

**USO DEL SISTEMA
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA PARA EL
DISEÑO PARTICIPATIVO
DE OBRAS DE RIEGO**

Por: Aldo Cárdenas



Serie Documentos de Trabajo N° 1

**USO DEL SISTEMA
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA PARA EL
DISEÑO PARTICIPATIVO
DE OBRAS DE RIEGO**

Por: Aldo Cárdenas

SOLUCIONES PRÁCTICAS
I T D G

Tecnologías desafiando la pobreza



I. INTRODUCCIÓN

La pobreza en la región andina es el mayor problema a erradicar. El 70% de la población rural del Perú se concentra y vive en esta zona, ubicada entre los 500 y 4.500 metros de altitud. Trabajar en estas zonas es arduo dadas las condiciones sociales y económicas que afrontan a causa del abandono del Estado.

Intermediate Technology Development Group (ITDG), con el apoyo de la Comisión Europea, viene ejecutando el proyecto YACHAN en el departamento de Cajamarca, al norte del Perú, en los distritos de La Encañada y Bambamarca. El proyecto se fundamenta en el enfoque de Medios de Vida Sostenibles¹ (Sustainable Livelihoods) que identifica propuestas de desarrollo con participación de las comunidades campesinas, y espera lograr que las unidades agrícolas de los pequeños productores sean debidamente manejadas e incorporadas a un sistema productivo rentable que ayude a mejorar la calidad de vida de la población.

En el área del proyecto las actividades económicas más importantes son la ganadería y la agricultura. La actividad ganadera tiene dos productos lácteos principales: el queso, que se comercializa localmente y en la ciudad de Cajamarca, y la producción de leche fresca, que abastece a las empresas Nestlé y Gloria. La producción agrícola es para el autoconsumo familiar. Estas actividades están condicionadas a la disponibilidad de agua para riego. Debido a la escasez de este recurso se decidió implementar el riego presurizado, además porque las montañas se adecúan muy bien y consiguen la presión necesaria para un riego por aspersión a bajo costo.

Para facilitar este proceso, ITDG incorporó como herramienta estratégica el sistema de información geográfica (SIG) e imágenes de satélite de alta resolución. En un principio se utilizó la herramienta solo para sistematizar la información del equipo técnico del proyecto. Luego se identificaron sus beneficios potenciales para el trabajo participativo de las poblaciones, ayudándolos en la elaboración de un sistema de riego.

Tomando como base esta experiencia, ITDG ha diseñado un sistema de riego con la participación de los campesinos, usando herramientas como el SIG e imágenes de satélite. En este artículo se presenta una propuesta metodológica sobre el uso del SIG y algunos resultados del impacto en los medios de vida de la población rural que abarca el proyecto. Asimismo, se presentan las potencialidades y algunas limitaciones del uso de ésta tecnología.

Cabe resaltar que el costo-beneficio de esta tecnología es viable siempre que se utilice, además, para otras actividades de planeamiento y monitoreo. Por ejemplo, las municipalidades pueden aprovechar estas herramientas en la planificación de la infraestructura vial, proyectos de reforestación, ubicar la infraestructura productiva en el lugar con condiciones óptimas, identificar potencialidades del territorio, etc. En general, para lograr buen manejo del territorio y la planificación en términos de rentabilidad económica, no es recomendable utilizar esta tecnología solo para una actividad como es el diseño del sistema de riego.

¹ http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets.html.

II. METODOLOGÍA

Sobre el trabajo que se desarrolla en este campo vamos a describir las etapas del diseño del sistema de riego, considerando la parte social como la más importante en una obra de infraestructura.

2.1 ETAPA DE SENSIBILIZACIÓN

El desarrollo de sistemas de riego en zonas rurales puede muchas veces adolecer de un enfoque social adecuado bajo el supuesto de que los usuarios no tienen la capacidad de entender el diseño que los profesionales y técnicos especializados realizan. Sin embargo, esto no debe ocurrir si realmente queremos que las obras de infraestructura sean exitosas y de utilidad para los pequeños productores. Es importante entonces aplicar un enfoque participativo. Muchos sistemas de riego han fallado al no tomar en cuenta este aspecto.

La zona requiere un capital humano que incremente sus conocimientos sobre nuevas técnicas de riego para aprovechar con mayor eficiencia el agua. Debe capacitarse en la gestión de este recurso, en la operación y mantenimiento de los sistemas, manejo de pastos, alimentación y sanidad animal (ganado vacuno), además de mejorar la calidad del queso y derivados lácteos en general.

