

DISTRIBUCION DE AGUAS EN SISTEMAS DE RIEGO Problemas y Alternativas

Jan Hendriks
Ing. Hidráulico
CADEP "J.M.A." - Cusco.

Durante los últimos 20 años, varias entidades gubernamentales y no-gubernamentales en el Perú han realizado mayores esfuerzos en ampliar la frontera agrícola bajo riego por medio de proyectos de irrigación.

En primer lugar, debemos señalar que este afán ha resultado en un cierto descuido en cuanto a explorar las posibilidades de rehabilitar las infraestructuras hidráulicas existentes.

En segundo lugar, el enfoque, que se ha dado en los proyectos de riego ejecutados, ha sido de una opción eminentemente técnica: la construcción de un canal principal y, a veces, de algunos canales laterales, sin dar atención o seguimiento al uso organizativo/productivo del sistema de riego junto con los beneficiarios.

Son múltiples los ejemplos de obras de infraestructura de gran inversión que quedan como monumentos desadaptados a la

realidad física y social del ámbito rural.

Es quizás por eso el fracaso de muchos proyectos externos, entre otros en la sierra, a causa de la falta de participación y decisión de los que se consideran los beneficiarios: los campesinos (andinos).

La experiencia, de menos de tres años, de la institución donde labora el autor, ha sido asombrosa en cuanto a los problemas sociales y organizativos que le ha tocado enfrentar al avanzar en la realización "técnica" de su asesoría a proyectos de riego. Ello nos ha motivado a exponer nuestras reflexiones en este documento.

Debemos señalar que hasta la fecha no se ha trabajado suficientemente los aspectos de distribución de aguas en sistemas de riego, y, sin embargo, el tema es fundamental, no sólo como punto de partida de un análisis social del riego en regiones andinas, sino para resolver los enormes retos que plantean recuperar sistemas tradicionales de irrigación o crear nuevos.

Presentamos, pues, aquí una primera aproximación a esta temática, en base sobre todo, a nuestras experiencias, prescindiendo de una exposición técnica rigurosa y de referencias bibliográficas amplias. (En todo caso mencionaremos, sobre la marcha, el material que hemos consultado).

Al tratar sobre la actual situación del riego en los Andes y de sus perspectivas dentro del contexto organizativo-productivo de la sociedad campesina, no podemos dejar de mencionar la organización hidráulica anterior a la conquista española.

La producción agrícola de esa época, se basaba principalmente en una extensa área bajo riego junto con una estricta conservación de suelos (¡Andenes!) para alimentar a una población al menos tan importante como la actual en los Andes.

Nos preguntamos: ¿éstos impresionantes sistemas de riego corresponden solamente a un avanzado nivel tecnológico, a maravillosas obras de infraestructura?

No se puede negar que las obras físicas que nos han dejado, por ejemplo, los Incas, son maravillosas en sus acabados, en sus revestimientos precisos, en su topo-morfología. Sin embargo, ellos no disponían de maquinaria moderna, materiales de cons-

trucción como los actuales, fotos aéreas, teodolitos, modelos computarizados en hidráulica e hidrología.

Todo ello nos permite afirmar que no fueron las obras físicas las que, en última instancia, garantizaban el éxito del sistema productivo bajo riego (aunque sí su alto nivel técnico era una buena base y una condición importante).

Más bien parece que lo decisivo era la organización del riego bien adaptada a la organización productiva y social, donde las normas disciplinarias (y, a veces, represivas) se equilibraban y complementaban con un alto nivel de organización cultural y de relaciones inter e intra comunales.

Después de la conquista española hubo una imposición de nuevos esquemas organizativos, correspondientes a otro horizonte cultural y a otros intereses productivos y sociales: el Virreynato fue quebrando las estructuras y los sustentos del mundo incaico, no sólo en sus obras físicas sino también en su ideología. Las delicadas relaciones sociales fueron perturbadas y desplazadas. Otras normas legales se impusieron en cuanto al uso de tierras y aguas (Cfr. Jeanette Sherbondy). Toda la infraestructura anterior quedó sin su soporte fundamental: la sociedad incaica.

Y, por último, la sociedad moderna ha penetrado en el mundo andino profundizando el desencuentro entre sistemas de riegos y grupos sociales, contribuyendo así al deterioro de las comunidades en sus posibilidades de reconstruir la armonía anterior.

Sin embargo, el cuadro no es homogéneo. En algunas zonas, las estructuras tradicionales mantienen su importancia y vigencia en base a una fuerte organización comunal; en otras, como es el caso de Anta, se ha llegado a cierto vacío organizativo y a una desarticulación casi total de lo comunal.

Muchas comunidades en Anta ni tienen conducción orgánica y democrática a través de sus dirigentes comunales, ni funciona en estos términos un gobierno local que pudiera reemplazar de algún modo ese vacío comunal para una mayor dinamización del pueblo.

A consecuencia de ello, el elemento decisivo para mantener, recuperar o ampliar obras de riego, es decir, el poder de la organización social, ha desaparecido totalmente en unos casos y, en otros, se encuentra en crisis, salvándose tal vez en unos pocos. Eso explica que en la actualidad encontremos una vasta área de

andenes y una amplia infraestructura de riego con una enorme potencialidad productiva en desuso, en uso marginal o en mal uso.

Y, sin embargo, se sigue invirtiendo grandes recursos en obras hidráulicas sin conectarlas a la realidad social, organizativa y productiva del ambiente rural, sin crear condiciones para en uso funcional, como si la tecnología moderna sola fuese la solución automática para los problemas de riego en la Sierra.

Es necesario reconocer, no obstante, que el tejido social prehispánico, ya no existe. Sería ingenuo, por lo tanto, postular sin más una atención a la actual organización comunal andina, como la clave de la correcta solución al problema. Hoy día, la realidad rural andina aparece como un complicado y distorsionado conjunto de relaciones en el que se entrecruzan elementos tradicionales (prehispánicos y coloniales) y de la sociedad moderna.

Ello hace todavía más improbable avanzar en el desarrollo productivo basándose solamente en una actitud positivista que tiene como garantías a la *técnica* y las inversiones.

