

Paleomadrigueras de megamamíferos del Pleistoceno en Chumbivilcas, Cusco

PALEOBURROWS OF PLEISTOCENE MEGAMAMMALS IN CHUMBIVILCAS, CUSCO

Rainer Hostnig
Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia
(SIARB), Bolivia
rainer.hostnig@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5498-2386>



RESUMEN

El artículo analiza estructuras subterráneas en la provincia de Chumbivilcas (Cusco, Perú) interpretadas como paleomadrigueras de megafauna del Pleistoceno. Se describen túneles de diversas formas, dimensiones y configuraciones y se los compara con registros similares de Brasil y Argentina. En cinco distritos de la cuenca del río Santo Tomás se documentaron 37 estructuras, situadas entre los 3460 y 4000 m. s. n. m. La metodología incluyó registro fotográfico y mediciones del interior de las cavidades y de las huellas de garras en paredes y techos. Los resultados de este análisis sugieren que distintas especies de megamamíferos del orden de los xenartros, extintas desde inicios del Holoceno, fueron responsables de su excavación. Estas estructuras habrían funcionado como refugios térmicos durante períodos de estrés climático. Algunas evidencian reutilización prehispánica con fines funerarios y rituales.

PALABRAS CLAVE: megafauna / Pleistoceno / paleomadrigueras / paleontología / Chumbivilcas

ABSTRACT

This article examines a series of underground structures in the province of Chumbivilcas (Cusco, Peru) that are interpreted as Pleistocene megafaunal paleoburrows. It describes tunnels of varying shapes, sizes, and configurations, and compares them with analogous records from Brazil and Argentina. Thirty-seven structures were documented across five districts in the Santo Tomás River basin, at elevations ranging from 3460 to 4000 m. s. l. The study employed photographic documentation along with detailed measurements of the cavities and the claw marks preserved on their walls and ceilings. Findings suggest that different species of xenarthran megamammals, extinct since the early Holocene, excavated these burrows, which likely served as thermal refuges during episodes of climatic stress. Some of the structures also show evidence of pre-Hispanic reuse for funerary and ritual purposes.

KEYWORDS: Ichnofossils / Pleistocene megafauna / paleoburrows / paleontology / Chumbivilcas

INTRODUCCIÓN

La provincia de Chumbivilcas, situada en el sur del departamento del Cusco, Perú, albergó durante el Pleistoceno una notable diversidad de megamamíferos, entre ellos especies del superorden Xenarthra. Estas se extinguieron hacia finales de esa era geológica y comienzos del Holoceno.

Aunque hasta la fecha no se han encontrado restos fósiles directos de megafauna pleistocénica en Chumbivilcas, existen numerosas evidencias en forma de icnofósiles; es decir, vestigios de la actividad biológica de estos animales. Entre ellos, destacan estructuras identificadas en la literatura especializada como *Domichnia*¹, las cuales permiten inferir aspectos sobre los hábitos de vida y el tamaño de los organismos excavadores. Estas estructuras se presentan en forma de cavidades subterráneas de distintos tamaños y profundidades, excavadas por grandes mamíferos fosoriales² con propósitos de refugio, descanso o protección de la descendencia (Schneider et al., 2014).

A nivel local, estos paleotúneles³ son conocidos como *chinkanas*, término quechua que según el diccionario de la Academia Mayor de la Lengua Quechua, significa “lugar donde se pierde o extravía” y también “túnel o laberinto en las obras incaicas”. En la comunidad de Totor Palcca, distrito de Llusco, los pastores locales conocen la ubicación de más de una docena de túneles subterráneos, llamados también *atoj wasikuna* (“casas del zorro”). El acceso de varios de estos túneles ha sido sellado por ellos para evitar que se conviertan en madrigueras de zorros, animales que representan una amenaza constante para los rebaños ovinos. Entre los pastores de mayor edad persiste un fuerte tabú cultural en torno a estos espacios: son vistos como portales al *uku pacha* o inframundo andino, por lo que evitan ingresar en ellos. Frecuentemente, son interpretadas como construcciones prehispánicas para ocultamiento o escape ante amenazas externas (Montes, 2013).

Las paleomadrigueras de origen biológico han sido objeto de estudio durante varias décadas en Brasil (Bergqvist & Maciel, 1994, Sekiguchi Buchmann et al., 2009.), Argentina (Zárate et al., 1998) y Uruguay (Ogando et al., 2010). Sin embargo, en el Perú no existen antecedentes de investigación. La única referencia existente corresponde a un estudio preliminar sobre las cuevas de Llamamachay

1 Domichnia: estructuras subterráneas que indican la construcción de una morada.

2 Fosorial es un término que se utiliza para describir animales que están adaptados para cavar o excavar; es decir, que viven o pasan la mayor parte de su tiempo bajo tierra, excavando madrigueras o túneles.

3 En adelante, los términos paleotúnel, paleogalería y paleocavidad se emplean como sinónimos.

en Colquemarca, recientemente interpretadas como posibles paleomadrigueras de perezosos terrestres gigantes, debido a su similitud con estructuras subterráneas de Brasil (Hostnig, 2019).

El presente trabajo tiene como principales objetivos establecer la distribución geográfica de estas formaciones fósiles en la provincia de Chumbivilcas, describir y analizar sus características morfológicas y las marcas de garras, y proponer una identificación taxonómica a nivel de familia de los posibles organismos responsables de su excavación, con base en las evidencias icnológicas.

Es importante señalar que las investigaciones previas realizadas en Brasil y Argentina no solo constituyeron el punto de partida de este estudio, sino que también proporcionaron una base fundamental para las interpretaciones desarrolladas en el presente trabajo.

ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Las paleomadrigueras —es decir, icnofósiles en forma de túneles excavados por megafauna fosorial del Cenozoico—, fueron registradas por primera vez en Brasil (Bergqvist & Maciel, 1994). En las últimas dos décadas se han identificado numerosos nuevos sitios en los estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina (Sekiguchi Buchmann et al., 2009; Frank et al., 2012b; Frank et al., 2023). El origen biogénico de estos túneles se infiere a partir de su morfología y de la presencia de icnitas en forma de marcas de garras en paredes y techos (ver figuras 1a-d).

Uno de los principales investigadores en este campo es Heinrich Frank, geólogo y profesor emérito de la Universidad Federal de Río Grande do Sul, quien ha realizado estudios detallados sobre paleomadrigueras de megafauna en Brasil. Su trabajo ha sido clave en la interpretación de las cuevas de Llamamachay en Perú, las cuales con gran probabilidad corresponden a madrigueras excavadas por megamamíferos pleistocenos.

En Brasil, los túneles de origen animal son conocidos como *paleotocas* o *crotovinas*, cuando se encuentran colmatadas de sedimentos (Sekiguchi Buchmann et al., 2009). En su mayoría, fueron excavados en rocas areniscas, generalmente de baja a moderada dureza, dejando rastros icnológicos (icnitas) que incluyen la morfología de las estructuras subterráneas y las marcas de las garras en las superficies internas. Estas icnitas son clasificadas dentro del grupo Repichnia, que corresponde a rastros asociados a locomoción o desplazamiento. Además de estas marcas, algunos paleotúneles de Brasil presentan improntas de los caparzones (osteodermos) de gliptodontes en los techos, las cuales se categorizan como Cubichnia; es decir, huellas de reposo (Sekiguchi Buchmann et al., 2009).

Frank et al. (2012b) realizaron un análisis detallado de las marcas en las paredes y techos de los paleotúneles para inferir qué icnoespecies fueron responsables de su excavación. En una publicación más reciente, Frank et al. (2023) recopilan una década de investigaciones sobre estos túneles. Sus estudios han identificado estructuras con anchos que varían entre 0,5 y 3 metros, alturas de 0,5 a 2 metros y longitudes que oscilan desde unos pocos metros hasta más de 100 metros en aquellos con ramificaciones. Se ha propuesto que los túneles de sección circular con diámetros de 0,5 a 0,8 metros fueron excavados por armadillos gigantes, mientras que los de sección elíptica y mayor tamaño se atribuyen a perezosos terrestres gigantes.

Frank et al. (2015) identificaron dos patrones morfológicos principales en las paleomadrigueras: 1) sistemas de túneles interconectados, con variaciones en longitud y 2) cámaras elipsoidales conectadas por túneles cortos, menos frecuentes y posiblemente excavadas por una especie distinta de perezoso gigante.

Dado el gran volumen de sedimento desplazado en la excavación de estos túneles, se ha sugerido que fueron utilizados por múltiples generaciones de xenartros gigantes. Actualmente, los paleotúneles de Brasil, que en casos excepcionales pueden alcanzar dimensiones de hasta 10 metros de ancho y 4 metros de alto, son considerados los icnofósiles más grandes conocidos a nivel mundial (Frank et al., 2013) (Figura 2a). El túnel más extenso, ubicado en la Serra de Gandarela en Minas Gerais, alcanza a medir 340 metros, sumando la galería primaria y las secundarias (Sekiguchi et al., 2016). Por su tamaño, los autores sostienen que debe ser el producto de generaciones de especies de xenartros extintos.

A pesar de los numerosos hallazgos de paleomadrigueras en Brasil, aún no ha sido posible atribuir estas estructuras a especies determinadas de megafauna cenozoica, ya que en su interior no se han encontrado restos fósiles directos como huesos, coprolitos, garras o tejidos blandos. Se presume que esto se debe a la alta humedad y a la infiltración de agua en los túneles. En cuanto a su antigüedad, se calcula que tienen entre diez mil y doce mil años, coincidiendo con la extinción de la megafauna pleistocena. Vizcaíno et al. (2001) estiman un rango temporal que va desde el Plioceno hasta el final de la última glaciación.

