

USKALLACTA: MODELO DE CONFORT TERMICO EN LA ARQUITECTURA PREHISPANICA DEL VALLE DEL COLCA

USKALLACTA: MODEL OF THERMAL COMFORT IN THE PREHISPANIC ARCHITECTURE OF THE COLCA VALLEY

PRESENTADO : 05.04.18
ACEPTADO : 28.05.18

ERICKA MARTHA GUERRA SANTANDER

RESUMEN

Los objetivos de esta investigación fueron: 1.- Probar que los materiales y técnicas constructivas prehispánicas, usadas en construcciones actuales en el Valle del Colca, generarían viviendas eficientes térmicamente, comparadas a viviendas construidas con materiales como ladrillo, cemento, calamina y con técnicas constructivas actuales, que asociadas al frío extremo son inhabitables y que atentan contra la salud de los pobladores. 2.- Recuperar la imagen urbana de los pueblos tradicionales. Para cumplir con estos objetivos, analizamos los materiales y técnicas constructivas de 2.- sitios arqueológicos: Uskallacta, ubicado a 3km de Chivay, en las coordenadas 71°36'54" longitud oeste y los 15°40'01" de latitud sur. Malata, ubicada a 1 km de Tuti a 15°34' 31" latitud Sur y 71°34'48" longitud Oeste.

Realizamos también un estudio de las viviendas en los pueblos de Chivay, Tuti y Cabanaconde. Toda esta información nos permitió generar simulaciones, para probar la eficiencia térmica, llegando a la conclusión que los materiales y técnicas constructivas prehispánicas son más eficientes térmicamente y permitirían recuperar la imagen urbana de los pueblos tradicionales del Valle.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura Collagua, Arquitectura Colonial, Arquitectura Inca, Arquitectura Prehispánica, Confort Térmico, Uskallacta.

ABSTRACT

The objectives of this research were: 1.- To prove that prehispanic building materials and techniques, used in current constructions in the Colca Valley, would generate thermally efficient housing, compared to homes built with materials such as brick, cement, calamine and construction techniques current, that associated with extreme cold are uninhabitable and that threaten the health of the residents. 2.- Recover the urban image of traditional peoples. To meet these objectives, we analyzed the materials and construction techniques of 2 archaeological sites: Uskallacta, located 3km from Chivay, at coordinates 71°36'54 "west longitude and 15°40'01" south latitude. Malata, located 1 km from Tuti at 15°34'31 "South latitude and 71°34'48" West longitude.

We also conducted a study of the houses in the towns of Chivay, Tuti and Cabanaconde. All this information allowed us to generate simulations, to test the thermal efficiency, arriving at the conclusion that the prehispanic materials and construction techniques are more thermally efficient and would allow to recover the urban image of the traditional villages of the Valley.

KEYWORDS: Collagua Architecture, Colonial Architecture, Inca architecture, Prehispanic Architecture, Thermal comfort, Uskallacta.

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Colca la ocupación humana se inicia el año 200 d.c.

Los sitios arqueológicos estudiados para esta investigación, se desarrollaron en el periodo intermedio tardío (del 1100 al 1450 d.c), estos centros poblados tuvieron ocupación Collagua, Inca y posteriormente Colonial y muestran una imagen urbano-arquitectónica que debe ser conservada, como parte del patrimonio arquitectónico de la nación.

Robles Mendoza nos dice que: “Uno de los distintivos de identidad del valle del Colca son sus andenes. Son plataformas artificialmente construidas para ganar tierras de cultivo, mediante la construcción de muros de piedra menuda en todos los terrenos declives, a lo largo del valle, desde Coporaque hasta Cabanaconde” (Robles Mendoza, 2010).

En las últimas décadas la imagen urbana de los pueblos del Valle, se está deteriorando debido a la ausencia de políticas, que controlen su desarrollo urbano arquitectónico. Parte de este deterioro es la mala habitabilidad de las viviendas, una de las causas es que los muros de ladrillo húmedo y poco expuesto al sol, generan el crecimiento del hongo *Aspergillus*, peligroso para la salud de sus habitantes.

