

# RECONSTRUCCIONES VIRTUALES DE UNA ESTRUCTURA HABITACIONAL WANKARANI

Jose Antonio Pacheco Almanza

Instituto de Investigaciones Antropológicas y Arqueológicas  
Universidad Mayor de San Andrés  
josepacheco.arqueo@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-3717-5619>

Mauricio Rolando Machicado Aruquipa

Universidad Mayor de San Andrés  
maoricio88@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0003-5066-5377>



## Resumen

Las nuevas tecnologías o tecnologías emergentes brindan herramientas a la investigación arqueológica que antes no eran posibles, por lo que el uso de la computadora y softwares especializados permiten analizar posibles técnicas de construcción, disposición de los elementos, usos y relación con el entorno. El análisis visual aportará en gran manera, no solo a poder experimentar virtualmente la morfología del bien arquitectónico como medio de difusión, sino también para su divulgación al público en general.

El siguiente artículo plantea reconstrucciones virtuales de una estructura Wankarani del sitio denominado La Barca correspondiente al periodo Formativo (2500 a. C. y el 200 d. c.), para ello se utiliza como base la investigación realizada por el arqueólogo Adolfo Pérez Arias en 2003 y 2011, así como otros antecedentes investigativos arqueológicos y etnográficos de manera complementaria. En base a los datos obtenidos se plantean dos hipótesis, cada una de ellas muestra una reconstrucción virtual con características particulares.

La hipótesis virtual reconstructiva de una estructura habitacional Wankarani, permitirá apreciar visualmente las técnicas constructivas y materias primas de la arquitectura de esta cultura prehispánica. Adicionalmente la propuesta pretende demostrar la cualidad estacionaria de este tipo de estructuras, donde se observará que gran parte de sus elementos pudieron haber sido móviles y de materiales ligeros.

---

### Palabras Clave

Estructura habitacional, arqueología virtual, reconstrucción virtual, hipótesis virtual y nuevas tecnologías.

## Abstract

New technologies or emerging technologies provide tools for archaeological research that were not possible before, so the use of computers and specialized software allow us to analyze possible construction techniques, arrangement of elements, uses and relationship with the environment. Visual analysis will greatly contribute, not only to being able to virtually experience the morphology of the architectural asset as a means of dissemination, but also to its dissemination to the general public.

The following article proposes virtual reconstructions of a Wankarani structure from the site called La Barca corresponding to the Formative period (2500 a. C. y el 200 d. C.), for which the research carried out by the archaeologist Adolfo Pérez Arias in 2003 and 2011, as well as others, is used as a basis. archaeological and ethnographic investigative background in a complementary manner. Based on the data obtained, two hypotheses are proposed, each of them shows a virtual reconstruction with particular characteristics.

The virtual reconstructive hypothesis of a Wankarani housing structure will allow you to visually appreciate the construction techniques and raw materials of the architecture of this pre-Hispanic culture. Additionally, the proposal aims to demonstrate the stationary quality of this type of structures, where it will be observed that a large part of its elements could have been mobile and made of light materials.

---

### Key words:

Housing structure, virtual archaeology, virtual reconstruction, virtual hypothesis and new technologies.

## Introducción

El avance de la tecnología ha abierto nuevas posibilidades de documentación, conservación y difusión y divulgación del patrimonio, entendiendo a la imagen como sinónimo de lenguaje universal (Grande, 2014a). En tiempos recientes, se han llevado a cabo diversos proyectos relacionados con el patrimonio histórico que hacen uso de nuevas tecnologías.

En Bolivia, dada la riqueza arqueológica, la posibilidad de llevar a cabo este tipo de proyectos se presenta favorable y potencial. Por ello, se muestra un ejemplo del alcance y magnitud que se pueden obtener con el empleo de tecnologías emergentes a favor del patrimonio arqueológico.

En este contexto, el presente artículo se sitúa en el ámbito de la arqueología virtual, una disciplina que utiliza herramientas de informática gráfica y realidad virtual para presentar los resultados preliminares de reconstrucciones virtuales de una estructura habitacional Wankarani ubicada en el sitio arqueológico La Barca. Estas reconstrucciones virtuales se basan en dos hipótesis virtuales que guían el proceso.

Desde una perspectiva metodológica, este trabajo abarca varias etapas significativas. En primer lugar, se inicia con una fase de documentación que se basa en fuentes secundarias para recopilar la información inicial. Posteriormente, se avanza a una segunda etapa que implica la restauración virtual de la estructura, donde se recrean hipotéticamente sus características y aspecto original. Finalmente, se plantea una tercera etapa en la que estas reconstrucciones virtuales podrían ser utilizadas como un medio efectivo para la difusión y divulgación de la información arqueológica, con el potencial de servir como referencia y apoyo para futuros proyectos de investigación.

### Antecedentes de la investigación

Los sitios Wankarani se encuentran distribuidos en varias regiones del Alti-

plano, parte de los valles de Cochabamba e incluso se han llegado a identificar puntas de proyectil de esta cultura en el norte de Chile (Pérez, 2011).

Estos asentamientos humanos corresponden al periodo Formativo entre el 2500 a. C. y el 200 d. C., el cual se caracterizó por la construcción de aldeas, con sus particulares viviendas de planta circular. Las primeras referencias registradas son de Métraux y Lehmann (1937 y 1953), y refieren el hallazgo de cabezas clava líticas de camélidos y felinos trabajadas en arenisca.

Las primeras interpretaciones que se realizaron de las sociedades Wankarani estaban enfocadas, a una perspectiva evolutiva lineal, indican que no se superó el estadio aldeano (Ponce, 1970), con una organización igualitaria sin evidencia de división de clases, economía agropastoril (Portugal, 1998), donde la unidad doméstica resolvía todas las necesidades e inexistencia de comercio a gran escala, aspectos que impidieron un desarrollo urbano.

La principal característica de estos asentamientos son los *mounds* o túmulos, por tanto Wankarani fue denominada inicialmente como la Cultura de los Túmulos, que incluso llegó a ser comparado con la cultura de los “tells” del Neolítico europeo (Ibarra, 1973; Ibarra y Querajazu, 1986).

Posteriores investigaciones sugieren una mayor dinámica y movilización política, económica y ritual, con presencia de economías mixtas agro-pastoriles (Berman, 2005; Fox 2002; Kolata, 1983; McAndrews, 2005; Rose, 2001), incluso se ha llegado a registrar estructuras públicas, lugares de almacenamientos privados y espacios privados para la producción familiar (Rose, 2001; Pérez, 2011).

