

# MACHUPICCHU

INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

TOMO II

FERNANDO ASTETE y JOSÉ M. BASTANTE, editores.



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección  
Desconcentrada de Cultura  
de Cusco

# MACHUPICCHU

## INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

TOMO II

FERNANDO ASTETE y JOSÉ M. BASTANTE. editores



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección  
Desconcentrada de Cultura  
de Cusco

© MACHUPICCHU. INVESTIGACIONES  
INTERDISCIPLINARIAS / TOMO II  
Fernando Astete y José M. Bastante, editores

© De esta edición:  
Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco  
Área Funcional del Parque Arqueológico Nacional de  
Machupicchu  
Calle Maruri 340, Palacio Inka del Kusikancha. Cusco  
Central telefónica (051) – 084 – 582030  
1a. edición - Setiembre 2020

Corrección de estilo:  
Eleana Llosa Isenrich

Diagramación:  
Saúl E. Ponce Valdivia

Arte de portada:  
Saúl E. Ponce Valdivia  
Miguel A. Aragón Collavino

Foto de portada:  
José M. Bastante Abuhadba

Foto de solapa:  
Sandro Aguilar

Coordinación:  
Alex I. Usca Baca  
Alicia Fernández Flórez

Revisión:  
Carmen C. Sacsá Fernández  
Alicia Fernández Flórez

ISBN: 978-612-4375-14-9  
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-03378

Impreso en:  
GD Impactos  
Calle Mártir Olaya 129, Of 1905, Miraflores - Lima

Tiraje: 1000 ejemplares

Impreso en Perú  
Printed in Perú  
*Perú suyupi ruwasqa*

MINISTERIO DE CULTURA DEL PERÚ

**Ministro de Cultura**  
Alejandro Arturo Neyra Sánchez

**Viceministra de Patrimonio Cultural  
e Industrias Culturales**  
Leslie Carol Urteaga Peña

**Viceministra de Interculturalidad**  
Angela María Acevedo Huertas

**Director de la Dirección Desconcentrada  
de Cultura de Cusco**  
Fredy D. Escobar Zamalloa

**Jefe del Área Funcional del Parque Arqueológico Nacional  
de Machupicchu**  
José M. Bastante Abuhadba

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio o procedimiento sin autorización expresa y por escrito de los editores.

# Índice

## TOMO I

Presentación

*Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco* 11

Prólogo

*John Hemming* 13

Introducción

*Mechtild Rössler* 21

Los trabajos de las Expediciones Peruanas de Yale en la *llaqta* de Machupicchu

*José M. Bastante* 25

Machu Picchu. Entre el cielo y la tierra

*Luis Millones* 59

Nuevos alcances científicos sobre la vida diaria en Machu Picchu

*Richard L. Burger* 77

Percepciones sobre inmigración y clase social en Machu Picchu, Perú, basadas en el análisis de isótopos de oxígeno, estroncio y plomo

*Bethany L. Turner, George D. Kamenov, John D. Kingston y George J. Armelagos* 107

Estado de la cuestión: historia y arqueología de la *llaqta* de Machupicchu

*José M. Bastante, Fernando Astete, Alicia Fernández y Alex I. Usca* 141

Machu Picchu. Monumento arqueológico

*Rogger Ravines* 237

Avances de las investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu

*José M. Bastante y Alicia Fernández Flórez* 269

Machu Picchu: el centro sagrado

*Johan Reinhard* 289

<i>Llaqta</i> de Machupicchu: sacralidad y proceso constructivo <i>José Fernando Astete Victoria</i>	313
Aspectos constructivos en Machupicchu <i>Arminda Gibaja</i>	327
Machu Picchu: maravilla de la ingeniería civil <i>Kenneth R. Wright y Alfredo Valencia Zegarra</i>	335
Tecnomorfología de la <i>llaqta inka</i> de Machupicchu. Materiales, métodos y resultados del levantamiento arquitectónico y paisajístico <i>Adine Gavazzi</i>	353
Avances preliminares de la investigación con <i>lidar</i> en Machupicchu <i>Roland Fletcher, Nina Hofer y Miguel Mudbidri</i>	383
Lagunas sagradas de Salkantay. Investigaciones subacuáticas en el Santuario Histórico de Machu Picchu <i>Maciej Sobczyk, Magdalena Nowakowska, Przemysław Trzeźniowski y Mateusz Popek</i>	393
Ingeniería <i>inka</i> de Machupijchu <i>Jesús Puellas Escalante</i>	409
Contexto funerario bajo en el sector noreste de Machupicchu, 2002 <i>Alfredo Mormontoy Atayupanqui</i>	447
Los esqueletos humanos de Machu Picchu. Un reanálisis de las colecciones del Museo Peabody de la Universidad de Yale <i>John Verano</i>	455
<b>TOMO II</b>	
La mayoría silenciosa de Machu Picchu: una consideración de los cementerios incas <i>Lucy C. Salazar</i>	11
El cementerio de los incas <i>Christopher Heaney</i>	25
Quilcas en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: análisis y perspectivas arqueológicas <i>Fernando Astete, José M. Bastante y Gori-Tumi Echevarría López</i>	35

