



Received: 24-02-2017
Accepted: 05-03-2017

Comparación del sistema constructivo de Putucos con otros sistemas constructivos en tierra Comparison of the construction system of Putucos with other construction systems in earth

Andrea Gamio Felipa

Universidad Ricardo Palma (a.gamio@alumnos.upm.es)

Resumen— El artículo tiene como objetivo comparar las diferentes propiedades mecánicas y físicas de 3 sistemas constructivos en tierra tales como el adobe, quincha y champa (Los Putucos), con el propósito de lograr una nueva línea de investigación para las champas y que, puedan ser parte de la implementación de las viviendas rurales que se realizan constantemente en el altiplano peruano. La metodología del trabajo consiste en la comparación de resultados obtenidos de investigaciones previas que muestren que dicho material tiene una resistencia en el tiempo superior al adobe y la quincha, sin embargo, existe ausencia de algunos datos de las champas ya que en la actualidad solo se ha realizado un análisis científico con ensayos sobre este material que serán analizados en el artículo. Es por ello que no se puede determinar en totalidad su eficiencia por la carencia de algunos ensayos, pero si podemos determinar una nueva línea de investigación.

Palabras clave— Construcciones de tierra, adobe, quincha y champas.

Abstract- The present article has a purpose to compare the different mechanical and physical properties of 3 construction systems or material in earth, such as Adobe, quincha and champa (The Putucos), with the purpose of achieving a new line of research for champas' material and can be part of the rural houses implementation which are constantly being carried out in the Peruvian highlands. It has been used the comparison of results obtained from previous research that may show that the material has a higher resistance over time than others, however, there is an absence of some data from the champas and actually exist only one Scientific analysis with test on this material, that is analyzed in the article. It is for this reason that it can't fully determine its efficiency by lack of some tests, but it can determine a new line of research.

Index Terms— Construction in earth, Adobe, quincha and champas.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el Perú cuenta con más de 3 millones de viviendas en sistemas constructivos de tierra (INEI ,2013), un aproximado el 35% de la población según el censo del año

2007, en su mayoría son viviendas rurales de familias de bajos recursos económicos, siendo este sistema el medio más accesible para ellos ya que pueden ser realizadas con sus propias manos y utilizar los materiales de la misma naturaleza. Las instituciones peruanas tienen como objetivo la mejora de estos sistemas constructivos y ser implementados en las ciudades, caseríos o centros poblados de bajos recursos y niveles muy altos de friaje.

Andrea Gamio Felipa pertenece a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Ricardo Palma, en Santiago de Surco Lima, Perú.

Tampoco se debe olvidar que a pesar de que la construcción en tierra cruda es un sistema que no es usado por la población promedio de Perú, sino la de bajos recursos económicos, estos sistemas cuentan con características de mucho más valor constructivo y respeto al medio ambiente que los actuales sistemas constructivos, ya que al ser construcciones realizadas con la materia prima no generan impacto ambiental y si estas viviendas fuesen abandonadas o tuvieran daños, con los años volverían a ser parte de la superficie en donde fueron construidas.

Entre los sistemas o materiales a comparar tenemos el adobe; es un bloque realizado a base de arena o tierra, agua, arcilla y paja, después de realizada la mezcla se vierte el contenido en moldes de madera dimensionados

constructivo bastante ligero y flexible por su composición (Cuitiño et al., 2015).

Por otro lado tenemos los “Putucos” que es un tipo de vivienda prehispánica declarados patrimonio cultural en la resolución viceministerial 116-2014 VPMPCIC-MC del 30 de octubre del 2014 por el tipo de sistema constructivo empírico y funcional que tiene y sigue resistiendo en el tiempo (La Republica, 2014). Los Putucos, son construcciones etno-indigenistas prehispánicas que fueron y son muy comunes en algunas zonas rurales del altiplano peruano, las más conservadas se encuentran en las provincias de Azángaro en los distritos de Samán, Arapa y La provincia de Huancané, distritos de Taraco y Sacasco en la ciudad de Puno.

