

Hidráulica agrícola prehispánica

Rogger Ravines
Félix Solar La Cruz

En el Perú prehispánico la agricultura fue indiscutiblemente una de las principales actividades productivas y la tierra el factor determinante de su articulación socio-económica. En los varios milenios que significa el proceso de la cultura andina, el antiguo peruano desarrolló una serie de procedimientos técnicos, entre otros los destinados al uso y manejo eficientes de la tierra y el agua.

Desde la emergencia de las primeras sociedades complejas, en todo el territorio andino se encuentran evidencias de obras hidráulicas destinadas tanto a la defensa de las márgenes de los ríos (evitar sus quiebres, desviaciones o inundaciones), como a encauzar sus aguas, conservarlas o almacenarlas en represas. A partir de entonces se desarrollaron diversos métodos para la captación del agua y se elaboraron diversos sistemas de cultivo con miras al aprovechamiento intensivo del suelo.

En el siglo XVI, antes de la conquista española, en la costa peruana se cultivaban aproximadamente un millón de hectáreas; área mayor en la sierra debido a la calidad extensiva de sus cultivos y a las labores de pastoreo que propicia el régimen de lluvias que la caracteriza. Entre ambas regiones vivía una población que fluctuaba entre los 15 y 20 millones de habitantes, con una capacidad de consumo *per capita* muy superior a la del peruano actual.

Sin embargo, pese a lo señalado, en el antiguo Perú, no se organizó la agricultura de exportación, limitándose el volumen de su producción a la satisfacción de las necesidades internas.

Paradójicamente el pueblo andino creó su civilización en tierra yerma y caprichosa. Como espejismo construyó dilatados valles en los desiertos y jardines colgantes en las paredes de los inmensos precipicios. Tubérculos y gramíneas florecieron gracias a su em-

pecinado ingenio en alturas donde apenas existe el oxígeno, mientras que represas y canales conducen el agua desde hace 3 mil años, en un derroche de tecnología hidráulica. “Las obras de irrigación anotaba Markham el siglo pasado las hacían en gran escala desde las cabeceras de los ríos, las laderas, faldas de los cerros hasta el último rincón de los llanos, todas las tierras estaban irrigadas”. Y Fray Bartolomé de las Casas, 300 años antes señalaba:

“Tenían estas gentes gran policía y cuidado en la labor y cultivo de las heredades, que allí llamaban chacras. Tenían lo mismo gran policía para la industria que ponían en sacar las aguas de los ríos para las tierras de regadío, primero por acequias principales que sacaban por los cerros y sierras con admirable artificio, que parece imposible venir por las quebradas y alturas por donde venían. Era también gran artificio repartir casas, aguas y aprovecharse de ellas, sin que se perdiera una gota, que todos aquellos valles no parecían sino unos vergeles hechos a mano”.

Para evaluar, en las circunstancias actuales, la importancia de las obras hidráulicas prehispánicas se requiere considerar, por lo menos, cuatro aspectos: 1. la calidad de las aguas utilizadas; 2. los medios empleados para procurársela; 3. las obras ejecutadas para conducir las a su destino y distribuir las adecuadamente; y 4. el valor productivo de las obras realizadas. Lamentablemente, la insuficiencia de los estudios realizados, hacen difícil su cabal evaluación.

LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Las aguas empleadas por los agricultores prehispánicos fueron tomadas generalmente por derivación de los ríos o manantiales. Ocasionalmente se aprovecharon las aguas subterráneas. Se entendió bien que las aguas que contenían muchas sales incrustantes son nocivas para el riego permanente. Se buscó subsanar este defecto mezclándolas con otras, haciéndolas reposar o caer sobre plataformas de piedra, de modo tal que al aumentar su superficie se adhirieran a ésta la mayor cantidad de dichas sales. Para oxigenar las aguas represadas se construyeron largas acequias o se las hizo precipitar a modo de cascadas.

MEDIOS EMPLEADOS PARA PROCURARSELA

En cuanto a los métodos empleados para irrigar las tierras cultivadas se han reconocido dos principales: el riego por mantos o capas, y el riego por surcos.