En referencia a la posible forma ideal de las estructuras Wankarani, existen dos propuestas, la primera de ellas presentada por Escalante (1997) quien señala que se empleó el barro, además de troncos o ramas de queñua, donde se entrelazaban los troncos empleando un tejido de totora o paja, logrando cerrar

---

*El presente artículo se sitúa en el ámbito de la arqueología virtual,*

el círculo y creando un espacio cerrado o quiswara. Por otro lado, Pérez (2011) brinda una propuesta bastante similar donde resalta el carácter semi desmontable de las estructuras.

### Caso de estudio: La estructura 5:7 de la Fase 7, sitio La Barca

Los sitios del complejo Wankarani se caracterizan por su patrón de asentamiento al pie de pequeños cerros y tienen forma de montículos (Berman, 2005; McAndrews, 2005; Pérez, 2011).

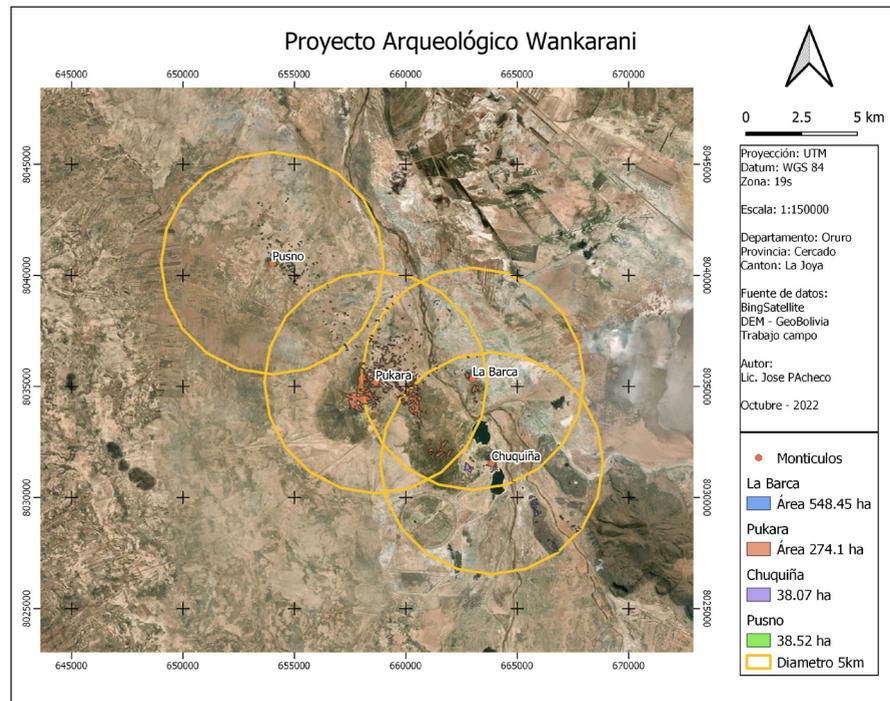
El sitio denominado La Barca se ubica en el cantón de La Joya de la provincia Cercado del Departamento de Oruro, a unos 3270 msnm y una distancia de 250 Km al sur del lago Titicaca (Figura 1). Está a 150 m aproximadamente este del río Desaguadero en la base del cerro Chucun Llallagua (Pérez, 2011).

Este montículo tiene un área aproximada de 0.71 ha y una altura de 5 m, está formado por restos de adobes, basura y sedimento, adicionalmente se ha logrado identificar enterramientos y estructuras circulares (Berman, 2005; Rose, 2001).

En los años 1998 y 1999 el sitio fue excavado por Rose (2001) y posteriormente en 2004 por Berman (2005). Dichas investigaciones han permitido identificar en la estratigrafía por lo menos 7 momentos de ocupación, denominados desde la Fase 1 a la 7. Las fases que han brindado mayor información con la 1, 5 y 7. La primera de estas refiere a la ocupación más temprana del sitio con una datación entre 1685 y 1325 a.C. (Rose, 2001), las estructuras identificadas revelan su carácter netamente doméstico (Pérez, 2011). En la Fase 5 se encontró el mayor número de estructuras, siendo un total de tres, a la fecha no se cuentan con dataciones absolutas. Finalmente la Fase 7, establece el último momento de ocupación que marca el fin, se plantea más de mil años de uso (Pérez, 2011). Esta fase es particular para la presente investigación puesto que se pudo registrar la estructura con el mejor estado de conservación, se trata de la 5:7.

Esta estructura es de planta circular de 3.2 m de diámetro, con muros de arcilla compacta de 25 a 30 cm de espesor, altura promedio de 1.5 m, el piso es compacto con inclusiones de gravilla, ceniza y caolín. Dentro de la misma, en

**Figura 1.** Mapa de ubicación de los asentamientos Wankarani, cantón la Joya, departamento de Oruro, Bolivia (Elaboración propia)



la parte norte, se encontró el resto de un fogón elaborado a base a piedras no trabajadas y delimitado por un pequeño muro de arcilla de 10 a 15 cm de grosor y de 20 a 30 cm de altura. Al lado oeste se encuentran dos pequeños huecos que sirvieron como depósitos de aproximadamente 40 cm de diámetro. Adjunta a la estructura, en la parte sur, se encontró una pequeña estructura semicircular de 1.5 m de diámetro, con 15 cm de grosor y 40 cm de altura aproximadamente. Un dato muy importante es la presencia de seis orificios de 10 cm de diámetro de 7 a 8 cm de profundidad ubicados sobre el muro sur (Pérez, 2011).

### La arqueología virtual

La adopción de nuevas tecnologías en la documentación virtual del patrimonio cultural debe aportar la aplicación de nuevos procesos y metodologías para su investigación, así como su transmisión. Los métodos de documentación del patrimonio, ya sean métricos o no métricos, se encuentran actualmente influidos por el avance tecnológico como resultado de una tendencia social, el uso masivo de dispositivos digitales tiene como resultados productos digitales, fotografías, documentos y una variedad de archivos que son cada vez más recurrentes dentro de la producción arqueológica. Intentar acumular o asimilar los incesantes cambios tecnológicos actuales y aplicarlos correctamente para cada caso es una carrera incesante que requiere una especialización constante. Tecnología y metodología han circulado por un solo camino en los últimos años, sin una clara especificación y normalización de las técnicas empleadas. Establecer un criterio claro en como fijar los parámetros que regulen su utilización resulta una tarea complicada, existen regulaciones que se pueden citar, la Carta de Londres (2009) y Los principios de Sevilla (ICOMOS, 2017), que dan acercamientos muy favorables para este cometido.