Son viviendas realizadas en base a la champa que se va

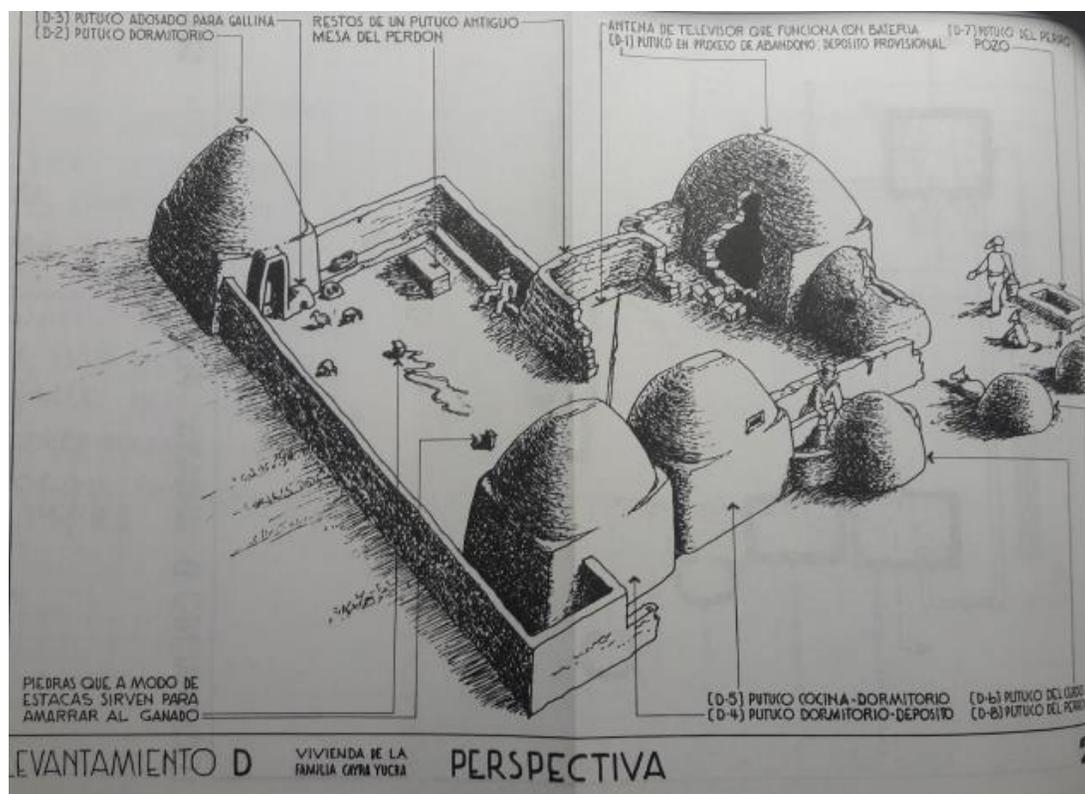


Fig. 1. Conjunto de Putucos (Marussi, 1999).

proporcionalmente $L=X$; $H=X/4$; $A=X/2$ en los que comúnmente el $x=30-40$ cm; se realiza el desmolde al día siguiente y se deja curar o secar por 28 días (Norma E-80, 2000); el adobe es un material que tiene como característica fundamental el aislamiento térmico y una de las debilidades de este material es que se erosiona rápidamente en contacto con el agua.

La quincha; en cambio es un panel con marco de madera con un trenzado de caña y relleno con tierra, con unas dimensiones aproximadas de $1.80 \times 1.20 \times 0.10$ cm, puede llegar a tener un peso de 50kg la unidad, siendo un elemento

apilando desde la base hasta el techo teniendo una forma de planta cuadrada o circular con un techo cónico. Las medidas aproximadas de esta unidad son medidas de 3.00×3.00 / 4.00×4.00 m (Marussi, 1999). El origen arqueológico remonta de la cultura Wankarani entre los años 1000-1500ac hasta 100-200dc y Cultura Tiahuanaco aproximadamente 300-1200dc (Escalante, 1993).

Los Putucos, tenían varias funciones domésticas, depósitos, cobijo de animales, cada uno de ellos iba ubicado dentro de una unidad espacial donde se relacionan directamente según la funciones.

