

Evidencias geológicas en el Complejo Astronómico Chankillo (Casma, Áncash)

GEOLOGICAL EVIDENCE IN THE ARCHAEOLOGICAL REMAINS OF CHANKILLO (CASMA-ÁNCASH)

Iván Ghezzi¹, Enrique Guadalupe Gómez²

RECIBIDO: 05/11/12 – APROBADO: 18/01/13

RESUMEN

Chankillo es un sitio arqueológico con aspectos ceremoniales, administrativos y defensivos que posee además un observatorio solar, el más antiguo de América, con 2400 años de antigüedad. La geomorfología del área que ocupa Chankillo está conformada por las siguientes unidades: cadenas de cerros, quebradas, depósitos eólicos y valle. En cuanto a la geología regional, la principal unidad es la Tonalita Huaricanga II del Cretáceo Inferior, que ha sido intruida por apófisis, diques de granito, pegmatitas y posteriormente por diques de andesita.

Las principales rocas usadas en la construcción de Chankillo fueron la tonalita; en menor grado el granito y otras. Sus fuentes mayoritariamente se encuentran en los alrededores del sitio. Se empleó varios métodos de explotación para conseguir los bloques de roca, entre ellos extracción *in situ*, pozos, trincheras, corte en ladera, e incluso recojo de material suelto. Para extraer las rocas, se aprovechaba su fracturamiento natural golpeándolas con percutores y cinceles de rocas duras y resistentes, principalmente rocas volcánicas andesíticas, cuyo aprovisionamiento se daba a partir de los cantos rodados del río Casma. Allí rompían las rocas hasta conseguir artefactos en forma de cuña. Los bloques extraídos tienen tamaños mayormente menores 0.60 m, y tienen formas angulosas. Una vez extraídos, eran transportados para la construcción de edificaciones, donde se les daba forma adicional y se les colocaba en los muros, con morteros de barro. Finalmente, se completaba con el enlucido en base a arcilla, pintando con colores ocre, marrón, amarillo y blanco.

Palabras clave: Complejo astronómico Chankillo; Geología Chankillo; Explotación de bloques de roca en Chankillo

ABSTRACT

Chankillo is an archaeological site with ceremonial, administrative and defensive aspects also has a the oldest in America, with 2400 year old solar observatory. The geomorphology of the area consists of the following units: chains of hills, streams, reservoirs and valley farms. Regarding the regional geology, the main unit is the tonalite Huaricanga II Lower Cretaceous, which has been intruded by granite apophyses and dykes, pegmatites and later by andesite dikes.

The main rocks used in construction were Chankillo tonalite; lesser extent granite, and others. Their sources are mainly around the site. Various methods of exploitation was used to get the blocks of rock, including in situ extraction, pits, trenches, cut slope, and even pick up loose material. To remove the rocks, fracturing his hitting them naturally hard hammers and chisels and resistant rocks preyed mainly andesitic volcanic rocks, whose supply was given from boulders Casma river. There were breaking rocks until wedge artifacts. The extracted blocks have mostly smaller sizes 0.60 m., and have angular shapes. Once extracted, they were transported to the construction of buildings, where they were given additional form and are placed on the walls with mud mortar. Finally, was completed with the clay based plaster, painting with ocher, brown, yellow and white.

Key words: Astronomical Complex Chankillo; Geology Chankillo; Exploiting boulders on Chankillo.

1 Instituto de Investigaciones Arqueológicas (IDARQ). Correo electrónico: ighezzi@idarq.org

2 Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas de la UNMSM y Sección Minas PUCP.

I. INTRODUCCIÓN

Las construcciones de la cultura Chankillo revisten de gran importancia por tener el reloj solar más antiguo del Perú, por sus conocimientos técnicos e instrumentos hechos con rocas, su extracción y la construcción con los elementos líticos. Los objetivos trazados fueron conocer la geología del área donde se construyó Chankillo, interpretar los diversos fenómenos geológicos acaecidos en el área, y relacionarlos a Chankillo, reconocer los diversos tipos de roca y la utilización de ellos como elementos constructivos y herramientas líticas.

II. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Chankillo es un sitio arqueológico ubicado en el departamento de Áncash, provincia de Casma, a una altitud entre 330 y 80 msnm, y coordenadas aproximadas 8942800N, 803700E. En el kilómetro 375 de la Carretera Panamericana Norte está la ciudad de Casma, y a unos 15 kilómetros al sur se encuentra Chankillo. Se extiende al oeste de la Cordillera de los Andes, en un desierto cuyo paisaje compuesto por colinas, valles y llanuras se ha mantenido prácticamente sin mayores cambios geológicos desde el Pleistoceno. De manera más precisa, Chankillo se ubica adyacente a los valles irrigados del ramal sur de la cuenca del río Casma/Sechín, frente a las escarpadas laderas occidentales de los Andes. Al igual que muchos otros valles de la costa peruana, los valles de Casma y Sechín han sido durante un largo tiempo una especie de "oasis" que posibilitó el asentamiento de poblaciones en un territorio desértico e inhóspito.