La posición que, por lo tanto, deseamos fundamentar en el presente trabajo es que es necesario profundizar en la comprensión de que una infraestructura hidráulica, en cuanto solución técnica aislada, no garantiza, definitivamente, el éxito de un proyecto de riego. Sostenemos que (más bien) se tiene que trabajar en aspectos de tipo organizativo y social como soportes básicos de cualquier obra de riego para intentar mejorar el nivel productivo y de vida en el ámbito rural.

En la multitud de aspectos importantes que en conjunto constituyen la problemática de riego en la complicada sociedad andina actual, podemos distinguir varios niveles: tenemos los siguientes (en orden de lo concreto a lo abstracto):

- a) La infraestructura hidráulica;
- b) La distribución, el manejo y uso de aguas;
- c) La producción agrícola;
- d) La problemática agro-económica;
- e) La organización social-productiva del sistema;
- f) La investigación y evaluación permanente;
- g) Aspectos social, culturales y políticos.

Podemos añadir más elementos (como por ejemplo, la estructura legal dentro del sistema de riego), pero creemos que hemos mencionado los aspectos más importantes para la funciona-

lidad del riego como sistema social-productivo.

En este artículo nos concentraremos a los puntos b, e, y g., distribución, manejo y uso de aguas; la organización social productiva del sistema; y aspectos social, culturales y políticos.

A pesar de ser la distribución, el manejo y uso de aguas uno de los aspectos más comprensibles en toda problemática de riego, parece que nunca ha tenido la atención suficiente en los proyectos. Sin embargo, no sólo por la eficacia productiva que pueda tener el sistema de riego, sino también por razones de justicia entre usuarios y por no crear demasiada diferenciación económica (y por ende marginalización), un buen sistema de distribución de aguas es de suma importancia.

Lamentablemente, muchos proyectos de riego se han quedado a medio camino con sólo la construcción de un canal principal, y a veces algunas laterales, por carecer de criterios suficientes. En muy pocos proyectos se ha podido llegar a implementar la *organización* de la distribución de aguas.

Las razones de este vacío pueden ser varias: falta de recursos, falta de una voluntad política para un seguimiento permanente; "especialismo técnico" que impone la formación académica y la estructura burocrática de las instituciones promotoras; pero, sobre todo, por falta de claridad sobre conceptos en la problemática de distribución, el manejo y uso de aguas. Este artículo trata de aportar a esta discusión.

1. LA ORGANIZACION COMUNAL E INTERCOMUNAL ALREDEDOR DE RIEGO

En el Perú existe muy poca información sobre la manera de distribuir aguas de riego en comunidades que cuentan con este importante recurso. Desconocemos los modos de programar (rotación), distribuir los caudales, priorizar los cultivos por regar (y su relación con el rol del riego), la factible priorización del riego en relación a suelos y topografía, y principalmente la jerarquización social (la priorización en relación a las personas).

Existe regular conocimiento sobre la agricultura y sobre sistemas de riego en la dorada época del Incanato, en base a estudios arqueológicos.

Tenemos la impresión de que los estudios existentes sobre la problemática rural andina no tocan con toda profundidad las re-

laciones sociales, políticas y culturales entre campesinos, grupos campesinos, comunidades campesinas, entre el comerciante rescataista, prestatario, el "misti", el más pobre indio, el caudillo, entre grupos políticos, grupos de familias y grupos de poder. Más bien, muchos estudios parecen desconocer la compleja y conflictiva realidad rural andina, cuando sólo enfocan su atención a lo mítico y lo maravilloso de la cultura andina.

A nuestro modo de ver, las relaciones señaladas son fundamentales y deben ser estudiadas para entender mejor el universo social-productivo y el estancamiento en que se encuentra la población rural andina (sin dejar de lado los factores externos que influyen en ello). De esta manera, se pueden ubicar los proyectos de desarrollo en un contexto más real.

Así mismo, pensamos que tampoco se ha estudiado con la debida profundidad las relaciones que existen en el manejo del riego en el ámbito rural andino.

Ahora bien, esta tarea requiere una prolongada estadía en el campo y un acercamiento máximo al campesino concreto. Exigencias raramente tenidas en cuenta por los *proyectistas hidráulicos*.

En concreto, tenemos las siguientes razones para abordar el estudio al que nos referimos:

- o Rescatar información que permita identificar y difundir la real importancia de este tema.
- o Poder sistematizar esta información y así trabajar con pautas más claras en los proyectos.
- o Aplicar directa o indirectamente la información en las mismas comunidades estudiadas, trabajando con los comuneros en el mejoramiento de su sistema de riego.
- o Como tarea intelectual de rescate de valores culturales en el mundo andino.

Se puede suponer que, en muchas comunidades, la distribución social de aguas de riego se establece en forma bastante satisfactoria para el mismo campesinado. Pensamos en comunidades que mantienen su coherencia en cuanto a su estructura social hace tiempo, en donde funciona bien la autoridad y disciplina comunal dentro de una cultura tradicional.

Sin embargo, por nuestra propia experiencia y por información ajena sabemos que la comunidad campesina está sujeta a deterioro y desintegración fuertes por los choques culturales con el mundo externo. Así mismo parece estar decayendo la organización social alrededor de la distribución de aguas.

En este caso, la mayoría de los comuneros ya no participa activamente en la vida social de la comunidad, dejando espacios a la creación de centros de poder autocráticos y grupos cerrados de familias que dominan sobre la comunidad, los que dominan la distribución de aguas en el riego de modo ya no funcional ni social en base de intereses comunes, sino en base de intereses individuales.

Más difícil se presenta la situación en el caso de sistemas intercomunales de riego. Allí la dominación de una comunidad o de grupos de poder puede estar acentuada por el factor territorial, pudiendo tener mando absoluto sobre el rumbo del recurso agua.

¿Es así de grave la situación? ¿Se está deformando la estructura rural hacia un nuevo gamonalismo comunal que impide un uso racional del agua de riego?

No podemos responder esta pregunta en términos absolutos, pero sí podemos presentar ejemplos de problemas reales en comunidades en cuanto a distribución de aguas, empezando con nuestras propias experiencias.