La geomorfología y la litografía del terreno son factores claves en la existencia de paleomadrigueras de megafauna. En Brasil, la mayoría de los túneles se han identificado en zonas con relieve moderado y presencia de rocas sedimentarias, mientras que en llanuras aluviales y regiones con relieves accidentados los hallazgos han sido escasos. No se han registrado túneles en sedimentos no consolidados ni en rocas magmáticas o metamórficas inalteradas (Frank et al., 2023).

Figura 1

Rastros fósiles de paleomadrigueras y marcas asociadas a xenartros



Nota. (a) Paleomadriguera de Brasil (Frank et al., 2012, p. 91, Figura 3); (b) Marcas de garras (Sekiguchi Buchmann et al., 2016, p. 265, Figura 6); (c) Paleomadriguera de São Joaquim, Santa Catarina (Salau, 2020); (d) Xenartros⁴ gigantes como posibles fabricantes de los túneles (Frank et al., 2011, p. 142, Figura 3).

Según los investigadores brasileños, la identificación de una paleomadriguera se basa en dos criterios principales:

1. Morfología de la estructura subterránea

- Secciones transversales circulares, semicirculares, elípticas o elipsoidales.
- Túneles con secciones elípticas y diámetros mayores a 1,4 metros se atribuyen a milodóntidos (Megaichnus mayor⁵).
- Túneles con secciones circulares o subcirculares y diámetros menores a 1,4 metros se asocian a gliptodontes (Megaichnus menor) (Pereira Lopes et al., 2017).

4 Los xenartros (Xenarthra) son un superorden de mamíferos placentarios que incluye a los armadillos, los perezosos y los osos hormigueros. Xenartros fosoriales a los que se puede atribuir la excavación de los túneles, son los gliptodontes y milodóntidos, armadillos y perezosos gigantes.

5 Megaichnus es una estructura fósil de gran tamaño creada por organismos del pasado.

- Distribución en túneles sinuosos o lineales, con o sin bifurcaciones.
2. Presencia de marcas en paredes y techos
 - Estas icnitas reflejan las características anatómicas de los dedos y garras de los excavadores.
 - Se han registrado principalmente marcas de dos y tres dígitos en Brasil (Lopes et al., 2017).

En el Perú existe una bibliografía creciente sobre fósiles, incluyendo icnofósiles de vertebrados, con registros notables de reptiles como los dinosaurios en el Mesozoico, así como una mayor abundancia de fósiles de mamíferos y otros animales del Cenozoico (Salas-Gismondi, 2024). Sin embargo, hasta la fecha no se han registrado estudios que documenten estructuras identificadas como paleomadrigueros de megamamíferos pleistocenos en el país. Esta ausencia de investigaciones podría deberse a la falta de metodologías especializadas para su detección y análisis, lo que ha limitado su reconocimiento dentro del registro paleontológico nacional.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PALEOMADRIGUERAS EN AMÉRICA DEL SUR

El mapa de la Figura 2 muestra la distribución de las zonas donde se han identificado paleomadrigueros excavados por megamamíferos pleistocenos en Sudamérica. En Brasil se ha documentado un registro superior a dos mil estructuras subterráneas excavadas por estos gigantes, destacándose principalmente los estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina; en Paraná, São Paulo, Minas Gerais y Río de Janeiro se reportan registros de menor abundancia. En Argentina, los hallazgos se concentran en la región de Mar del Plata, en la costa atlántica; además, se han identificado paleomadrigueros en la Patagonia (Zárate et al., 1998; Vizcaíno et al., 2001) y, recientemente, en Salta (Díaz, 2024). En Uruguay, en la costa atlántica, se han encontrado varios paleotúneles excavados por megafauna cenozoica (Ogando et al., 2010), mientras que en Paraguay se han documentado estructuras de menor tamaño, atribuidas a gliptodontes (Souberlich et al., 2017).

El hallazgo de posibles paleomadrigueros en el departamento de Cusco, al sur del Perú, extiende la distribución de estas estructuras hacia países andinos colindantes con el Pacífico. Además de la provincia de Chumbivilcas, el mapa incluye la provincia de Espinar, donde diversas cuevas localizadas en depósitos de toba volcánica exhiben características propias de paleotúneles excavados por megafauna extinta.

Figura 2

Distribución de paleomadrigueros de megafauna pleistocena en América del Sur



Nota. Adaptado de Vizcaíno et al. (2001, p. 291). Las indicaciones de los registros de Chumbivilcas y Espinar han sido añadidas por el autor.

LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está ubicada en la provincia cusqueña de Chumbivilcas, en la cuenca del río Santo Tomás, abarcando de norte a sur parte de los distritos de Colquemarca, Quiñota, Llusco y Santo Tomás. El río Santo Tomás, que fluye de sur a norte, junto con varios de sus afluentes, atraviesa el área.

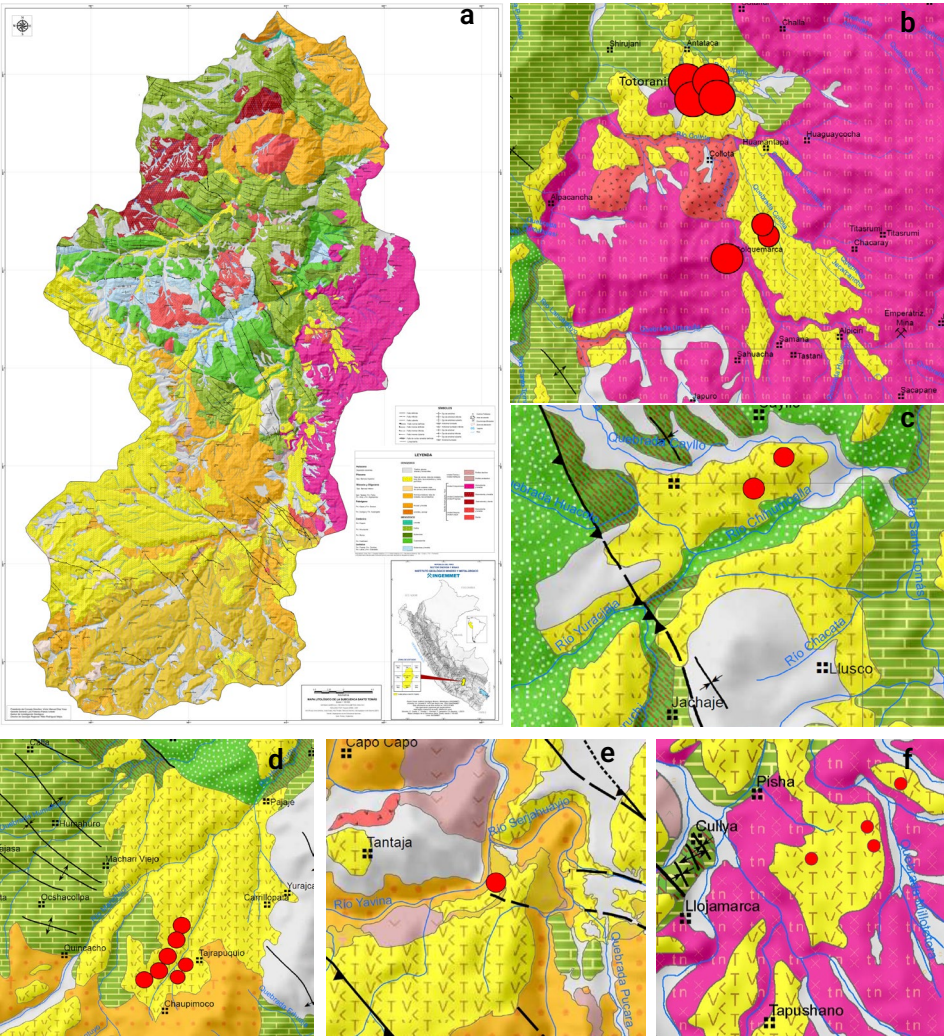
Desde el punto de vista geológico, la región se caracteriza por un complejo predominante de rocas ígneas y sedimentarias. Según el mapa litológico de la subcuenca del río Santo Tomás (Sánchez et al., 2021), las formaciones con presencia de paleocuevas de origen animal están compuestas exclusivamente por tobas de ceniza y tobas de cristales, de tonalidad gris blanquecina, pertenecientes al grupo Barroso superior (Figura 3a). Estos depósitos se identifican en el mapa con las siglas NQ-vi/tb fl (Figuras 3b-4f) y, debido a su baja dureza, son fáciles de excavar. En contraste, otras rocas como la tonalita (abundante en Colquemarca), no fueron aprovechadas por la megafauna para excavar madrigueras, dada su elevada dureza.

Las tobas, al ser relativamente blandas y porosas, están sujetas a diversos procesos de meteorización y erosión. Estos procesos pueden generar oquedades, cárcavas o erosión diferencial, pero no suelen formar túneles con secciones elípticas o circulares, como los dejados por la actividad de animales de gran tamaño, entre ellos algunas especies extintas de xenartros. Si bien también pueden originarse estructuras tubulares en toba volcánica por procesos hidrotermales o por la circulación de gases volcánicos, según la bibliografía geológica consultada no se halló evidencia de estos procesos en el área evaluada.

Geomorfológicamente, la región presenta un relieve accidentado con zonas de pendiente moderada. Las entradas a los túneles o cavidades se ubican, generalmente, en barrancos, escarpes de afloramientos de baja altura, frentes de farallones o laderas de mesetas y riscos. Un ejemplo representativo son las quebradas encañonadas de Totorá Palcca, en Llusco, situadas en la margen izquierda de la cuenca del río Santo Tomás (Figura 4). En estos entornos, se presume que diversas generaciones de megamamíferos fosoriales del Pleistoceno encontraron condiciones favorables tanto para la excavación de madrigueras como para obtener alimento en la vegetación circundante.

