

Propuestas de un modelo de datos en SIG para los sistema de riego en Bolivia

Proposed model data in GIS for irrigation systems in Bolivia

Mario Esteban Ramos Flores.

RESUMEN

En el mundo la actividad agrícola está expuesta a condiciones climáticas adversas como la sequía. En Bolivia, la mayor parte de la población rural se encuentra en situación de extrema pobreza (83%) debido a la cual una opción para combatir dicha pobreza es que las familias campesinas incrementen sus ingresos económicos con ayuda de técnicas agronómicas como el riego para lograr una mayor producción. En este sentido en Bolivia existen 5245 sistemas de riego pero esta información solo se encuentra en forma de puntos en el Sistema Nacional de Información de Riego (SNIR) dependiente del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR). El Decreto Reglamentario 28817 de la Ley de Riego 2878 define que un sistema de riego consta de 3 elementos: fuente de agua, canal de conducción y área de riego lo cual no está visualizada bajo esta estructura en el SNIR dependiente del VRHR. En este sentido en el presente artículo se propone un modelo de datos vectorial en un entorno SIG representando por entidades puntuales a las fuentes de agua, con líneas a los canales de conducción y con polígonos a las áreas de riego además de identificar los atributos o características de cada elemento componente del sistema de riego.

PALABRAS CLAVE:

Sistemas de riego, modelo de datos, SIG, fuente de agua, conducción, área de riego.

ABSTRACT

In the farming world it is exposed to adverse weather conditions such as drought. In Bolivia, most of the rural population lives in extreme poverty (83%) due to which an option to combat such poverty is that farm families increase their income using agronomic techniques such as irrigation to achieve increased production. In this sense, in Bolivia 5245 irrigation systems exist but this information only in the form of points in the National under the Vice Ministry of Water Resources and Irrigation (VRHR) see in the Irrigation Information System (SNIR). Regulatory Decree 28817 of the Irrigation Act 2878 defines an irrigation system consists of 3 elements: water source, raceway and irrigation area which is not displayed under this structure in the SNIR of the VRHR dependent. In this sense this article a model of vector data in a GIS environment represented by point sources of water bodies, with lines to the raceway and polygons irrigated areas and identify the attributes or characteristics is proposed component of each element of the irrigation system.

KEY WORDS:

Sistemas de riego, modelo de datos, SIG, fuente de agua, conducción, área de riego.

AUTOR:

Mario Esteban Ramos Flores. Docente Topografía y Dibujo Técnico. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. mrf350@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.53287/wenn8957ve77g>

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la agricultura ha estado siempre expuesta a la incertidumbre y los azares de la dinámica natural. El riego reduce algunas de estas incertidumbres, permite aumentar la productividad económica de ciertas tierras, habilita otras para el cultivo y aun promueve el desarrollo económico de regiones empobrecidas. Los beneficios que aporta el riego son: aumento de la superficie cultivada principalmente en aquellas regiones áridas o semiáridas donde la falta de agua no permite

actividades agrícolas o las limita a periodos cortos y un número restringido de cultivos. Otro objetivo del riego es el aumento de los rendimientos en zonas donde el recurso agua es un factor limitante para una elevada productividad (Ambrogui, 1980).

En Bolivia, la pobreza en áreas rurales se sitúa en el 83%, comparado con el 54% por ciento de las áreas urbanas, y existe una brecha aún mayor en términos de necesidades básicas no satisfechas (91% frente a 39%). El riego como factor de combate frente la pobreza rural juega un papel fundamental para el

incremento de la producción y diversificación agrícola (Viceministerio de Riego, 2007).

En este contexto, Bolivia cuenta con aproximadamente 355.500 ha de superficie regada (11% del total) de 2.100.000 ha de superficie agrícola y con aproximadamente más de 5.000 sistemas de riego; la mayoría ubicados en las áreas del sud y sudoeste el país (Valles y Altiplano). Estos sistemas de riego están formados por una rudimentaria red de canales abastecida con agua de lluvia y cuentan con pocos elementos de regulación, como presas, haciéndolos muy vulnerables a la estacionalidad de las lluvias (Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia, 2008). Los sistemas de riego en Bolivia suman 5245 según el Sistema Nacional de Información de Riego SNIR (VRHR, 2015) tal y como se observa en la siguiente figura 1.