El riego por mantas o capas, es decir, por inundación, denominado *anego suyo* (q. ayudar a las lluvias), consistía en echar las aguas de los ríos, arroyos o manantiales, durante los deshielos de la cordillera, en pozas previamente cavadas con el objeto de fertilizarlas y humedecerlas, y así facilitar la germinación y desarrollo subsiguiente de los vegetales. Con este objeto se saca de la acequia de cabecera otra inferior o paralela, con la que se regaba la tendida por bocas a corta distancia, derivada de la segunda acequia.

El riego por surcos o *usayo* (q. ayudar a la siembra) consistía en regar el terreno cultivado en una serie de divisiones, en las que se habían hecho surcos casi horizontales, o con poca inclinación. Estos surcos, paralelos o en forma de meandros y diseños geométricos complejos, estaban separados por camellones de tierra cuya distancia variaba entre 50 y 80 cm. Mediante este sistema las plantas recibían un riego de pie en el que inicialmente se consume más agua, debido a que el suelo flojo la deja filtrar un poco más. Actualmente, en este sistema, el primer riego se denomina "enseño" y se hace con poca agua, a fin de que se fortifiquen poco a poco los primeros surcos y se forme una capa resistente que no sea afectada por la mayor cantidad de agua que después corre por ella.

De modo general, en la ejecución de los sistemas de riego, influyó decisivamente la topografía del medio. Cuando el terreno tenía una inclinación muy pequeña, la línea principal de conducción se procuraba llevar por los puntos elevados y se hacía partir las acequias en el sentido de la máxima pendiente, las que a su vez dividían la superficie en fajas longitudinales que se fraccionaban transversalmente por otras acequias de segundo orden, que terminaban en las mismas parcelas. En ciertos casos las aguas sobrantes de riego se reunían en otra acequia inferior que las devolvía a la acequia de la conducción en partes convenientes de su curso, o las distribuía para el riego de terrenos inferiores.

Si las pendientes eran considerables de 20/o a 40/o, en lugar de correr las acequias por la máxima pendiente se llevaban en

dirección oblicua a las curvas de nivel, y el fraccionamiento del terreno obedecía, en tal caso a las disposiciones adoptadas en las líneas de distribución.

Finalmente, cuando el terreno era accidentado o de gran pendiente, la distribución de las aguas exigía un largo desarrollo de las líneas de conducción o el establecimiento de saltos y el consiguiente fraccionamiento de la superficie en una serie de planos escalonados denominados andenes o bancales.

Volumen de riego. Con el nombre de riego, los agricultores denominan el volumen de agua necesaria, utilizada en el cultivo, que puede introducirse por una determinada unidad métrica.

Considerando las disposiciones que sobre el particular se adoptaron durante la época colonial, cuyo sustento legal fue indudablemente el derecho consuetudinario de raigambre prehispánica, puede inferirse que en el antiguo Perú no existió una medida volumétrica definida, sino más bien tantas cuantos eran los valles y regiones que lo constituían. Así, por ejemplo, en el caso de los valles de Moche y Chicama, de acuerdo al reglamento de don Manuel Alonso de la Riva, era el volumen que pasa por una sesma cuadrada. En el Valle de Chíncha, el que pasa por una cuarta de vara cuadrada. Mientras que en el reglamento del dean Valdivia, del siglo XVII, correspondiente al Valle de Lima, se entiende por riego el volumen que pasa por una vara de largo y una pulgada de alto en un segundo.

Distribución del agua para el riego. Siendo la agricultura prehispánica, particularmente la costeña, a base de riego, los antiguos peruanos, alcanzaron un adecuado sistema de distribución de las aguas. No existen testimonios directos de este régimen, pero el mismo Emperador Carlos V lo reconoció como el más adecuado, cuando dispuso por Real Cédula expedida en Valladolid, el 30 de noviembre de 1536, que “el mismo orden de los indios habían tenido la división y repartimiento de las aguas se guardase y practicase entre los españoles en quien estuvieron repartidas las tierras y que para esto interviniesen los mismos naturales que antes lo habían tenido a su cargo, con cuyo parecer debían ser regadas”.

