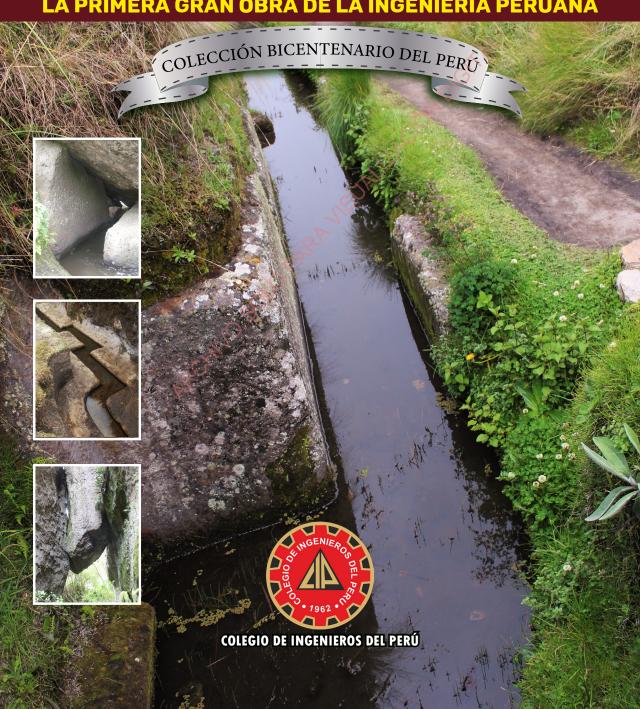
Fransiles Gallardo Plasencia

KUMPY MAYU

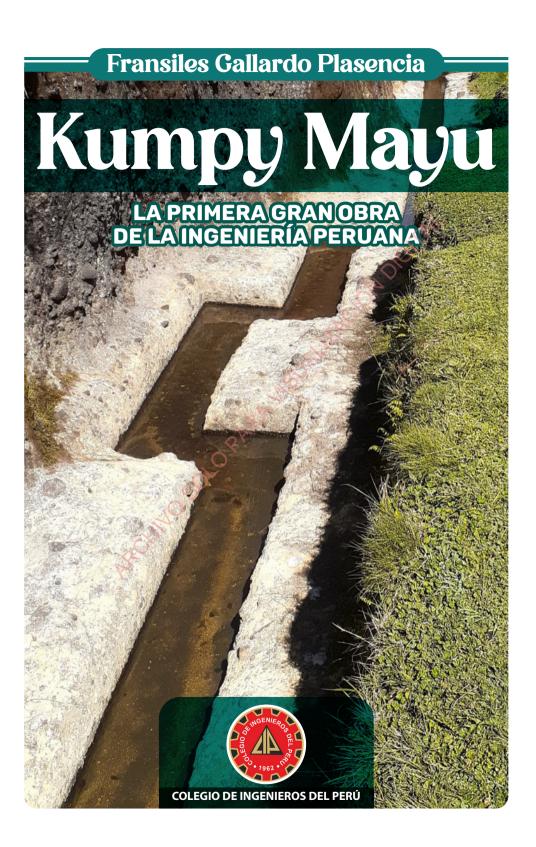
LA PRIMERA GRAN OBRA DE LA INGENIERÍA PERUANA



PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.



COLECCIÓN BICENTENARIO DEL PERÚ



KUMPY MAYU

© Fransiles Gallardo Plasencia Primera edición digital: Diciembre de 2022

Editado por:

© Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Nacional Av. Arequipa 4947, Miraflores - Lima www.cip.org.pe | Telf.: 445-6540 / 446-6997

Directivos del Consejo Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú (2022-2024)

Ing. María del Carmen Ponce Mejía - Decana Nacional

Ing. Segundo Eduardo Reusche Castillo - Vicedecano Nacional

Ing. Marco Antonio Cabrera Huamán - Director Secretario Nacional

Ing. Jaime Antonio Ruiz Bejar - Director Tesorero Nacional

Ing. Jesús García Melgarejo - Director Pro Secretario Nacional

Ing. Norman Jesús Beltrán Castañón - Director Pro Tesorero Nacional

Derechos reservados

ISBN N°: 978-612-49148-1-2

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú Nº 2022-12846

Prohibida la reproducción parcial o total de la presente obra, bajo cualquier medio que sea posible, sin el permiso expreso de los editores y el autor.

El Colegio de Ingenieros del Perú no se verá afectada por el contenido de la obra. En consecuencia, el autor será el responsable de responder ante cualquier controversia o conflicto de interés.

Publicado en el Perú.

Índice

KUMPY MAYU

Presentación	. 7
Kumpy Mayu - Río Angosto	11
La arqueología en la ingeniería del Perú Prehispánico	13
El Perú y los desafíos de la ingeniería	
Por sus obras los conoceréis	25
La interculturalidad prehispánica peruana	28
Las culturas prehispánicas peruanas	29
La cronología	32
Cronología de las culturas y civilizaciones prehispánicas	
peruanas	33
Las civilizaciones prehispánicas peruanas	34
La civilización Caral en el contexto mundial	35
El planteamiento urbano y la ingeniería en la	
	38
	44
Culturas y civilizaciones peruanas después de Cristo	47
Descifrando enigmas constructivos	53
Primeros hombres andinos cazadores y recolectores	55
Los Wakaloma en el contexto mundial	57
Los Wakaloma y el Horizonte temprano	60
Los Wakaloma en el contexto mundial	62
La primera gran obra de la ingeniería peruana	75
¿Qué es una obra?	76
Historia del canal de Kumpy Mayu	77
Cosmovisión del constructor del Kumpy Mayu	80
0) 1 1	84
El lenguaje de los constructores del canal de	
	87
	90
	95
	96
Diseño del canal	99

Historia del descubrimiento	103
Antecedentes	104
George Petersen G. y la primera gran investigación	105
Características Técnicas	111
¿Qué es un canal?	111
Trazo del canal de Kumpy Mayu	114
Características hidráulicas del canal de Kumpy Mayu	116
Inicio del Canal	119
La Bocatoma	124
Pendiente Promedio	126
Fundamentos constructivos	131
Descripción General del canal Kumpy Mayu	134
Obras culturales complementarias	138
Características constructivas del canal de Kumpy Mayu	143
Pendiente de la rasante	147
Validaciones técnicas	149
Concluyendo	153
Epílogo	159
Referencias bibliográficas	166
La geología en la ingeniería del canal de Kumpy Mayu	169

PRESENTACIÓN

El Colegio de Ingenieros del Perú fue creado el 8 de junio de 1962, una institución deontológica sin fines de lucro, que por intermedio de su Consejo Nacional y sus 28 Consejos Departamentales, representa e integra a los profesionales de todas las especialidades de la Ingeniería que ejercen en nuestro país, promoviendo y velando por el ejercicio de la Ingeniería en un contexto de orden, respeto, competitividad, calidad y ética; así como en el marco de los valores sociales, culturales y políticos.

A más de doscientos años de la fundación de la República del Perú, vemos hoy en día, una nación que ha sabido salir adelante superando enormes retos, bajo la premisa de forjar una nación integrada y conectada entre la sociedad y el Estado. Es por ello, que el Colegio de Ingenieros del Perú, conmemora la Independencia del Perú, con el firme compromiso de construir un legado en el presente para un mejor futuro, contribuyendo desde los valores y los principios fortalecidos de todos los Miembros de la Orden del Colegio de Ingenieros del Perú, primando la búsqueda de un desarrollo sostenible desde el ejercicio de sus profesiones.

El libro "Kumpy Mayu, la Primera Gran Obra de la Ingeniería Peruana", escrito por el Ing. Fransiles Gallardo Plasencia, ganador de la Primera Convocatoria para la Publicación de Libros – Colegio de Ingenieros del Perú, Colección Bicentenario del Perú, edición 2022. Obra que cuenta con un sustento arqueológico admitido por la arqueóloga Ruth Shady Solís, responsable del proyecto Caral y el sustento técnico admitido por el ingeniero Jorge Alva Hurtado, ex Rector de la Universidad Nacional de Ingeniería y Past Decano Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú.

Obra que nos permite viajar en el tiempo, logrando apre-

ciar y valorar nuestras diversas y hermosas culturas de nuestro país, lo valioso y fundamental de las obras de ingeniería, construidas por ingenieros peruanos o Killikachas ancestrales, mismos que hoy en día, son el orgullo de nuestra Nación. Que, al pasar de los años, demostraron ser prodigiosos de la ingeniería, conocedores de estudios avanzados en la ingeniería hidráulica, geología, astronomía y cosmología.

Obras como el presente libro, son trascendentales para conocer, promover y difundir los estudios y las investigaciones en el campo de la ingeniería, avivando un análisis, crítica y las propuestas que nos conduzcan a una adecuada comprensión de lo que somos como Ingeniería y sociedad. Compartiendo las palabras de nuestro Ing. Fransiles Gallardo, donde nos dice, que:

La arqueología recupera en cada parte de nuestro país, la memoria compartida con el colectivo social, para generar reflexiones sobre lo realizado en el pasado y comparar esas acciones con las ejecutadas en el presente y qué resultados se obtuvieron, evaluándolos con la finalidad de tomar decisiones en relación con los valores sociales y culturales, necesarios para impulsar el desarrollo del país con inclusión social.

En este 2022, año que celebramos los 60° aniversario de nuestro Colegio de Ingenieros del Perú, "Bodas de Diamante", queremos reafirmar nuestro compromiso con el desarrollo de nuestro país, teniendo presente ser siempre los protectores y conservadores del legado de nuestros antepasados.

Ing. María del Carmen Ponce Mejía Decana Nacional Colegio de Ingenieros del Perú María Reiche Neumann y las Líneas de Nazca, Wálter Alva Ava y el Señor de Sipán, Ruth Shady Solís y Caral, emblemas de la arqueología peruana. Jorge Alva Hurtado, lúcida mente de la ingeniería peruana actual. PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

Kumpy Mayu - Río Angosto

AGUA PIEDRA KUMPY MAYU a divino dador divino a verte estoy ave verte a beberte

mayu cristalino amuna en las alturas límpidas chorreras ducto padre piedra musgo canal madre a que ducto líticos tallados piedras esculpidas bellas tatuadas

mariposas grises piedras gramíneas verdes ángulos del tiempo rocas pendientes del viento

plomadas aplomadas uno pendientes oeste este de pendientes sílices ceremoniales espaciales geometrías circulares arcos reptantes esquinas cuadradas escuadras sagrados talles

gavilán de mis alturas Kumpy Mayu serpiente de mis laderas para mi sed húmedas estalactitas humedales chorreras siderales

> a verte estoy ave verte a beberte killikacha de Lachán reverente arawiku ve viéndote estoy.

> > Fransiles Gallardo Plasencia



▲ Kumpy Mayu, la primera gran obra de la ingeniería peruana.(Foto: Emilio Celis)

LA ARQUEOLOGÍA EN LA INGENIERÍA DEL PERÚ PREHISPÁNICO

La arqueología recupera en cada parte de nuestro país, la memoria compartida con el colectivo social, para generar reflexiones sobre lo realizado en el pasado y comparar esas acciones con las ejecutadas en el presente y qué resultados se obtuvieron, evaluándolos con la finalidad de tomar decisiones en relación con los valores sociales y culturales, necesarios para impulsar el desarrollo del país con inclusión social.

No es conveniente considerar que lo creado o producido en el extranjero, es de mejor calidad, que lo hecho por los peruanos.

Esto expresa la falta de reconocimiento a nuestras capacidades humanas, similares o superiores a la de los habitantes de otras partes del mundo y una baja autoestima, que nos da inseguridad.

Esta errónea actitud es limitante, dejamos de proyectarnos y no planificamos las acciones a realizar, a fin de alcanzar logros que sean de beneficio para la sociedad peruana.

Es de urgente necesidad que, en las políticas educativas, se transmitan los conocimientos producidos por nuestras sociedades ancestrales, en los diversos campos de la cultura y la ciencia.

Como identificaban los problemas que trababan su desarrollo, la búsqueda de soluciones encargadas a especialistas y los resultados obtenidos, mediante una previa planificación y una elaborada organización.

En nuestro país, todas estas técnicas fueron aplicadas desde la civilización Caral, y a lo largo de un gran proceso cultural milenario, devino en el florecimiento del imperio inca.

En este desarrollo cultural, los antiguos peruanos lograron grandes avances en cada región del megadiverso territorio andino-amazónico, identificando las distintas condiciones que las caracterizaban, organizándose social y políticamente, creando conocimientos y, sobre esa base, aplicando las tecnologías apropiadas.

El manejo de la diversidad de recursos y productos desde la civilización Caral y las culturas posteriores las consideraban necesarias, tendieron redes de interacción intercultural con beneficio compartido, en condiciones de paz.

Para conocer la mega diversidad natural, social y cultural del país, la investigación arqueológica, no es suficiente todavía, sin el concurso de las ciencias y la ingeniería, con la finalidad de obtener información contrastable, de cómo se vivió y habitó cada parte del territorio peruano y como se manejaron sus recursos y así, conocer los procesos culturales de acondicionamiento de nuestra diversidad y los cambios que se produjeron a través del tiempo.

De la información arqueológica recuperada se infiere un desarrollo social y técnico más armoniosos, entre la obra humana y la naturaleza, la cual era considerada obra divina; habiendo alcanzado avanzados conocimientos científicos y técnicos, que son admirados por científicos actuales, fomentando el interés de su réplica en las construcciones presentes.

Ejemplo admirable de la alta ingeniería en Caral, es la tecnología sismo-resistente, por la cual aún, se puede apreciar la monumental arquitectura de la ciudad de Caral que, a pesar de los cinco mil años transcurridos y estar asentada en un suelo del cinturón de fuego del Pacífico Sur, sobrevi-

ve en medio de un arenal, como muestra de las más altas tecnologías alcanzadas.

Admirables son las obras de ingeniería hidráulica prehispánica, como el trasvase de las cordilleras occidente-oriente con el canal Cumbe Mayo "Kumpy Mayu" o entre cuencas como los Chimú y Moche, o de la creación y aprovechamiento de las aguas de un río subterráneo, mediante tecnologías de "amunas" como los Nazca.

Lograron con estos avances hidráulicos, producir, sembrar y cosechar variedades de plantas alimenticias, identificando otras con propiedades medicinales y de diferentes utilidades.

Los ingenieros prehispánicos lograron la observación de las constelaciones y el manejo de la información astronómica, que les permitió elaborar calendarios de actividades y predecir los cambios en el clima, la búsqueda de la armonía en la formación humana entre lo cognitivo y lo emocional, celebrando periódicas reuniones sociales con ceremonias, ritos, música, danzas, etc.

La recuperación de nuestra historia es necesaria y, en simultáneo, su transmisión a la sociedad y sus autoridades para manejar en forma adecuada el territorio que habitamos y sus recursos, fortaleciendo nuestra identidad cultural, mejorando nuestra autoestima social.

Es por eso, que el trabajo de investigación del ingeniero Fransiles Gallardo Plasencia es loable, importante y de trascendencia técnica; porque hurga en la historia y en la arqueología la sabiduría de los ingenieros y sus obras, desde la Civilización Caral.

Kumpy Mayu, en quechua, lengua originada en Caral y expandida por todo el imperio inca, es una obra hidráulica de gran trascendencia y valor; por la tecnología empleada

y la gran artesanía utilizada.

En tanto, nuestros arqueólogos no descubran otras obras civiles más importantes e impactantes, consideraremos a Kumpy Mayu, la primera gran obra de la ingeniería prehispánica.

Ruth Shady Solís

cade
Saral-Sup
Jencia 2018 c
L'Oreal, UNESCC
Jecnología e Innovación
(CONCYTEC), 2019. Antropóloga, Arqueóloga y Educadora. Directora Proyecto Especial Arqueológico Caral-Supe. Premio Nacional por las mujeres en la Ciencia 2018 de

Premio Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación



▲ Puerto Áspero, Complejo arqueológico Caral. (Foto: Fransiles Gallardo)

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

KUMPY MAYU

LA PRIMERA GRAN OBRA DE LA INGENIERÍA PERUANA

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

EL PERÚ Y LOS DESAFÍOS DE LA INGENIERÍA

Para los ingenieros peruanos o k'illikachas ancestrales, el suelo que nos cobija ha sido y es, desde hace 5000 años de la Civilización Caral y 12 000 años del poblador andino, un reto permanente de supervivencia personal, un desafío supremo por la sobrevivencia colectiva, un esfuerzo férreo por el bienestar común y la socialización de las directivas de planificación, construcción y mantenimiento sostenido de los proyectos planteados y ejecutados.

La comunicación, la trasmisión de los saberes y la inter actualización de las tecnologías entre los sectores implicados, las comunidades, los pueblos y las naciones fue básico para su desarrollo.

La capacitación constante del artesano devino en los operadores y constructores de las maravillas de la ingeniería peruana de todos los tiempos.

El país nuestro se erige sobre un suelo influenciado por subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa Continental Sudamericana, lo que significa que existe un proceso de hundimiento de la placa litosférica bajo el borde de la otra placa.

La placa subducida de Nazca está conformada por una corteza más delgada y densa que la placa Continental.

La intensidad de los choques entre ambas masas, en el tiempo, trajo consigo la conformación de un impresionante y sin par sistema montañoso, que fragmentó al Perú en tres regiones geográficas muy diferentes entre sí: costa, sierra y selva, con regiones, climas, microclimas y ecosistemas únicos y especiales.

Adicionalmente, a esta fenomenología natural, se adi-

ciona el cíclico advenimiento de los fenómenos del Niño y la Niña a lo largo de la costa peruana, con su inevitable influencia en las otras regiones del país.

La sierra con un clima muy variado y contra estacional con respecto a la costa; mientras en una región es verano, en la otra es invierno.

El enrevesado suelo peruano, su topografía y orografía, son y han sido un desafío creativo inquebrantable, de convivencia con la naturaleza y de evolución tecnológica constante; significa, además, la intervención en las soluciones prácticas y viables que los ingenieros y k'illikachas afrontaron y afrontan con y por la naturaleza propia de cada región.

Podemos luchar contra los hombres; pero no contra los huracanes, ni las heladas, ni las inclemencias del tiempo.

La labor de los ingenieros y de todos los hombres de la tierra es lograr la convivencia solidaria con nuestra diversa naturaleza, eso significa no depredarla, desafiarla o maltratarla.

El Perú, nuestra patria, está determinada por un árido desierto costero, una estrecha franja longitudinal de terreno no muy accidentado compuesto por pequeñas quebradas, inmensas pampas, inclementes dunas y tablazos, además de un clima muy cálido en verano y muy frío en invierno, húmedo todo el año y ausente de lluvias intensas, pero con lloviznas y neblinas densas.

La sierra esteparia peruana ubicada en el lado occidental de los Andes, es una tierra de altas montañas, precipicios inmensos y profundos cañones, de fértiles valles y ríos torrentosos. Tiene un clima seco y soleado en el día, pero frío intenso en las noches, con lluvias muy frecuentes en invierno.

La topografía peruana tiene también una puna extrema, casi inhabitable sobre los 3800 m.s.n.m. con un clima hostil, con frío intenso en las noches y calor sofocante durante el día, con una temporada de lluvias intensas y continuas durante el invierno y heladas frecuentes en verano.

Además de una alta y plana topografía con grandes planicies, coronadas por escarpadas cordilleras. Es en la puna donde se ubican imponentes glaciares y nevados de más de 5000 metros de altura.

La puna es una región de extremos climatológicos. Un lugar donde las inclemencias del clima y la escasez de oxígeno por la altitud de la región restringen el desarrollo de toda forma de vida, y solo algunas especies sobreviven. El friaje se vuelve inclemente a menos de 10 grados bajo cero, los cuales restringen los recursos que la naturaleza provee.

El hombre andino peruano se formó entre inexpugnables nevados, inclementes lluvias, terribles granizales y crudos fríos.

Los ingenieros andinos o k'illikachas procesaron técnica y experimentalmente estos fenómenos, los interpretaron y tamizaron en el tiempo, encontrando las mejores soluciones para su convivencia con la naturaleza.

