

ASTRONOMY OF THE INCA EMPIRE

Steven R. Gullberg, Ph.D.

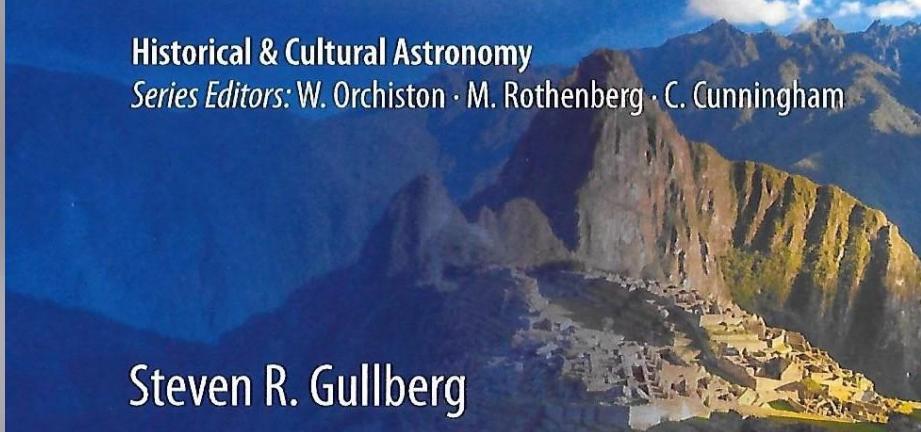
**Director for Archaeoastronomy and Astronomy in Culture
University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, USA**

**Chair, International Astronomical Union
Working Group for Archaeoastronomy and Astronomy in Culture**



© Steven R Gullberg

Historical & Cultural Astronomy
Series Editors: W. Orchiston · M. Rothenberg · C. Cunningham



Steven R. Gullberg

Astronomy of the Inca Empire

Use and Significance of the Sun
and the Night Sky

PRESENTATION PLAN

Archaeoastronomy

Inca Astronomy

Milky Way

Field Research

Education for Astronomy in Culture



International Astronomical Union

Working Group for Archaeoastronomy
and Astronomy in Culture
(WGAAC)

What is Archaeoastronomy?

Archaeoastronomy deals with the astronomical significance of sites and structures of prehistoric peoples.

Archaeoastronomical studies are interdisciplinary in that they incorporate astronomy, archaeology, and anthropology. They often involve investigating possible astronomical alignments and their cultural associations.

La arqueoastronomía se ocupa de la importancia astronómica de los sitios y estructuras de los pueblos prehistóricos. Los estudios arqueoastronómicos son interdisciplinarios en el sentido de que incorporan astronomía, arqueología y antropología. A menudo implican investigar posibles alineaciones astronómicas y sus asociaciones culturales.

What is Archaeoastronomy?

Ethnoastronomy deals with the astronomical systems of indigenous peoples. Ethnoastronomical studies combine anthropology and astronomy, but sometimes also incorporate data drawn from prehistory, geology, linguistics, and genetics.

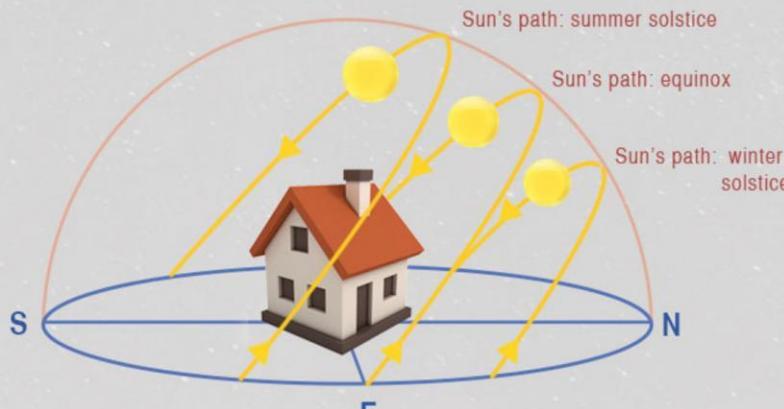
La etnoastronomía se ocupa de los sistemas astronómicos de los pueblos indígenas. Los estudios etnoastronómicos combinan la antropología y la astronomía, pero a veces también incorporan datos extraídos de la prehistoria, la geología, la lingüística y la genética.

THE POSITIONS OF SUNRISE AND SUNSET CHANGE

The sun's path during different seasons A southern hemisphere perspective

The path of the sun across the sky varies with the seasons. Around the **equinox** is the only time when the sun rises due east and sets due west.

During **summer**, the sun rises in the south-east and sets in the south-west, travelling higher and further across the sky.



During **winter**, the sun rises in the north-east and sets in the north-west, travelling a lower and shorter path across the sky.

December solstice sunrise – summer

June solstice sunrise – winter

Solsticio de Diciembre amanecer – verano

Solsticio de Junio amanecer - invierno

ASTRONOMY OF THE INCA EMPIRE



Inca Solar Orientations

Astronomy was an integral part of Andean mythology and creation and was at the very heart of the Incas' religion and agriculture.

La astronomía era una parte integral de la mitología y la creación Andinas y estaba en el corazón de la religión y la agricultura de los Incas.

Inca Solar Orientations

The Incas proclaimed themselves to be the children of the Sun. They worshipped it and viewed their emperor as being the Sun's direct descendant.

Los Incas se autoproclamaron hijos del Sol. Lo adoraban y veían a su emperador como descendiente directo del Sol.

Inca Solar Orientations

The civilization of the Incas was built upon cultures that had preceded them such as the Huari, Nasca, and Chavin.

Their period of dominance, lasting only a century, was far too short to independently develop such advanced forms of religion, social structure, construction, and astronomy.

La civilización de los incas se basó en culturas que los habían precedido, como los Huari, Nasca y Chavín.

Su período de dominio, que duró solo un siglo, fue demasiado corto para desarrollar de forma independiente formas tan avanzadas de religión, estructura social, construcción y astronomía.

Inca Solar Orientations

The Incas were adept assimilators of knowledge, both what was available at the time of their empire's inception, as well as that of the many tribes conquered during their reign.

Los Incas eran hábiles asimiladores del conocimiento, tanto del que estaba disponible en el momento de la creación de su imperio, como del de las muchas tribus conquistadas durante su reinado.

Inca Solar Orientations

The emperor, Pachacuti, his son, and grandson successively built the largest empire ever known in the Americas, 4800 km from Chile to Columbia.

They established armies in fortresses at distant stations with the infrastructure of roads and storehouses that was necessary to support them.

El emperador, Pachacuti, su hijo y su nieto construyeron sucesivamente el imperio más grande jamás conocido en las Américas, 4800 km desde Chile hasta Colombia.

Establecieron ejércitos en fortalezas en estaciones distantes con la infraestructura de caminos y almacenes que era necesaria para apoyarlos.

Inca Solar Orientations

Temples and shrines were constructed as a part of exerting state control over its subjects, as well as pilgrimage centers designed to reinforce the legitimacy of royal rule over the populace.

Se construyeron templos y santuarios como parte del control estatal sobre sus súbditos, así como centros de peregrinaje diseñados para reforzar la legitimidad del gobierno real sobre la población.

Inca Solar Orientations

The Incas made solar worship the official religion of their empire.

Pachacuti imposed it across the realm, maintaining that he was the son of the Sun and his wife the daughter of the Moon. The Incas venerated the Sun, the Inca, and his predecessors.

Los Incas hicieron del culto solar la religión oficial de su imperio.

Pachacuti lo impuso en todo el reino, sosteniendo que él era el hijo del Sol y su esposa la hija de la Luna. Los Incas veneraban al Sol, al Inca y a sus predecesores.

Inca Solar Orientations

The ruling Inca was the central figure in solar worship, supporting the assertion that he was the descendant of the Sun.

El Inca gobernante fue la figura central en el culto solar, apoyando la afirmación de que era descendiente del Sol.

Inca Solar Orientations

The Incas learned the cycles of solstices and equinoxes and used this knowledge as a key component of their annual crop management activities, as well as for determining dates for religious celebrations.

Los Incas aprendieron los ciclos de solsticios y equinoccios y utilizaron este conocimiento como un componente clave de sus actividades anuales de manejo de cultivos, así como para determinar las fechas de las celebraciones religiosas.

Inca Solar Orientations

Inca claims for legitimacy were based upon the assertion that the Inca royalty were direct descendants of the Sun.

Los reclamos de legitimidad de los Incas se basaban en la afirmación de que la realeza Inca era descendiente directa del Sol.

Inca Solar Orientations

Demonstrations of that genealogical link with the Sun could occur during public festivals when the Sun would rise on the horizon at a location predicted by the Emperor and priests, the most likely times being identifiable elements of the solar cycle.

Las demostraciones de ese vínculo genealógico con el Sol podrían ocurrir durante los festivales públicos cuando el Sol saldría en el horizonte en un lugar predicho por el Emperador y los sacerdotes, siendo los momentos más probables elementos identificables del ciclo solar.

Inca Solar Orientations

The Incas learned the cycles of solstices and equinoxes and used this knowledge as a key component of their annual crop management activities.