— Nos llegó una solicitud por parte de la comunidad de Pampaconga (Distrito de Limatambo, Provincia de Anta), pidiendo apoyo técnico en el sistema de riego que ellos tienen.

En la inspección ocular que hicimos se nos pidió un proyecto de revestimiento del antiguo canal principal, es decir, una obra técnica para reducir pérdidas de agua en el canal.

Sin embargo, constatamos lo siguiente:

- o El canal (Incaico) parecía no tener mayores problemas de pérdida por filtración.
- o A pesar de la amplia capacidad conductiva del canal, el caudal de agua se había reducido por descuido en la boca toma; de ella se podía derivar mucha más agua hacia el canal, sin provocar escasez en la parte baja del río.
- o El punto de distribución del canal es una bifurcación hacia dos canales laterales que conducen agua a diferentes sectores

de la comunidad. Según los comentarios de los comuneros, esta bifurcación permanentemente generaba conflictos en la distribución. En la bifurcación los regantes obstaculizaban el flujo en el ramal hacia un sector para poder derivar más agua hacia el propio sector.

Aparentemente, había falta de agua en el sistema de riego de Pampaconga, pero la solución no apunta hacia las bolsas de cemento solicitadas, sino hacia medidas de tipo social-comunal.

La Comunidad tiene un tomero y un juez de aguas, pero no tiene la suficiente organización comunal para realizar pequeños arreglos en la bocatoma y en el canal, o para respetar las reglas de juego en la bifurcación.

La única medida técnica para ayudar a resolver el problema sería instalar compuertas reguladoras en la bocatoma y en la bifurcación, las cuales harán más visible y controlable el destino de las aguas.

— Nos llegó una solicitud por parte de algunos comuneros de la comunidad de Huayllacocha (Distrito de Huarcocondo, Provincia de Anta) para asesoría técnica a un problema de falta de agua.

Hicimos una inspección que nos reveló que la comunidad dispone de un sistema antiguo para el abastecimiento de agua de lluvia que escurre de los cerros aledaños. Por medio de un reservorio artificial grande se abastece para la época de regadío. El sistema es perfecto y aprovechado al 100^o/. La comunidad quiere ampliar el reservorio por insuficiencia de agua. Probablemente existe escasez real de agua, pero a nuestro modo de ver existen otras razones que la provocan: la compuerta del reservorio no tiene un buen aparato de regulación del caudal. Parece una situación creada y aprovechada por miembros de mayor peso de la comunidad, los que hacen llegar una sobre-cantidad de agua a sus chacras, creando escasez para otros.

Otras inquietudes expresadas por algunos comuneros en esa inspección, como son el querer derivar aguas de un manante ya en uso por otros, y el querer apropiarse de agua potable de un sector de la comunidad para fines de riego, revelan conflictos social-comunales más profundos. Ejecutar obras técnicas en esta situación es ingenuo.

— Nos llegó una solicitud de la comunidad de Andahuasi (Distrito de Zurite, Provincia de Anta) para apoyo técnico en la construcción de un reservorio nocturno de riego.

El problema fue “falta de agua”, que se quería resolver por medio de la construcción de un reservorio grande, pudiendo captar y abastecer el caudal nocturno del río para regar de día. En la actualidad también se riega de noche en el sistema. Los comuneros mismos revelaron parte del problema comunal: “no podemos controlar la distribución del agua en la noche”.

Aquí tenemos, entonces, la misma situación: “la falta de agua” es en realidad una falta de control social del agua: no se sabe, o no se reconoce, en qué chacra, de qué sector y cuándo llega qué cantidad de agua, y menos todavía se conoce la situación de noche.

Un reciente estudio del programa PRODERM (antrop. José Solís) en la zona indica que los comuneros están conscientes de la desigual distribución de aguas, pero parece que no quieren admitirla por aparentar una ficticia cohesión comunal ante el mundo externo. Tomando en cuenta ese orgullo cultural es lógico que los comuneros pidan apoyo para poder “aumentar el agua”.

Esta situación de no-control, no-organización, junto con un cierto escapismo cultural y falta de pruebas absolutas controlables sobre la (mala) distribución de aguas es aprovechada por algunos comuneros y sectores, que usan una sobrecantidad de agua para el riego de sus chacras, junto con una tenencia de tierras muy desigual, situación que fue confirmada por un promotor social trabajando en la zona.

En varios lugares del Departamento de Cusco se han realizado o se están realizando obras de infraestructura hidráulica que interfieren con sistemas existentes de riego en el área del proyecto. Por discreción no pasamos los detalles de ellas, pero sí podemos señalar algunos problemas:

- o Superposición de nueva infraestructura, respecto al sistema existente, sin que haya claridad sobre cómo empalmar ambos en la distribución de aguas.
- o Ampliación de la red hidráulica, incluyendo nuevos sectores sociales que competirán y afectarán a los antiguos que

tienen derechos por tradición en la distribución de agua en un contexto de escasez.

- o Redistribuir el acceso al agua de riego, lo cual genera conflictos de redistribución social comunal e intercomunal.
- o El no impulsar o no mejorar una instancia democrática y efectiva como organización de usuarios que vigile sobre el sistema y sobre la distribución de aguas.

En muchos casos, el proyecto construye sólo la obra hidráulica, dejando los resultados de ella a la ley del más fuerte. Una buena motivación para la organización comunitaria en torno al riego y un buen seguimiento profesional en los problemas de distribución de aguas (su uso social) podrían ayudar a resolver problemas generados por un nuevo proyecto y, por lo tanto, a justificar la inversión realizada.

De lo anterior se pueden deducir las primeras conclusiones:

1) Existen comunidades y sectores rurales donde la organización de la distribución de aguas de riego es deficiente, a pesar de la existencia de instancias creadas al respecto (Comités de Regantes, Tomeros, Juez de aguas). Las causas son falta de autoridad de dirigentes, indisciplina, incomunicación en la comunidad o el sector.

Todo ello parece apuntar hacia causas más profundas en la estructura comunal.

2) Fácilmente, estas causas son remitidas hacia un problema técnico de "falta de agua".