En las zonas del altiplano peruano en la actualidad se realizan dos tipos de vivienda de Putucos: unas realizadas en su totalidad en base al material de la champa y las otras se realizan las tres primeras hileras en material champa y se continúa con el bloque de adobe convencional, esto se debe a que la champa es un material que está hecho en su totalidad en base a la materia prima la tierra húmeda del altiplano que se

vida es de 10 a 15 años.

Estas viviendas también son de un gran beneficio al medio ambiente ya que llegando al final de ciclo de vida el material se une nuevamente con el suelo y en otros casos los pobladores reúsan los bloques que quedan de la vivienda que en abandono (figura 1) (Marussi, 1999). Se debe explicar que la champa, el material con el que se construyen los putucos

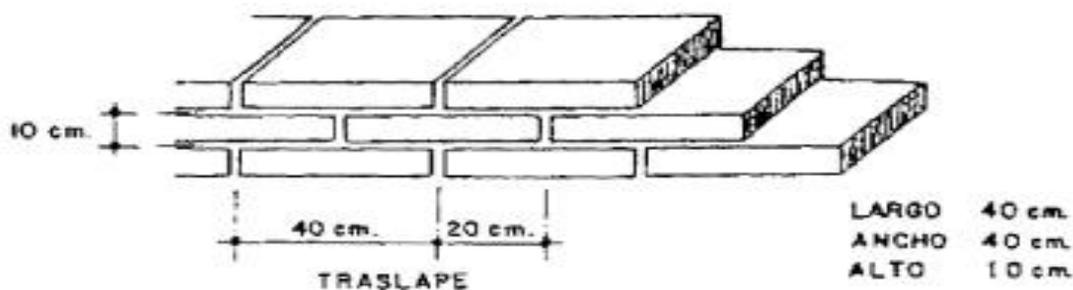


Fig. 2. Bloque de adobe (Gamarra y Galdos, 2014).

extrae con las raíces de Ichu, pero a veces la tierra de agricultura impide la extracción y además esta extracción debe hacerse en la época húmeda ya que es la época donde mejor actúan las raíces entrelazadas del Ichu llegando a un su más alta propiedad flexible. La diferencia de estas viviendas en durabilidad es notoria las que son realizadas con Champas pueden tener un rango de vida de 50 a 60 años, en algunos casos 100 años y las que son realizadas con adobe su rango de

son bloques de barro que pueden variar en dimensiones las que se tienen en investigaciones previas son las de 50x40x12.5 y 70x50x12.5, su elaboración se realiza en base a la extracción del material de la misma tierra en la época húmeda, con las raíces de Ichu y se adicionan otros materias primas como quemello o chiji (pajas), dejándose secar durante 28 días.

El objetivo del presente estudio, va dirigido a establecer nuevas líneas de investigación sobre los putucos, que

incluyan la realización de ensayos físicos y mecánicos, para así, evaluar su durabilidad en el tiempo.

II. ESTADO DEL ARTE

Según el libro del Dr. Arq. peruano Ferruccio Marussi, *Arquitectura Vernacular Los putucos de Puno*, se muestra que aun este tipo de vivienda sigue persistiendo como una arquitectura espontánea y es una de las tradiciones constructivas que aún no ha sido impactada por el modo de vida urbano que se está llevando en la actualidad, pero siempre se enfoca en la carencia de investigaciones sobre este tipo de vivienda, presenta como objetivo crear una difusión del sistema constructivo. Son una técnica con formas, detalles y proporciones únicos en el país (Marussi, 1999).

En el artículo del Ing. Yasmani Teofilo Vitulas, quién cuenta con uno de los artículos más completos sobre los ensayos y características mecánicas y físicas de las champas como material y la resistencia de los putucos, este artículo científico cuenta con la granulometría, plasticidad, peso

de los paneles de quincha, comparado con los valores de un ladrillo convencional, además de la resistencia a los impactos (Cuitiño et al., 2015).

El artículo "Estudio Térmico en taller construido en quincha tradicional", elaborado por Alfredo Esteves, Esteban Fernández y María Victoria Mercado, tiene como objetivo el análisis de un taller construido en quincha tradicional y su conductividad térmica para comprobar que tiene mejor condiciones superiores a otros sistemas constructivos.