El uso de tecnologías emergentes en el marco de la informática gráfica y realidad virtual han ido tomando día a día mayor fuerza en el campo de la arqueología y el patrimonio cultural en general.

Puesto que el avance de la tecnología permite modelar la información contenida en una imagen haciendo el uso de algoritmos, por tanto, los modelos matemáticos permiten expresar la forma, apariencia y movimiento de un objeto; la apariencia y el movimiento se encuentran en dos ramas de la física, la óptica y la mecánica; y la forma, en la rama de la matemática; es de este modo que se pueden manejar imágenes por computadora. Dando la posibilidad en el campo del patrimonio arqueológico de poder observar lo que fue observado (Barceló, 2014), es decir observar algún bien cultural tal como era en un tiempo y espacio concreto. No se puede dejar de lado el tema arquitectónico ya que muchos de los software están diseñados específicamente para fines arquitectónicos (Pacheco y Machicado, 2015a y 2015b).

A esta conjunción entre arqueología y tecnología se la viene denominando de distintas manera: arqueología digital, ciberarqueología, arqueología cibernética, arqueología gráfica, etc. De aquí en adelante se la refiere como Arqueología Virtual.

La Arqueología Virtual ha pasado por distintas etapas, caracterizada por ciertos eventos que han marcado distintos avances. Desde una etapa germinal (de 1970 a 1980), donde se buscaba mejorar todos los métodos para la documentación de monumentos y sitios culturales; un momento de génesis (de 1980 a 1990), caracterizado por los primeros modelos tridimensionales en arqueología; seguido de una etapa de experimentación (de 1990 al 2000), marcado por proyectos de índole internacional; la etapa de consolidación (del 2000 al 2010), en la que se resalta la importación de las modernas tecnologías para la conservación y preservación del patrimonio; y finalmente, la etapa de normalización (de 2010 al 2012), en la que surgen los principios internacionales de arqueología virtual, los Principios de Sevilla (ICOMOS 2017). Para mayor detalle del proceso se recomienda revisar las publicaciones Pacheco y Machicado (2014). En la actualidad, podemos hablar de una etapa de expansión, donde el uso de las nuevas tecnologías se

---

*El uso de tecnologías emergentes en el marco de la informática gráfica y realidad virtual han ido tomando día a día mayor fuerza en el campo de la arqueología y el patrimonio cultural*

*De manera general la arqueología virtual trabaja en tres grandes áreas: investigación y documentación; conservación y preservación; y difusión y divulgación.*

ha vuelto muy recurrente y en muchos casos indispensable, como por ejemplo el uso de drone para el relevamiento topográfico de los sitios arqueológicos.

De manera general la arqueología virtual trabaja en tres grandes áreas: investigación y documentación; conservación y preservación; y difusión y divulgación.

### **La reconstrucción virtual de estructuras arquitectónicas**

Para alcanzar las reconstrucciones virtuales se tuvo que emplear herramientas de la informática gráfica y la realidad virtual. La informática gráfica se utiliza para crear y manipular gráficos (Serón, 2014a), mientras que la realidad virtual busca sumergir al usuario en un entorno similar a la realidad (Grande, 2014a). La realidad virtual se considera una herramienta científica, de entretenimiento, de comunicación y artística. Además, se plantea que la realidad virtual puede ser una alternativa a la restauración convencional para recrear objetos y ambientes del pasado artística (Flores *et al.* 2014; Grande, 2014a; Serón, 2014a y Serón, 2014b).

Gracias a estas herramientas de la arqueología virtual se puede llevar a cabo trabajos tales como la reconstrucción virtual, que es el intento de recuperación visual a partir de un modelo virtual, en un momento determinado de una construcción u objeto fabricado por el ser humano en el pasado, a partir de las evidencias físicas existentes sobre el mismo, es una investigación multidisciplinaria que concluye con la ejecución de la hipótesis virtual arqueológica (Grande, 2014a).

La arqueología virtual es una forma ideal de trabajar con el patrimonio cultural por varias razones, según Alfredo Grande (2014a): es atractiva para un amplio público, no daña el patrimonio, facilita la gestión, proporciona datos fiables, es económica en términos de costos y tiempo, permite un acceso inmediato a la información a través de Internet, es efectiva en la educación, y promueve

la difusión masiva y la comprensión universal del patrimonio arqueológico.

### **Propuesta metodológica**

A lo largo de toda la historia una de las pulsiones innatas del ser humano ha sido la de representar lo que le rodea, de modo que otros sean capaces de entenderlo y apreciarlo. En esto reside la base de la representación científica: buscamos explicar hipótesis en nuestro caso históricas, arqueológicas, arquitectónicas, etc. mediante la representación gráfica. No tiene sentido que un profesional del patrimonio se ponga a intentar transmitir un mensaje (una hipótesis histórica) a través de un medio gráfico (una reconstrucción virtual), si no conoce el lenguaje con el que hacerlo (las técnicas de diseño 2D o 3D). Es por eso que las nuevas metodologías de documentación del patrimonio cobran importancia en un ámbito tan esencial como es el de la reconstrucción virtual de estructuras arquitectónicas, en las que se debe tomar datos respecto a técnicas de construcción, materia prima, aspectos culturales, paleoclima, etc.

La documentación asistida por computadora permite generar modelos informáticos tridimensionales hiperprecisos, ya sea de cualquier estructura u objeto arqueológico y patrimonio en general (Grande, 2014a). En este sentido, la arqueología virtual es fundamental en el proceso de conservación debido a su precisión documental, por tanto la documentación digital nos asegura la total preservación para las generaciones venideras.

De esa manera, el uso de las tecnologías emergentes para la documentación del patrimonio arqueológico permite: la replicación de un modelo digital del objeto físico; el seguimiento y evaluación de los cambios en los objetos y espacios físicos a partir de un modelo virtual; y las simulaciones de objetos posibles, los cuales permiten variar sobre el modelo digital (Farjas y Uriarte, 2014).