III. MÉTODO E INSTRUMENTOS

El método es no experimental de tipo descriptivo, se describen los fenómenos y las construcciones y de tipo exploratorio, porque es un tema poco conocido.

La técnica utilizada fue la observación, tanto del punto de vista de campo como de laboratorio que con uso de microscopio estereográfico y petrográfico se hizo las descripciones macroscópicas y microscópicas de las diversas muestras de roca. Asimismo, se usaron técnicas arqueológicas como las excavaciones y otros.

IV. RESULTADOS

4.1. Arqueología

La presencia de muchos sitios arqueológicos monumentales en la provincia de Casma, como el Complejo Sechín, Pampa de las Llamas-Moxeke, Las Haldas, El Purgatorio, Manchán, etc. sugieren que durante un largo periodo de al menos 4500 años (desde el periodo Precerámico hasta los Incas), el valle de Casma fue un centro ceremonial de gran importancia regional. Entre estos monumentos destaca Chankillo, complejo ceremonial que tuvo funciones rituales, administrativas y defensivas.

Decenas de fechados 14C, ubicados entre los años 2350-2150 antes del presente, sitúan la construcción, ocupación y abandono de Chankillo dentro de la fase tardía del Periodo Horizonte Temprano (500-200 BC).

El sitio se distribuye a lo largo de 4 km² e incluye varias ocupaciones y numerosas construcciones monumentales de piedra y mortero de barro, cuyos muros originalmente estuvieron enlucidos y pintados en ocre, marrón, amarillo y blanco; en algunos casos se le dio textura a la superficie decorada mediante impresiones dactilares aplicadas sobre el enlucido húmedo.

Las construcciones principales en el sitio definen tres sectores. El elemento más sobresaliente del Sector 1 (S1) es una estructura en forma ovalada ubicada en lo alto de una colina, y que se conoce como el Templo Fortificado (Figura N.º 1). Se trata de una construcción masiva,

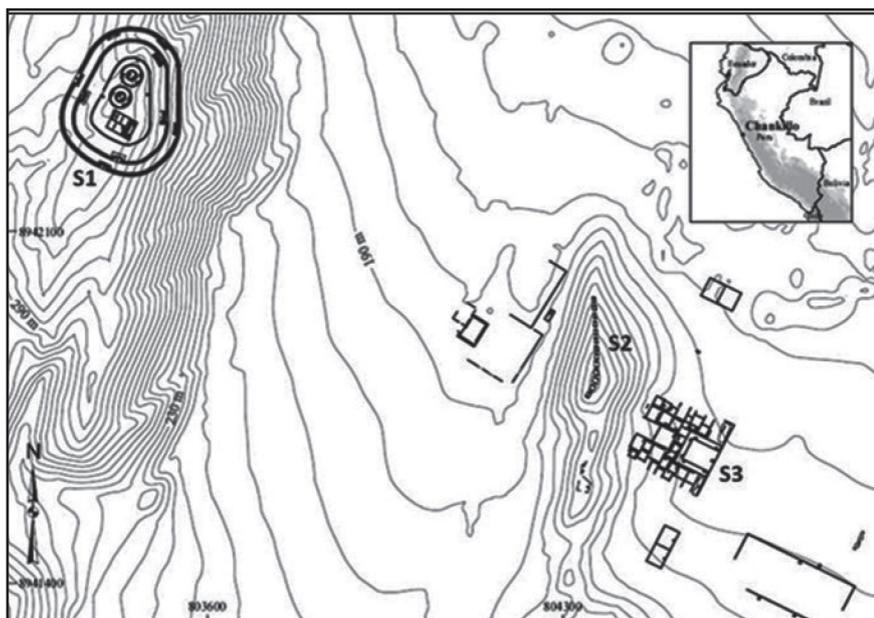


Figura N.º 1. Templo fortificado (s1) en lado superior izquierdo de la imagen. al sur este las Trece Torres (s2) y adyacente a ella la plaza (s3)

estratégicamente ubicada 180 metros por encima del fondo del valle; se compone de tres estructuras centrales rodeadas de murallas defensivas concéntricas. Al centro se ubican dos edificios idénticos de planta circular y una estructura ortogonal de planta rectangular, rodeados por una gran plataforma con parapetos, la que a su vez funciona como muro defensivo interno.