Por estos problemas se planteó el rescate de técnicas y materiales constructivos prehispánicos que ayuden a mejorar las condiciones de habitabilidad de estas viviendas, a la par de la necesidad de regresar la imagen urbana de un pueblo tradicional, muy importante para el crecimiento turístico del Valle.

Uskallacta es uno de los sitios analizados para nuestra investigación, se ha definido según (Neira Avendaño M. , 1961) como un sitio evidentemente de desarrollo Collagua, pero que tuvo una continuidad de uso en el periodo Inca. Según Ann Kendall:

El uso de materiales como la piedra y la arcilla promueven factores físicos que se originan en su construcción, favoreciendo la humedad y temperatura del suelo que promueven (Kendall. A, 2009)

Benavides afirma que “La arquitectura en el Valle del Colca se desarrolló en base a sistemas constructivos propios Collagua que luego fueron asimilando elementos funcionales foráneos”. (Benavides B, 1985).

Las características de la Arquitectura Collagua fueron definidas por Steve Wernke quien dice:

La construcción de las casas collaguas se caracteriza por muros de doble hilada, con un relleno de cascajo y tierra, variando de grosor total entre 60-80 cm, pero hay algunos ejemplos de casas grandes con muros gruesos de hasta 1.2 m. Los perfiles de los muros se afilan hacia la parte superior, entre 5-10% del grosor de la base, y la mayoría de los muros se inclinan ligeramente hacia el interior. Las fachadas de las paredes interiores fueron rematadas con un estuco de variable grosor entre 2-3 cm. Pequeñas hornacinas son comunes a lo largo de las paredes, y son de forma cuadrangular a rectangular, y variando de tamaño entre 25-40 cm de ancho y alto, y 20-30 cm de profundidad. En los casos raros donde se encuentran ventanas, siempre están situadas en el centro de los hastiales. (Wernke, 2009).

Por esta razón consideramos que los sistemas constructivos y los materiales usados por los Collaguas y posteriormente por los incas son eficientes para hacer frente al clima del Valle y planteamos como objetivos de nuestra investigación:

1.-Rescatar las técnicas constructivas de los sitios prehispánicos Uskallacta y Malata en el Valle del Colca, y su probable uso en construcciones actuales.

2.-Reconstruir cronológicamente la evolución de los procesos, técnicas constructivas y materiales usados en época prehispánica.

3.-Probar mediante simulaciones la mejora de las condiciones térmicas de las viviendas, usando materiales de construcción de época prehispánica para construcciones actuales. Por lo que consideramos como hipótesis: “Es posible recuperar las técnicas y procesos constructivos de los monumentos arquitectónicos de época prehispánica en el Valle del Colca para ser aplicados en los procesos constructivos actuales.”



Figura 1. Evidencia de piedras de soporte para segundo nivel en Uskallacta.
Fuente: Ericka Guerra 2016



Figura 2. Muro con enlucido interno
Fuente: Ericka Guerra 2016

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló durante un periodo de dos años e involucro un detallado trabajo de campo. Iniciamos con la prospección y exploración de los sitios arqueológicos Uskallacta y Malata, Con un total de 140 estructuras, correspondiendo 60 a Uskallacta y 80 a Malata. Para el levantamiento de información elaboramos una ficha detallada que nos permitiera registrar los siguientes datos: Sitio, ubicación, función de la edificación, (vivienda, administrativa, ceremonial), forma, material de muros, ancho de muro, vanos de acceso, ventanas, tipo de techo, material de techos, detalle de sistema constructivo empleado, antigüedad, altura, largo, ancho, estado de conservación, patologías encontradas y registro fotográfico de cada edificación.

Dicha información se sistematizó con el empleo de tablas comparativas.