El patrimonio cultural en general, tiende a degradarse con el paso del

tiempo, en muchos casos (los bienes inmuebles) no pueden ser trasladadas a almacenes u otros lugares que garanticen su mejor conservación. Por ejemplo, los factores climáticos y antrópicos, poco a poco pueden ir alterando la imagen original de los bienes culturales (Grande, 2014a), agentes a los cuales no son ajenos las estructuras habitacionales Wankarani.

De esta manera los arqueólogos han utilizado herramientas automáticas para representar gráficamente el pasado, pero la información se vuelve más difusa a medida que se retrocede en el tiempo, debido al deterioro del registro arqueológico (Pacheco y Machicado, 2015a y 2015b). En el caso de la estructura habitacional Wankarani, solo quedan los cimientos, e investigadores como Escalante (1997) y Pérez (2011) han hecho hipótesis y dibujos bidimensionales basados en ellos, lo que, aunque limita la comprensión completa, proporciona un punto de partida.

Se pretende entonces hacer el uso de las tecnologías para evaluar las hipótesis reconstructivas planteadas, donde no únicamente el fin es llegar a tener una reconstrucción virtual, sino también valorar de manera estructural las hipótesis propuestas, esto permitirá tener una mayor aproximación a la estructura habitacional Wankarani.

La metodología propuesta contempla tres grandes etapas: investigación y documentación; conservación y preservación; y difusión y divulgación. Aclarando que el punto de la divulgación se debe plantear para un nuevo proyecto.

Entonces, antes de indicar su aplicación en la presente investigación, debemos señalar de manera clara el origen de los datos. Como se ha mencionado, se han empleado las propuestas reconstructivas de Escalante (1997) (Figura 2) y Pérez (2011) (Figura 3), adicionalmente se utilizó registros

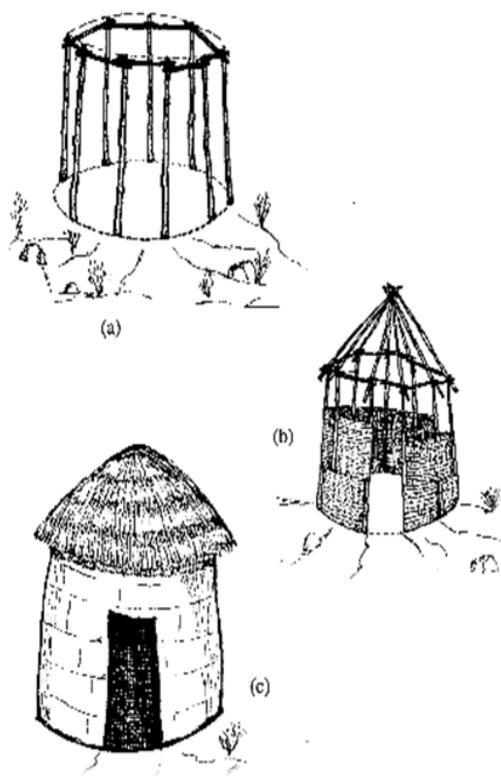


Figura 2.

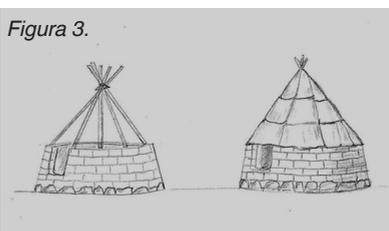


Figura 3.



Figura 4.



Figura 5.

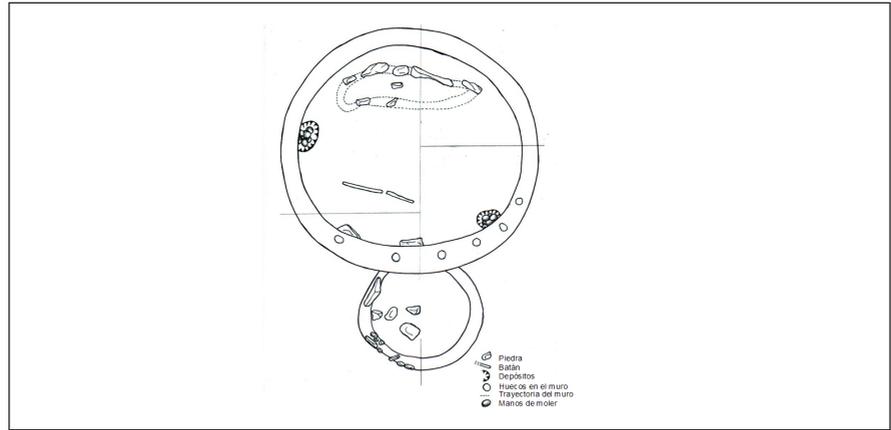
**Figura 2.** Propuesta reconstructiva (Escalante, 1997:59)

**Figura 3.** Propuesta reconstructiva (Pérez, 2011:71)

**Figura 4.** Fotografía casa Uru (Alvarado, 2016: Figura 3)

**Figura 5.** Fotografía casa Uru (Agencia de Noticias de Bolivia, 2013)

**Figura 6.**  
Montículo La  
Barca, planta de la  
estructura 5:7 de  
la Fase 7 (Pérez,  
2011:70)



fotográficos (Figura 4 y 5) y finalmente la documentación bibliográfica; por tanto, se ha trabajado de manera íntegra con fuentes secundarias.

En la primera etapa, investigación y documentación, se ha tenido como punto de partida el dibujo de planta de la estructura 5:7 de la Fase 7 del montículo La Barca (Pérez, 2011) (Figura 6), por lo tanto, el trabajo ha dado inicio a partir de una planimetría en 2D y la respectiva investigación bibliográfica. Ya que se trata de una imagen en formato digital, hasta ahora no se requiere de un postproceso.

En la segunda etapa, conservación y restauración, se ha empleado el software

llamado Blender, por ser de uso libre. A continuación se describe de manera general el proceso seguido: a) importación de la planimetría; b) creación de elementos constructivos, en este caso se trata de adobes y palos inicialmente (Figura 7), mediante la investigación se ha podido determinar que son los elementos básicos para la construcción de la estructura habitacional Wankarani, según el tipo de propuesta se puede añadir otro elemento, como ser cuero por ejemplo; c) reconstrucción de los muros en base a la planimetría (Figura 8), según el tipo de técnica constructiva pueden ser representados como adobes o como un solo bloque, adicionalmente se debe determinar la altura en base a los datos que

**Figura 7.**  
Elementos  
constructivos:  
troncos y adobes  
(Elaboración propia)



Figura 7.