El territorio peruano tiene un páramo, una región lluviosa y fría, cubierta de neblina, sobre los 3000 m.s.n.m. de aires helados y amplios pajonales, como Cajamarca.

La selva alta peruana ubicada en el flanco oriental de los Andes, sobre la llanura amazónica, con clima cálido y muy húmedo, donde la lluvia es más intensa que en ningún otro lugar del país. Con valles angostos, relieve montañoso, y profundas quebradas, cubiertos en su totalidad por una selva impenetrable.

Una selva peruana con bosque lluvioso tropical, que

abarca dos tercios del territorio peruano, con un clima muy caluroso y húmedo, con lluvias intensas con rayos y truenos entre diciembre y marzo, y frecuentes chaparrones a lo largo de todo el año. Por sus suelos discurren los ríos Amazonas, Marañón, Ucayali y Madre de Dios.

La variada topografía y la hosca orografía del suelo peruano ha sido parte de los retos y desafíos que los k'illikachas o ingenieros prehispánicos y de los ingenieros actuales, asumieron estas inclemencias con paciencia, sabiduría, entendimiento, capacidad de análisis, de prueba error y transmisión de conocimientos.

Afrontaron los problemas de la naturaleza y los afrontan actualmente de manera exitosa, aun con la inclemencia de los tiempos, los suelos y los vientos para alcanzar el bienestar de todos los peruanos.



▲ Valle interandino. (Foto: Fransiles Gallardo)

POR SUS OBRAS LOS CONOCERÉIS

Los vestigios encontrados en todos los lugares de la patria son rastros que confirman la intensa formación planificadora y constructiva de los ingenieros ancestrales k'illikachas peruanos.

Proyectos diseñados y ejecutados desde hace 5000 años sobre conocimientos teóricos, fundamentos y experiencias científicas, atmosféricas, astronómicas, meteorológicas.

De las experimentaciones de prueba error de los comportamientos de los suelos y subsuelos, de los mantos acuíferos, de la incidencia de la orientación de las estrellas y sus influencias, de la ecología, su importancia y sus impactos, del manejo y control de los cuatro elementos básicos de la naturaleza, agua, aire, tierra y fuego.

Son miles de conocimientos acumulados para llegar a la disipación sísmica, usados hoy en la construcción de edificaciones a gran altura en el país y la mecánica de los fluidos, como el transporte mediante tuberías del fuego de la cultura Caral, la ingeniería hidráulica del canal de Kumpy Mayu, hasta la ingeniería total del impresionante Machu Picchu.

El Qapac Ñan y sus 60 000 kilómetros de caminos por inhóspitos territorios de Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, potenciado por el gran Imperio Inka.

El millón de hectáreas de andenes diseminados en las laderas de los Andes peruanos, tremendos complejos agrícolas con altas técnicas hidráulicas, construidos en zonas inaccesibles para ampliar las fronteras agrícolas, experimentar con nuevos cultivos y mejorar las existentes.

Patrimonios sobrevivientes de los malos tiempos, peores usos y pésima conservación. Más de medio millón de hec-

táreas por recuperar para combatir el hambre de nuestra población.

Los puentes construidos con fibras vegetales, como el puente Qéswachaka sobre el río Apurímac, a 90 metros de altura y 30 de luz, que se renueva anualmente.

La magnificencia de los templos de barro y piedra rústica y los palacios de piedra labrada revestidos de oro construidos para las divinidades de sus culturas y civilizaciones prehispánicas, edificados con increíbles volúmenes y longitudes de piedras de decenas de toneladas, elevados una sobre otra sobre sus paredes.

Aún flota en el imaginario popular, ¿Cómo lo hicieron sin la tecnología actual?

El canal de irrigación "La Cumbre" de más de 84 000 metros lineales del gran Chimú y los acueductos subterráneos, construidos debajo de los arenales en Nazca, son prueba de la gran capacidad planificadora, creadora y ejecutiva de los k'illacachas o ingenieros ancestrales.

Es sorprendente el tratamiento amigable de la naturaleza, el manejo de la ecología y la prevención de los desastres, usando diversos sistemas de amortiguamiento, como la andenería en ríos, quebradas y laderas de los cerros.

Estos son solo unos cuantos ejemplos de los prodigios realizados por la ingeniería prehispánica; de los miles existentes y de los miles que aún faltan descubrir, estudiar, catalogar, difundir e imitar.

Los diversos accidentes naturales de nuestra patria son el desafío cotidiano de los ingenieros peruanos de todos los tiempos, para asombro de la humanidad.

La ingeniería también escribe la historia de los pueblos, con imaginación y con obras.



LA INTERCULTURALIDAD PREHISPANICA PERUANA

"Sea cual fuere la hipótesis que se valide con datos concretos, provenientes de investigaciones sistemáticas, sobre la formación de la civilización más antigua del continente, ya sea que estuviera en la costa en el subperiodo antiguo del formativo inicial o que se extendiera a la sierra y selva andina.

Con la visión de la necesidad de mantener la conexión en un territorio diverso, las poblaciones conformaron redes de interacción para tener acceso a recursos, bienes, conocimientos y experiencias logrados por los habitantes de la vertiente occidental,

del espacio interandino y de la vertiente oriental de los Andes.

Este espacio interregional, con ocho pisos altitudinales y diferentes recursos ecológicos, articulados por la meseta altoandina, han sido identificados asentamientos del periodo Formativo Inicial, con elementos compartidos y reconocidos".

Ruth Shady Solís, "El sistema social de Caral y su trascendencia:

El manejo transversal del territorio; la complementariedad social y política, y la interacción intercultural".

Revista de Arqueología Social Nayra Kunan Pacha, Año 1, N° 1, (p. 31-32).

LAS CULTURAS PREHISPÁNICAS PERUANAS

La diversidad geográfica, climática y de recursos habrían constituido los primeros grandes desafíos para los primeros pobladores humanos; quienes sobreviviendo a los embates de los fenómenos naturales; debieron concentrar sus esfuerzos en su alimentación y en acondicionar los diversos espacios ocupados para disponer de un hábitat con recursos renovables con la finalidad de hacerlos permanentes.

La respuesta al agresivo reto impuesto por la naturaleza fue:

1.) Agruparse para trabajar en conjunto y de modo organizado en cada lugar y, 2.) crear tecnologías apropiadas teniendo en cuenta las características peculiares de cada medio ambiente.

Dedicados por varios milenios a la aplicación de estos procedimientos para garantizar la supervivencia en los espacios habitados que, además, estaban sometidos a periódicos cambios climáticos y movimientos sísmicos, desarrollaron, asimismo, culturas diferentes" (1).

Cultura: Son un conjunto de conocimientos, saberes y lineamientos propios de una sociedad o de un grupo social, en un determinado periodo existencial.

Sus elementos característicos inherentes son:

Creencias: Se definen como un conjunto de doctrinas, símbolos, ideas y opiniones que generan comportamientos establecidos, significados y valores otorgados a determinados objetos, esencias o situaciones, provenientes de explicaciones, experiencias o elucidaciones científicas o

también son provenientes de tradiciones orales, dichos, sentencias o refranes populares asociados generalmente, a temas religiosos, entre otros.

Normas: Son una serie de reglas, pautas y medidas que se cumplen y respetan por todos los miembros integrantes de una sociedad o cultura y su incumplimiento generara castigos y sanciones.

Valores: Son las normas compartidas por todo el agrupamiento social que fomentan la vida colectiva.

Lenguaje: Es el elemento indispensable de comunicación entre los integrantes de un grupo, culturas o civilizaciones, mediante el cual los grupos humanos se comunican, comparten conocimientos, debaten y se transmiten conocimientos y tradiciones entre generaciones.

Símbolos: Son las representaciones gráficas, letras, escrituras y caracteres con un determinado significado para una sociedad, grupos sociales o poblaciones. Pueden ser banderas, medallas o imágenes religiosas.

Tecnología: Son el conjunto de técnicas, herramientas, métodos, sistemas y equipos que permiten el mejoramiento y facilitan el trabajo de los integrantes de diversos grupos sociales.

Identidad: Es lo que identifica a una sociedad o a los grupos sociales, incluyendo estilos de vida, tradiciones, productos y alimentos, festividades y manifestaciones artísticas y expresiones culturales propias.

La cultura Huaca Loma o Waka Loma se desarrolló en el Periodo Inicial, entre 1000 y 1700 a.C., es decir, 3000 y 3700 años actuales, mucho antes que la cultura Chavín.

CUADRO CRONOLÓGICO DE LAS CULTURAS PREHISPÁNICAS

; ; ≥;	7,000	No	Norte	Cer	Centro	Sı	Sur	Altiplano
Anos	Etapas	Costa	Sierra	Costa	Sierra	Costa	Sierra	Titicaca
1532 d.C 1440 d.C.	Horizonte Tardío	Inca	Inca	Inca	Inca	Inca	Inca	Inca
1400 d.C 900 d.C.	Intermedio Tardío	Chimú Sicán Tardío- Medio	Cajamarca IV	Chancay	Wanka II- I Chanca	Ica Nazca Epigonal	КіШке	Lupaqa Cola
900 d.C 550 d.C.	Horizonte Medio	Sicán Temprano Wari Moche V	Wari Cajamarca IH	Chancay Pachacamác	Wari	Wari Atarco Soisongo	Wari Lucre Kuruwasi	Tiawanaku
550 d.C 200 a.C.	Intermedio Temprano	Moche IV-I Gallinazo Vicús	Cajamarca II-I Recuay	Lima	Kotosh Huarpa	Nazca IV-I	Waru Paqallamoqo	Tiawanaku IV-III
200 a.C 1000 a.C.	Horizonte Temprano	Salinar Cupisnique Paita	Kuntuwasi Pacopampa Chavín	Ancón Huachipa Garagay	Rancha Chupas Wichgana	Paracas	Qaluyu Chanapata Marcavalle	Tiawanaku II-I Pucará Chiripa Tardio
1000 a.C 1700 a.C.	Periodo Inicial	Negritos Guañape	Huaca Loma Pandanche Lauricocha III	La Florida Chira-Villa Paraíso	Huaricoto Las Haldas Gavilanes	Hachas Otuna Cabeza Larga	Pikikallepata	Chiripa Temprano
1700 a.C ;15000? a.C.	Pre-Cerámico	Huaca Prieta Amotape Paijanense	Lauricocha II-I Kotosh Mito Piruro	Bandurria Chilca Asia Chivateros	La Galgada Guitarrero Telarmachay	Santo Domingo Pozo Santo	Chinchorro II-I Toquepala	Wankarani Viscachani

▲ Luis Lumbreras, Peter Kaulicke, Julian I. Santillana, Waldemar Espinoza. Economía Prehispánica, Tomo 1, BCRP, IEP, 2020, Lima (p. 20).

LA CRONOLOGÍA

 \mathbf{P} roviene de los vocablos griegos xp'ovoc, jr'onos que significa tiempo y $\lambda\'oyoc$ l'ogos, estudio. Es una de las ciencias auxiliares de otras ciencias, cuya finalidad es determinar el orden y la temporalidad de los acontecimientos.

La cronología es un marco temporal que le sirve a los arqueólogos, para investigar, estudiar, entender y ubicar las diversas manifestaciones culturales en los diversos lugares, regiones y tiempos.

En el caso de la arqueología prehispánica, la cronología es importante para determinar los tiempos y periodos, desde los primeros cazadores-recolectores primitivos hasta el Imperio de los Incas. También para ubicar determinados procesos sociales, políticos y económicos acontecidos a través del tiempo.



Tumba Ceremonial del Señor de Sipán. (Foto: Andean Great Treks)

CRONOLOGÍA DE LAS CULTURAS Y CIVILIZACIONES PREHISPÁNICAS PERUANAS

Hace 12 000 años o 10 000 a.C.

Remontándonos en el tiempo y basados en investigaciones arqueológicas, se conoce que el poblamiento de áreas territoriales, se produjeron alrededor de los 12 000 años y estuvieron signadas por actividades de apropiación de los recursos naturales, en los desconocidos y diversos parajes de la costa y sierra, como lo determinan algunos escasos estudios arqueológicos; y a partir de entonces, se iniciaron indistintos procesos culturales relacionados con las condiciones naturales, muy diversas y contrastadas. (1) (p. 27).

Un trabajo de la Universidad Nacional de Huamanga señala que, en el Período Lítico, surgen las ancestrales culturas Paijanense, Toquepala, Guitarrero, Lauricocha, Vizcatán y Cumbe o Cumbicus. (2) (cap. II).

Hace 8000 años o 6000 a.C.

Los acondicionamientos de los territorios se intensificaron durante el Holoceno con los cambios climáticos. Unos grupos, en mayor medida que otros, estuvieron interviniendo en el espacio para disponer de alimentos y lograr subsistir.

Los habitantes andinos aprendieron pronto que, individualmente no podían asegurar la supervivencia en un medio accidentado, rocoso y sometidos a periódicos cambios estacionales, por tanto, buscaron sumar esfuerzos para asentarse en un determinado lugar y realizar actividades en conjunto.

Son frecuentes los asentamientos de grupos sedentarios a partir de los 6000 a.C., mayormente dedicados a las actividades de subsistencia, caza, pesca y/o recolección, pero que ya incluían el cultivo de algunas plantas alimenticias.

Han sido identificados ocupaciones de cazadores-horticultores en los valles de la sierra; de pescadores, recolectores de moluscos y plantas, y de horticultores-pescadores en la costa. (1) (p. 28).

LAS CIVILIZACIONES PREHISPANICAS **PERUANAS**

Civilización es el conjunto de conocimientos, costumbres, instituciones y artes que constituyen las formas de vida de una sociedad humana.

Son sociedades que alcanzaron un alto grado de complejidad en sus formas de organización, en su estructura social, en sus instituciones y en sus relaciones económicas.

Las civilizaciones están dotadas de un sistema administrativo, jurídico y político; habiendo desarrollado también, conocimientos científicos y tecnológicos; así como desarrollaron expresiones artísticas y culturales.

HACE 5000 AÑOS O 3000 AÑOS ANTES DE CRISTO LA CIVILIZACIÓN CARAL EN EL CONTEXTO MUNDIAL



▲ Centro ceremonial "El Áspero", Caral. (Foto: Viajes del Perú)

Hace 5000 años (3000 a.C.) La antigüedad del proceso de formación de la civilización Caral en el área norcentral del Perú, se da durante este periodo y está sustentada en 148 fechados radiocarbónicos, obtenidos en la Ciudad Sagrada de Caral y en diversos centros poblados adyacentes, los cuales han confirmado la antigüedad de Caral, como la civilización más antigua del Perú y de América.

Comparativamente, se hace evidente que Caral y los centros poblados estuvieron habitados casi al mismo tiempo que las ciudades sumerias de Mesopotamia o cuando se construyó la pirámide de Saqqara o las posteriores pirámides de Giza en Egipto; pero a diferencia de las sociedades del Viejo Mundo, el proceso peruano se dio en total aisla-

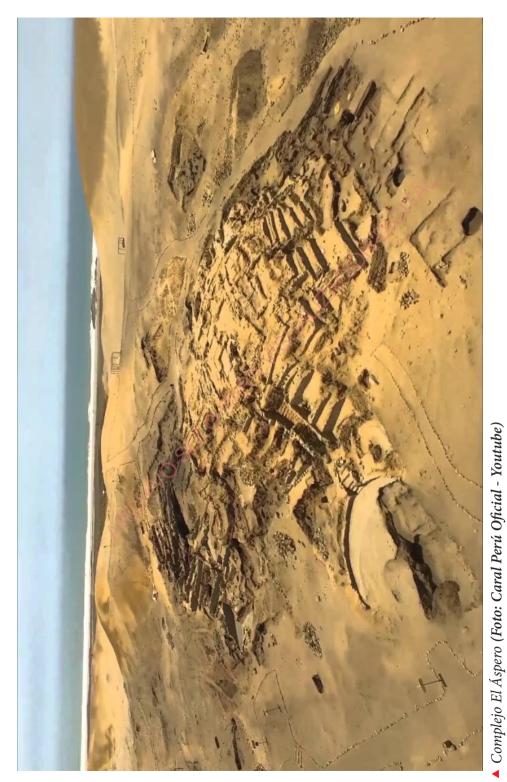
miento, no solo con las sociedades del Viejo Continente, sino también del Nuevo Mundo, pues se adelantó, por lo menos en 1500 años al de Mesoamérica, el otro centro de Civilización de América.(1) (p. 82).

AÑO	EVENTO HISTÓRICO
Hace 5000 años	En la costa peruana se desarrolla la Cultura Caral.
Hace 5200 a.C.	En el Cercano Oriente se desarrolla la Civilización Mesopotámica.
Hace 4700 a.C.	En el África se desarrolla la Civilización Egipcia.
Hace 4600 a.C.	En el lejano Oriente se desarrolla la Civilización India.
Hace 4200 a.C.	En Asia se desarrolla la Civilización China.
Hace 4000 a.C.	En Europa se desarrolla la Civilización Cretense.
Hace 3200 a.C.	En Mesoamérica se desarrolla la civilización Olmeca.

Tomado de Caral 20 años, 1.4 (p. 14-15)



▲ Tomado de Caral 20 años, 1.4. (p.14-15)



Fransiles Gallardo Plasencia

EL PLANTEAMIENTO URBANO Y LA INGENIERÍA EN LA CIVILIZACIÓN CARAL

Bajo la influencia del modelo de la Revolución Urbana de Chile (1974), el Dr. Krzysztof Makowski, profesional del Departamento de Arqueología de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) escribe:

¿Qué tipo de urbanismo pudo haberse desarrollado en el contexto tecnológico correspondiente a un Periodo Formativo Precerámico, el cual es anterior a la domesticación de camélidos, con agricultura de nivel incipiente y sin medios de transporte? (3).

El Complejo Arqueológico de Caral es analizado, descrito y documentado por la arquitecta peruana Ruth Shady Solís y su brillante equipo de arqueólogos peruanos, definen a la ciudad de Caral, como:

"Un asentamiento humano denso, diverso y permanente de individuos socialmente heterogéneos donde se concentra el poder de los gobernantes, funcionarios y servidores. Mantiene un diseño urbano definido, que denota planeamiento, zonificación y manejo organizado del espacio para el uso diferenciado.

Expresiones arquitectónicas diversas en relación con una división compleja de trabajo y la presencia de especialistas en diferentes actividades productivas y de trabajo.

Elaborada arquitectura pública en concordancia con el funcionamiento de instituciones donde se realizaban actividades políticas, administrativas y religiosas (1.1) (p. 12).

La ciudad de Caral estuvo en constante transformación y remodelación arquitectónica. Se calcula que funcionó no menos de 1000 años y que tuvo, en su apogeo, unos 3000 habitantes.

La ciudad habría sido concebida como un calendario. Cada espacio funcional fue construido en relación con cierta deidad y posición astral. En ellos se realizaban actividades multifuncionales en determinadas fechas festivas del calendario anual (1.1) (p. 31).

La ciudadela de Caral es un conjunto de agrupaciones de arquitectura pública y residencial, diseminados en 660 000 m², dividida en tres grandes sectores; Mitad Alta de la Zona Nuclear, Mitad Baja de la Zona Nuclear y Sector de la Periferia de la Zona Nuclear.

La zona central contiene 32 estructuras públicas y varios conjuntos residenciales que se distribuyen en dos mitades:

Caral Alto, en donde se encuentran las construcciones públicas y residenciales más grandes de la ciudad: siete edificios monumentales o pirámides, dos plazas circulares hundidas frente a las pirámides, la Plaza Central y Plazuela de la Huanca, varias unidades residenciales de los funcionarios y un conjunto residencial de especialistas y servidores.

La investigación ha caracterizado que la arquitectura de los periodos Tardío y Medio superpuestas sobre estructuras más antiguas, aún no conocidas.

Caral Bajo, contiene al complejo arquitectónico del Anfiteatro, el Altar Circular y un conjunto residencial menor.

La zona periférica, la conforman conjuntos de viviendas, distribuidos sin un orden preestablecido, colindando con el valle (1.1) (p. 40).