A continuación presentamos un breve resumen de los resultados: Los muros en 95% son de doble hilera. Los Techos en 99% son a dos aguas, las formas mas usadas son 93% rectangulares, 3% cuadrangular, 3% ovoides y 1% circular ya que solo se usaban para edificaciones mortuorias (chullpas), el ancho de los muros oscilan entre los 50 y 80 cm. De acuerdo al tamaño de la estructura. El mismo trabajo de campo se realizo en los pueblos de Chivay, Tuti y Cabanaconde con un estudio del estado de las viviendas y los problemas existentes en ellas. Así como el análisis de la imagen urbana de cada pueblo.

Los resultados de este análisis fueron el 60% de edificaciones del pueblo de chivay usa muros de ladrillo, techos planos, edificaciones de 2 o mas niveles sobre todo en el centro del pueblo de Chivay, o 1 nivel con techo a dos aguas de calamina.

Los softwares empleados para la reconstrucción 3d de las estructuras y las simulaciones fueron: Autocad 3d y Autodesk Ecotec.



Figura 3. Imagen urbana de la Plaza de Chivay
Fuente: Ericka Guerra

DESARROLLO

Como primer punto se escogió 3 estructuras tipo de cada uno de los sitios, las mejores conservadas y que nos dieran suficiente información para la reconstrucción tridimensional realizada en Autocad 3D. Para las simulaciones de eficiencia energética determinamos las propiedades físicas de los materiales usados en estas estructuras. Con estos resultados procedimos hacer las simulaciones en Autodesk Ecotec.

En este artículo solo mencionamos la estructura 38 de Uskallacta por ser la más representativa y mejor conservada de ambos sitios.

En un segundo punto se realizó la comparación de simulación de eficiencia térmica entre una vivienda básica con materiales modernos y una vivienda básica, utilizando los materiales y técnicas de los sitios prehispánicos, para comprobar si realmente había mejoras en la eficiencia térmica.

RESULTADOS

El resultado de reconstruir cronológicamente la evolución de las técnicas constructivas y materiales usados en época prehispánica fue:

1.- Uskallacta tuvo un proceso histórico en tres momentos: Primero cuando fue poblado por los Collaguas. Luego con la llegada de los Incas, en donde el sitio se convirtió en centro administrativo y un emplazamiento estratégico. Un tercer momento fue la temprana llegada de los españoles al valle.

2.- Cronológicamente se ubica en el periodo intermedio tardío, es decir del 900 al 1400 d.c. y el periodo de ocupación más importante se calcula entre el 1350 y el 1532, dentro del desarrollo de la cultura Collagua.

3.- El diagnóstico de estos sitios, nos indica que el sistema constructivo principal, es el uso de piedra, argamasa, madera y paja, una armonía envidiable con el medio ambiente, porque está se emplaza en la topografía del sitio, mimetizándose con el paisaje.

El 99% de las edificaciones de Uskallacta es de dos niveles. La madera utilizada para el piso del segundo nivel fue el sauce o huayaco, especie oriunda del Valle. Por otra parte los techos en el Valle del Colca fueron diseñados para hacer frente a las inclemencias del Clima. Casi en todo el Valle del Colca evidencia techos a 2 aguas o 1 agua.

En Uskallacta destaca un aspecto importante "muros con esquinas interiores y exteriores redondeadas, característica propia de la arquitectura con tradición Collagua." (Neira Avendaño M. y., 1990).

4.- El ancho de los muros es proporcional al tamaño de la estructura, generalmente en estructuras de gran tamaño, el ancho de los muros oscila entre los 0.70m. a 1.00m. De doble hilera.

5.- Estas edificaciones solo tenían un vano de acceso. Algunas investigaciones indican que el uso de un solo acceso era para conservar la temperatura dentro de las habitaciones.

Ann Kendall afirma que:

Los andenes, por sus muros de contención de piedras, tienen la

capacidad de absorber y almacenar el calor del sol e irradiarlo durante la noche, desviando o modificando vientos y heladas, y así proteger los cultivos. (Kendall. A, 2009)

El diagnóstico obtenido de los pueblos de Chivay, Tuti y Cabanaconde nos permite afirmar que:

1.- La imagen que proyectan los pueblos en el valle del Colca en la actualidad, muestra la carencia de identidad propia, debido a la falta de normatividad en cuanto a materiales de construcción y a las coberturas.