Los Incas aprendieron los ciclos de solsticios y equinoccios y utilizaron este conocimiento como un componente clave de sus actividades anuales de manejo de cultivos.

MILKY WAY



DARK CONSTELLATIONS

The Incas recognized dark constellations, or the shapes of beings formed by dark clouds in the visible band of the galaxy.

The Incas saw great cosmological characters meant to guide them in their daily lives.

Los Incas reconocieron constelaciones oscuras, o las formas de seres formados por nubes oscuras en la banda visible de la galaxia.

Los Incas vieron grandes personajes cosmológicos destinados a guiarlos en su vida diaria.

DARK CONSTELLATIONS

The dark constellations of the Incas stretch across nearly 150° of the Milky Way's expanse. Most are animals that figure prominently in Andean cosmology and myth.

Las oscuras constelaciones de los Incas se extienden a lo largo de casi 150 ° de la extensión de la Vía Láctea. La mayoría son animales que ocupan un lugar destacado en la cosmología y el mito Andinos.

DARK CONSTELLATIONS



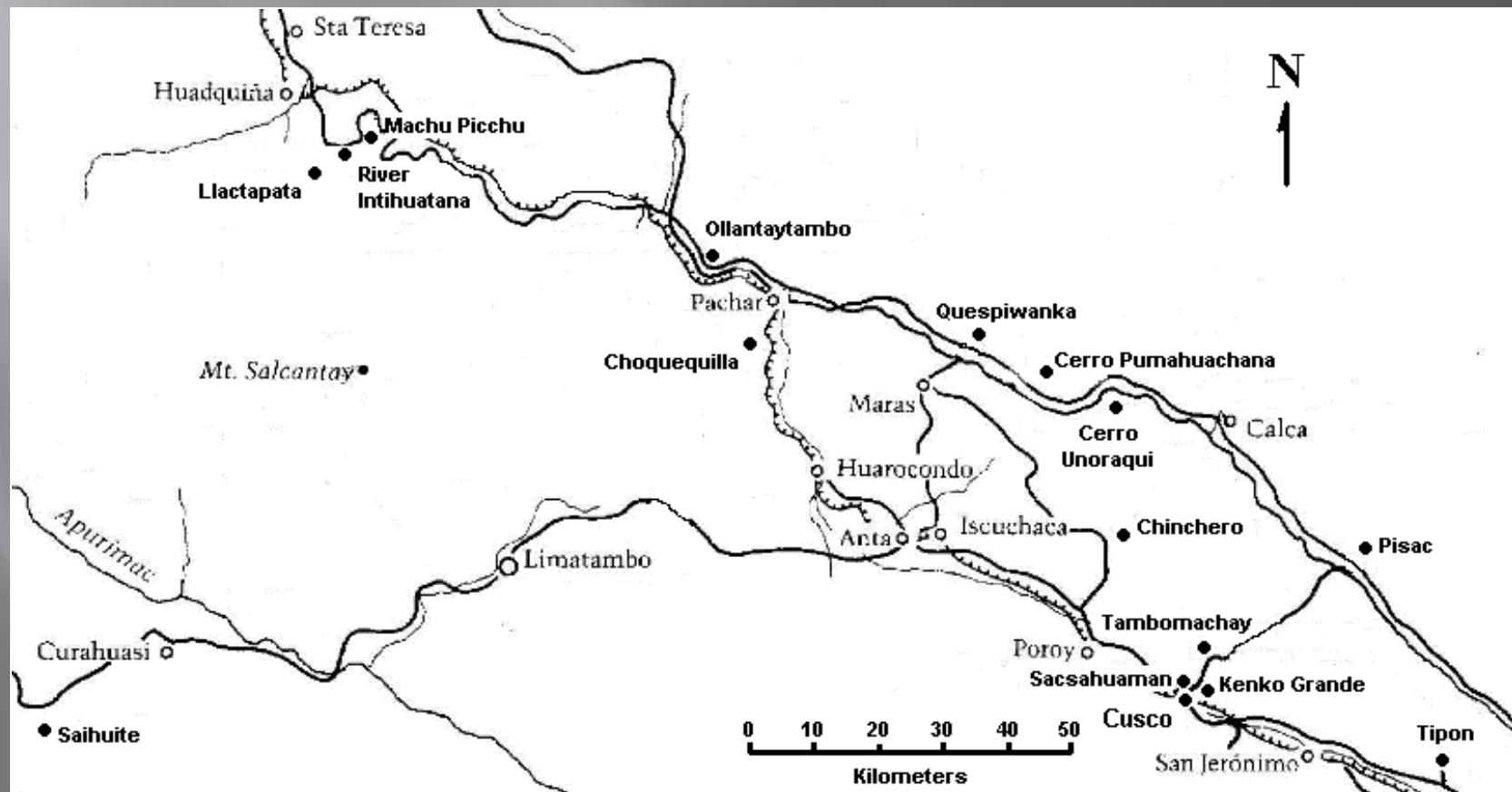
1)Machacuay, 2)Hanp'atu, 3)Yutu, 4)Yacana, 5)Unallamacha, 6)Atoq, 7)Yutu

MILKY WAY



FIELD RESEARCH

- 6 research trips
- 31 research sites
 - 19 sites Cusco Region
 - 9 sites Sacred Valley Region
 - 3 sites Machu Picchu Region



Cusco Region

Kenko Grande

Kenko Chico

Mesa Redonda

Tetecaca

Patallacta

Kusilluchayoc

Lacco

Huaca Solar Horizon

Lanlakuyok

Puca Pucara

Tambomachay

Sacsahuaman

Mollaguanca

Sapantiana

Rumiwasi Bajo

Rumiwasi Alto

Kusicallanca

Tipon

Saihuite



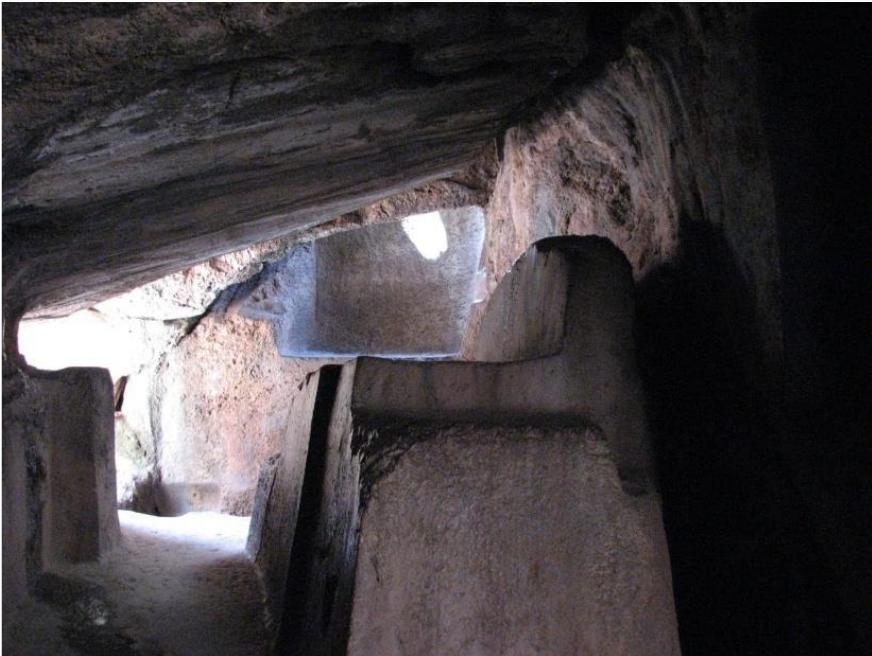
Kenko Grande

- Limestone outcropping
- Carved in situ
- Two sucancas (gnomons)
- Effects of light and shadow
- June solstice sunrise
- “The Awakening of the Puma”



Kenko Grande

- Cave within Kenko Grande
- Altar and three stairs
- June solstice
- Sunlight climbs the stairs



Kenko Grande

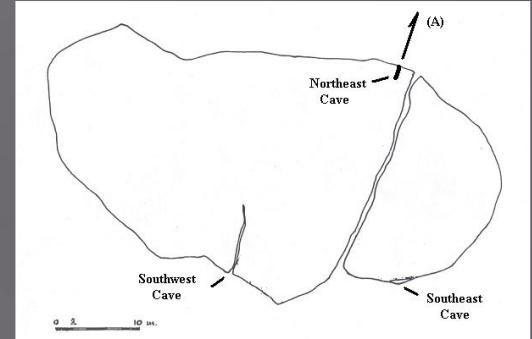


Lacco Southwest Cave

- Limestone outcropping
- Light-tube
- Directed at altar
- Crescent moon



Lacco with Nevado Ausengate

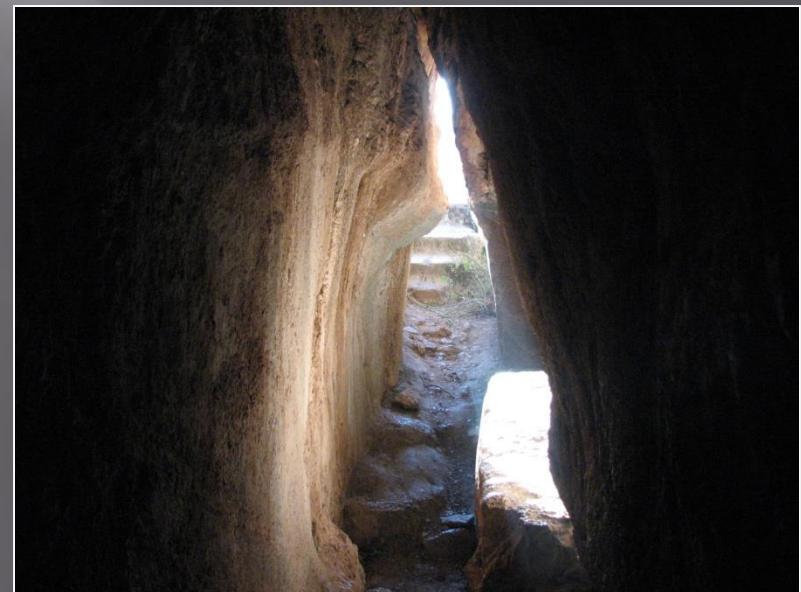


Lacco

Northeast Cave



- Northeast Cave opening oriented June solstice sunrise
- Illuminates altar and cave interior



