

## Arqueología molecular, pH adobe Tallán con presencia microorganismos para conservación preventiva, Sitio arqueológico Tangarará

Molecular archaeology, pH adobe Tallán with the presence of microorganisms for preventive conservation, Tangarará archaeological site

David González Espino<sup>1</sup>, Luis Ángel Paucar Flores<sup>2</sup>, Oliver Martin Velásquez Viloche<sup>3</sup>  
Instituto de Investigación para el Desarrollo del Turismo Sostenible INDEST.  
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú  
Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y Biotecnología,  
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.  
Compañía Trujillo SALEM, ciudad Trujillo, Perú

### RESUMEN

El análisis de los adobes tallanes como elementos que sirven para la construcción a nivel del pH aportan nuevos conocimientos para la intervención a nivel de conservación preventiva. El objetivo de la investigación está en realizar a través de la arqueología molecular un análisis del pH en el adobe tallan determinando presencia de microorganismos, así como acidez o alcalinidad del material constructivo y sirva de referencia para la conservación preventiva arquitectónica en la intervención en los sitios arqueológicos de la costa norte del Perú. La metodología de trabajo estuvo determinada por un enfoque cuantitativo, tipo básica y diseño no experimental ya que no se manipula ninguna variable, y se utilizó una muestra de veinte (20) adobes. Como resultados tenemos un pH 7.21 que se determina como ligeramente alcalino o básico, siendo un indicador que permite interpretar ausencia de humedad, y se determina presencia de hongos en los adobes. A nivel de conclusiones se determina que el material del suelo que sirve para la confección de adobes tallanes evita la humedad del agua en los procesos conocidos como percolación o lixiviación frenando deterioro en el tiempo del material constructivo.

**Palabras clave:** Adobe, Tallán, Potencial hidrogeno, Conservación preventiva, Microorganismos

### ABSTRACT

The analysis of Taltan adobes as elements that serve for construction at the pH level provides new knowledge for intervention at the level of preventive conservation. The objective of the research is to carry out, through molecular archeology, an analysis of the pH in the adobe carving, determining the presence of microorganisms, as well as the acidity or alkalinity of the construction material and serving as a reference for preventive architectural conservation in the intervention at the sites. archaeological sites of the northern coast of Peru. The work methodology was determined by a quantitative approach, basic type and non-experimental design since no variable was manipulated, and a sample of twenty (20) adobes was used. As a result, we have a pH of 7.21, which is determined as slightly alkaline or basic, being an indicator that allows us to interpret the absence of humidity, and the presence of fungi in the adobes is determined. At the level of conclusions, it is determined that the soil material used to make Taltan adobes prevents water humidity in the processes known as percolation or leaching, slowing down the deterioration of the construction material over time.

**Key words:** Adobe, Tallán, Hydrogen potential, Preventive conservation, microorganisms

<sup>3</sup> instituto de Investigación para el Desarrollo del Turismo Sostenible INDEST, Universidad Nacional de Frontera, Email: [dgonzales@unf.edu.pe](mailto:dgonzales@unf.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0001-8564-702X>, Sullana, Piura, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y Biotecnología, Universidad Nacional de Frontera, , Email: [lpaucar@unf.edu.pe](mailto:lpaucar@unf.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0002-1636-2589>, Sullana, Piura, Perú.

<sup>3</sup> Compañía Trujillo SALEM, Email: [comtrusac@gmail.com](mailto:comtrusac@gmail.com), Trujillo, Perú.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ciencia arqueológica estudia los diversos materiales del pasado buscando una explicación a los diversos problemas que se sucedieron en el pasado y que dan pie a las investigaciones (Gonzalez, 2021)

Los trabajos de la ciencia arqueología deben apuntar no solo a la recuperación de materiales culturales, sino también analizar los materiales constructivos como el adobe que son parte de la arquitectura, y en algunos casos han resistido en el tiempo como en Huacas del Sol y La Luna, Huaca Rajada o Tangará.

La arqueología como ciencia enfoca sus investigaciones en materiales del pasado, y además en sistemas constructivos arquitectónicos prehispánicos. El uso del adobe es de larga data, y nuevas investigaciones están proponiendo la aparición de este material en épocas antes de cristo. La característica rectangular del adobe es considerada por muchos como único modelo, sin embargo, existen otros formatos de adobes como son los cónicos que se usan en la arquitectura de tierra como del sitio arqueológico Monte Lima ubicado en el distrito de Ignacio Escudero, provincia de Sullana.

La costa norte del Perú fue el espacio geográfico inicial que albergó a los primeros hombres que llegaron a esta parte del territorio, encontrando en la naturaleza de los suelos diversos materiales para la construcción como roca, arcilla, agua y abundante vegetación.

La formación de los suelos es un complejo proceso que tiene cambios del tipo físico, químico y biológico, por ejemplo, un cambio físico se produce en los tamaños de las partículas que se visualizan a través de la granulometría, un cambio químico se produce con la separación de rocas y minerales, y un cambio biológico se expresa en los cambios que se producen de organismos y microorganismo que habitan los suelos. (García et al., 2012)

Por otro lado, el suelo es un recurso que tiene vida que tiene entre sus funciones producir alimentos como función del ecosistema. En tal sentido la calidad del suelo es determinante en para la sostenibilidad de la agricultura y medioambiente y esperando tener consecuencias positivas para el planeta. (Burbano, 2017)

Se determina como suelo a una serie de materiales, restos de organismos, agua y aire, esto indica que al menos estos componentes siempre están presentes en la composición del suelo (Tarbuck y Lutgnes, 2005)

Diversos trabajos de investigación muestran presencia de sitios arqueológicos que están diseñados en base al adobe y resisten al tiempo; en la costa norte del Perú tenemos los casos de Pampa la cruz en el distrito de Huanchaco, Huacas del Sol y La Luna, Pañamarca (Nepeña), Huaca Cao Viejo (Ascope), Chan Chan (Trujillo), Huaca Rajada (Chiclayo), Narihuala (Piura), Tangará (Sullana) Paredones (Paíta) entre otros diversos sitios tienen dentro del componente arquitectónico presencia de adobes de diversos tamaños.