En su gran mayoría se proyectan perfiles urbanos de un solo nivel con cobertura de calamina (generando una imagen desagradable), pero coexistiendo con construcciones de dos o hasta tres niveles.

2.- Los materiales usados actualmente en la zona son ladrillo, cemento y calamina, estas viviendas muestran un bajo índice de transmisión térmica, por lo que se convierten en habitaciones muy frías, imposible de habitarlas sin el uso de calefacción, constituyendo un gasto energético adicional.

3.- Muchas de estas viviendas están mal orientadas, producto de la construcción empírica sin un asesoramiento técnico. Como consecuencia los materiales usados siempre permanecen húmedos, sobre todo en tiempo de lluvia y esto genera el crecimiento del hongo *Aspergillus*, sumamente dañino y hasta mortal para sus habitantes.

4.- Las cubiertas de Calamina generan una sensación térmica baja además de contaminación auditiva, cuando cae la lluvia o granizo sobre ellas, contribuyen al mal aspecto y deterioro de la imagen urbana.

Para probar mediante simulaciones la mejora de las condiciones térmicas de las viviendas actuales, usando materiales de construcción de época prehispánica, estudiamos las propiedades físicas de los

materiales empleados en la Arquitectura prehispánica y actual del Valle, propiedades como: Densidad, conductividad, resistencia, valor R, calor específico, calor específico volumétrico, capacidad térmica. Este estudio nos permitió determinar la eficiencia térmica en estas estructuras, usamos los estudios de materiales de (Tudela, 1982), (Mazria, 1979) (Monroy, 2006) (Sol, 2015)

Tabla 1: Comparación de Propiedades Físicas entre Materiales Actuales y Materiales Prehispánicos. Fuente: Ericka Guerra. Basado en los datos (Tudela, 1982), (Mazria, 1979), (Monroy, 2006) (Sol, 2015)

	DENSIDAD		CONDUCTIVIDAD		RESISTIVIDAD	CE=CALOR ESPECÍFICO	CALOR=ESPECÍFICO VOLUMÉTRICO	
	Kg/m ³	W/m ² C	Kcal/mhr ² C	m ² C/W	J/Kg ² C	KJ/m ³ C	Kca/m ³ C	
GALIZA	2500	1.53	1.32	0.65	910	2275	543	
SAUCE	600	0.14	0.12	7.14	1210	726	173.39	
ARCILLA SECA/MORTERO DE BARRO	1600	0.45	0.39	2.22	800	1280	305.71	

CONCRETO	2400	1.6	1.38	0.63	1050	2520	601.86
LADRILLO	1800	0.73	0.63	1.37	920	1656	395.51

La Tabla 1 Muestra que la caliza es una de las piedras que absorbe mejor el calor, por su densidad y que tiene menor resistividad respecto al ladrillo, convirtiéndose en un material que trasmite el calor eficientemente. El enlucido, mezcla de arcilla y mortero de barro, ayuda a evitar que el calor dentro de la estructura se pierda. La madera es un material con alta conductividad. Según (Sol, 2015) “el adobe, la piedra y la pirka, tienen la propiedad de aislar el espacio interior del calor diurno y del frío nocturno.” (Sol., 2015)

Para las simulaciones de eficiencia térmica de las estructuras tanto antiguas, como contemporáneas, se considero varios estudios de clima debido a las diferencias climáticas en el valle. Para Uskallacta usamos el estudio de clima de Chivay y para Malata el estudio de Tuti.

Resultando que la temperatura media anual en Chivay es de 9.0 °C. (Data, 2015) (SENAMHI, 2016).