Las murallas defensivas que rodean la plataforma central son enormes, en algunos puntos llegan a tener 8 metros de alto. Las murallas son complejas, elaboradas mediante secciones paralelas con relleno en medio. El acceso a la parte alta de las murallas era mediante escaleras ubicadas a lo largo del perímetro, en intervalos regulares. Había nueve puertas de acceso protegidas con parapetos, salas ocultas de la vista exterior, falsos corredores y otras medidas estratégicas. Aunque la función defensiva de las murallas ha sido hábilmente cuestionada, las evidencias disponibles indican que el principal propósito de las murallas era proporcionar un alto nivel de protección al templo de planta rectangular ubicado al interior.

Las excavaciones realizadas en este templo fortificado revelaron que los muros, pilares e imágenes religiosas fueron intencionalmente destruidos y enterrados bajo una gruesa capa de rocas y escombros. Este evento probablemente se debió a un conflicto violento con algún poder externo, el cual concluyó con la derrota de Chankillo y el abrupto abandono del sitio (Ghezzi, 2007).

Al Sureste del Templo Fortificado se ubican los Sectores 2 (S2) y (S3) del complejo arqueológico, los cuales contienen plazas, habitaciones, áreas de almacenamiento, y las Trece Torres, el elemento más importante del Sector 2 (Figuras N.º 1 y 2). Se trata de una hilera de trece estructuras de piedra ubicadas en la cresta de una colina baja en el centro del complejo arqueológico. Cada estructura o “torre” presenta dos escaleras que conducen a la parte alta, una en el lado norte y otra en el lado sur.

Aunque no hay artefactos asociados, la presencia de escaleras indica que las torres eran utilizadas en momentos especiales del año. El ascenso a las torres puede haber tenido una importancia ritual, sin embargo, debido a la estrechez de las escaleras (1.3 a 1.5 m de ancho), a su longitud (1.3 a 5.2 m) y a su altura (2-6 m), varias de ellas son demasiado empinadas para subir.



Figura N.º 2. Vista panorámica de las Trece torres.

A partir de puntos de observación claramente definidos, la ubicación de las Trece Torres en el horizonte corresponde estrechamente con el rango de movimiento de las salidas y puestas del sol a lo largo de un año. Este solo hecho es un fuerte argumento para sostener que las torres cumplían la función de observatorio solar. Desde el punto de observación occidental, la ladera sur del cerro Mucho Malo, ubicado a 3 km, se une con el horizonte más cercano (conformado por la colina sobre la cual se edificaron las torres), justo a la izquierda de la torre ubicada en el extremo norte (Torre 1), formando un “espacio” cuyo ancho es similar al espacio que existe entre cada torre. Durante el solsticio de junio, el sol sale desde ese punto exacto (Figura N.º 2), mientras que durante el solsticio de diciembre, el sol sale directamente por la izquierda de la torre ubicada en el extremo sur (Torre 13).

Visto desde ambos puntos de observación, una vez que el sol hubiese iniciado su desplazamiento de los puntos de salida durante cada solsticio, tanto las torres como el espacio entre ellas habrían brindado el medio para seguir el paso del sol a lo largo del horizonte artificial creado por las Trece Torres, con un margen de precisión de dos o tres días. (Figura N.º 3)

El Sector 3 es un espacio público compuesto por una “plaza” rodeada de estructuras diversas, entre ellas destaca un complejo conformado por cuartos, corredores y patios interconectados, asociados a instalaciones utilizadas para elaboración y almacenamiento de bebidas, ubicado al sureste de las Trece Torres (Figura N.º 1). Una pequeña escalera en el muro perimetral este del recinto constituye el único acceso al interior del mismo, y conduce a un gran patio rodeado por una plataforma en forma de U y escaleras que distribuyen el tránsito hacia las diferentes salas y patios internos. El patrón de circulación sugiere una organización espacial compleja. Hacia el interior del edificio las habitaciones son de tamaño reducido, pero ganan en elevación y altura de muros, y presenta un control más restringido de los accesos.

El Sector 3 fue probablemente la ubicación donde se realizaban fiestas ceremoniales. En varios puntos de la plaza se han hallado ofrendas superficiales de zampoñas de cerámica y valvas de Spondylus; basurales ubicados en la proximidad de recinto contienen restos de vasijas para servir, zampoñas de cerámica y maíz.



Figura N.º 3. Las Trece Torres como observatorio solar indican el solsticio.

4.2. Geomorfología

En el área se pueden distinguir 4 unidades geomorfológicas (Figuras N.ºs 4 y 5).