La arquitectura hecha en tierra es utilizada en gran parte del continente americano donde los pueblos que fueron desarrollando y ocupando espacios empezaron con el diseño de modelos arquitectónicos, y como materiales constructivos están en adobe entre otros.

En etapa colonial el adobe está presente en varias construcciones, y aparecen los ladrillos como nuevo material que se introduce en América. Es así que por ejemplo para el diseño de arquitectura hidráulica de Lima se construye bajo un diseño prehispánico donde los materiales que predominan son roca, adobe y ladrillo. (Gonzalez, 2020)

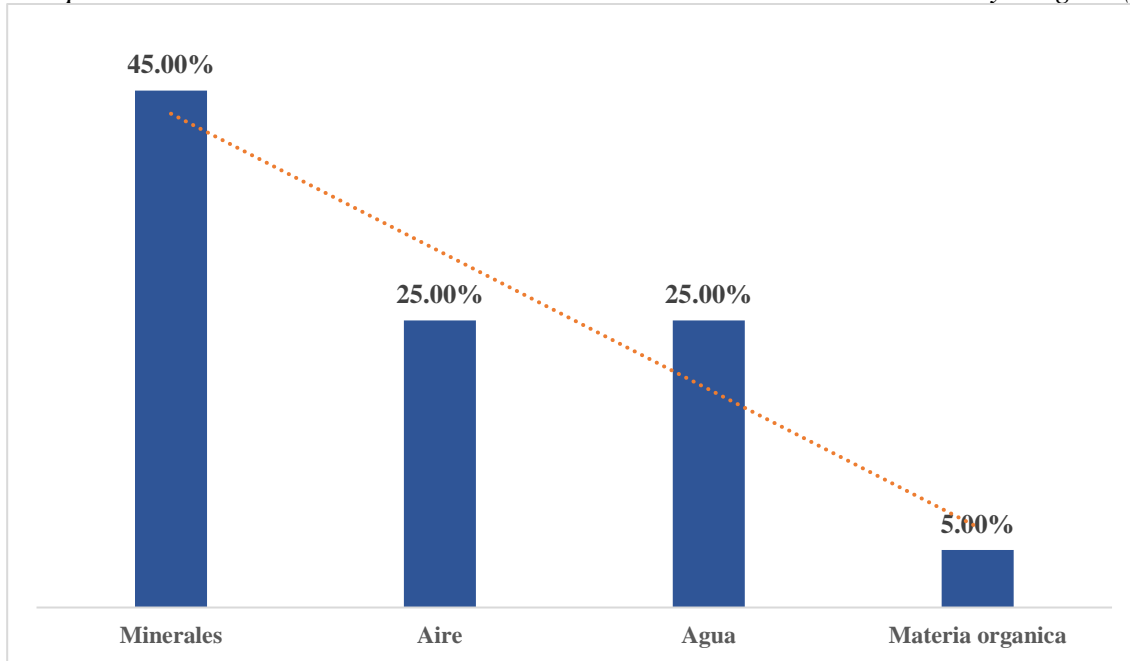
La acidificación de un suelo contempla tres tipos de acidez que se definen en; acidez real, acidez retenida y acidez potencial estos determinan cambios físicos, químicos, y mineralógicos. (Castro et al., 2006)

El material arquitectónico que se usó con frecuencia en la costa peruana por las antiguas culturas proviene del suelo con sus diversos componentes y tamaños que se definen en limos, arcillas, tierras, y arenas que una vez que son trabajadas se convierten en adobe.

Sin embargo, para la costa del Perú existió usó materiales constructivos que complementaron o remplazaron al adobe, (Cornejo et al., 2023) en su trabajo de investigación determina que en el territorio de Chancay hay una influencia inca en la cultura Chancay en las estructuras arquitectónica usando material típico de la sierra como es la piedra (roca) que reemplaza al adobe.

**Figura 1.**

*Composición del volumen de un suelo en buen estado de acuerdo a Tarbuck y Lutgens (2005)*



**Nota.** Los porcentajes están en relación a la distribución establecida por los autores.

En cuanto al perfil del suelo se forma desde la superficie hacia abajo donde existen variantes de composición, estructura, textura, color. Las diferencias verticales del suelo se definen como horizontes desde la superficie hacia abajo se determina; horizonte O, horizonte A, horizonte E, horizonte B y horizonte C. (Tarbuck y Lutgnes, 2005)

El suelo contiene diversos componentes como material orgánico, así como diversas medias de grano donde se encuentra arena, arcilla, tierra, limo entre otros todo ello condiciona a tener un material constructivo adecuado. Sin embargo, es necesario indicar que existe potencial hidrogeno (pH) como una variable importante que permite medir acidez o alcalinidad de los suelos.