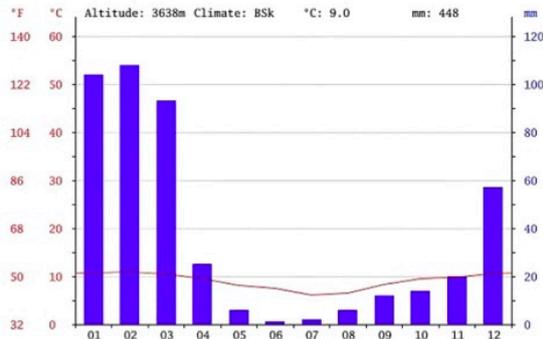


Figura 4. Climograma Chivay Fuente: (Data C., 2015)

Las precipitaciones en Chivay alcanzan a 448 mm al año. (Data, 2015)

En los meses de Junio y Julio la temperatura baja a -0.2 o -0.1 °C, en este contexto es muy difícil la habitabilidad en una vivienda sin calefacción auxiliar.

Las temperaturas en un día oscilan entre 20 °C como máxima a 3.4°C como mínima, produciéndose un cambio de temperatura muy dramático del día a la noche. (SENAMHI, 2016).

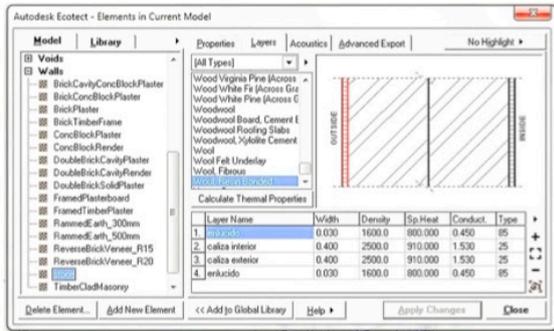


Figura 5. Propiedades del Material de Muro de Caliza Estructura 38. Fuente: Ericka Guerra

Estas simulaciones se realizaron en la reconstrucción tridimensional de la estructura 38. Los datos ingresados para la simulación fueron: densidad, conductividad y resistencia, propiedades físicas de la piedra caliza con un grosor de 50 a 70 cm por ser de doble hilera trabajada, mortero de barro, enlucido de arcilla, altillo y techo de troncos de sauce nativo.

La estructura se dividió en zonas, zona 1 corresponde al primer nivel, dando los siguientes resultados:

- 1.- La simulación nos demuestra que en enero la temperatura en la zona 1, llega a 12°C a pesar que la temperatura fuera de la estructura es de 7.8 grados como mínimo y 17.8°C como máximo.
- 2.- El día más frio del año el 27 de Junio, la temperatura dentro de la estructura en la zona 1 era de 7°C, cuando la temperatura exterior era de -1.4°C, manteniéndose una mejora térmica dentro de la estructura.
- 3.- En la zona 2 del altillo, se reporta en enero una temperatura de 12°C y para el 27 de junio una temperatura de 7°C.

Entonces podemos afirmar que:

-El confort termal dentro de la estructura puede llegar a 14°C en diciembre, a pesar que la temperatura exterior puede llegar a -1.4°C.

La simulación nos demuestra que los materiales y las técnicas de construcción usadas en la estructura 38 de Uskallacta, son eficientes para mantener el confort térmico dentro de la estructura.

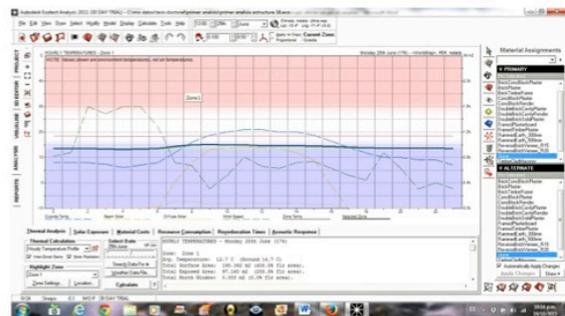


Figura 6. Reporte de Análisis 27 de Junio Estructura 38 Fuente: Ericka Guerra

Para la comparación trabajamos con un modelo básico de vivienda de un solo nivel con 2 dormitorios, 2 baños, sala comedor – cocina, las dimensiones son de 9 por 8 metros y una altura máxima de 5 metros. Ubicada en el distrito de

Tuti, por lo que se uso la Data de clima para este distrito, dando los siguientes resultados. Los materiales usados son ladrillo, cemento y techo de cemento.