Las quilcas del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu: evaluación y secuencia arqueológica preliminar <i>José M. Bastante y Gori-Tumi Echevarría López</i>	59
El calendario solar de Machupicchu y otras incógnitas <i>Eulogio Cabada</i>	99
Observaciones astronómicas en Intimachay (Machu Picchu): un nuevo enfoque para un antiguo problema <i>Mariusz Ziółkowski, Jacek Kościuk y Fernando Astete Victoria</i>	131
Acercas de los instrumentos astronómicos de los incas: el mirador de Inkaraqay (Parque Arqueológico Nacional de Machu Picchu) <i>Fernando Astete Victoria, Mariusz Ziółkowski y Jacek Kościuk</i>	143
Machu Picchu: sobre su función <i>Federico Kauffmann Doig</i>	159
Machu Picchu, el mausoleo del emperador <i>Luis Guillermo Lumbreras</i>	193
Investigaciones interdisciplinarias en Machupicchu. Temporada PIAISHM 2017 <i>José M. Bastante, Alicia Fernández y Fernando Astete Victoria</i>	233
Investigaciones en el monumento arqueológico Choquesuysuy del Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu <i>José M. Bastante y Emerson Pereyra</i>	269
Investigaciones en el monumento arqueológico Chachabamba <i>José M. Bastante, Dominika Sieczkowska y Alexander Deza</i>	289
Arqueogeofísica aplicada a la arqueología inca: el caso del monumento arqueológico Chachabamba <i>Nicola Masini, Luigi Capozzoli, Gerardo Romano, Dominika Sieczkowska, Maria Sileo, José M. Bastante, Fernando Astete, Mariusz Ziolkowski y Rosa Lasaponara</i>	305
Materialización del culto al agua a través de la arquitectura hidráulica en la llaqta de Machupicchu <i>Alicia Fernández Flórez</i>	321

La Reforma Agraria en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu <i>Alex Usca Baca</i>	337
La ciudad de San Francisco de Victoria de Vilcabamba y el pueblo antiguo del Ynga nombrado Huaynapicchu <i>Donato Amado Gonzales</i>	361
Biodiversidad anotada del Santuario Histórico de Machupicchu: especies endémicas y amenazadas <i>Julio Gustavo Ochoa Estrada</i>	375
Reportes anotados de mamíferos silvestres del Santuario Histórico de Machupicchu <i>Julio Gustavo Ochoa Estrada</i>	395
Quinquenio orquidáceo del Santuario Histórico de Machu Picchu. Géneros, especies nuevas y nuevos reportes <i>Benjamín Collantes</i>	407
<i>Vasqueziella</i> boliviana, conocida desde hace tiempo y de amplia distribución, pero muy poco frecuente <i>Benjamín Collantes y Günter Gerlach</i>	411
Una vista desde la bóveda: fotos de las expediciones a Perú de la National Geographic Society-Yale University <i>Sara Manco, Renée Braden y Matthew Piscitelli</i>	421
Autenticidad de Machupicchu, 100 años después <i>Ricardo Ruiz Caro y Fernando Astete Victoria</i>	427
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1. Relación de monumentos arqueológicos en el Santuario Histórico-Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu y la Zona Especial de Protección Arqueológica	439
Anexo 2. Términos en quechua en los artículos	456

# Observaciones astronómicas en Intimachay (Machu Picchu): un nuevo enfoque para un antiguo problema<sup>1</sup>

Mariusz Ziółkowski<sup>2</sup>, Jacek Kościuk<sup>3</sup> y Fernando Astete Victoria<sup>4</sup>

**E**l Estado inca o Tawantinsuyu fue el final –y en un relativamente corto período– del desarrollo cultural en el territorio central-andino, el cual tuvo una duración de miles de años. Muchos de los logros de dicha civilización, popularmente asociados con lo inca, tuvieron orígenes mucho más tempranos. Dejando abierta la pregunta acerca del lugar de origen de los incas, se considera que durante el período comprendido entre los siglos XII y XIII d. C. se establecieron las bases de un Estado que tuvo como centro la ciudad del Cusco. Hacia el comienzo del siglo XV, los incas habían ocupado un área de aproximadamente cien mil kilómetros cuadrados. Hacia 1532, habían conquistado territorios a lo largo del litoral del Pacífico, en los Andes y

en la selva (en este caso hasta una altura de 200 metros sobre el nivel del mar, msnm). Dicho territorio se extendía desde el río Ancasmayo en Colombia hasta el río Maule en Chile, comprendiendo un área de un millón a un millón y medio de kilómetros cuadrados (la diferencia en los estimados se debe a la problemática acerca de la envergadura de la autoridad inca en ciertas áreas).

El calendario imperial jugó un rol de suma importancia en la administración de un país tan grande y diverso; asimismo, facilitó la organización de las funciones administrativas, económicas y religioso-ceremoniales que fueron de importancia para los incas. Sin embargo, el calendario imperial no fue la única unidad de medida del tiempo empleada en el Tawantinsuyu; hay evidencia acerca de la existencia de otros sistemas con un origen y propósito diferentes.

Al margen de que el sistema calendárico fuese urbano o provincial, la observación de los cuerpos celestes, principalmente del sol, algunas estrellas (por ejemplo, las Pléyades; Aveni 1981; Zawaski 2007) y la luna, fue necesaria para su funcionamiento práctico.

<sup>1</sup> Traducción del original en inglés: “Astronomical Observations at Intimachay (Machu Picchu): A New Approach to an Old Problem” (2013; *Anthropological Notebooks*, N° XIX, Suplemento, pp. 391-404) (traducción de José Bastante).

<sup>2</sup> Arqueólogo; Centre for Precolumbian Studies, Universidad de Varsovia, Polonia (mziolkowski@uw.edu.pl).

<sup>3</sup> Arquitecto; Laboratory of 3D Scanning and Modelling, Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology, Polonia (jacek.kosciuk@pwr.edu.pl).

<sup>4</sup> Antropólogo y arqueólogo; jefe del Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu, Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, Ministerio de Cultura (fasteremachupicchu@yahoo.es).



Algunas crónicas que describen diferentes sistemas de observación, en particular los de forma horizontal, también mencionan observaciones gnómicas. Sin embargo, sus rastros arqueológicos son extremadamente elusivos. Es así que hasta el día de hoy continúa la discusión acerca de asuntos básicos, como la existencia, ubicación y aplicación práctica del llamado sistema de *sukanka*, el cual incluye pilares o construcciones similares diseñadas para realizar observaciones astronómicas en la capital del Tawantinsuyu, Cusco, y sus alrededores (ver: Bauer y Dearborn 1995).