- **Cadenas de cerros:** Esta geoforma alcanza alturas entre 170 a 300 msnm. Está conformada por rocas ígneas intrusivas. Las cadenas tienen rumbos hacia el Noreste. En esta geoforma trabajaron los pobladores de Chankillo los bloques de roca usados en sus construcciones.
- **Quebradas:** Estas geoformas son producto de la erosión de las cadenas de cerros, causada por lluvias y erosión ocurridas en el pasado. Son poco desarrolladas, tanto en longitud como en profundidad. Su fondo está relleno por fragmentos de diferentes tamaños de rocas ígneas y en parte cubiertas de material eólico.
- **Depósitos eólicos:** Estos se hallan en las pampas que quedan al pie de las cadenas de cerros y quebradas. El material eólico es producto de la meteorización y erosión de las distintas rocas ígneas: el viento transporta las arenas compuestas de cuarzo, feldespatos y magnetitas, y las deposita en las pampas. Incluso llegan a formar dunas, que actualmente pueden observarse. En los cerros también hay depósitos eólicos, dispuestos de diversas formas; también estos cubrieron en parte los restos arqueológicos y canteras de roca.
- **Valle:** Es la geoforma de mayor desarrollo, conformada por el río Casma. El valle es amplio, y corre con rumbo Noroeste. Se observa terrazas fluviales y el fondo del cauce del río, que está conformado por cantos rodados de distintos tamaños, de 1 a 50 cm. Además, contiene arena, limo y arcillas. En el valle se desarrolla mayormente la agricultura y la ganadería.

V. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el área se pueden distinguir fallas y fracturas con dos juegos principales. La mayoría tiene el rumbo característico andino de N45W en promedio; el segundo juego tiene un rumbo de aproximadamente N35E. Las diaclasas o fracturas locales fueron aprovechadas para extraer los bloques de roca.

5.1 Geología regional

A nivel regional, según la Carta Geológica de INGEMMET (Sánchez et al, 1995) se puede distinguir:

- **Superunidad Santa Rosa:** Esta unidad aflora en el lado Este del Batolito de la Costa, denominado también Andino. Está compuesto por un complejo muy variado de tonalitas y rocas félsicas que cubre el 60 % del área de los cuadrángulos de Casma y Culebras.
- **Tonalita Huaricanga II (Ki - t - h2):** Esta unidad es mayoritaria en la zona donde se encuentra Chankillo. Las rocas, principalmente tonalitas, están parcialmente cubiertas de arena eólica y cortadas por intrusivos posteriores. Las tonalitas son homogéneas, variando a granodioritas, los máficos son hornblenda y biotita, y hay abundantes plagioclasas. Además, cuarzo intersticial y ortosa micropertítica. A esta unidad se le asigna la Edad Cretáceo Inferior.

- **Monzogranito Nepeña (Ks - mg - n):** La roca presenta colores rosados por los feldespatos y plagioclasas alargadas, y presenta también hornblenda, biotita y cuarzo. Puede presentar xenolitos de microdiorita, y hay apófisis de monzogranito en varios lugares. Estas rocas entran en contacto con las tonalitas Huaricanga y cortan a gabros y diques. A esta unidad se le asigna la Edad Cretáceo Superior.

Las edades cretáceo inferior y superior se dieron hace 145 a 70 millones de años.

5.2 Geología local

En el área que ocupa Chankillo afloran diversas rocas ígneas, distinguiéndose las siguientes estructuras:

- **Batolito andino:** Es la estructura mayor y la roca principal que aflora es la tonalita, como parte integrante del Batolito de la Costa o Andino. Esta roca es ocupa la mayor área respecto a otras rocas. Se tiene también granitos, monzogranitos, sienitas, y granodioritas.
- **Diques de pegmatitas:** Al salir los apófisis de roca ígnea probablemente hubo magmas cargados de abundantes silicatos de Al y K que lograron conformar, cerca de los contactos con las rocas tonalíticas, un tipo de yacimientos denominado pegmatitas. Estos están compuestos por dos tipos principales de mineral: cuarzo y ortosa. Incluso, en alguna época posterior a la ocupación de Chankillo se explotó el cuarzo de manera artesanal (Figura N.º 6).
- **Diques de granito y andesitas:** Estas estructuras tabulares ígneas se presentan intruyendo (cortando) a las tonalitas, pero los granitos son anteriores y las andesitas son posteriores (Figura N.º 7).

5.3. Descripción petrográfica de muestras de roca de Chankillo

En Chankillo se ha recogido muestras de diversos lugares y estructuras ígneas, siendo los hallazgos principalmente tonalitas, granitos, andesitas, tanto afaníticas como porfiríticas riolita, y traquita. Adicionalmente, se escogió 4 muestras para definir su petrografía a nivel microscópico (Gagliuffi, P. 2012).

Muestra N.º 22

La distribución volumétrica porcentual es de:

- Minerales esenciales: Plagioclasa 60 a 50 %, Cuarzo 20,00 % y Ortosa 1,00 %.
- Minerales accesorios: Hornblenda 10,00 %, Biotita 1,00 % y Augita 3,00 %
- Minerales de alteración: Sericita 3,00 %, Clorita 1,00.
- Minerales opacos 0,50 %. (Figura N.º 8)

Clasificación final: Tonalita con alteración de propilitización incipiente.