Lacco

Southeast Cave Entrance



Lacco

Southeast Cave Inner Chamber



- Temple of the Moon (and Sun)
- Light-tube/Altar
- Zenith Sun

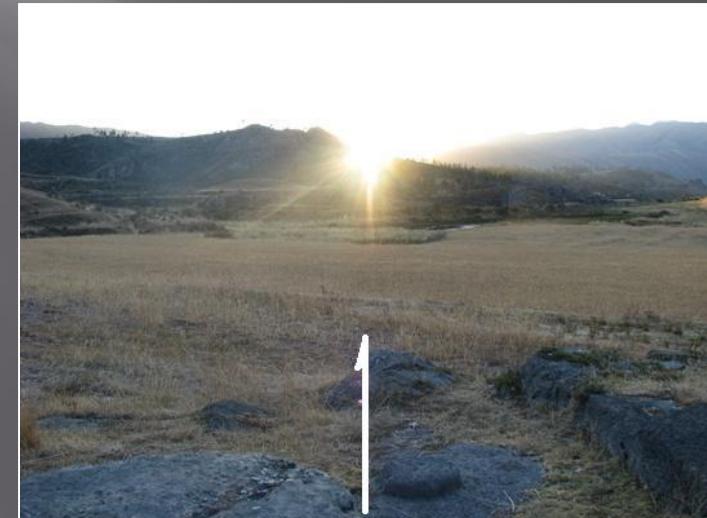
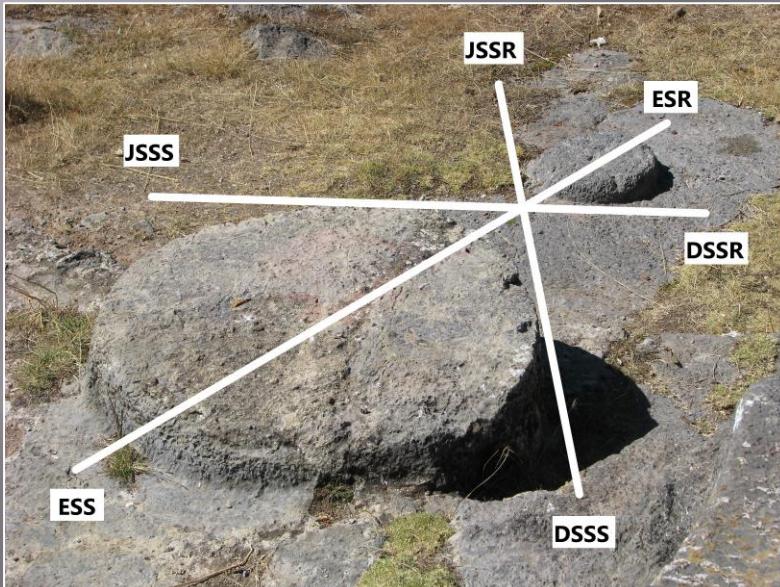


Lacco Southeast Cave



Huaca 44

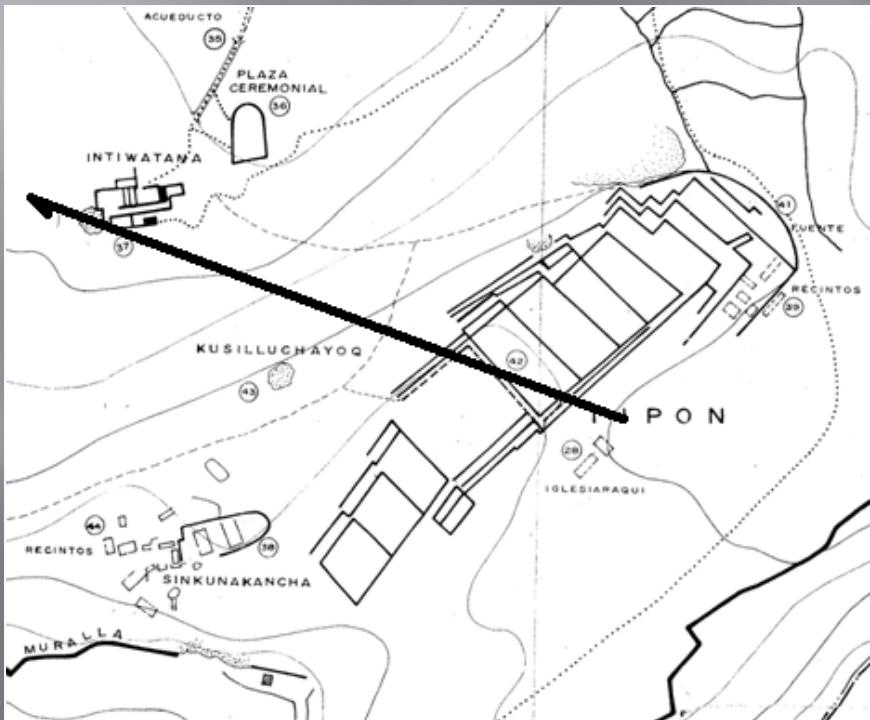
- Limestone outcropping
- Two carved circles
- Carved seats
- Alignments for solstice and equinox horizon events



June Solstice Sunrise

Tipon

- Terraces and fountains
- Intihuatana
- Elite/non-elite viewing of the June solstice sunset



Saihuite

In Saihuite the axis between the horizon points of the June solstice sunrise and December solstice sunset dominates the upper sector of the complex.



En Saihuite, el eje entre los puntos del horizonte de la salida del solsticio de Junio y la puesta del sol del solsticio de Diciembre domina el sector superior del complejo.

Saihuite

The Principal Stone lies with the adjacent structure on the axis of the June solstice sunrise and December solstice sunset.



La Piedra Principal se encuentra con la estructura adyacente en el eje del amanecer del solsticio de Junio y el atardecer del solsticio de Diciembre.

Saihuite

Niche and corridor aligned for the
June solstice sunrise



Saihuite

Niche and corridor aligned for the June solstice sunrise



Sacred Valley Region

Chinchero

Pisac

Quespiwanka

Cerro Pumahuachana

Cerro Unoraqui

Choquequilla

Maras

Moray

Ollantaytambo

PISAC

Intihuatanas, or “hitching places of the sun,” are found at Machu Picchu, the Urubamba River, and Tipon and likely were places of solar worship.

Los Intihuatanas, o "lugares de unión del sol", se encuentran en Machu Picchu, el río Urubamba y Tipón y probablemente fueron lugares de culto solar.

PISAC

In Pisac the intihuatana is a large, partially carved rock in the temple group that is enclosed by a semi-circular masonry wall adjoining a straight masonry wall in the form of the letter “D”.

En Pisac, la intihuatana es una gran roca parcialmente tallada en el grupo del templo que está encerrada por un muro de mampostería semicircular contiguo a un muro de mampostería recta en forma de la letra “D”.

PISAC

It displays a stone gnomon on its flat upper surface within the walled enclosure. The gnomon aligns with a nearby peak in the 065° direction of the June solstice sunrise.

Muestra un gnomon de piedra en su superficie superior plana dentro del recinto amurallado. El gnomon se alinea con un pico cercano en la dirección 065° del amanecer del solsticio de Junio.