Se debe notar que, al discutir acerca de instrumentos usados para el seguimiento de los cuerpos celestes, se consideran dos categorías diferentes de objetos:

- Aquellos que apuntan, en función a razones religiosas y ceremoniales, a una orientación aproximada de la salida y puesta del sol en un momento importante durante su transición anual a través del horizonte. Los ejemplos de objetos que pertenecen a esta categoría incluyen a la frecuentemente aludida *sukanka*

del cerro Picchu, al oeste de Cusco, y a un corredor orientado en la misma dirección y que se dirige hacia la plaza principal en Ingapirca, Ecuador. Lo importante en estos casos no fue necesariamente la precisión en la observación astronómica, sino la creación de un efecto visual para las masas de fieles que se reunían en las plazas.

- Aquellos que pueden ser llamados “instrumentos astronómicos”, diseñados para ser empleados por un limitado grupo de sacerdotes-astrónomos, aludidos en algunas fuentes.

Los objetos de esta segunda categoría fueron muy escasos, pero los de Intimachay en Machu Picchu parecieran ser un ejemplo.

#### **La cueva de Intimachay (Machu Picchu)**

Intimachay es una pequeña cueva ubicada en los andenes orientales de Machu Picchu (figura 1). Es un espacio vacío accidental que se encuentra entre formaciones naturales de grandes bloques de granito, los



Figura 1. Machu Picchu. La flecha señala la ubicación de Intimachay en el sitio (Google Maps 2018).



Figura 2. Intimachay. Vista de la cueva desde el lado este, indicando la ventana E, especialmente construida para observaciones astronómicas (fotografía: Jacek Kościuk).

cuales constituyen la mayor parte de Machu Picchu. Sin embargo, esta caverna natural fue trabajada intencionalmente con el fin de servir para cierto tipo de actividades importantes, que son el tema principal del presente artículo (figura 2).

La cueva ya ha sido sujeto de análisis arqueológicos y astronómicos por parte de Dearborn, Schreiber y White, quienes aseguran que:

El primer rayo de sol ingresa y penetra hacia la pared trasera de la cueva solo por pocos días antes y después del solsticio. Por causa del diámetro finito del sol, parte de la luz solar puede brillar dentro de la cueva poco después del primer rayo por aproximadamente 10 días antes y 10 días después del solsticio. [...] Hemos encontrado que Intimachay no solo es adecuada para observar el solsticio de diciembre, sino

que un considerable esfuerzo fue realizado para lograrlo. La naturaleza única de la estructura y la precisión del alineamiento es un fuerte argumento de que este alineamiento no es accidental (Dearborn *et al.* 1987: 350-351).

Para ilustrar sus conclusiones, estos autores usaron un esquema (figura 3, parte superior) y una reconstrucción del horizonte visto desde la ventana-túnel, basándose en fotografías “registradas empleando puntos grabados en un trayecto, y orientados empleando observaciones solares” (Dearborn *et al.* 1987: 350-351, ver la figura 2).

En agosto de 2012, examinamos la cueva de Intimachay, como parte del programa peruano-polaco de escaneando laser 3D en Machu Picchu. El proyecto también incluye una orientación precisa del sitio y el establecimiento de una red permanente de

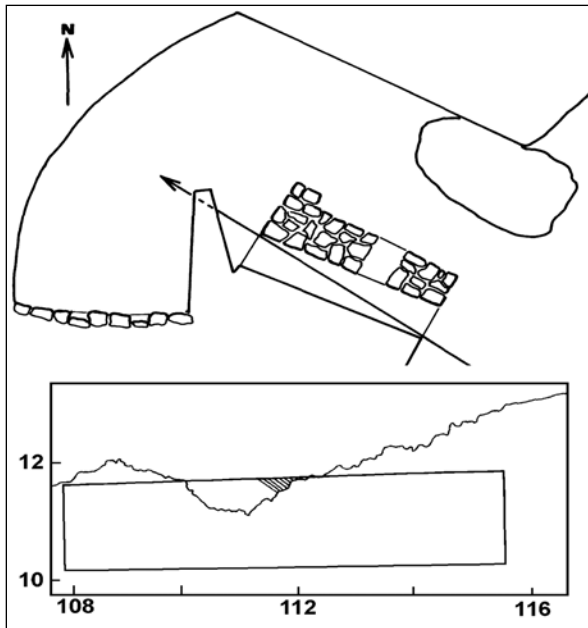


Figura 3. Intimachay. Parte superior: plan esquemático de la cueva de acuerdo a Dearborn *et al.* (1987: 347). Parte inferior: vista del horizonte desde la ventana este, de acuerdo a la reconstrucción de nuestros predecesores; el área marcada corresponde al punto de la salida del sol en el solsticio de diciembre (Dearborn *et al.* 1987: 350).

referencia para futuras investigaciones. En primer lugar, se establecieron y estabilizaron 80 puntos de referencia en el área de Machu Picchu. Empleando una estación total, estos puntos fueron medidos mediante una triangulación precisa. La orientación de toda la red fue realizada en dos etapas. Primero, se empleó el GPS<sup>5</sup> en 8 puntos de la red y se grabaron observaciones estáticas por un período de 6 horas. Las observaciones fueron remitidas a 4 estaciones permanentes de GPS de la red IGS<sup>6</sup> y las coordenadas calculadas se escribieron en UTM 18S estándar<sup>7</sup>. El siguiente paso fue ajustar las coordenadas de nuestra red trigonométrica de 80 puntos a los 8 puntos calculados mediante el GPS. El error de la

<sup>5</sup> Fueron usados cuatro puntos del equipamiento Trimble R6 GNSS provistos por la Dirección Regional de Cultura de Cusco.  
GPS: sistema de posicionamiento global.

<sup>6</sup> Servicio internacional GNSS.

<sup>7</sup> UTM: sistema de coordenadas universal transversal de Mercator.

orientación de la red resultante, en el peor de los casos, no excede  $\pm 1$  MOA<sup>8</sup>. Un adicional aproximadamente de 1 MOA de error de orientación puede haber ocurrido cuando se referenciaba la posición del escáner usado para el sondeo del santuario de Intimachay hacia el punto más cercano de la red de referencia. Tomando en consideración el peor de los casos, cuando se acumulan ambos errores, el error final de orientación para Intimachay no debería sobrepasar los  $\pm 2$  MOA.