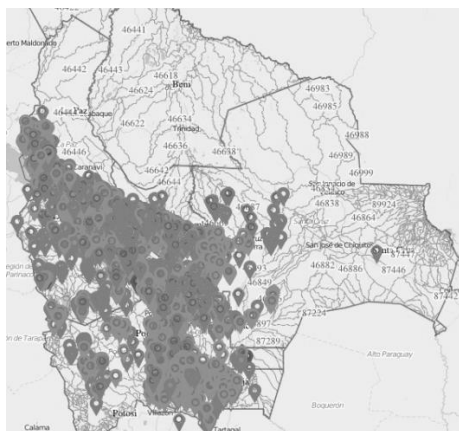


Figura 1. Sistemas de riego a nivel nacional

El Decreto Reglamentario de la Ley 2878 (Ley de Riego) en su Artículo 3.- (DEFINICIONES) indique que “un sistema de riego o micro riego es un conjunto de elementos físicos e infraestructura, áreas de riego y organización de regantes diferenciado de otros, ubicados en un espacio territorial determinado y dispuestos con el propósito del aprovechamiento de una fuente de agua con fines productivos agropecuarios y forestales, basados en acuerdos y

normas convenidas reconocidas por ley según usos y costumbres (D.S. N° 28817, 2006).

En este sentido, el Decreto de la Ley 2878 indica que los componentes de un sistema de riego son: fuente de agua, infraestructura física y área de riego por lo cual estas 3 entidades pueden ser modeladas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) con tres geometrías diferentes:

- Puntos para las fuentes de agua.
- Líneas para la infraestructura de conducción.
- Polígonos para la áreas de riego.

En otros países como por ejemplo Argentina, los sistemas de riego se encuentran bajo una estructura de modelo vector que representa a los sistema de riego en 3 capas o layers diferentes tal y como se muestra en la siguiente figura 2.



Figura 2. Servicios WMS del Sistema de riego del valle de Mendoza, Argentina¹

Como se observa en la figura 2 el sistema de riego del valle de Mendoza en la Argentina se encuentra modelado en 3 capas o layers: una capa de redes de riego, la otra capa de pozos de riego, y la última capa es de parcelas de riego. En este contexto en este

¹

Fuente:

http://ide.sia.gov.ar/wms/?layer=sia:redes_riego_valle_uco_Mendoza
http://ide.sia.gov.ar/wms/?layer=sia:pozos_riego2
http://ide.sia.gov.ar/wms/?layer=sia:Parcelas_valleuco_Mendoza

artículo se propone un modelo de datos para los sistemas de riego en Bolivia para sus 3 componentes: Fuente de agua, distribución y área de riego representados o modelados con puntos para fuentes, líneas para la distribución y polígonos para las áreas de riego y finalmente, se propone los atributos o campos para el mencionado modelado del sistema de riego.

Sistemas de información geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) constituyen el conjunto de procedimientos diseñados para capturar, recolectar, administrar, manipular, transformar, analizar, modelar y graficar la información que tiene referencia o ubicación espacial. Los SIG permiten localizar zonas vulnerables o sujetas a riesgos dados por fenómenos naturales o de carácter antrópico, realizar evaluaciones de los sistemas ambientales (suelos, agua, biodiversidad), infraestructura, etc. para de esta manera contribuir a generar una visión integrada del territorio que permita comprender y estudiar la sostenibilidad del desarrollo en los países (<http://www.cepal.org>).

Los objetos del mundo real se pueden dividir en dos abstracciones o modelados: objetos discretos (casa, parques, etc.) y continuos (lluvia, elevación, etc.). Existen dos formas de almacenar o modelar los datos en un SIG: modelo raster y modelo vector. Los SIG que se centran en el manejo de datos en formato vectorial son más populares en el mercado.

Modelo raster: Muestra un pedazo de la superficie de la tierra en celdas regulares agrupadas con un único valor y una agrupación de estos píxeles crea una imagen que representan a un objeto de la superficie de la tierra como por ejemplo un lago.

Modelo vector: En un SIG, las características geográficas se expresan con frecuencia como vectores, manteniendo las características geométricas de las figuras. Cada una de estas

geometrías está vinculada a una fila en una base de datos que describe sus atributos. Por ejemplo, una base de datos que describe los lagos puede contener datos sobre la batimetría de estos, la calidad del agua o el nivel de contaminación.

Para modelar digitalmente los elementos sobre la superficie de la tierra o del mundo real se utilizan tres geometrías o elementos geométricos: punto, línea y polígono.

Los puntos se utilizan para las entidades geográficas que mejor pueden ser expresadas por un único punto de referencia. Por ejemplo, las localizaciones de los pozos, fuentes de agua, etc.

Las líneas son usadas para representar ríos, caminos, ferrocarriles, ductos de agua, etc.