Los muros fueron construidos con piedras y mortero de arcilla mezclada con grama.

En otros emplearon piedras grandes para construir los muros de las plataformas, colocando enormes monolitos como piedras angulares.

Aplicaron a las paredes enlucidos gruesos y finos, logrando una superficie homogénea. Los muros fueron decorados con pintura blanca, amarilla y roja (1.1) (p. 43).

La Civilización Caral se desarrolló sobre un terreno inestable, limo arenoso y en una zona costera de alta sismicidad, por lo que, para proteger sus edificaciones, templos y viviendas, utilizaron la técnica sismo-resistente de las *shicras*.

Las *shicras* eran bolsas hechas con fibras vegetales y drizas llenas de piedras o canto rodado de diferentes tamaños, colocadas en los cimientos de las edificaciones, hace cinco mil años.

Mediante su uso los ingenieros k'illikachas de la Civilización Caral estabilizaron sus estructuras edificatorias.

Su implementación requirió de estudios y conocimientos altamente sofisticados sobre principios de sismología y como elementos de disipación de energía sísmica, producto de los constantes y variados terremotos en la zona.

Estos principios básicos empleados hace 5000 años, con la tecnología actual, son usados para la construcción de edificaciones de gran altura, en ciudades del Perú y en los países ubicados en el denominado *cinturón de fuego* del Océano Pacífico.

Los ingenieros de Caral los aplicaron para la orientación de los edificios públicos y en la elaboración de los calendarios, en los cuales detallaron las festividades y las actividades económicas, religiosas y cívicas.

Los arqueólogos de Caral en una de sus excavaciones encontraron un recinto subterráneo originalmente techado y según los investigadores, habría sido el observatorio astro-



▲ Recreación de las shicras. (Foto: Fransiles Gallardo)

▲ Shicras instaladas debajo de las edificaciones Caral. (Foto: Fransiles Gallardo)

2 | Kumpy Mayu

nómico central del complejo.

Realizaron también, investigaciones astronómicas utilizando observatorios siderales, construidos en colinas estratégicas ubicados en el valle de Supe.

Registraron la información estadística, contable, poblacional y constructiva en sogas de cabuya y nudos llamados *Kipus* los cuales llegaron y fueron adoptados por los ingenieros k'illikachas, personal administrativo y gobernantes del Imperio de los Incas. Ante las sequías de siete meses anuales en el río Supe, los ingenieros de la Civilización Caral realizaron las *siembras de agua*, asegurando el parto, construcción y mantenimiento de los canales de riego desde sus manantiales o puquios hasta su destino final, en las áreas de riego y de sembríos, señala la arqueóloga Ruth Shady Solís y su equipo de arqueólogos peruanos.

Bajo los cimientos del templo de Quincha de Piruru, se encontró un conducto de ventilación, por el cual discurría el fuego hasta el altar central.

(Tomado del artículo "Imágenes de la Arquitectura Mito"), **Elizabeth Bonnier**, Revista Nayra Kunan Pacha, año 1, n° 1, Lima.

Lo descrito líneas arriba, explica los conocimientos y aplicación experimental en la dinámica de fluidos e hidráulica de los ingenieros k'illikachas de la Civilización Caral.

LA CULTURA WAKALOMA

Hace 4000 a 3000 años (2000 a 1000 a.C.)

En Cajamarca se desarrolla la cultura Wacaloma Temprano señala Fernando Silva Santisteban y en este período se consigna la probabilidad de la construcción del Canal de Kumpy Mayu, obra cumbre de la ingeniería hidráulica preinca, hace 3700 o 3000 años o 1700 a 1000 a.C.



▲ Cultura Wakaloma, Cajamarca. (Foto: Emilio Celis)

Esta construcción representa la máxima expresión de la ingeniería hidráulica de esos tiempos: diseño y construcción, la implementación de consistentes conocimientos geodésicos, topográficos y astronómicos. De avanzados conceptos hidráulicos, de abastecimiento, uso y tratamiento de aguas, de agricultura y de suelos.

La derivación de las aguas de la cordillera occidental a la oriental es un testimonio de sus grandes conocimientos orográficos y geográficos.



▲ Cultura Wakaloma. (Foto: Emilio Celis)

Este canal es la confirmación y evidencia de una inmensa obra, como tributo a los conceptos científicos, técnicos y tecnológicos de la ingeniería ancestral en el Perú.

Los pobladores de la cultura Waka Loma, mantuvieron intercambio comercial y cultural con los habitantes de Waka Prieta y Salinas de Chao en La Libertad, de Chauka-yan en Ancash y de Kotosh Mitu en Wanaku con la básica e importante influencia de los saberes técnicos y tecnológicos de los Caral en Lima.



▲ Canal Kumpy Mayu, ángulos rectos tallados en piedra. (Foto: Emilio Celis)

Hace 3100 años (1000 a.C.) Se desarrolla la cultura Chavín en la serranía de Ancash y los Paracas en los arenales de Ica, señala el artículo Caral en el Proceso Andino (p. 17). Los ingenieros Chavín, 1200 años después del surgimiento y florecimiento de la cultura Waka Loma, construyeron una red sistematizada, de más de 1000 metros de estructuras hidráulicas en su templo central, que suponen conocimientos de ingeniería hidráulica, geología, meteorología y mano de obra extraordinarias.

La influencia hidráulica de los Wakaloma se trasmitió a todos los pueblos andinos, especialmente de la zona norte del país.

En este periodo los Paracas elaboraron herramientas quirúrgicas de alta tecnología para realizar las trepanaciones craneales; desarrollando, además, una vastísima tecnología textil en el procesamiento de sus hilados y telares.

CULTURAS Y CIVILIZACIONES PERUANAS DESPUÉS DE CRISTO

200 d.C. Aparecen los Nazca en Ica, los Vicús, en Piura, los Virú en la Libertad, los Playa Grande y Villa Salvador en Lima, los Caxamarca en Cajamarca, los Recuay en Ancash y los Tiawanaco en Puno.

Los ingenieros Nazca construyeron canales superficiales con un ancho promedio de 100 metros y una longitud de sus acueductos, entre 400 a 1000 metros de longitud. Para el funcionamiento de sus canales subterráneos, construyeron chimeneas de sección helicoidal cada 50, 100 y 120 metros de distancia, los cuales permiten cargar de presión atmosférica al acueducto y mantener el régimen de flujo uniforme, permitiendo, además, el mantenimiento conti-

nuo y permanente.

600 d.C. Surgen los Wari, como la gran civilización en los Andes peruanos, con señorío desde Ayacucho hasta Lambayeque y de Moquegua a la selva del Cusco.

Junto al Imperio Incaico, son las dos únicas culturas consideradas «imperiales» en el hemisferio sur de América.

El Estado Wari masificó la construcción de andenes en la región de Ayacucho y, a partir de esta revolución agrícola, su importancia geopolítica se potencia, hasta consolidarse como el Primer Imperio Andino.

La ciudad de Wari fue la expresión más compleja del urbanismo andino. Es considerada la primera ciudad de los Andes que, en su mayor apogeo, albergó a una población de 70 000 habitantes.

La labor de los ingenieros Wari k'illikachas fue indispensable, para resolver los problemas subsecuentes a una gran ciudad.

1200 d.C. Surgen los Chimú quienes, construyeron el Complejo Arquitectónico de Chan Chan, considerada la ciudad más grande de América y la segunda urbe del mundo construida con adobe. Se asentó en una superficie de 25 000 m².

La ciudadela de Chan Chan albergó aproximadamente a 30 mil habitantes, por tanto, requería de un gran sistema administrativo, infraestructural y de servicios y, en consecuencia, de profesionales altamente capacitados para resolverlos e implementarlos. Para el abastecimiento de agua de la ciudadela de Chan Chan, los ingenieros Chimú construyeron 140 pozos de diferentes profundidades, para la extracción del agua subterránea utilizada para el regadío agrícola y el consumo humano.

El principal canal preinca es "La Cumbre", una auténtica

obra de ingeniería hidráulica, con una extensión de 84 000 metros lineales.

Deriva las aguas del río Chicama hasta los desérticos arenales del valle de Moche, habiendo diseñado una extensa red de canales revestidos con piedra, siguiendo la topografía natural de los cerros, con pendientes que no produjeran erosiones posteriores; además de puentes y badenes que permiten cruzar a las quebradas, laderas y cerros.

Los ingenieros k'illikachas chimúes, tuvieron refinados conocimientos relacionados con la ingeniería, topografía, geología, matemáticas, física, hidrología y agricultura.

1450 d.C. Los ingenieros k'illikachas del Inca Pachacuti construyeron Machu Picchu, la portentosa obra del Imperio Inca.

La planearon, diseñaron y ejecutaron, venciendo las más duras condiciones naturales de la zona, de la variable climatología, la dificultosa accesibilidad desde el Vilcanota, la agresiva geología de los pisos del subsuelo y una topografía inhóspita.

Esta impresionante construcción prehispánica puso a prueba y bajo todos los tamices, los amplios conocimientos en arquitectura e ingeniería de los planificadores y ejecutores. Conocimientos trasmitidos y asimilados desde la Civilización Caral, de la cultura Wakaloma y el canal de Kumpy Mayu, del Imperio Wari, de las tecnologías y saberes de todas las culturas y civilizaciones anteriores.

Machu Picchu tiene 4500 años de conocimientos de ingeniería acumulados en el planeamiento urbano, diseño especializado, armonía constructiva, arquitectura paisajística, conocimientos en hidrología, drenaje, cimentaciones, urbanismo, sismología, uso de las aguas, comportamiento de los suelos, etc.

Machu Picchu es una ciudad de piedra construida en lo alto de una colina a 2440 m.s.n.m. entre dos fallas geológicas y dos montañas de pendientes agresivas; en una región sometida a constantes terremotos y a copiosas lluvias durante todo el año; con una topografía diversa, agua escasa y cuestas empinadas.



▲ Machu Picchu. (Foto: El Mundo)

"Siempre ha despertado asombro la técnica y arte arquitectónico, al imaginar cómo movilizarían piedras tan enormes de docenas de toneladas, sin haber conocido ruedas, poleas, ni máquinas de hierro, ni animales de tiro.

Sin embargo, la respuesta es una sola: el potencial de la energía muscular humana de miles y miles de mitayos campesinos que se sustituían por ciclos o tandas, trabajando trimestre tras trimestre, o semestre tras semestre, o año tras año, para construir llactas (centros urbanos administrativos), caminos, puentes, tambos, templos, aposentos y fortalezas; campesinos que al terminar sus faenas o turnos retornaban a sus ayllus o comunidades muy bien compensadas.

Los mitayos braceaban desde la salida del sol hasta el ocaso, unas 12 horas diarias, con los consabidos intervalos para comer y beber.

En esos días no bregaban en sus casas ni chacras.
Para ir a la mita, eran convocados por sus curacas
mediante los broncos sonidos de las guayllaquepas
(o pututos: trompetas de caracola marina),
llevándolos enseguida a las tareas preestablecidas por el
poder".

Waldemar Espinoza Soriano (4) (p. 378).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

DESCIFRANDO ENIGMAS CONSTRUCTIVOS

Los conocimientos producidos por los especialistas de La Civilización Caral, en matemáticas, geometría, física, astronomía, biología, etc., fueron aplicados en diversos aspectos de la vida social: en el diseño urbano; la construcción arquitectónica; la elaboración del calendario y la predicción del clima; el acondicionamiento de los campos de cultivo y la implementación de un sistema de riego; el mejoramiento de las especies agrícolas, la administración pública, etc.

La información fue registrada mediante cuerdas y nudos; con la Civilización Caral se inició el uso del quipu, que perduró hasta el Imperio Inca, más de 4000 años después.

El idioma quechua, según investigaciones lingüísticas, relacionado con las redes de interacción implementadas, ha permanecido hasta la actualidad.

La elaboración de grandes jeroglifos y alineamientos de piedras, relacionados con ceremonias colectivas, y cambios astrales, antecedieron en más de 3000 años a los trazados de Palpa y los de las Pampas de Nasca.

Los avances en el conocimiento y su aplicación fomentaron cambios en beneficio de los gobernantes, del estrato social al que ellos pertenecían y de los demás componentes de la sociedad.

La ciudad de Caral evidencia la realización de concentraciones humanas periódicas, donde se combinaban los trabajos colectivos, para las construcciones de edificios, canales de irrigación, actividades agrícolas, etc., con los intercambios y las ceremonias religiosas (1.1) (p.16).

LOS CUMBE O CUMBICUS: PRIMEROS HOMBRES ANDINOS CAZADORES Y RECOLECTORES

En la actual región de Cajamarca, se desarrolló un largo e importante proceso cultural andino, asimilando y mezclando culturas, tradiciones, lenguas, religiones y otras características sociales", indica el artículo "La Cultura Cajamarca", publicado en la página del Parque Nacional de Cutervo.

Hace 12 000 años (10 000 a.C.) En el *Período Holoceno o Post - Glacial* aparecen los primeros cazadores procedentes de América del Norte. En los Andes peruanos habitaban el *guanaco* y la *vicuña*, indica un trabajo monográfico de la Universidad de Huamanga (2) (cap. II).

Hace 10 500 años (8500 a.C.) La página de Cajamarca señala que la región de Cajamarca se pobló en la misma época que los andes centrales. La evidencia son los utensilios líticos y restos humanos de cazadores recolectores. Esta antigüedad fue determinada por el carbono 14.

Estas evidencias fueron encontradas por el ingeniero agrónomo, investigador y arqueólogo peruano Augusto Cardich, en las cuevas de Cumbe o Cumbicus y publicado por la Universidad de La Plata en 1996, en el artículo Descubrimiento de un complejo precerámico en Cajamarca (5).

En su libro *El Origen de la Civilización Andina*, Augusto Cardich señala: "Se estudia el surgimiento de la civilización de los Andes Centrales, a mediados del milenio 5000 años presentes".

Sería la más antigua de América y estaría cerca de las de más edad del mundo. Se presentan testimonios arqueológicos varios, hallazgos y resultados de excavaciones e identificación de los complejos culturales de hace 10 000 años, como Talara, Paiján, Cumbe o Cumbicus y Lauricocha.

Estos vestigios confirman que Cajamarca ya era habitada.

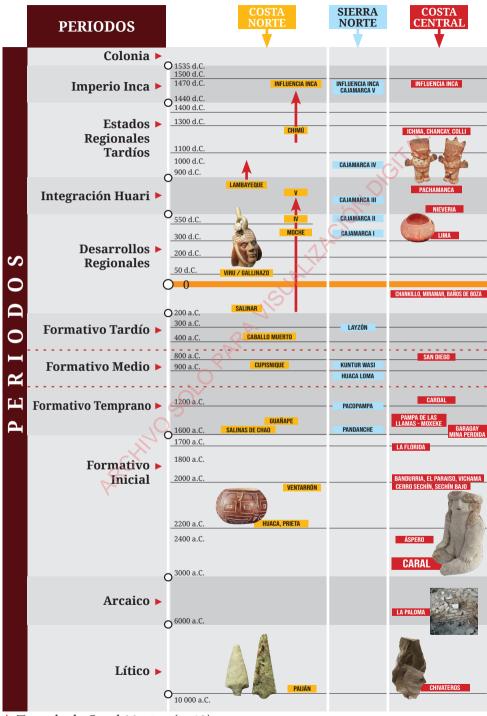
Hace 10 000 años (8 000 a.C.) Un trabajo monográfico de la Universidad de Huamanga (2) señala que los primeros habitantes andinos, fueron eminentemente cazadores de camélidos, recolectores de raíces y tubérculos propios de su zona.

Vivieron en cuevas altoandinas los habitantes de la cultura El Cumbe o Cumbicus en Cajamarca, Pachamachay en Junín; Pikimachay en Ayacucho; Guitarrero en Ancash; Paiján en la Libertad; Ranracancha en Cerro de Pasco en cuyas paredes dejaron grabadas su existencia, mediante pinturas rupestres, en las cuales representaron escenas de la cacería (2) (cap. II).

Hace 6000 años (4000 a.C.) El antropólogo y estudioso cajamarquino Fernando Silva Santistevan, señala que el cuy (cavia porcellus) había sido domesticado y era fuente de alimento proteico muy valioso para el hombre andino (7) (p. 34).

Hace 4700 años (2700 a.C.) El investigador Duccio Bonavía (7) (p.32) descubrió que, en la costa peruana, se cultivaron tres tipos diferentes de maíz.

PROCESO CULTURAL ANDINO - AMAZÓNICO



[▲] Tomado de Caral 20 años (p. 18).

HACE 4 000 AÑOS (2000 a.C.) LOS WAKALOMA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

Ferú, Perú Antiguo", señala que, en la región andina del Perú, se inicia el Horizonte Formativo y vestigios encontrados confirman la existencia de Wakaloma en Cajamarca, Guañape y Kotosh. (7) (p. 142).



Acequia de Cumbemayo. Corte en la margen derecha de la quebrada de Cumbemayo. Al centro el puente acueducto. Vista aguas abajo. (Foto: Elena Hosmann, 18-06-1947)

En esos tiempos, en Europa se produce la invasión de los Egeos, además se origina la escritura cretense y se desarrolla el segundo apogeo de los Cnossos.

En el Cercano Oriente se produce el fin del poder de Acadio, impera la XII dinastía egipcia y comienza la hegemonía de Babilonia, se establece la escritura alfabética en Sinaí, se implementa el Hammurabi y se instalan los hebreos en Palestina.

En Asia reina la Dinastía Hsia en China y en Mesoamérica empieza el Horizonte Preclásico, también la cultura Arbolillo.

Estudios realizados por el agrónomo, investigador y arqueólogo peruano Augusto Cardich en la Cueva 1 de Cumbe o Cumbicus, señalan que sus habitantes eran cazadores y recolectores, que consumían venado y cuy silvestre.

Un lugar importante de este periodo es Callacpoma (6).

CRONOLOGÍA UNIVERSAL DEL DESARROLLO DE LAS CULTURAS											
Cronología	Europa	Cercano Oriente	Asia	Mesoame- rica	Región Andina						
3,500 a.C.		Primeras culturas urbanas. Metalurgia de bronce. Escritura pictográfica. Ciudades egipcias y sumerias. Menes en Menfis.	Primeras ciudades en la india.		Posible aparición de la cerámica en Valdivia. (Ecua- dor)						
3,000 a.C.	Creta. Primera ciu- dad de Tro- ya.	Primeras dinastías egip. Sumerios y acadios. Primera dinastía de Ur, Siria y Fenicia. III dinastía Egipto Calendario solar. (Egipto)	, ,1,	CIONDIC							
2,500 a.C.	Cnossos en Greta.	Asur. Findel Poder Acadio. XII Dinastía Egipcia.	Dinastía Hsia. (China)	Empieza el Horizontel	Empieza el Horizonte Formativo. Guañape, Kotosh, Huacaloma, Tu- tiscainyo, Erizo,						
2,000 a.C.	Invasión de los egeos en el Egeo. Escritura cretense. Segundo apogeo de Cnossos.	Comienza la hegemonia de Babilonia. Templo de Amón en Karnak. Hamurabi. Abraham (legendario). Escritura alfabética en Sinaí. Los Hebreos en Palestina. Tebas contra los hicsos.	Dinastía Shang o Ying. Los años en el	Preclásico. Arbolillo. Tlatilco.	Haldas, Chira-Villa, Curayacu, Metalurgia de oro, Tejido evolucionario. Chavín. Kotosh-Chavín.						
1,500 a.C.	Minos rey de Creta, Sexta ciudad de Troya.	Metalurgia del hierro. Los Fenecios en Si-	Indo.	Tractico.							
1,000 a.C.	Invasión de los Dorios en Grecia Gue- rra de Troya. Los fenicios fundan Ga- des (Cádiz). Celtas. Los celtas en G. Bretaña.	ria. Ramsés II. Imp. Hitita. Éxodo de los hebreos conducidos por Moisés. Saúl, rey de los Judíos.	Dinastía Chou	Cultura Olmeca	Torial. La Florida, Pacopampa, Cun- turhuasi, Sechín, Garagay, Paracas 1.						