Figura 3

Mapa litológico y localización de paleomadrigueras en la cuenca del río Santo Tomás



(a) Mapa litológico de la cuenca del Río Santo Tomás (Sánchez et al., 2021); (b-d). Zonas con paleomadrigueras. (b) Colquemarca; (c) Quiñota; (d) Totor Palcca, Llusco; (e) Llique, Santo Tomás; (f) Wamanmarka / Muyuqaqa, Santo Tomás.

Nota. Los círculos rojos indican la ubicación de las estructuras registradas.

Figura 4

Paisaje de Totorá Palcca, caracterizado por profundas quebradas flanqueadas por farallones de toba volcánica⁶

**METODOLOGÍA**

Para localizar las estructuras subterráneas, se recopiló información a partir de relatos y conocimientos de los pobladores de los distritos que forman parte de la cuenca del río Santo Tomás. Las visitas de campo se llevaron a cabo entre 2023 y 2024, en colaboración con informantes locales, buenos conocedores del terreno. Durante estas salidas se documentó fotográficamente tanto el contexto geográfico como el interior de las galerías subterráneas y cavidades menores.

El mapeo de los túneles se realizó mediante su georreferenciación. Con las mediciones de las dimensiones internas (ancho, alto y largo) obtenidas con un medidor láser, se confeccionaron croquis en planta para cada estructura subterránea. Se utilizó una ficha de registro para consolidar la información recolectada en campo.

Asimismo, se recogieron muestras de roca en áreas próximas a los túneles, las cuales fueron sometidas a análisis para determinar su tipo y características.

⁶ Salvo que se indique otra fuente, todas las fotografías fueron tomadas por el autor entre febrero y diciembre de 2024.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución geográfica

Hasta la fecha, se han registrado 37 estructuras, interpretadas como icnofósiles de megafauna pleistocena en cinco distritos de Chumbivilcas (Figura 5). Estas estructuras abarcan tanto galerías subterráneas —identificadas como paleocuevas o paleotúneles, ya sean lineales o ramificadas— como concavidades poco profundas, que se confunden fácilmente con abrigos rocosos de origen natural.

El mayor número de icnofósiles se encuentra en los distritos de Colquemarca, con catorce sitios registrados (ocho paleotúneles y seis cavidades menores), y Llusco, con trece sitios (siete paleotúneles y seis cavidades poco profundas). En Santo Tomás se han documentado seis paleomadrigueras (dos paleotúneles y cuatro cavidades poco profundas), mientras que en Quiñota se registraron dos estructuras (un paleotúnel y una cavidad poco profunda) (Figura 5). Finalmente, en Chamaca se incluyeron en el inventario dos posibles paleotúneles, cuya morfología sugiere un origen animal.

Las altitudes de los sitios varían considerablemente, desde los 3464 metros sobre el nivel del mar en el extremo occidental de la zona (Mulluchaka, Quiñota) hasta cerca de 4000 metros sobre el nivel del mar en el sur (Chinkana Aya Aya I, Santo Tomás) (Tabla 1). Los túneles más extensos y profundos se encuentran por encima de los 3700 msnm, en un entorno dominado por vegetación de puna, caracterizada por pastizales de altura y bosquesillos de queuña, donde el clima es más riguroso. La mayor densidad de cavidades menores de posible origen animal, se encuentran, por otro lado, en la ecozona de suni, ubicada entre los 3500 y 3800 m. s. n. m.

Tabla 1

Distribución altitudinal de paleomadrigueras en Chumbivilcas

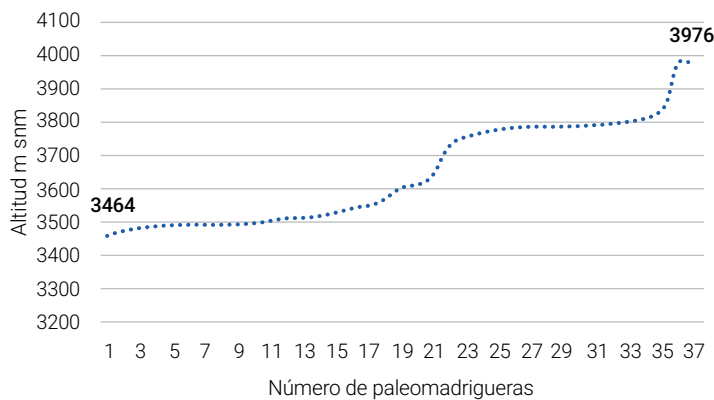
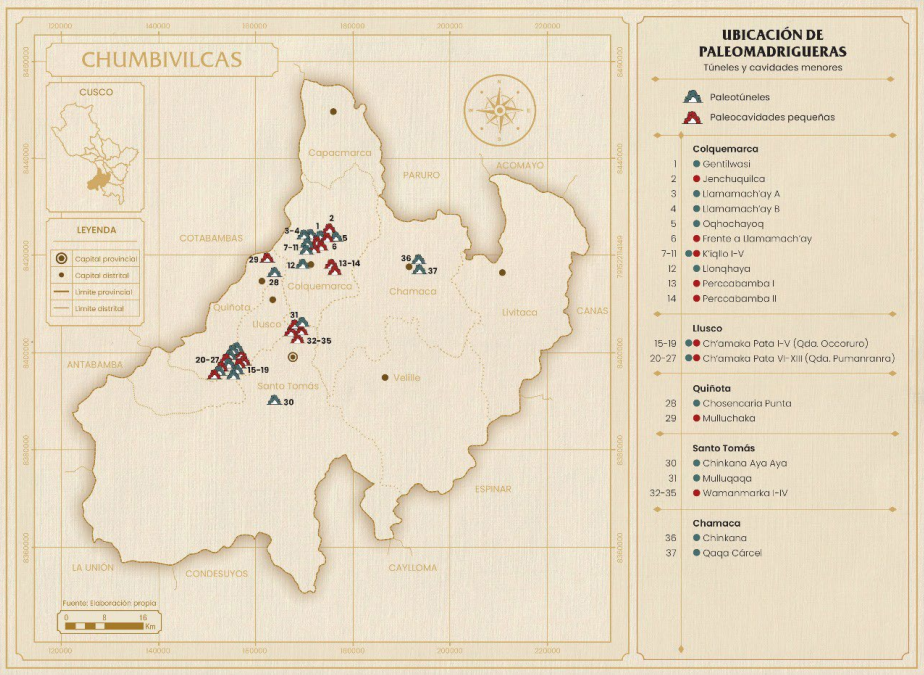


Figura 5

Distribución geográfica de paleocavidades de megafauna extinta en la provincia de Chumbivilcas

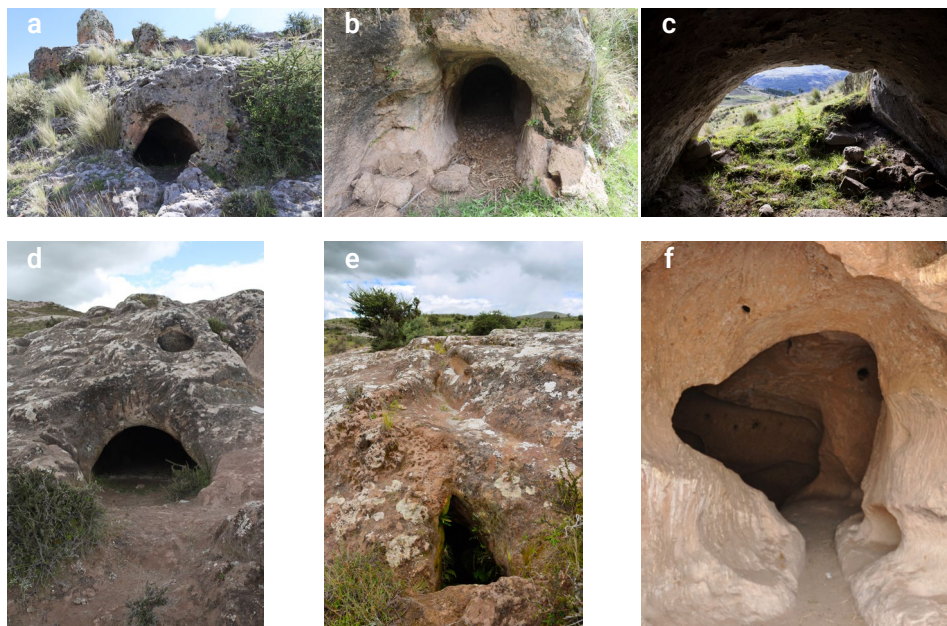


Características morfológicas de las estructuras

La morfología de los túneles constituye el principal indicador para diferenciarlos de formaciones geológicas naturales o de cavidades artificiales creadas por el ser humano. Aunque varían en su configuración y tamaño, dependiendo de factores como la especie que las excavó, presentan características particulares que permiten su identificación como cavidades de origen animal.

Morfología de las entradas

Las entradas de los túneles suelen presentar contornos arqueados o semicirculares (véase Figura 6). En algunos casos, la acumulación de sedimentos ha modificado su forma original, llegando incluso a obstruir completamente el acceso. Tal es el caso del paleotúnel de Ch'amaka Pata XII en Totorá Palcca, que hoy solo es accesible a través de un pequeño orificio en el techo (Figura 6b). Las entradas de los paleotúneles contiguos de Llamamach'ay pueden haber tenido forma arqueada al inicio de la excavación, pero fueron adquiriendo una forma irregular, a medida que sucesivas generaciones de xenartros siguieron ampliando el espacio de las cuevas (Figura 6f).

Figura 6*Formas de entradas a los paleotúneles*

(a) Chinkana Aya Aya; (b) Oqhochayoq, entrada lateral; (c) Mulluqaqa; (d) Ch'amaka Pata XIII; (e) Ch'amaka Pata XII; (f) Cueva B de Llamamach'ay.