En este aspecto, es también concluyente el testimonio de Garcilaso Inca de la Vega: “En las tierras donde alcanzaba poca agua por rezar, la daban por su orden y medida (como todas las demás cosas que se repartían) porque entre los indios no hubiese rencillas

sobre el tomarla; y esto se hacía en años escasos de lluvias, cuando la necesidad era mayor medían el agua y por experiencia sabían por espacio de tiempo era menester para regar una fanegada de tierra por esta cuenta daban a cada indio las horas que conforme a sus tierras había menester holgadamente. El tomar el agua era por su vez como iban sucediendo las hazas en pos de otra; no era preferido el más rico, ni el más noble ni el privado ni el pariente del curaca, ni el ministro ni el gobernador del Rey. El que descuidaba al regar su tierra en el espacio de tiempo que le tocaba le castigaban afrentosamente”.

METODOS EMPLEADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

En el área andina central, los medios empleados para procurarse el agua de riego han sido diversos, variando de acuerdo a las condiciones topográficas locales. De modo muy general estos pueden resumirse en: 1) derivación de las aguas de los ríos y arroyos mediante canales o represas que levantan el nivel de las aguas o desvían los ríos de una cuenca a otra; 2) almacenamiento de pequeños manantiales o recolección de aguas pluviales o de los deshielos de la cordillera, en depósitos naturales o artificiales, consistentes, generalmente, en pequeñas represas en arco de círculo formados de piedra sentadas con barro; 3) alumbramiento de aguas subterráneas; y 4) reunión de aguas subterráneas a través de galerías filtrantes.

Canales de derivación y conducción.— Dentro de esta categoría de obras hidráulicas deben considerarse los canales de riego, los mampuestos y los acueductos.

Pedro Cieza de León escribía ya en el siglo XVI: “tenían los indios y aún tienen muy grande cuenta en esto de sacar el agua y echarla por estas acequias; y algunas veces me ha acaecido a mi parar junto a una acequia ni haber acabado de poner la tienda, estar la acequia seca y haber echado el agua por otra parte. Porque los ríos no se sequen en mano de estos indios echar el agua por los lugares que quieren, y los campos estar siempre muy verdes; sacaban las acequias en cabos por partes que es cosa extraña afirmarlo porque los echaban por lugares altos y bajos, por las laderas de los cabezos y faldas de las sierras”.

a) Canales de riego.

Son obras destinadas a derivar el volumen necesario de agua de un cauce y conducirla a la región donde se la debe distribuir para regar las tierras. En este caso el sistema de conducción se compone del canal principal y la acequia madre o canal secundario, que a su vez presenta diversas obras de arte: la toma principal o boca toma, combinada ocasionalmente con represas para elevar las aguas; los acueductos o puentes-canales, tomas secundarias, partidores, etc.

Entre los canales más notables del área andina se cuentan: Cabuyal en la margen izquierda del río Tumbes; Husimal, en Piura; Racarrumi, en Lambayeque, que servía para irrigar tierras de Ferreñafe, Mochumi y Tucume; La Mochica, Vichasao, Nunja y Mocan en el Valle de Moche, La Libertad; La Achirana, en Ica. En el Cusco los canales de Pisac, Cusichaca y particularmente los del paraje de Huanchac, distrito de San Judas Tadeo (actual Urbanización Kennedy).

Los *canales de Huanchac* son parte de una compleja red de drenaje y riego, que datan de la época Inca, pero que se han mantenido en actual funcionamiento (noviembre 1978). Fueron descubiertos a raíz de los trabajos de urbanización en la zona, a una profundidad promedio de 1.50 m. Corren en dirección N-W a S-E y captan el agua de los terrenos pantanosos del área, que depositan en una poza a partir de la cual se distribuyen a la población y tierras de cultivo de la zona de San Sebastián.