PISAC

The Intihuatana of Pisac



Q'espiwanka Pillars



- Sixteen towers once on Cusco horizon
- Beyond Cusco 2 survive near Urubamba on Cerro Saywa
- Mark rising Sun at June solstice when viewed from palace of Huayna Capac
- Validate chronicles of Cusco pillars



Q'espiwanka Pillars



The large granite boulder of Q'espiwanka in front of a modern chapel

La gran roca de granito de Q'espiwanka frente a una capilla moderna

Q'espiwanka Pillars



Q'espiwanka Pillars



- Sun rises at right-hand tower several days before the June solstice
- Will continue to move toward the left tower



Cerro Unoraqui

- DSSR view from white granite boulder at Q'espiwanka
- View across Cerro Pumahuachana
- Pillars on 4377m summit
- North/South alignment



Cerro Unoraqui

4377m Above Sea Level



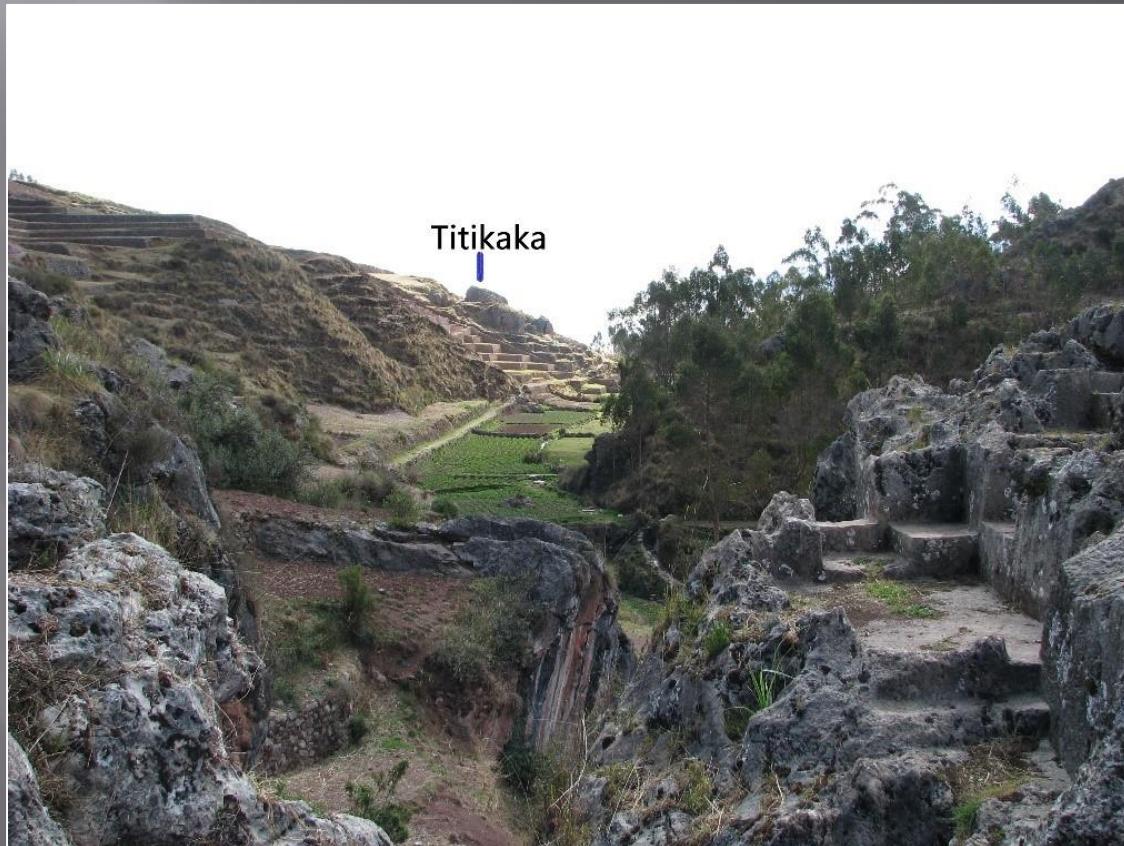
Chinchero

- Walls & terraces oriented N/S & E/W
- South determined by gnomon
- North, East & West established geometrically
- Titikaka & Chinkana on 065/245 degree axis of JSSR/DSSS

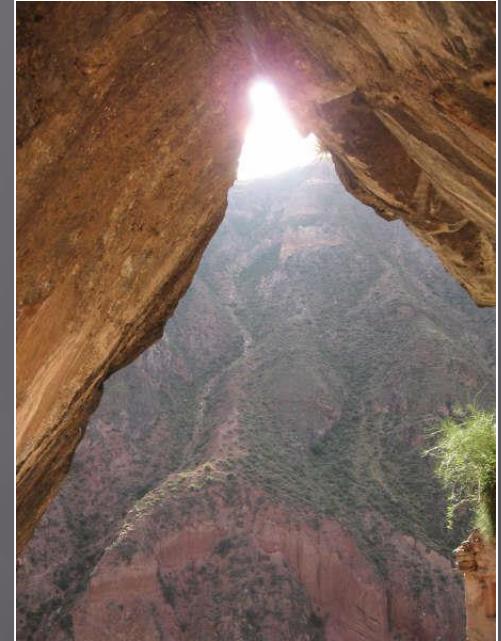


Chinchero

Titikaka and the direction of December solstice sunset as viewed from the top of Chinkana.



Choquequilla



- Associated with Ollantaytambo
- Cave opens to December solstice sunrise
- Black granite huaca faces inward with carving similar to the Fountain of the Nuestros at Ollantaytambo

Ollantaytambo

Pachacuti conquered and razed the original settlement at Ollantaytambo and built his own personal estate, which included a ceremonial center containing massive stonework, elaborate stone carvings, and a water shrine with water channels and fountains.

Pachacuti conquistó y arrasó el asentamiento original en Ollantaytambo y construyó su propia propiedad personal, que incluía un centro ceremonial que contenía mampostería masiva, tallas de piedra elaboradas y un santuario de agua con canales y fuentes de agua.

Ollantaytambo



The most striking feature when first approaching Ollantaytambo is a magnificent set of 17 stone terraces that ascend the hillside.

La característica más llamativa al acercarse por primera vez a Ollantaytambo es un magnífico conjunto de 17 terrazas de piedra que ascienden por la ladera.

Ollantaytambo



The extensive terraces of Pumatillis face out to the rise of the December solstice Sun and, in the opposite direction, face in toward and frame nicely the June solstice sunset.

Las amplias terrazas de Pumatillis miran hacia la salida del Sol del solsticio de Diciembre y, en la dirección opuesta, miran hacia el solsticio de Junio y enmarcan muy bien la puesta del Sol.

Ollantaytambo



What is sometimes known as Ollantaytambo's Temple of the Sun was extensively damaged by the Spanish in their purge of indigenous religion, however a foundation and a wall of six monoliths survives.

Lo que a veces se conoce como el Templo del Sol de Ollantaytambo fue ampliamente dañado por los españoles en su purga de la religión indígena, sin embargo, sobreviven una base y un muro de seis monolitos.

Ollantaytambo



The wall faces the Pinkuylluna mountain, which from this location is close to, but not precisely oriented with, the rise of the June solstice Sun.

La pared se enfrenta a la montaña Pinkuylluna, que desde este lugar está cerca, pero no orientada precisamente con, la salida del Sol del solsticio de Junio.

Ollantaytambo

The Pinkuylluna mountain lies opposite Ollantaytambo to the northeast and aligns with the June solstice sunrise as viewed from the Pyramid of Pacaritanpu.

La montaña Pinkuylluna se encuentra frente a Ollantaytambo al noreste y se alinea con el amanecer del solsticio de junio visto desde la Pirámide de Pacaritanpu.



Ollantaytambo

Pinkuylluna mountain

The mountain exhibits two structures and a face on its side.

La montaña exhibe dos estructuras y una cara de costado.



Ollantaytambo

While the Temple of the Sun was the primary site for ceremony in Ollantaytambo's hanan, or upper, sector, the Incamisana was its ceremonial counterpart in the lower hurin sector. Its horizontal gnomons project a distinct shadow effect.

Mientras que el Templo del Sol era el sitio principal para la ceremonia en el sector hanan o superior de Ollantaytambo, la Incamisana era su contraparte ceremonial en el sector inferior de hurin. Sus gnomones horizontales proyectan un efecto de sombra distinto.