El presente proyecto, que se encuentra en curso, incluye el estudio de las estructuras ceremoniales más relevantes de Machu Picchu desde un punto de vista astronómico y arqueológico. Con respecto a los resultados obtenidos por anteriores investigaciones, hemos notado una diferencia en cuanto a las mediciones, además hemos añadido nuevas observaciones para el conocimiento y entendimiento acerca de la importancia de Intimachay.

Al aproximarse a la cueva, uno puede darse cuenta de que toda la fachada consiste en dos partes distinguibles:

- a. Roca natural (aunque precisamente esculpida) en el extremo de las fachadas norte y sur.
- b. Dos paredes de granito construidas en el medio (figura 2).

La primera pared, construida de bloques aproximadamente regulares<sup>9</sup>, tiene un grosor promedio de 1.4 m y fue levantada entre dos rocas en los extremos norte y sur, cubriendo la entrada natural de la cueva. El ingreso a la cueva solo es posible a través de una abertura (1.4 x 1.7 m) al final del lado norte de la pared. Un masivo bloque de granito (0.75

<sup>8</sup> MOA (*minute of angle*, minuto de ángulo) es una medida angular que representa los minutos de un grado para ángulos.

<sup>9</sup> Al pie de la pared el vínculo recuerda el así llamado “escombro cursado cuadrado”.

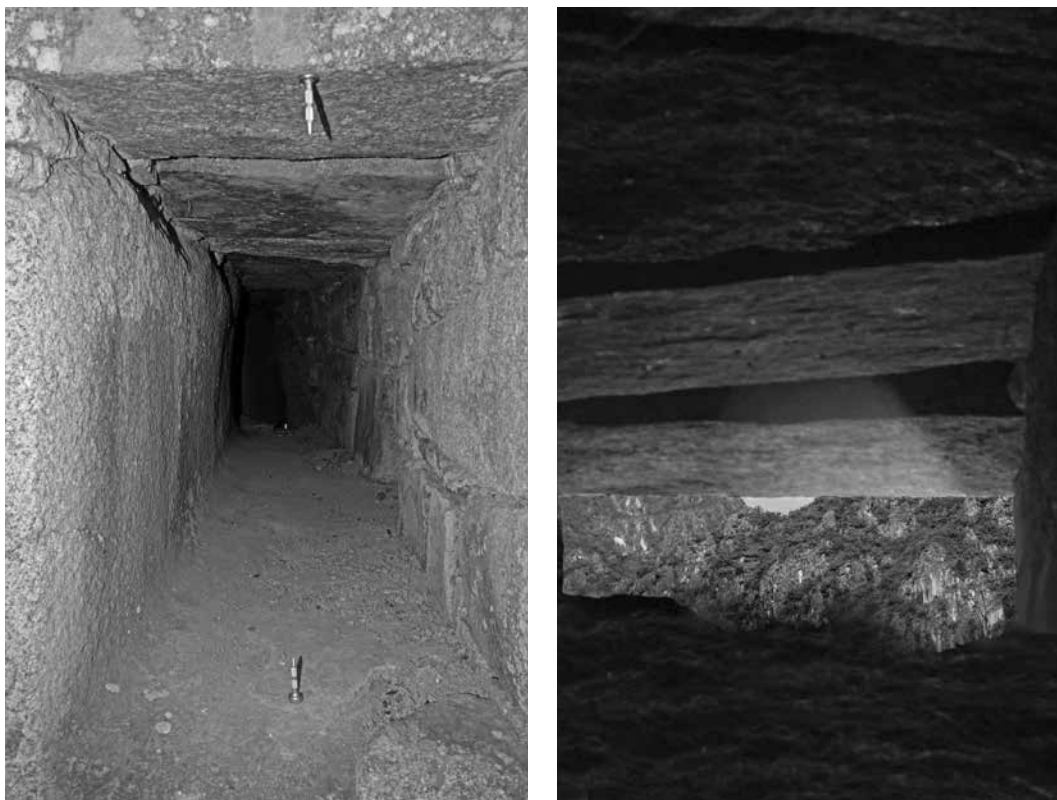


Figura 4. Intimachay, ventana este. Izquierda: interior; notar la roca natural precisamente tallada y pulida a la izquierda y en el fondo y un muro adyacente formando la pared derecha y el techo. Derecha: foto tomada desde el interior a través de la ventana este, con una vista del horizonte (fotografías: Jacek Kościuk).

x 1.6 x 2.85 m) inclinado hacia abajo sirve de dintel. Sobre este, las paredes continúan hasta alcanzar 2.3 m y funcionan como un muro de contención para la terraza ubicada en la parte superior.

La segunda pared se encuentra adosada a la primera en un ángulo aproximadamente correcto evidenciando las juntas, lo que indica que las paredes fueron levantadas de forma independiente una de la otra. No se puede determinar si ellas responden a fases en el proceso constructivo o si fueron construidas en momentos totalmente diferentes; sin embargo, la notoria desigualdad entre el material empleado sugiere que la segunda alternativa es la más acertada. A pesar de que las caras de cada piedra están cuidadosamente trabajadas, tales piedras en sí mismas presentan formas muy irregulares, con muchos pedazos de piedra pequeños e irregulares insertados entre piedras más

grandes, asemejando una telaraña desordenada. Solo los bloques presentes en las esquinas y aquellos en la hilada superior muestran una factura más regular en su forma. Toda la pared alcanza solamente 2.0 m y termina con un tipo de pequeña plataforma (0.8 x 1.4 m). La pared fue construida adosada a la roca natural en el extremo sur del frente de la cueva. Sin embargo, antes de que la pared en cuestión fuese construida, la roca fue cuidadosamente modelada, cortando un tipo de repisa o grada a lo largo de toda su cara norte (figura 4, izquierda).

Junto con la pared recién adherida, se formó una especie de ventana o túnel, orientada de este a oeste. Nuestros predecesores describieron esta característica, pero no discutieron la posible función de la segunda ventana, que describimos como ventana norte (figuras 5 y 7).