Muestra N.º 70

Como distribución volumétrica porcentual se tiene:

- Minerales esenciales: Plagioclasa 30,00 %, Ortosa 37,95 % y Cuarzo 25,00 %.



Figura N.º 4. Final de la quebrada cubierta parcialmente por depósitos eólicos, cadena de cerros y al fondo el valle de Casma.



Figura N.º 5. A fondo se observa cadenas de cerros y en la parte baja una pequeña planicie con depósitos eólicos. Sobre una colina se ve las Trece Torres.



Figura N.º 6. Nótese el cuarzo y la ortosa en cristales grandes típicos de una pegmatita.



Figura N.º 7. Contacto entre la tonalita y un dique de granito, ambos están siendo cortados por un dique de andesita.

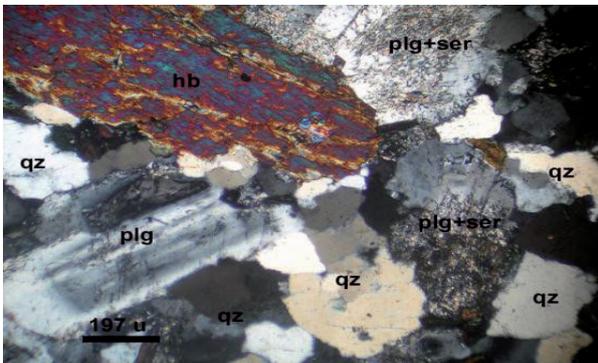


Figura N.º 8. Agregados tabulares de plagioclasa (plg) algunas de ellas alteradas a sericita (plg+ser) han reemplazado parcialmente a la hornblenda (hb), mientras que los cuarzos (qz) como agregados granulares, están ubicados en los intersticios de las plagioclasas (plg) y hornblenda (hb).0X.

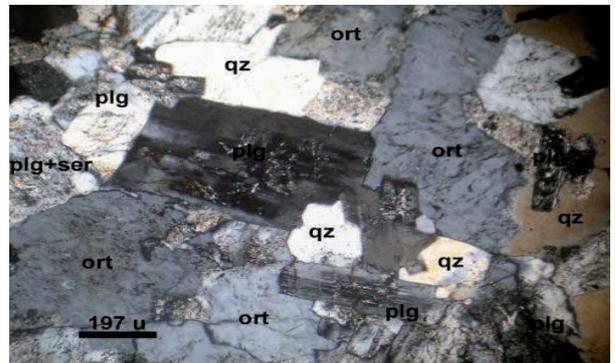


Figura N.º 9. Cristales subhedrales de plagioclasa (plg) están rodeados por el agregado de ortosa (ort) y de cuarzo (qz), los que los han reemplazado parcialmente. 40X.

- Minerales de alteración: Clorita 3,00%, Arcilla 1,00 % y Sericita 3,00 %.
- Minerales opacos: 0,05%. (Figura N.º 9)

Clasificación: Granito con propilitización incipiente.

Al igual que el anterior, la muestra 74 es un granito rosado, mientras que la muestra 56 se clasificó como traquita. (Gagliuffi, 2012)

5.4. Fuentes de extracción de los bloques de roca para las construcciones

Los constructores de Chankillo se aprovisionaban de los bloques de roca necesarios de canteras ubicadas en varios puntos alrededor del sitio. Tanto en las cercanías como en zonas distantes hasta 2.5 km se evidencian cortes artificiales en la superficie rocosa que sirvieron como canteras para la extracción de bloques de roca (Figura N.º 10). Varias canteras tienen asociados desechos arqueológicos

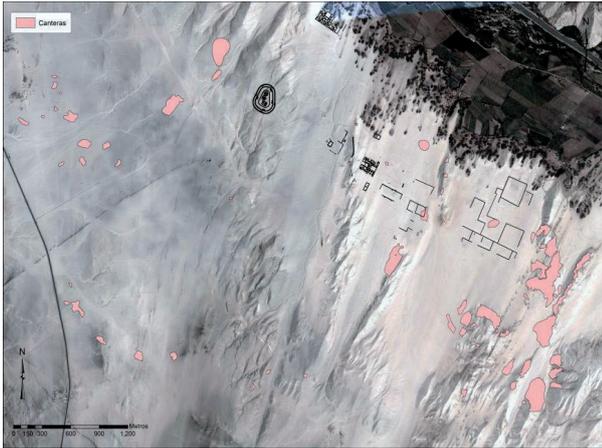


Figura N.º 10. Mapa que muestra la ubicación de las principales canteras identificadas en Chankillo

de épocas posteriores a Chankillo, pero la mayoría de ellas, especialmente las que rodean el Templo fortificado, debieron originarse durante la construcción de los edificios.