3) El desconocimiento y falta de claridad sobre la demanda real de agua, sobre los caudales en el sistema y sobre la distribución del caudal entre los usuarios en forma cuantificable, deja mucho espacio para la desorientación y desorganización comunal al respecto. La "falta de agua" en muchos casos en realidad también es una falta de regulación.

4) Los proyectos de riego (sea en área de secano, sea sobre sistemas existentes) se deberán plantear en el contexto social de la zona, y realizarse por medio de un proceso de preparación, ejecución y seguimiento en donde intervengan activamente los interesados sobre la base de su propia organización.

2. PAUTAS PARA LA ORGANIZACION DE LA DISTRIBUCION DE AGUAS

Hemos visto que, en muchos casos, la falta de claridad en cuanto a caudales y a su distribución espacial ayuda a un mal uso del sistema de riego (por lo menos en términos de justicia) pero normalmente también en términos productivos. Muchas veces, este mal uso se ve agravado por deficiencias en los mecanismos democráticos de la comunidad en cuanto al control del sistema de riego.

Creemos que clarificar y establecer un *sistema mensurable* de distribución de aguas puede aportar a un mejoramiento en el uso de las mismas. A la vez ello facilitaría restaurar mecanismos democráticos de la comunidad, pudiendo actuar a prueba de datos verificables que permitan juzgar incoherencias en términos más pertinentes.

Veamos aquí la conveniencia de “visualizar” (es decir de comprender integralmente) la distribución de aguas:

- a) Para el mejor uso del sistema;
- b) Como uno de los instrumentos para la restauración de la organización comunal.

Difícilmente, esta “visualización” del sistema de riego puede ser realizada por la comunidad sin recursos externos. El apoyo externo tendría que apuntar a lo siguiente:

- 1) Estudios básicos referidos al sistema de distribución.
- 2) Una reflexión con los usuarios sobre el sistema de riego y sobre posibles mejoramiento, ello en base a la constatación de deficiencias y debilidades.
- 3) Asesoramiento a lo comunal, a la restauración de una estructura comunal en los aspectos debilitados.
- 4) Implementación técnica de los mejoramientos propuestos.
- 5) Evaluación y reajustes, a realizar por los interesados.

En cuanto a lo técnico vemos que se requiere un mínimo de datos indispensables para poder preponer alternativas técnicas.

Proponemos lo siguiente:

- a) Información sobre el régimen del caudal disponible.
- b) Determinación del área y de los usuarios que incluye el sistema.

c) Delimitación de los diferentes sectores sociales territoriales incluidos en el sistema.

d) Plano catastral del área y de la distribución espacial de los canales.

e) Información sobre formas y costumbres de distribución: rol de aguas, "rol" de cultivos, intervalos de riego, demanda de agua, caudal "manual", etc.

La recolección de estos datos es una tarea laboriosa, pero de todas maneras menos costosa que una obra hidráulica sin pies ni cabeza.

Además, el estudio puede ser dinamizador del proyecto de mejoramiento en la comunidad.

En base a la información obtenida se puede o no llegar a formular o reformular el sistema de distribución de riego, para lo cual propondríamos tres etapas:

a) Definir los criterios de riego.

b) Determinar los sectores a regar, para fijar la dotación sectorial de agua.

c) Instalar pequeñas obras de regulación.

En cuanto a los criterios de riego se tendrá que precisar:

- o Igual dotación (limitada) de agua por usuario, dotación según tenencia de tierras o una solución intermedia.
- o Rotación del caudal entre los sectores, o dotación simultánea a los sectores.
- o Inicio e intervalos de dotación en la campaña de riego (en el riego andino muchas veces se tiene sólo uno o dos roles de riego para la preparación del terreno y para la siembra, para luego esperar las lluvias).
- o Regar día y noche, o sólo de día.

Una vez definidos los sectores sociales, territoriales en el sistema, la distribución de aguas dentro de un sector no necesita mucha elaboración y preparación técnica, puesto que el área de cada sector normalmente será suficientemente pequeña para establecer un control social y personal entre los usuarios dentro del sector.

No es así en la distribución intersectorial, donde la situación puede ser demasiado anónima para ejercer las reglas de juego.

En el reparto de aguas entre los sectores se tendrá que recu-

rrir a compuertas reguladores para “visualizar” y controlar la distribución.

Modelar o formular el sistema de riego no garantiza una dotación suficiente, sino facilita una dotación justa y más racional del agua.

En caso de escasez de agua, ésta se repartiría proporcionalmente sobre los usuarios y sobre las chacras.

Si hay diferencias en la demanda de agua por cultivo, el sistema permitiría menos área regada para las chacras con cultivos más exigentes.

Normalmente, las comunidades andinas distribuyen sus aguas sobre sus sectores sociales territoriales; por lo tanto, el reparto sectorial no es nada nuevo. Lo deficiente, a nuestro modo de ver, es la poca claridad en la visualización de la red que tienen los usuarios del sistema de riego, lo cual propicia muchos problemas y conflictos en la distribución.

Una corta visita a la comunidad de Chaquepay (Distrito de Huarcocondo, Provincia de Anta) nos dio la impresión de que esa comunidad sí dispone de un sistema de riego que se aproxima bastante al concepto expuesto. El sistema de riego virtualmente funciona por sectores bien definidos y la escasez de agua se reparte proporcionalmente sobre los usuarios. (En el año '1985 se regó solamente un área de 10 x 15 metros cuadrados por usuario).

El estudio de la distribución de aguas en las comunidades campesinas con sistemas existentes de riego, a pesar de demostrar deficiencias, no sólo podrá dar pautas para mejorar los mismos sistemas, sino sobre todo puede dar pistas para implementar mejor el sistema de distribución en los muchos proyectos de riego en áreas de secano carentes de esta atención.

Tratemos de aclarar los conceptos técnicos en el siguiente capítulo.

3. EL CONCEPTO “UNIDAD TERCIARIA”

En la corta historia del “desarrollo rural” (hace 30 años existía el problema del subdesarrollo pero no su identificación) se ha podido constatar un cambio paulatino desde grandes proyectos tecnocráticos (impuestos de arriba) hacia una opción de “participación del campesino”. Sin embargo, en muchos casos

esta opción está ampliamente defendida sólo en el papel, mientras que en la práctica los esquemas anteriores siguen vigentes. Son pocas las instituciones que logran aplicar consecuentemente en la realidad los nuevos puntos de vista en cuanto al desarrollo rural.