- 1.- En enero la temperatura llego a 12°C, en el interior de la estructura mientras que en el exterior era de 9°C.
- 2.- En el día más frio del año el 27 de Junio, la temperatura interior fue de 6.8°C y en el exterior es de 9.6°C a la misma hora de la mañana.

Debemos considerar que en esta construcción se están usando otros materiales como el vidrio, que generan perdida de calor en la estructura.

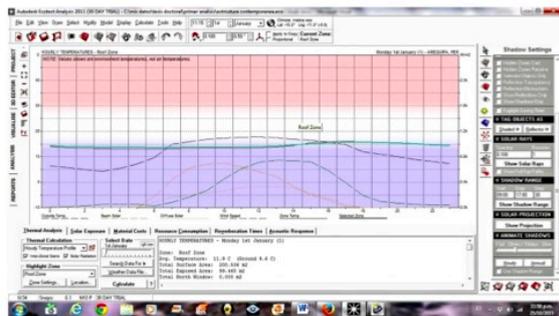


Figura 7. Estructura tipo actual. Análisis Confort Termal 1° de Enero Fuente: Ericka Guerra

Para entender si realmente había una mejora en la eficiencia térmica, hicimos una simulación de una estructura tipo actual, usando materiales y técnicas constructivas Prehispánicas. Se empleó el mismo proyecto de vivienda básica. Pero con materiales y técnicas constructivas prehispánicas. Los resultados fueron más que aceptables: (Figura 8)

- 1.- En la simulación realizada para Diciembre y primeros días de enero la temperatura se mantuvo en un promedio de 14°C en el interior de la vivienda, mientras que en el exterior tenemos una temperatura de 9°C.
- 2.- El 27 de Junio considerado el día más frio del año la temperatura se mantuvo en el

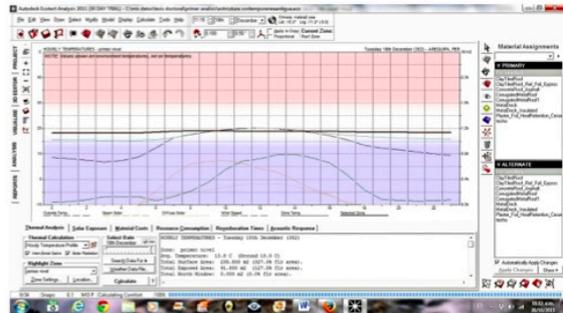


Figura 8. Estructura Tipo actual con materiales prehispánicos Fuente: Ericka Guerra

interior de la estructura en 12 °C., por lo que siendo el mismo diseño, los materiales aportaron una mejora en el confort térmico de la vivienda.

CONCLUSIONES

En conclusión:

- 1.- El rescate de las técnicas constructivas usadas en épocas prehispánicas en el Valle del Colca, para construir viviendas actuales nos permitiría:

Evitar el deterioro físico-espacial por la negativa utilización de materiales de construcción que deforman la imagen urbana de los pueblos tradicionales del Colca.

- 2.- Las simulaciones probaron que los pueblos prehispánicos que se asentaron en el Valle del Colca desarrollaron técnicas y procesos constructivos, que empleados en construcciones actuales, serían capaces de mantener y mejorar la eficiencia térmica de una vivienda.

Estas simulaciones indican que en climas extremos, la vivienda mantendría una temperatura interna que oscila entre los 7° grados en los días más fríos del año a 14° grados en los meses de enero, febrero, marzo, a pesar que en el exterior puede haber una temperatura bajo cero.

- En climas calientes la estructura se mantendría fresca y confortable para el habitante.

