

XXVII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA**LIMA, PERÚ, 28 AL 30 DE SETIEMBRE DE 2016****ACUEDUCTOS DE NASCA “LA JOYA DE LA OBRA HIDRÁULICA DE LA CULTURA PREINCA”****MÁXIMO ALEJANDRO CRISPÍN GÓMEZ****Magister en Ingeniería Hidráulica, Mención Obras Hidráulicas****Docente Principal de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica – PERU****alejandroc50_5@hotmail.com****RESUMEN:**

Las galerías filtrantes de la Cultura Preinca Nasca, conforman un sistema de captación de aguas subterráneas que se ubican en la zona media-alta del valle de Nasca.

Se han usado y se continúan usando para la irrigación, e incluso para el uso doméstico de los pobladores del valle debido a la buena calidad del agua. Son un símbolo de la Ingeniería de la Hidráulica en el Perú, y un orgullo para todos los americanos.

Dentro de la complejidad del desarrollo social y cultural en el antiguo Perú, se desarrolló la cultura Nasca, en una de sus actividades de desarrollo, fue la construcción de acueductos en una zona con déficit de recurso hídrico, y con la restricción de estar en terreno permeable. Los investigadores han denominado como “jardines hundidos o mahamaes”, los cuales fueron expuestos por primera vez ante una amplia audiencia de americanistas en las publicaciones de Parsons en *American Antiquity* (1968) y *Parsons and Psuty* (1975). Alfredo Kroeber (1926), en sus notas de campo, hace la primera mención del uso del sistema de “puquios” en el área andina del sur medio del Perú y norte de Chile, que luego son conocidos a nivel internacional por publicaciones en textos en español desde 1930. Lo que se considera que la cultura pre inca conocía el manejo de agua. Schreiber y Lancho, en su convincente argumento de investigación, basado en datos de campo demuestran que la ocupación humana del extremadamente árido Valle Medio, un ambiente inhabitable sin un sofisticado control de agua, floreció la Cultura Nasca hacia el año 500 d. de C., con la construcción de los acueductos; que es la única manera que este ambiente relativamente llano y abierto, continúe a ser habitable por el antiguo Perú, transformado por la agricultura.

Es importante resaltar la monografía de Katharina Schreiber y Josué Lancho, quienes resaltan el conocimiento del manejo de aguas, de los antiguos peruanos, que no solamente es importante para el Perú, sino también para el Nuevo Mundo. Katharina Schreiber y Josué Lancho argumentan que los sistemas de puquios de los Nasca fueron construidos como trincheras abiertas, las cuales subsiguientemente rellenadas, mediante el uso de una estructura de dinteles de madera y piedras de soporte que preservaban el conducto subterráneo. Para ser

accesibles a su uso y mantenimiento se construyeron “ojos de agua” cada cierta distancia efectuando construcciones verticales, con acceso helicoidal, revestido de piedra. Se puede presentar como ejemplo de la forma de construcción de los acueductos a Cantalloc en las figuras 01 y 02.



Figura N° 01: Los Acueductos de Cantalloc



Figura N° 02: Dinteles de piedra

INTRODUCCIÓN:

Considerando importante dar atención a la Cultura Nasca, Pre Inca, que realizaron grandes obras de ingeniería hidráulica que tuvieron importancia en su época y continúan dando un gran impacto a la ingeniería, donde en aquel entonces no se contaba con la tecnología con que se cuenta actualmente; estas obras vienen dando un gran desarrollo socio cultural a la localidad de Nasca y presentando un impacto internacional.

Los Acueductos o Las Galerías Filtrantes de la Cultura Pre inca, desarrollado en la localidad de Nasca, conforman un sistema de captación de aguas subterráneas que se ubican en la zona media-alta del valle de Nasca.

Las galerías filtrantes son un símbolo de la Ingeniería de la Hidráulica en el Perú, y un orgullo para todos los americanos.

OBJETIVOS:

El objetivo del presente trabajo, ha sido estudiar y recopilar los estudios realizados por investigadores importantes, sobre el origen y captación de las aguas que fluyen en los acueductos de Nasca. Procedimiento de Construcción y conocimiento de transporte del fluido en una zona con adversidades.

PUQUIOS SOLUCION DEL PROBLEMA:

La pregunta que se hicieron los investigadores es: ¿Qué puede hacer uno para explotar la napa freática de manera tal que pueda ser capaz de usar el agua para la irrigación? Con la restricción que se tenía que hacer excavaciones de pozos de 10 metros de profundidad, sin contar con una retroexcavadora o tractor, mucho menos se contaba con la tecnología de la bomba, por lo que no conocía en aquella época.

Este objetivo puede parecer a simple vista, una tarea imposible; hacer correr el agua de manera descendente, desde la napa freática hasta la superficie (aguas abajo). Más aún cuando la superficie se encuentra por encima de la napa freática. Pero en Nasca la superficie de la tierra no está nivelada a lo largo del valle; está inclinación suave de Este a Oeste, permite que los afluentes de los Andes escurran hacia el Océano Pacífico. Para un mejor entendimiento se presenta la Fig. N° 03 y describe el funcionamiento del Acueductos de Achaco y Cantalloc:

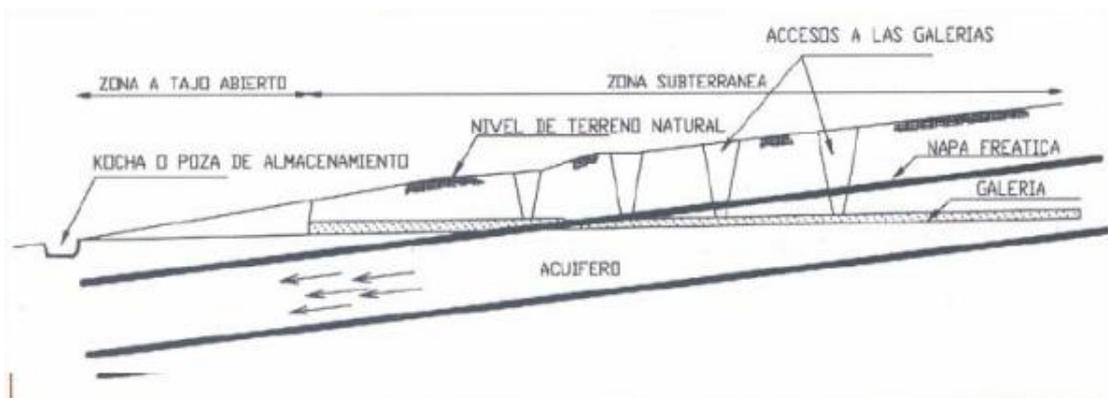


Figura N° 03: Esquema de funcionamiento de las galerías filtrantes (Delgado Gutarra 2003)

El lugar denominado Cantalloc, la napa freática se encuentra a 10 metros por debajo de la superficie. Sin embargo, a cierta distancia al Oeste de Cantalloc hay un punto en el cual la superficie de la tierra es más bajo que la napa freática en Cantalloc. Si este punto de la superficie puede conectarse con la napa freática debajo de Cantalloc, el agua del subsuelo puede llevarse a la superficie haciéndola discurrir hacia abajo.

La cultura del pre inca tuvo un gran ingenio para desarrollar dos técnicas.

La *primera técnica*, con el propósito de lograr conectar dos puntos con una zanja abierta. La zanja llega a tener en algunos de otros casos superiores a 10 metros de profundidad, Fig. N° 4; donde gradualmente se hizo menos profundo, en la progresiva horizontal, conforme la tierra caiga en elevación. Permaneciendo casi horizontal, ladeándose hacia abajo solo lo suficiente para mantener el flujo del agua, Fig. N° 5. En el punto donde la zanja alcanza la superficie de la tierra, el agua podrá ser almacenada en reservorio denominado “ccocho”, o fluir directamente dentro del sistema de irrigación por acequias. La mayor parte de los puquios son el afloramiento de las aguas subterráneas, se observan generalmente en las zonas andinas o en las zonas bajas costeras, como en el caso en Nasca.



Figura N° 04: Parte alta de captación Achaco



Figura N° 05: Zona baja, al nivel de la superficie del Acueducto Achaco.

Algunas zanjas se encuentran abiertas y otros han sido rellenados, dejando una galería con una estructura de piedra en la base, laterales y en algunos techos, también se aprecian en algunos acueductos el techo es de madera de guarango.

La *segunda técnica*, para construir de “galerías” involucra la construcción de socavones. Este es un proceso mucho más difícil y peligroso, ya que el socavón debe ser reforzado con material de cascajo, conforme se profundiza. Figuras N° 06 y 07.

La Cultura Nasca alcanzó a desarrollar una tecnología que permitió la conducción del agua para la agricultura y el consumo humano, entre los que se encuentran las denominadas “galerías filtrantes”. Según la evaluación que hacen Katharina Schreiber y Josué Lancho las obras fueron construidas hacia los años 400 a 500 de nuestra era. En su estudio realizado (1995) se mencionan 29 galerías, aunque hay la posibilidad de la existencia de 50.



Figura N° 06.- Acueducto Cantalloc, vista de la parte superior



Figura N° 07.- Acueducto Cantalloc, vista de la parte intermedia.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El presente estudio se llevó a cabo en la localidad de Nasca y la confrontación de los estudios realizados, por destacados investigadores de Alemania y Estados Unidos. Figura N° 08

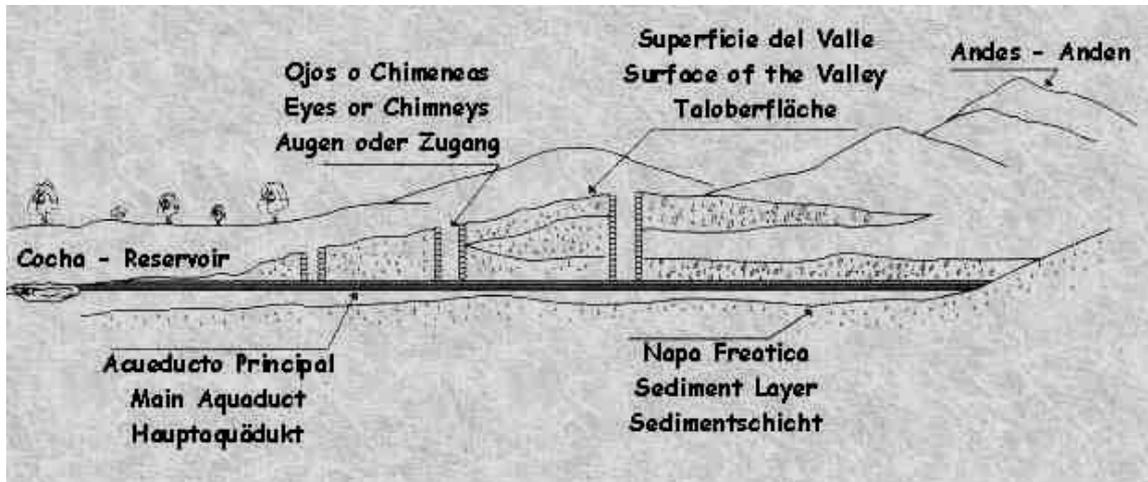


Figura N° 08.- Acopio de las aguas subterráneas por el curso de acueducto

ACUEDUCTO CANTALLOC:

- Está localizado al lado adyacente de la ribera sur del Río Tierras Blancas, su origen se ubica en las coordenadas UTM 84. E: 0509585 – N: 8'360,880, a una cota de 638 m.s.n.m.
- Es un acueducto tipo galería, con dos ramales principales, el único de construcción original en forma de socavón, actualmente está reforzada con cemento, la zanja abierta entra en la cocha desde el este y mide unos cortos 102 metros de longitud, con seis ojos, en el sexto ojo, los dos ramales se juntan.
- La galería que continua hacia el este es de 265 metros de longitud, con trece ojos más, se extiende por debajo del lecho del Río Tierras Blancas hasta una distancia desconocida.
- Actualmente se encuentra en buen estado, tiene una longitud de 471 metros una profundidad de 10 metros.