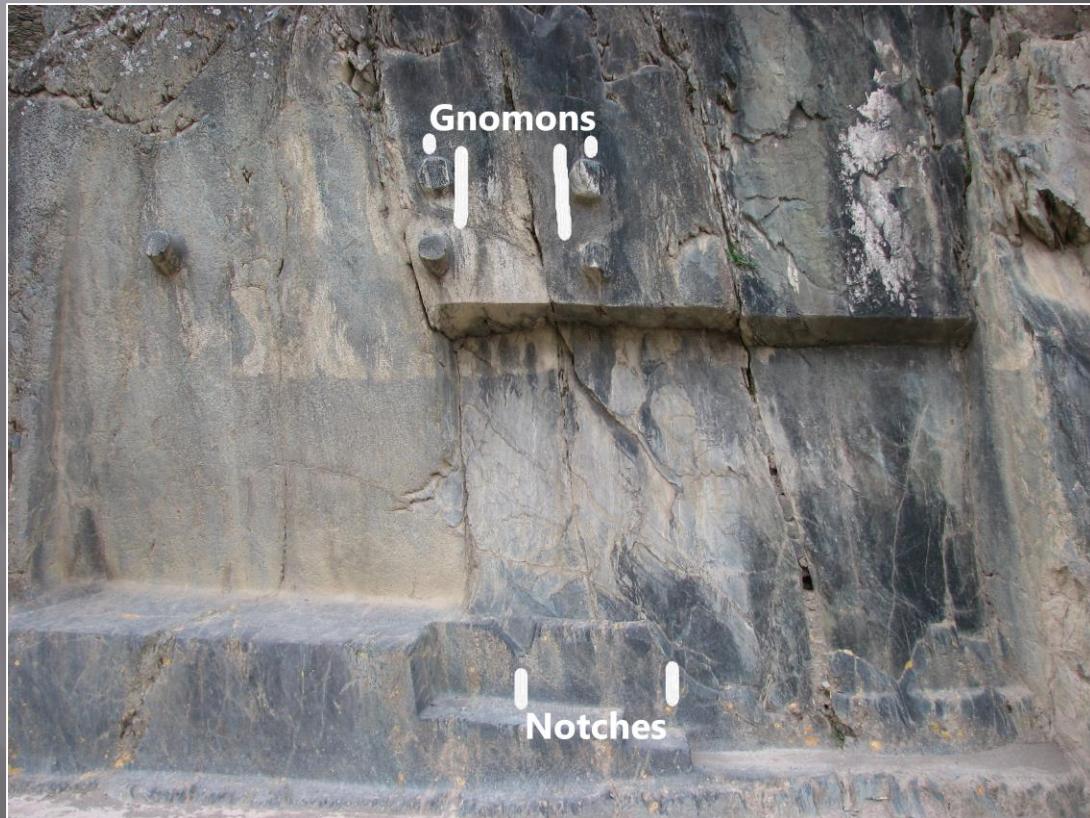
Ollantaytambo

The Incamisana



Ollantaytambo

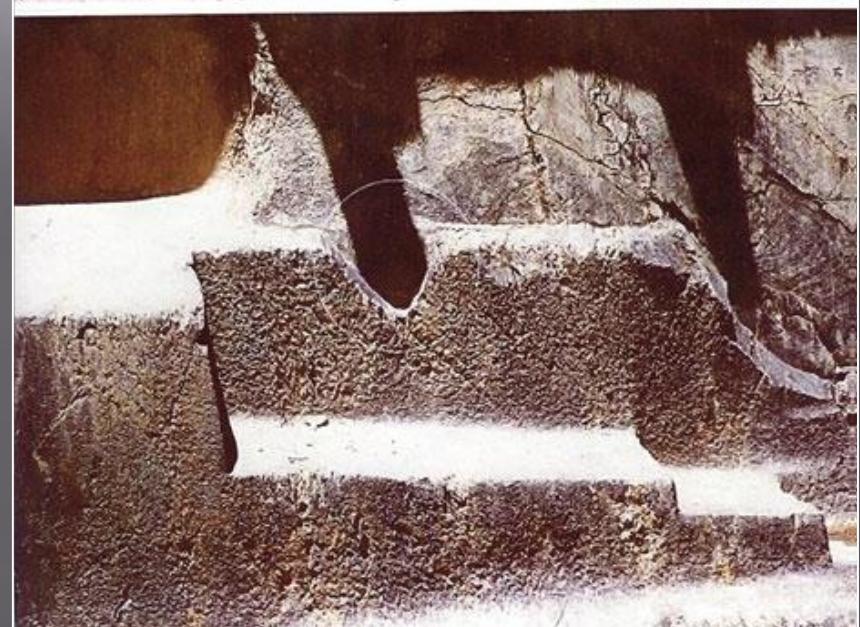
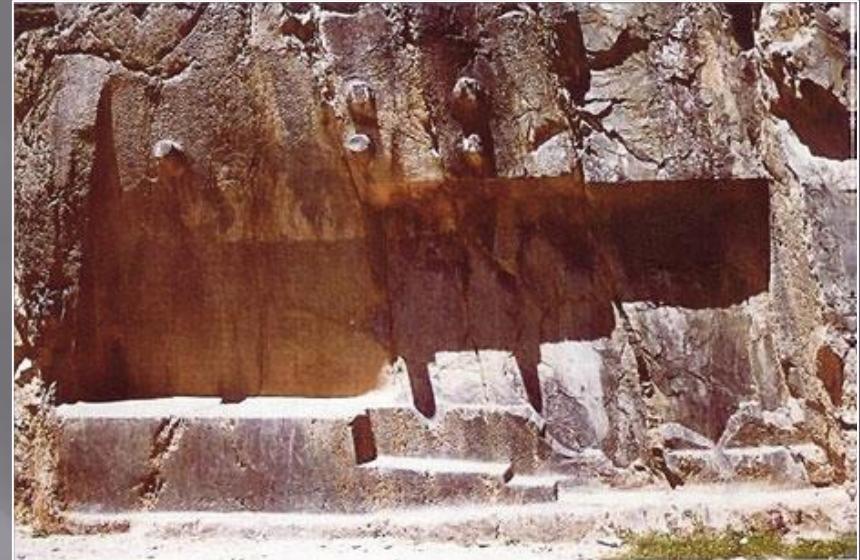
The horizontal gnomons of the
Incamisana



Ollantaytambo

On the December solstice at local noon the shadow of one of the gnomons is said to reach down and “insert” itself to fill a carved triangular notch in the base below.

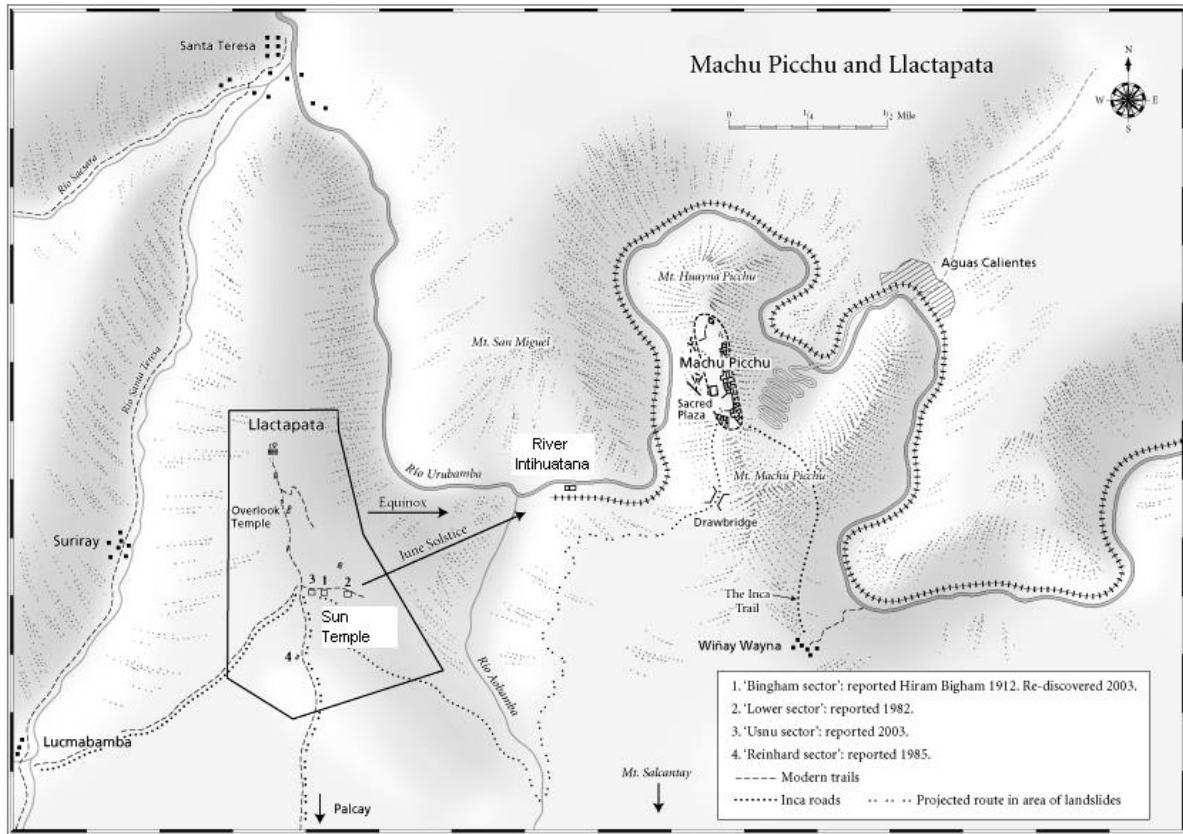
En el solsticio de Diciembre al mediodía local, se dice que la sombra de uno de los gnomones se agacha y se “inserta” para llenar una muesca triangular tallada en la base de abajo.