Los polígonos se utilizan para representar elementos geográficos que cubren un área particular de la superficie de la tierra como ser lagos, usos del suelo, áreas de riego por ejemplo. (<https://es.wikipedia.org>).

En este contexto, los SIG pueden representar un sistema de riego con geometrías simples por lo cual constituyen una herramienta ideal para llevar a cabo con eficacia un inventario de los sistemas de riego presentes en nuestro país.

MATERIALES Y METODOS

Para lograr el modelado del sistema se tuvo que realizar 3 etapas de análisis: en la primera etapa se definió el modelo vectorial para representar cada uno los componentes del sistema de riego en ese sentido fue que para las fuentes de agua se decidió utilizar la geometría puntual o puntos, para la red de distribución líneas y finalmente para las áreas de riego polígonos.

Como segunda etapa se eligieron los atributos o datos del objeto propio de cada uno de los objetos

que se están modelando. Cada elemento de la naturaleza en un modelo vector puede ser representado por una geometría o vector además de los atributos que definen a dicho elemento.

En la etapa final se procedió a generar los archivos shape del modelo del sistema de riego. El primer

elemento generado fue de puntos para representar las fuentes de agua, líneas para la conducción y finalmente se generó entidad poligonal para representar a las áreas de riego. La figura 3 muestra las etapas en las cuales se generó el modelo de datos para el sistema de riego.

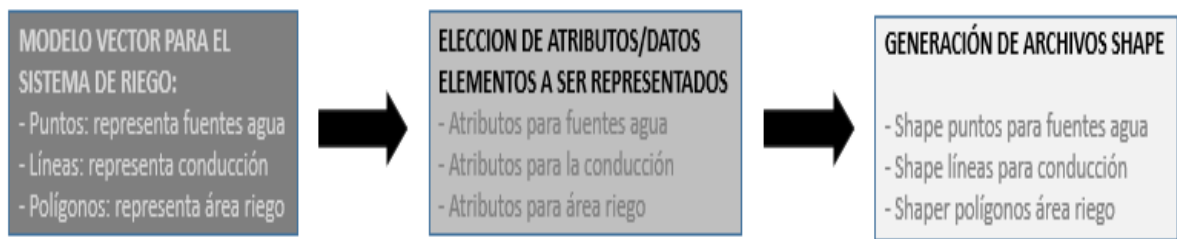


Figura 3. Etapas para la generación de modelo para sistemas de riego.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El modelo de datos elegido para el sistema de riego es el modelo vector en la cual los componentes del sistema son: fuente de agua, infraestructura física y área de riego por lo se eligió modelar el sistema de riego con 3 entidades geometrías diferentes bajo un entorno SIG como se describe a continuación:

- Puntos para las fuentes de agua.
- Líneas para la infraestructura de conducción.
- Polígonos para la áreas de riego.

Definido el modelo y las geometrías que representarán a los componentes del sistema de

riego, seguidamente se procedió a definir o identifica los atributos que tiene cada uno de los componentes del sistema de riego. A continuación la tabla 1 muestra los atributos o campos de cada uno de los componentes del sistema de riego.

Como última etapa se procedió a generar los archivos shape para el modelo del sistema de riego: un archivo de puntos para representar a las fuentes de agua, un archivo de líneas para representar a la conducción y finalmente un archivo de polígonos para representar a las áreas de riego. La siguiente figura 4 muestra el modelado para los sistemas de riego en Bolivia.

Tabla 1. Atributos para la fuente de agua, conducción y área de riego.

| Atributos para fuentes de agua | Atributos para conducción | Atributos para área de riego |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|

Propuestas de un modelo de datos en SIG para los sistema de riego en Bolivia 69-75.