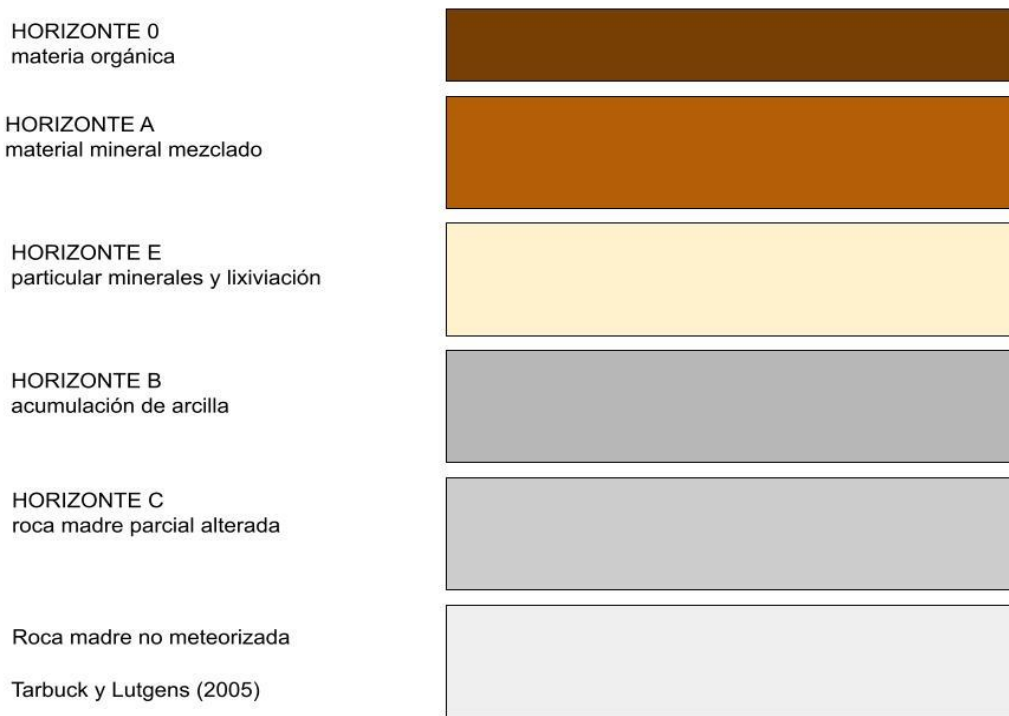
Los suelos aridosoles son aquellos que se caracterizan porque se desarrollan en zonas secas con escasas de agua que no permite la extracción de minerales con características solubles, y que con frecuencia tienen acumulación de carbonatos de calcio, yeso, o sales que están acumuladas en el subsuelo y tiene un bajo contenido orgánico.

Aparecen también en los suelos áridos también contienen una diversidad de materiales para construcción como son; yeso, rocas ígneas para cemento, y presencia de arcilla para confección de ladrillos.

Los ríos que se ubican en los valles que suelen ser amplios generando playas que también se denominan diques que cumplen una función de cauce del río. Estos se forman como parte de una serie de inundaciones en el tiempo. Y conforme el agua va discurriendo se van depositando materiales como sedimento, arena, arcilla entre otros.

**Figura 2.**

*Perfil idealizado de suelo de acuerdo a Tarbuck y Lutgnes (2005)*



**Nota.** Determinación de los horizontes de los suelos y sus compuestos que terminan dando forma a los suelos.

Los suelos deben tener un equilibrio en la composición de limos, arcillas y arenas que permite la estabilización del material hecho que permite que exista resistencia adecuada en la aplicación y diseño por ejemplo de bloques de adobes. (Bedoya, 2017)

La estabilización de los materiales permite a los productos como los adobes tener una consistencia compacta que evita posibles facturas que se pueden producir con algún fenómeno natural de carácter mecánico o sísmico. Así también la prevalencia del ph básico o denominado también alcalino que tiene propiedades físicas que evitan deterioro del material constructivo y que a través de la humedad pueden desarrollar lesiones físicas como grietas.

**Figura 3.**

*Estructura del lado Sur del sitio arqueológico Tangarará ubicado en el centro poblado San Miguel de Tangarará, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana.*



**Nota.** La imagen representa una pared de adobe que permite establecer un diagnostico preliminar identificándose como muro con posible rampa.

El adobe es un material constructivo que fue en época prehispánica soporte para la arquitectura de las diversas culturas que se desarrollaron en territorio peruano. En tal sentido el uso del material continua hasta nuestros días. Por lo general el adobe es un material que no tiene cocción y más bien seca al sol.

Es importante destacar que el adobe tiene una diversidad de combinaciones a nivel de materiales y componentes orgánicos que aportan resistencia y en otros casos estabilidad para soportar en el tiempo.

En si el adobe se define como un bloque de carácter macizo que está constituido de fragmentos de suelo, y no tiene cocción, y en ocasiones se usa dentro de la masa restos vegetales como paja, hierba y plantas que deben cumplir una función de estabilidad.

Además, tenemos el mortero que está constituido de material fino como arcilla o limo, y que se define como una masa que sirve de unión para los adobes que forman parte de una construcción. Hoy en día se van estableciendo una diversidad de recomendaciones sobre el tamaño que deben tener los adobes que son destinados para las edificaciones que con frecuencia llegan a tener medidas que se establecen en 40x40x10 y 40x20x10 que son considerados tamaños óptimos para usar en las edificaciones.

Existen también recomendaciones que a nivel de porcentajes que deben componer el material que se destina para la fabricación del adobe y por otro lado se realizan recomendaciones donde resalta evitar usar material orgánico.