[▲] Perú antiguo. (Fernando Silva Santisteban (7) (p. 142))

LOS WAKALOMA Y EL HORIZONTE TEMPRANO

Correlación cronológica.

0	Horizonte Temprano	500	d.C. Perio a.C.		500		1000	14/0 Peri	1532	Ano (R	
Periodo Inicial		Periodo Intermedio Temprano (400 a.C 550 d.C.)		(550)00 #101)	Horizonte Medio	(700 - 1370 ti.C.)	Periódico Intermedio Tardío	Horizonte Tardío	(Rowe y Menzel 1967)	Cronología Relativa	
				Torrecitas - Chavín	Cajamarca I	Cajamarca II	Cajamarca III	Cajamarca IV	Cajamarca V	Reichlen y Reichlen 1949	Valle d
Periodo Huacaloma Temprano	Periodo Huacaloma Tardío	Perfodo Layzón Fase EL	ia	A Fase Cajamarca Temprana B	A	N Fase Cajamarca Media	I Fase Cajamarca Tardía C	R Fase Cajamarca Final	(Cajamarca-Inca)	Expedición Japonesa	Valle de Cajamarca
	()anabarriu) Oupisnique	Influencia de Chavín	Gallinazo	Moche III Moche I, II (?)	(Moche IV, V)	Sicán Temprano	Sicán Medio	Sicán Tardío	Chimú-Inca	Batán Grande (Lambayeque) (*)	Costa Nor
	Cupisnique	Salinar	Gallinazo	Moche III II	IV	Chimú Temprano		Chimú	Chimú-Inca	Batán Grande (Lambayeque) (1) Valle Moche (Mosdey y Day 1982)	Norte

(*) Shimada 1987, Masuda y Shimada 1991.

► Foto (8) (p. 174).

El antropólogo y arquitecto John Rowe dividió el periodo de tiempo del Perú prehispánico en Horizontes, como las culturas grandes e intermedios a las culturas pequeñas, tomando como característica la expansión de la cerámica en el mundo andino.

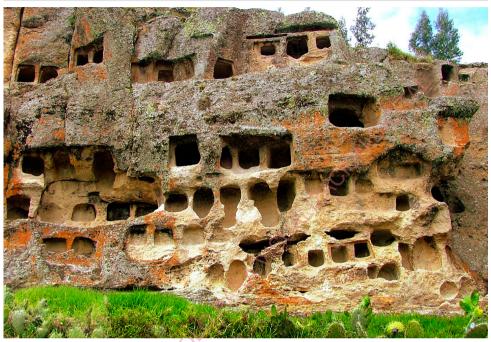
El Horizonte Temprano según Rowe se caracteriza por la formación de los estados teocráticos, la diferenciación social y el establecimiento de los primeros templos, la domesticación del mayor número de animales y el crecimiento agrícola y el desarrollo de técnicas de cultivo.

El antropólogo y arquitecto John Rowe dividió el periodo de tiempo del Perú prehispánico en Horizontes, como las culturas grandes e intermedios a las culturas pequeñas, tomando como característica la expansión de la cerámica en el mundo andino.

El Horizonte Temprano según Rowe se caracteriza por la formación de los estados teocráticos, la diferenciación social y el establecimiento de los primeros templos, la domesticación del mayor número de animales y el crecimiento agrícola y el desarrollo de técnicas de cultivo.

Además, abarcaron una gran extensión territorial y sentaron las bases para el desarrollo cultural andino y el arte básicamente estaba vinculado con la religión.

HACE 3500 a 3000 AÑOS (1500 a.C. a 1000 a.C.) LOS WAKALOMA EN EL CONTEXTO MUNDIAL



▲ Ventanillas de Otozco, Cultura Waka Loma. (Foto: Granja Porcón Cajamarca)

Los arqueólogos japoneses Matsumoto y Terada, de la Misión Arqueológica de Tokio, afirman que Wakaloma tuvo un carácter ceremonial y la integraban unos diez templos asociados que expresaban unidad y relación ceremonial.

Constituye el primer tipo de asentamiento alfarero en el valle de Cajamarca.

Los templos se construyeron con paredes hechas en base a piedra traquita con revoque de tierra blanca y un fogón de forma circular en el centro del templo principal.

La orientación arquitectónica está diseñada hacia la fuente de agua.

Los templos eran conjuntos ceremoniales estructurado con patios donde realizaba el culto a la agricultura y la fertilidad y los campos o terrazas se irrigaban artificialmente o se inundaban.

Sostenemos que la irrigación artificial provenía del canal de Kumpy Mayu y las inundaciones de los terrenos de cultivo mediante las lluvias de invierno.



▲ Esfera de interacción de Cajamarca prehistórica. Cuadro Carlos G. Elera, Senri Ethnological Studies, vol 31, 1993 (p.230).

El arqueólogo Ryozo Matzumoto (8) (p. 98) sostiene que, "el Horizonte Temprano es algo anómalo como proceso sociocultural en la época formativa de una civilización.

Pero, si vemos los fenómenos de esta época sin prejuicio, parece ser necesario presuponer la existencia de una autoridad ideológica fuera de las comunidades regionales actuales, o por lo menos la creencia acerca de una autoridad de este tipo.

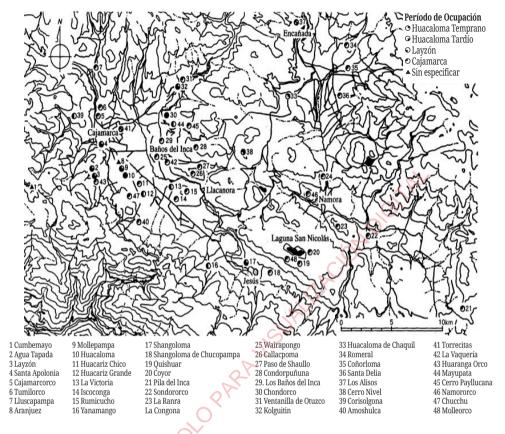
Ahora, según lo que vemos, hay una tendencia en cada investigador de enfatizar la particularidad de la cultura regional que estudia, desatendiendo la integridad macro cultural representada por la iconografía común de la época.

Creo que sería necesario readaptar y reconsiderar el concepto de "Estilo Chavín" de Gordon Willey (1971) para entender mejor la situación sociocultural del Horizonte Temprano"(8) (p. 98).

El arqueólogo y estudioso japonés Ryozo Matzumoto redefine algunos conceptos, que a través del tiempo han sido considerados irrefutables:

"En el curso del desarrollo cultural del valle de Cajamarca, se pueden distinguir dos modos de proceso sociocultural. Uno caracteriza la época formativa, especialmente el Horizonte Temprano, en que la comunidad o las comunidades regionales de Cajamarca estaban envueltas en un proceso panregional representado por un estilo artístico religioso, que se ha llamado "Chavín" o "Chavinoide", aunque cada comunidad debió haber tenido autonomía en los aspectos sociopolíticos.

En otras palabras, las comunidades regionales del Horizonte Temprano ya estuvieron diferenciadas suficientemente para tener su propio estilo de construcción, los templos gemelos de Huacaloma y su propia cerámica" (8) (p. 97-98).



▲ Sitios arqueológicos de Cajamarca (Terada y Onuki).

Hace **3500 años presentes o 1500 años a.C.** a 3.5 km al sureste del centro de la ciudad de Cajamarca y a 2800 m.s.n.m., se asentó la cultura Wakaloma temprano Pre Chavín, perteneciente al Periodo Formativo.

Wakaloma fue un centro ceremonial compuesto por una decena de templos, sobre una extensión de veinte hectáreas irrigadas con canales. Una compleja organización social, con una fuerte base agrícola y cerámica local; según confirman las excavaciones y estudios ejecutados por los arqueólogos japoneses Matsumoto y Terada, de la Misión Arqueológica de Tokio.

El canal de Kumpy Mayu debió construirse entre este

lapso histórico y cronológico y entre 200 - 300 años antes de instaurarse la cultura Chavín (1200 a.C.).

El arqueólogo japonés Kinya Inokuchi en su artículo La Cerámica de Kuntur Wasi y el problema Chavín, sostiene:

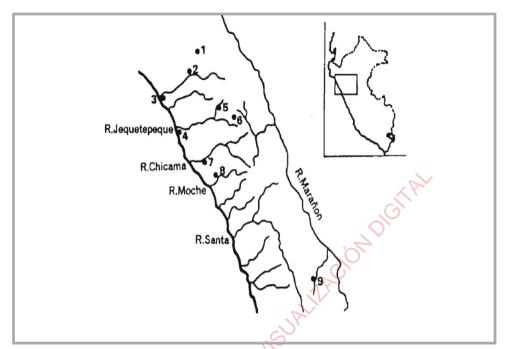
"Queda por comparar la cerámica de Kuntur Wasi con aquella de la Galería de las Ofrendas de Chavín de Huántar (Lumbreras, 1993). La Galería de las ofrendas es un recinto cerrado y subterráneo, construido al norte de la Plaza Circular del Templo Antiguo de Chavín de Huántar. Se encontraron unos 800 artefactos, principalmente de cerámica, y más de 3000 huesos de animales y humanos. Según Lumbreras: Los artefactos asociados no corresponden a una sola cultura o lugar, sino que contienen restos de diferentes procedencias y tradiciones" (Lumbreras 1993: 351).

Lumbreras ha clasificado la cerámica de la Galería de las Ofrendas en tres categorías como "cerámica ordinaria", "cerámica Chavín" y "cerámica no-Chavín", subdivididas en estilos. Dentro de la categoría "cerámica no-Chavín" que no corresponde a la tradición estilística del sitio de Chavín, aparecen dos tipos, "Raku" y "Wacheqsa", cuyos orígenes Lumbreras considera probablemente asociados a la cerámica del estilo Cupisnique de la costa norte del Perú.

El establecimiento de la Galería podría ser aproximadamente contemporánea a la fase Kuntur Wasi, o sea alrededor de 800 a.C.

Se ha descrito brevemente las vasijas de Kuntur Wasi y se las comparó con las de los sitios de las inmediaciones, como Huacaloma y Cerro Blanco, así como con Chavín de Huántar.

Los datos de la cerámica de Kuntur Wasi son muy significativos para completar la secuencia cronológica del Formativo en la sierra norte del Perú (8.2) (p. 177-178).



▲ Foto (8.1) (p. 162).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

"Onuki ha propuesto un cuadro cronológico del Formativo, según fecha dos radiocarbónicos (Onuki 1994: 88-91; 1995: 210-213).

Según este, mientras la mayoría de los centros ceremoniales de la costa y el estilo Cupisnique existían aproximadamente de 1700 a 700 a.C.

En la sierra se daban otras como la fase Huacaloma Temprano, la fase La Conga (en el sitio Cerro Blanco), Pandanche A, seguidas por la fase Huacaloma Tardío y la fase Pacopampa-Pacopampa.

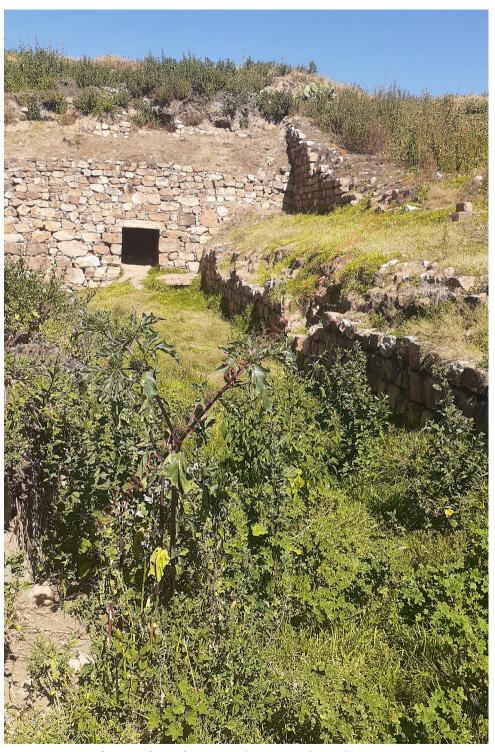
Sin ninguna duda, Chavín de Huántar era uno de los centros importantes de interacción del Formativo Tardío.

Por ejemplo, al menos en una parte de la cerámica de la fase Chavín del sitio de Kotosh" (600-250 a.C.) (8.2) (p. 177,178).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.



A Restos arqueológicos de Waka Loma. (Foto: Emilio Celis)

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

"El ser humano tiene la capacidad de convertir la habilidad de crear instrumentos en un recurso susceptible de ser transmitido socialmente de unos individuos a otros, a lo largo de generaciones. Debido a esta habilidad, las técnicas -que son procesos de creación y uso de los instrumentos- son heredables.

Las técnicas, es decir, las maneras de hacer y usar los instrumentos se almacenan en la memoria colectiva, mediante códigos sociales similares a los códigos genéticos.

Aquellos códigos son transmitidos socialmente a cada uno de los individuos que participan del grupo social donde los códigos están almacenados.

> Luis Guillermo Lumbreras, Orígenes de la Sociedad Andina (4) (p. 26).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

KUMPY MAYU LA PRIMERA GRAN OBRA DE LA INGENIERÍA PERUANA



▲ Canal Kumpy mayu tallado en piedra. (Foto: Emilio Celis)

¿QUÉ ES UNA OBRA?

La obra civil, a diferencia de la obra militar, está vinculada al desarrollo de infraestructuras para la población.

Para su desarrollo se requieren de avanzados conocimientos en física, geología, fluidos, matemáticas, diseño arquitectónico y estudio de materiales relacionados con la edificación.

Consecuentemente, ejecutar actividades constructivas afines con la infraestructura edificatoria, como el transporte en todos sus niveles, las comunicaciones con sus variantes tecnológicas, la hidráulica, los fluidos y sus especializaciones, requieren de conocimientos especializados en cada una de las materias a desarrollar.

Desde los orígenes de las antiguas culturas y civilizaciones surgidas en los hábitats geológicos y climáticos de los continentes; los estados y sus gobernantes entendieron la importancia del bien social, individual, colectivo y su significado.

En consecuencia, las grandes culturas y civilizaciones propiciaron, generaron y desarrollaron las construcciones necesarias que beneficien a las comunidades que las requirieran y necesitasen, financiándolas mediante el trabajo colectivo y/o los recaudos económicos realizados.

La orientación direccionada a sectores preestablecidos de diversas obras originó, diversos manejos políticos de los estados y gobiernos con las poblaciones y comunidades beneficiadas.

Otras obras se planificaron y construyeron por la potencialidad de su impacto colectivo, la generación de cambios sociales y económicos importantes; así como la significación religiosa o de culto en diversos sectores.

La palabra Obra proviene del latín *opera* que puede traducirse como "trabajo".

Un libro es también una Obra.

HISTORIA DEL CANAL DE KUMPY MAYU



▲ Impresionante obra del Canal Kumpy Mayu. (Foto: Emilio Celis)

La puesta en funcionamiento del canal de Kumpy Mayu fue consecuencia de un proceso de más de 2000 años de acumulación de saberes ingenieriles y de conocimientos técnicos transmitidos entre generaciones, de decantación tecnológica a través de sucesivas obras realizadas y del mejoramiento en los enunciados teóricos y de las formulaciones matemáticas, desde los conocimientos técnicos de la Civilización Caral hasta los Pacopampa y Waka Loma en la actual serranía de Cajamarca.

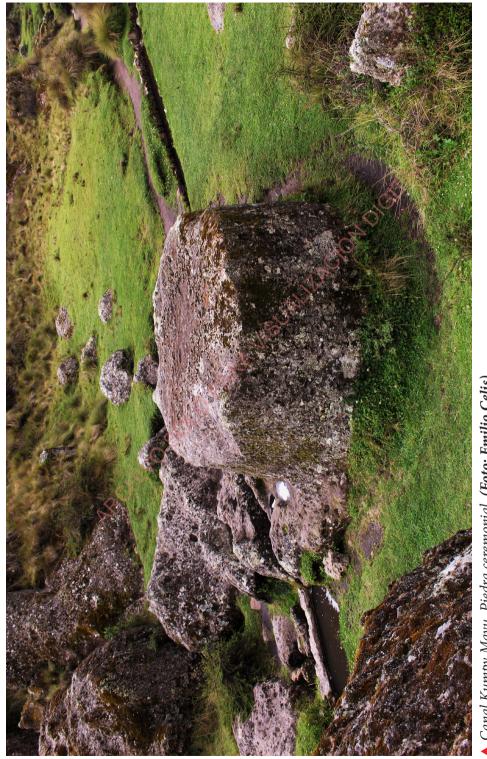
La ingeniería desarrollada en su ejecución devino en la planeación, construcción, verificación de detalles y el post mantenimiento del canal.

Se edificó sobre el intercambio oral de experiencias científicas y tecnológicas entre los artesanos, constructores y estudiosos de la ingeniería de los diferentes pueblos y culturas de esas épocas.

Kumpy Mayu, traducido del quechua significa, "Río Fino, Río Angosto o Canal de Agua bien hecho".

Aunque no existe fecha exacta de su construcción, se calcula que la ejecución del canal de Kumpy Mayu se realizó entre los años 2000 a 1800 a.C. en el Arcaico Tardío, antes Precerámico tardío y el Formativo Inferior, por datos sugeridos por Fernando Silva Santisteban.

El Ing. William Guillén Padilla, en un estudio realizado sobre el canal, señala la existencia de ofrendas y restos de los Waka Loma encontradas en la ciudadela de Wantar de Chavín; lo que presupone el intercambio étnico, cultural y religioso entre dos culturas prehispánicas.



Canal Kumpy Mayu. Piedra ceremonial. (Foto: Emilio Celis)

COSMOVISIÓN DEL CONSTRUCTOR DEL KUMPY MAYU



▲ Piedra del Sacrificio. (Foto: Emilio Celis)

El Instituto Cultural Pachayachachiq o "maestro del universo" en el artículo publicado como "Cosmovisión Andina", señala: "La cosmovisión es una forma de interpretar el mundo, lo que nos rodea, lo que vemos. Desarrollada a lo largo de 5000 años, la cosmovisión andina de los pueblos originarios quechuas se formó con la Civilización de Caral hasta llegar a los Incas y ha sobrevivido hasta hoy, en las comunidades originarias quechuas".

La cosmovisión andina es la visión de cuidado de la naturaleza, del cosmos-vivo (pachamama) y de la relación sagrada entre el ser humano y la madre tierra.

También es la visión del comunitarismo andino basado en la reciprocidad (ayni) y el cuidado de las relaciones humanas, del vivir en comunidad (ayllu) del amor y respeto a los seres vivos, a los niños y ancianos, a los árboles, las montañas, los ríos y el universo entero.

Desde hace 3000 a.C. los pueblos originarios tuvieron una manifestación profundamente religiosa integrada en la cosmovisión andina.

A esto lo llamaron «Illa Teqsi» que significa «Fundamento de la Luz» «Luz Primigenia» «Luz Eterna», pues los ancestros creían "que todo se originó del «Illa» que es la energía de la que se formó el universo".

En la cultura andina todo está impregnado de «Illa» y esta se considera «Sami» es decir, energía positiva.

Al ser la sustancia primigenia que da «ánima» «forma» y «movimiento» al universo también lo llamaron «Pachakamaq» que significa «El que anima el cosmos» «El ordenador el universo» y según afirman los cronistas Blas Valera, Guamán Poma de Ayala y Garcilaso de la Vega, tuvieron al «Illa Teqse Wiraqucha» como única deidad, siendo la luz solar del «Inti» (El Sol) su manifestación directa y por ello tuvieron al Sol, por lo más sagrado después del Illa Teqse.

La palabra quechua «pacha» tiene múltiples significados «tiempo; época; universo; tierra; mundo; cosmos; era; suelo; espacio; naturaleza; hora; fecha; región; país; lugar; la tierra; el mundo; el tiempo; piso» pero las más importantes son «espacio-tiempo» y «universo» pues «pacha» implica la manifestación de la existencia, el mundo de lo visible y lo invisible.

En la visión andina el Universo está conformado por la luz del Illa Teqse, esta da forma al universo.