**Figura 8.**  
Reconstrucción  
de los muros para  
ambas hipótesis  
(Elaboración propia)



Figura 8.

**Figura 9.**  
Reconstrucción  
del techo para  
ambas hipótesis  
(Elaboración propia)



Figura 9.

**Figura 10.**  
Reconstrucción  
de elementos  
adicionales: acceso y  
orificios en los muros  
para ambas hipótesis  
(Elaboración propia)



Figura 10.

se cuenten; d) reconstrucción del techo, los detalles también se deben establecer mediante la investigación (Figura 9); y, e) reconstrucción de elementos adicionales, como ser ingreso, orificios en los muros, etc. (Figura 10). El resultado final de esta etapa es un modelo 3D integro, sobre el cual más adelante se realizará la evaluación de dos hipótesis virtuales. Este procedimiento, ha permitido realizar la restauración de la estructura habitacional Wankarani.

Finalmente, tenemos la etapa de difusión y divulgación. La primera de ellas cumple su cometido con la presentación de la investigación con el presente artículo (Cazaux, 2009). En cuanto a la divulgación, se ha optado por una imagen estática a manera de infografía que pueda ejemplificar la reconstrucción de una aldea Wankarani (Figura 11), por ahora solo se trata de un ejemplo, a futuro se espera pueda ser empleado en alguna iniciativa de divulgación.

### Hipótesis virtual arqueológica reconstructiva

La propuesta plantea dos hipótesis, en ambos casos el punto de partida es el registro arqueológico a partir de la estructura 5:7 de la Fase 7 del conjunto arqueológico de Wankarani en La Barca (Pérez, 2011). Una primera propuesta es complementada por la información que nos puede brindar el dato etnográfico con grupos humanos que pueden tener cierta similitud en las técnicas

constructivas, por tanto se trata de una propuesta etnoarqueológica. Mientras que la segunda, se basa exclusivamente en el registro arqueológico, con la evidencia de agujeros en los muros que invitan a pensar en cierta manera de construir.

### Hipótesis virtual arqueológica reconstructiva 1: basada en la descripción etnográfica

Basados en investigaciones etnográficas que revelan las técnicas constructivas de viviendas Uru contemporáneas, observamos que existen dos tipos de vivienda:

“...La vivienda rural es la más antigua y se denomina “phutuku”. Tiene una forma cónica semejante a una colmena y se ubica en lugares de pastoreo. Esta vivienda se construye en su totalidad con tepes sin hacer diferencia entre la pared y el techo. Cuenta con una pequeña puerta ubicada al este y no lleva ventanas. El tepe es un bloque de tierra y raíces de una gramínea que abunda en la región. Este bloque es extraído del suelo, sus medidas aproximadas son de 43 cm. de largo por 40 cm. de ancho y un alto de 12 cm... El segundo tipo de vivienda o “Wallichí Koya” es también de forma circular cónica diferenciándose de las otras en el techado. Los muros son igualmente de tepe, la cubierta es de paja sostenida sobre arcos de “thola”; cuenta con una puerta pequeña hacia el este y no lleva ventanas...” (Hernández, 2008:8).

Estos son los rasgos principales de la cultura Chipaya, con ello logramos conocer su forma de vida que quizás fue



Figura 11. Propuesta de infografía (Elaboración propia)

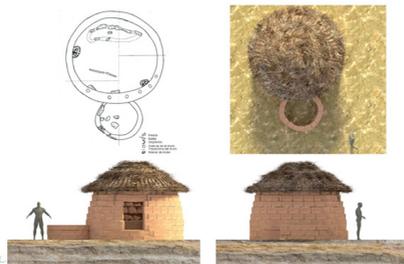
una de las primeras en este territorio, en tiempos inmemoriales. A su vez, aportamos con “un granito de arena” sobre algo que forma parte de nuestra historia y que quizás no se le da la importancia que requiere (*ibíd*).

Los datos encontrados nos llevaron a determinar que la estructura habitacional Wankarani encontrada en la región de La Joya podría tener cierta pertenencia con estas técnicas constructivas, por lo que se equiparó los datos arqueológicos con la información etnográfica, los inconvenientes surgieron en cuanto a la altura de la estructura y la materia prima, si bien se describe que las viviendas Uru se realizan por medio de tepes, en el registro arqueológico se evidenció que las viviendas de la región Wankarani estaban hechas en base a adobes, es decir, bloques de tierra preparados para la construcción de muros (Figura 12 y 13).

**Figura 12.**  
Hipótesis virtual  
arqueológica 1  
(Elaboración propia)



**Figura 13.**  
Hipótesis virtual  
arqueológica 1  
(Elaboración propia)



Las similitudes en las características morfológicas y constructivas entre la estructura habitacional Wankarani y las viviendas contemporáneas de los chipayas se consideran una valiosa analogía que contribuye a visualizar una posible reconstrucción de la estructura habitacional. Esta comparación arquitectónica se realiza con el propósito de proporcionar una referencia visual y conceptual que ayude a los investigadores y al

público en general a comprender mejor la forma y la función de la estructura habitacional.

Sin embargo, es esencial tener en cuenta que esta afirmación se basa en una simplificación necesaria debido a la notoria brecha temporal que separa a ambas culturas. La diferencia temporal de más de 3500 años implica que no podemos afirmar de manera definitiva que las viviendas chipayas sean una reproducción exacta de las estructuras Wankarani originales (Pérez, 2011). Los cambios culturales, tecnológicos y medioambientales a lo largo de milenios han influido en la evolución de la arquitectura y la construcción en la región, lo que hace que establecer una correspondencia directa sea un desafío.

Este enfoque comparativo, sin embargo, sigue siendo valioso en la investigación arqueológica, ya que nos permite explorar posibles conexiones culturales y evoluciones arquitectónicas a lo largo del tiempo. Además, puede inspirar nuevas investigaciones y teorías sobre las prácticas constructivas y las influencias culturales en la región durante diferentes periodos históricos.

### **Hipótesis virtual arqueológica reconstructiva 2: basado en la existencia de agujeros en los muros y la utilización de materiales ligeros**

Para esta hipótesis se ha decidido trabajar con la estructura 5:7 de la Fase 7 del conjunto arqueológico de Wankarani en La Barca (Pérez, 2011), debido a que su estado de conservación al momento de ser excavada brindó bastante información sobre sus características arquitectónicas y que ahora se presentan muy adecuadas para la reconstrucción virtual.