Figura 5. Intimachay, ventana norte (fotografía: Jacek Kościuk).

Esta ventana tiene similar anchura y altura que la ventana este. Sin embargo, no ilumina la totalidad del túnel sino solo un pedazo lateral del lado sur. En esta pared son visibles unas marcas oscuras, verticales y bastante regulares, exactamente frente a la ventana norte (figura 6, derecha). El color oscuro es probablemente el resultado de la presencia de líquenes, pero la disposición regular de los rayos sugiere que estos se esparcían sobre algunas partes de la superficie de la roca que ofrecían un medioambiente más favorable para su desarrollo. Actualmente, no es posible determinar si las marcas verticales fueron talladas en la superficie de la pared o si algún otro tipo de capa marcada con “pintura” orgánica o mineral fue impresa. La problemática acerca del origen de estas marcas requiere de mayores análisis petrográficos y biológicos.

Se puede deducir del esquema de Dearborn *et al.* (1987) que la vista del horizonte desde el eje



Figura 6. Intimachay. Ventana norte (fotografías: Jacek Kościuk). Izquierda: vista del horizonte desde el interior. Derecha: marcas oscuras, verticales y bastante regulares, visibles desde la pared de piedra.

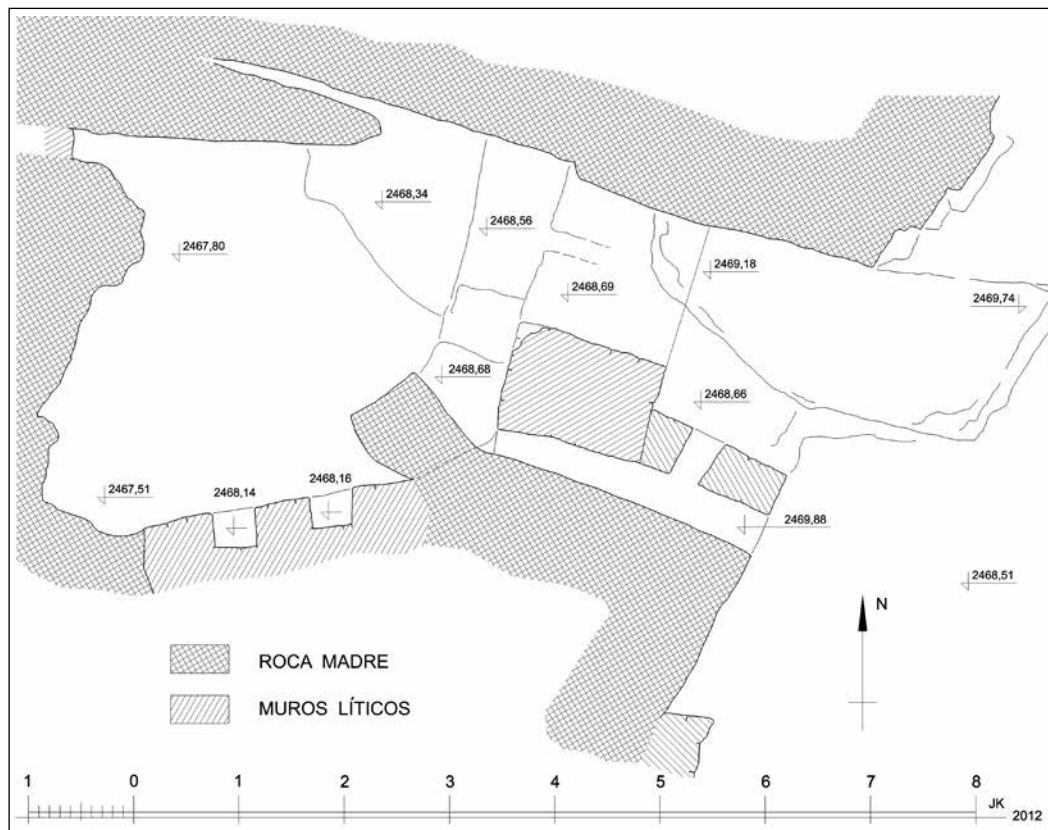


Figura 7. Intimachay. Plano de la cueva basado en escaneado laser 3D, agosto de 2012 (plano: C. Medina Alpaca y Jacek Kościuk).

de esa ventana se encuentra obstruida por una gran roca (figura 3, parte superior). En realidad, esta roca fue expresamente aplanada por los antiguos constructores de manera que una buena porción del horizonte puede ser vista a través de la ventana (figura 6, izquierda). Los constructores también pusieron mucho cuidado al aplanar la roca natural en la entrada de la cueva. Esta se encuentra bien nivelada y presenta dos escalones profundos y cortados con precisión, que se dirigen hacia un descansillo de forma triangular al interior de la cueva (figura 7).

Este corto conjunto de escalones tiene un tipo de extensión que se dirige al sur y termina en una pequeña plataforma. Al pararse en esta y meter la cabeza entre la parte trasera de la pared delantera y un gran bloque de granito que cuelga del techo de la cueva, se puede ver a través de la ventana-túnel oriental. En la esquina izquierda de la repisa de la

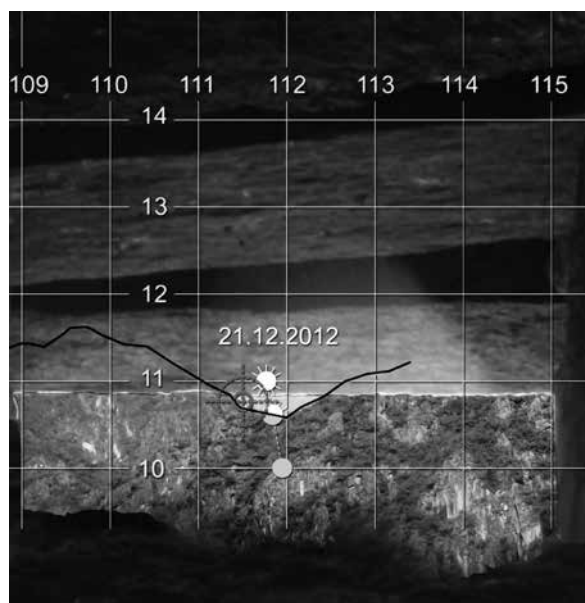


Figura 8. Vista del horizonte desde el interior a través de la ventana este, con un cuadro en degradé y altura calibrada. La orientación está dada en grados, contando en sentido horario desde el norte. La posición del sol naciente el 21 de diciembre de 2012 fue reconstruida por Mariusz Ziółkowski y Jacek Kościuk usando el *software* Cartes du Ciel 3.6 (© Patrick Chevalley).