Y por eso llamaron al Illa Teqse con el término de «Pachayachachiq» que significa «Maestro del Universo» pues el Illa Teqse es entendido como la sabiduría que da forma y existencia al universo.

A los distintos estados de consciencia «espacial-temporal» los llamaron «Pachakuna» y son 4: Kay Pacha que significa «El aquí y ahora» «Este espacio-tiempo»; el «Hanan Pacha que significa «Espacio-tiempo superior» el Ukhu Pacha que significa «Espacio-tiempo interior» y el Hawa Pacha que significa «Más allá del espacio-tiempo».

(Tomado del artículo "Cosmovisión Andina", Instituto Cultural Pachayachachiq)

La cosmovisión andina es mágica, la observación de su entorno sideral es sistemática, rigurosa, dominio de los astros y su influencia sobre la naturaleza.

El canal de Kumpy Mayu no solo es una obra hidráulica de inmensa valía, es una estructura, un conjunto de concepciones mágicas y rituales ancestrales.

Se ha verificado que exclusivamente, el día 17 de diciembre de cada año, se proyecta una sombra, en medio de una hornacina de 70 cm x 60 cm, al interior de una cueva del canal, como una veneración.

La piedra y el agua fueron dioses primarios en la sociedad andina, señala Jaime Deza, en su libro Cumbemayo el Camino del Agua (9) (p. 53).

El canal fue tallado en piedra reverenciada como sagrada y su altar el escenario del rito, de la llegada vivificante del Dios de la vida, el agua. El agua es el macho dominante, fecundador. La tierra es la hembra que espera ser fecundada.

El canal de Kumpy Mayu es una ofrenda a los Dioses de los Waka Loma.



▶ Petroglifos. (Foto: Emilio Celis)

EL LENGUAJE LITICO EN EL PERÚ PREHISPÁNICO

La escritura lítica generaliza su uso en el período Proto Ineolítico, hace 7000 años del presente o 5000 a.C. y culmina alrededor de los 2500 a.C. señala Alberto Cajal en la publicación Etapa Lítica: características y periodos (10). Es decir, en pleno apogeo de la cultura Waka Loma.

En este periodo cultural se perfeccionaron los instrumentos y las técnicas para trabajar la piedra, en diferentes actividades relacionadas con las edificaciones, los canales, las plataformas, derivan, como elementos para la caza y la pesca marina.

En el artículo Periodo Lítico de la Historia del Perú, señalan que: "El territorio donde habitaban los primeros pobladores, dentro de un clima variado y con desigual distribución de las aguas, modeló una determinada flora y fauna que favoreció la instalación del hombre en diversas zonas de su ámbito.

Los hallazgos arqueológicos recientes demuestran que los primeros pobladores se instalaron en zonas de altura".

Con el transcurso del tiempo, fueron descendiendo hacia zonas más bajas.

Así, entre los años 8000 y 4000 a.C. el hombre habitó principalmente la región de la Puna. Luego, entre los 4000 y 2500 a.C. ocupó la región Quechua.

Finalmente, entre 2500 y 1800 a.C. o 4500 y 3800 años presentes, el poblador bajó a la región Yunga, donde pudo aprovechar los recursos marinos existentes.

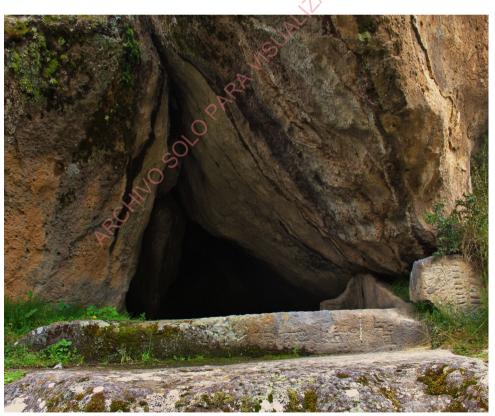
Vivían en cuevas, abrigos rocosos, ensenadas o campamentos cubiertos con pieles de animales o ramadas, tras-

ladándose de un sitio a otro, en pequeños grupos u hordas de 15 a 20 personas.

Esa forma de vida se llama nomadismo y su principal preocupación era la búsqueda de alimentos. Cazaban y recolectaban diversos animales y vegetales, los cuales los comían o consumían crudos.

Aunque conocían el fuego, solo lo utilizaban para protegerse del frío y para ahuyentar a las fieras, posteriormente lo utilizaron para alumbrarse y cocer sus alimentos.

(Tomado de Historia del Perú, Perú Lítico, López Carlos y Aguilar Juana, 2013).



▲ Impresiones líticas en el canal. (Foto: Emilio Celis)

Posteriormente, la piedra y sus instrumentos líticos permitieron a los gobernantes, ingenieros k'illikachas artesanos y/o pobladores comunes hacer grabados, precisar detalles, dibujar formas diversas, grabar animales y plantas o representar dioses.

Era una forma de comunicación no verbal, perenne, individual o colectiva para cada proceso o actividad realizada.

En las excavaciones realizadas en los asentamientos de la Civilización Caral, se encontraron grabados en piedras y rocas o piedras grabadas; también se encontraron maquetas de arcilla de sus edificaciones. Indudablemente un nivel superior en su formación cultural.

La información lítica de las culturas y civilizaciones prehispánicas se encuentran en muchos lugares del país, donde se asentaron aldeas y comunidades hace cientos y algunos miles de años.

Camino a Chivay en el cañón del Colca - Arequipa, se encuentran ocultos diez monolitos, que representan los campos de cultivo, con sus canales de riego y andenes, que reproducen el paisaje agrícola que se observa en la margen opuesta del río. Un mapa o un plano tallado en piedra.

El monolito más cercano a la carretera del cañón es una piedra solitaria tallada, de 1.20 m. de alto por 0.90 m. de base.

En las afueras de Abancay se encuentra la Piedra de Saywite. Es una roca de granito de 2.30 m. de altura, 11 m. de circunferencia, con más de 200 tallados de áreas geográficas, terrazas de cultivo, canales de riego y construcciones que fueron construidas al otro lado del río.

Se presume que los gobernantes desde esa estratégica ubicación podrían evaluar los avances de los trabajos y planificación, detectando posibles desviaciones, alteraciones o correcciones de estas.

Estos gráficos semejarían a los actuales planos, maquetas o 3D tan difundidos en la arquitectura, ingeniería de las construcciones actuales.

EL LENGUAJE DE LOS CONSTRUCTORES DEL CANAL DE KUMPY MAYU

La lengua oral original de los pobladores del Cumbe Lo Cumbicus y Wakaloma es el DEN", señala la arqueóloga Ruth Shady Solís "es la civilización Caral la creadora, originaria de la lengua madre y difusora del kewchua o quechua, masificándolo a todo el norte peruano y en el sur hasta el altiplano".

"Esta lengua fue asumida por los Incas, quienes convirtieron al kewchua en el lenguaje comunicacional oficial del imperio; respetando el uso social de las lenguas propias de las comunidades y de los grupos sociales adheridos al imperio".

La arqueóloga Ruth Shady Solís, en el artículo titulado: "Trascendencia de la Civilización Caral en el proceso cultural Andino", precisa un detalle importante sobre el uso y masificación de un lenguaje especial, para el registro de las actividades administrativas y contables realizadas en esta civilización, el uso de los kipus.

"En los centros ceremoniales de Caral se han encontrado Kipus con 5000 años de existencia, donde se supone los gobernantes registraban, mediante nudos, los diferentes datos estadísticos, económicos, poblacionales y de producción agrícola de los pueblos".

El Kipu, es una palabra derivada del vocablo quechua *Khipu*, que significa nudo, ligadura, atadura o lazada y fue un instrumento de almacenamiento de información y está formado por cuerdas de lana o de algodón de diversos colores, provistas de nudos.

Varios autores consultados, consideran al kipu como un sistema de codificación de información comparable a la escritura, pues es posible lograr más de 8 millones de combinaciones, debido a la diversidad de colores de las cuerdas, la distancia entre ellas, su ubicación, su posición y tipo de los nudos posibles.

No se ha podido precisar aún, cómo podría haberse codificado el contenido textual, más allá de algunas simples secuencias.

Hay algunos pueblos costeros y andinos que mencionan tener «escritos» en los kipus propios de sus comunidades.

El año 1590, el jesuita José Acosta refiriéndose a los kipus escribió: "Son quipos unos memoriales o registros hechos de ramales, en que diversos nudos y diversos colores significan diversas cosas. Es increíble lo que en este modo alcanzaron, porque cuanto los libros pueden decir de historias, y leyes, y ceremonias, y cuentas de negocios, todo eso suplen los quipos tan puntualmente que admira" (10.1) (p. 210).

Los incas incorporaron a este importante medio comunicacional, como son los kipus, como importante para detallar, guardar y resguardar datos importantes de los procesos gubernamentales y administrativos del imperio.

Para la construcción del canal de Kumpy Mayu, William Guillén Padilla en su trabajo de tesis, señala "la existencia de "El Plano" del canal tallado en roca, ubicado en una gruta olvidada a 50 metros del canal, el cual fue representado

mediante una línea tallada y otras líneas perpendiculares, que simbolizarían a las quebradas, por las cuales atravesaría".

En una exploración reciente, Emilio Celis Guibar fotografió esa roca con ese probable trazo y petroglifos inscritos alrededor.

Los habitantes de la cultura Waka Loma y sus ancestros, perennizaron sus actividades cotidianas, también las de connotación religiosa utilizaron el lenguaje lítico, tallando sus proyectos en roca, como fuente de información, conocimiento, capacitación, difusión y ejecución.



▲ Roca tallada con petroglifos en el trazo del canal. (Foto: Emilio Celis)

¿POR QUÉ CONSTRUIR KUMPY MAYU?

Desde épocas del Perú Prehispánico, los canales de irrigación fueron considerados obras públicas y, como tales, debieron construirse con la dirección técnica del Estado y el concurso de la mano de obra masiva, procedente de los habitantes de las diferentes aldeas beneficiarias.

Los canales de irrigación como el Kumpy Mayu habrían sido considerados referentes físicos que permitieron organizar especialmente a la población agrícola de su influencia.

Un espacio en el cual, el asentamiento de las áreas cultivables eran el nexo eficaz entre la producción y los consumidores finales.

Los ingenieros k'illikachas y técnicos debieron, asimismo, manejar el exceso de las aguas producidas entre los meses lluvias intensas, de diciembre y marzo, así como, la sustantiva merma del líquido elemento detectada en los veranos y heladas, entre abril y noviembre de cada año.

El canal de Kumpy Mayu, de acuerdo con la teoría sustentada por Orloff, "es una obra de tal envergadura y su construcción refleja el trabajo y el conocimiento de ingenieros, que solucionaban los problemas de la pendiente crítica del terreno, que calculaban y hacían mediciones topográficas de las variaciones del terreno, controlando el flujo de agua en relieves cambiantes".

El canal de Kumpy Mayu se construyó para trasvasar el agua desde una bocatoma ubicada a mayor altura, con la finalidad de disminuir las sequías agrícolas y la escasez de este líquido elemento en las laderas y las zonas bajas del canal, dotándolas del caudal necesario y suficiente para el cubrir el requerimiento acuífero de los terrenos de cultivo

y el consumo humano de los pobladores de Waka Loma y sus alrededores.

Permitía irrigar terrenos eriazos de las laderas bajas, aumentando la producción agrícola para consumo y el pastoreo de los animales domesticados de esos tiempos.

La cosmovisión religiosa de los Waka Loma exigía venerar al agua en un culto al *yaku* fertilizador y a la *pachama-ma* creadora por excelencia, la divinidad fertilizada.

Mantener un sistema continuo de agua para el consumo diario de una población creciente año tras año.

Impulsar la domesticación y crianza de animales de la región.



▲ Entrabados líticos circundantes al canal. (Foto: Emilio Celis)

"El diseño y las características estructurales de estos canales presentan una notable capacidad para controlar los flujos hidráulicos, lo que demuestra un profundo entendimiento, en los efectos de la velocidad energética de un flujo y su interés para manejarlo".

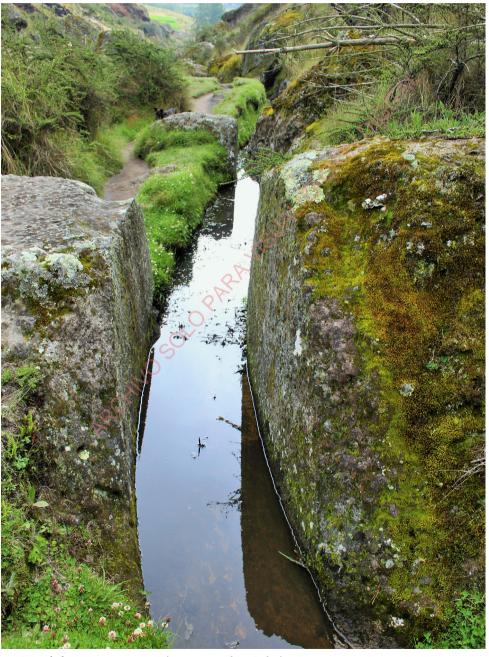
Bustamante y Crousillat (12).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

LA INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE KUMPY MAYU



▲ Canal de Kumpy Mayu. (Foto: Emilio Celis)





Entre todos los recursos, que la naturaleza le ha proveído a la humanidad para su supervivencia, el agua es el elemento más importante.

Sobre la superficie de la tierra la encontramos en grandes volúmenes en sus tres estados: sólido en los glaciares y nevados, gaseoso en las nubes y neblinas y líquido en los mares, ríos y manantiales superficiales o subterráneos.

El gran problema es que, este vital elemento se encuentra distante de los centros poblados o zonas de producción agrícola o de regadío.

Es aquí, donde la labor de los ingenieros o k'illikachas o grandes artesanos se hace importante e imprescindible para conducirlo desde su origen hasta su destino final en el menor tiempo y en el menor costo.

Es decir, planear, proyectar, diseñar, construir, administrar y mantener estructuras que permitan conducir el agua, desde una toma hasta un reservorio final, determinando su utilización o gasto de caudales, durante su longitud.

El canal se convierte en la opción más simple, básica y de mejor trabajabilidad.

Un canal es un conducto en el cual, el agua circula libremente, debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión; puesto que la superficie del líquido está en contacto con la atmósfera.

"¿Cuál es la fórmula matemática que correlaciona la longitud del canal, con la cantidad de agua a conducir, su pérdida por filtración y evaporación, el consumo y las áreas de los terrenos a irrigar y cultivar?

¿Cómo calcular la velocidad, resistencia e impermeabilización, reduciendo al mínimo las pérdidas de agua a trasladar?, se pregunta Jaime Deza en su publicación" (9) (p. 36).

Conocer los fundamentos básicos sobre la hidráulica de canales es sumamente importante para un buen diseño.

Determinar los diferentes comportamientos que pueda tener un canal, a lo largo de su recorrido, debido a los cambios de pendientes en los diferentes tramos, es trascendental para un buen planeamiento.

También, es tener el conocimiento adecuado de los diferentes métodos de análisis, para un buen planeamiento y diseño de manera simple y ventajosa.

El planeamiento de un proyecto de irrigación comprende el diseño del canal, las obras de arte colaterales y el costo.

Uno de los factores clave de un proyecto de riego es el caudal; parámetro importante que se obtiene relacionado, entre otros parámetros como, el tipo de suelo, las áreas a cultivar o irrigar, las condiciones climáticas, la topografía, etc.

Las variables hidráulicas fueron conocidas por sus k'illikachas Cumbicus y Waka Loma.

Tuvieron conocimientos sobre la geometría del canal, las medidas topográficas y el control hidráulico, sus dimensiones no constantes, la perfección del tallado en la roca y la piedra, permitiéndoles alcanzar la eficiencia necesaria en la conducción del agua, sin filtraciones ni embalsamientos ni sedimentaciones ni erosiones.

DISEÑO DEL CANAL

La importancia de la construcción del canal de Kumpy Mayu radica en la formulación matemática de su diseño, en el tratamiento del agua para su abastecimiento y en las técnicas diversas utilizadas para tallar y transformar la piedra.

Supone también, la manifestación y expresión de vastos conocimientos científicos, geodésicos, topográficos, hidráulicos y agrícolas adquiridos de la Civilización Caral, de la cultura Paijanense y de la cultura Ucayali.

El canal de Kumpy Mayu es producto de la causalidad; es decir, como origen o principio de una transformación agrícola y de bienestar colectivo.

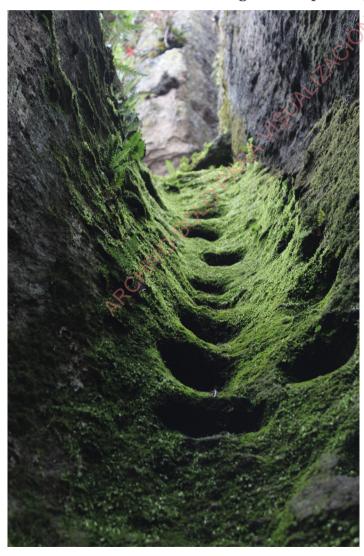
La relación causa y efecto: la construcción del canal y su impacto en la comunidad Waka Loma y alrededores.

Para su construcción, los ingenieros k'illikachas y artesanos Waka Loma conocieron ampliamente, sobre el manejo de caudales, tratamiento de suelos, subsuelos, estratos y climas. Además de la información sobre procesos líticos y del uso de productos vegetales para el procesamiento y acondicionamiento de piedras y rocas.

Con las experiencias constructivas acumuladas por cientos de años, provenientes de las culturas circundantes, los ingenieros k'illikachas de El Cumbe o los Cumbicus y los Waka Loma, emprendieron la gran tarea de ubicar la bocatoma en el lugar correcto y preciso, y a partir de este detalle, plantear el mejor diseño, con la menor pendiente, que no erosione a la piedra ni empoce el agua, a lo largo de 9 ooo metros lineales de longitud; de lo que en el tiempo, sería la primera gran obra de ingeniería en el Perú: El canal de Kumpy Mayu.

Se diseñó y construyó mediante el intercambio de técnicas constructivas, de metodologías de trabajo y de la implementación de altas tecnologías, utilizadas anteriormente, por culturas y civilizaciones del entorno, que incluye la acumulación de conocimientos desde la Civilización Caral.

La belleza constructiva de este canal refleja la sabiduría y conocimientos de sus constructores; símbolo del saber de los ingenieros k'illikachas Waka Loma, asombro científico de la hidráulica de la ingeniería prehispánica.



Zona aledaña al canal de Kumpy Mayu. Humedales aledaños. (Foto: Emilio Celis)

"Hemos tenido ocasión de indicar sus semejanzas con la de los distintos estados preincaicos, en especial con el antiguo Egipto, con la antigua Persia y la Asiria.

Podríamos amplificar sin esfuerzo el tema de estas semejanzas tan obvias.

Pero la mayor es indudablemente con la China."

"Los peruanos, escribe Prescott, se parecían a los chinos en su absoluta obediencia a la autoridad, en el carácter suave, aunque un tanto terco, en la cuidadosa observancia de las formas, en el respeto a los antiguos usos, en la destreza para trabajar objetos minuciosos y prolijos, en su género de inteligencia mucho más imitativo que inventivo, y en la invencible paciencia con que suplían la falta de un espíritu audaz para la ejecución de grandes empresas"

José de la Riva Agüero y Osma (11).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO



▲ Pago al agua dentro del canal. (Foto: William Guillén)

ANTECEDENTES

L'anal de Kumpy Mayu escribe: El acueducto de Kumbe Mayu o Cumbemayo, que suministraba agua a la antigua Cajamarca, según relata el P. Alberto Gordillo (1939), fue encontrado en 1937 por Ernesto Puente, administrador entonces, de la hacienda San Cristóbal (Valle de Chilango, cerca de Magdalena); al limpiar el terreno quedó al descubierto una acequia labrada en roca, así como pedrones y paredes con inscripciones Petroglíficas.

El 28 de mayo de 1938, el P. Alberto Gridillo visitó Cumbemayo, publicando posteriormente, en 1939, unas notas sobre esta obra hidráulica.