Entre las características arquitectónicas resaltamos: muro compuesto por piedras a manera de cimientos o soportes para el muro de arcilla, de un grosor aproximado de 25 a 30 cm, la estructura tiene un diámetro de 3.2 m, el piso es bastante compacto, en la parte norte se encontró un resto de fogón que estaba delimitado por un pequeño muro de



Figura 14.



Figura 16.



Figura 15.



Figura 17.

**Figura 14.**  
Hipótesis virtual  
arqueológica 2  
(Elaboración propia)

**Figura 15.**  
Hipótesis virtual  
arqueológica 2  
(Elaboración propia)

**Figura 16.**  
Hipótesis virtual  
arqueológica 2  
(Elaboración propia)

**Figura 17.**  
Hipótesis virtual  
arqueológica 2  
(Elaboración propia)

arcilla de 10 a 15 cm de grosor y de 20 a 30 cm de altura; fuera de la estructura y adosada a la parte exterior del muro sur se ubica otra estructura semicircular de 1.5 m de diámetro; un dato interesante son los orificios circulares hallados al final de los muros de la estructura circular (Pérez, 2011).

En base a la información obtenida en la excavación se pudo elaborar la reconstrucción virtual de la estructura habitacional, el inconveniente nuevamente radica en los materiales que no perduraron el registro arqueológico, como son los empleados en los techos, pero que a su vez nos permiten confirmar el posible carácter semi desmontable de la estructura (Figura 14, 15, 16 y 17).

Existen tres elementos que respaldan la sugerencia de que la estructura habitacional Wankarani podría tener un carácter semi desmontable, lo cual seguirá siendo un idea intrigante en el estudio arqueológico de esta estructura. Estos aspectos nos proporcionan pistas sobre cómo esta estructura pudo haber sido utilizada y adaptada a las necesidades de la sociedad en ese entonces.

Primero, la presencia de depósitos con utensilios domésticos enterrados

sugiere que estos objetos se guardaban de manera cuidadosa para un uso posterior. Esto podría indicar que la estructura se desmontaba periódicamente o se utilizaba de manera intermitente, y que los habitantes almacenaban sus pertenencias de manera segura durante los períodos en los que no se utilizaba.

Segundo, los orificios en la parte superior de los muros ofrecen una función práctica y versátil. Estos orificios podrían haber sido utilizados para insertar elementos arquitectónicos adicionales, como troncos, con el fin de completar la construcción del techo de manera eficiente. Esta característica sugiere una adaptabilidad en el diseño de la estructura que facilitaría su montaje y desmontaje según las necesidades de sus ocupantes.

Finalmente, la altura promedio de los muros, que es de aproximadamente 1.5 metros, es un detalle que respalda la idea de que la estructura podía ser cómodamente montada y desmontada. Esta altura permitiría un acceso relativamente fácil al techo y podría haber facilitado las tareas de ensamblaje y desmontaje, lo que concuerda con la hipótesis de una estructura que se utilizaba de manera flexible.

*Esta investigación es un primer paso hacia la comprensión de cómo pudo haber sido la arquitectura y la disposición de las viviendas Wankarani.*

En conjunto, estos tres aspectos sugieren un enfoque adaptativo en la construcción de la estructura habitacional Wankarani, donde la capacidad de montaje y desmontaje era una consideración importante. Esto plantea interesantes preguntas sobre la vida y las prácticas de la comunidad que la ocupaba, también nos preguntamos cómo esta estructura podría haber desempeñado un papel en su vida cotidiana y sus necesidades cambiantes a lo largo del tiempo.

En ambas hipótesis se requiere ampliar la descripción de la estructura reconstruida, materiales usados, elementos que podrían ser diferentes y son ciertamente hipotéticos.

### Discusión

Este artículo presenta una exploración inicial en la reconstrucción virtual de una estructura habitacional Wankarani, basándose en dos hipótesis fundamentales. Es importante destacar que esta aproximación no pretende proporcionar datos concluyentes sobre las técnicas constructivas utilizadas por la cultura Wankarani. En cambio, busca brindar una oportunidad para “experimentar” con posibles formas y materiales que podrían haber sido empleados en la construcción de estas estructuras milenarias.

Esta investigación es un primer paso hacia la comprensión de cómo pudo haber sido la arquitectura y la disposición de las viviendas Wankarani. Aunque no podemos afirmar con certeza la precisión de la reconstrucción, esta metodología nos permite visualizar y explorar visualmente las posibilidades y desafíos que enfrentaron los habitantes de la época al construir sus viviendas.

En última instancia, esta investigación contribuye a nuestra apreciación y comprensión del patrimonio arqueológico y arquitectónico de la cultura Wankarani, al tiempo que reconoce la importancia de la cautela y la apertura en la interpretación de la información limitada disponible. Esta reconstrucción virtual es un paso inicial en la exploración de las posibles formas y técnicas utilizadas

por esta antigua cultura, y puede servir como un punto de partida para investigaciones futuras y una mayor comprensión de su legado.

Basándonos en la segunda hipótesis presentada, como respalda Pérez (2011), podemos plantear la idea de que la estructura habitacional Wankarani tenía un carácter estacionario. Aunque actualmente no podemos determinar de manera definitiva las dimensiones o la forma precisa de los adobes utilizados en su construcción, contamos con argumentos que indican que al menos parte de la estructura estaba concebida o diseñada para ser desmontada y transportada, aunque estas partes pueden haberse perdido con el paso del tiempo.

Por otro lado, la primera hipótesis nos permite centrarnos en la especulación sobre las posibles formas que podría haber tenido la estructura. Esto incluye consideraciones como la altura del techo, su inclinación, la ubicación de la puerta y otros aspectos relacionados con la disposición espacial. Aunque no podemos proporcionar una descripción definitiva de la estructura, estas hipótesis nos brindan una base para discutir y explorar diferentes escenarios en cuanto a su apariencia y funcionalidad.

En conjunto, estas dos hipótesis nos permiten acercarnos a una comprensión más completa de la estructura habitacional Wankarani, aunque reconocemos la incertidumbre inherente a la investigación arqueológica y la necesidad de futuras investigaciones y descubrimientos para proporcionar una imagen más precisa de esta antigua construcción.