En cuanto al formato del adobe este puede ser cuadrangular, así como rectangular, y en lo posible debe tener ángulo de 90°, así también se recomienda que para la altura en el diseño debe ser superior a los 8cm. Por ejemplo, el ministerio de vivienda del Perú emite propuesta que los adobes deben tener una medida de 40cm x 40cm x 8cm.

En sitio arqueológico de Tangarará está ubicado en el centro poblado de San Miguel de Tangarará, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana. El territorio cuenta con 11 sitios arqueológicos de acuerdo al Ministerio de Cultura, tiene una filiación Tallán con datación relativa del año 900dc.

La cultura Tallán tiene etapas cronológicas de convivencia territorial con una diversidad de culturas entre las que se encuentra: Paita, Mochica, Sicán, Chimú, Inca e Hispánica. Estas afirmaciones sobre convivencia territorial se reflejan en la presencia de arquitectura y cerámicas de las culturas antes mencionadas en el territorio Tallán ubicado en el actual distrito de Marcavelica.

Para las fases constructivas se elaboró una gran cantidad de adobes de diversos tamaños y con diversas marcas que permitieron edificar sobre todo piramides, en el caso del sitio arqueológico Tangarará se determina uso de adobes superpuestos, y argamasa de barro para realizar la unión de las estructuras. Para el ministerio de cultura son montículos que se presentan a orillas del río, sin embargo, se puede apreciar cierto diseño de plataforma superpuesta en el lado sur de la estructura.

Mediante resolución directoral nacional emitida en el año 2005 a través del Instituto Nacional de Cultura del Perú, y de acuerdo a la comisión nacional técnica en arqueología se resuelve declarar patrimonio cultural de la nación a los sitios arqueológicos bajo la denominación; Ovejería 1 (sector 1) Ovejería 2 (sector 2) Tangarará 3 (sector 3) Tangarará 4 (sector 4) Tangarará 5 (sector 5) y Tangarará 6 (sector6) que están ubicados en el centro poblado de San Miguel de Tangarará, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura.

El monumento arqueológico se encuentra ubicado hacia el lado sureste del pueblo denominado San Miguel de Tangarará, en una terraza aluvial ubicada hacia el lado oeste del río Chira. El monumento está compuesto por una sola plataforma artificial con tres (03) elevaciones a manera de montículos. (Ministerio de cultura, 2021)

Los adobes como cualquier otro material están sujetos a determinar pH que es una medida que permite determinar grado de acidez o alcalinidad de una muestra de material en una disolución. Esta tiene una escala de valoración del 1 al 14.

**Figura 4.**

*Sitio arqueológico Tangarará centro poblado San Miguel de Tangarará, distrito Marcavelica, provincia de Sullana.*



**Nota.** Se ubica bajo programa Google Earth el sitio arqueológico Tangarará a las orillas del río Chira.

El potencial hidrogeno (pH) se determina a través de la concentración de iones de hidrogeno como parámetro en la taxonomía del suelo, y con frecuencia se recurre a la medición con metodologías volumétricas (Beretta et al., 2013)

El pH se mide en una escala de 1 al 14 en tal sentido es necesario indicar que una escala comprendida entre 1 y 6.9 se determina como ácido, y una escala del 7.1 al 14 como alcalina o base. La escala óptima neutra es del 7 indicar que determina condiciones favorables, sin embargo, para tierras que serán usadas como material constructivo deben estar por encima del valor siete (07).

**Figura 5.**

*Escala de medición del pH.*



**Nota.** Distribución de la medida del pH que determina acidez o alcalinidad de un elemento donde la neutralidad es 7.

El conglomerado del adobe Tallán está en base a tierra del suelo que al mezclar con agua se desarrolló modelo de adobe, sin embargo, es necesario indicar que no se determinan estudios sobre la resistencia del adobe en el tiempo, y que guarden relación con potencial hidrogeno pH así como presencia de microorganismos.

La conservación preventiva guarda una relación directa con la arqueología, ya que su actividad tiene intervención directa en los bienes materiales como son la cerámica, metales, textiles así también en materiales constructivos del pasado como son los adobes.

Los materiales arqueológicos que provienen de las excavaciones arqueológicas como son los adobes necesitan identificación del pH que permite determinar la resistencia de la arquitectura y material en el tiempo.

La conservación va de la mano con el término patrimonio que significa bienes heredados, y es importante destacar el legado como parte de una cultura nacional, a través de la transmisión de los bienes culturales representativos (Gonzalez, 2024).

Conservar y restaurar son dos actividades que tienen marcadas diferencias a nivel de materiales e intervenciones así que tienen fines distintos. Por ello existen entidades y profesionales que marcan con claridad los oficios. Es así que las definiciones cambian en los países. (Guiche, 1999).

Las intervenciones que se realizan en los materiales de la antigüedad nos dan resultados y consecuencia de los mismos y que con manera constante presentan una diversidad de pautas que se debe tomar en cuenta en los trabajos de conservación. (Catalán, 2013).

Los esfuerzos que presenta la conservación preventiva están focalizados en; la acción preventiva y restauración de las piezas o colecciones, por ello es necesario que las políticas que se pueden plantear en una entidad deben estar destinadas buscar estrategias que eviten los daños que pueden sufrir las piezas o colecciones. (Calderón, 2008).

Los objetos que permanecen en la tierra se presumen que se encuentra de forma estable, y cuando salen de este sufre ciertas modificaciones producidas en principio por el clima hecho que rompe la armonía entre objeto y medio. (Zupan, 2005).