En el artículo "Tecnología y construcción", de Gabriela Viñuelas, se da una breve explicación sobre cómo se realizan las construcciones de tierra en Latinoamérica, el proceso constructivo y características de cada una.

Nilton Gamara y Edelson Galdos, trabajo de fin de grado de la universidad de cusco con el tema "El adobe como material de Construcción en Viviendas sismo-resistentes" realizan una recopilación concisa y sistemática de las características mecánicas y físicas del adobe.

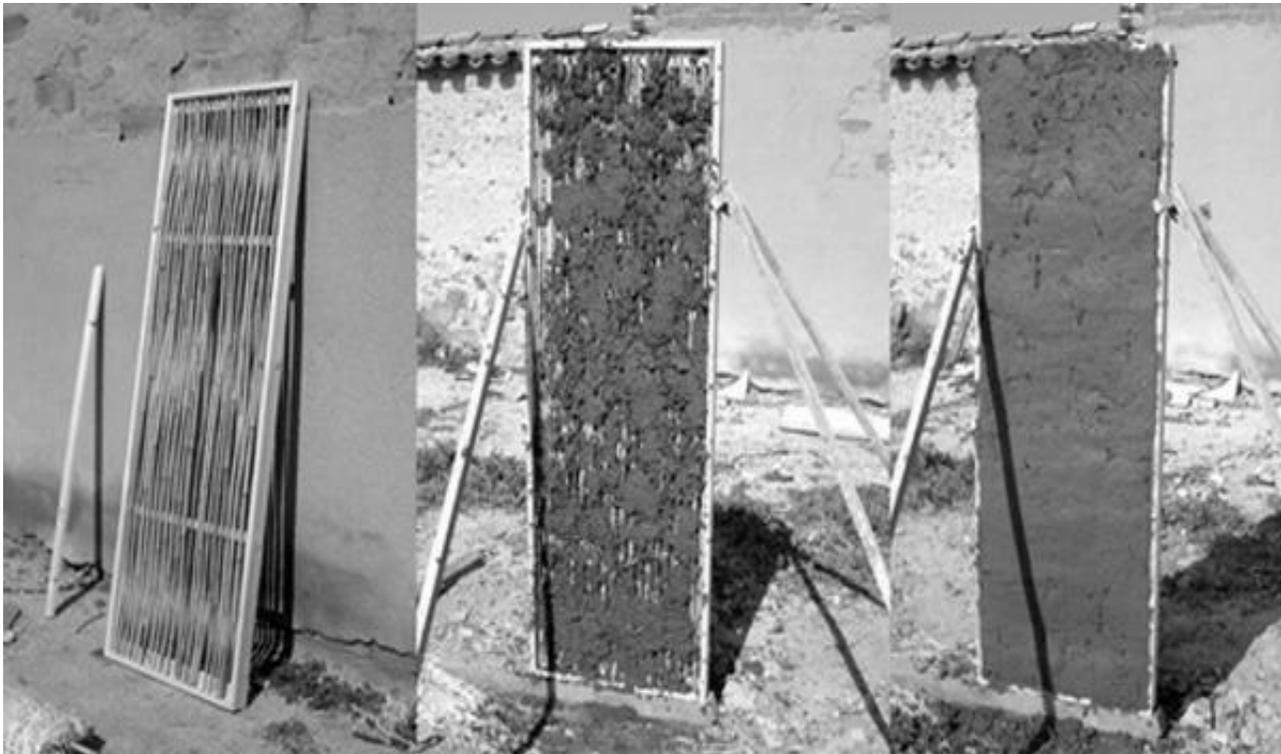


Fig. 3. Panel de Quincha (Viñuelas, 2008).

específico y propiedades mecánicas, las que nos han permitido poder generar la comparación en el presente artículo con los otros materiales o sistemas en tierra (Vitules, 2015).

En "Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto", artículo elaborado por G. Cuitiño, A. Esteves, G. Maldonado, R. Rotondaro, se analiza la transmitancia térmica

III. MATERIALES Y TÉCNICA

La composición del bloque de adobe es un material que está compuesto por aproximadamente entre un 50- 70% de arena, para que llegue a su mayor efectividad es recomendable adicionar arcilla en un 18-15%, para darle un poco de flexibilidad se utiliza paja o fibra vegetal entre un 10-28%

(figura 2).

