>		
	HIJOS VARONES	<input checked="" type="checkbox"/>		<u>01</u>
	HIJAS MUJERES	<input checked="" type="checkbox"/>		<u>01</u>
	OTROS			

**B. CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA: MATERIALES DE CONSTRUCCION UTILIZADOS**

COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDECIA			COMPONENTE ESTRUCTURAL	MATERIAL UTILIZADO	PROCEDECIA		
		LOCAL	REGIONAL	NACIONAL			LOCAL	REGIONAL	NACIONAL
1. CIMENTACION Y MUROS	Piedra granita	<input checked="" type="checkbox"/>			3. PISOS	Concreto		<input checked="" type="checkbox"/>	
	hormigón	<input checked="" type="checkbox"/>				Cerámico			<input checked="" type="checkbox"/>
	Ladrillo King kong	<input checked="" type="checkbox"/>				Madera machihembrada			
	Bloques de cemento					Parquet			
	Adobe					Cemento colorado			
	Cerámico		<input checked="" type="checkbox"/>			Termico			
	Alfombra	<input checked="" type="checkbox"/>				Tubería PVC			<input checked="" type="checkbox"/>
	Vidrio safety acrílico			<input checked="" type="checkbox"/>		Accesorios y válvulas metálicas			<input checked="" type="checkbox"/>
	Vidrio simple					Aparatos de lava vitrificada			<input checked="" type="checkbox"/>
	Madera ligera			<input checked="" type="checkbox"/>		Cable eléctrico			<input checked="" type="checkbox"/>
2. TECHOS	Pasillo metálica			<input checked="" type="checkbox"/>	Luz natural			<input checked="" type="checkbox"/>	
	Ladrillo hueco KC	<input checked="" type="checkbox"/>			Yeso	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Ladrillo perforado				Piedra loca				
	Techo cartón	<input checked="" type="checkbox"/>			Echtopedris				
	Felpa de lana				Pintura epoxi			<input checked="" type="checkbox"/>	
	Calentador solar	<input checked="" type="checkbox"/>			Pintura látex mate			<input checked="" type="checkbox"/>	
	Yeso	<input checked="" type="checkbox"/>			Pintura ecológica				
Máquina	<input checked="" type="checkbox"/>			5. ACABADOS					

OBSERVACIONES:

PUNO

Pag 02

C. ENTREVISTA SOBRE SALUD FAMILIAR EN LA VIVIENDA

1. PROBLEMAS DE SALUD MAS FRECUENTES DE LA FAMILIA

PROBLEMAS DE SALUD	SI	NO	ENFERMEDAD U OBSERVACIONES
Enfermedades gastrointestinales agudas: diarreas, gases, etc.	X		
Enfermedades respiratorias agudas: tos, asma, neumonía, TRC, etc.	X		DE TEMPORADA
Enfermedades no transmisibles: Obesidad, diabetes, hipertensión.	X		
Problemas de salud mental: Depresión, irritabilidad, ansiedad, etc.		X	
Abuso de sustancias tóxicas: Alcohólicas, drogadicción		X	
Accidentes, violencia doméstica		X	
Problemas derivados de catástrofes ecológicas		X	
Otros			

2. SITUACION Y CONDICIONES DE LA VIVIENDA

ESPACIO	CONDICIONES	SITUACION	
		SI	NO
CASA	Tenencia segura	X	
	Ubicación segura	X	
	Diseño y estructura adecuada de la vivienda	X	
HOGAR	Espacios suficientes para una convivencia sana	X	
	Servicios básicos de buena calidad	X	
	Muebles, utensilios domésticos y bienes de consumo, seguros y eficientes	X	
ENTORNO	Hábitos de comportamiento que promuevan la salud	X	
	Entorno adecuado que promueva la comunicación y la colaboración		X
COMUNIDAD	Miembros de la familia participan de la organización y actividades de la comunidad	X	

3. ¿QUE CAMBIOS CREE LISTO QUE NECESITARIA EN SU VIVIENDA, PARA MEJORAR LA SALUD DE LA FAMILIA?