Machu Picchu Region

Machu Picchu
River Intihuatana
Llactapata

Machu Picchu Region



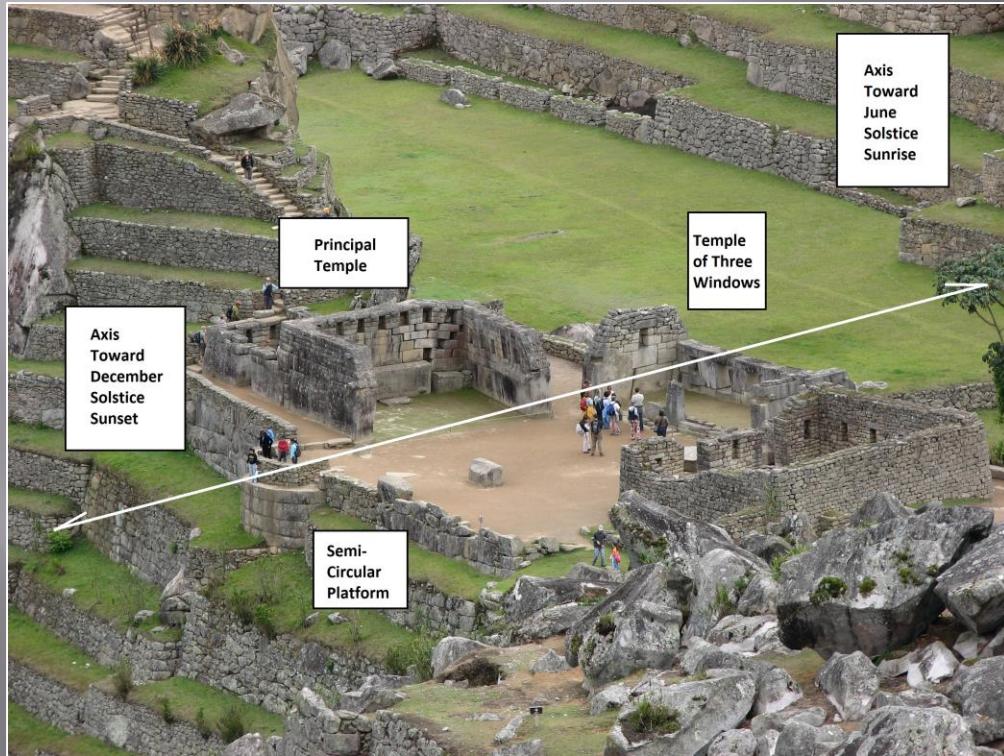
- Llactapata
- River Intihuatana
- Machu Picchu
- JSSR-DSSS Axis
- Equinox Axis

Machu Picchu, Llactapata, and the River Intihuatana

Machu Picchu



Machu Picchu - Sacred Plaza



- Principal Temple
- Temple of Three Windows
- Semi-circular platform
- JSSR-DSSS Axis



Intimachay



Intimachay

In the Eastern Urban Sector lies a cave called the Intimachay. It has been said that this cave was constructed to observe sunrise at the time of the December solstice and the festival of Capac Raymi.

En el Sector Urbano Oriental se encuentra una cueva llamada Intimachay. Se ha dicho que esta cueva fue construida para observar la salida del sol en el momento del solsticio de diciembre y el festival de Capac Raymi.

Intimachay

A tunnel-like horizontal light-tube was oriented to admit sunlight to the cave for about 10 days before and after the solstice. It was aligned so as to cast a shaft of light to the back of the cave during this period. The window did not function to illuminate the cave, but instead was aligned precisely with the December solstice sunrise.

Se orientó un tubo de luz horizontal en forma de túnel para permitir la entrada de la luz solar a la cueva durante unos 10 días antes y después del solsticio. Se alineó para arrojar un rayo de luz a la parte posterior de la cueva durante este período. La ventana no funcionaba para iluminar la cueva, sino que estaba alineada con precisión con el amanecer del solsticio de Diciembre.

Intimachay

According to the Spanish chronicler, Bernabe Cobo, Capac Raymi was a festival celebrated by the nobility that included ceremonies of passage to manhood for young Inca noblemen. A site such as this could have played a role.

Según el cronista español Bernabé Cobo, Capac Raymi era una fiesta celebrada por la nobleza que incluía ceremonias de paso a la adulterz para los jóvenes nobles Incas. Un sitio como este podría haber jugado un papel.

Temple of the Condor



Temple of the Condor

South of the Intimachay is the Temple of the Condor where designers carved a head in stone while incorporating in situ rock as wings in the site's overall visual image of a condor, the creature that represented Hanan Pacha, their world above.

Al sur del Intimachay se encuentra el Templo del Cónedor, donde los diseñadores tallaron una cabeza en piedra mientras incorporaron roca in situ como alas en la imagen visual general del sitio de un cóndor, la criatura que representaba a Hanan Pacha, su mundo de arriba.

Temple of the Condor

R. Tom Zuidema argued that the Inca were interested in the timing of the region's anti-zenith passages of the sun, occurring on April 26th and August 18th, the two days that the sun is at nadir for the latitude of Cusco.

R. Tom Zuidema argumentó que los Incas estaban interesados en el momento de los pasajes del sol anticenit de la región, que ocurren el 26 de Abril y el 18 de Agosto, los dos días en que el sol está en el nadir para la latitud de Cusco.

Temple of the Condor

The Temple of the Condor's cave is oriented to the anti-zenith sunrise with a true azimuth of 074°, and therefore could have played a role in associated ceremonies if such festivities took place.

La cueva del Templo del Cóndor está orientada a la salida del sol anti-cenit con un verdadero azimut de 074°, y por lo tanto podría haber jugado un papel en las ceremonias asociadas si tales festividades tuvieran lugar.

Temple of the Condor

As the Sun rises on or near days of the anti-zenith, or nadir, its rays pass between two external structures, illuminate the condor stone, and extend beneath the boulder to the stairs at the cave's entrance.

Cuando el sol sale en o cerca de los días del anti-cenit, o nadir, sus rayos pasan entre dos estructuras externas, iluminan la piedra del cóndor y se extienden debajo de la roca hasta las escaleras en la entrada de la cueva.

The Torreon



Contains a carefully fitted rock wall that includes a window open to the horizon positions of the June solstice sunrise and the heliacal rise of the Pleiades.

Contiene una pared de roca cuidadosamente ajustada que incluye una ventana abierta al horizonte posiciones de la salida del sol del solsticio de junio y el ascenso helíaco de las Pléyadas.

The Gran Caverna



The Gran Caverna includes the Temple of the Moon and is located far below the peak of Huayna Picchu on its northwest face.

La Gran Caverna incluye el Templo de la Luna y se encuentra muy por debajo del pico del Huayna Picchu en su cara noroeste.