Las dimensiones del adobe están en la siguiente proporción según el reglamento Nacional de Construcción de Perú E-80, proporcionalmente $L=X$; $H=X/4$; $A=X/2$ en los que comúnmente el $x=30-40$ cm, pero estas medidas pueden variar tratando de mantener una proporción adecuada. El muro de

debe realizar en la época de húmeda ya que el material se extrae directamente de la tierra con las raíces del Ichu, en el que luego se adiciona chiji o quemello, más conocido como paja en la que se forma un bloque con dimensiones de $50 \times 40 \times 12.5$ ó $70 \times 50 \times 12.5$ cm que deben dejarse secar durante 28 días para que en la época de seca se inicie la construcción.



Fig. 4. Champas (Marussi, 1999).

TABLA I
MATERIALES EN TIERRA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO EN TIERRA

MATERIALES	CHAMPA (Vitules, 2015)	ADOBE (Norma E-80, 2000)	QUINCHA (Cuitiño et al., 2015)
TIERRA O BARRO O ARENA		55-70%	25%
ARCILLA	*****	15-18%	*****
LIMO /PAJA O FIBRA VEGETAL	70%	10-28%	*****
CHIJI O QUEMELLO+ICHU	30%	*****	*****
CAÑA	*****	*****	75%

adobe se realiza en forma de sogá.

La quincha, es un sistema constructivo que está compuesto por paneles de caña relleno de barro o tierra. Las dimensiones son de $1.20 \times 1.80 \times 0.10$ o $1.20 \times 2.40 \times 0.10$ m aproximadamente, su elaboración se inicia con un bastidor de madera que se divide en 3 partes y se arma un trenzado de caña para que tenga cierta solidez, luego se realiza una mezcla de tierra, agua y paja y se rellena con esa mezcla (figura 3).

Las champas son bloques de barro, que tienen un proceso constructivo tradicional que ha sido trasladado de generación en generación, el proceso de elaboración de este material se

TABLA II
DIMENSIONES DE MATERIALES O PANEL DE TIERRA

CHAMPA (Vitules, 2015)	ADOBE (Gamarra y Galdos, 2014)	QUINCHA (Esteves et al., 2003)
$50 \times 40 \times 12.5$ cm	$30 \times 15 \times 7.5$ cm	$1.80 \times 1.20 \times 0.10$ cm / 1.20×2.40
$70 \times 50 \times 12.5$ cm	$40 \times 20 \times 10$ cm	

Este material tiene una gran resistencia a la humedad porque las raíces de Ichu cuentan con esa característica (figura 4).

En base a todas las investigaciones la composición y dimensiones de los materiales y sistemas de tierra han sido consolidadas en las tablas 1 y 2.

La elaboración de cada sistema es bastante sencilla y lo único que se necesita son materiales proporcionados por la naturaleza.

ya que el adobe cuenta con $3.5\text{kg}/\text{cm}^2$ y la champa $0.941\text{kg}/\text{cm}^2$, con una diferencia de $2.56\text{kg}/\text{cm}^2$.

Las diferencias entre los ensayos del adobe y la quincha, tenemos que la densidad en adobe es $1.65\text{kg}/\text{cm}^3$ y la de quincha $1.289\text{kg}/\text{cm}^3$ teniendo una diferencia mínima de $0.36\text{kg}/\text{cm}^3$.

En referencia con la conductividad el adobe cuentan con $0.82\text{ W}/\text{mK}$ y la quincha $0.17\text{W}/\text{mk}$, mostrando una diferencia