Morfología del interior

Las dimensiones internas de los túneles varían considerablemente: los anchos y alturas oscilan entre 0,9 y 1,8 metros, y las secciones adoptan configuraciones ovaladas, elípticas, circulares o subcirculares, siendo estas últimas, por lo general, de menor diámetro. En las cavidades menores se observa también variabilidad en las medidas: el ancho fluctúa entre 1 y 2,2 metros, la altura entre 0,8 y 2,3 metros y la profundidad entre 1,1 y 4 metros (Figuras 7a-f).

Una característica notable en varios túneles más profundos es la presencia de concavidades en las paredes laterales y en el extremo final. En los casos de Ch'amaka Pata VII, Chosencaria Punta y Llamamach'ay se han identificado cámaras cóncavas que podrían haber funcionado como cámaras de descanso o dormitorios; en al menos dos de estos casos, las cámaras son significativamente más anchas que el diámetro promedio del túnel. Un fenómeno similar fue reportado por Schneider et al. (2014) en las cámaras finales de paleotúneles en Brasil, donde se sugirió que un mayor ancho facilitaba los movimientos de rotación de los animales en su interior.

Figura 7

Morfología del interior de los túneles interpretados como paleomadrigueras de megamamíferos pleistocenos



(a) Gentilwasi; (b) Chinkana Aya Aya I; (c) Ch'amaka Pata VII; (d) Chosencaria Punta; (e) cámara al final de una de las cuevas de Llamachayoq; (f) columna al final del túnel Oqhochayoq.

Configuración estructural de los túneles

Una de las características de las estructuras subterráneas es su disposición, determinada por la presencia o ausencia de ramificaciones, las cuales pueden desarrollarse en un mismo nivel o en dos niveles. En sistemas más complejos, como Ch'amaka Pata VII, Chinkana Aya Aya y Gentilwasi (figuras 9b, 9c, 9e), existen túneles en diferentes

niveles. En Gentilwasi, un pequeño túnel fue excavado en el piso del túnel principal, mientras que en Ch'amaka Pata VII, un segundo túnel de dimensiones similares, pero de mayor longitud, se inicia encima del extremo del túnel primario. En la pared lateral izquierda (mirando hacia el interior) del final de este túnel primario, se han identificado horadaciones antropógenas entre ambos niveles, probablemente realizadas para facilitar el acceso al segundo túnel por quienes elaboraron las pinturas rupestres en la cámara ubicada al final de este (Figura 8).

Figura 8

Estructura interna y accesos de las paleomadrigueras



(a) Entrada al segundo túnel encima del final del primero; (b) En el lado izquierdo se observan horadaciones en la pared, utilizadas como apoyos para ascender al túnel superior.

Los túneles lineales, aquellos que no presentan pasajes laterales, se observan en sitios como Mulluqaqa en Santo Tomás (Figura 9a), Chosencaria Punta en Quiñota y varios túneles pequeños de Ch'amaka Pata en Lusco. Por otro lado, los túneles ramificados exhiben distintos grados de complejidad, que van desde una única derivación hasta configuraciones laberínticas. De los ocho túneles cuyas dimensiones morfológicas han sido registradas, seis presentan una o más bifurcaciones. Las galerías derivadas del corredor principal varían en tamaño y forma; en algunos casos, estas ramificaciones cambian de dirección y regresan a la galería principal en otro sector, como se observa en Chinkana Aya Aya I y Oqhochayoq (figuras 9c, 9d).

Cuando un túnel ramificado presenta una bifurcación que posteriormente se reconecta con la galería principal, el segmento de roca o sedimento que queda en medio forma una columna natural. Esto suele ocurrir cuando los animales excavan un acceso alternativo sin eliminar por completo la separación entre ambos pasajes. Se han registrado estos remanentes estructurales tanto en paleotúneles de Chumbivilcas (Figura 7f) como en Espinar, y pilares o columnas similares han sido documentadas en paleomadrigueras de Brasil.

Otra variable relevante es la longitud de las estructuras, la cual varía considerablemente, aunque sin llegar a las extensiones de algunos túneles ramificados de Brasil. Los túneles sin ramificaciones, como Chinkana Aya Aya I, Mollochaka y Chosencaria Punta, tienen longitudes que oscilan entre 6 y 50 metros. En contraste, los túneles ramificados llegan a alcanzar longitudes considerablemente mayores sumando las distintas ramas.

Por ejemplo, Oqhochayoq en Colquemaca representa un sistema de túneles que, en conjunto, suman aproximadamente 109 metros de longitud (Figura 9d). La galería principal mide 47 metros de largo, con un ancho de 1,7 metros y una altura promedio de 1,4 metros. A una distancia de 20 metros desde la entrada, la galería principal gira hacia la derecha y finaliza en una cámara de reposo amplia de 2,7 metros de ancho.

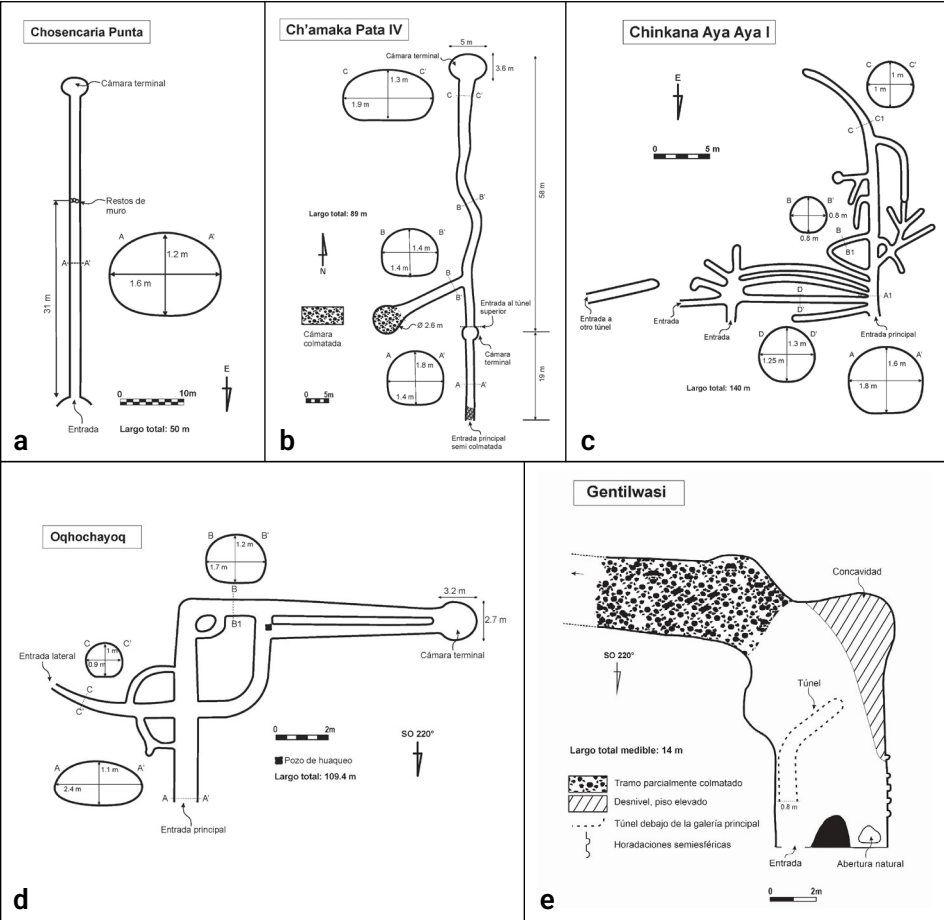
Chinkana Aya Aya I, con tres accesos documentados, representa el sistema de túneles más complejo y extenso hallado hasta la fecha (Figura 9c). Su galería principal, de forma elíptica, mide 1,8 metros de ancho y 1,6 metros de alto, lo que facilita su acceso. A lo largo de un tramo de 10 metros, la galería se reduce progresivamente hasta alcanzar un metro de ancho y un metro de alto tras un recorrido total de 24 metros. En ambos lados de la galería principal se desprenden túneles de menor diámetro, algunos con sección transversal casi circular. En total, el complejo sistema de Chinkana Aya Aya I alcanza los 120 metros de longitud.

Las cavidades menores, con forma de abrigos rocosos, tienen profundidades de entre 1 y 4 metros.

Los croquis de planta de la Figura 9 permiten visualizar aspectos clave sobre la extensión, morfología y disposición espacial de paleotúneles seleccionados. En estos planos se han registrado longitudes, anchos y alturas de los pasajes, así como la presencia de ramificaciones y cámaras de reposo al final de ciertos túneles.

Figura 9

Croquis de planta de paleotúneles sin y con ramificaciones



(a) Chosencaria Punta (Quiñota); (b) Ch'amaka Pata VII (Llusco); (c) Chinkana Aya Aya (Santo Tomás); (d) Oqhochayoq (Colquemarca); (e) Gentilwasi (Colquemarca).

Resumen de datos morfométricos

La Tabla 2 presenta las dimensiones y otros datos relevantes de los 37 sitios registrados. Las medidas de ancho, alto y largo corresponden a la sección de mayor diámetro de la galería principal. El cálculo del largo de los túneles considera —en el caso de túneles ramificados— la extensión acumulada de cada segmento.

Las cavidades menores tipo abrigo rocoso fueron indicadas con un asterisco. En los túneles semicolmatados, como por ejemplo el segundo tramo de Gentilwasi, los datos de altura y de longitud son estimaciones.