El capital social es el que demanda mayor trabajo por el bajo nivel de organización que tienen los pobladores, donde prevalece una actitud individualista por razones económicas, políticas e históricas² y por rivalidades tradicionales entre caseríos. Las rondas campesinas y los comités del vaso de leche son las organizaciones más fuertes en la zona. Las obras de infraestructura permiten y requieren la formación y/o refuerzo de organizaciones representativas en la zona.

La etapa de sensibilización es importante porque a partir de la identificación participativa de las necesidades de riego se llega a definir claramente con los usuarios la alternativa de riego que se va a ejecutar. Se puede decir que este proceso es largo porque implica muchas reuniones, asambleas y capacitaciones. Sin embargo, esta inversión es necesaria si queremos que la obra perdure.

El proyecto debe tener aceptación social y la convicción de los miembros de la comunidad de estar asumiendo este cambio tecnológico para el beneficio de la economía familiar. Los proyectos de manejo del agua solo tienen probabilidad de éxito si todos los sectores de la comunidad han sido capaces de determinar su diseño, operación e implementación.

Para ejecutar un proyecto de riego tecnificado, la comunidad debe contar con lo siguiente:

- Acta de reunión de asamblea donde conste la necesidad de riego como prioridad para su comunidad.

² En la década del setenta, como resultado del proceso de reforma agraria, en Cajamarca se pasó del sistema de hacienda a la parcelación de las propiedades rurales sin la formación de cooperativas o comunidades campesinas, a diferencia de otras zonas de los andes peruanos

- Disponibilidad de agua para riego y área a ser irrigada.
- Permisos y/o autorizaciones de uso del agua, indicando la localización de la captación y el caudal disponible. Esto es otorgado por distrito de riego del Ministerio de Agricultura.
- Acta de compromisos de aporte para la mano de obra y de la compra de su equipo móvil (manguera y aspersores). Este aporte es muy importante para la sostenibilidad de la obra, ya que los pequeños productores cuanto más aportan más valoran la obra.
- Asimismo, es importante que haya consenso para la construcción, a fin de evitar que alguien niegue el permiso para el pase del sistema de riego por su terreno.

En asamblea se explica de qué manera se va a llevar a cabo el trabajo. Se lleva un mapa SIG de la zona del proyecto con información base y la imagen de satélite Quickbird de fondo, donde se observan las quebradas, caminos y lo más interesante: sus casas y el límite de su terreno, y en general todo el contexto que los rodea. El campesino aprende a reconocer su lugar y esto se va enriqueciendo con las continuas visitas al campo, sobre todo al hacer el levantamiento topográfico.



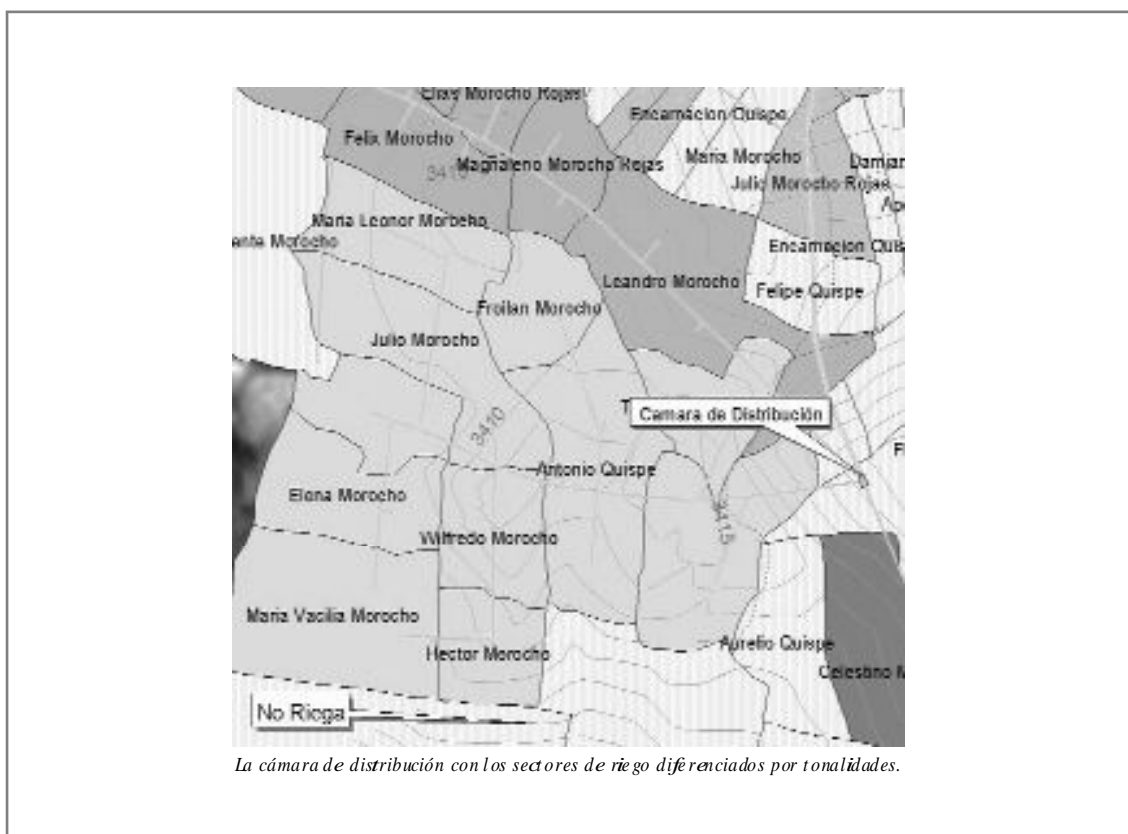
El campesino aprende a leer el mapa y ubica su terreno. Sugiere trazos para las redes de distribución y ubicación de sus posibles hidrantes.