ventana existe un recorte pequeño y tosco. Solo si se pone el ojo exactamente en esta posición, se puede ver a través del túnel de la ventana una porción del horizonte oriental (figura 8).

El interior de la cueva presenta una forma muy irregular (figura 7), que difiere con la presentada por Dearborn, Schreiber y White (figura 3, parte superior)<sup>10</sup>. En la pared trasera de la cueva, justo frente a la entrada, existen dos fisuras angostas entre grandes e irregulares bloques de granito. Al menos una de ellas termina con una obstrucción levantada de rocas más o menos rectangulares. Asimismo, el techo de la cueva presenta una forma muy irregular. La ladera de rocas naturales desciende en dirección occidental, encontrándose con el piso de tierra junto a la parte sur del perímetro occidental de la cueva. El piso en esta parte de la cueva se encuentra aproximadamente 1 m más abajo que el ya descrito descansillo en la entrada. El borde del norte de la cueva atrae la atención de los visitantes por una pared muy bien construida que presenta dos nichos y está armada con bloques medianamente regulares unidos con argamasa de barro. Ambos nichos miden aproximadamente 40 cm de ancho, 50 cm de altura y 35 cm de profundidad (figura 7).

La forma de los escalones en la entrada, el bloque de las fisuras y especialmente la pared del lado sur con sus dos nichos sugieren que el interior de la cueva jugó un importante rol en las actividades que tuvieron lugar en el sitio. Sin embargo, los aspectos fundamentales de Intimachay son las dos ventanas-túnel que fueron evidentemente empleadas para observaciones astronómicas.

<sup>10</sup> Se debe recordar, sin embargo, que tuvimos la suerte de usar un escáner láser 3D que no era disponible todavía en el tiempo en el que nuestros colegas inspeccionaron la cueva usando equipamiento convencional y mucho menos preciso.

## Resultados de nuevos análisis astronómicos en Intimachay

Contando con un modelo en 3D de la cueva, orientado con la anteriormente mencionada precisión de  $\pm 2$  MOA, tomamos una serie de fotografías del horizonte empleando una cámara Sony Alfa 65. Luego realizamos la calibración angular de las fotografías con el empleo de las medidas obtenidas con el teodolito de la altura del horizonte en intervalos, en promedio 10-15 MOA. Cuando se trató con diferencias mayores en cuanto a altura (por ejemplo, la pendiente de una montaña), redujimos las medidas de la altura, tomándolas en intervalos de cinco minutos angulares, lo que permitió la reconstrucción de la línea del horizonte, donde un error de  $\pm 2$  MOA puede ser asumido, tomando en consideración la posible falta de precisión generada por ubicar el teodolito en un lugar no precisamente igual a aquel desde donde se tomaron las fotografías. Por ende, considerando la declinación máxima que resulta de la combinación de la orientación vertical y la altura, la precisión de la orientación calculada por nosotros puede presentar un error de  $\pm 4$  MOA (figura 8).

Un análisis astronómico más profundo fue realizado con el *software* Cartes du Ciel (Skychart) 3.6<sup>11</sup>. Para evitar la discusión acerca de los fundamentos para emplear una u otra fecha de construcción de Intimachay, hemos basado nuestro estudio en la reconstrucción de la función astronómica durante la época contemporánea (2005-2012 d. C.). Así, al margen de si Intimachay fue construida (por ejemplo) en 1400, 1450 o 1500 d. C., los cambios que ocurrieron desde aquel tiempo en las posiciones del sol y la luna son insignificantes. Más aún, es posible realizar una simple verificación de campo sobre la exactitud del modelo acerca del funcionamiento de Intimachay mediante observaciones *in situ* en las fechas que hemos referido.

<sup>11</sup> Con derechos de autor de Patrick Chevalley.