Por ejemplo, para construir el Templo Fortificado se explotó rocas principalmente del batolito de la costa conformado mayoritariamente de tonalita intrusiva. También se aprovechó las rocas de apófisis y diques, compuestos de rocas de color rosáceo, identificados petrográficamente como granitos. Hay algunos cortes en la roca, pero no muy grandes dentro del edificio, e inmediatamente fuera.

En cuanto a las Trece Torres, el Complejo Administrativo y edificios cercanos, hubo una explotación mínima del cerro sobre el que se ubican y aledaños. Para estas construcciones se trajo bloques de roca de las canteras cercanas al Templo Fortificado y del extremo este del sitio. Siendo las principales rocas tonalita, granito y granodiorita.

La ausencia de explotación en las áreas donde se encuentran las construcciones podría deberse a que la distancia entre las fracturas en las rocas de los cerros hubiera dado bloques demasiado grandes para la construcción. Sin embargo, lo más probable es que se deba al respeto a la sacralidad de estos espacios. Por esta razón, los pocos casos de cortes en la roca cercanos a los edificios, especialmente en el Templo Fortificado, podrían anteceder a la construcción, es decir, el cerro pudo ser usado como cantera antes de la transformación en un centro ceremonial.



Figura N.º 11. En la parte inferior izquierda se ve un bloque de más de 1 m de largo colocado en la base del muro es 135.

5.5. Métodos de explotación de los bloques de roca

- **Explotación *in situ*:** Los constructores de Chankillo buscaban bloques de roca de tamaño adecuado (hasta 0.6 m de longitud máxima) para el paramento de los muros, y los bloques demasiado grandes eran dejados de lado; excepcionalmente muy pocas rocas podían llegar a más de 1 m. Geológicamente, el tamaño de los bloques está relacionado al espaciamiento entre fracturas y fallas. Sin embargo, hay ejemplos de bloques que superan 1 m en las construcciones. Estos fueron extraídos directamente del lecho rocoso donde se construyó la edificación, y el bloque se utilizó como mampuesto, sin requerir mayor traslado, prácticamente en el mismo lugar (Figura N.º 11).
- **Explotación en pozas:** Fue una de las formas más importantes de explotación de la piedra. Existen decenas de pozas que se han arenado con el tiempo, pero una de ellas ha sido excavada como Unidad 2 de la Operación 18. Las pozas tienen formas cuadráticas a irregulares, de dimensión variable, desde pequeñas de 3 x 4 m hasta otras mayores, pero que no pasan de 12 m, acompañadas de herramientas líticas, bloques abandonados, etc. Se aprovecha las fracturas naturales de las rocas, profundizando en la mayoría de casos de 0.80 a 1.50 m y sacando los bloques de roca que se podía cargar y emplear en las construcciones. Esto generalmente lo hicieron con las rocas de tonalita. Cuando se encontraba fracturas muy espaciadas y bloques grandes, se abandonaba la poza, sacando solo los bloques trabajables y transportables (Figura N.º 12).
- **Explotación en trincheras:** Este tipo de explotación tiene lugar principalmente en las estructuras de diques y apófisis, mayormente de granito. Como la mayoría de las estructuras ígneas son alargadas, entonces las excavaciones las seguían por decenas de metros de largo, con anchos variables y profundidades que en la mayoría de casos no pasan de 2 m. Estas estructuras tienen el fracturamiento ideal para producir bloques de rocas para las construcciones (Figura N.º 13).
- **Corte de ladera:** Una forma de explotación era en el talud de la ladera del cerro, donde las rocas están expuestas, con una cara libre, facilitando su extracción. Solo cuando las fracturas eran muy espaciadas y los bloques muy grandes no era conveniente la explotación (Figura N.º 14).



Figura N.º 12. Poza excavada cercana al templo fortificado.



Figura N.º 13. Dique de roca granítica. Como aparece como un listón largo entonces se trabajó como trincheras largas.



Figura N.º 14. Explotación en ladera de cerro. Nótese que dejaron los bloques grandes.



Figura N.º 15. Se observa bloques grandes mayores de 0.60 m. que no utilizaron en las construcciones. El resto sí fue utilizado



Figura N.º 16. fragmentos líticos de andesita porfírica (colores oscuros) que sirvieron como martillos y cinceles para el corte de bloques de roca

- **Recojo de material suelto:** En el área alrededor de Chankillo aún existen pedazos de roca de distintos tamaños y formas en el fondo de las quebradas, y material suelto en los cerros, que fueron aprovechados en las construcciones, especialmente para el relleno de los cimientos, muros, pisos y plataformas.

5.6. Aprovechamiento del tamaño natural de las rocas para las edificaciones en Chankillo

Para conocer aproximadamente los tamaños de los bloques de roca que de manera natural ofrecía la naturaleza se hizo un levantamiento geológico tomando en cuenta los rumbos, buzamientos (inclinación), distancias entre fracturas, y otros aspectos que presentamos como medición de discontinuidades (fracturas, fallas). Se hicieron 3 tramos de medición en el área.