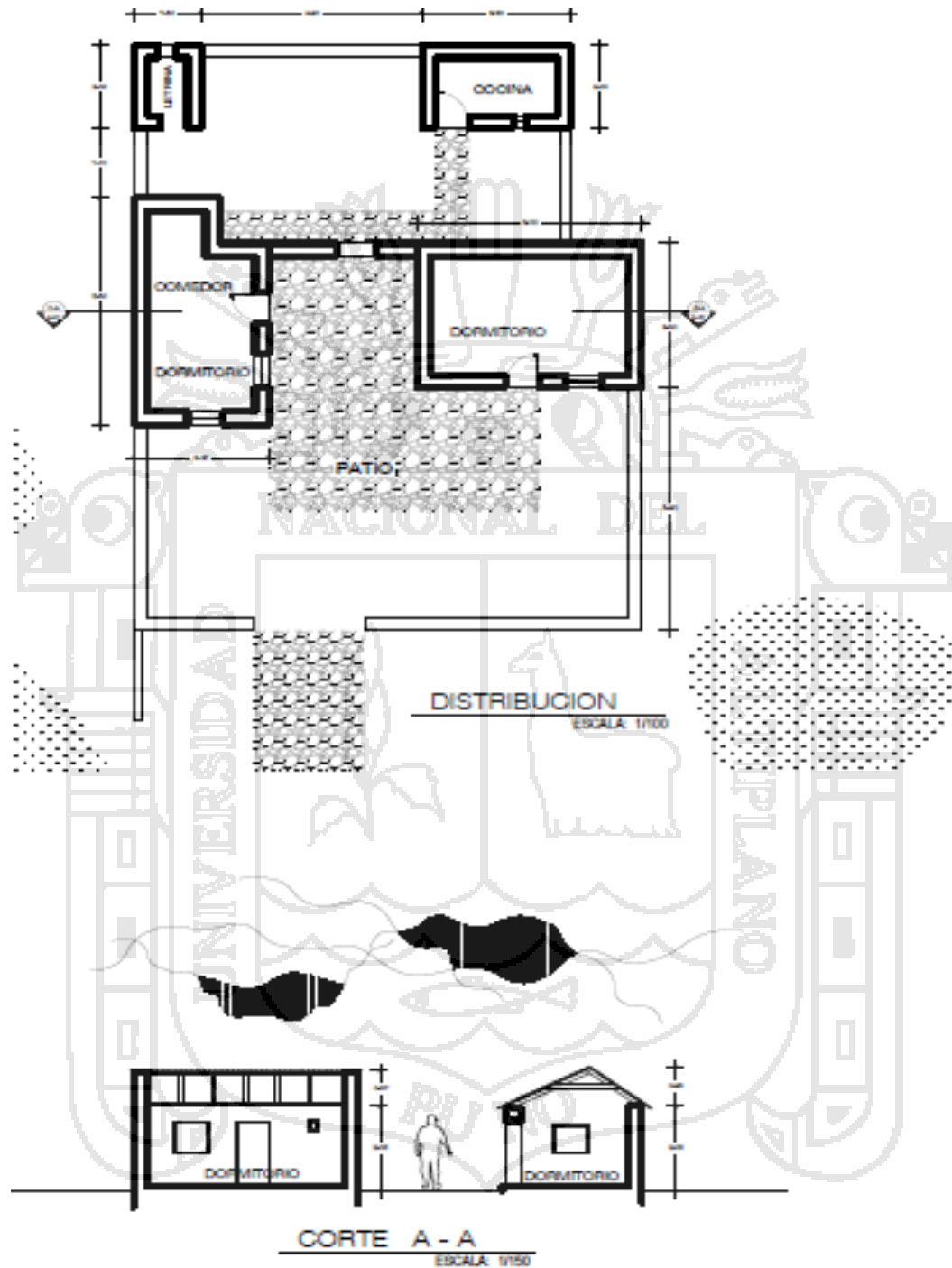
ESPACIO	NECESIDADES REQUERIDAS
CASA	
HOGAR	
ENTORNO	PINTAR ESPACIO DE COLLEJ
COMUNIDAD	