Lo mismo ha sucedido y sucede en la ciencia y la práctica mundial de irrigaciones, donde anteriormente se daba énfasis al diseño del sistema hidráulico principal (bocatomas, canal principal, laterales principales), mientras en la actualidad se nota un giro paulatino hacia el manejo de agua al nivel de la parcela y la importancia del usuario en todo el sistema. Parte de este giro hacia la problemática campesina se da en el desarrollo del concepto "unidad terciaria".

Lamentablemente, este giro está en un momento experimental, poco difundido, y apenas está influyendo en la aplicación real e integral de los proyectos de riego.

La "unidad terciaria" significa, aproximadamente, una unidad básica (sector) de distribución de aguas al nivel de campo, en la cual se junta una cierta cantidad de usuarios (mejor dicho, de parcelas), los cuales desarrollan una rotación autónoma sobre las parcelas incluidas en la unidad. Desde el punto de vista técnico, el área del sector está determinada, por un lado, por la demanda de agua del cultivo y/o suelo, y, por otro lado, por el caudal que puede ser manejado por los usuarios. La "unidad terciaria", a su vez, tiene un solo punto de derivación desde el sistema principal del cual forma parte junto con las otras unidades terciarias en el sistema.

La unidad terciaria es una parte lógica en el orden del sistema de riego que normalmente comprende cinco niveles:

- 1) La parcela;
- 2) El sector (o "unidad terciaria");
- 3) Los canales terciarios;
- 4) Los canales secundarios;
- 5) El canal principal.

Nota:

En sistemas pequeños a veces no es necesario incluir los canales secundarios y/o canales terciarios, sino que las tomas pueden ser directas desde el canal principal (o canal secundario) ha-

cia las unidades terciarias.

El concepto de la unidad terciaria se ha desarrollado para grandes proyectos de riego en terrenos vírgenes (pampas, desiertos, playas) donde todavía no existía agricultura y/o parcelación del terreno. Libremente, se podía diseñar el sistema de riego y luego ver la forma como introducir los sistemas agrícolas y cómo adaptar los usuarios al conjunto (el modelo en sí se presta para un desarrollo bastante tecnocrático).

La situación en la Sierra Andina es mucho más complicada para la aplicación del modelo de riego expuesto: las tierras están parceladas en forma muy irregular, los usuarios forman o no grupos sociales (que además muchas veces no coinciden con las divisiones sectoriales), existen costumbres, relaciones e intereses opuestos a un ordenamiento "técnico", la configuración del área regada es bastante dispersa y cambiante, etc.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones para aplicar el concepto "unidad terciaria" en el mundo andino, el mismo tiene elementos rescatables para orientarnos en problemas de distribución de aguas, más que todo en áreas de agricultura de secano donde se implementa el riego.

4. ELABORACION TECNICA DEL CONCEPTO "UNIDAD TERCIARIA" (1)

Para entender el diseño técnico de la unidad terciaria tenemos que manejar algunos principios y definiciones al respecto de la irrigación.

Lo tratamos aquí en forma sencilla:

En primer lugar, el caudal que continuamente debe entrar en una hectárea de cultivo para satisfacer la demanda de agua de éste (incluyendo pérdidas de conducción, distribución y aplicación) se define como el *módulo de riego*: Q_c (en litros por segundo por hectárea).

El *modulo de riego* es un caudal ficticio que sirve sólo para los cálculos. En la sierra andina los proyectos manejan un módu-

(1) o FAO Irrigation and Drainage Paper N° 24
o Currículum Dpto. de Irrigaciones, Universidad Agrícola, Wageningen, Holanda.

lo de *riego* de aprox. 0.5 - 1.5 litros por segundo. Por ejemplo, con un caudal de 30 litros por segundo y un módulo de riego de 0.9 lts/seg/ha. se podría regar unas $30/0.9 = 33$ há. operando día y noche.

El uso del “módulo de riego” en la sierra peruana es bastante discutible, puesto que en muchos casos no existe un rol continuo de riego, sino uno o dos riegos para poder adelantar la siembra (riego complementario a las lluvias). Por ejemplo, si la preparación del terreno y la siembra requiere una dotación de una “capa de agua” de 150 milímetros de espesor, y la comunidad puede demorar dos meses para preparar y sembrar todo el área en un solo rol de riego, se puede calcular que el *módulo de riego* sería 0.3 lts/seg/ha. o sea, esta comunidad puede alcanzar la preparación de 100 há. con sólo un caudal de 30 litros por segundo.

En varias comunidades hemos podido constatar estos “módulos de riego” bajos (hasta menos de 0.3 l/s/h), lo cual no es coherente totalmente con los datos “científicos”.

Sin embargo, la definición del *modulo de riego* sigue siendo válida para nuestro cálculo.

En realidad, el cálculo del “módulo de riego” está basado en el déficit de agua que pueda existir cuando la demanda real por la evapo-transpiración del cultivo (E_p) exceda la precipitación pluvial (P).

En la fórmula: déficit (R_p) = (E_p) - (P) milímetros/mes.

Es conveniente hablar de “capa de agua” en milímetros de espesor cuando tratamos de cuantificar la lluvia, la evaporación, el déficit de agua, la demanda, etc.

Nota:

La demanda real del cultivo (E_p) depende mucho del clima (que determina la evaporación (E_0)), y del (estado del) cultivo, en Fórmula:

$$(E_p) = (K_1) * (K_2) * (E_0) \text{ milímetros/mes}$$

En donde::

- o (E_0) = La evaporación referencial de una superficie de agua expuesta al clima;

- o (K_1) = corrección por el estado de desarrollo de la planta;
- o (K_2) = corrección por el tipo de cultivo

Por lo tanto, el déficit de agua para el cultivo se define como sigue:

$$(R_p) = (K_1) * (K_2) * (E_o) - P \text{ mm/mes.}$$

Como no queremos complicar demasiado el asunto, consideramos un cultivo no-xerofítico en pleno desarrollo, para el cual los factores de corrección se aproximan a 1.0. Por tanto: déficit de agua para el cultivo:

$$(R_p) = 1 * E_o - P \text{ mm/mes. Es el déficit de agua que se presenta en pleno desarrollo del cultivo.}$$

Ahora el déficit de agua (R_p) se tratará de recompensar por una dotación de riego, la *demanda* de agua para ella (R_q) será mayor que el déficit de agua (R_p), puesto que hay pérdidas en la conducción, la distribución y la aplicación del agua de riego. Estas pérdidas se corrigen con el factor (K_3), que indica la eficacia de riego.