2.2 SELECCIÓN DE SECTORES DE RIEGO

Los sectores de riego se delimitan de acuerdo a la presión del agua y por cercanía o afinidad. Es obvio que cuando se juntan varias parcelas en un sector lo mejor es seleccionar aquellas que pertenezcan a propietarios que se tengan confianza. Además, el riego de las parcelas de un sector se realiza mediante turnos y esto requiere de la coordinación fluida entre los usuarios.

Cada sector de riego se define por una cámara de distribución y/o rompe presión. La ubicación es importante para que el agua llegue a todos los usuarios con la presión adecuada. Con el mapa SIG se ubica la parcela fácilmente, sin correr el riesgo de que el agua caiga en el terreno de un poblador que no riega o que no es usuario, ni que caiga en una casa, o en una roca, o en un sembrío, ya que los pobladores son reacios a que se perjudiquen sus cultivos.

La imagen muestra los sectores de riego con los límites de terreno. La parte más clara corresponde a los terrenos que no riegan por falta de presión y porque algunos no trabajan. Cerca a la cámara de distribución no riegan porque no hay presión de agua para riego presurizado.



2.3 CÁMARAS DE DISTRIBUCIÓN

Las cámaras de distribución del caudal merecen una mención aparte pues son estructuras que reparten el agua en forma proporcional. Esto asegura que cada sector de riego reciba la misma proporción del caudal total. La elección del tipo de repartidor es muy importante porque debe tener confiabilidad en cuanto a la entrega oportuna y en la cantidad requerida por cada usuario. Es la estructura donde los usuarios van a ver reflejados sus derechos, esto requiere ser de conocimiento general de todos los productores. Además, su construcción necesita supervisión técnica y explicación clara sobre la operación y mantenimiento que se debe tener.

El repartidor con orificios tiene la ventaja de ser muy transparente para los usuarios y flexible, ajustándose a los cambios en la demanda de riego. Se usa mayormente para

pequeños caudales y son más versátiles porque el reparto es más equitativo. Se pueden hacer tantos orificios de acuerdo al número de usuarios o hidrantes por sector. Además, cuando un usuario se retire, o es moroso, se puede tapar un orificio y así restringir el caudal hacia ese sector. Incluso si se incrementa el número de usuarios se podrían hacer orificios adicionales, teniendo en cuenta que alcance el agua.

En la imagen se muestra un repartidor con orificios, se observa que son cajas pequeñas de 1,2 metros de largo por 1 metro de ancho, similares a las cámaras rompe presión.

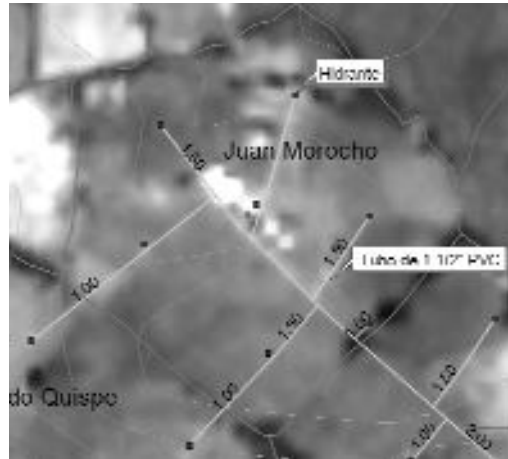


Caja de distribución con orificios, hecha con tubería PVC.