The Gran Caverna



The Gran Caverna

- Northwest face Huayna Picchu
- Upper hanan cave 5 double-jamb niches

- Lower hurin cave door and windows open to June solstice sunset

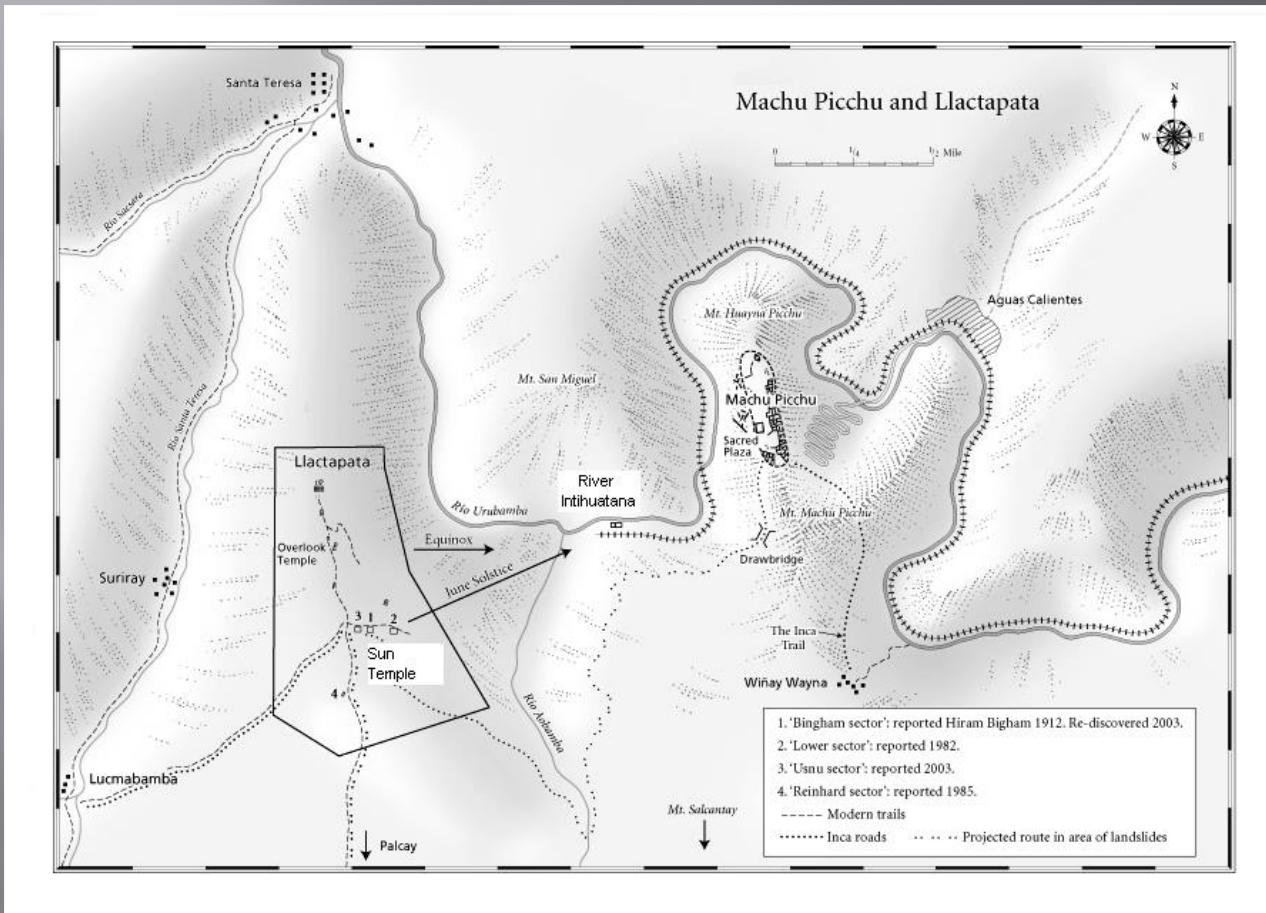


The Gran Caverna

June Solstice Sunset: Lower hurin cave



Machu Picchu Region



Machu Picchu, Llactapata, and the River Intihuatana

Machu Picchu Intihuatana and Llactapata



Llactapata Ridge
5 km from Machu
Picchu across gorge

Cordillera Llactapata
5 km de Machu
Picchu cruzando la
garganta

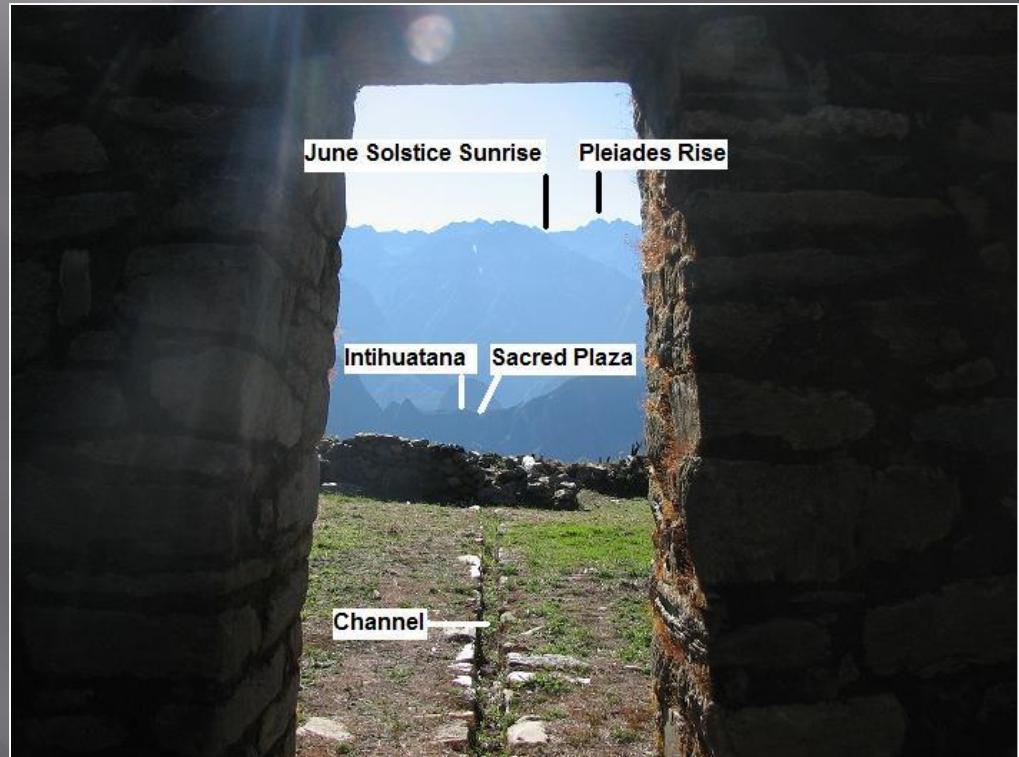
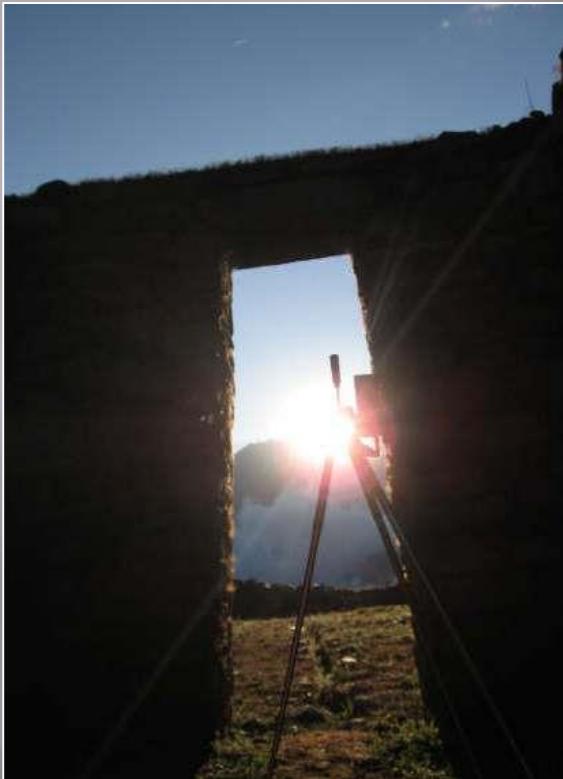
Llactapata



- Overlooks Machu Picchu 5 km
- Aligned for June solstice sunrise & Pleiades rise
- Vistas a Machu Picchu 5 km
- Alineado para el amanecer del solsticio de junio y la subida de las Pléyades

Sun Temple Llactapata

- Llactapata sun Temple Overlooks Sacred Plaza 5 km
- Oriented for June solstice sunrise & Pleiades rise – El Niño



June Solstice Sunrise

Sun Temple Llactapata



The River Intihuatana



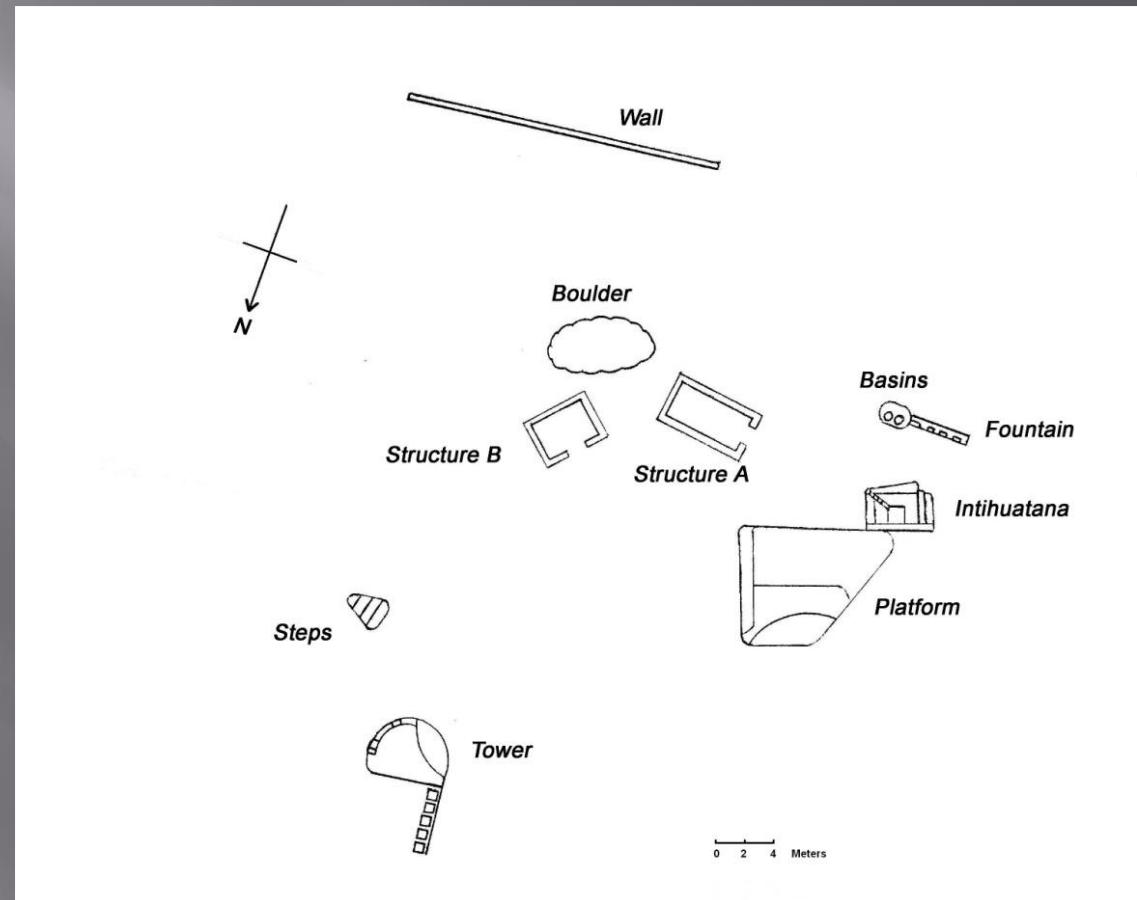
The River Intihuatana

- Urubamba River canyon
- Carved granite
- Between Machu Picchu & Llactapata
- Platform, steps, fountain, basins, cave
- Hiram Bingham 1911