Tabla 2

Ubicación y características de la paleocavidades excavadas por megafauna cenozoica en la provincia de Chumbivilcas

Distrito	Nombre del sitio	Coordenadas		Altitud	Alto (m)	Ancho (m)	Largo total (m)	No. de ramificaciones
		E	S					
Colquamarca	Gentilwasi	818834	8423006	3499	2,7	5,1	15	2
	Jenchuquilha	819441	8422928	3510	5	5	10	0
	K'iqllo I	805033	8408018	3480	3	3,6	12,5	0
	K'iqllo II	819074	8422682	3480	2,5	4,5	2,2	2
	K'iqllo III	819068	8422704	3482	1,6	3,0	5	0
	K'iqllo IV	819098	8422639	3491	1,7	3,2	7,5	0
	K'iqllo V	819103	8422606	3492	16	2	1	0
	Llamamach'ay A	818677	8423059	3506	3,5	1-9	21	1
	Llamamach'ay B	818677	8423059	3506	3,8	2-7	29	2
	Llonqhaya	819356	8417727	3610	s.d.	s.d.	s.d.	6
	Oqhochayoc	818951	8423048	3505	1,6	2,8	102	3
	Cerca de Gentilwasi, en la base de la loma*	818757	8422988	3496	1,1	1,2	1	0
	Rosasniyoq I*	820934	8418258	3611	1,1	1,8	4	0
Santo Tomás	Rosasniyoq II*	820814	8418432	3633	2,3	2,2	3,2	0
	Chinkana Aya Aya I	809117	8391964	3976	1,3	1,2	6,2	0
	Chinkana Aya Aya II	809117	8391964	3976	1,6	1,8	120	16
	Mulluqaqa	815885	8406368	3491	1	1,5	27	0
	Wamanmarka I*	814876	8405788	3495	1,2	0,8	1,3	0

(continúa)

(continuación)

Distrito	Nombre del sitio	Coordenadas UTM 18L	Altitud	Alto (m)	Ancho (m)	Largo total (m)	No. de ramificaciones
	Wamanmarka II*	815168 8406021	3559	1,4	1	1	0
	Wamanmarka III*	815226 8405956	3549	0,9	1,1	1	0
	Wamanmarka IV*	815259 8405926	3542	1,5	2	3	0
	Ch'amaka Pata I*	805345/ 8406901	3802	s.d.	s.d.	s.d.	0
Llusco	Ch'amaka Pata II	805511 8407376	3801	0,9	1,1	12	2
	Ch'amaka Pata III*	805093 8407730	3780	0,5	1,2	4,2	0
	Ch'amaka Pata IV*	805479 8407542	3794	0,7	0,7	1	0
	Ch'amaka Pata V	805479 8407542	3794	0,5	1,2	9,3	0
	Ch'amaka Pata VI*	905033 8408018	3781	s.d.	s.d.	s.d.	0
	Ch'amaka Pata VII	805218 8407948	3778	1,4	1,4	89	1
	Ch'amaka Pata VIII*	805503 8408196	3777	1,1	1,8	14,5	0
	Ch'amaka Pata IX	s.d. s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0
	Ch'amaka Pata X	805093 8407730	3780	s.d.	s.d.	s.d.	0
	Ch'amaka Pata XI*	905033 8408018	3781	s.d.	s.d.	s.d.	0
Quiñota	Ch'amaka Pata XII	804963 8407904	3740	s.d.	s.d.	15	0
	Ch'amaka Pata XIII	804655 8406756	3825	1,1	1,8	17	0
	Chosencaria Punta	810097 8415503	3527	1,2	1,7	50	0
	Mulluchaqa*	810911 8416557	3464	1,6	1	1,2	0
Chamaca	Torrepata/Cabildo	192104 8417046	3760	s.d.	s.d.	85?	2
	Qaqa Carcel**	192153 8416920	3750	s.d.	s.d.	s.d.	2

* = Cavidad menor (tipo abrigo rocoso)
** = La consideración de Qaqa Carcel como posible paleomadriguera es una propuesta en evaluación.
mi = Morfología irregular
s.d. = Sin datos. Se refiere a túneles en los que las medidas aún no han sido registradas.

Características de las marcas en las paredes

Además de la morfología de las estructuras, el segundo factor clave para identificar una estructura subterránea como una posible paleomadriguera excavada por megafauna extinta es la presencia de marcas de garras en las paredes y el techo. Investigaciones previas en Brasil y Argentina han proporcionado antecedentes que permiten establecer comparaciones relevantes para este análisis. Las variables consideradas incluyen el tamaño y la forma de las huellas, el número de surcos, su profundidad y ancho, así como su disposición y orientación.

Frank et al. (2012b), elaboraron una primera clasificación de rasgos morfológicos de las superficies internas de paleotúneles cenozoicos del sur del Brasil, entre los que figuran las marcas de excavación de distintos patrones. Estas llegan a medir hasta 4 centímetros de ancho y 60 centímetros de largo, se componen frecuentemente de dos o tres surcos paralelos y tienen una orientación subvertical u horizontal. Su densidad varía grandemente entre los sitios. También identificaron pequeños surcos paralelos de un patrón diferente, dispuestos en posición vertical. En Minas Gerais registraron huellas de marcas en el techo de un túnel, a 3,1 metros desde el suelo. En un trabajo sobre paleotúneles de Rio Grande do Sul, Frank et al. (2013) proporcionaron medidas más precisas de huellas de garras de dos y tres dígitos. En túneles de diámetros promedio de 1,4 metros, identificaron dos grupos principales: (1) pares de huellas paralelas o huellas dobles de entre 8 y 14 centímetros de longitud, con 1 centímetro de ancho y profundidad, y (2) huellas más prominentes, de 20 a 36 centímetros de longitud, 2 a 4 centímetros de ancho y hasta 3,5 centímetros de profundidad. Más del 75 % de estas huellas presentan una morfología ligeramente sinuosa, formando arcos poco pronunciados.

De manera similar, en los paleotúneles del norte de Minas Gerais, Sekiguchi Buchmann et al. (2016) identificaron marcas de garras dobles, atribuidas a perezosos de dos dedos, responsables de la excavación o ampliación de estas estructuras. Además, describieron la convergencia en "Y" de las marcas dobles, originada por la aproximación de las falanges durante el proceso de excavación.

Ferreira dos Santos et al. (2021), en su investigación sobre huellas de garras en paleotúneles del estado de Santa Catarina, identificaron cinco tipos distintos de marcas de garras, diferenciados por la longitud, el ancho, la profundidad y la disposición de los surcos. Las más comunes, con dimensiones promedio de 20 centímetros de largo, 1,9 centímetros de ancho y 1,9 centímetros de profundidad, aparecen de forma aislada o en paralelo, con una morfología en "V" o en "Y". Algunas de estas marcas han sido atribuidas a perezosos gigantes de la familia Mylodontidae, provistos de dos dedos. Los autores advierten que, al no haber hallado evidencias orgánicas o fósiles óseos en los paleotúneles investigados, la identificación directa del organismo constructor no es posible.

En Chumbivilcas, 34 de los 37 paleocavidades registradas hasta la fecha contienen marcas de garras, que presentan similitudes morfológicas con las marcas descritas en Brasil y Argentina. Su estado de conservación varía. Las mejor preservadas se encuentran en Llamamach'ay y Gentilwasi, en Colquemarca, en Ch'amaka Pata VII, en Llusco y en una cavidad pequeña en Quiñota.

En Gentilwasi se han identificado al menos dos tipos de surcos en las paredes: (1) surcos de entre 30 y 34 centímetros de longitud, con un ancho de 2,5 centímetros y una profundidad de 2 a 3 centímetros (figuras 10b-d), generalmente dispuestos en conjuntos de tres huellas paralelas, en las que dos de ellas forman un diseño en "Y"; y (2) surcos más delgados, de 13 centímetros de longitud, 6 milímetros de ancho y 5 milímetros de profundidad. Ambos tipos de huellas fueron registrados en proximidad dentro de la misma pared de esta cueva biogénica (figuras 10d-f). En la galería semicolmatada de Gentilwasi, las huellas mejor preservadas se encuentran dispuestas en conjuntos de tres surcos paralelos prolongados, de 35 centímetros de largo, excavados en el techo y orientados hacia el fondo del túnel (Figura 10a).

En las cuevas de Llamamach'ay ubicadas a corta distancia de Gentilwasi, la gran profusión de marcas de garras cruzadas y superpuestas que cubren todas las paredes y techo, dificultan su individualización. Como en Gentilwasi, que se encuentra a corta distancia, son de al menos dos tipos: en su gran mayoría, los surcos son largos, profundos y ligeramente curvados, correspondientes al tipo 1 de Gentilwasi. En menor medida se encuentran huellas del tipo 2. Las grandes dimensiones de las huellas de tipo 1 de Llamamach'ay, que están en concordancia con el gran tamaño de las cuevas en cuanto a anchura y altura, sugieren organismos excavadores de gran tamaño. La existencia de dos o más tipos de huellas de garras también ha sido observada en varios paleotúneles del Brasil. Al respecto, Frank et al. (2013) sugieren que pueden ser el resultado de la actividad de animales distintos a los que excavaron originalmente los túneles.