2.4 DISEÑO DE LA LÍNEA DE RIEGO MÓVIL

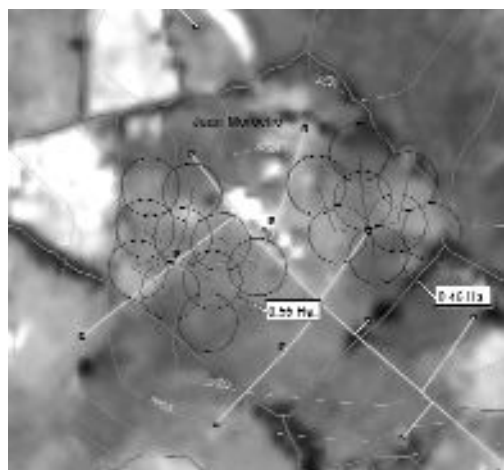
Una vez que se definen los sectores de riego y la ubicación de las cámaras de distribución, se puede proceder a la ubicación de los hidrantes.

Por acuerdo de la mayoría de usuarios y por el tamaño de sus terrenos en promedio, generalmente se colocan dos hidrantes por beneficiario. Esto sería ideal si todos los terrenos fueran iguales, pero en la práctica los terrenos son diferentes y se les sugiere dos cosas. Uno, que los usuarios con más terreno trabajen el doble o triple, pero esto muchas veces causa desorden a la hora de apuntar los jornales. Lo más recomendable es que inscriban a un familiar más como usuario y que trabaje, o envíen un peón, y así tener más hidrantes. De esta manera, todos tienen dos hidrantes que riegan al mismo tiempo y de acuerdo a su turno de riego. Lo importante es asegurar la distribución equitativa del recurso entre los usuarios, sin importar su posición en la zona, tamaño y forma de su predio, tenencia de la tierra o características del cultivo.



Redes de distribución e hidrantes, con la imagen de fondo.

Con el SIG se puede ahorrar mucho en el diseño de la distribución de los hidrantes y del equipo móvil. Superponiendo el área de terreno, la topografía y la imagen de satélite, se puede fácilmente determinar la ubicación de los hidrantes. Se debe saber el tipo de aspersor a utilizar, porque con la presión se conoce el diámetro de humedecimiento y con un círculo del tamaño de este diámetro podemos ir superponiendo sobre el terreno a regar, teniendo la imagen de fondo.



Área de influencia del hidrante, se observa los círculos del diámetro de humedecimiento de los aspersores.

En la imagen se muestra el área de influencia de dos hidrantes; las posiciones del equipo con dos aspersores varían entre cuatro y cinco lugares. Con el primero se obtiene 0,46 hectáreas y con el segundo 0,55 hectáreas, respectivamente. Por lo tanto, el área de riego es de 1 hectárea por cada turno de riego.

2.5 VALIDACIÓN ANTE LA COMUNIDAD

Una vez definido el diseño del sistema de riego en el papel, se convoca a una asamblea en coordinación con el comité de regantes. Se presenta el mapa elaborado con el SIG, incluyendo a los posibles regantes y dividido por grupos de riego. En dicha reunión se discute el diseño del sistema, el trazo que se trabajó en el campo con participación del proyectista y los pobladores. En el mapa, los pobladores observan si están incluidos en el sistema de riego, cuál es el área de su terreno, en qué sector se encuentran, con quiénes van a regar, qué tubería está instalada, etc. Esto les permite aprender a leer planos y sentirse orgullosos de lograr algo donde ellos han participado.



Asamblea con el mapa del SIG y el diseño del sistema. Se explica en qué va a consistir el trabajo.

III. RESULTADOS

Hacer un diseño participativo usando el SIG e imágenes de satélite arroja resultados más justos y equitativos porque se toma en cuenta las apreciaciones de los usuarios y ayuda a corregir los cálculos hidráulicos. Al usar mapas y llevarlos al campo, el usuario se hace partícipe del diseño y posterior ejecución.

El uso del receptor GPS en estas actividades resulta de gran utilidad, ya que permite ubicar con facilidad y adecuada precisión los puntos en la cartografía.

El diseño del sistema de riego se realiza de acuerdo a la disponibilidad de agua que existe, no son los cultivos los que lo determinan. Este tipo de riego es de disponibilidad y no de producción. Esto es natural en la sierra donde existe escasez de agua. Lo importante es asegurar una distribución equitativa del recurso entre los pobladores, sin importar su posición del espacio, tamaño y forma de su predio, tenencia de la tierra o características del cultivo.