PUQUIO TOTORAL



Figura N° 09.- Puquio Totoral

Localización:

Sector : Valle las Trancas.

Distrito : Vista Alegre.

Provincia : Nasca.

Departamento : Ica.

Geográfica (coordenadas UTM- WGS 84)

Este : 0518274.

Norte : 8'343,361

Cota : 699 m.s.n.m.

Tipo Constructivo

Es de tipo zanja abierta, tiene 96 metros de longitud, entra desde el lado sur, dobla al este y continua como galería de zanja rellenada, en una longitud de 468 metros y como galería de construcción de zanja rellenada, otros 90 metros hasta su final, se han registrado 59 ojos y tiene una profundidad de 8 metros.

Material de Construcción

Fueron construidos como trincheras, las cuales fueron subsecuentemente rellenadas, mediante el uso de una estructura de dinteles de madera de huarango y piedras de soporte, que preservaban el conducto subterráneo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Es un sistema único para aprovechar las fuentes de agua subterráneas, se desarrolló en la cuenca del Río Grande de Nasca en tiempos precolombinos. Esta técnica consistió en la excavación de zanjas y túneles horizontales para llegar a acuíferos subterráneos que contienen agua en las profundidades del suelo. Figura N° 10. Todavía en uso hoy en día por los habitantes del valle, estos túneles, pozos y zanjas se conocen colectivamente como “puquios”. La necesidad de una fuente suplementaria de agua se puede ver claramente en las estadísticas relativas a los recursos hídricos disponibles hoy en día. Las observaciones modernas indican que en las partes medias de los afluentes del Río Grande de Nasca, los ríos llevan agua

superficial sólo dos años de los siete (Schreiber y Lancho 1995: 231). Cuando el agua fluye, el volumen es muy inferior al de otros sistemas de valles del norte. Dentro del drenaje de Nasca, los afluentes meridionales de Aja, Tierras Blancas, Nasca, Taruga y Las Trancas tienen la menor cantidad de agua. "El Río Aja tiene un caudal medio anual de sólo 30.27 millones de m³ de agua, en comparación con 198.05 millones de m³ de agua que fluye por el Río Grande (ONERN 1971). La cantidad de agua, simplemente no es suficiente para los habitantes, pasado y presente, especialmente en tiempos de sequía. Figura N° 11.



Figura N° 10.- Túneles, pozos y zanjas

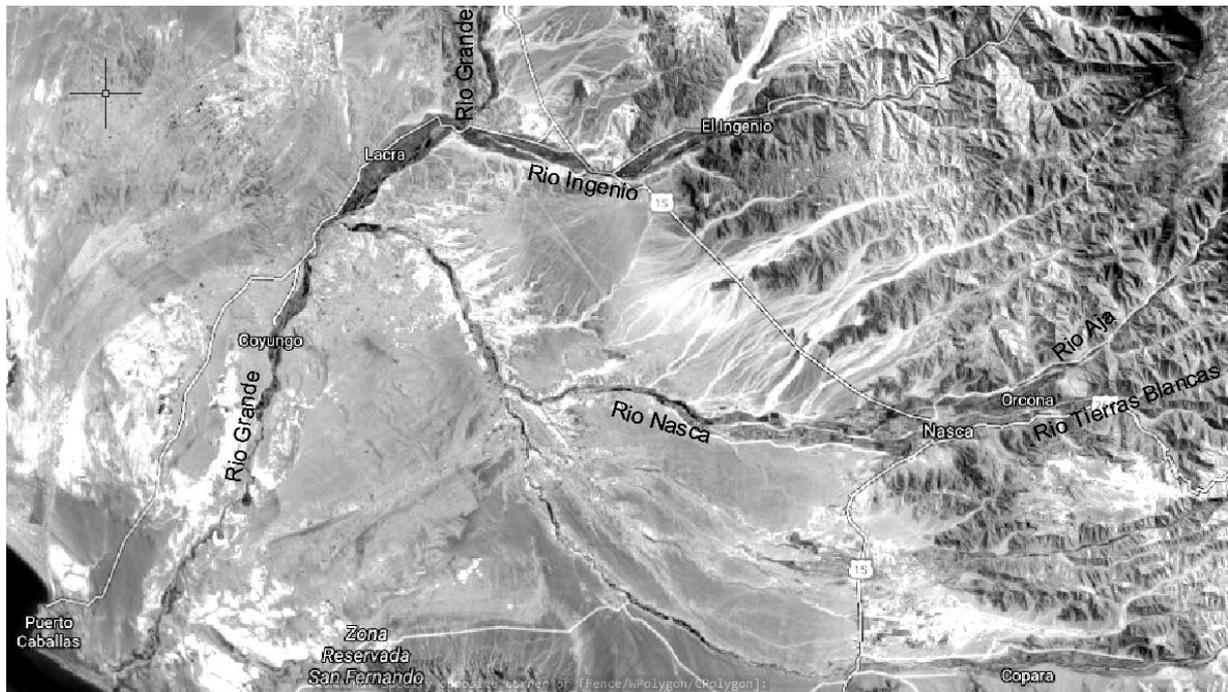


Figura N° 11.- Flujo de las cuencas, que abastecen a los acueductos de Nasca.