Los canales se han construido generalmente a base de piedras labradas de andesita, las que trabajadas en forma de adoquines se utilizan tanto para formar el cauce, como para tapas y soleras del mismo. En un solo caso, el material de construcción lo constituye íntegramente cantos rodados, mientras que las tapas son cantos rodados y lajas de kontay y arenisca. El ancho de los canales varía entre 17 y 33 cms. y su profundidad entre 12 y 13 m. Finalmente cabe destacar una notable diferencia entre canales y drenes. Mientras en los primeros las piedras están unidas con un mortero de arcilla de color rojo oscuro, amarillo o plomo verdoso, los drenes lo forman piedras separadas, asentadas en seco.

b. Mampuestos.

Uno de los recursos técnicos utilizados por los antiguos peruanos, para cruzar una hondonada, fue rellenar las quebradas mediante gigantescos terraplenes en cuya coronación labraban el prisma del canal de conducción. Entre las obras más notable de este tipo

se cuentan los mampuestos de Trujillo y Facalá, en el departamento de La Libertad. Al primero se refería el corregidor Miguel Feijoo y Sosa, en el siglo XVIII, anotando: "en el valle de Sta. Catalina a la parte nordeste, hay una acequia grande hecha por los indios gentiles muy ancha y bien formada por donde cultivan muchas tierras altas por cuya causa la encaminan por medio de un cerro, dejándolo de suerte que hicieron una meseta para darle curso a las aguas, modo maravilloso que practicaron en muchas partes del Perú para fertilizar cualquier terreno. Es bien dilatada esta acequia que llega a los terrenos de esta ciudad y por desigualdad de la tierra hicieron un terraplen que llaman mampuesto sobre el que continuaba la acequia la cual se halla arruinada por descuido de los españoles este terraplen era bien alto y cerraba un gran espacio de una quebrada entre los cerros".

El mampuesto de Facalá que servía de sostén a la acequia del mismo nombre, está situado a 5 Km. de Ascope, tiene 34 m. de alto en la parte central de la quebrada y 2.60 m. de ancho en su coronación, su longitud puede estimarse en 5 Km.

c. Acueductos.

Los más importantes y conocidos son indudablemente los de Nazca, que según Garcilaso Inca de la Vega, fueron construidos con el objeto de aumentar el agua del río Grande, que se llega a secar en tiempo de estiaje. Los acueductos de Nazca son de 2 clases: a) los trabajados a cielo abierto, y b) los construidos subterráneamente. Los primeros son verdaderas galerías filtrantes. Los otros son canales de conducción que captan aguas de los manantiales. Cada acueducto se origina en un estanque de almacenamiento, teniendo unos 180 m. aguas arriba, una sección de canal a cielo abierto, para pasar luego a subterráneo a causa de la profundidad del corte en el terreno.

La sección subterránea se denomina caja y está formada por muros secos de mampostería ordinaria. La luz libre entre paredes es de 50 cm. con una altura variable entre 75 cm. y 2 m. El techo o tapa está formado por lajas o troncos de algarrobo o hualtaco. A distancia de 50 m. como promedio, existen buzones de limpieza. Los acueductos corren paralelos al río, distando el eje de erosión de aquel unos 300 a 400 m. en su parte inferior, en tanto que en la superficie se aproxima al río y aún penetran en él, haciendo

las veces de galerías filtrantes. En término medio la pendiente de los acueductos es de 0.52o/o.

d. Reservorios.

En la sierra se utilizaban para almacenar el agua de los deshielos de la cordillera, y en la costa para embalsar las aguas excedentes de los ríos, que en épocas de estiaje se utilizaban para el riego de las plantas y usos domésticos.

Entre los reservorios más notables se encuentran: los de Huasimal en Piura, de Chanchan en Trujillo, Nepeña en Casma. El reservorio de Nepeña, tiene 1360 m. de largo por 900 de ancho. El muro de contención 30 m. en la base, y está formado de piedras y arcilla apisonada.

ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS O HIDROPONIA

La escasez de tierras de cultivo fue otro de los factores que impulsó al hombre andino a buscar en los desiertos lugares donde sembrar excavándolos hasta encontrar humedad. Atacama, Tamarugal, Clemesi, Islay, Nazca, Ica, Lurín, Ancón, son lugares en los que se han creado verdaderos huertos hundidos de prodigiosa fertilidad. El sistema empleado fue remover la arena en grandes proporciones hasta encontrar la capa freática, y luego introducir guano de la isla o pescado seco hasta formar capas compactas, sobre las que colocaban las semillas. Hacia 1865 George E. Squier, señalaba: "Gran parte de los viñedos en torno de la ciudad de Ica están plantados en estas antiguas excavaciones indígenas, que sólo son visibles cuando uno se para en sus mismos bordes". Es decir, un sistema de cultivo en soluciones químicas, si se tiene en cuenta que el guano de la isla contiene nitrógenos, ácido fosfórico y potasa, elementos esenciales a la vegetación, y que la arena sólo servía de apoyo a las raíces. Este sistema de cultivo es indiscutiblemente un antecedente a los huertos hidropónicos que los bonáticos desarrollaron en Europa durante la segunda Guerra Mundial.

Valor productivo de las obras: El caso de Pisac

a. Uso de la tierra y conservación de los suelos. Para el sembrío en las laderas de los cerros se construyeron bancales y patas. Los andenes son terrazas, soportadas por muros de sostenimiento que siguen por lo general una curva de nivel. Su objeto es hacer la-

borables las laderas estériles de los cerros, disminuir el talud vertical y evitar la fuerza erosiva de las aguas.

Los muros de contención son generalmente de albañilería seca o pirca. Construidos los muros las terrazas se nivelaban, en principio rellenándolas con trozos de roca colocados a granel. Luego se disponían capas de piedras más pequeñas, canto rodado y cascajo. Sobre esta capa, se colocaba una capa de arena, para la absorción del agua, y finalmente tierra vegetal de la mejor calidad. El espesor de la capa vegetal variaba entre 60 y 80 cm.

Desde el punto de vista agrícola, los andenes o terrazas reúnen las condiciones básicas para una buena agricultura. No solamente son fáciles de cultivar y regar con aguas de lluvia, sino que el disminuir escurrimiento y evaporación permiten una distribución más uniforme del agua, un aumento de la infiltración y el aprovechamiento inmediato en el andén inferior, de cualquier desborde del superior.

En los andenes los antiguos peruanos fructificaron diversos cultivos en toda su potencia, defendiéndola de los fenómenos atmosféricos con mayor eficacia que en campo llano y proporcionándoles la cantidad de agua necesaria a través de canales o acueductos.

LA MICROREGION Y EL CONJUNTO ARQUEOLOGICO A PISAC

La región de Pisac, provincia de Calca, departamento del Cusco es parte de la hoya hidrográfica del Amazonas. En su cuenca alta el valle es estrecho y sigue el curso de un pequeño cañón formado por los contrafuertes de la Cordillera Oriental pero extendiéndose notablemente en su parte media cuando forma el Valle de Vilcanota. Desde el punto de vista climático, Pisac se caracteriza por un clima frío y seco, con vientos fuertes de abril a julio y heladas durante las noches.

De modo general en la región pueden señalarse dos épocas bien marcadas durante el año: una fría y seca, con sol durante el día y baja temperatura por la noche (abril a setiembre); y otra fría y húmeda o lluviosa (octubre a marzo). Las heladas de la estación seca se aprovechan para hacer chuño, mientras que la regularidad de la estación lluviosa permite la actividad agrícola particularmente en las partes altas.

El actual pueblo de Pisac, al igual que el complejo arqueológico del mismo nombre, se encuentra ubicado en la margen derecha del Vilcanota, en el sector denominado valle de Yucay. Las ruinas del asentamiento inca ocupan las faldas y cerro que domina la actual población, destacándose entre ellas la gigantesca sucesión de andenes que se elevaban hasta la cumbre de la montaña. Estos andenes, de dimensiones monumentales, con terrazas que varían entre 1.20 m. y 2.00 m. de alto, son los más notables y extensos del sur del Perú. Una estrecha y larga senda, en gran parte tallada en la roca, sube por entre los andenes, hasta la planicie, donde se ubican los edificios prehispánicos.