Las causas que llevan al deterioro de una pieza o material arqueológico están en razón de un origen físico, químico o biológico (microorganismos). Así también cualquier sustancia puede afectar a las piezas, es importante resaltar que la afectación dependerá de la naturaleza del objeto, el medio y manipulación del profesional.

Por ejemplo, en los climas que son tropicales o áridos tenemos suelos que frecuentemente pueden tener un contenido de óxidos de sodio, óxido de hierro que evitan la percolación del agua.

La arqueología molecular es una disciplina que permite identificar los microorganismos como bacterias, hongos, levaduras o líquenes que pueden estar influenciando en la resistencia del material como el adobe.

Por ello las intervenciones que se pueden realizar nos permite extraer información para identificación de una diversidad de agentes biológicos que se alojan en los materiales arqueológicos. (Gonzalez, 2024).



En ambientes que son húmedos se acentúa la presencia de cloruro de sodio que termina produciendo ácido clorhídrico que es capaz de disolver sales insolubles en agua, también se forman cloruro de calcio y cloruro de magnesio. La existencia de sales en los suelos de la costa favorecen en la selección de material de construcción, sin embargo, para temas agrícolas no es favorable.

El factor humano contribuye también a la aparición de sales a través de la domesticación de animales en la antigüedad donde tanto materia animal y vegetal se degrada en los terrenos y produce gases de nitrógeno que al combinarse con el oxígeno y humedad fomentan la aparición de nitratos.

Los trabajos de investigación sobre adobes prehispánicos contribuyen a la identificación de componentes químicos que pueden afectar o beneficiar en la selección de suelos para material constructivo y determinar resistencia al tiempo y fenómenos naturales que puedan afectar a las edificaciones prehispánicas del antiguo Perú.

Puy et al (2022) desarrollan investigaciones sobre comparación de adobes prehispánicos y adobes coloniales utilizando en construcciones de México. El objetivo del trabajo fue realizar una caracterización de estos tipos de adobes usados para la edificación. En cuanto a la metodología es con enfoque cuantitativo, tipo básica, diseño no experimental. En cuanto a los resultados destaca a nivel de composición tres tipos de adobe prehispánico, agrícola, y adobe minero. A nivel de composición debemos rescatar que el adobe prehispánico tiene 0.0% de material orgánico, el adobe agrícola 8.9% y el adobe minero 7.26%. En cuanto a componentes químicos tenemos adobe prehispánico presenta  $\text{Na}_2\text{O}$  (óxido de sodio) 5.04% adobe agrícola 6.97% y adobe minero 3.45%. A nivel de conclusiones tenemos que la elaboración del material de adobe estuvo condicionado a los factores ambientales, razones técnicas y culturales.

Gama et al (2012) desarrollan investigaciones sobre arquitectura de tierra sobre adobe como material constructivo. El objetivo de la investigación fue la contribución a determinar las propiedades que tiene el material prehispánico en la construcción que es el adobe. En relación a la metodología está bajo enfoque cuantitativo, tipo básica, diseño no experimental. A nivel de resultados tenemos que de las seis (06) muestras de adobe utilizando tienen pH de 7.87 8.24 6.56 8.87 8.70 8.55 que demuestran ser alcalinas. A nivel de conclusión indica que la materia prima de construcción del adobe es similar en los suelos volcánicos del entorno.

Rivera (2012) desarrolla investigación sobre el adobe en el sistema constructivo de tierra cruda. El objetivo de la investigación fue exponer resultados de las propiedades del adobe a nivel físico, químico y mecánico. En cuanto al enfoque de investigación fue cuantitativo, tipo básico, y no experimental. A nivel de los resultados tenemos que a nivel de la caracterización física el adobe de estudio determino 5.0 pH que se interpreta como ácido, y presencia de sodio (Na) del 0.57%. A nivel de conclusiones se determina que el sistema constructivo en estudio a nivel físico y mecánico tiene una alta fragilidad y por tanto vulnerabilidad importante.

El objetivo de la investigación está en realizar a través de técnicas de la arqueología molecular un análisis del pH en el adobe Tallán determinando presencia de microorganismos además de acidez o alcalinidad del material constructivo y sirva de referencia para la conservación preventiva arquitectónica en la intervención en los sitios arqueológicos de la costa norte del Perú.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En cuanto a los materiales utilizados para la investigación, se determinó extraer muestras de adobes Tallánes del sitio arqueológico Tangarará ubicado en el centro poblado de San Miguel de Tangarará. Así también se utilizó otros materiales para disolver las muestras.

- 20 muestras de adobe Tallán
- 20 frascos para muestras
- Agua destilada 1lt
- Ph medidor (pechimetro)
- Fichas para medir pH
- Placa Petri
- Peptona

Es importante detallar que el sitio arqueológico Tangarará cuenta con una cronología relativa del año 900 dc que está de acuerdo a la datación que fue emitida por el Ministerio de Cultura del Perú en informes del año 2004.

### Figura 6.

*Adobe Tallán que contiene la figura de una mano del sitio arqueológico Tangarará ubicado en el centro poblado de San Miguel de Tangarará, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana.*



**Nota.** Adobe Tallán detalla la figura de una mano que se puede interpretar como una especie de tributo para construir una pirámide.

El enfoque de investigación cuantitativa, ya que nuestro objetivo es recoger datos numéricos de las mediciones realizadas a las muestras del adobe. Los problemas que tienen una ruta cuantitativa pueden tener diversos propósitos, así como intenciones como estimar cantidades o probar hipótesis y teorías. (Hernández y Mendoza, 2018)

En relación al tipo de investigación es básica, ya que nuestra intención es generar nuevos conocimientos sobre la variable de estudio que la conservación preventiva a través del pH para la conservación preventiva en materiales constructivos.