La interrogante que uno se hace: ¿Qué más se puede hacer para explotar la napa freática de manera tal que pueda ser capaz de usar el agua para la irrigación? El sentido común nos indica hacer la excavación de un pozo profundo; pero en aquel entonces no se contaba con la tecnología que hoy se cuenta. Se aprecia y se entiende que los Pre Incas tenían el conocimiento del concepto de *pendiente*; donde se hacían excavaciones profundas para obtener grandes volúmenes de agua y hacer que *discurra hacia aguas abajo* y que llegue a la superficie de la tierra, para uso de la agricultura. Aprovechando que la superficie del Valle de Nasca no está en nivel horizontal, se inclina suavemente de Este a Oeste, desde de los contrafuertes de los Andes hasta el Océano Pacífico; lo que se puede apreciar en el Acueducto de Cantalloc.

La forma más tradicional de obtención de agua para el riego, es desviando el flujo de los ríos en las acequias o canales. Bien almacenando el agua o dispersarla sobre los campos disponibles para la agricultura, utilizando el método de inundación. Esto sólo puede llevarse a cabo durante la temporada de lluvias en las zonas altas, de enero a abril, cuando el agua fluye desde las montañas hacia las zonas bajas donde se encuentran los desiertos. En caso de tener exceso de agua puede ser almacenada. Las poblaciones tienen escasas provisiones durante el resto del año, y durante los años cuando no está presente el agua superficial, pueden ocurrir desastres. Los puquios se construyeron como una fuente alternativa de agua en esos momentos de necesidad. Antes de describir la forma y uso de la Puquios, es necesario describir las condiciones geológicas que produjeron los acuíferos subterráneos. Figura N° 12. Fueron eruditos los pobladores anteriores por lo que han logrado comprender la geología estructural del valle para trasladar el agua hacia los puquios. El trabajo más reciente sobre el sistema de Puquio es un artículo de Schreiber y Lancho (1995) en el que se afirma que el agua que baja de los ríos "cae por debajo de la superficie"; debido a la porosidad de la profundidad de aluvión en el valle, convirtiéndose en metropolitanos o "influyentes" corrientes "que

eventualmente re emergen más abajo en los valles (Schreiber y Lancho 1995: 231). De acuerdo con su argumento, los puquios aprovechan estas corrientes subterráneas que, básicamente, son paralelos al sistema fluvial existente.