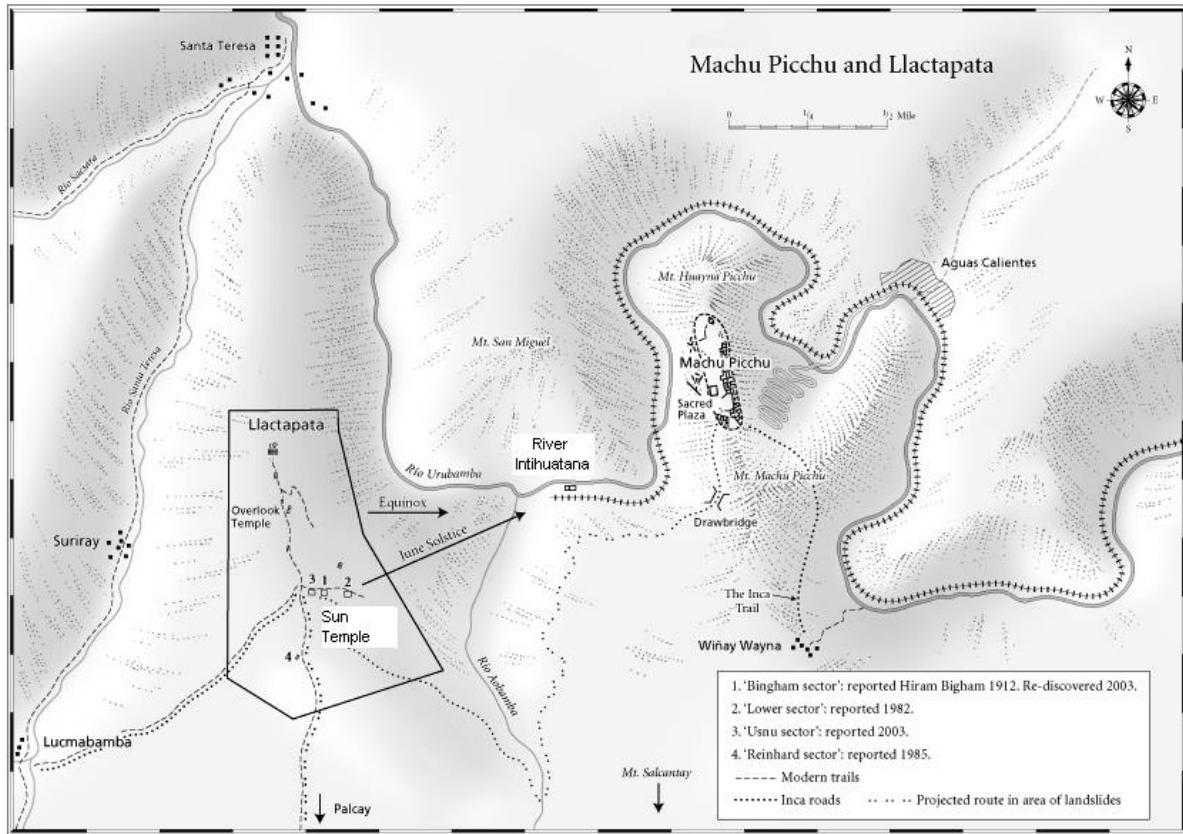
River Intihuatana Sanctuary Plan

- Intihuatana, fountain, basins
- Structures
- Steps
- Tower
- Terraces



Ground Plan of the River Intihuatana Sanctuary

Machu Picchu Region



- Llactapata
- River Intihuatana
- Machu Picchu
- JSSR-DSSS Axis
- Equinox Axis
- Ceremonial Complex

Machu Picchu, Llactapata, and the River Intihuatana

Summary

Findings show that the Inca landscape most definitely is filled with examples of astronomy used in their culture. Examples of light and shadow effects throughout the year, especially at times of the solstice, equinox, zenith and anti-zenith suns, were found at many sites.

Los hallazgos muestran que el paisaje Inca definitivamente está lleno de ejemplos de astronomía utilizados en su cultura. En muchos sitios se encontraron ejemplos de efectos de luces y sombras durante todo el año, especialmente en las épocas del solsticio, equinoccio, cenit y anti-cenit.

Summary

Regarding the 8 primary solar horizon events, those at the solstices were most prominent. June solstice sunrise occurred most often, but December solstice sunrise was a close second.

Two of the Inca's primary annual festivals occurred at these two times of the year. Astronomy was thoroughly interwoven throughout Inca society.

Con respecto a los 8 eventos del horizonte solar primario, los de los solsticios fueron los más destacados. El amanecer del solsticio de junio ocurrió con mayor frecuencia, pero el amanecer del solsticio de diciembre fue un segundo cercano. Dos de las principales festividades anuales de los incas ocurrieron en estas dos épocas del año. La astronomía estaba profundamente entrelazada en toda la sociedad Inca.

University of Oklahoma Archaeoastronomy

College of Professional and Continuing Studies
OU Extended Campus

Archaeoastronomy and Astronomy in Culture

Graduate and undergraduate programs

Individual courses

Science-oriented archaeoastronomy

Online coursework

Field research

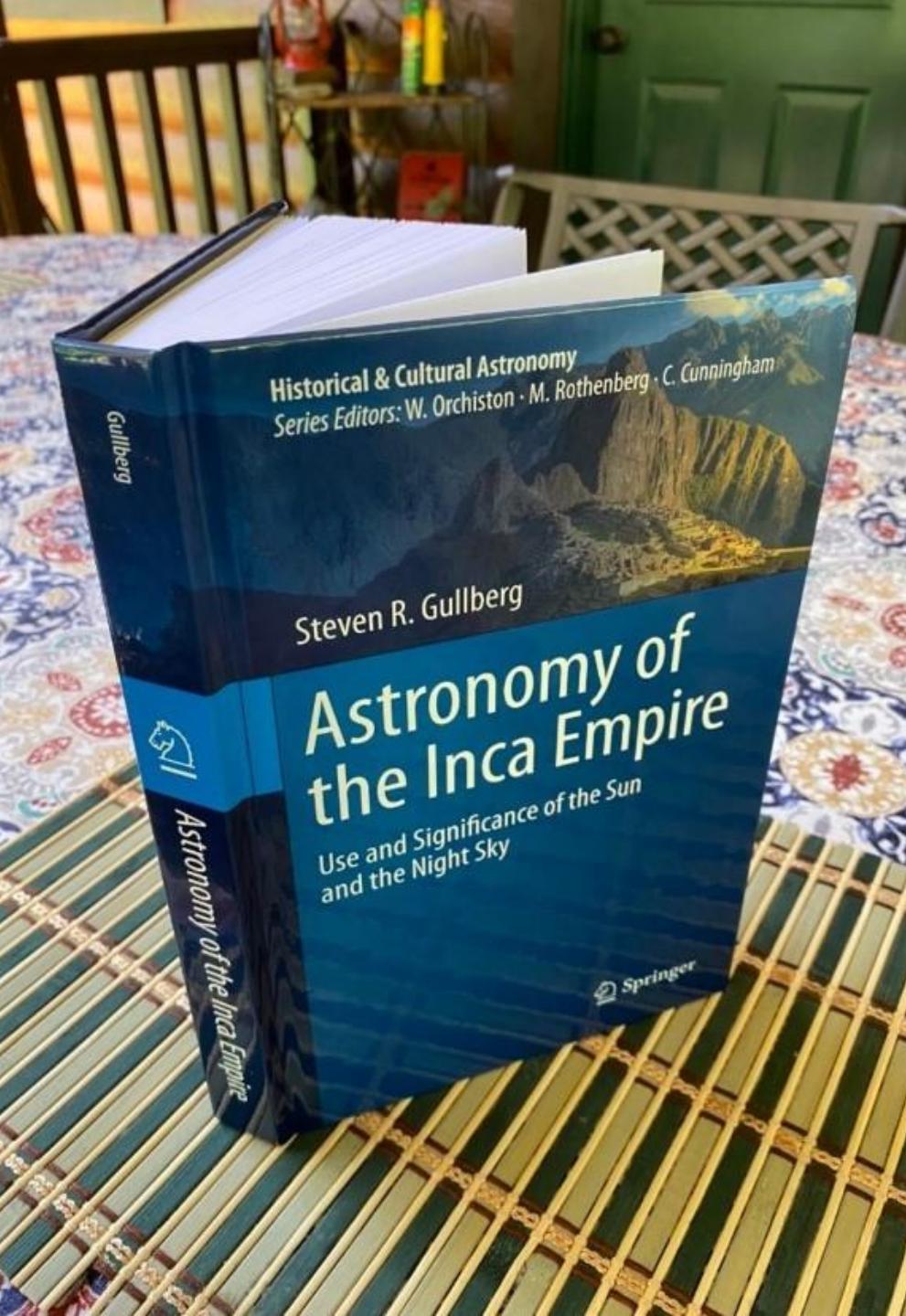
World-wide enrollments

Virtual Reality

Video conferencing



Email:
srgullberg@ou.edu







100 YEARS: UNDER ONE SKY

Questions?

srgullberg@ou.edu



<https://pacs.ou.edu/certificates/archaeoastronomy/>