En cuanto al diseño es no experimental en tal sentido no se busca la manipulación de la variable, y toma el dato de la muestra en un momento y espacio puntual. Cuando se trata de investigación no experimental no se establece ninguna situación para ver conducta alguna. (Hernández y Mendoza, 2018).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En cuanto a los resultados de la recolección de las muestras de adobe realizada en la etapa de campo, se determina a través del proceso estadístico un análisis descriptivo que permite interpretar toda información estadística.

**Tabla 1.**

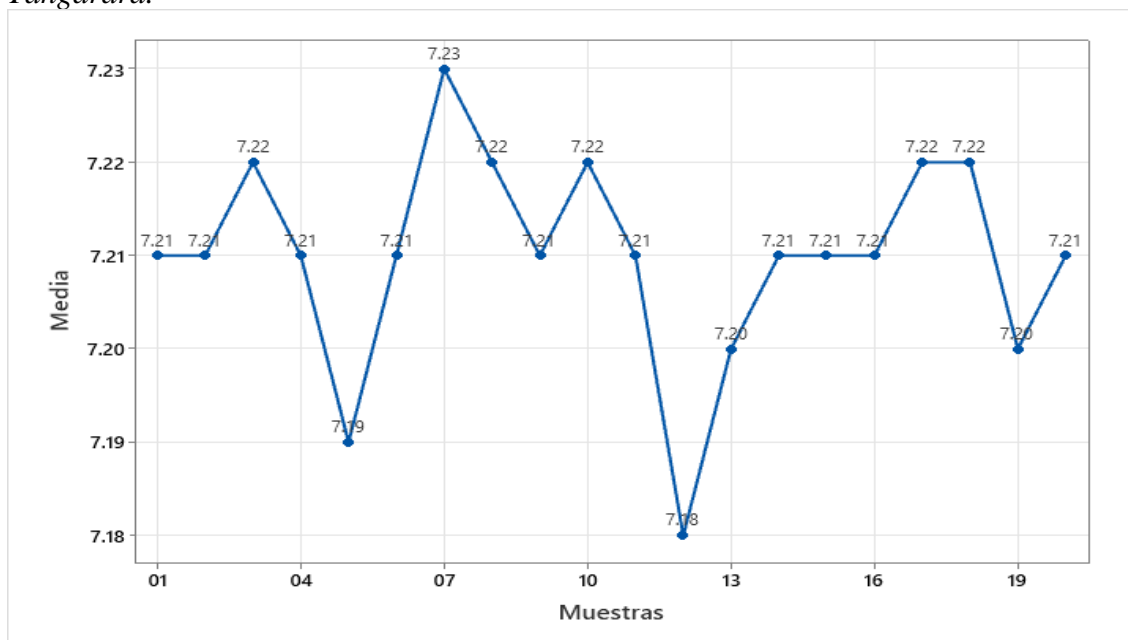
*Análisis de media del pH resultado de las muestras de adobe extraídas del sitio arqueológico Tangarará.*

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
Media	20	0	7.2100	0.0112	7.1800	7.2300

Como se puede observar en el resultado tenemos una media de 7.21ph de las muestras del adobe de origen Tallán que se utilizaron para análisis, y por tanto se determina con una tendencia de pH básico o alcalino.

**Figura 7.**

*Comportamiento del pH en las muestras de adobe Tallán extraídas del sitio arqueológico Tangarará.*