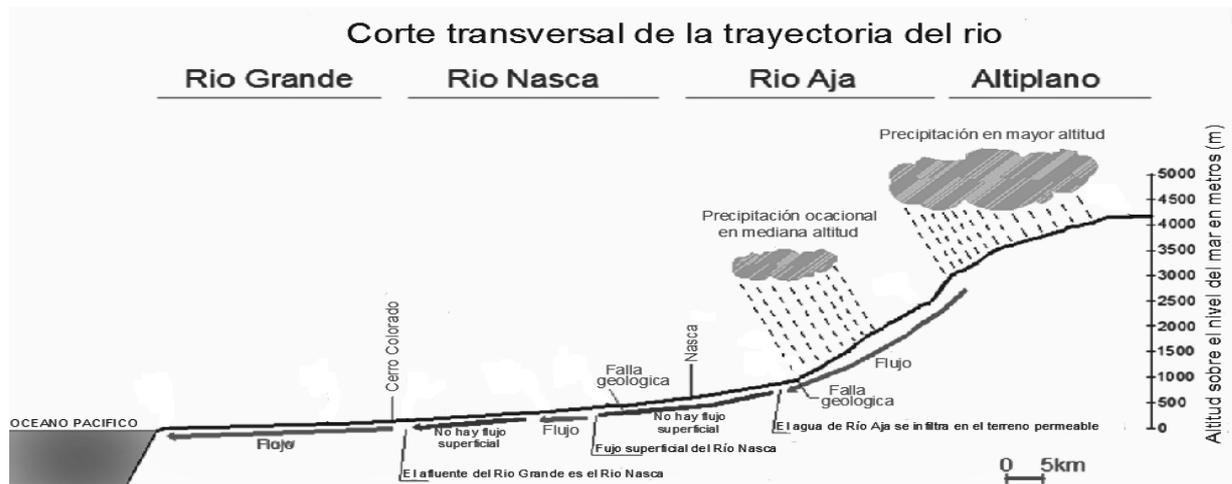


Figura N° 12.- Perfil después de la Evaluación del año 2002

Investigaciones en curso por David Johnson, quien tiene una experiencia considerable en la geología y la hidrología, argumenta que una serie de fallas geológicas, atraviesan los afluentes del drenaje de Nasca, atrapando el agua que baja de las elevaciones más altas y la realización de recorrido en grandes distancias que en otras partes de drenaje (Johnson 1997). Figura N° 13. Estas fallas y cambios de formación de roca son generalmente perpendicular a los ríos, no paralela a ellos. Por lo tanto, el agua que "re-emerge" aguas abajo en lugares como Usaca o en Cahauchi a menudo se deriva de sistemas de fallas que han llevado agua de otras partes del drenaje. Esto puede ser demostrado en el puquio Aja donde Johnson y el geólogo Paul Salchert encontraron pozos con niveles de agua de aproximadamente 20 metros más alto que el del Río Aja. Obviamente, ya que el agua no puede fluir cuesta arriba, el acuífero puede suministrar al puquio Aja, derivando su agua de los sistemas de fallas, por debajo del cauce actual del río. Una falla importante cruza de norte a sur entre el Nasca y valles Taruga y está atravesado por otras fallas que cruzan de este a oeste por debajo de la montaña conocida como Cerro Blanco. Esta falla es identificable en el mapa de estudios geológicos y es visible en la foto de satélite de la región. La falla vuelve a dirigir el agua desde el este a los dos valles. Donde entra en el valle de Nasca, que se encuentra el puquio Cantalloc y dos pozos con altas tasas de flujo; continuando hacia el Valle Taruga, hay tres puquios y un pozo moderno, con una alta tasa de flujo. También encontramos que en los lugares donde un valle es más alto que el nivel freático de la falla que cruza por debajo de ella, el agua no entra en el valle, que cruza por debajo de él. Por ejemplo, el valle de Socos es uno de los valles más secos dentro del drenaje. "Sin embargo, el valle inferior es excepcionalmente seco y sin pozos. La razón de esto es una gran falla capturar el agua que pasa a lo largo del valle de este a oeste y redirigirlo hacia el sur hacia el valle de Nasca (Johnson 1997: 4).



Figura N° 13.- Fallas geológicas atraviesan los afluentes del drenaje de Nasca

Un puquio típico consta de varias partes. Un túnel horizontal o " galería " se excava lateralmente hasta que se cruza con el acuífero subterráneo. Las paredes de los túneles están revestidas con guijarros de río sin el uso de mortero, y en el extremo más alto, los filtros de agua entre las piedras de la galería (Schreiber y Lancho 1995: 234). El techo de la galería se construye a partir de losas de piedra o bien vestidas de troncos de madera (guarango), que es reemplazado a intervalos regulares. La mayoría de estos túneles excavados son relativamente estrechos, por lo general menos de un metro cuadrado, con espacio suficiente para que una persona se agache para pasar a través de ellos. Otras galerías parecen haber sido construido por la excavación de una zanja abierta y luego de instalarlo después de la construcción de las paredes, el techo del conducto (túnel) y la parte inferior. Estos túneles son generalmente de mayor altura (alrededor de 2 metros) que las realizadas por túnel a través de los niveles más profundos para llegar a la fuente de agua. La longitud de estas galerías es bastante variable, que van desde unos pocos metros hasta un aproximado de 372 metros.

Un puquio se puede definir como pozo horizontal, emergente de una galería subterránea, provenientes de filtraciones del cauce del río, propiamente de los acueductos, construidos con piedras juntas y sobrepuestas. Los que se vacía en pequeño reservorio (cocha) o directamente en los canales de riego. También es para uso de consumo humano. Figura N° 14 y 15.



Figura N° 14:
Paredes de los canales revestidos con guijarros de río sin el uso de mortero

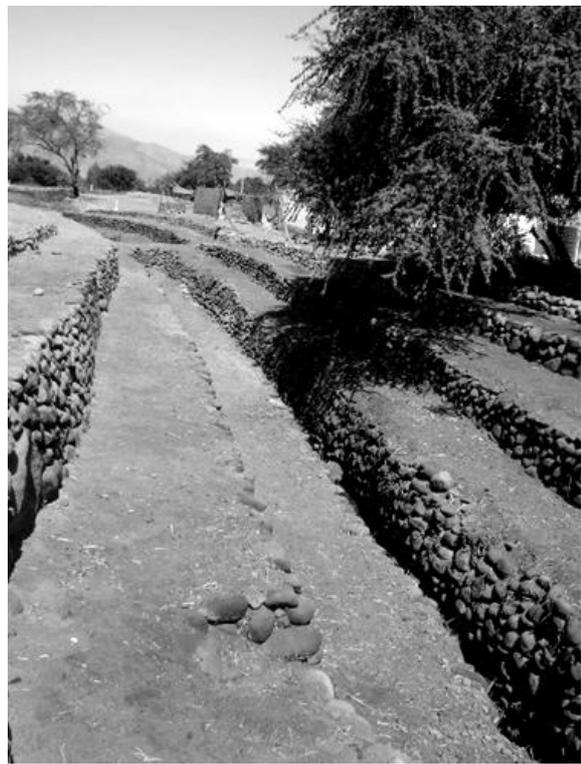


Figura N° 15:

Espaciados por encima de las galerías en intervalos variables son agujeros en forma de embudo, u ojos, que tenían varias funciones, dentro de ellas proporcionan el acceso al agua en los túneles y por lo tanto podrían ser utilizados como pozos por parte de los habitantes locales. También sirven como entradas a los túneles para la **limpieza anual** de las galerías, una tarea que continúa hasta el día de hoy. Figura N° 16. Por último, proporcionaron aire y luz a las cámaras para estos trabajadores. La apertura de los ojos cónicos puede ser tan amplia como 15 metros de diámetro sobre la superficie de la tierra, su reducción a uno o dos metros en el fondo. Se tuvo que ser considerada para asegurar que los residuos no sean transportados de los lados de la fosa y contaminar el agua en el túnel.



Figura N° 16.- Limpieza que se realizó en el período de 2016 en acueducto de Achaco Alto, Provincia de Nasca.