- A nivel nacional, como internacional este tipo de vivienda se convertiría en eficiente energéticamente, permitiendo un ahorro de energía. Esto sería posible siempre y cuando se cumpla las condiciones de uso de los materiales y las técnicas apropiadas.

Como usar muros de doble hilera con mortero de barro, contribuyendo a mejorar las condiciones térmicas de la vivienda. Por lo que podemos afirmar que:

- El grosor de los muros permitiría mantener el calor interno en la vivienda en un clima frío extremo y la frescura en tiempo de calor.

- El hecho de mantener pocos vanos evita que las condiciones ambientales escapen de la estructura. Los grandes ventanales no son apropiados para Arequipa, por las condiciones climáticas del departamento.

- En la investigación hemos establecido que en los sitios estudiados solo tenían un vano de acceso y algunos vanos de ventilación y observación principalmente en los segundos niveles.

En cuanto a los materiales podemos afirmar que:

- La piedra: Es el material que se convierte en ideal para la construcción de viviendas en la zona, por el alto índice de transmisión térmica, que permite un ambiente confortable al interior de estas.

- El mortero de barro, usando material de la zona, que es tierra arcillosa que usa como aglomerante toda clase de desechos o cascajo, dándole al muro el espesor y la resistencia necesaria.

- Con respecto al revestimiento o enlucido de los muros, el uso de barro con pigmentaciones naturales como la cochinilla, es ideal y ayuda a mejorar la transmisión térmica hacia el interior de la vivienda, además protege la pérdida de calor de adentro hacia afuera.

- Para las cubiertas el uso de huayaco o sauce nativo para la estructura, e ichu o paja de puna para la cubierta con un impermeabilizante sintético sería ideal. Cumpliendo mejor la función de cubierta que la calamina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benavides, B., & Levano, J. (1985).

Asentamiento Urbano rurales del Valle del Colca, Arequipa. Arequipa: Instituto Nacional de Cultura.

Data, C. (25 de Septiembre de 2015). Clima. Obtenido de <http://es.climate-data.org/location/1035008/>

Guerra, E.; Aquize, P. (1996). Patron Arquitectonico y Patron de Asentamiento del Sitio Prehispanico de Uskallacta Chivay (Valle del Colca) Arequipa. Arequipa.

Mazria, E. (1979). The Passive Solar Energy Book, A complete guide to passive solar home, greenhouse and building design". Rodale Press, Emmaus.

Monroy, M. (2006). El manual del Calor, Las Palmas de Gran Canaria,. Las Palmas: Editorial dca.

Neira, M. (1961). Los Collaguas; Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa.

Neira, M. (1990). Arequipa Prehispanica. En Historia General de Arequipa (págs. 167-183). Arequipa: Fundación Bustamante de la Fuente.

Orozco, E. (Mayo de 2008). Notas sobre Materiales y Sistemas Constructivos. Recuperado el 26 de Febrero de 2016, de Scielo: en: <http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-96012008000200002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-9601.

Pease, F. (1977). Collaguas I. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Robles Mendoza, R. (2010). Sistemasde riego y ritualidad andina en el Valle del Colca. Revista Española de Antropología Americana, 197-217.

SENAMHI, S. N. (2016). Informe N° 023 SENAMHI - DR6-2016. Arequipa.

Sol, a. (2015). sol.arq. Recuperado el 04 de Agosto de 2015, de Sol-arq: Soluciones arquitectónicas sustentables: <http://www.sol-arq.com>

Tudela, F. (1982). Thermal Confort. Recuperado el 20 de Octubre de 2015, de Ecodiseño: www.innova.dk/books/thermal/thermal.htm

Wernke S., Guerra E. (2009). Informe Técnico Proyecto Arqueologico Tuti Antiguo, Valle del Colca. Fase II. Arequipa: Instituto Nacional de Cultura.

Wernke, S. (2009). La interfaz Política Económica del Valle del Colca durante la época Inkaica. Andes, 587-614.

CORRESPONDENCIA

Ericka Martha Guerra Santander
Universidad San Agustín de Arequipa
erickamarthags@gmail.com