Por lo tanto:

Demanda de riego:

$$(R_q) = (R_p) / (K_3) = \frac{[(E_p) - P]}{K_3} \text{ mm/mes.}$$

Estimando la eficacia de riego en un 40% llegamos en resumen a la siguiente expresión para la demanda de riego:

$$(R_q) = 2.5 * [(E_o) - P] \text{ mm/mes}$$

Esta demanda de riego (R_q), en milímetros de “espesor de una capa de agua” por mes, podemos remitir a un caudal continuo por ha. (q_c), que es justamente el *módulo de riego*:

$$(q_c) = 0.00386 * (R_q) \text{ lts/seg/ha.}$$

Para dar una idea de lo que hay detrás de los símbolos y fórmulas presentamos algunos datos al respecto, representativos para la zona "quechua" del Departamento de Cusco (datos recopilados de: PRODERM, Irrigación Sambor, Cusco 1983): (ver cuadro 1).

CUADRO N° 1

mes:	(E _o) mm/mes	P (75 ^o /o) mm/mes	(R _p) mm/mes	(R _q) 40 ^o /o efic. mm/mes	(q _c) lts/seg/ha
Enero	104	84	20	50	0.19
Febrero	93	85	8	20	0.08
Marzo	108	80	28	70	0.27
Abril	106	38	68	170	0.66
Mayo	105	4	101	253	0.98
Junio	94	0	94	235	0.91
Julio	98	0	98	245	0.95
Agosto	109	4	105	263	1.02
Setiembre	115	16	99	248	0.96
Octubre	131	38	93	233	0.90
Noviembre	121	59	62	155	0.60
Diciembre	109	79	30	75	0.29
	1,293	487	806	2,017 mm/año	

En el cuadro N° 1 se puede apreciar que el *módulo de riego* (q_c) varía cada mes. Para el diseño del sistema de distribución, sin embargo, se tomará el valor máximo de (q_c), siendo en este caso 1.02 en la época de demanda máxima de riego (Agosto).

Nota:

Ya hicimos referencia a la discutible validez del "módulo de riego" en cuanto a los datos altos que arrojan los cálculos científicos. A nuestro modo de ver ello se debe a que el cálculo principalmente se basa en los parámetros meteorológicos (como hemos visto arriba).

En realidad, otros parámetros pueden ser de igual o mayor importancia, como son, por ejemplo: la demanda de agua para el

remojo del suelo (“la sed de la tierra”), y la duración de la época de preparación del terreno y/o de la siembra en el área del sistema de riego. Ello puede explicar que en parte los “módulos de riego” hallados en algunos sistemas del ámbito andino son bastante bajos.

Fuera de la época de demanda máxima de riego, la comunidad podría regar más área (si hubiera), disminuir el caudal en el canal principal o regar a criterio más libre con las aguas sobrantes.

En muchos casos el área bajo riego es demasiado grande para ser atendida óptimamente en la época de máxima demanda. Los conflictos de distribución de aguas aparecen justamente en esta época.

Un estudio no publicado respecto al manejo de agua en la zona de Cochabamba (Bolivia) revela que, fuera de la época crítica, los usuarios de la zona toman libremente y a propio criterio agua de los canales sin que exista un rol de riego. En la época crítica de demanda máxima de agua se organizan en “minka”, que implica un rol de agua bastante estricto para no desperdiciarla y, más que todo, para establecer un reparto social de la escasez.

Ahora bien, sabemos que el usuario no riega con un caudal continuo, (q_c) de 1.02 lts/seg, sino con un caudal apropiado para ser manejado: *El caudal de parcela* (q_p). Es decir, el caudal Q disponible en el área del proyecto o sistema no se reparte entre todas las parcelas al mismo tiempo (lo cual justamente provocaría caudales no manejables en el orden del “módulo de riego”), sino se establece un rol de agua en donde cada día se riega una cierta parte de todo el número de usuarios, pudiendo dar un caudal mayor (caudal de parcela (q_p)) a cada uno.

El caudal de parcela depende mucho de la ubicación del proyecto y del método de aplicación (surcos, melgas, inundación permanente). En áreas planas, el caudal de parcela pueden variar entre 25 hasta 60 lts/seg manejados por el usuario.

En la sierra andina, donde las laderas bajo riego a veces tienen pendientes fuertes hasta de 40^o/o, el caudal de parcela estaría limitado a unos 5 - 12 lts/seg. (según la clasificación oficial del USA Bureau of Land Reclamation, las laderas con pendientes encima de 8^o/o ya no tendrían aptitud para riego).

En laderas de regular pendiente (en la sierra ecuatoriana) se ha establecido el dato de 8 lts/seg como caudal de parcela prome-

dio, ello a base de experimentos, pudiéndose variar este caudal según pendiente y tipo de suelo.

Con esta introducción estamos llegando a la definición matemática de lo que es la *unidad terciaria*.

El área de la unidad terciaria corresponde estrictamente a la relación entre caudal de parcela y “módulo de riego”, al número de usuarios que riega al mismo tiempo dentro de la unidad, y a las horas relativas de riego. Es la fórmula:

$$(a_{ut}) = n * (q_p) * h/24 * d/7 \text{ Hectáreas} \\ (q_c)$$

En donde:

(a_{ut}) = área de la unidad terciaria (hás), suponiendo una dotación continua a esta unidad.

n = número de campesinos regando al mismo tiempo en la unidad terciaria;

n = 1: ninguna complicación;

n = 2: caudal de toma de la u.t. hay que repartir sobre dos miembros de la u.t. al mismo tiempo;

n = 3: 3 usuarios regarán al mismo tiempo en la u.t. La situación lleva a complicaciones.