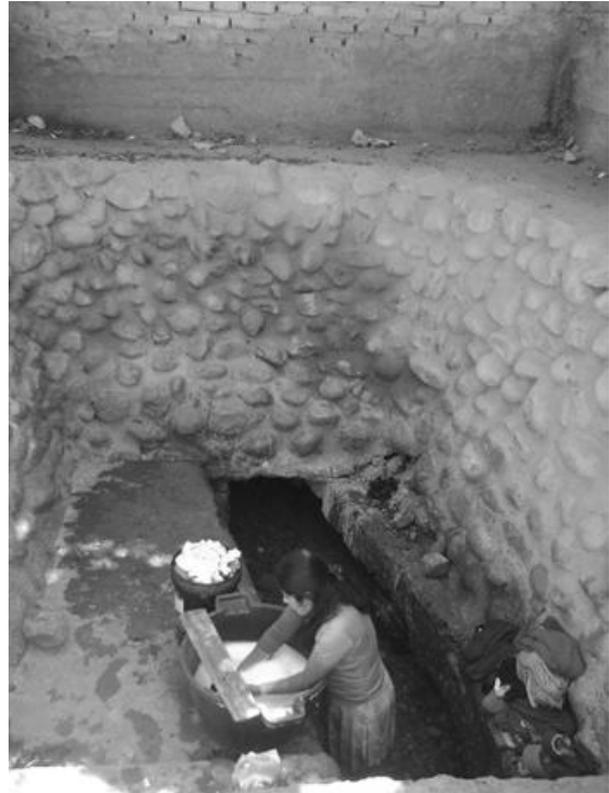
Parece probable, que algún tipo de recinto o la tapa puede haber sido colocada sobre la abertura cuando no esté en uso. Varios de estos ojos se han reconstruido en los últimos años para incluir en espiral, rampas empedradas que conducen a la parte inferior, como las que ahora son visitados por los turistas en Cantalloc en el valle de Nasca. No es seguro que la gente antigua de Nasca tuvieron dicha construcción elaborada en cada uno de los ojos que fueron espaciados entre 10 y 30 metros de distancia y podía contar en las decenas para cada puquio importante. Según Schreiber y Lancho, el número de registro de ojos para un solo sistema es el puquio Totoral en el Las Trancas es afluente (Schreiber y Lancho 1995: 244).

En el valle de Nasca, diez de los puquios son zanjás abiertas por toda su longitud, lo que indica que el nivel freático está relativamente cerca de la superficie en estos lugares. Algunas de estas zanjás abiertas puede ser bastante largo; uno en Achacco en el valle de Nasca es más de un kilómetro de longitud, mientras que muchos otros son por lo menos medio kilómetro de longitud. Figura N° 17.

El extremo inferior del sistema de Puquio consiste en zanjás abiertas que emergen de los túneles que permiten el acceso público al agua para beber, bañarse y lavar la ropa, así como un medio para canalizar para fines agrícolas. Estas zanjás o acueductos son en forma de V, a menudo con lados terrazas llenas de guijarros de río que forman muros de contención. Las bases de estas zanjás pueden ser tan estrecha como un metro y las partes superiores aproximadamente a 10 metros de diámetro, (Schreiber y Lancho 1995: 234). Figura N° 18.

Muchas de las zanjás abiertas varían entre pequeños embalses o cochas, que sirven como pozos y como puntos de distribución para dirigir el agua hacia los canales de riego (acequias).

De acuerdo con Schreiber y Lancho, ccochas modernos están constantemente siendo renovados, a veces se revestin con hormigón y tienen losas de hormigón y compuertas de madera que se añaden a ellos.



Figuras N° 17 y 18.- Acequias que conducen agua para la agricultura y para uso doméstico de lavado de ropa

Hay 36 puquios que todavía funcionan en el drenaje de Nasca; de los cuales hay 29 en el Valle de Nasca, 2 en el Valle Taruga, y 5 en el valle de Las Trancas (Schreiber y Lancho 1995: 234).

Parece que haya habido más en el pasado, quizás tanto como 50, pero estos han sido alterados o destruidos. Los Puquios llevan el nombre de la tierra que los abastece de agua, por ejemplo, Achacco, Aja Alto, Pangavari, etc. Ellos fueron mencionados por primera vez por el antropólogo Alfred Kroeber, que trabajó en el valle en 1926 (Kroeber y Collier 1998) y algunos de ellos fueron descritos más tarde por Mejía Xesspe (1939), Regal (1943) y Rossel Castro (1942). La descripción más completa de los puquios existentes fue hecha por Schreiber y Lancho que proporcionan mediciones de las galerías y trincheras junto con otra información valiosa sobre su construcción y uso Schreiber y Lancho 1995).

Más recientemente, David Johnson ha estado llevando a cabo sus propias investigaciones de los puquios y ha argumentado que los acuíferos principales tienen como afluentes, al acuífero perpendicular, que captura y redirige el agua para otros puquios de las zonas áridas del valle.

Por ejemplo, el puquio Aja se cruza con un acuífero y distribuye el agua a la curva, y puquios Achacco y Anclia. Varios sistemas de este tipo existen en el valle de Nasca.

Hay un tema muy importante que los investigadores anteriores no mencionan, que los Pre Incas conocían el concepto de dar estabilidad a la estructura frente a la erosión que puede ocasionar la línea del flujo de las aguas subterráneas. Para lo cual utilizaron las figuras geométricas estables, en el plano horizontal y vertical.

En el plano horizontal utilizaron el arco o el medio punto, que tiene un perfecto comportamiento, al empuje activo de la tierra o del talud; dándole mayor seguridad con el revestimiento de piedras de río pequeños, presentándole un asentado perfecto, donde su contorno se encuentra cubierto con piedras menores, dándole mayor adherencia al revestimiento del canal o ducto. Figura N° 19.

En el plano vertical se ha utilizado, dar la forma del plano inclinado, considerando el planteamiento de los andenes, lo que permite dar acceso de la parte superior al nivel de fondo, haciendo el trazo de una circulación helicoidal. El talud de los muros, siempre manteniendo una inclinación prudente, para garantizar la estabilidad de la estructura y revestido con guijarros de río. Figura N° 19.