4. ELABORACION

RESPONSABLE	MARCELO ESPARZA ESCOBAR	FIRMA	
LUGAR Y FECHA	PUNO, Agosto 2017		

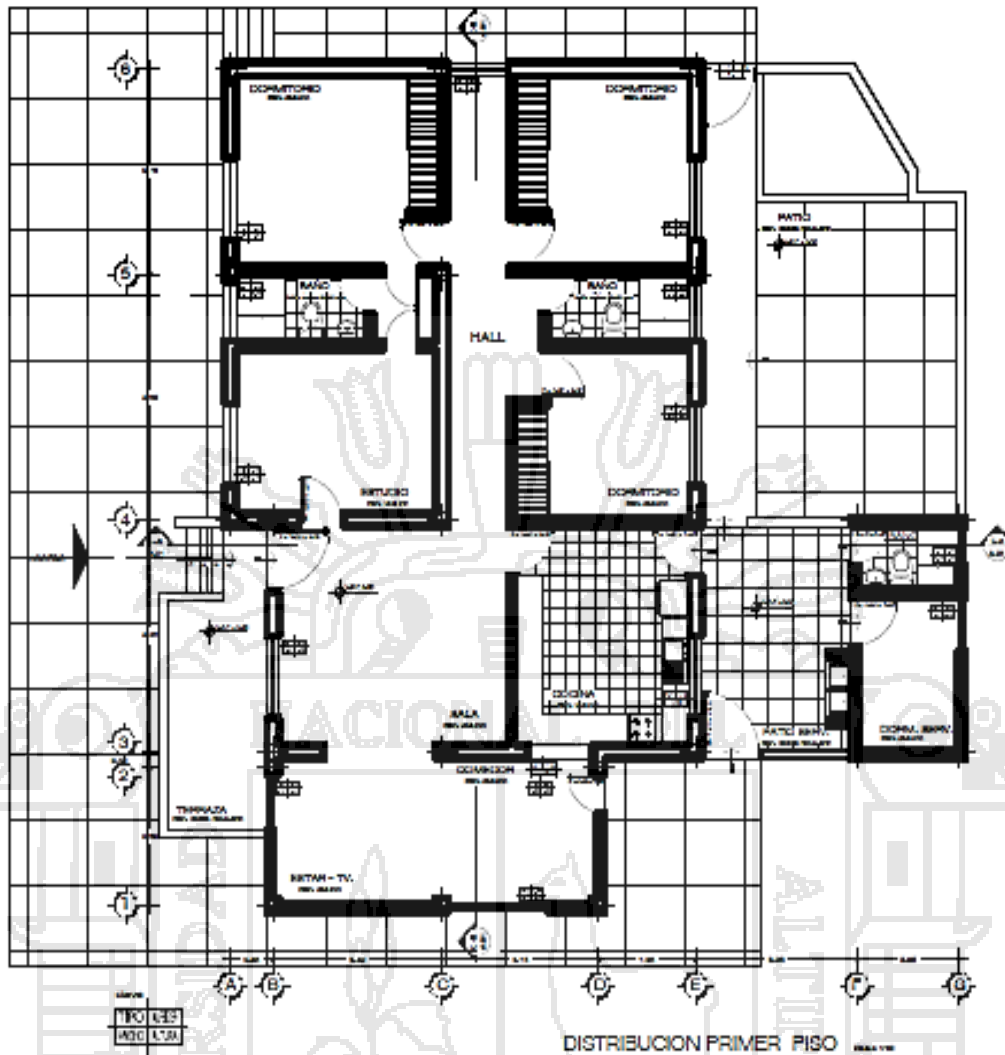
Anexo 4. Planos de viviendas típicas

DISTRIBUCIÓN Y CORTES DE VIVIENDA DE ADOBE



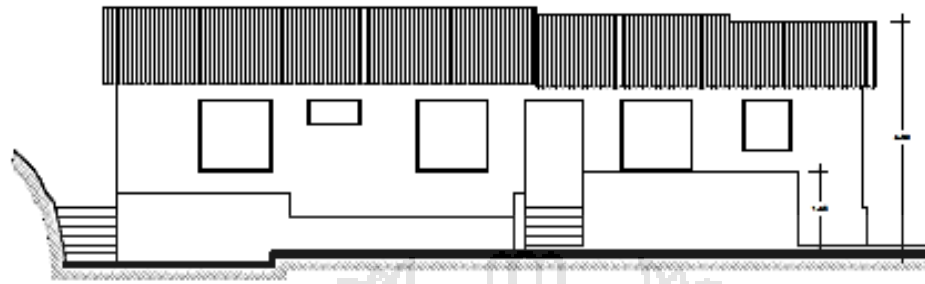
SR. MAXIMO LARICO MAMANI

VIVIENDA RURAL		
PROYECTADO	REVISADO	FECHA: 2016

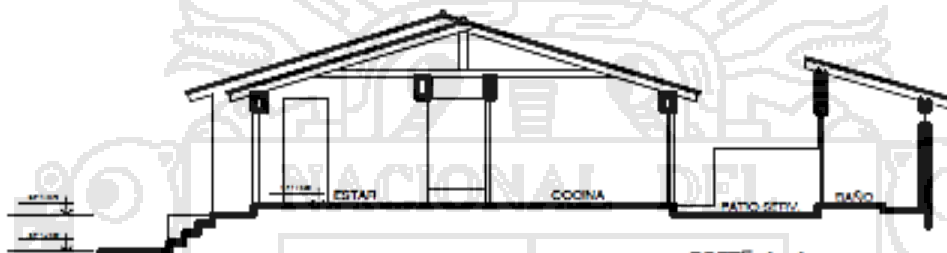


	SRA, ROCIO B, MACEDO P.				A 01 1/200
	VIVIENDA UNIFAMILIAR				
PROYECTO	DISTRIBUCION	FECHA	REVISADO		
		2024			

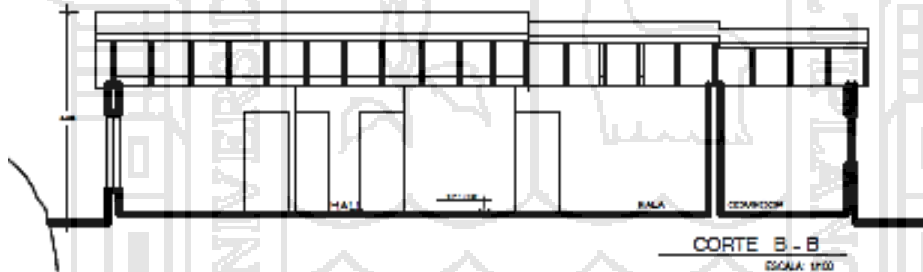
ELEVACIÓN Y CORTES DE VIVIENDA DE LADRILLO



ELEVACION PRINCIPAL  
ESCALA: 1/50



CORTE A - A  
ESCALA: 1/20



CORTE B - B  
ESCALA: 1/20

	PROYECTISTA: SRA. ROCIO B. MACEDO P.			
	OBJETO: VIVIENDA UNIFAMILIAR			
PLANO: ELEVACION Y CORTES	PROYECTO: INICIADA	FECHA: AÑO 2004	A 02	

**Anexo 5.** Imágenes de las viviendas típicas



Figura 5. Vista de fachada de vivienda de adobe.



Figura 6. Detalle de muros de adobe y techo de paja



Figura 7. Detalle de ingreso principal en vivienda de adobe



Figura 8. Rituales en el proceso de cimentación.



Figura 9. Armado de estructuras de techo en vivienda de ladrillo.



Figura 10. Vista de elevación principal de la vivienda de ladrillo.