El arqueólogo peruano Julio C. Tello, en 1941, luego de una expedición arqueológica al Marañón, visitó la zona, haciendo una descripción corta del acueducto.



▲ Acequia Cumbemayo. Agua Tapada. Cruce de la acequia con el camino de herradura. Valle de quebrada San Vicente y el cerro el Cumbe al fondo. (Foto: G. Petersen G. 18-06-1947)

GEORGE PETERSEN G. Y LA PRIMERA GRAN INVESTIGACIÓN

El 18 de junio de 1947, el ingeniero Georg Petersen G., profesor emérito de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), realizó la primera gran investigación con criterio técnico y de ingeniería, publicando posteriormente el estudio: "Cumbemayo, Acueducto Arqueológico que Cruza la Divisoria Continental (Departamento de Cajamarca, Perú)" en la revista Tecnia de la UNI, el año 1969 (4) (p. 113).

Dentro de los confines del Perú antiguo se construyeron numerosas obras hidráulicas, con el propósito de regar artificialmente, terrenos de cultivo tanto en la costa como en ambas vertientes de los Andes, según atestiguan importantes restos conservados a través de los tiempos.

La bibliografía arqueológica del país ofrece datos interesantes sobre varios de estos casos; pero, por lo general, carece de un estudio cabal de los principios técnicos aplicados.

Poca atención han merecido aquellos trabajos hidrológicos, que sirvieron de acueductos, para el abastecimiento de agua a centros urbanos.

En la antigüedad el aprovisionamiento de agua para usos domésticos no constituía, comúnmente, un gran problema dado el volumen exiguo que se requería, pudiéndole extraer de riachuelos, canales de regadío o pozos excavados a poca profundidad donde era practicable.

Pero existen casos, como por ejemplo en Cajamarca, donde los antiguos pobladores se vieron enfrentados a problemas que les obligaron a recurrir a obras de gran envergadura, que por la época en que se realizaron, causan admiración y elogio.

George Petersen inspeccionó la acequia de Cumbemayo, en compañía de la fotógrafa alemana Elena Hosmann, quien publica las primeras fotos en blanco y negro del acueducto, que muestran al mundo la belleza arquitectónica y constructiva del canal.

En el artículo de la referencia, el ingeniero Georg Petersen G. escribe como resumen de su investigación:

"El acueducto de Cumbemayo tiene una longitud de 9 000 m construidos parcialmente en el lado occidental de los Andes, con el propósito de conducir agua cruzando la divisoria acuarium hasta Cajamarca, en el lado oriental de los mismos" (4) (p. 113).

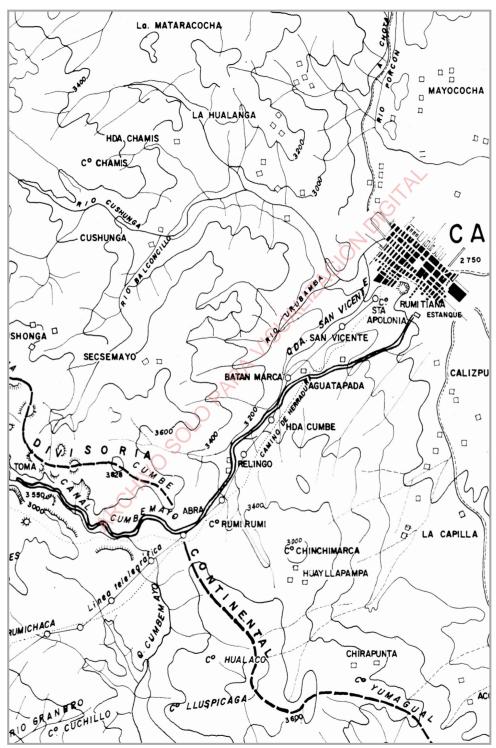
La singular obra se ha construido parcialmente en roca y está asociada de construcciones y pictografías de significado religioso. (4) (p. 112).

La palabra *kumbe*, según lo descrito en una publicación de 1890 por E. W. Middenfort, lo relaciona con la palabra quechua *kumpa* que significa peñasco movedizo o galga que se precipita de los cerros.

El ingeniero George Petersen G. en referida revista, describe:

Al completar el recorrido de la acequia de Cumbemayo, en el extremo de las afueras de Cajamarca, verificamos el hecho significativo que esta obra de ingeniería hidráulica cruzaba la divisoria continental, conduciendo las aguas de la vertiente del Océano Pacífico a la cuenca del río Amazonas, y, por ende, al Océano Atlántico.

Por tanto, el flujo de este sistema fue contrario a la tendencia actual de llevar aguas del lado oriental de los Andes hacia la costa, para el regadío de los terrenos desérticos.



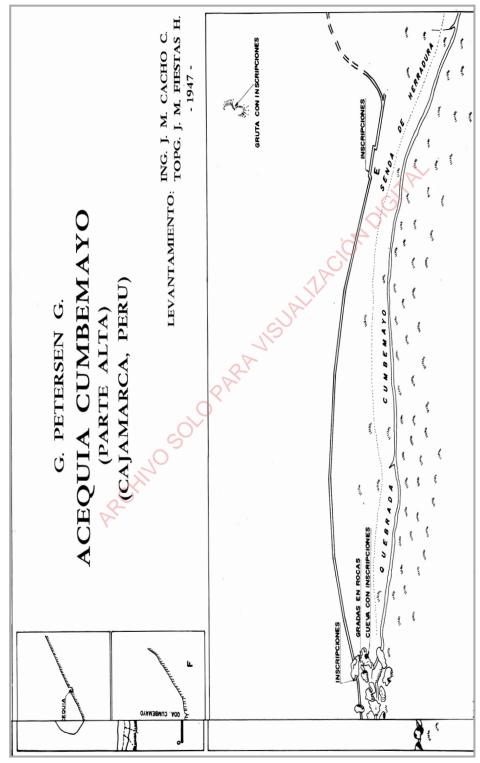
Plano topográfico del canal, George Petersen, 1947.

Ante el caso asombroso de Cumbemayo que, según se sabe, es único en la hidrología andina y no existiendo ninguna representación cartográfica de su recorrido, se resolvió realizar un levantamiento topográfico integral del mismo.

El Ingeniero cajamarquino J. M. Cacho C. y el topógrafo J. H. Fiestas H. realizan el primer levantamiento topográfico de la Acequia Cumbemayo.

Este levantamiento topográfico lo realizan desde el inicio de la toma de aguas, hasta el estanque final en Santa Apolonia, con una longitud de 9000 metros lineales (4) (p. 136-137).

Esta información de campo luego fue procesada en gabinete, para luego ser dibujadas, en un plano a curvas a nivel y dos planos de detalles, del recorrido de este canal, sin prever que, en el tiempo, su trabajo sería piedra angular para que el canal de Kumpy Mayu, sea considerada la primera gran obra de la ingeniería peruana.



▲ Plano del Canal de Cumbemayo, Petersen, 1947.

▶ Plano N° 3 y Detalles, George Petersen G., 1947. FRAILONES ABRADA EN ROCA VOLCANICA DE LA ACEQUIA CUMBEMAYO DETALLE DE LA SECCION No. 1 PLANO No. 3

110 | Kumpy Mayu

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



▲ Túnel del canal. (Foto: Emilio Celis)

¿QUÉ ES UN CANAL?

Un canal de riego es una vía que se construye con la finalidad, de que el agua llegue a zonas, donde se requiere complementar el uso y consumo del agua generado por precipitación o lluvias sobre un terreno.

Cronológicamente, los canales de irrigación han sido elementos vitales para conducir el agua para irrigación y/o consumo humano. Significa la diferencia entre el hambre y el sustento colectivo.

Excavaciones arqueológicas realizadas en diversos lugares del orbe datan su existencia desde hace 4000 a.C. y en Caral desde 3000 a.C.

En su forma más elemental, un canal de irrigación es una zanja llena de agua. Generalmente, un canal de irrigación es una excavación en el suelo o sobre roca proporcionando la máxima eficiencia.

Otra forma es construir las paredes utilizando tierra seca compactada o labrada en roca y/o con piedra y roca tallada en bloque colocadas alineadamente, conectándola a una fuente de agua, solo cuando está totalmente construida.

Una de las dificultades en el diseño y validez de un canal de irrigación es el flujo confiable, el riesgo de recorrer grandes distancias y los cambios buscos de altura.

Un canal de irrigación debe considerar, además:

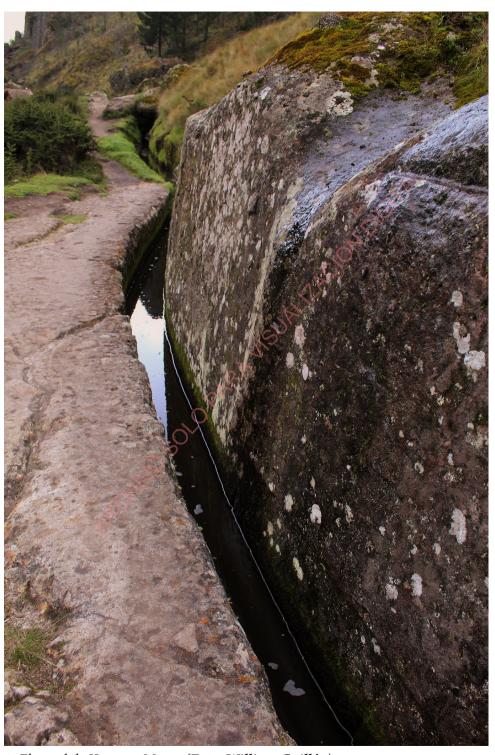
Controles de nivel, destinados a mantener el nivel de agua dentro de un cierto rango, con una pendiente descendente mínima.

Controles de seguridad, que eviten daños en la estructura y el recorrido, por alguna falla de operación o fluencias de caudal.

Los canales adicionalmente tienen características que deben considerarse para entender la dinámica de fluidos que contienen.

Una de ellas es el borde libre, definida como la distancia o altura desde la superficie del agua hasta la parte superior del canal y permite que las ondas de las aguas oscilen sin salirse del canal.

Otra característica necesaria, según Chow, 2004 es la pendiente longitudinal del fondo del canal para el flujo normal del canal.



▲ El canal de Kumpay Mayu. (Foto: William Guillén)

TRAZO DEL CANAL DE KUMPY MAYU

En el transcurso de los tiempos y las historias de los pueblos de todas las culturas y civilizaciones, hasta los tiempos presentes; las metodologías básicas para el trazado de los canales de irrigación superficiales, en todas las latitudes, naciones y topografías; no han variado mucho.

Los parámetros permanecen en el tiempo.

Los ingenieros o k'illikachas Waka Lomas y sus ayudantes caminaron detenidamente la zona, anotando los menores detalles topográficos y de estructura del suelo que influyeran en el probable eje de su trazo.

Determinado el punto inicial o bocatoma en la zona de los Cumbicus o Cumbes, los K'illikachas hicieron un primer trazo tentativo inicial hasta llegar al reservorio final, ubicado a 500 metros de la colina de Santa Apolonia.

Posteriormente, realizaron un trazo preliminar, pintando líneas paralelas con tierra caliza blanca; plantando estacas cada determinada longitud, tomando muestras para determinar la calidad de los suelos, anotando las dificultades topográficas, dejando señales para determinar una poligonal y con el estacado colocado, confirmar la posterior nivelación.

Sobre el suelo preparado y apelmazado, dibujaron las secciones transversales, entre estaca y estaca, señalando las pendientes, anchos y profundidades, de acuerdo con criterios técnicos preestablecidos, incidiendo en las secciones aguas abajo, para que, en su construcción no existan problemas con la contracción y la expansión, evitando posteriores disturbios hidráulicos.

Los canales antiguos y prehispánicos generalmente han sido trazados en el sentido de la pendiente del terreno y transversal a los andenes o terrazas de uso.

También es frecuente apreciar el aprovechamiento de la escorrentía de los cauces naturales producidos por las lluvias y deshielos.

En algunos casos pueden verse canales horizontales, que discurren paralelos al trazo de los andenes o las terrazas agrícolas o al curso del agua de los canales.

En las faldas de los cerros o las lomas de las colinas es frecuente apreciar el trazo transversal o ligeramente diagonal a la pendiente de los canales.

Este trazo, sería un sistema de diseño desarrollado para la captación del agua de escorrentía producida por las lluvias a través de las faldas de los cerros, aumentando su volumen de captación.

Estudios más detallados verificarán si se trata de un recurso tecnológico relacionado con el manejo de las cochas en las lomas, como fuentes de generación de agua.

CARATERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL CANAL DE KUMPY MAYU



▲ Ángulos a 90°. (Foto: Emilio Celis)

Las características hidráulicas están relacionadas con Lel manejo de agua en canales de irrigación. Técnicamente, se utiliza un vocabulario propio que definen diversos criterios especializados en la materia, que los ingenieros k´illikachas ancestrales debieron conocer, manejar e implementar, como:

Talud: Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral del canal. Ancho superficial o espejo de agua: es el ancho de la superficie libre del agua.

Área hidráulica: Es la parte del conducto del canal que está en contacto con el líquido. Radio hidráulico: es la relación del área hidráulica con respecto a su perímetro hidráulico.

Profundidad hidráulica: Es la relación entre el área hidráulica y el espejo de agua. Factor de sección para el cálculo de flujo crítico: es el producto del área hidráulica y la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica.

Rugosidad de las paredes: Está en función a los materiales con que están construidos, el acabado y el uso. Es fundamental para el cálculo hidráulico y el buen desempeño de las obras hidráulicas.

Flujo transitorio: Es una condición de dinámica de fluidos, en los cuales la velocidad y la presión de un flujo del fluido; cambian con el tiempo debido a cambios en el estado del sistema.

Flujo en régimen crítico: Se sucede cuando el agua contiene partículas en suspensión, formándose un depósito de sedimentos aguas arriba del vertedero, resultando un cambio gradual en el coeficiente de descarga del canal.

Flujo con curvatura: Sucede cuando se presentan curvas en los canales y varían por la fuerza centrífuga gene-

rada en la parte exterior de la curva; en tanto en la curva interior aparece una depresión en el nivel del agua. Los cambios de elevación y las perturbaciones secundarias generadas por las curvas de los canales; pueden ir desde la erosión o socavamiento hasta el depósito o almacenamiento de los sedimentos y partículas en suspensión. Podría originar, además, la posibilidad de desbordamiento por falta de borde libre del canal.

Flujo en transiciones: En condiciones normales de diseño, todos los canales requieren de alguna estructura de transición en la orientación del cauce.

La transición en un canal está dada por una estructura diseñada para cambiar de forma o modificar el área de sección transversal del flujo del agua.

Flujo uniforme: Se produce cuando cumple con las siguientes características; la profundidad, el área hidráulica, la velocidad y el caudal en cada sección del canal son constantes y la superficie del agua y el fondo son paralelas.

Salto hidráulico: Es el fenómeno producido cuando el agua discurre en una pendiente pronunciada y a alta velocidad se descarga en un área de menor velocidad, produciendo un aumento abrupto e inesperado en la superficie del canal.

INICIO DEL CANAL



▲ Cochas y humedales afluentes del canal. (Foto: Emilio Celis)

La acequia de Cumbemayo o Kumpy Mayu, hoy par-Licialmente destruida, se inicia a la altura de aproximadamente 3550 m.s.n.m. a 7.5 km al oeste de Cajamarca, en las faldas occidentales de la agrupación de los cerros Cumbe (Kumbicus); tiene el propósito de recolectar las aguas de las chorreras que bajan de los cerros Majoma, Yanacaga, Consejo, Frailones y Cumbe, sitio en la Divisoria Continental.

Las arterias fluviales referidas son tributarias de la quebrada Cumbemayo o Kumpy Mayu o Cumberrío.

En condiciones naturales, sus caudales discurren hacia el río Magdalena - Chilete - Jequetepeque que desemboca en el Océano Pacífico; pero en la antigüedad, el acueducto de Cumbemayo los condujo pasando el divortium Aquarium andino hasta la población de Cajamarca (4) (p. 113)

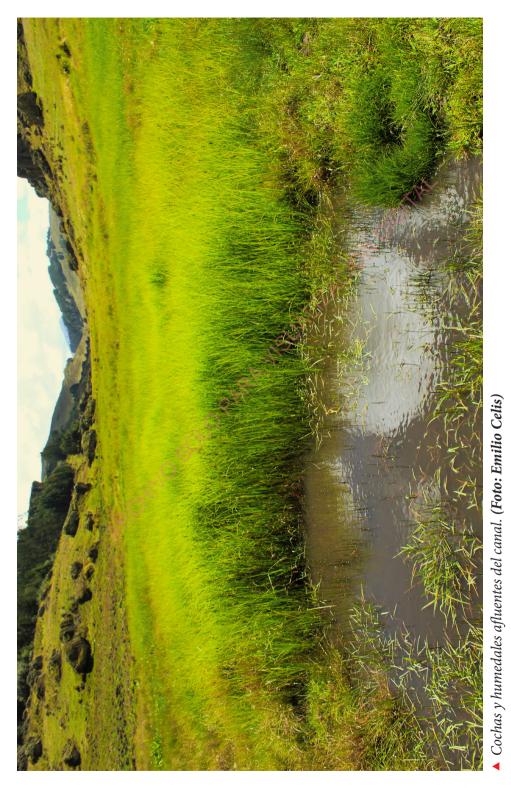
Emilio Celis Guibar en una reciente exploración al canal, señala la existencia de un colchón de humedales a 3585 m.s.n.m., donde afloran 7 estancos de agua, algunos cubiertos con gramíneas y musgos de colores verde, azul o granate o sus combinaciones o limpios y transparentes, donde se reflejan las nubes o el hermoso azul, del cielo cajamarquino.

Devienen en las chorreras que bajan de los cerros Mojoma, Yanacanga, Consejo, Frailones y Cumbe y derivan al río Magdalena afluente del Jequetepeque, las cuales se desvían hasta 2800 m.s.n.m. hasta dos pozas, al pie del cerro Santa Apolonia, en la ciudad de Cajamarca.



Cochas y humedales afluentes del canal. (Foto: Emilio Celis)

Cochas y humedales afluentes del canal. (Foto: Emilio Celis)



Fransiles Gallardo Plasencia

LA BOCATOMA



▲ Vista panorámica de la Bocatoma del Canal. (Foto: Emilio Celis)

El criterio hidráulico básico determina, que cuanto más alto se ubique la captación de la bocatoma del canal, mayor será el área de tierras a irrigar.

La captación del agua es un dique cuadrangular de 2 metros de lado y el fondo a 3578 m.s.n.m. con coordenadas 7° 11′27,1" LS – 78° 34′57,4" LO, según señala William Guillén.

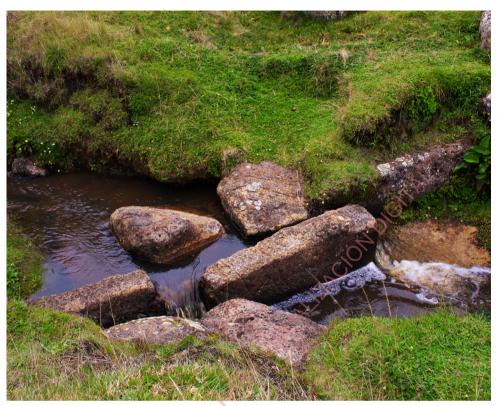
La bocatoma del canal está formada por 2 piedras talladas de 1.00 m x 0.80 m x 0.10 m incrustadas dentro de la captación, con un vertedero trapezoidal tallado en la misma piedra de 30 cm x 20 cm.

Para controlar la velocidad de llegada del agua al vertedero, los ingenieros k'illikachas Wakaloma colocaron una piedra triangular de bordes redondeados para que el agua fluya del vertedero, colisionando con una roca labrada, con el cual se regula la velocidad de ingreso al canal, originando un imperceptible efecto remolino o turbulencia.

"Es interesante notar que, en algunos casos, aún es posible observar claramente la disposición de piedras de regular tamaño en el cauce de estos canales, y más, cuando se aprecia que su ubicación coincide con la de los puntos de ingreso del agua desde el canal, hacia las terrazas correspondientes.