Esta configuración horizontal expuesta en el párrafo anterior, ha permitido cumplir perfectamente el funcionamiento de ser la captación y el filtro de las aguas subterráneas. Figura N° 20.



Figura N° 19: Configuración horizontal y vertical.



Figura N° 20: Configuración horizontal y el revestimiento que permite la captación de las aguas subterráneas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

1. Los constructores de los acueductos de la Cultura Pre Inca, conocían los conceptos de Geología, Hidráulica y otros temas, para desarrollar dichas obras, sin contar con la tecnología con que se cuenta en la actualidad.
2. Conocían los conceptos elementales y de alta ingeniería para haber realizado estos proyectos relevantes y ejecutarlos, los cuales se encuentran en operación y servicio en la actualidad, a pesar de los años transcurridos y haber soportado sismos considerables presentados en la zona y en la Región.
3. Schreiber y Lancho proporcionan una refutación completa y convincente de este punto de vista, lo que sugiere que existe una amplia evidencia para demostrar que los primeros puquios fueron construidos por el pueblo de Nasca en el medio (Fase 5) de su secuencia, tal vez como reacción a una sequía documentada que se produjo en ese momento (Schreiber y Lancho 1995: 246ff).
4. Debido a la ambigüedad de los documentos históricos, debemos examinar la evidencia arqueológica como la mejor manera de responder a la pregunta de la fecha de los puquios. No hay nada único en la arquitectura de las galerías que se podrían utilizar para salir con ellos a una cultura específica, sin embargo Dorn ha estudiado la formación de barniz del desierto en los dinteles de los puquios Orcona y Cantalloc, y las fechas obtenidas en este rango de material entre AD 552 y 658 (Dorn el año 1992). Dado que el barniz se empieza a formar en superficies frescas una vez que se corta la piedra, éstas son las edades mínimas y caen de lleno en el marco de tiempo de la cultura Nasca. Figura N° 21.



Figura N° 21: Evidencias obras de Ingeniería Hidráulica, estudiados por arqueólogos de prestigio internacional.

5. La ubicación de los sitios arqueológicos, en asociación directa con los puquios también proporciona evidencia para la pronta culminación de la investigación de la construcción de estas obras. Aunque las poblaciones tempranas evitan vivir en el valle fértil, la excavación de las zanjas para la salida de las galerías crea ondas elevadas o bermas en los que las viviendas son limitadas (Schreiber y Lancho 1995: 248). Uno esperaría encontrar evidencia de correos que data, la construcción de los puquios en estas crestas y Schreiber ha localizado cerámica y otros artefactos que van en la fecha a partir de Nasca Fase 5 a través del Horizonte Medio y el Período Intermedio Tardío. Si los restos de estas trincheras habían sido depositadas por el español, entonces sería imposible que estos artefactos anteriores estén presentes en este contexto.
6. Schreiber y sus estudiantes han pasado varios años en la realización de un estudio arqueológico de los afluentes de Nasca, Taruga y Las Trancas; las áreas que contienen el sistema de Puquio. Se planteó la hipótesis de que habría pocos sitios de habitación de Nasca en las partes medias de los afluentes antes de la construcción de los puquios, ya que hay poca o ninguna agua superficial en forma previsible en esa zona. Los resultados de la encuesta aún no publicada, confirman que en el período de Nasca Temprano, sitios de habitación se distribuyeron en el valle inferior y en la zona de filtración y el valle superior; ni un solo sitio de habitación se encontró en las partes medias secas de estos afluentes. Después de la construcción de los primeros puquios, que data, Schreiber al período Nasca medio (fase 5), aparecen nuevos sitios en el valle medio adyacente a las tierras regadas por los puquios, que acredita su construcción inicial en ese momento. La construcción coincide con un período de sequía prolongada en la costa sur, que se produjo entre 540 y 560 DC y de nuevo entre 570 y 610 (Thompson et al 1985). Figura N° 22.