Se ha identificado los siguientes impactos del proyecto sobre los medios de vida:

Capital físico: Hasta el momento se han ejecutado 12 obras de riego, de las cuales ocho son por aspersión y es donde mayormente se ha usado la metodología del SIG. Esto permite una ampliación de la frontera agrícola en 600 hectáreas, beneficiando a 540 familias. El riego es un medio que ha permitido mejorar las condiciones de la ganadería y agricultura en la zona. Las parcelas con riego se mantienen verdes, mejorando el aspecto paisajístico de la zona en época seca.

El pasto se ha incrementado de 12-15 t/ha a 35-40 t/ha. Esto debido al aumento en el número de cortes (de uno a cinco por año). Con el riego se ha mejorado el pasto, asociando Trébol blanco y Rye grass. Ambos generan proteína y energía necesarias para que la vaca aumente la producción de leche.

La capacidad de tolerancia de los pastos se incrementó por lo menos de una vaca más por hectárea y por familia.

Capital humano: Aumenta porque adquiere un conocimiento innovador sobre el riego tecnificado. Los campesinos son capaces de fabricar sus propios aspersores y cuidan sus equipos, pues su reposición implica un costo que deben asumir. Para el mantenimiento del sistema son conscientes de que deben pagar una cuota que cubra cualquier desperfecto.

También se los ha capacitado en la forma de manejar las pasturas. Los agricultores cortan sus pastos y controlan malezas. Antes solo amarraban a los animales para pastar, perjudicando los sembríos. Ahora llevan el pasto hacia el animal, a un extremo de la parcela. Esto permite también que los pastos broten rápidamente.

Se los ha capacitado en el ensilaje, cuya finalidad es guardar pasto que sirva de alimento en épocas muy secas. Esto se realiza con avena cuando su floración está al 80% o 90% y en el primer corte. También se los ha capacitado en el muestreo del pasto, donde se obtiene la producción por hectárea.

Capital financiero: Se puede afirmar que el 30% de las familias ha aumentado sus ingresos en US\$320 anuales por hectárea. Esto es, incluyendo el aumento de leche por vaca y el ahorro que obtienen por no arrendar pasto en la época seca.

Capital natural: Se da mejor uso al agua, hay menos erosión del suelo y mejor calidad de pastos.

Capital social: Ha mejorado porque se crea una nueva organización: el comité de regantes. Este organismo llega a ser el más fuerte en la comunidad, uniéndose a los ya existentes, tales como las rondas y el comité del Vaso de Leche. Los usuarios asumen nuevos derechos y obligaciones que se ven reflejados en el reglamento que ellos mismos aprueban. Además, al tener más agua, los conflictos sobre la escasez disminuyen.

Sostenibilidad: Existe una persona encargada exclusivamente de hacer el seguimiento a todos los usuarios y esto va a continuar por los menos tres años más. El seguimiento consiste en un paquete de capacitaciones. Uno de los grandes desafíos es que los 12 comités de riego lleguen a formar una comisión de regantes que agrupe a todos los usuarios. Con ello la organización podrá ser más fuerte en la zona donde velen por la mejora de sus sistemas y, por lo tanto, en sus medios de vida.

IV. CONCLUSIONES

El uso del SIG para el diseño de sistemas de riego por aspersión es aún poco conocido. Su implementación debe ajustarse a las condiciones de cada proyecto en donde siempre es importante el trabajo de campo y la participación de los potenciales usuarios en la forma de desarrollar el trabajo.

Teniendo la información de infraestructura de riego del SIG podemos empezar a hacer otros estudios en la parte productiva del número de hectáreas bajo riego, cultivos establecidos, rendimiento por hectárea y por campaña, entre otros. Es un trabajo que nunca termina. Hay que mantenerlo con el tiempo.

Usar la herramienta del SIG requiere cierta capacitación en el manejo del software. Su equipamiento es relativamente caro.

El SIG permite que hombres y mujeres participen desde el diseño de la obra de riego hasta la implementación, aunque en esta última etapa son los hombres los que más participan, aún cuando las mujeres juegan un rol importante de apoyo en las jornadas de trabajo.

Como vemos, el uso del SIG con un enfoque participativo en sistemas de riego alto andinos, permite lograr cambios significativos en los medios de vida de los pequeños productores rurales.

V. BIBLIOGRAFÍA

ANTEN, Michiel y WILLET Has (2000) Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en ladera, Cajamarca, PRONAMACHCS.

ANTEN, Michiel y WILLET Has (2002) Guía para el inventario y planeamiento de los recursos hídricos en microcuenca, Cajamarca, PRONAMACHCS.

LEVELT, Daniel (2004) El uso y la adaptación de la tecnología de riego por aspersión en la sierra andina de Perú, Países Bajos, Universidad de Wageningen, tesis (M.Sc.)