Si bien en esta oportunidad se han presentado dos hipótesis reconstructivas, estas no son limitativas, ya que también se pueden realizar propuestas en base a otras estructuras registradas en los demás montículos (Clavijo, 2008; Rose, 2001), de tal manera que se puedan realizar comparaciones entre las mismas, por ejemplo para determinar cómo podría ser el techo en estructuras que presentan mayor diámetro en la base, identificar si todas las estructuras tienen estos orificios, etc.

Otro aspecto importante se refiere a la fidelidad de las reconstrucciones virtuales, no siempre se busca lo estético, sino lo científico. Si bien gracias a la tecnología actual se puede llegar a elaborar modelos tridimensionales fotorrealistas, no se debe olvidar que ese no es el fin en sí, tal como se observó en la propuesta donde claramente no se ve un acabado fotorrealista, pero sí es el resultado de la investigación científica.

El avance de las nuevas tecnologías, en el campo de la informática gráfica y realidad virtual, ofrecen sin duda alguna un gran potencial a la hora de trabajar con el patrimonio arqueológico, en este caso con la reconstrucción virtual de estructuras. Los arqueólogos no pueden mirar a estas tecnologías con indiferencia excusándose en la falta de conocimiento de las mismas o quitando mérito a este tipo de trabajos. Llegados a este punto es importante reflexionar y realizar una serie de preguntas donde relacionamos estas inquietudes con la investigación presente, ¿Contribuyen las nuevas tecnologías a la investigación en arqueología? ¿Contribuyen las nuevas tecnologías a la difusión y divulgación en arqueología? ¿Se trata simplemente de gráficos complejos y bonitos? ¿Son un lujo innecesario? ¿Es únicamente algo técnico?

Analizar y responder cada una de estas preguntas concita a un examen profundo, pero de manera general podemos indicar que, las tecnologías actuales, la informática gráfica y la realidad virtual, hoy permiten llevar a cabo proyectos dentro la arqueología, donde la imagen asistida por computadora, no simplemente es algo técnico para generar gráficos complejos, sino que también, han demostrado ser bastante útiles al momento de validar o refutar hipótesis, en este caso son propicias para evaluar cada una de las hipótesis reconstructivas planteadas de la estructura habitacional Wankarani, para finalmente generar una hipótesis virtual arqueológica más cercana a la realidad, donde en sí mismo la presente investigación se convierte en un medio de difusión; sumado a ello, aprovechamos el lenguaje visual universal que puede ser empleado para

finés de divulgación, donde los resultados obtenidos pueden llegar al público en general, ya que al momento de hablar de patrimonio arqueológico estamos hablando de la pertenencia hacia todos, por ello mismo las nuevas tecnologías permiten democratizar el conocimiento. Recalcar también que, de manera general la tecnología puede ser empleada para tareas de: 1) documentación e investigación, 2) conservación y restauración, y 3) difusión y divulgación.

### Conclusiones y reflexiones finales

Como se ha evidenciado a lo largo de este artículo, las nuevas tecnologías demuestran tener una aplicabilidad y validez innegables en el campo de la investigación arqueológica. En primer lugar, nos encontramos con la documentación, que puede emplear una variedad de tecnologías y métodos. En el caso particular de este estudio, debido a las condiciones específicas del sitio de investigación, fue necesario recurrir a fuentes de información secundarias como punto de partida para documentar la estructura habitacional. Sin embargo, es importante destacar que en otros casos de estudio donde, por ejemplo, sea posible participar en trabajos de campo, la fotogrametría podría ser una herramienta valiosa para llevar a cabo la documentación de manera más detallada y precisa.

Referente a la difusión y divulgación, las reconstrucciones virtuales como resultado de su correspondiente hipótesis virtual, permiten mostrar de manera visual los posibles alcances, es decir, no solo se llegan a explicaciones textuales, sino que también están acompañadas de imágenes. El presente artículo como tal, se convierte en un medio de difusión y las imágenes generadas a futuro podrían ser empleadas como medio de divulgación, puesto que los medios digitales pueden abarcar a un gran número de personas (expertos o no), ya que lo gráficos tienen como ventajas: favorecen una mayor democratización de la cultura ya que puede llegar a todo tipo de público, ofrece una flexibilidad técnica, se pueden personalizar los contenidos, es respetuoso con los bienes culturales originales, mejoran la comprensión,

---

*El avance de las nuevas tecnologías, en el campo de la informática gráfica y realidad virtual, ofrecen sin duda alguna un gran potencial a la hora de trabajar con el patrimonio arqueológico, en este caso con la reconstrucción virtual de estructuras.*

*No sería posible abordar reconstrucciones virtuales sin tomar en cuenta las investigaciones previas, ni la cantidad de datos que estas han brindado al conocimiento.*

resulta muy espectacular y transmite mayor información en menor tiempo.

A pesar de lo expuesto, aún puede existir una idea incompleta o errónea en la que todavía los profesionales dedicados al estudio del patrimonio podrían incurrir sobre los modelos tridimensionales. El objetivo no siempre busca lograr “bonitas” imágenes que se pueden encargar solo para divulgación, pero no por ninguna razón formal para difusión, en ese sentido, no se considera a la visualización asistida como una herramienta. Los problemas científicos que nos atrevemos a resolver a veces están condicionados por la falta de tecnología; el papel y el lápiz no son todo lo que necesitamos para estudiar lo que sucedió en el pasado; hoy la tecnología permite llevar a cabo registros que con papel y lápiz sería imposible (Barceló, 2014). Debemos comprender que las formas tradicionales de registro (lápiz y papel) pueden tener ciertos fines y objetivos de registro; y por otro lado, las tecnologías emergentes nos ofrecen justamente nuevas formas de documentación. Ambos pueden convivir y ser complementarios, lo importante es definir qué es lo que se quiere mostrar, cómo se quiere mostrar y a que público está dirigido.

Tal como vimos en la propuesta metodológica, no se busca desmerecer el trabajo tradicional de la arqueología, más al contrario, el punto de partida fue un registro hecho con lápiz y papel, por lo tanto se busca complementar y enriquecer el quehacer arqueológico, en este sentido ninguno de ellos puede ser desmeritado, ya que cada uno puede aportar lo suyo. No sería posible abordar reconstrucciones virtuales sin tomar en cuenta las investigaciones previas, ni la cantidad de datos que estas han brindado al conocimiento. En ese sentido, la implementación de la tecnología en todas las fases de la investigación arqueológica, contribuye al que hacer de esta ciencia, dotándola de herramientas que en algunos casos le permitirán mayor precisión en la recolección de datos, y así mismo son una poderosa herramienta al momento de mostrar resultados, y de igual forma, posibilitan la facilidad de

presentar hipótesis reconstructivas variadas.