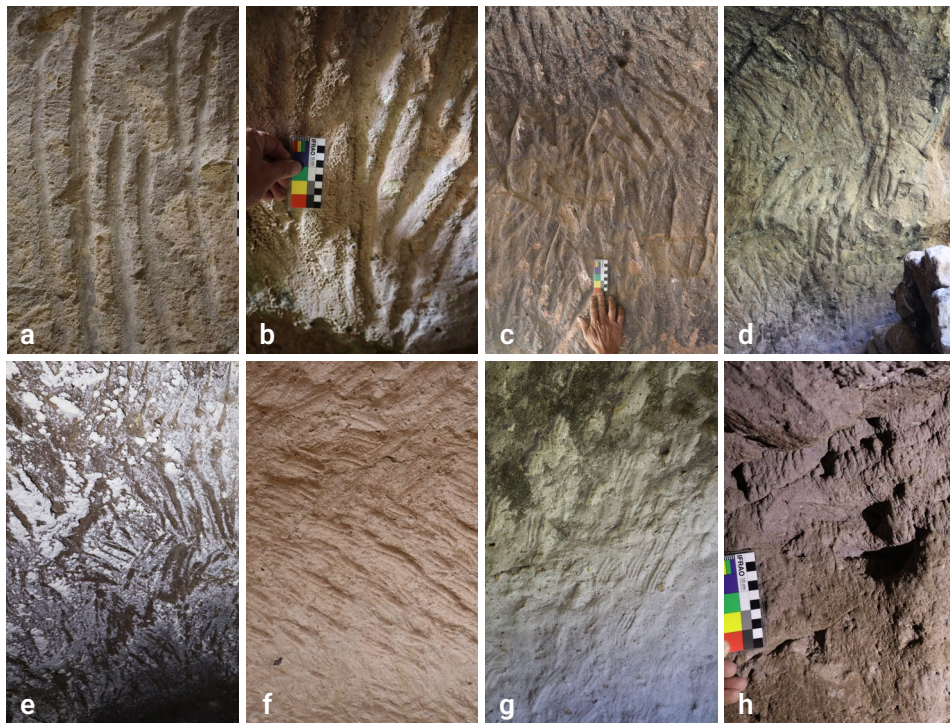
En una pequeña cavidad del sector Mulluchaka, cerca del puente prehispánico sobre el cañón del río Cayllo en Quiñota, se han registrado marcas de garras excepcionalmente nítidas. Estas huellas, organizadas en conjuntos de cuatro dedos paralelos, presentan longitudes de entre 4 y 5,5 centímetros, con un ancho aproximado de 5 milímetros y una profundidad de 3 milímetros (Figura 10g). Su tamaño y morfología son muy similares a las documentadas en el interior del laberinto de Chinkana Aya Aya, en Llique, Santo Tomás, específicamente en las columnas cercanas a una de las entradas.

Existen varios túneles en los que no se identificaron marcas de garras, un fenómeno también observado en Brasil. Allí, la ausencia de estas icnitas se atribuye a la erosión natural en litotipos susceptibles a este proceso o al desgaste provocado por el roce de los cuerpos de los animales que utilizaron los túneles (Frank et al., 2013, 2023). La fricción del pelaje de los animales excavadores puede haber sido también la causa de las superficies pulidas en Oqhochayoq, Mulluqaqa y en algunos

sectores de Chosencaria Punta (Figuras 7b, 7d). Asimismo, puede haber provocado la desaparición de las marcas en las porciones superiores de las paredes laterales de la primera galería de Ch'amaka Pata VII.

Figura 10

Huellas de garras en paleocuevas de la zona de estudio



(a-b) Gentilwasi. (c) Llamamach'ay; (d) Rosasniyoq II; (e) Ch'amaka Pata IV; (f) Ch'amaka Pata I; (g) Mulluchaka; h. Chinkana Aya Aya I.

Posibles constructores de los túneles

Hasta contar con datos más concluyentes, se adoptará para los paleotúneles de Chumbivilcas de manera preliminar la clasificación de icnogéneros propuestos por Pereira Lopes et al. (2017). Según esta clasificación, los túneles con secciones transversales iguales o superiores a 1,4 metros de diámetro (*Megaichnus mayor*) habrían sido excavados por distintas especies de milodóntidos, mientras que los túneles más pequeños (*Megaichnus menor*) corresponderían a la actividad de armadillos gigantes.

En Chumbivilcas, de las 37 estructuras identificadas como de origen biogénico, doce tienen secciones transversales iguales o superiores a 1,4 metros de diámetro.

Una primera propuesta de identificación a nivel de familia puede hacerse también en base a las marcas de garras, como hemos visto en el capítulo anterior. Las huellas paralelas cortas y poco profundas, de pocos centímetros y de apenas 0,5 centímetros de profundidad (figuras 10f-h), pueden ser rastros de garras de especies de armadillos gigantes. Las huellas prominentes en Llamamach'ay A y B, Gentilwasi, Ch'amaka Pata VII y K'iqillo I, por otro lado, son de animales de mayor tamaño y masa corporal. Por hallarse estas huellas hasta en el techo de las cámaras internas que alcanzan entre tres y medio y cuatro metros de altura, es razonable suponer que los animales que cavaron estas galerías subterráneas deben haber pertenecido a especies de milotóntidos de un tamaño considerablemente mayor al de los ejemplares fósiles hallados hasta la fecha en la región.

Un argumento adicional a favor del origen animal de los túneles es el hallazgo de fósiles de megafauna fosorial pleistocena en la región andina y altoandina del Cusco, especialmente en el valle del Cusco y en la provincia de Espinar, contigua a Chumbivilcas. En estas áreas se han identificado restos fósiles pertenecientes a las familias *Mylodontidae*, *Megatheriidae*, *Toxodontidae* y la subfamilia *Glyptodontinae* (Kalafatovich, 1955; Pujos y Salas, 2004; Tejada et al., 2009; Gamarra, J. L., 2008, 2014; Gamarra, A., 2020; Ramírez y Ramírez, 2018; Salas-Gismondi et al., 2023). Véase la Figura 11. A diferencia de algunos milodóntidos y gliptodontinos, que sí evidencian morfologías compatibles con la excavación, los megatéridos y toxodóntidos no presentaban adaptaciones fosoriales.

Figura 11

Fósiles



(a) Fósil de un gliptodonte, fotografiado en marzo de 2017 en el depósito de la municipalidad distrital de Alto Pichigua; (b) Cráneo de un perezoso gigante de la familia *Mylodontidae*, fotografiado en 2017 en el antiguo museo —actualmente disuelto— de la municipalidad provincial de Espinar.

Función de los túneles

Desde el inicio de las investigaciones sobre los paleotúneles en Brasil y Argentina, los científicos han debatido ampliamente su posible función. En la actualidad, se descarta que estos túneles fueran excavados como defensa contra depredadores carnívoros, como el tigre dientes de sable. En cambio, se sugiere que su propósito principal habría sido la protección frente a condiciones climáticas extremas durante las épocas glaciares del Cuaternario, ya sea contra el frío extremo o el calor excesivo. La sensibilidad de los armadillos a bajas temperaturas, junto con la posible baja capacidad de termorregulación y el metabolismo reducido de los perezosos terrestres gigantes, podría haber provocado su necesidad de hibernar o de buscar refugio en cuevas, ya sea ocupándolas o excavándolas (Pereira Lopes et al., 2017).

En el caso de Chumbivilcas, la gran altitud de los paleotúneles registrados, combinada con las severas condiciones climáticas que predominaron durante las glaciaciones del Pleistoceno, refuerza la hipótesis de que una de sus funciones puede haber sido la protección frente al intenso frío que dominaba la región en esa época. Dado que la toba volcánica posee un coeficiente de conductividad térmica muy bajo, estos túneles habrían funcionado como eficaces aislantes térmicos y refugios en un entorno de clima extremo.

El reuso de túneles en épocas prehispanicas

Desde que los primeros seres humanos ocuparon temporal o permanentemente la cuenca del río Santo Tomás hasta nuestros días, varias de las cuevas y cavidades menores en formaciones rocosas de la zona han sido utilizadas para diferentes propósitos. Durante el Precerámico Temprano sirvieron como refugio, vivienda permanente o lugar de culto para pequeños grupos de cazadores-recolectores. En épocas prehispanicas más recientes, muchos de estos espacios se convirtieron en tumbas individuales o colectivas, otros en lugares para depositar ofrendas o para la confección de pinturas o grabados rupestres.

Las pequeñas paleocavidades de entrada semicircular o elíptica, que se asemejan en tamaño y forma a abrigos rocosos naturales, son conocidos como *machay* por los quechuahablantes. Muchos de ellos contienen restos funerarios, algunos también pinturas rupestres o petroglifos. Las galerías subterráneas o pasadizos atunelados, por el otro lado, son conocidas como *chinkanás*. Representan un concepto asociado a la cultura y cosmovisión andina precolombina, especialmente a los incas.

De las 37 estructuras inventariadas, quince de ellas, principalmente las de tamaño pequeño, contienen contextos arqueológicos. Se encontraron manifestaciones rupestres en seis cavidades en forma de pinturas abstractas (Ch'amaka Pata VII,

Llonqhaya, Figuras 12a y 12e), petroglifos (Llamamach'ay A y B; K'iq'llo I-V) y cúpulas o depresiones semiesféricas (Gentilwasi, Cueva A de Llamamach'ay y Rosasniyoq I y II, Figura 12b). Fragmentos de cerámica se encuentran en superficie en las cuevas de Chosencaria Punta, Gentilwasi y Rosasniyoq I y II. En las galerías de Llonqhaya, en Colquemarca, los arqueólogos de la Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco recogieron fragmentos de cerámica que, según una nota de prensa de 2019, “corresponden a golletes, bases, bordes y cuerpos de vasijas con características prehispánicas, así como a restos óseos humanos”. Se trata de evidencias del uso funerario de los túneles durante épocas agroalfareras, mientras que las pinturas rupestres en las paredes del interior, por el estilo reconocible en las fotografías publicadas en la nota referida, posiblemente sean de mayor antigüedad (Figuras 12e y 12f).

Son particularmente interesantes las sencillas manifestaciones rupestres compuestas por trazos rectos, en su mayoría paralelos entre sí y de orientación vertical, en colores rojo y negro, ubicadas en el fondo del paleotúnel de Ch'amaka Pata VII (Figura 12a), a casi 90 metros de distancia desde la entrada. Podrían tratarse no solo de las pinturas rupestres más profundas halladas hasta la fecha en territorio peruano, sino también —de confirmarse la identificación de marcas de garras superpuestas— de un caso insólito de reocupación del túnel por perezosos gigantes, ocurrido hace al menos diez mil años.