Aparentemente, se trataría de una forma de facilitar la derivación del agua que corría por los canales al nivel de cada terraza, si bien es posible que, al mismo tiempo, este recurso técnico limitara la velocidad del agua, controlando los riesgos de erosión y desborde de los canales".

Tomado de "Paisajes Culturales y Desarrollo Territorial en los Andes" - José Canziani Amico, Departamento de Arquitectura - Pontificia Universidad Católica del Perú Cuadernos de Arquitectura y Ciudad - Edición. Digital_001.



▲ Bocatoma. (Foto: Emilio Celis)

PENDIENTE PROMEDIO

Los cálculos y mediciones realizadas por técnicos y especialistas de todos los estudiosos e investigadores de la ingeniería moderna y actual; determinaron que la pendiente promedio del canal de Kumpy Mayu es de 1 a 2 milimetros por metro lineal.

Esta mínima pendiente evita la erosión de la piedra tallada y la sedimentación en el fondo del canal, señala el ingeniero William Guillén.

Este canal es la evidencia del desarrollo de una ingeniería de alto nivel y del tratamiento absoluto del tallado y el empalme de las piedras, evitando filtraciones, acorde a las pendientes planteadas. El entrabe entre las piedras labradas del fondo; así como el tallado directo en la roca del fondo y las paredes laterales, sigue un lineamiento y una pendiente casi perfectas para que el agua discurra sin turbulencias y sin velocidades no calculadas.



▲ Pendiente del canal. (Foto: Emilio Celis)

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

"La construcción de este canal, es una obra de grandes planificadores con grandes conocimientos, básicamente en topografía e hidráulica.

Los constructores manejaron el paisaje, la velocidad del agua, la calidad de los acabados y el manejo racional de los recursos".

William Guillén.

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

FUNDAMENTOS CONSTRUCTIVOS

Para el diseño de un canal se deben considerar los fundamentos de ingeniería hidráulica actual, y para ello, los ingenieros Waka Loma o k'illikachas de Pako Pampa, debieron tener una alta formación académica y profesional, que les permitieran realizar, entre otros, los siguientes procesos de cálculo y diseño:

Análisis de estabilidad:

Plantea hipótesis de carga, factores de seguridad a deslizamientos, volcamiento, capacidad portante, flotación subdrenaje y pestaña de estabilización.

Análisis estructural:

Plantea hipótesis y combinaciones de cargas para obtener esfuerzos máximos de los diferentes elementos, para la determinación de momentos entre los apoyos y las luces, con los esfuerzos cortantes máximos y las cargas axiales máximas.

Permite elaborar diagrama de momentos, cargas axiales y cargas cortantes

Máxima Eficiencia Hidráulica:

Considerà el espesor de piso, el espesor de las paredes, el tirante de agua, el nivel de saturación y coeficientes hídricos. Implica la relación entre las dimensiones de la sección transversal del canal, aplicando el criterio de sección de máxima eficiencia hidráulica.

Diseño de rasante:

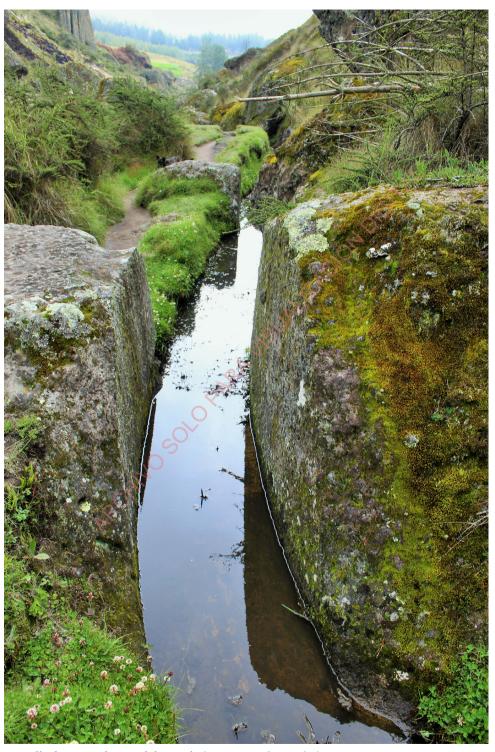
Analiza los puntos de captación y puntos de confluencia. Los cálculos verifican que la pendiente de la rasante de fondo, en lo posible, debería ser igual al pendiente natural promedio del terreno. La velocidad del caudal del canal de irrigación estará en función con el tipo de revestimiento, al lecho natural o la aspereza del labrado de la piedra o roca, que permita la obtención de su máxima eficiencia y la mínima infiltración. En los casos que existieran fuertes pendientes, se proyectan caídas o saltos de agua.

Por todos estos conocimientos teóricos de hidráulica y los cálculos hidráulicos; debemos suponer que los ingenieros k'illikachas Waka Lomas, conocieron los fundamentos del riego por gravedad y el manejo de la topografía del terreno.

Controlaron la velocidad del agua del canal, en lugares donde los desniveles eran muy pronunciados y los espacios muy reducidos, para lograr su desarrollo, ampliando o reduciendo las longitudes y profundidades del canal, acordes con la superficie.

Con la finalidad de obtener el mejor diseño, variaron el trazo, usando figuras geométricas, como curvas, semi curvas, ángulos rectos y ángulos en zigzag para lograrlo.

Las definiciones adjuntas son los conceptos de los cursos de mecánica de fluidos universitarios.



▲ Tallado y pendiente del canal. (Foto: Emilio Celis)

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANAL KUMPY MAYU



▲ Tramo del canal Kumpy Mayu. (Foto: Emilio Celis)

 $E^{\rm l}$ canal, en promedio, se encuentra a 3550 metros de altura y a 25 km de la ciudad de Cajamarca, con un recorrido total de 9 000 metros de longitud.

De acuerdo con el estudio realizado por George Petersen, descubrió tres segmentos diferenciados.

Primer tramo, del acueducto de Cumbemayo, Kumpy Mayu tiene 850 metros de largo, a partir de la Toma, labrado esmeradamente, en roca volcánica de color blanquecino, que aflora en dicho sitio como también en otras áreas de los alrededores de Cajamarca, donde se destaca por sus estructuras columnares esculpidas, producto del intemperismo.

La dureza de la toba es relativamente baja, por lo que se

presta fácilmente a los trabajos de pica pedrería.

Continúa con la descripción: El canal, cuyas dimensiones varían entre 35 a 50 cm. de ancho y 30 a 65 cm. de profundidad, recorre, por lo general, el centro de un andén; en aquellas partes donde se rodea un barranco, el andén suele hallarse tan solo exteriormente.

La acequia se extiende por la margen izquierda de la quebrada Cumbemayo o Kumpy Mayu, a excepción del trecho central donde ocupa la margen derecha cruzando el río por medio de dos puentes para facilitar el paso de una banda a otra.

Segundo tramo, señala el ingeniero Petersen mide más de 2600 m de longitud, extendiéndose desde el término del canal cortado en roca hasta alcanzar el abra en la Divisoria Continental, a unos 3510 m.s.n.m.; ha sido excavado en la ladera del cerro Consejo.

En el Abra se observa un terrado semidestruido que probablemente representa una defensa estratégica antigua.

Tanto el primero como el segundo tramo han sufrido daños e interrupciones por la acción de la erosión en el transcurso de los siglos (4) (p. 114).

Tercer tramo, continua en la descripción del canal de Cumbemayo o Kumpy Mayu, el ingeniero George Petersen G. el año 1947: Tiene una longitud de 5650 metros; desciende por la quebrada San Vicente pasando por Relingo hasta el sitio llamado Agua Tapada donde, mediante un canal elaborado igualmente en roca, atraviesa el camino de herradura entre la Cumbe y Cajamarca; continúa luego a lo largo de una quebradita hasta un Reservorio que se ubica al pie del cerro Santa Apolonia; a más o menos 500 metros al sur oeste del Colegio Nacional de San Ramón.

Las dimensiones de este estanque son aproximadamente de 25 x 30 m.

El arqueólogo Julio César Tello en su visita a Cajamarca en 1941 a Cajamarca menciona dos grandes pozas, en parte visibles todavía, al oeste de la ciudad, ocultas por las tierras de cultivo que hoy cubren sus lechos (4) (p. 114).

Los constructores del canal poseyeron avanzados estudios de ingeniería hidráulica, geología, astronomía y cosmología. Conocían que el río Mashcón, llevaba sus aguas a otros ríos y otros mares.

EL RESERVORIO FINAL: El ingeniero George Petersen G. en su artículo "Cumbemayo: Acueducto Arqueológico que cruza la Divisoria Continental (Departamento de Cajamarca; Perú) señala que: "A lo largo de una quebradita, el canal de Cumbemayo llega hasta un Reservorio que se ubica al pie del cerro Santa Apolonia, a más o menos 500 metros al sur del colegio San Ramón".

Las dimensiones de este estanque serían aproximadamente de 25 x 30 m.

El arqueólogo Julio César Tello en su visita a Cajamarca en 1941, menciona dos grandes pozas, en parte visibles todavía, al oeste de la ciudad, ocultas por las tierras de cultivo que hoy cubren sus lechos (4) (p. 114).

Lamentablemente, ese reservorio y pozas finales han desaparecido en el tiempo.

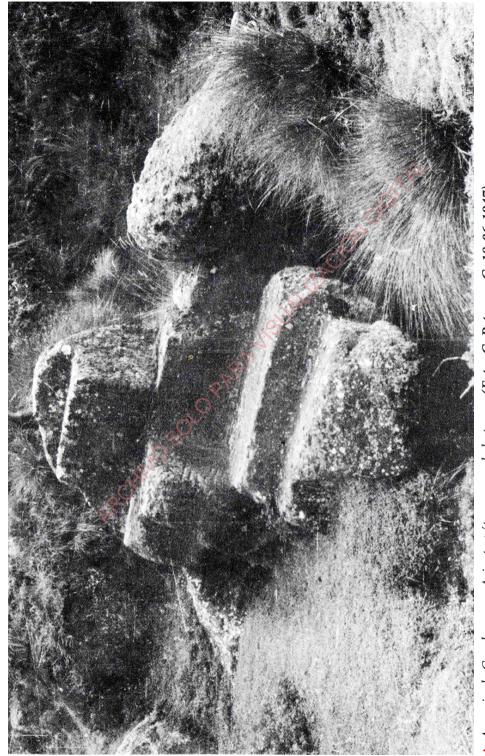


▲ Tramo labrado en roca del canal. (Foto: Emilio Celis)

OBRAS CULTURALES COMPLEMENTARIAS

La construcción del canal de Kumpy Mayu está aso-Liciado con labores líticas y diversas manifestaciones culturales; las cuales, según señaló en su momento el Ingeniero George Petersen G. en el artículo de la referencia, señala:

- a. Una "mesa redonda" en forma de cono truncado, labrado en roca volcánica, de 3.00 m. x 1.10 m. de alto, se le considera como altar de sacrificio.
- b. Varias gradas de rocas, a veces con asientos asimétricos; representan posiblemente sillas ceremoniales o lugares de sacrificio.
- c. Un grupo de asientos con plataforma para sacrificios.
- d. Cuevas, grutas y una especie de templete, con o sin gradas excavadas en roca.
- e. Pictografías y figuras talladas en alto y bajo relieve; se les encuentra sobre rocas aisladas, paredes del canal y peldaños, así como sobre muros de grutas y cuevas; consistentes en rayas curvas, círculos, semicírculos, cuadrados y combinaciones de estos elementos; se les atribuye significados religiosos (4) (p. 115).



Acequia de Cumbemayo. Asiento pétreo cerca de la toma. (Foto: G. Petersen G. 18-06-1947)

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

"Estas manifestaciones demostrarían que, las ructuras hidráulicas preincas fueron efectivos aductores de fluios hidráulicos, por lo cual no

estructuras hidráulicas preincas fueron efectivos conductores de flujos hidráulicos, por lo cual no hay que dudar, sobre su denominación como canal o de su función hidráulica".

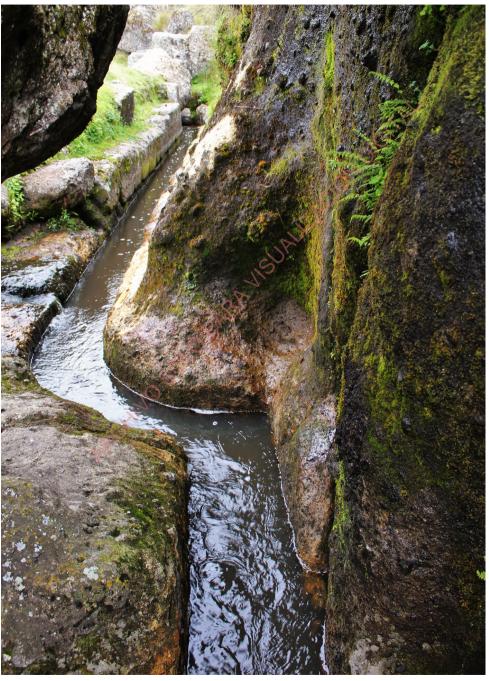
Contreras y Keefer (14) (2009).

PRCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

ARCHINO SOLO PARA VISUALIZACIÓN DIGITAL.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL CANAL DE KUMPY MAYU



▲ Impresionante construcción en roca del canal. (Foto: William Guillén)

 $E^{\rm l}$ canal de Kumpy Mayu tiene las características técnicas siguientes:

Longitud: 9000 metros lineales medidos desde la bocatoma al reservorio final.

Curvas: El círculo y el cuadrado son las figuras geométricas del diseño del canal, cuyos segmentos constituyen las curvas de 90 grados, enlazando tramos rectos, proyectados en un arco de curvatura circular.

El trazado fue realizado por el principio del compás; utilizando una cuerda, la cual, al girar sobre el centro de curvatura, une los tramos rectos.

Estas curvas se encuentran en los inicios del canal.

El ancho del canal varía de 35 a 50 cm.

Las curvas permiten que el agua fluya controladamente, sin erosionar las rocas laterales del canal.

Las esquinas en escuadra plantean diversas incógnitas y mayor misterio a la obra.



▲ Curvas y radios mínimos labrados en piedra. (Foto: William Guillén)

Radios mínimos: El cambio brusco de dirección del agua, se sustituye por una curva cuyo radio es mínimo, dado que al trazar las curvas se ahorre energía, es decir, la curva será hidráulicamente, más eficiente.

Ángulos en escuadra: Se construyeron quiebres del canal con 4 ángulos en zigzag de 90 grados y con 2 ángulos, con las mismas características.

Estos tallados en roca y a escuadra, disminuyen la velocidad del agua, debido a los cambios de dirección hasta alcanzar velocidad mínima, sin originar erosiones en las paredes, ni sedimentación en el fondo,

Sección rectangular: Son utilizados en canales construidos con materiales estables, revestidos, excavados o trabajados en roca.

El contacto entre el agua y los lados verticales del canal causan fricción, en función de la suavidad o aspereza del material trabajado.

En las acequias naturales, la cantidad de vegetación adherida en sus lados influye en la rugosidad, así como cualquier irregularidad que genere turbulencia.

La profundidad excavada en la roca: Varía entre 10 y 30 cm. y en sus partes altas entre 30 cm. y 1.00 m.

Caudal: Es de 0,0743 m³/seg en pendientes casi rasantes de 1 a 3 mm x metro lineal y en algunas secciones de hasta 7 mm x metro lineal.

Desde su origen hasta el término del 2° tramo, en promedio es de 1,6 m x km de longitud, lo que permite una velocidad de 0,2935 m/seg.



▲ Impresionantes formas geométricas labradas en piedra. (Foto: William Guillén)

PENDIENTES DE LA RASANTE



▲ Tramo recto del canal evidenciando su pendiente. (Foto: Emilio Celis)

En un canal abierto, el flujo de agua encuentra resistencia aguas abajo. Esta resistencia es contrarrestada por las fuerzas gravitacionales, que actúan en la dirección del movimiento.

El flujo uniforme se origina, cuando todas las secciones del canal tienen las mismas características hidráulicas, es decir, cuando su sección transversal es constante, su trazo recto y de una longitud suficiente para mantener una pendiente mínima y no genere ni erosión ni sedimentación.

La energía total de cualquier línea de corriente que pasa a través de una sección se define como la suma de las energías de posición, más la energía de presión, más la energía de velocidad.

Al inicio del canal, la pendiente es muy cercana a la horizontal, con un promedio de 1 a 2 milimetros x metro.

A partir del 2° tramo hasta el último tramo del canal construido a tajo abierto, tiene una pendiente promedio de 7 mm/m.

148

VALIDACIONES TÉCNICAS



▲ Tallados a escuadra. (Foto: William Guillén)

L'Ing. William Guillén Padilla, en un trabajo de investigación para la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Cajamarca, realizó una serie de pruebas hidráulicas, con la finalidad de comprobar y validar con datos técnicos actualizados, utilizando para tal fin, los equipos y fórmulas preestablecidas, las cuales a continuación detallamos.

Para esta validación y comprobación utilizó el programa H canales 2.0, comprobando el Ing. Guillén: **Coeficiente de rugosidad:** 0,033.

Tirante promedio (y): 0,487 m.

Ancho de solera (b): 0,520 m.

Pendiente: 0,001 m/m.

Caudal: 0,0743 m³/seg.

Velocidad: 0,2935 m/seg.

N° Froude: 0,1343.

Tipo flujo: subcrítico.



▲ Tramo recto del canal evidenciando su pendiente. (Foto: Emilio Celis)

"Las riquezas e inconfundibles creaciones arquitectónicas (en el canal de Cumbemayo), escultóricas o pictóricas de una raza extraordinaria cuyo nombre y recuerdo no se ha borrado de la memoria de los hombres en el correr de los siglos."

Julio C. Tello (La ciudad incaica de Cajamarca, Chaski, vol. 1, N° 3, p. 3-7, Lima, 1941)

CONCLUYENDO

 $E^{\rm l}$ canal de Kumpy Mayu, es un prodigio de la ingeniería hidráulica prehispánica y orgullo de la ingeniería peruana de todos los tiempos.

Arqueológicamente, está basado en tantas horas de aprendizaje histórico y enseñanza didáctica con la Dra. Ruth Shady Solís, además de la investigación bibliográfica del libro "Perú Antiguo" de Fernando Silva Santisteban y de lo descrito por el arqueólogo y estudiosos y arqueólogos japonese Ryozo Matzumoto, Terada y Onuki y Kinya Inokuchi y de diversa literatura consultada, podemos sostener que:

El canal de Kumpy Mayu fue construido durante el Horizonte Formativo Temprano con la cultura Waka Loma, según Fernando Silva Santisteban hace 4000 años o 2000 a.C. y Ruth Shady Solís hace 3200 años o 1200 a.C. y Shimada y Matsuda hace 3400 años o 1400 a.C.; además de lo descrito por Luis Lumbreras, Waldemar Espinoza, Peter Kaulicke y Julián Santillana lo ubica hace 3700 años o 1700 a.C. hasta 3100 años o 110 a.C.

La cultura Chavín, de acuerdo a los estudios antes señalados, se desarrolló en el Horizonte Formativo Medio; según Fernando Silva Santisteban hace 3500 años o 1500 a.C., acorde con Ruth Shady Solís hace 3100 años o 1100 a.C. y por Shimada y Matsuda hace 2500 años o 500 a.C. además de lo descrito por Luis Lumbreras, Waldemar Espinoza, Peter Kaulicke y Julián Santillana lo ubica hace 3100 años o 1100 a.C. hasta 2200 años o 200 a.C.

ARQUEÓLOGOS/ INVESTIGADORES	CULTURA WAKA LOMA		CULTURA CHAVÍN	
Fernando Silva Santiesteban	4000 años	2000 a.C.	3500 años	1500 a.C.
Ruth Shady Solís	3200 años	1200 a.C.	3100 años	1100 a.C.
Shimada y Matsuda	3400 años	1400 a.C.	2500 años	500 a.C.
Luis Lumbreras, Waldemar Espinoza	3700 años	1700 a.C.	2200 años	200 a.C.