| No | CAMPO | DESCRIPCION DEL CAMPO | No | CAMPO | DESCRIPCION DEL CAMPO | No | CAMPO | DESCRIPCION DEL CAMPO |
|----|------------|---|----|------------|---|----|------------|---|
| 1 | LAT_WGS84 | latitud coordenada geográfica centesimal | 1 | DPTO | departamento | 1 | DPTO | departamento |
| 2 | LONG_WGS84 | longitud coordenada geográfica centesimal | 2 | PROV | provincia | 2 | PROV | provincia |
| 3 | ALTITUD | altura de la fuente m.s.n.m. | 3 | MUN | municipio | 3 | MUN | municipio |
| 4 | DPTO | departamento | 4 | COMUNIDAD | Nombre de la comunidad donde se encuentra el sistema de riego | 4 | COMUNIDAD | nombre de la comunidad donde se encuentra el sistema de riego |
| 5 | PROV | provincia | 5 | NOM_PROY | nombre del proyecto de riego | 5 | NOM_PROY | nombre del proyecto de riego |
| 6 | MUN | municipio | 6 | LONG(KM) | longitud de la conduccion (km) | 6 | pH | concentración de hidrogeniones presentes en el suelo |
| 7 | COMUNIDAD | nombre de la comunidad donde se encuentra el sistema de riego | 7 | MAT_CONSTR | tipo de material de construccion de la conduccion | 7 | Dap | densidad aparente del suelo (gr/cc) |
| 8 | NOM_PROY | nombre del proyecto de riego | 8 | EST_MANTEN | estado de mantenimiento de la conduccion | 8 | CC | capacidad de campo (%) |
| 9 | TIPO_OBRA | tipo de la obra en la captación | 9 | CAP_CONDUC | capacidad de conduccion o caudal (l/s) | 9 | PMP | punto de marchitez permanente (%) |
| 10 | pH | concentración de hidrogeniones | 10 | AÑO_CONSTR | año de construcción de la conduccion | 10 | TEXTURA | textura del suelo |
| 11 | CE_MOS_CM2 | conductividad eléctrica micromhos/cm2 | 11 | TPO_CONDUC | tipo de conduccion del agua para riego | 11 | CLAS_SUEL | clasificación de tipo de suelo |
| 12 | RAS | relación de adsorción de sodio | 12 | DIMENSION | dimensiones de la obra | 12 | USO_SUELO | describe el uso del suelo (agricultura, ganadería, otro) |
| 13 | CLASE_AGUA | calidad de agua | 13 | ALT_FINAL | altura final del tramo de conduccion (m.s.n.m.) | 13 | AREA_REGAB | cantidad de superficie regada. Área total de riego (ha) |
| 14 | SEDIM_TOTL | Sedimentos totales (mgr/l) | | | | 14 | CULTIVO | cultivo principal y superficie cultivada |
| 15 | DURE_TOTAL | cantidad carbonato calcio en disolución (mgCaCO3/l) | | | | 15 | MES_SIEMBR | mes de siembra del cultivo principal |
| 16 | CAUDAL_L_S | caudal (l/s) | | | | 16 | MES_COSECH | mes de cosecha del cultivo principal |
| 17 | AFORO_FECH | fecha del aforo | | | | 17 | RENDIMIEN | rendimiento del cultivo principal |
| 18 | COD_FUENTE | código de la fuente | | | | 18 | PROD_PECUA | produccion pecuaria, solo ganado mayor |
| 19 | ACTUALIZAD | fecha de actualización de la fuente de agua | | | | 19 | TECN_LABR | tecnología de labranza |
| | | | | | | 20 | TIPO_RIEGO | tipo o método de riego en el área de riego |
| | | | | | | 21 | EFIC_RIEGO | eficiencia de riego en el área de riego |
| | | | | | | 22 | TOPOGRAFIA | tipo de topografía del área de riego (%) |
| | | | | | | 23 | PROF_SUELO | profundidad del suelo (cm) |