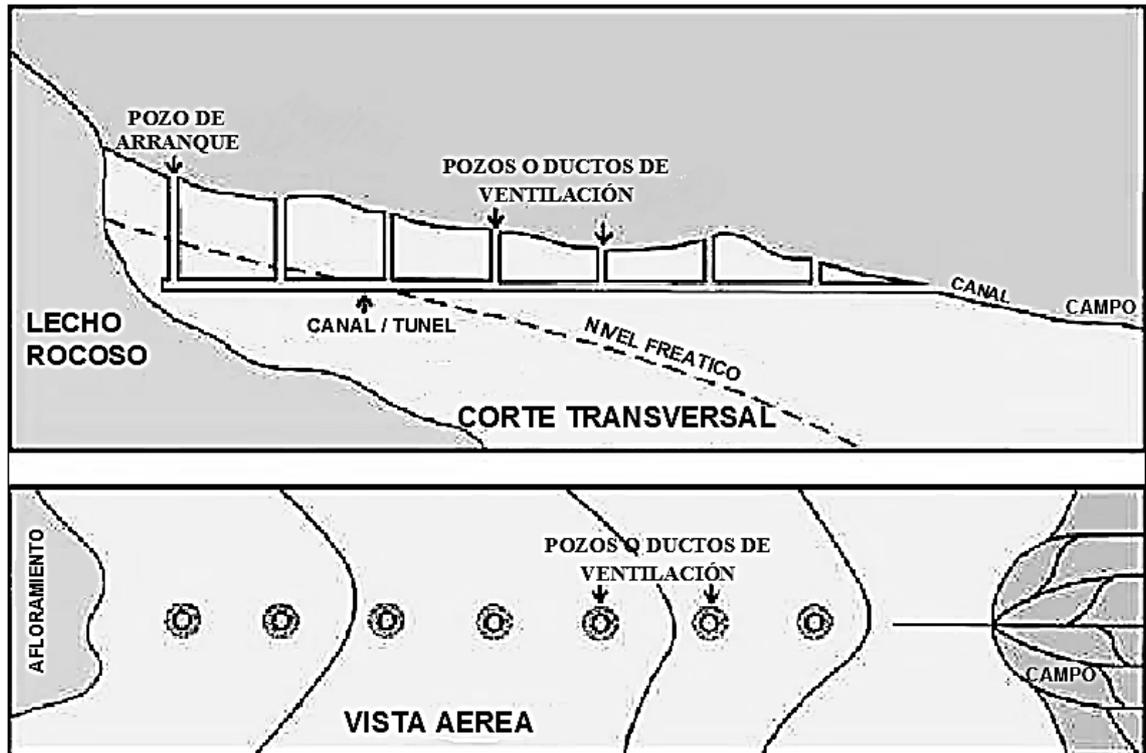


Figura N° 22: Perfil de la construcción de los acueductos y la proyección horizontal de las chimeneas.

7. Uno de los nuevos descubrimientos más interesantes en el drenaje Nasca proporciona un vínculo entre los puquios, sus fuentes de agua y las Líneas de Nasca. Mientras que David Johnson estaba estudiando los puquios y sus fuentes de agua en los acuíferos subterráneos en 1996, se dio cuenta de una relación entre las líneas de Nasca y las fuentes de agua. Como se identificó la fuente y el ancho de los acuíferos y las fallas geológicas que les conducen hacia el valle de las montañas, descubrió que muchos de los geógrafos, en particular los diseños de forma triangular, apuntando exactamente a las fallas que condujeron agua en el valle o a lo largo de los acuíferos subterráneos que conducen a los puquios. Por el contrario, se encontró otra forma de geoglifo, un zig zag o línea ondulada, que marcó los límites de los acuíferos y denota la falta de agua en ambos lados (Johnson, 1997). Llegados a este punto, se decidieron probar su hipótesis. En lugar de seguir a los acuíferos para determinar su identificación por los geógrafos, siguieron a las fuentes de agua. Cada vez que se identifica claramente los acuíferos. Parecería que los pueblos antiguos del valle tenían suficiente conocimiento geológico e hidrológico para identificar y marcar los cursos de agua subterránea dentro del sistema de valles.
8. La mayoría de las personas no se dan cuenta de que todo el valle está cubierto de geoglifo, muchos de los cuales no han sido registrados adecuadamente. Durante 1996 y 1997, David Johnson, acompañada por el arqueólogo Donald Proulx, geólogo Paul Salchert, voluntario Richard Schmidt, y un equipo de ayudantes del Perú, visitó grandes sectores de la parte baja del Río Grande, Nasca, Las Trancas y valles Taruga. A menudo, en las zonas más remotas, enormes geoglifos fueron vistos, y prácticamente todos los casos, señalaron los defectos que llevan a cabo en el agua o en toda la región. Johnson se encuentra en el proceso de asignar la ubicación de los acuíferos descubiertos hasta la fecha, sin embargo mucho trabajo adicional que se debe lograr. Un equipo de geólogos, hidrólogos y

arqueólogos continuará este estudio en los próximos años para recopilar datos aún más convincente para resolver definitivamente la vieja pregunta de la intervención de las líneas de Nasca, en los acueductos.

9. Mientras tanto, Johnson y su equipo esperan que este nuevo conocimiento sea de beneficio para el pueblo del valle que están sufriendo actualmente de la falta de recursos hídricos adecuados. Una vez que los acuíferos más productivos pueden ser identificados, pozos con bombas se pueden instalar que debería revolucionar la productividad agrícola en la zona.
10. Las autoridades involucradas en el mantenimiento de esta gran obra hidráulica que permanece a través de los años y sigue abasteciendo a la población urbana y rural, debe gestionar un presupuesto para su conservación y restauración. Con lo que se estaría demostrando el ingenio y la creatividad de los antiguos en la solución de sus problemas y necesidades actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Katharina Schreiber y Josué Lancho. En su estudio realizado (1995)

Alfredo Kroeber (1926), en sus notas de campo, en su mención del uso del sistema de “puquios”

Ertsen, M.W., van der Spek, J. 2009. “Modeling an irrigation ditch opens up the world. Hydrology and Hydraulics of an ancient irrigation system in Peru”. *Physics and Chemistry of the Earth*, 34, 176-191.

Donald A. Proulx. Universidad de Massachusetts

Judith Rickenbach, Pp. 89-96. Zürich: Museo Rietberg Zürich, 1999. Publicado originalmente en alemán en: Nasca: Geheimnisvolle Zeichen im Alten Perú.

David Johnson, 1997. Experiencia considerable en la geología y la hidrología,

Antropólogo Alfred Kroeber, que trabajó en el valle en 1926 (Kroeber y Collier 1998).

David Johnson, acompañada por el arqueólogo **Donald Proulx**, geólogo **Paul Salchert**, voluntario Richard Schmidt, y un equipo de ayudantes del Perú 1996 y 1997.

Ing. Edgar Rodríguez Zubiate Las Galerías Filtrantes de Nasca.- Revista Técnica N° 30 del Capítulo de Ingeniería Civil – CIP.

Carlson, Carl S. 2002 Geochemistry of Waters in the Rio Grande de Nasca Drainage Basin, Peru. M.A. Thesis, Department of Geosciences, University of Massachusetts

Barnes, Monica and David Fleming 1991 Filtration-Gallery Irrigation in the Spanish new World. *Latin American Antiquity* 2:48-68.

Ronald Ancajima Ojeda. Ingeniero Agrícola. Apoyo informativo 2015

Participantes de trabajo 2015 - 2016: Alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica - Perú