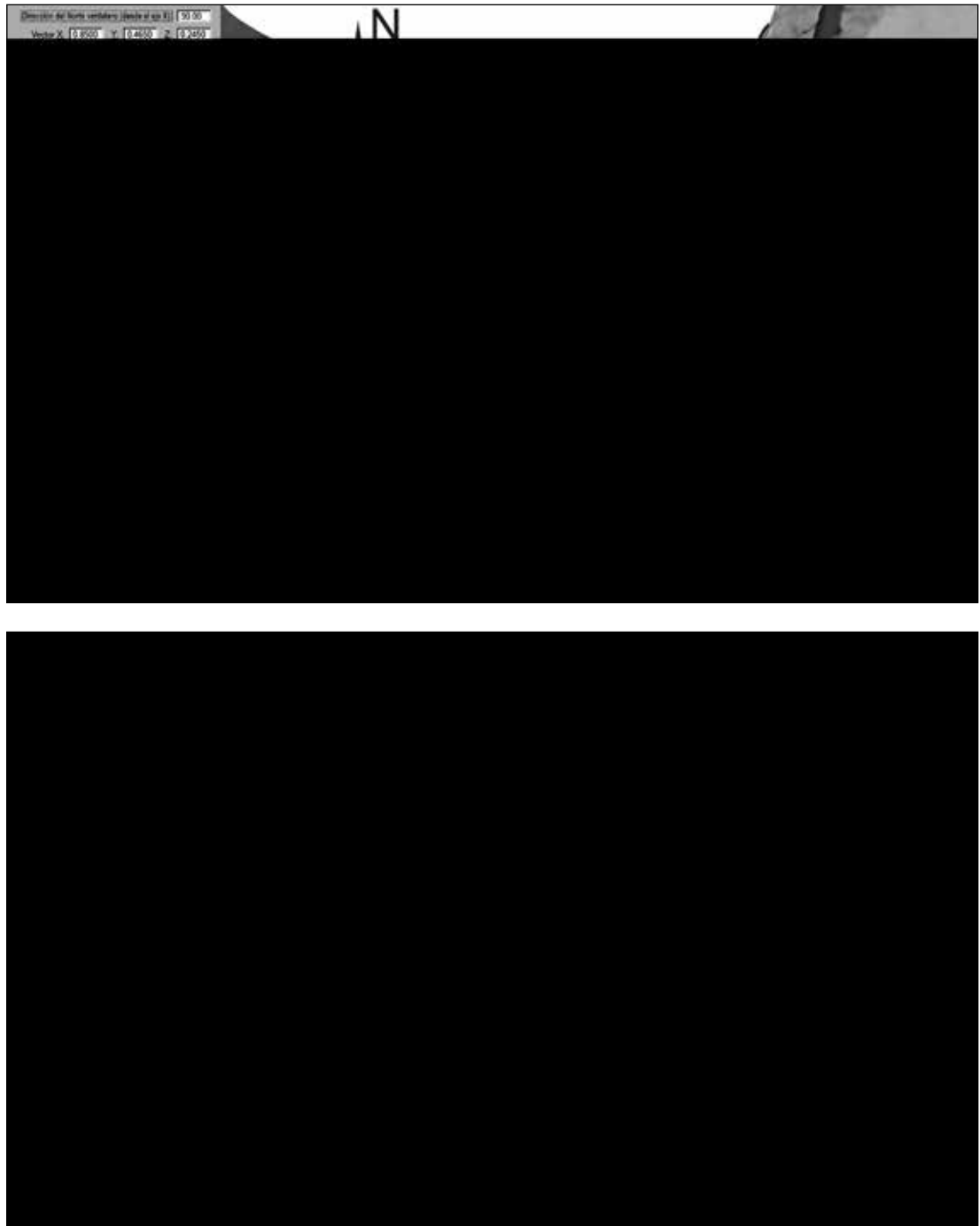


Figura 9. Intimachay. Simulación en computadora de la iluminación de las ventanas este y norte. La posición del sol en 2012 fue reconstruida por Mariusz Ziółkowski y Jacek Kościuk usando el *software* Cartes du Ciel 3.6 (© Patrick Chevalley).



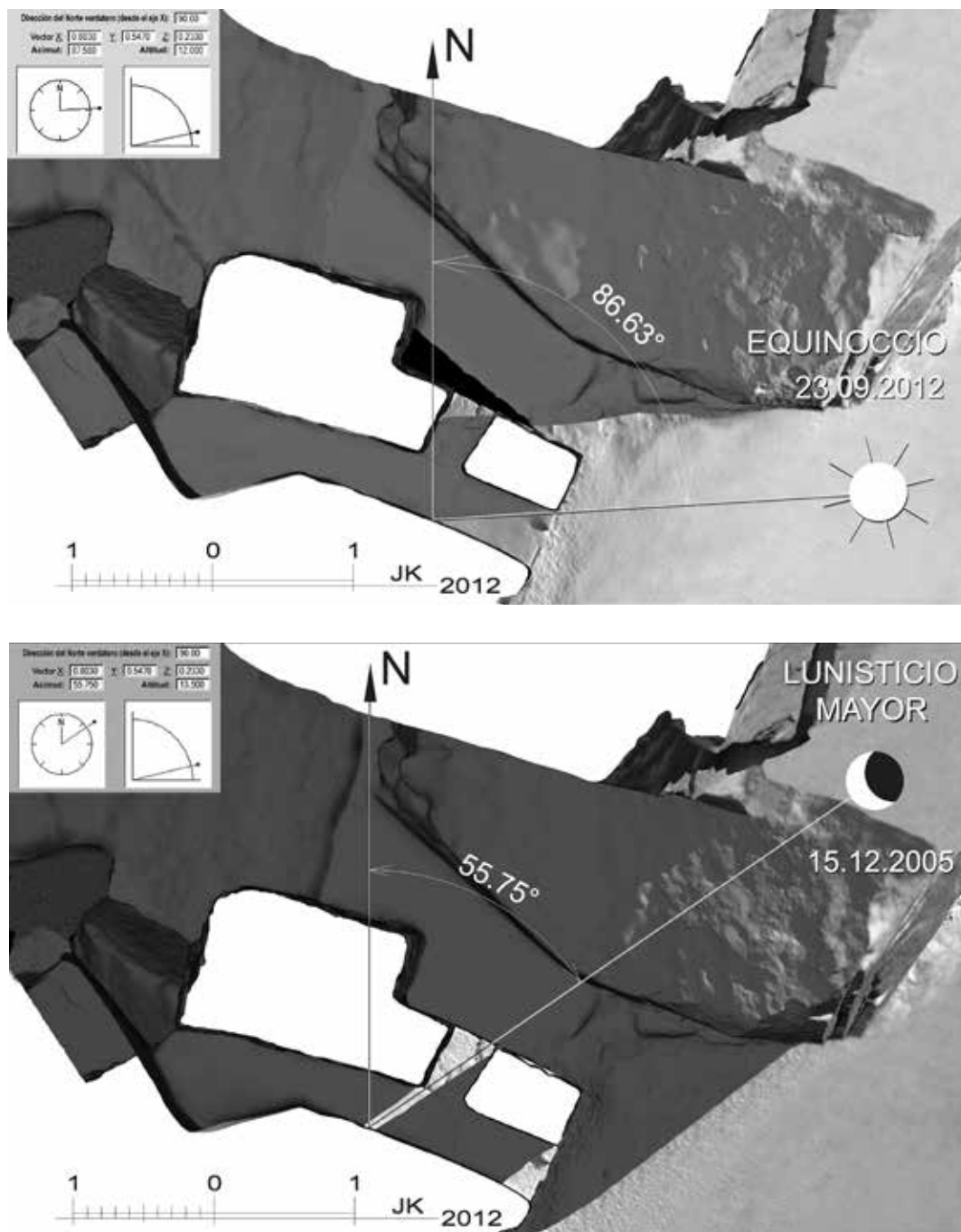


Figura 10. Intimachay. Simulación de computadora de la iluminación de las ventanas este y norte, hecha por Mariusz Ziółkowski y Jacek Kościuk usando el *software* Cartes du Ciel 3.6 (© Patrick Chevalley).