(q_p) = caudal de parcela, manejado por usuario (lts/seg);

(q_c) = módulo de riego requerido en época de demanda máxima de agua;

h = horas de riego en las 24 horas del día

d = días de riego por semana.

La fórmula es lógica: como (q_p) es un múltiple del caudal continuo por há (módulo de riego (q_c)), también lo es el hectareaje de la unidad terciaria, corregido por el número de regantes simultáneos y por la cobertura del tiempo.

El caudal de toma para la unidad terciaria se define como:

$$(q_{ut}) = n * (q_p) \text{ lts/seg}$$

Ilustramos los cálculos con un ejemplo:

Supongamos que en un sistema de riego dado se suele regar 12 horas al día y que en la época de demanda máxima se riega los 7 días de la semana.

Según los cálculos, el "módulo de riego" en la época crítica es de 1.02 lts/seg., y se estima el caudal manejable (caudal de parcela) a unos 8 lts/seg. En la unidad terciaria regará un usuario al mismo tiempo.

Fácilmente se puede calcular que el área ideal para la unidad terciaria será alrededor de:

$$(a_{ut}) = 1 * 8/1.02 * 12/24 * 7/7 = 3.92 \text{ hás!}$$

Este cálculo teórico tendremos que adaptarlo a la situación existente que encontramos en el campo. Supongamos que se logra delimitar un sector de 4.7 has compuesto por unas 8 chacras:

Chacra 1 : 0.4 ha.

Chacra 2 : 0.7 ha.

Chacra 3 : 0.3 há.

Chacra 4 : 0.2 há.

Chacra 5 : 1.5 ha.

Chacra 6 : 0.6 há.

Chacra 7 : 0.9 ha.

Chacra 8 : 0.1 ha.

TOTAL : 4.7 hás. en el sector o unidad terciaria.

Como el hectareaje real del sector es más de lo arrojado por el cálculo, nos vemos obligados a aumentar el caudal de parcela, ello para no desequilibrar la dotación satisfactoria a las chacras.

$$(q_p), \text{ real} = 4.7 / 3.92 * 8 \text{ lts/seg} = 9.6 \text{ Lts/Seg.}$$

Nota:

En este caso, el caudal de toma para la u.t. es igual al caudal real de parcela, puesto que solamente un usuario riega al mismo tiempo.

Calculemos ahora cuánto tiempo de riego corresponde mensualmente a cada chacra, y controlemos si el conjunto recibirá agua conforme a la demanda máxima de riego:

En el ejemplo la chacra N° 4 recibirá agua durante el $0.2/4.7 * 110 = 4.3\%$ del tiempo regable en la u.t. Por mes son $4.3/100 * 12 \text{ horas} * 30 \text{ días} = 15.3 \text{ horas}$ de riego mensualmente para la chacra N° 4.

En volumen la chacra N° 4 recibirá 15.3 horas con un caudal de 9.6 lts/seg, que n total corresponde a $15.3 * 3,600 * 9.6 = 528,768$ litros por mes, que aplicada sobre 0.2 há. a su vez corresponde a una capa mensual de agua de 264 mm/mes, o sea, a un "módulo de riego" de 1.02 lts/seg/há. lo cual cuadra con la demanda máxima de riego en la época crítica (véase cuadro N° 1).

Presentamos la verificación para todas las chacras mencionadas en nuestra ficticia unidad terciaria:

CUADRO N° 2

Chacra	Ext. (há)	o/o de la u.t.	hora de riego/mes	Volumen recibido m ³ /mes	capa de agua mm/mes	(q _c) 1/s/há
1	0.4	8.5	30.6	1,057	264	1.02
2	0.7	14.9	53.6	1,852	265	1.02
3	0.3	6.4	23.0	795	265	1.02
4	0.2	4.3	15.3	529	265	1.02
5	1.5	31.9	114.9	3,971	265	1.02
6	0.6	12.8	46.0	1,590	265	1.02
7	0.9	19.1	68.9	2,381	265	1.02
8	0.1	2.1	7.7	266	266	1.03
	4.7	100	360*	12,441		

* 360 horas/mes = 12 horas de riego por día, conforme lo estipulado.

El Cuadro No 2 nos revela y nos asegura que el diseño de la unidad terciaria y su rol de agua garantizan a cada uno de los usuarios una cantidad de agua suficiente y justa en la época de la demanda máxima (en que (q_c) = 1.02 1/s/ha.).

Aquí hemos presentado sólo algunos aspectos del diseño de la Unidad Terciaria, que elaboramos (admitimos— en forma gruesa. Sin embargo, lo expuesto puede dar alguna orientación al respecto del concepto.

Lo que hemos podido tocar es, por ejemplo:

- o la regulación de los caudales;
- o la relación y la regulación entre las unidades;
- o intervalos de riego y su relación con la dotación de agua;
- o flexibilidad de adaptación en sistemas existentes de riego;

Somos conscientes de que aquí no hemos podido abordar el tema en toda su profundidad, lo que hemos tratado de demostrar es que existen herramientas técnicas para ordenar un poco la distribución de aguas en un sistema “anónimo” de riego y que existen formas de relacionar los caudales de riego con una cierta área regada con una cierta cantidad de usuarios y con una cierta demanda de agua, llegando a una distribución de aguas más justa y controlable.

También hemos tratado de indicar que la problemática de distribución (social) de aguas no sólo es terreno de la ciencia social sino también una tarea para los técnicos, lo que hasta el momento predominan en los proyectos de irrigaciones.

5. LAS UNIDADES TERCIARIAS EN EL PROYECTO “ROSASPAMPA/AYMARAES” - HUAROCONDO

En la comunidad de Huarocondo (Provincia de Anta) el equipo de riego del CADEP “J.M.A.” está asesorando al Proyecto de Riego por Electrobombeo “Rosaspampa/Aymaraes” del Comité de Regantes de ese lugar.

Es un proyecto de motobombeo para 29 has. en beneficio de las 55 familias integrantes del Comité de Regantes.

El caudal de diseño de las dos electrobombas es de 36 litros por segundo, y lo llevan a unos 34 metros río arriba, para que entre en un pequeño canal principal de aproximadamente 1,800 metros de longitud.