En el primer tramo encontramos que el promedio de anchos en la dirección N55E es 0.34 m, y en la dirección N30W es 0.13 m. Los bloques que quedaron pueden tener en promedio de largo y ancho 0.34 x 0.13 m. Pero, seguramente desechando los extremos, los bloques extraídos podrían ser de 0.25 x 0.18 m en promedio aproximado en producción de bloques de roca. Los tipos de roca que se extrajeron fueron tonalitas y algo de granito.

En el segundo tramo encontramos que el promedio de bloque de roca sería ancho, largo y altura de 0.64 x 0.69 x 0.50 m. Las rocas son tonalitas en bloques grandes. En esta zona se trasladó las rocas menores a 0.60 m. como bloques, y el resto quedó abandonado (Figura N.º 15).

En el tercer tramo el promedio de largo, ancho y altura de los bloques de roca es 1.24 x 0.40 x 0.27 m. La roca es granito gris.

Finalmente, es probable que los bloques mayores a 0.60 m. tuvieran fracturas secundarias poco visibles, y que al ser golpeados con martillos de andesita, se rompían siguiendo esos lineamientos, dando como resultado bloques más pequeños que eran los preferidos en las construcciones de Chankillo.

5.7. Uso de fragmentos líticos para la rotura de bloques de roca

A falta de un estudio traceológico para la comprobación, planteamos como hipótesis que los constructores de Chankillo usaron herramientas líticas para la extracción de bloques de roca, tomando en consideración varios aspectos.

La primera consideración fue la propiedad física de la roca, es decir su consistencia y dureza. Al usarse para golpear repetidamente la roca para separar bloques a partir de sus fracturas naturales, la herramienta tenía que poseer la capacidad de resistir.

La segunda consideración fue su tamaño y forma. El lítico fragmentador que se usaba como “cincel” podía superar los 15 cm de largo. Las rocas eran preparadas para tener un extremo plano y más delgado en la parte inferior, que funcionaba como cuña, poniendo el filo delgado en la fractura para ser golpeado con otra roca más grande y conseguir el desprendimiento de los bloques. Las rocas usadas mayormente fueron rocas volcánicas, denominadas andesitas, de diversas texturas como afaníticas y porfiríticas, traquitas y escasamente riolitas. No usaron para esto la tonalita ni el granito (Figura N.º 16).

La roca que servía como martillo percutor no era de mayor exigencia en la forma, pero sí en cuanto al tamaño: tenía que ser grande, con un peso que permita ser levantada y golpear con ella muchas veces al fragmento que servía como cincel.

De esta manera, usando las cuñas y los percutores, las rocas se iban abriendo a través de sus fracturas naturales, y se iba profundizando la explotación en las canteras hasta donde se pudiera trabajar la roca.

5.8. Fuente y preparación de los fragmentos líticos

La fuente de las herramientas líticas era el cauce del río Casma. Allí existen infinidad de fragmentos de roca de diversos tamaños, pero la mayoría de formas redondeadas, llamadas cantos rodados. También existen muchos tipos de roca que el río arrastra en su recorrido, pero los constructores de Chankillo reconocían las rocas adecuadas para su propósito. Es así que se escogieron rocas volcánicas llamadas andesitas para las cuñas como para los percutores, también usaron la traquita. Al parecer las herramientas se preparaban en la misma zona del río (Figura N.º 17).

5.9. Utilización, tamaño y forma de los bloques líticos para las construcciones

– **Roca para los paramentos:** En el Templo Fortificado, el tamaño de los bloques seleccionado para el paramento tiene en su mayoría de 35 a 60 cm. Las formas son angulosas, mayormente de 4 a 5 ángulos, y algunos con más. Los bloques están acomodados con la cara más plana y vistosa hacia el exterior. No importaba



Figura N.º 17. Cantos rodados recolectados en el cauce del río Casma similares a los usados por los constructores de Chankillo, mayormente son de roca andesita.

cuan lisas fueran las caras internas, pues iban en contacto con el relleno. Asimismo se buscaba colocar los bloques de mayor dimensión en la parte más baja e ir disminuyendo en dimensiones a medida que el muro se alzaba. Se trató de mantener una alineación horizontal, y para lograrlo se usaban cuñas de roca más pequeñas, de diverso tamaño y forma, tradicionalmente llamadas *pachillas*. Hay ejemplos en los que los bloques de roca se nivelan con estas pachillas y el esfuerzo es aplicado sobre la cuña, manteniendo la alineación horizontal. De esta forma se conseguía tener un muro uniforme tanto vertical como horizontal. Para el relleno en la parte central, entre las caras del muro, se usaba fragmentos de roca menuda pequeña con barro, que se acomodaba a medida que se levantaba los muros principales, siendo la construcción paralela entre el muro y el relleno.