El conjunto arquitectónico propiamente dicho ocupa una posición dominante y está constituido por tres grupos. En la parte más elevada de la colina se encuentra Corihuayrachina, torreón circular, unido por baluartes de piedra labrada a los otros edificios del conjunto. Hacia atrás, en una pequeña depresión, a 100 m. sobre el nivel del río Intihuatana, conjunto arquitectónico de carácter religioso. Su acceso es difícil por lo abrupto de la ladera y la serie de andenes que deben franquearse. Los edificios, constituidos por siete habitaciones rectangulares, ocupan la última plataforma, teniendo al centro el Intihuatana, monolito tallado a manera de reloj solar que le da nombre al conjunto. Hacia la ladera se encuentra la zona habitacional, constituida por viviendas rectangulares, hechas con sillares, colocados en hiladas horizontales. La mayor parte de este sector está en ruinas. Sin embargo, se conservan y siguen funcionando algunos de los canales que servían para usos domésticos y regar los andenes.

El siglo pasado Charles Wiener, señalaba ya la extraordinaria magnitud de la andenería de Pisac que recortada en escalones de 300 m. de longitud, cubre totalmente los flancos de la colina: "Nada más difícil que franquear las terrazas, que son de tres o cuatro metros de altura, y donde los muros que los sostenían están cubiertos de plantas espinosas. Tuvimos que subir 42 de estas gradas; la terraza superior está separada de la plataforma por una pendiente abrupta de más o menos 300 m. que son pequeñas interrupciones, tiene una gradiente que varía entre 35° y 45° de inclinación, es aquí donde la ascensión es horriblemente fatigante".

A la fecha, dentro del conjunto arqueológico de Pisac, es posible reconocer 10 grupos de andenes, siendo los más notables:

Pacchapata, constituido por 40 terrazas, ubicado a 350 m. al N. de la población actual., Huanuhuanupata, constituido por 10 terrazas casi paralelas, orientadas al E-W, a unos 500 metros al NE del pueblo. Huimin, integrado por 26 terrazas de longitud variable al NE de Pisac. Pacchayoc, al SW de Corihuaichina, y Pisaqa, constituido por 56 terrazas actualmente en cultivo, que siguen las curvas de nivel de la ladera que desciende a la quebrada de Chongoc. Además, el grupo ubicado al SE de Intihuatana, que mira al riachuelo de Kitamayu. Las 17 terrazas en el sector S. de Pisac, a 100 m. del primer torreón, y el grupo del NE también en cultivo, que se extiende desde Antachaca hasta la quebrada de Chongoc.

Entre los andenes de Huimin y los de Pacchayoc, se encuentra una escalera de 80 cm. de ancho, tallada en la roca, que es evidentemente continuación del camino que asciende hacia Corihuaichina. En este sector hacia el O. del conjunto y en la parte media de los andenes, se encuentran a su vez, dos canales principales de los que se desprenden otros secundarios que servían tanto para el riego de los andenes como para el consumo de la población.

Canales.— De modo general, en Pisac, la distribución del agua se hizo mediante cuatro canales de estructura de captación rústica: Cuyochicoc 2, Pisac 1 y Pisac 2, derivados del riachuelo Chongoc, cuyo origen se encuentra en las descargas de la laguna Quinsacocho.

De estos el más importante es el Pisac 1, que distribuye sus aguas al sector de Pisaqa desde la zona alta de Antacocha. Este canal, en buen estado de conservación, presenta tramos cortados en la misma roca hechos a base de piedras labradas bien ensambladas de 1.25 x 0.65 m. x 1.20 m. de profundidad, la que a su vez se conecta mediante un canal abierto, de 2 m. de largo, a otra poza se conecta mediante un canal abierto, de 2 m. de largo, a otra poza inferior de 2.00 x 1.65 m. y 150 m. de profundidad, a partir de la cual se distribuye el agua a la población y andenes.

La capacidad máxima de uso de los canales Pisac A y Pisac B es de 0.48 m³ por segundo, y 0.50 m³ por segundo, respectivamente. La longitud del canal Pisac A es de 700 m., con 40 cm. de ancho y 25 cm. de profundidad. El canal Pisac B tiene una longitud de 800 m., 70 cm. de ancho y 40 cm. de profundidad. Actualmente, sin embargo, el caudal promedio señalado se incre-

nenta durante los meses de enero a marzo, debido al régimen pluvial de la zona, lo cual repercute indudablemente en su conservación.