TABLA III
DATOS OBTENIDOS DE OTRAS INVESTIGACIONES

MATERIAL / SISTEMA	PESO ESPECIFICO (Vitules, 2015)	PLASTICIDAD (Vitules, 2015)	ELASTICIDAD (Vitules, 2015)	DENSIDAD (Viñuelas, 2008)
CHAMPA	$1054.80\text{kg}/\text{m}^3$	38.40%	$9.043\text{ kg}/\text{cm}^2$	***
ADOBE	$1700.00\text{kg}/\text{m}^3$	25%	***	$1.65\text{kg}/\text{cm}^3$
QUINCHA	***	***	***	$1.289\text{kg}/\text{cm}^3$
MATERIAL / SISTEMA	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (Esteves et al., 2003)	FUERZA FLEXION (Vitules, 2015)	RESISTENCIA A COMPRESION (Norma E-80, 2000)	RESISTENCIA TÉRMICA (Cuitiño et al., 2015)
CHAMPA	***	$0.941\text{ kg}/\text{cm}^2$	***	***
ADOBE	$0.82\text{ W}/\text{mK}$	$3.5\text{kg}/\text{cm}^2$	$22\text{Kg}/\text{cm}^2$	$0.65\text{m}^2\text{ k}/\text{w}$
QUINCHA	$0.17\text{W}/\text{mk}$	***	***	$0.38\text{m}^2\text{ k}/\text{w}$

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se tiene diferentes tipos de datos que han sido obtenidos de investigaciones previas para poder observar sus características como pieza y cómo actuaría en un sistema constructivo completo (Tabla 3).

En el análisis de los resultados podemos comparar adobe con quincha o adobe con champa, ya que en la búsqueda de los artículos seleccionados se muestran los datos mencionados anteriormente.

En el peso específico tenemos que el adobe tiene $1700.00\text{kg}/\text{m}^3$ y la champa $1054.80\text{kg}/\text{m}^3$, aquí se tiene una diferencia de $646\text{kg}/\text{m}^3$ que es una cantidad nada despreciable y a su vez puede generar una característica a favor de la champa ya que es menos pesada. En cuanto a la plasticidad la champa cuenta con 38.40% y el adobe con 25%, en esta característica también la champa cuenta con 13.4% más que el adobe. La champa tiene $9.043\text{kg}/\text{cm}^2$ que no es una cantidad despreciable en lo que refiere a elasticidad. Analizando la Fuerza a flexión, el adobe tiene más resistencia que la champa,

de $0.65\text{W}/\text{mk}$ siendo el adobe un material con mejor conductividad.

Los datos de la resistencia térmica entre el adobe tienen $0.65\text{m}^2\text{k}/\text{w}$ y la quincha $0.38\text{m}^2\text{k}/\text{w}$ con una diferencia de $0.27\text{m}^2\text{k}$ siendo el adobe un material con mejor resistencia térmica al lado de la quincha.

TABLA IV
DIÁMETRO DE TALLOS SUBTERRÁNEOS (VITULES, 2015)

Nº de Muestra	Diámetro (mm)	
	Tallo subterráneo horizontal	Tallo subterráneo vertical
1º	6.00	1.50
2º	3.00	1.00
4º	2.50	1.45
6º	2.00	1.25
7º	3.00	1.00
Diámetro promedio	3.64	1.21

También se tiene el análisis granulométrico de la champa demostrando la resistencia que tiene a la humedad, por la