Topográficamente, el canal de Kumpy Mayu es un acueducto arqueológico de 9000 ml. que cruza la divisoria Continental, construido parcialmente, en el lado occidental de la Cordillera de los Andes, con el propósito de conducir sus aguas cruzando la divisoria acuarium hasta Cajamarca, en el lado oriental de los Andes.

Hidráulicamente, por estudios y experimentos realizados con la actual tecnología moderna por el Ing. William Guillén, demostró que, aun con el tiempo transcurrido desde su construcción, el canal de Kumpy Mayu se mantiene vigente en uso y eficiencia, manteniendo sus características técnicas efectivas como su coeficiente de rugosidad, el tirante promedio, el ancho de solera, la pendiente promedio, su caudal promedio, su velocidad, el número de Froude y el tipo de flujo.

Teóricamente, los ingenieros Waka Loma o k'illikackas Pako Pampa debieron tener avanzados conceptos sobre características hidráulicas de canales, como: Taludes, ancho superficial, áreas hidráulicas, radios hidráulicos, profundidades hidráulicas, rugosidad de las paredes talladas, flujo hidráulico, flujo transitorio, flujo en régimen crítico, flujo en transiciones, flujo con curvatura, flujo uniforme y salto hidráulico.

Constructivamente y según lo analizado con el Ing.

Jorge Alva Hurtado, en el canal de Kumpy Mayu puede determinarse en su diseño, el uso del análisis de estabilidad de canales, análisis estructural en paredes y fondo, estudios de estratificación y suelos, con la finalidad de lograr la máxima eficiencia hidráulica y diseño de rasantes.

El canal de Kumpy Mayu tiene en su totalidad 9 kilómetros 100 metros de longitud. En el lado occidental de los Andes, en su primer tramo 850 metros están construidos en roca y 2600 metros en ladera y en el lado oriental de los Andes entre el Abra y el Reservorio de Cajamarca se construyó en diversa topografía y diferentes suelos.

La longitud del canal fue tallado, una parte en roca, trazados con curvas a compás y ángulos en escuadra; además de 950 metros construidos en roca, con ángulos a 90 grados y pendientes mínimas, que evitan la erosión y el embalsamiento de las aguas.

Se origina en los acuíferos de San Cristóbal de Magdalena de Lachán, cercano a Cumbicus, Cajamarca y los ingenieros Waka Loma derivaron sus aguas de la cordillera occidental hacia la cordillera oriental de los Andes, a 3500 metros sobre el nivel del mar.

Por todo lo expuesto, detallado y explicado, cronológica, arqueológica y estructuralmente el canal de Kumpy Mayu, debe ser considerada la primera gran obra de la ingeniería peruana.

Desde las shicras sísmicas de Caral, hasta el canal de Kumpy Mayu, y del canal de Kumpy Mayu hasta Machu Picchu, han transcurrido 2500 años de ingeniería prehispánica en el Perú; y de Machu Picchu a la actualidad, alrededor de 2500 años de práctica de ingeniería; lo que nos permite aseverar la existencia de 5000 años de ingeniería en el Perú.



▲ Corte en curva del canal. (Foto: Emilio Celis)

Una de las expresiones más notables del arte y de la técnica incaicos, se dio en la arquitectura. Los incas dominaron la piedra, como ningún otro pueblo de la antigüedad, con un "fanático deseo de perfección".

Encontraron soluciones, tanto en el trazado como en las estructuras de las edificaciones; soluciones que fueron desconocidas por los constructores griegos, romanos y medievales.

Por ello, como por las demás obras que realizaron (caminos, terrazas de cultivos, canales, etc.) se los define como VERDADEROS INGENIEROS CIVILES DE AMÉRICA PRECOLOMBINA.

Refiriéndose a la arquitectura incaica, decía el sabio Alexander Von Humboldt: "Parece que un solo arquitecto ha construido ese gran número de monumentos".

Fernando Silva Santisteban (7) (p. 134).

EPÍLOGO

Una notable confusión entre los arqueólogos, que se da desde la década del 30 hasta nuestros días, es que se tome como ejemplo, para ilustrar alfarería clásica "Chavín", botellas de asa estribo Cupisnique. Quizás esto se deba a que determinados rasgos morfológicos y, sobre todo, ciertas representaciones iconográficas en la cerámica Cupisnique presentan estrechos paralelos estilísticos con parte de la cerámica encontrada, así como el estilo de las representaciones iconográficas del corpus lítico de Chavín de Huántar, postulándose una tradición cultural común con este sitio cuya naturaleza está en proceso de investigación por el autor (8) (p. 231).

Esta investigación es una reivindicación histórica al ingeniero peruano de todos los tiempos, al ingeniero cajamarquino y a los herederos talladores de la piedra de Porcón. Los ingenieros ancestrales peruanos o k'illacachas investigaron, procesaron e imaginaron asombrosas soluciones para cada uno de sus problemas, creando técnicas, a veces únicas y necesarias para el diseño y construcción.

Tallar la roca en la roca necesitó de conocimientos artesanales de alto nivel; debido a que mínimos errores en el tallado, originarían serias desviaciones hidráulicas.

Las pendientes predeterminadas, aplicadas en las paredes y el fondo del canal, así como los quiebres con ángulos de 90°, lisos, pulidos y perfectos, no permiten márgenes para el error.

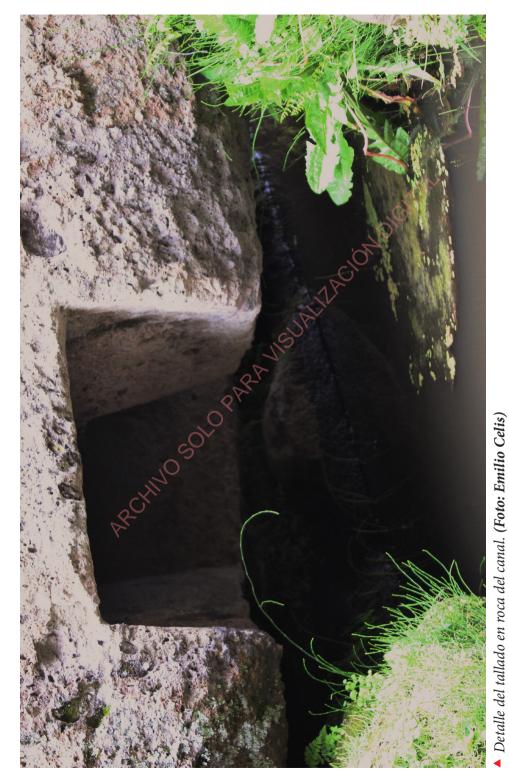
Cajamarca no es solo la capital del carnaval peruano y el lugar donde se inició la transculturización europea americana. Es tierra de intelectuales y de ingenieros, desde la época de las culturas Cumbe o Cumbicus, Wakaloma y Caxamarcas. Hace 2000 o 1800 años a.C., el canal de Kumpy Mayu fue construido por ingenieros peruanos, con tecnología propia creada por peruanos, producto de la asimilación técnica y científica de sus culturas contemporáneas.

Son más de 3500 años de existencia de este impresionante y enigmático canal.

Los argumentos cronológicos, arqueológicos, históricos y técnicos son una valoración de esta gran obra; única y ancestral de la Ingeniería peruana y de gran trascendencia histórica.

El Perú es un país de Ingenieros o k'illacachas. La historia lo confirma. Las múltiples obras esparcidas sobre y bajo su superficie de nuestra tierra, son evidencia de su inmensa capacidad y real presencia.

Esta es una gran obra hidráulica preinca y posterior a su construcción, se proyectaron y ejecutaron, las demás grandes obras peruanas, que fascinan, impresionan y maravillan al mundo.

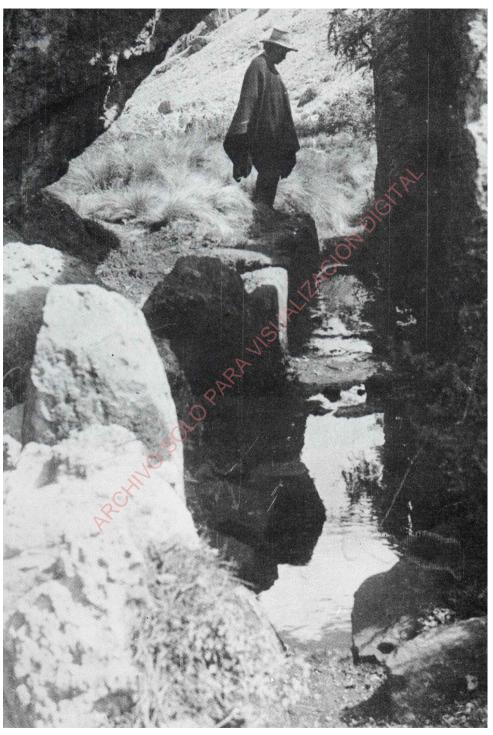


Fransiles Gallardo Plasencia

"Para el diseño, construcción y mantenimiento de los canales, los ingenieros preincas debieron tener profundos conocimientos, como mecánica de filtración, fuerza inercial de un flujo, control de un flujo vertiente, la estimación del gasto por efecto de la precipitación, las causas de la erosión y su influencia en la capacidad hidráulica de un canal".

"Toda esta sabiduría ingenieril, fue materializada en los canales capaces de disipar y orientar el flujo hidráulico".

Bustamante y Crousillat (13), 151^a.



▲ Acequia de Cumbemayo. Canal aguas arriba de las gradas labradas en roca. El indígena mira las inscripciones petroglíficas. (Foto: G. Petersen G. 18-06-1947)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Ruth Shady Solís, "El sistema social de Caral y su trascendencia: El manejo transversal del territorio; la complementariedad social y política, y la interacción intercultural", Revista de Arqueología Social Nayra Kunan Pacha, año 1, n° 1.
- (1-1) Ruth Shady, Marco Machahuay, Pedro Novoa y Edna Quispe, Caral, Recuperando la Historia de la Civilización Caral para el Perú y el mundo, con responsabilidad social, 1era reimpresión febrero 2015, Rapimagen.
- **(2)** Trabajo Monográfico: Culturas Prehispánicas del Perú, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2002.
- (3) Krzysztof Makowski, Urbanismo Andino, Centro ceremonial y ciudad en el Perú prehispánico, Lima 2016 (p. 30).
- (4) Waldemar Espinoza Soriano, Economía política y doméstica del Tahantinsuyo, Economía Prehispánica, Tomo 1, BCRP, IEP, 2020, Lima (p. 378).
- (5) Augusto Cardich, Hacia una prehistoria de Sudamérica, Culturas tempranas de los Andes y Patagonia, Parte III, Civilización Andina, Editorial de la Universidad de la Plata, Edup, 1996 (p. 445-454).
- **(6)** Augusto Cardich, El origen de la Civilización Andina, volumen 9, Números 77-80, Revista del Museo La Plata: Sección Antropología, Universidad Nacional de La Plata, 1996.
- (7) Fernando Silva Santisteban, Historia del Perú: Perú Antiguo, ediciones Buho, 1982.
- (8) Ryozo Matzumoto, Jounal or publication Title, Senri

Ethimologs Studies, vol 37, 1993.

- **(8.1)** Kinya Inokuchi, la cerámica de Kuntur Wasi y el problema Chavín, Boletín de Arqueología PUCP, N°2, 1988 (p. 177).
- **(8.2)** Aleto (1991) Tereda y Onuki 1985, Las excavaciones en Cerro Blanco y Huacaloma, Cajamarca, Perú, 1985, Kazuo Terada and Yoshio Onuki, compilers, Andes chosashitsu, Departamento de Antropología cultural, Universidad de Tokio, 1988.
- (9) Jaime Deza, Cumbemayo el camino del agua, 75 años de su descubrimiento científico, Universidad Alas Peruanas, lima enero 2012.
- (10) Georg Petersen G, Cumbemayo: Acueducto Arqueológico que cruza la divisoria Continental (Departamento de Cajamarca, Perú), Tecnia, Revista técnico-científica, Universidad Nacional de Ingeniería n° 3, setiembre 1969. Profesor Emérito de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- (10.1) José de Acosta, (1590). Fermín del Pino Díaz, ed. Historia natural y moral de las Indias. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2008.
- (11) José De la Riva Agüero y Osma, La Historia del Perú, Universidad de San Marcos 1910. Tomado de Hildebrandt en sus trece, año 12, n° 574, 2022, (p. 24-25.)
- (12) Alberto Cajal. Etapa Lítica: características y periodos. Lifeder, 2017.
- **(13)** Bustamante y Crousillat 1974: 148, 150.
- (14) Contreras y Keefer, 2009, (p. 210-211).
- (15) Jorge Alva Hurtado, Breve historia del fenómeno de Licuación de Suelos en el Perú, "Bibliografía sobre los Te-

rremotos Peruanos: Aspectos Ingenieriles", El Ingeniero Civil, No. 15, p. 50-51, Lima, Perú, 198.

(16) Jorge Alva, Carmen Ortiz, Álvaro Pérez, Jorge Soto, Grover Riveros, Análisis Dinámico bidimensional de Amplificación Sísmica en el Parque Arqueológico de Sacsayhuaman – Cusco.

ARCHIVO SOLO PARA VISUALI LA CIÓN DIGITAL DE LA CIÓN DIGITAL DELA CIÓN DIGITAL DE LA CIÓN DIGITAL DE LA CIÓN DIGITAL DELA CIÓN

LA GEOLOGÍA EN LA INGENIERÍA DEL CANAL DE KUMPY MAYU

En qué se parecen el Canal de Kumpy Mayu, las estructuras de los Trenes Eléctricos, Machu Picchu, el edificio del Banco de la Nación de Lima, el Qhapac Ñam y el Gaseoducto del Gas de Camisea? Todos fueron construidos por ingenieros peruanos.

Los orígenes de la ingeniería datan de tiempos prehistóricos, cuando el hombre habitaba cuevas, depresiones orográficas y rústicas cabañas; pero en su incipiente culturalidad, la necesidad de mejorar su habitabilidad y confort, lo obligaron a desarrollar su pensamiento-experimento descubriendo inéditas alternativas de solución.

Las primeras construcciones descubiertas y según la historia del mundo son las pirámides de Egipto, que datan de la época del 2700 y 2500 a.C.; sin embargo, en el Perú, pobladores de la civilización Caral construían la ciudad Sagrada, utilizando principios de Ingeniería sismo resistente.

El desarrollo de la arqueología y la investigación de estos proyectos pretéritos, han permitido descifrar y acrecentar el material casuístico y, por consiguiente, inferir en el conocimiento sobre las sociedades del pasado, en las grandes y diversas zonas del país, de manera sistemática.

Los vínculos entre arqueología y la ingeniería, nos permite participar y conocer el desarrollo infraestructural, en una vía entre el pasado, el presente y el futuro de nuestro país.

Los peruanos, egipcios, romanos, mesopotámicos, griegos, orientales y americanos fueron quienes, en sus diferentes culturas, crearon diversos modelos de civilización, según las necesidades propias de cada región, lo que marcó

un precedente en los inicios de la ingeniería.

En los albores de las culturas y civilizaciones mundiales y posteriormente en la edad media, las construcciones en general y las edificaciones arquitectónicas, eran realizadas por artesanos, cuyos conocimientos eran transmitidos de generación en generación, formando técnicos como albañiles, herreros, picapedreros, ebanistas y carpinteros.

Los conocimientos adquiridos y la experiencia acumulada originaron avances científicos y tecnológicos, donde los practicantes de las edificaciones y los expertos constructores, implantaron los principios básicos de la ingeniería, innovando tecnologías, recreando procesos y sistemas constructivos, desarrollándolos en la medida en que se iban presentando, originando modificaciones estructurales, mejorando diseños en puentes, caminos y la infraestructura existente, incrementada en la escala y en la medida de las necesidades poblacionales.

Los suelos diversos y sus caprichosas conformaciones, las napas freáticas a diferentes profundidades, los desiguales estratos geológicos y las fallas geológicas y el cinturón sísmico, fueron el desafío cotidiano de los constructores e ingenieros peruanos.

La formación de pequeños volcanes de barro y arena, la expulsión violenta de agua del suelo, la presencia de intenso agrietamiento de los terrenos, los asentamientos diferenciales, las pérdidas de capacidad portante y el hundimiento de estructuras, la pérdida de resistencia de taludes y terraplenes y la fragilidad de resistencia lateral de pilotes y caissones durante los terremotos, señalan la ocurrencia del fenómeno de licuación de suelos; los cuales fueron otros de los grandes retos que los peruanos de todos los tiempos, hemos tenido que asumir y superar.

En el Parque Arqueológico de Sacsayhuaman, considerado Patrimonio Cultural de la Nación, ubicado en el departamento de Cusco y construido en la época de los incas; en el año 2009 ocurrieron daños en los muros de la tercera terraza de la Fortaleza de Sacsayhuaman, algunos muros colapsaron en la parte central y la principal causa fue, el empuje lateral ocasionado por exceso de la cantidad de escorrentía, producto de las precipitaciones y la presencia de movimientos sísmicos.

Este fue un gran reto que los ingenieros prehispánicos debieron resolver y actualmente 500 años después, los estudiamos y analizamos.

La ingeniería y en especial la ingeniería civil, requirió siempre de conocimientos de física y matemáticas, de estructuras, ciencia de los elementos constructivos, topografía, petrografía, geología, hidráulica, suelos y medio ambiente. Es decir, capacitación y formación con altísimo nivel en materias edificatorias.

Es por eso, que la investigación de mi amigo, paisano e ingeniero Fransiles Gallardo Plasencia sobre el canal de Kumpy Mayu en Cajamarca, traducido del quechua como canal bien hecho o río angosto y construido hace 3800 años por los ingenieros Waka Loma, sorprende por su avanzada tecnología y por los amplios conocimientos empleados.

Este trabajo, además, invita a los ingenieros y estudiantes de ingeniería a revisar nuestra historia y profundizar las investigaciones sobre sus construcciones, no solo como ruinas arqueológicas y de valor turístico; sino revalorarlas, investigando sus técnicas, con una visión de ingeniero, en sus análisis, estudios, comportamientos, criterios y conclusiones técnicas, para redescubrir aún más, la valía y la trascendencia de este imponente canal cajamarquino.

Este canal es considerado por el ingeniero Fransiles Gallardo como "La primera gran obra de la ingeniería prehispánica" y Machu Picchu "La gran obra de la ingeniería peruana".

Mi saludo y mi aplauso.

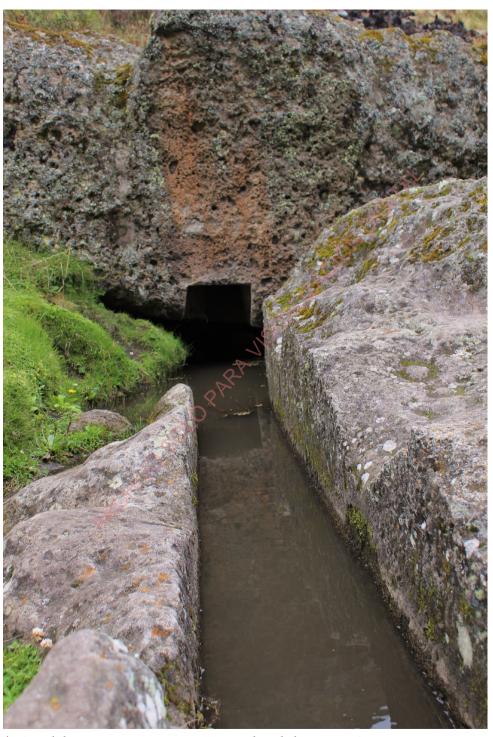
Jorge Alva Hurtado

PhD Filosofía Universidad Massachusset, USA.

Master of Science Instituto Tecnológico Massachusset, USA.

Ex-rector Universidad Nacional de Ingeniería, UNI.

Ex Decano Nacional Colegio de Ingenieros del Perú, CIP.



▲ Canal de Kumpy Mayu Primera gran obra de la ingeniería peruana. (Foto: Emilio Celis)