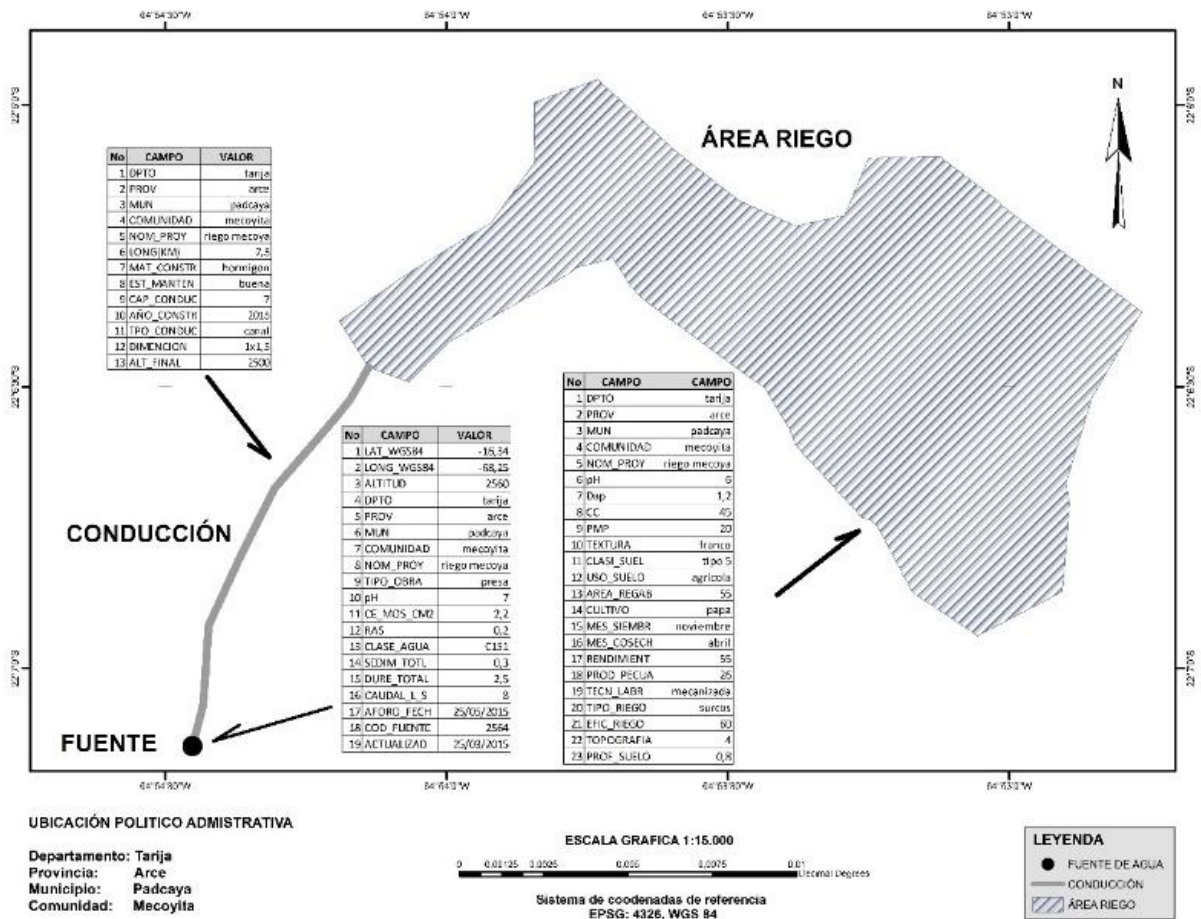


Figura 4. Modelado del sistema de riego.

CONCLUSIONES

La información que se maneja en el inventario del sistema nacional de información de riego a cargo del Viceministerio de Recursos hídricos y Riego, solo muestra a dichos sistemas como entidades puntuales siendo que el Decreto Reglamentario 28817 del año 2006 indica que un sistema de riego consta de 3 elementos: fuente de agua, conducción y área de riego y es en ese sentido que la presente propuesta representa con un modelo vectorial, en un entorno SIG, a los 3 elementos del sistema de riego y representar por puntos a las fuentes de agua, con líneas para la conducción de agua y con polígonos para las áreas de riego además de identificar los atributos o características para cada uno de los componentes de dicho sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ambroggi R. 1980. Water, Scientific American. Disponible en: http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif56.htm. Fecha de consulta 21 de julio de 2015. Consultado el 20 de julio 2015.

Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia. 2008. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Riego_en_Bolivia#cite_note-Agua_en_la_Econom.C3.ADA_Nacional-3. Fecha de consulta 22 de julio 2015.

Decreto Supremo N° 28817. 2006. Reglamento a la Ley No. 2878. Disponible en: <http://www.senari.gob.bo/archivos/Ley%20de%20Ri>

ego%20Bueno.pdf. Fecha de consulta 23 de julio de 2015.

Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego. 2015. Disponible en: http://snir.riegobolivia.org/index.php?module=proyecto&smodule=inventario_wms. Fecha de consulta 22 de julio 2015.

Viceministerio de Riego. 2007. Plan Nacional de Riego. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Riego_en_Bolivia#cite_note-Plan_Nacional_de_Riego-2. Fecha de consulta 20 de julio 2015.

<http://ide.siiia.gov.ar>, 2015. http://ide.siiia.gov.ar/wms/?layer=siiia:redes_riego_valle_uco_Mendoza. Fecha de consulta 20 de julio 2015.

<http://ide.siiia.gov.ar>, 2015. http://ide.siiia.gov.ar/wms/?layer=siiia:pozos_riego2. Fecha de consulta 20 de julio 2015.

<http://ide.siiia.gov.ar>, 2015. http://ide.siiia.gov.ar/wms/?layer=siiia:Parcelas_valle_uco_Mendoza. Fecha de consulta 20 de julio 2015.

<http://www.cepal.org>, 2015. Disponible en: <http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/esalc/noticias/paginas/1/12741/P12741.xml&xsl=/esalc/tpl/p18f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xsl>. Fecha de consulta 20 de julio 2015.

<https://es.wikipedia.org>. 2015. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica#cite_note-9. Fecha de consulta 20 de julio 2015.