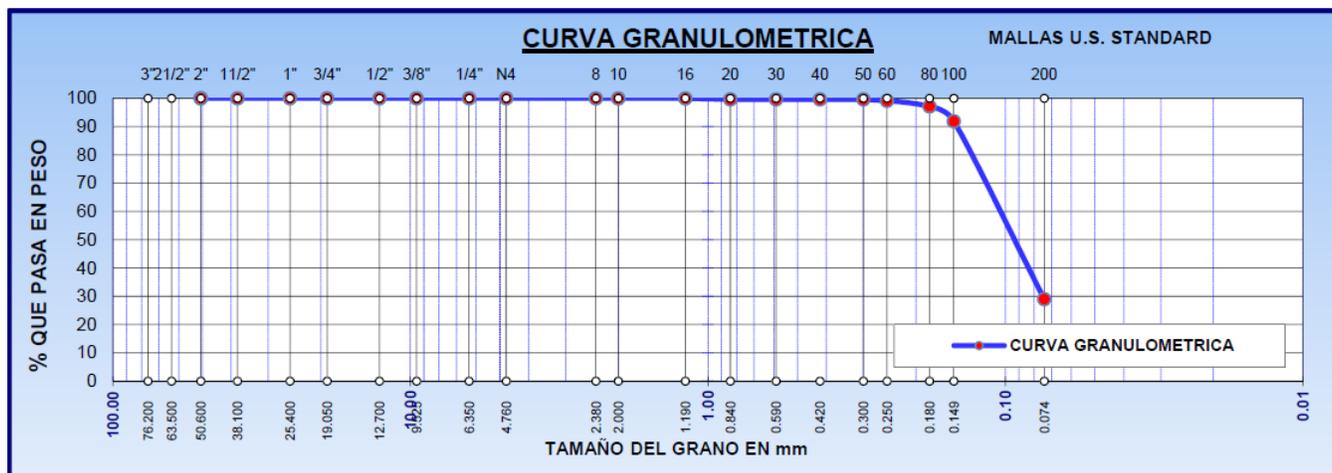


Fig. 5. Curva granulométrica (Vitules, 2015).

composición del mismo material y de las raíces que se usan dándoles una resistencia a la humedad que no es vista con el adobe, como se puede observar en la tabla 4 y la figura 5.

V. CONCLUSIONES

Se puede concluir con los datos obtenidos de otras investigaciones que la champa es un material que cuenta con características favorables según los ensayos que pudieron obtenerse, tenemos que el peso específico de esta pieza o molde es de 1054.80kg/m^3 y el adobe 1700.00kg/m^3 , teniendo una diferencia de 645.20kg/m^3 siendo este bloque más ligero, en consecuencia el módulo de vivienda de Putuco es más ligero y esto puede ser favorable a la hora de resistir movimientos sísmicos. También se ha podido obtener que la plasticidad entre adobe de 25% y champa de 38.40% genera una diferencia de 13.40% superior al adobe dando la opción a que sea más flexible. También se tiene la durabilidad de las viviendas de los Putucos que tienen un rango de 50 a 60 años en algunos casos 100 años, cuando las construcciones tipo Putuco hechas en adobe tienen solo una resistencia de 10 a 15 años aun teniendo como base el uso de 3 hileras de champas. Esta diferencia se debe a que el adobe es un material que erosiona rápidamente y no tiene resistencia a la humedad, en cambio la champa es una pieza hecha en base a raíces de ichu que pueden estar sumergidas en la época de lluvia durante varios días o meses sin que su morfología se vea afectada. Se debe destacar que los Putucos hechos en base a champas demuestran su durabilidad y resistencia en base a su permanencia en el tiempo.

Es por este motivo, que se requiere generar unas nuevas líneas de investigación sobre este material en concreto como al sistema, porque aun los datos de ensayos científicos son muy pocos para poder implementarlos en los sistemas constructivos de tierra que siguen utilizándose en la actualidad.

REFERENCIAS

- Cuitiño, G. et al. (2015) "Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto". Buenos Aires: s.n. ISSN-L: 0020-0883.
- Escalante, J. (1993). "Arquitectura prehispánica en los Andes Boliviano". Producciones Cima, 1993, pág. 507.
- Esteves, A. et al. (2003). "Estudio térmico en taller construido en Quincha tradicional". Mendoza: Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda INCIHUSA - CONICET, Argentina.
- Gamarra, N y Galdos, E. (2014). "El adobe como material de Construcción en Viviendas sismoresistentes". Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- INEI (2013). Instituto Nacional de Estadística e informática. www.inei.gov.pe. [En línea] <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/imprimir/>.
- La Republica (2014). "Puno: Declaran a los "putucos" como Patrimonio Cultural del Perú". 03 de 11 de 2014.
- Marussi, F. (1999). "Arquitectura Vernaculas: Los Putucos de Puno". Miguel Ángel Rodríguez Rea y Antonio Gonzales Montes, Universidad Ricardo Palma, Junio de 1999, pág. 141.
- Norma E-80 (2000). Reglamento Nacional de Construcción del Perú. NORMA E-80 ADOBE.
- Viñuelas, G. (2008). "Tecnología y construcción". Buenos Aires: s.n. págs. 220-231.

Vitules Quille, T. (2015). "Etnoingeniería en Construcciones rurales Tipo Putucos del Altiplano Puneño, conocimientos empíricos en la construcción de la Vivienda". Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Editorial Altiplano E.I.R.L.



Reconocimiento – NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.