Hay numerosas canteras alrededor del Templo Fortificado. Geológicamente estas son las rocas de tonalita y granito que tiene tonos grises, pero también tuvieron cierta preferencia por las rocas graníticas rosáceas que se encuentran como apófisis y diques en el área. Al observar las caras de los muros del Templo Fortificado se observa mayoritariamente bloques de tonalita, seguidas en frecuencia de material granítico (Figura N.º 18).

- **Roca para relleno de muros del Templo Fortificado:** Esta roca no necesita mayor clasificación; tampoco es necesario conocer su forma y tamaño. Son de menores dimensiones que los bloques empleados en los paramentos. Mayormente tienen formas muy angulosas. Este material lítico lo proporcionaba el material sobrante de la explotación de los bloques, o material que se encontraba suelto en las pequeñas quebradas y los cerros circundantes.
- **Bloques de roca para la construcción de Las Trece Torres:** Se usaron mayormente rocas tonalíticas de diversas texturas y tonos extraídas de canteras ubicadas al sureste, también granitos. Se usaron pocas rocas extraídas de los cerros aledaños. (Figura N.º 19)

5.10. Provisión de arcillas y arenas para el enlucido

Para el enlucido de las estructuras se usó arena fina y arcillas como cementantes (Figura N.º 20). Este material



Figura N.º 18. Nótese las rocas tonalitas de color gris y granitos que son de color claro de formas angulosas, también las pachillas entre los bloques.



Figura N.º 19. Obsérvese en las torres rocas principalmente tonalitas y también granitos.

no se encuentra como tal en el área de las construcciones. La fuente más próxima son las arenas eólicas, que no tienen cementante, por lo que hipotéticamente se podría deducir que este material era recogido del río Casma y de los suelos de las llanuras de inundación del mismo, posiblemente eran más amplios en ese tiempo que ahora, ya que actualmente está mayormente ocupado por caminos, chacras y viviendas.

VI. CONCLUSIONES

1. Chankillo es el observatorio solar más antiguo de América, compuesto por las Trece Torres, además el Templo Fortificado y La Plaza. El año 2013 la UNESCO incluyó al complejo arqueológico de Chankillo como candidato a patrimonio de la humanidad.
2. Los constructores de Chankillo aprovecharon las discontinuidades naturales (fracturas, fallas) para fragmentar las rocas, y aprovecharon tamaños menores a 0.60 m.
3. Las rocas más explotadas son las tonalitas, seguidas de los granitos, cuyas fuentes de los bloques de roca fueron las canteras, tanto alrededor del sitio así como las ubicadas al sureste de los restos arqueológicos. En el cerro que alberga las Trece Torres no hubo mayor explotación.
4. Para la rotura de los bloques de roca se usó fragmentos líticos de roca andesita y traquita, a los cuales les daban formas similares a cuñas y se los usaba como cinceles, poniendo la parte delgada en la fractura y golpeando la parte gruesa con percutores hechos de rocas de buen tamaño y del mismo material. Estos instrumentos los conseguían a partir de cantos rodados del cauce del río Casma. Adicionalmente, se usaba varas trabajadas de madera, como palancas para el movimiento y traslado de los bloques, y posiblemente también como cuñas.



Figura N.º 20. Se observa el inlucido de arena y arcilla que cubría los bloques de roca ígnea.

5. El método de obtención de bloques de roca más utilizado fue la explotación de pozas, seguido de trincheras, corte de ladera, recojo de material suelto, y explotación *in situ*.
6. Los bloques explotados son angulosos, hacen mayormente cuatro ángulos; pero, hay muchos bloques con más de cuatro ángulos. Rebajaban las rocas para la cara del paramento y la base donde se asienta la roca, y para el relleno usaban cualquier bloque sobrante de la explotación y mortero de barro.
7. Los instrumentos líticos que sirvieron para cortar la roca como incisión y percutor fue principalmente la andesita volcánica.
8. El enlucido de paredes y pisos lo hicieron con mezclas de arcilla y arena proveniente probablemente de las llanuras de inundación del río Casma.

VII. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a World Monuments Fund, Asociación Antamina, Asociación Ancash, Asociación Cultural Peruano Británica, Autopista del Norte, Pontificia Universidad Católica de Perú y Universidad Nacional Mayor de San Marcos por la ayuda económica y/o logística brindada para realizar investigaciones en Chankillo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gagliuffi, Pedro (2012). *Informe petrográfico microscópico de rocas de Chankillo*. Informe interno.
2. Ghezzi, Iván (2007). La naturaleza de la guerra prehispanica temprana: La perspectiva desde Chankillo. *Revista Andina*, Vol. 44 (2007), pp. 199-226.
3. Sánchez Fernández A. Molina Galdós Oscar, Gutiérrez Abanto Ronald (1995). Geología de los Cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras. INGEMMET Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 59. 263 pp.