### Referencias bibliográficas

Agencia de Noticias de Bolivia (2013 Marzo). Urus denuncian que aymaras no los dejan pescar. Recuperado de: <http://anbolivia.blogspot.com/2013/03/urus-denuncian-que-aymaras-no-los-dejan.html>

Alvarado, Margarita  
2016 Sujetos, paisaje e imaginarios de frontera en el Norte de Chile: Construcción visual/fotográfica del indígena del desierto y el altiplano. *Diálogo andino* 5:21-43.

Barceló, Juan Antonio  
2014 *Manual de técnicas de inteligencia artificial para el análisis de modelos virtuales de realidades arqueológicas*. Curso de especialización. Madrid: Sociedad Española de Arqueología Virtual.

Berman, Marc  
2005 *Informe preliminar de la temporada 2004*. Proyecto Arqueológico Wankarani Oruro (PAWOR). Presentado a la Dirección Nacional de Antropología y Arqueología DINAR, La Paz.

Carta de Londres  
2009 *La Carta de Londres*. Para la visualización computarizada del patrimonio cultural. Recuperado de: <https://londoncharter.org/>

Cazaux, Diana  
2009 *El periodismo científico hoy*. Buenos Aires Asociación de Entidades Periodísticas Argentinas (ADEPA).

Clavijo, Paloma  
2008 *Identificación de áreas residenciales y actividades en el montículo Formativo Wankarani caso del sitio La Barca, Oruro - Bolivia*. Tesis de licenciatura en Arqueología: La Paz, Universidad Mayor de San Andes.

Escalante, Javier  
1997 *Arquitectura Prehispánica en los Andes Bolivianos*. La Paz: Producciones CIMA.

- Farjas, Mercedes y Uriarte, Antonio  
2014 *Conservación y Preservación*. Curso de especialización. Sociedad Española de Arqueología Virtual, Madrid.
- Flores, Julian, Otero, Antonio y Hernández, Antonio.  
2014 *Realidad Virtual y Patrimonio Cultural*. Curso de especialización. Madrid: Sociedad Española de Arqueología Virtual.
- Fox, Jason  
2002 Wankarani: modelling an agropastoral adaptation on the Southern Altiplano. Ponencia presentada en la 68th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Denver, CO.
- Grande, Alfredo  
2014a *Arqueología y patrimonio en la era digital*. Curso de especialización. Madrid: Sociedad Española de Arqueología Virtual.  
2014b *Reconstrucción y Anastilosis Virtual*. Curso de especialización. Madrid: Sociedad Española de Arqueología Virtual.
- Hernández, Rebeca  
2008 *Arquitectura vernácula, desarrollo urbano y de la vivienda en Ahuatenco, poblado de Ocuilán de Arteaga, Estado de México: caso de estudio vivienda bi-familiar integrada al desarrollo eco-agrícola de la región*. Tesis profesional de arquitectura. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ibarra Grasso, Dick  
1973 *Prehistoria de Bolivia*. La Paz: Editorial Los Amigos del Libro.
- Ibarra Grasso, Dick y Querejazu Lewis, Roy  
1986 *30.000 años de Prehistoria en Bolivia*. La Paz: Editorial Los Amigos del Libro.
- ICOMOS  
2017 *Los Principios de Sevilla*. Principios internacionales de la arqueología virtual. Texto ratificado por la 19a Asamblea General del ICOMOS en Nueva Delhi, diciembre 2017. Recuperado de: <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf>
- Kolata, Alan  
1983 The South Andes. En *Ancient South Americans*, editado por J.D. Jennings, pp. 241-286. San Diego: W. H. Freeman.
- McAndrews, Timothy  
2005 *Los sistemas de asentamientos Wankarani es una perspectiva evolutiva. Estudio de una sociedad temprana basada en la aldea y su evolución cultural en el sur del Altiplano Central Andino*. Traducido por Ana M. Boada Rivas. Pittsburgh – La Paz: Universidad de Pittsburgh y editorial Plural.
- Métraux, Alfred y Lehmann, Heinz  
1937 Archéologie de la Province d'Oruro, Bolivia (Mounds de Belén). *Journal de la Société des Americanistes* XXIX: 147-155.  
1953 Arqueología del departamento de Oruro (Bolivia). *Khana 1* (1 y 2): 69 – 73.
- Pacheco, Jose y Machicado, Mauricio  
2014 Uso de tecnologías emergentes para el estudio cerámico. *Reunión Anual de Etnología 28. La Rebelión de los Objetos*. Enfoque Cerámico: 245-262.  
2015a *Una aproximación a la arqueología 3D*. Memorias del Tercer Congreso de Arqueología de Bolivia. *Cuaderno de Campo. Revista Oficial de Hallazgos Investigación Cultural* 5 (6):47 59.  
2015b Reconstrucciones 3D para la aproximación a una realidad más cercana del pasado. El caso de los fragmentos cerámicos de Irohito, La Paz, Bolivia. *Memorias del Primer Congreso Internacional el Patrimonio Cultural y las Nuevas Tecnologías. Una visión Contemporánea*. ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. Recuperado de: <http://www.pcnt.inah.gob.mx/pdf/14289631282.pdf>

- Pérez, Adolfo  
2011 *Las aldeas Wankarani*. Patrones de residencia y de asentamientos. La Paz: Nuevas perspectivas.
- Ponce, Carlos  
197 *Las culturas Wankarani y Chiripa y su relación con Tiwanaku*. La Paz: Academia Nacional de Ciencias 25.
- Portugal Ortiz, Max  
1998 Capitulo II. Cultura Wankarani. En *Escultura Prehispánica Boliviana*, pp. 9-20. La Paz: Carrera de Arqueología – Antropología, Universidad Mayor de San Andrés.
- Rose, Courtney  
2001 *Household and community organization of a Formative Period, Bolivian settlement*. Tesis de doctorado en Antropología, Pittsburg: Universidad de Pittsburg.
- Serón, Francisco José  
2014a *Realidad Virtual Aumentada*. Curso de especialización. Madrid: Sociedad Española de Arqueología Virtual.
- 2014b *El por qué y el cómo de la arqueología virtual*. Curso de especialización. Madrid Sociedad Española de Arqueología Virtual.