Los andenes de Pisac, desde el punto de vista estructural están constituidos por muros de contención de forma trapezoidal, con la cara externa más inclinada, hechos con rocas sedimentarias de forma poliédrica. Las terrazas propiamente dichas se han formado mediante el relleno de elementos extraños, dispuestos en forma de capas horizontales, de 10 cm. de espesor promedio, aunque su potencia varía ocasionalmente por el agregado de elementos subangulares. La capa superior, agrícola, procede generalmente del fondo del valle o de las márgenes del río. En términos generales el relieve de los andenes es plano y sus pendientes no mayores de 3.50/o.

En lo referente al suelo agrícola y capacidad productiva, de modo general, en base a un estudio de 10 muestras de suelos, puede señalarse que los andenes de Pisac son de gran facilidad para el drenaje y por tanto no presentan problemas de salinidad en la parte alta, lo que no ocurre con terrenos de las partes bajas, particularmente los inmediatos al río donde el drenaje es muy limitado.

En todos los casos sus suelos son profundos y retentivos de humedad. El color del perfil varía, de arriba hacia abajo, de pardo oscuro a gris oscuro. Su consistencia es pegajosa a ligeramente pegajosa, con moderada a buena permeabilidad al aire y agua, como se infiere de abundantes raíces. En general tiene buena drenabilidad y no hay peligro de erosión. La pedregosidad superficial que se observa en muchos casos se debe a la presencia de graves y piedras al pie de los muros.

Si bien los andenes no presentan mayor grado de salinidad, su fertilidad está en relación directa al contenido orgánico que retuvieron variando actualmente de baja a buena. Igualmente la capacidad de sembrío es inherente al mejoramiento y uniformidad de la reacción del suelo que al presente, es de un 200/o, así como el contenido de ph que es de 6.50/o a 5.50/o. Finalmente, en Pisac el nitrógeno es de rango medio de 1.9 a 5.60/o, mientras que el fósforo es bajo en las terrazas inferiores, de la 1 a 6 partes por millón, y medio a alto en las superiores de 7 a 17 partes por millón. El potasio es bajo a medio, de 52 a 156 mm.

Con los datos disponibles a la fecha, una evaluación de la ca-

pacidad productiva y rendimiento económico de los andenes de Pisac durante el último período prehispánico, indica que un mayor rendimiento al actual promedio, tuvo que estar condicionado necesariamente a la aplicación de ciertos fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, de acuerdo al tipo de cultivo. Actualmente en Pisac el rendimiento promedio de sus andenes cultivados es de 4.5 por 1, promedio que fácilmente puede alcanzar el 9.1 al 1, sin perjuicio del tipo de cultivo.

En este aspecto el riego como medio de lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad productora del agua es factor decisivo en la obtención de un determinado peso de un producto agrícola. En el caso de Pisac, y sus dos cultivos predominantes de períodos vegetativos intensivos: papa y maíz, se ha establecido que la demanda mensual de agua varía entre 7.17 y 8.41 mm. para el maíz y entre 7.24 y 7.77 para la papa, en períodos de 8 y 7 meses respectivamente. Esto lleva a suponer que durante la época prehispánica, los andenes de Pisac, en el caso del maíz, por ejemplo —cultivo que aprovecha al mínimo la capacidad productora del agua— en las condiciones óptimas de riego tuvieron un rendimiento promedio de 2000 a 2645 Kg. por hectárea y que el riego al que deben aunarse otros factores como rotación de cultivo, apoque, distanciamiento apropiado de las plantas, abonamiento, permitieron una productividad agrícola superior a la actual.

En suma, puede concluirse que la agricultura prehispánica pese a lo poco elaborada de su tecnología, alcanzó a superar en más de un 100/o la superficie cultivada de los andes centrales. El antiguo peruano ideó y construyó ingeniosos métodos de cultivo y obras hidráulicas y domesticó más de 30 variedades de plantas silvestres, que fueron objeto de cultivo intensivo.