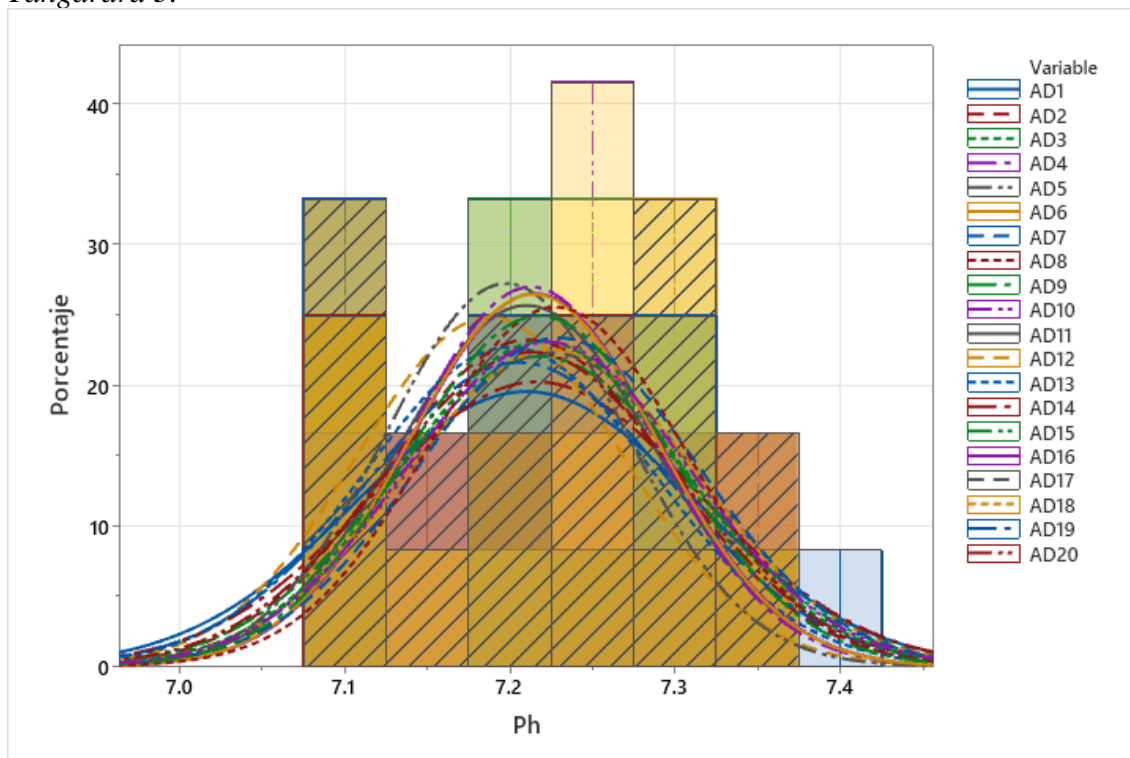


Como se puede observar en la serie de tiempo se determina la tendencia de la media de las muestras que tiene como resultado 7.21 que se puede indicar que nos encontramos ante un pH ligeramente alcalino.

La presencia de alcalinidad en el material constructivo de adobe es un indicador que permite interpretar que existe resistencia al tiempo y a los fenómenos naturales como lluvia y humedad que con frecuencia afectan de forma física a los adobes a través de fisuras, corrosión entre los efectos más frecuentes.

**Figura 8.**

*Distribución del pH en las muestras de adobe Tallán que fueron extraídas del sitio arqueológico Tangará 3.*



Como se puede observar en la distribución de los datos relacionados al pH de las muestras de adobe existe una tendencia de campana al 7.21 que se determina como un pH alcalino que impide la percolación o lixiviación del agua y se mezcla que material de adobe.

En cuanto a los análisis realizados del adobe debemos indicar que se realizó cultivo de las muestras seleccionadas a través de un análisis cualitativo para determinar presencia de microorganismos.

**Figura 9.**

*Resultados del análisis cualitativo del cultivo de muestra de adobes Tallán del sitio arqueológico Tangarará 3.*



**Nota.** Resultado del cultivo de microorganismo que están presentes en los adobes Tallanes.

Como se puede observar en la figura 9 determinamos a través del cultivo en placa Petri presencia de microorganismos como es hongo en los adobes Tallanes que forman parte de la muestra.

En relación a los trabajos con resultados sobre medición del pH existen ciertas condiciones de asemejan y en otros casos difieren con los resultados en materiales arquitectónicos como es el adobe. Así también tenemos presencia de agentes biológicos que forman parte de la muestra.

En relación al trabajo de Puy et al (2022) sobre investigaciones de comparación de adobes prehispánicos y coloniales en construcciones de México. Que a nivel de presencia de elementos químicos tenemos presencia de Na<sub>2</sub>O (óxido de sodio) 5.04% adobe agrícola 6.97% y adobe minero 3.45%. A diferencia de nuestra investigación tenemos que los resultados de las muestras arrojan un pH de 7.21 que se considera alcalino favoreciendo a la conservación del adobe en el tiempo, y se determinó presencia de microorganismos.

En relación al trabajo de Gama et al (2012) sobre arquitectura de tierra sobre adobe como material constructivo. Recolecta seis (06) muestras de adobe donde se desarrolla análisis del pH con resultados de alcalinidad. En cuanto a nuestra investigación a través de la toma de veinte (20) muestras adobe Tallán encontramos como resultado un pH ligeramente alcalino hecho que favorece a que los materiales puedan desarrollar resistencia a los fenómenos naturales como lluvias, humedad entre otros.

Finalmente, en relación al trabajo de Rivera (2012) sobre el adobe en el sistema constructivo de tierra cruda. Mediante la caracterización física del adobe determino un pH 5.0 que se interpreta como ácido, y además el material presencia de sodio (Na) del 0.57%. En cuanto a nuestra investigación de las muestras de adobe se determinó un pH básico o alcalino del 7.21 que permite

a los adobes tener resistencia al agua, y puede enfrentar a la inclemencia del tiempo, así también se determina presencia de hongos.

#### 4. CONCLUSIONES

En cuanto a las conclusiones del trabajo relacionado al estudio del pH en adobes Tallánes del sitio arqueológico Tangarará 3 ubicado en el centro poblado de San Miguel de Tangarará, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana tenemos identificado unaa tendencia del pH. En cuanto a los adobes que se identifican y que son parte de la arquitectura determinamos las medidas de 30x30x10 siendo un adobe que permitió la estabilidad arquitectónica.

Los suelos alcalinos con frecuencia están ubicados en tierras áridas, y materiales calizos acumulando sodio (Na) tienen la propiedad de evitar la absorción del agua, y por otro lado los suelos ácidos son proclives absorber el agua. En cuanto al aumento o disminución del pH en la tierra va depender de alcalinidad del agua, cal, y reacciones acidas.

Los materiales del suelo que se mezclan para hacer adobes con cierta frecuencia contienen microorganismos, y a su vez estos sirvieron para construir viviendas, edificios administrativos y edificios religiosos en el antiguo Perú. El uso del adobe está presente en épocas prehispánicas en construcciones conjuntamente con mortero de barro que se combina también con otros materiales como rocas y algunas fibras vegetales.