Las cuevas contiguas de Llamamach'ay y la de K'iq'llo I, además de su notable interés paleontológico debido a la excelente conservación de las marcas de garras, destacan como verdaderas joyas arqueológicas gracias a los grabados rupestres que cubren gran parte de sus paredes y techos (Figura 12c). Los petroglifos, atribuidos a diferentes periodos prehispánicos, desde el Horizonte temprano hasta el tardío, representan principalmente camélidos domesticados, posiblemente llamas, aves, un puma, algunas figuras humanas y líneas sinuosas.

Los grupos humanos que reutilizaron estas cavidades desde el Precerámico temprano debieron emplear iluminación artificial para explorar más allá de los primeros diez metros. En Ch'amaka Pata VII, algunos visitantes del pasado abrieron agujeros en las paredes para ascender al segundo túnel, que comienza sobre la cámara situada al final del primero. Es difícil determinar si estos agujeros fueron realizados en tiempos prehispánicos por quienes confeccionaron las pinturas rupestres abstractas en la cámara del segundo túnel (a 87 metros de profundidad), o por buscadores de tesoros.

El reuso de paleomadrigueras en tiempos prehispánicos también está documentado en Brasil. Frank et al. (2012a) reportan el hallazgo de grabados rupestres precoloniales en la cueva del Tatú, un paleotúnel ubicado en el Estado de Santa Catarina.

Figura 12*Vestigios arqueológicos en paleocuevas de Chumbivilcas*

(a) Pinturas de color rojo en la segunda galería de Ch'amaka Pata VII; (b) Depresiones semiesféricas en el techo y pared lateral del abrigo rocoso de Rosasniyoq I; (c) Petroglifos de K'iqllo I, Colquemarca; (d) Restos óseos de un entierro múltiple en Rosasniyoq I; (e) Pinturas rupestres en las galerías subterráneas de Llonqhaya (Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, 2019); (f) Fragmentos de cerámica hallados en Llonqhaya (Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, 2019).

Estado de conservación y factores de deterioro

A ninguno de los paleotúneles registrados hasta la fecha lo encontramos en el estado en que lo dejaron de usar los animales excavadores. Las alteraciones de las que fueron y siguen siendo objeto, son causados por agentes naturales y antrópicos.

Entre los factores naturales tenemos el relleno parcial del interior con sedimentos y piedras, la formación de capas de microorganismos o eflorescencias salitrosas en la superficie de las paredes y la acumulación de agua de lluvia en los sectores iniciales de algunos túneles. Un factor de alteración son también los animales domésticos que frecuentan aquellos túneles que contienen sales o los animales silvestres que se refugian en estas estructuras subterráneas o las usan como nido.

Otro factor importante de deterioro son las intervenciones antrópicas directas o indirectas. Las galerías subterráneas, conocidas como *chinkanas*, siempre despertaron la curiosidad del hombre, por lo que no sorprende que todos los paleotúneles descritos en este artículo ya hayan sido explorados previamente con diferentes propósitos.

Los factores antrópicos de deterioro o alteraciones comprenden las excavaciones clandestinas, realizadas por buscadores de tesoros, que resultaron en la destrucción de los contextos arqueológicos en Chosencaria Punta, Rosasniyoq I y II y Gentilwasi. Las capas de hollín de fogones antiguos o de quemados recientes como en Oqhochayoq dificultan el registro de las marcas de garras u otros vestigios como posibles pinturas rupestres.

El uso de espacios en las inmediaciones de las paleocuevas para festivales de danzas (Chinkana Aya Aya I y Llamamach'ay) conlleva a visitas masivas e incontroladas de las galerías subterráneas y a actos de vandalismo como el pintado de las paredes con grafitis y la acumulación de basura en los pasajes del interior, tal como se constató durante la exploración de los paleotúneles de Llique.

Limitaciones del estudio

En esta fase inicial de reconocimiento se presentaron varias limitaciones, tanto metodológicas como contextuales. El cartografiado de las estructuras subterráneas, realizado con métodos analógicos simples, dio lugar a planos de planta imprecisos, cuyos trazados deberán ser corregidos mediante un levantamiento topográfico que utilice equipos y técnicas modernas.

La dificultad para acceder a ciertas áreas de algunos paleotúneles limitó la posibilidad de realizar mediciones completas (Gentilwasi) o más exactas (Chinkana Aya Aya I, Oqhochayoq, Gentilwasi).

El análisis de las huellas de garras, aunque fundamental para identificar al organismo excavador, fue apenas incipiente y requiere la intervención de paleontólogos, expertos en fósiles de vertebrados, icnólogos y taxónomos, para obtener resultados sólidos y bien fundamentados.

Asimismo, falta analizar e identificar el tipo de espeleotema biogénico que se ha formado sobre las huellas de garras en Ch'amaka Pata VII, ocultándolas parcialmente.

La información geológica proporcionada es básica y carece de detalles sobre el tipo específico de toba volcánica en los diferentes sitios registrados. Además, se requerirá un conocimiento geológico más profundo para explicar cómo ingresaron los sedimentos y piedras en los tramos semicolmatados o rellenados.

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Este artículo contribuye con un primer inventario y análisis de las características básicas de posibles paleomadrigueras excavadas por megafauna extinta, que se preservaron en el registro geológico de la provincia de Chumbivilcas, Perú.

En la zona de estudio se registraron 37 túneles y cavidades menores, identificadas como paleomadrigueras de origen animal. Es de suponer que representan una pequeña parte del universo existente de estas estructuras. Muchas entradas de túneles deben estar ocultas bajo tierra y pueden ser descubiertas en las próximas décadas debido a la expansión de los centros urbanos, al cambio de uso de la tierra para fines mineros u otros, a la apertura de nuevas carreteras u obras públicas y privadas en general.

Con este registro, Chumbivilcas se erige como la primera región en el Perú donde se han registrado evidencias de este tipo de icnofósiles pertenecientes a grandes mamíferos que poblaron los Andes hasta finales del Pleistoceno, aproximadamente hasta hace once mil años.

Las paleomadrigueras no solo representan evidencias significativas de la actividad biológica pasada, sino que su reutilización —como refugios o espacios funerarios— por grupos humanos posteriores sugiere que también desempeñaron un rol clave en la ocupación del paisaje. Estas estructuras preexistentes habrían ofrecido ventajas inmediatas en términos de abrigo y carga simbólica, facilitando así la apropiación temprana del territorio. Su estudio, por tanto, no solo contribuye al conocimiento paleoecológico y paleobiológico, sino también a la comprensión de los patrones de ocupación y organización del territorio por parte de las sociedades prehispánicas locales.

Los icnofósiles, al igual que los fósiles, son propiedad de la nación (El Peruano, 2021). En la Ley general del patrimonio paleontológico del Perú, artículo 2, inciso b), se indica que: "...también son fósiles las trazas de la actividad biológica de cualquier organismo que ha existido en el pasado geológico mencionado, tales como huellas, ámbar, entre otras". Su conservación y protección según la legislación sobre el patrimonio paleontológico, es competencia del Instituto Nacional de Geología,

Minería y Metalurgia (INGEMMET). Cuando contienen restos arqueológicos, corresponde además la legislación respecto a bienes arqueológicos del Ministerio de Cultura (Ley 28296).

Las excavaciones arqueológicas en galerías subterráneas de la región, sin aplicar un protocolo de rigor y pasando por alto la eventual existencia de depósitos paleontológicos, resultan en la pérdida de valiosa información científica.

Al INGEMMET le compete coordinar futuras investigaciones conjuntas de carácter geoarqueológico de los paleotúneles hallados y por hallar en el ámbito del Cusco (Chumbivilcas y Espinar), “con el fin de identificar la relevancia científica, histórica, didáctica y cultural” de estos icnofósiles (Ley 31204). Las universidades, por su parte, pueden desempeñar un rol fundamental en la investigación interdisciplinaria y en la formación de especialistas en torno a estos registros.

Se plantea así una nueva línea de investigación, la que —al aplicar tecnologías como la de genética molecular y análisis de paleo-ADN— tiene el potencial de arrojar luz y enriquecer nuestro entendimiento sobre las especies de megafauna responsables de la excavación de los túneles, sobre su uso por una o varias especies y sobre su función como madrigueras o dormitorio. Además, el estudio sistemático —en el marco de proyectos interdisciplinarios— del suelo de paleotúneles en los que tanto la fauna silvestre como humanos han habitado en el tiempo, podría proporcionar evidencias más precisas sobre la naturaleza de su uso y origen. Es de esperar que futuros estudios aporten datos importantes sobre el ecosistema pleistocénico de Chumbivilcas y sobre las interacciones entre especies de xenartros y las condiciones ambientales.

Dado el número creciente de registros de posibles paleomadrigueras de megafauna extinta en la cuenca del río Santo Tomás, esta tiene el potencial de convertirse en una nueva zona de interés paleontológico reconocida por el Estado.

Al revisar fotografías de archivo sobre cuevas de la provincia vecina de Espinar visitadas años atrás, se pudo constatar que muchas de ellas comparten características similares con las documentadas en Chumbivilcas. En proyectos futuros será fundamental ampliar el estudio a esta provincia para obtener un panorama más completo sobre la distribución de estos icnofósiles.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento al biólogo David Ricalde, quien en 2018 me proporcionó la primera pista sobre la posible procedencia animal de las marcas de garras en las paredes de Llamamach'ay, en Colquemarca. A Heinrich Frank, por su respaldo científico y sus valiosos consejos a lo largo de los años.

El trabajo de campo no habría sido posible sin el apoyo de varias personas, entre ellas Sisko Rendón, Edmundo Montes, Joseph Benavides, Alejandro Calderón Rendón, Toribio Álvarez, Mauro Barrio, Alejandro Ataucuri y Jonathan Layme, a quienes agradezco profundamente. La elaboración de los planos de planta de los túneles fue posible gracias a la colaboración de Richard Büchele en la medición de los interiores.