En el año 1985 se terminó la ejecución de la obra principal, faltando la implementación definitiva del sistema de distribución.

Sin embargo, en la primera campaña bajo riego ya se ha po-

dido experimentar el concepto de “unidad terciaria”.

Antes de empezar el rol de riego, en agosto 85, el Comité de Regantes, asesorado por el CADEP, estableció algunas pautas para la distribución de aguas, identificando cuatro sectores dentro del área del proyecto en que cada sector establecería su grupo de usuarios. El rol de agua tendría un intervalo de un mes, regando una semana por sector.

En la práctica no se ha podido llevar a cabo el rol de riego con todo el rigor que exige el sistema y parece que la implementación del mismo demandará un proceso de años.

Sin embargo, a pesar de la parcelación irregular del área, a pesar de las diferencias en topografía, los cruces de caminos y cercos, y a pesar de las particularidades del Comité de Regantes, el ordenamiento del sistema de distribución en sectores (unidades Terciarias) parece tener vigencia y validez.

Por ser el riego por motobombéo una empresa algo costosa, un buen sistema de distribución es de suma importancia. Para limitar la sobredotación de agua se ha diseñado el sistema a base de 60% de eficacia de riego. En la práctica la eficacia de riego será menor en los primeros años, creando una escasez “artificial” de agua que obligará a los usuarios a un uso racional del elemento líquido.

Volviendo a examinar el cuadro N° 1 a base de 60% de eficacia, se puede apreciar que el *módulo de riego* aplicado es 0.7 lts/seg/há. para el mes de agosto, lo cual parece ser un buen compromiso entre la tendencia de sobre-estimar el módulo de riego en base de datos puramente meteorológicos y la alta eficacia que imponemos al riego ajustándola al 60%.

Además, repartiendo el caudal de las dos electrobombas (36 l/s) podemos llegar a cuatro caudales de 9 l/s., los cuales son bastante aproximativos al caudal de parcela (q_p) para zonas andinas.

Regando dos usuarios por sector simultáneamente durante 15 horas al día, tres días de la semana por sector en la época de demanda crítica, podemos calcular la extensión aproximativa del sector:

$$(a_{ut}) = 2 * 9/0.7 * 15/24 * 3/7 = 6.9 \text{ hás.}$$

Por lo tanto, los cuatro sectores en el proyecto componen un área ideal de $4 \times 6.9 = 27.6$ há., lo cual se aproxima bastante al área real del proyecto.

Presentamos aquí las áreas reales que tienen los 4 sectores del proyecto:

Sector 1.	: 6.9 há.
Sector 2.	: 7.0 há.
Sector 3.	: 8.0 há.
Sector 4.	: 7.2 há.
total	: 29.1 há.

En este caso, la diferencia entre área real del sector y área ideal según cálculo, no se resuelve a través de reajustes en el caudal, sino a través de un reajuste en las horas de bombeo.

Los sectores mencionados corresponden no sólo a una delimitación topográfica, sino también a una delimitación social entre el grupo "Aymaraes" y el grupo "Rosaspampa" en el proyecto.

En el ejemplo dado tendríamos 2 unidades en donde se riega simultáneamente 3 días de la semana, dejando los siguientes 3 días a otras dos unidades. Además, en cada unidad que toca el turno regarían 2 usuarios al mismo tiempo, cada uno con 9 l/s (caudal de toma = 18 l/s por unidad).

Se puede verificar que un caudal de 18 l/s sobre 6.9 há. durante 3 días de la semana, 15 horas al día, resulta en un "módulo de riego" (q_c) = 0.7 lts/seg/ha. lo cual fue estipulado.

En este ejemplo del Proyecto de Riego "Rosaspampa/Aymaraes" - Huarocondo también se puede apreciar que el concepto de unidad terciaria ayuda a ordenar el sistema de distribución.

Además, el sistema es flexible en cuanto a cambios o alternativas:

- o en la pampa se puede regar con un caudal de parcela (q_p) = 18 l/s;
- o los intervalos de riego pueden ser: 1 semana, 2 semanas o 4 semanas, cambiando la duración del riego por sector o cambiando el caudal dirigido al sector (y cambiando el caudal de parcela);

o la dotación de agua puede ser ligera o fuerte (en relación con lo anterior).

Aquí tampoco presentamos los detalles de los cálculos; sólo tratamos de indicar la lógica flexible de un sistema de distribución en base a una sectorización de unidades terciarias, sin pretender que no existen problemas y complicaciones.

Como ya indicamos, la implementación del sistema de distribución de aguas en el proyecto "Rosaspampa/Aymaraes" será un experimento de años, empezando con el desorden, tratando de llegar a una distribución funcional y justa a largo plazo. El reto para esto es, por un lado, el costo de electrobombeo, que tiene que ser repartido entre los usuarios de acuerdo al consumo de agua y, por otro lado, la ventaja económica de una agricultura bajo riego bien aplicado.

Con este ejemplo hemos querido indicar que cualquier cambio tecnológico, en este caso la introducción de riego y su distribución de aguas, es un proceso de experimentación que requiere años y que debe ser acompañado por un trabajo educativo durante largo tiempo.

La solución matemática no existe en la difícil estructura social comunal que predomina en el mundo andino, pero realmente la técnica puede DAR algunas pautas, contando que se aplique con paciencia y flexibilidad y que esté dispuesta a adaptarse a la problemática que viven los que forman el mundo rural andino: los campesinos.

Nota:

El autor del presente artículo trabaja en el Centro Andino de Educación y Promoción (CADEP) "José María Arguedas", en convenio con el Servicio Holandés de Cooperación Técnica y Social (SNV).

El CADEP desarrolla un trabajo social alrededor de proyectos productivos y de servicios (entre otros: riego) en la provincia de Anta, Dpto. del Cusco. Ubicados dentro del marco de la Educación Popular, los proyectos del CADEP sirven como eje para consolidar o reestablecer organizaciones campesinas autónomas, democráticas y funcionales en términos gestionarios: organizaciones, que en definitiva, sean capaces de influir y decidir sobre su propio futuro y bienestar.