A pesar de las diferencias en cuanto a la forma de la cueva antes descrita, hemos logrado confirmar los descubrimientos de las anteriores investigaciones, que indican que la ventana-túnel (o ventana oriental) sirvió para la observación de la salida del sol durante el período del solsticio de diciembre (figuras 8 y 9, parte inferior). Es importante resaltar que, debido a la exposición específica de ambas ventanas, otros fenómenos pudieron ser observados:

- a. Al momento de la salida del sol, un rayo descendiendo diagonalmente a través de la ventana oriental sobre la anteriormente mencionada “capa” formada por “rayos oscuros” durante el equinoccio será visible a través de la ventana norte.
- b. Un haz del sol al amanecer durante el solsticio de junio ingresará a través de la ventana norte y también iluminará la pared del túnel en la parte cubierta por los mencionados “rayos oscuros” (figura 9, parte superior).
- c. Es importante para el tema del presente artículo que un rayo de la luna creciente durante el lunisticio mayor norte ingresará a través de la ventana norte (figura 10, parte inferior).

### Conclusión

En los estudios dedicados a los métodos incas para observaciones astronómicas, los investigadores no han tomado en consideración la existencia de orientaciones lunares. En su lugar, han enfocado su atención casi totalmente en la posición del sol y las Pléyades (Aveni 1981; Zawaski 2007). En publicaciones más recientes, solo un artículo brinda evidencia sobre la existencia de una gran orientación lunar detenida en el *ushnu* de Huánuco Pampa (Pino Matos 2004). Un análisis más preciso en sitios ampliamente conocidos, que hasta la fecha solo han sido interpretados como observatorios solares, podría brindar evidencia acerca de su función como observatorios lunares. Este parece ser el caso de Intimachay en Machu Picchu, que fue efectivamente un observatorio astronómico, pero mucho más complejo y preciso de lo que se creía anteriormente.

### Reconocimientos

Nuestro agradecimiento por su asistencia al personal del Parque Arqueológico Nacional Machu Picchu, en particular al ingeniero César Medina Alpaca, jefe del proyecto de escaneado en 3D del sitio, y a la magíster Dorota Kozíńska por traducir este texto al inglés.

### Referencias bibliográficas

- AVENI, Anthony F.  
1981 “Horizon Astronomy in Incaic Cusco”. En: Ray A. Williamson (ed.), *Archaeoastronomy in the Americas*. Los Altos, CA: Ballena Press, pp. 305-318.
- BAUER, Brian S.  
1998 *The Sacred Landscape of the Inca: The Cusco Ceque System*. Austin: The University of Texas Press.
- BAUER, Brian S. y David S. P. DEARBORN  
1995 *Astronomy and Empire in the Ancient Andes*. Austin: The University of Texas Press.
- COBO, Bernabé  
1964 [1653] *Historia del Nuevo Mundo*, II parte. Madrid: Biblioteca de Autores Españoles.
- DEARBORN, David S. P. y Katharina J. SCHREIBER  
1986 “Here Comes the Sun: The Cusco-Machu Picchu Connection”. En: *Archaeoastronomy*, N° 9, pp. 15-37.

- DEARBORN, David S. P.; Katharina J. SCHREIBER y Raymond E. WHITE  
 1987 "Intimachay: A December Solstice Observatory at Machu Picchu, Peru". En: *American Antiquity*, año 52, N° 2, pp. 346-352.
- PINO MATOS, José Luis  
 2004 "Observatorios y alineamientos astronómicos en el Tampu Inka de Huánuco Pampa". En *Arqueología y Sociedad*, N° 15, pp. 173-190.
- URTON, Gary  
 1981 *At the Crossroads of the Earth and the Sky: An Andean Cosmology*. Austin: The University of Texas Press.
- ZAWASKI, Mike J.  
 2007 *Archaeoastronomical Survey of Inca Sites in Peru*. Tesis de maestría. University of Northern Colorado, Greeley-ProQuest Dissertations and Theses.
- ZIÓŁKOWSKI, Mariusz y Arnold LEBEUF  
 1993 "Were the Incas Able to Predict Lunar Eclipses?" En: Clive RUGGLES (ed.), *Archaeoastronomy in the 1990's*. Loughborough: Group D Publications, pp. 298-308.
- ZIÓŁKOWSKI, Mariusz y Robert M. SADOWSKI  
 1989 "Investigaciones arqueoastronómicas en el sitio de Ingapirca prov. de Cañar, Ecuador". En *Rivista di Archeologia*, suplemento 9, pp. 151-169.
- 1992 *La arqueoastronomía en la investigación de las culturas andinas*. Quito: Instituto Otavaleño de Antropología y Banco Central del Ecuador.
- ZUIDEMA, Reiner Tom  
 1981 "Inca Observations of the Solar and Lunar Passages Through Zenith and Anti-Zenith at Cuzco". En: Ray A. Williamson (ed.), *Archaeoastronomy in the Americas*. Los Altos: Ballena Press, pp. 319-342.
- 1982 "The Sideral Lunar Calendar of the Incas". En: A. F. Aveni (ed.), *Archaeoastronomy in the New World*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 59-107.



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

**Comisión  
Nacional  
Peruana**  
de Cooperación  
con la UNESCO



PERÚ

Ministerio de Cultura

Dirección  
Desconcentrada de Cultura  
de Cusco