Asimismo, expreso mi gratitud al paleontólogo Rodolfo Salas-Gismondi, a Iván Alvarado, de la sección de Paleontología del INGEMMET (año 2024), al biólogo David Ricalde y al geólogo Raúl Carreño por la revisión de los borradores de este artículo en sus distintas versiones, así como por sus acertadas observaciones y valiosas sugerencias. Quiero hacer extensivo mi agradecimiento a los dos revisores anónimos de esta revista. Sus aportes han enriquecido significativamente este trabajo; sin embargo, cualquier falencia que aún pueda persistir, es de mi exclusiva responsabilidad.

Finalmente, agradezco al ingeniero José Cárdenas Roque, director del departamento académico de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por el respaldo institucional brindado para la presentación de los primeros avances de esta investigación en el I Congreso Internacional de Paleontología, organizado por INGEMMET en noviembre de 2024 en Lima.

BIBLIOGRAFÍA

- Bergqvist, L. P., & Maciel, L. (1994). Icnofósseis de mamíferos (crotovinas) na planície costeira do Rio Grande do Sul. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66(2), 189–197.
- Díaz, D. (2024, 21 de noviembre). Encuentran en Salta la cueva de un gliptodonte extinto hace más de 10.000 años. *El Tribuno*. <https://www.tribuno.com/vida-y-tendencia/2024-11-21-7-48-0-encuentran-en-salta-la-cueva-de-un-gliptodonte-extinto-hace-mas-de-10-000-anos>
- Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco. (2019, 8 de febrero). *Cultura Cusco dispondrá registro de evidencias prehispánicas halladas en Colquemarca, Chumbivilcas. Movimiento de tierras permitió hallazgo fortuito en cavernas*. <https://www.culturacusco.gob.pe/noticia/otras-noticias-importantes/cultura-cusco-dispondra-registro-de-evidencias-prehispanicas-halladas-en-colquemarca-chumbivilcas/>
- Ferreira dos Santos, R., Schipanski, H. J., Rodrigues, A. M., & Vogel, H. F. (2021). Análise preliminar de paleotocas em Porto União-SC e União da Vitória-PR, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(11), e330101119176. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19176>

- Frank, H., Sekiguchi de Carvalho Buchmann, S., Gonçalves de Lima, L., Caron, F., Pereira Lopes, R., & Fornari, M. (2011). Karstic features generated from large palaeovertebrate tunnels in southern Brazil. *Espeleo-Tema*, 22(1), 139–153.
- Frank, H. T., Dias de Oliveira, L., Vicroski, F. N., Breier, R., Gauer Pasqualon, N., Araújo, T., Sekiguchi de Carvalho Buchmann, F., Fornari, M., Gonçalves de Lima, L., Pereira Lopes, R. P., & Caron, F. (2012a). The complex history of a sandstone-hosted cave in the state of Santa Catarina, Brazil. *Espeleo-Tema*, 23(2), 87–101.
- Frank, H. T., Sekiguchi de Carvalho Buchmann, F., Gonçalves de Lima, L., Fornari, M., Caron, F., & Pereira Lopes, R. (2012b). Cenozoic vertebrate tunnels in southern Brazil. En R. G. Netto, N. B. Carmona, & F. M. W. Tognoli (Eds.), *Ichnology of Latin America. Selected papers* (pp. 141–157). Sociedade Brasileira de Paleontologia.
- Frank, H. T., Gonçalves de Lima, L., Gerhard, N. P., Caron, F., Sekiguchi de Carvalho Buchmann, F., Fornari, M., & Pereira Lopes, R. (2013). Description and interpretation of Cenozoic vertebrate ichnofossils in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(1), 83–96. doi:10.4072/rbp.2013.1.07
- Frank, H. T., Althaus, C. E., Martins Dario, E., Rubbo Tramontina, F., Marquezam Adriano, R., & de Lima Almeida, M. (2015). Underground chamber systems excavated by Cenozoic ground sloths in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 18(2), 273–284. 10.4072/rbp.2015.2.08
- Frank, H. T., Sekiguchi de Carvalho Buchmann, F., Gonçalves de Lima, L., Caron, F., Pereira Lopes, R., & Fornari, M. (2023). Paleotocas gigantes na Região Metropolitana de Porto Alegre (estado do Rio Grande do Sul, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, 50(1), e127863. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.127863>
- Gamarra, J. L. (2008). Huellas del Plioceno, Pleistoceno en Cusco. *Saqsaywaman*, (7), 156–177.
- Gamarra, J. L. (2014, 18 de abril). Algunos otros hallazgos de fósiles en Espinar (2007) y Acomayo (2005). *Blog Cusco Paleontológico JLGG*. <https://cuscopaleontologicobyjorgegamarra.blogspot.com/2014/>
- Gamarra, A. (2020). Paleontología en Cusco (Espinar-Yauri). *Revista Peruana de Paleontología*, 1(1), 6–10.
- Hostnig, R. (2019). Paleomadrigueras con petroglifos: el caso de Llamamachay en Colquemarca, Cusco. *Boletín de la Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia (SIARB)*, (33), 19–35. https://www.academia.edu/38932231/Paleomadrigueras_con_petroglifos_el_caso_de_Llamamachay_en_Colquemarca_Cusco

- Kalafatovich, C. (1955). El fósil de gliptodonte hallado en el Cusco. *Revista de la Universidad San Antonio Abad del Cusco*, 108, 150–156.
- Ley 31204 del 2021. Ley general del patrimonio paleontológico del Perú. 28 mayo 2021. El Peruano, 29 de mayo 2021.
- Ley 28296 del 2004. Ley general del patrimonio cultural de la nación. 21 julio 2004. El Peruano, 22 de julio 2004.
- Montes, W. E. (2013). *Etnohistoria y misceláneas de Llusco. Pueblo indomable* (t. I). ValleGraf.
- Ogando, R., Frank, H. T., Lima, L. G., Caron, F., Buchmann, F. S. C., Fornari, M., & Lopes, R. P. (2010, septiembre). *Paleocuevas en la región de la Formación Tacuarembó (Cuenca del Paraná), Uruguay*. [Conferencia] II Encuentro Uruguayo de Espeleología, Montevideo, Uruguay. https://www.ufrgs.br/paleotocas/Ogando_et_al_2010.pdf
- Pereira Lopes, R., Frank, H. T., Sekiguchi Buchmann, F., & Caron, F. (2017). *Megaichnus* igen. nov.: Giant paleoburrows attributed to extinct Cenozoic mammals from South America. *Ichnos. An International Journal for Plants and Animal Traces*, 24(2), 133–145. <https://doi.org/10.1080/10420940.2016.1223654>
- Pujos, F., & Salas, R. (2004). A systematic reassessment and paleogeographic review of fossil *Xenarthra* from Peru. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 33(2), 331–377. <https://doi.org/10.4000/bifea.5746>
- Ramírez, J. Á., & Ramírez, J. C. (2018, 27-30 de noviembre). *Vertebrados fósiles y localidades fosilíferas de vertebrados de la región Cusco*. [Conferencia]. II Simposio Internacional de Paleontología del Perú, Lima, Perú.
- Salas-Gismondi, R. (2024). *Vertebrados fósiles del Perú. Archivos sobre el origen de la biodiversidad*. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Fondo Editorial.
- Salas-Gismondi, R., Ochoa, D., Gamarra, J., Pujos, F., David, A. F., & Tejada, J. V. (2023). Pliocene pre-GABI herbivorous mammals from Espinar, Peruvian Andean Plateau. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 43(1), e2237079. <https://doi.org/10.1080/02724634.2023.2237079>
- Salau, J. (2020). Paleocnología. *Arqueologia e Pre-história*. <https://arqueologiaeprehistoria.com/paleocnologia/>
- Sánchez, E., Soaña, J., Trinidad, I., Sánchez, F., Iquiapaza, E., & Becerra, I. (2021). *Mapa litológico de la subcuenca Santo Tomás, escala 1:100 000*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Schneider, B. C., Crepes C., R., Pinto, M., Urban, C., & Adami-Rodrigues, K. (2014, 8-12 de septiembre). *Incófosséis (paleotoca) atribuídos à fauna pleistocênica, região de*

- Pelotas, Monte Bonito, RS, Brasil*. [Conferencia]. XXIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil. <https://www.researchgate.net/publication/283081567>
- Sekiguchi Buchmann, F., Pereira Lopes, R., & Caron, F. (2009). Icnofósseis (paleotocas e crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 12(3), 247–256. doi:10.4072/rbp.2009.3.07
- Sekiguchi Buchmann, F., Frank, H. T., Sandim Ferreira, V. M., & Antal Cruz, E. (2016). Evidência de vida gregária em paleotocas atribuídas a Mylodontidae (preguiças-gigantes). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 19(2), 259–270. doi: 10.4072/rbp.2016.2.09
- Souberlich, R., Colman, C., Ríos, S. D., & Carlini, A. (2017). *Primeras crotovinas en sedimentos cuaternarios del Paraguay*. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. <https://www.geologiadelparaguay.com.py/Crotovinas.pdf>
- Tejada, J., Báez, D., Gamarra, J., & Salas-Gismondi, R. (2009). Los mamíferos del Mioceno y Plioceno de Espinar (Cusco): Expedición y resultados preliminares del proyecto. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38(2). <https://doi.org/10.4000/bifea.2714>
- Vizcaíno, S., Zárate, M., Bargo, S., & Dondas, A. (2001). Pleistocene burrows in the Mar del Plata area (Argentina) and their probable builders. *Acta Palaeontologica Polonica*, 46(2), 289–301.
- Zárate, M. A., Bargo, M. S., Vizcaíno, S. F., Dondas, A., & Scaglia, O. (1998). Estructuras biogénicas en el Cenozoico tardío de Mar del Plata (Argentina) atribuibles a grandes mamíferos. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 5(2), 95–103.