En el transcurso del tiempo las antiguas culturas peruanas usaron como material de construcción diversos tipos de tierra esto promovió conocimiento sobre la construcción dando orientación sobre características y composición de los suelos. Es importante tener en cuenta que a partir de 1492 se desarrolla en el continente americano nuevas técnicas, modelos y materiales que van a complementar nuevas formas arquitectónicas. Es así que el adobe se mantiene como un material popular y de alguna manera se mantiene en el tiempo.

La identificación del pH es importante en la medida que es un indicador para toma de las decisiones de intervención en la conservación preventiva del adobe ya que no solo es necesario determinar componentes sino también es de vital importancia saber sobre potencial hidrogeno (pH).

El material de adobe a través del análisis de pH se determinó que tiene 7.21 que se determina como básico o alcalino, a nivel de suelo se conoce que cuando un suelo es alcalino existe mayor probabilidad que el agua no se percole o lixivie evitando humedad o en su defecto mezcla del agua con el suelo.

La presencia de suelos ácidos y alcalinos permiten tener materiales constructivos que el hombre comienza a diferenciar para uso, ya que edificar una arquitectura requiere de una distribución espacial y materiales que deben ser resistentes en el tiempo. A través de la observación directa se determina que no todos los sitios arqueológicos edificados en adobe presentan una conservación en sus materiales constructivos, el deterioro del adobe puede estar asociado al uso de tierras acidas que permiten que exista percolación de aguas producto de lluvias o fenómenos atmosféricos como lloviznas y humedad relativa [HR].

En cuanto al cultivo para determinar presencia de microorganismos en las muestras de adobe Tallán existiendo hongos que habitan en el interior del adobe hecho que nos permite seguir profundizando en futuras investigaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedoya, C. (2017). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de Arquitectura*, 20 (1) 62-70. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1193>
- Beretta, A. Bassahun, D. Musselli, R. y Torres, D. (2015). Medicación de ph en suelo con papel reactivo. *Revista Agroindustria Uruguay*, 19 (2) 68-74
- Burbano, H. (2017). La calidad y salud del suelo influye sobre la naturaleza y sociedad. *Revista Tendencias*, 18 (1) 118-126
- Calderón, M. (2008). Conservación preventiva de documentos. *Revista Bibliotecas*, 26 (2) 1-9. [https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/19570/conservacionpreventivadocumentos\\_mcalderon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/19570/conservacionpreventivadocumentos_mcalderon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cardoso, C. Castillo, M. y Hernández, C. (2014). Sosteniendo al Turismo o Turismo sostenible (TS). *Revista Estudios y Perspectivas del Turismo*, 23, 376-395
- Castro, H. Gómez, M. Munévar, O. y Hernández, D. (2006). Diagnóstico y control de la acidez en suelos sulfatados ácidos en el distrito del Alto Chicamocha (Boyacá) mediante pruebas de incubación. *Revista Agronomía Colombiana*, 24 (1) 122-130
- Catalán, E. (2013). Evolución de criterios en la conservación y restauración de cerámicas; intervenciones antiguas versus nuevas intervenciones. *Revista Anales del Museo de América* 21, 242-252.
- Cornejo, M. Bisetti, C. Huarcaya, C. y Robles, C. (2023). Aproximaciones al horizonte tardío en los valles de Supe y Huaura: Caral, Chimú Capac y Acaray. *Revista Arqueología y Sociedad*, 38, 155-182 <https://doi.org/10.15381/arqueolsoc.2023n38.e24899>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw Hill
- Gama, J. Cruz, T. Pi, T. Alcalde, R. Cabadas, H. Jasso, C. Diaz, J. Sánchez, S. López, F. y Vilanova, R. (2012). Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64 (2) 177-188
- García, Y, Ramírez, W. y Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Revista Pastos y Forrajes*, 35 (2) 125-138
- Gonzalez, D. (2024). Arqueología molecular para conservación preventiva; lesiones físicas y biológicas de cerámicas Museo de Sullana 2023. *Revista Yachaq*, 7 (1) 60-73 <https://doi.org/10.46363/yachaq.v7i1.3>
- Gonzalez, D. (2021). Modelo de investigación científica en arqueología. Diseño teórico y diseño metodológico para proyectos en el Perú. *Revista Arqueología y Sociedad*, 34, 211-223 <https://doi.org/10.15381/arqueolsoc.2021n34.e14136>

- Gonzalez, D. (2020). Modelo hidráulico virreinal utilizado en el centro histórico de Lima para abastecimiento de agua. *Revista DEVENIR*, 7 (14) 91-106 <https://doi.org/10.21754/devenir.v7i14.811>
- Guichen, G. (1999). Preventive conservation: a mere fado or far-reaching change? [Archivo PDF]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114933>
- Puy, M. Ordaz, V. Cruces, O. Bello, A. Miranda, R. Salazar, M. Carreño, G. Zanor, G. y Li, Y. (2022). Estudio comparativo de adobes prehispánicos y coloniales en México. Inferencias preliminares sobre los efectos de la distribución granulométrica y materiales reciclados en el estado de conservación de la arquitectura de tierra. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 74 (3) 1-23 <https://doi.org/10.18268/bsgm2022v74n3a010422>.
- Rivera, J. (2012). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. *Revista Apuntes*, 25 (2) 164-181
- Tarbucks, E. y Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra, una introducción a la geología física* (8 Ed). Madrid: Pearson Educación.
- Zupan, V. (2005). Manual de conservación preventiva de material arqueológico In Situ. [Archivo PDF]. <https://repositorio.cultura.gob.pe/bitstream/handle/CULTURA/229/MANUAL%20DE%20CONSERVACION%20PREVENTIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>