

**IMPLEMENTACIÓN DE CUADRO DE MANDO PARA LA GESTIÓN DEL DISTRITO DE
RIEGO ROLDANILLO, LA UNIÓN Y TORO, VALLE DEL CAUCA**

QUINTERO SALAZAR CRISTIAN ANDRÉS



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES®**

**Acreditación Institucional
de Alta Calidad**
Resolución 4792 del 15 de mayo de 2019

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES**

2021

**IMPLEMENTACIÓN DE CUADRO DE MANDO PARA LA GESTIÓN DEL DISTRITO DE
RIEGO ROLDANILLO, LA UNIÓN Y TORO, VALLE DEL CAUCA**

QUINTERO SALAZAR CRISTIAN ANDRÉS

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Sistemas de Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES**

2021

RESUMEN

El Distrito de Riego de Roldanillo, La Unión y Toro (R.U.T.) ubicado en el departamento del Valle del Cauca se caracteriza por ser uno de los principales productores agrícolas del occidente colombiano y por brindar servicios de suministro de agua para riego, drenaje y control de inundaciones en su jurisdicción. Ante su importancia surge la necesidad de generar una herramienta que permita realizar un seguimiento de las diferentes temáticas que intervienen en el territorio y apoyar la toma de decisiones en la gestión integral del distrito. Con un total de 208 entidades espaciales como insumo base se diseñó e implementó un cuadro de mando para suplir dicha necesidad.

Se evaluaron y depuraron las entidades espaciales, se integraron en una base de datos espacial y con base en ellas, se generaron y compartieron 10 mapas en la web mediante el software ArcGIS Pro. Finalmente, se elaboró el cuadro de mando a partir de la aplicación *Dashboards* de ArcGIS Online alimentándolo con los mapas compartidos en la web y con una serie de gráficos e indicadores estadísticos generados con base en la información representada en cada mapa. De acuerdo con la opinión de algunos usuarios, el cuadro de mando cumplió con lo esperado, es claro y se considera como un insumo importante para comprender el territorio y tomar decisiones informadas en la gestión integral del distrito de riego.

PALABRAS CLAVES: Cuadro de Mando, Distrito de Riego, SIG, R.U.T., Mapa

ABSTRACT

The Irrigation District of Roldanillo, La Unión y Toro (R.U.T.) located in the department of Valle del Cauca is characterized by being one of the main agricultural producers in western Colombia and by providing water supply services for irrigation, drainage and control of floods in your jurisdiction. Given its importance, the need arises to generate a tool that allows to monitor the different issues that intervene in the territory and support decision-making in the integral management of the district. With a total of 208 spatial entities as the basic input, a dashboard was designed and implemented to meet this need.

The spatial entities were evaluated and refined, they were integrated into a spatial database and based on them, 10 maps were generated and shared on the web using the ArcGIS Pro software. Finally, the dashboard was developed from the application ArcGIS Online Dashboards feeding it with maps shared on the web and with a series of graphs and statistical indicators generated based on the information represented in each map. According to the opinion of some users, the dashboard fulfilled what was expected, it is precise and is considered an important input to understand the territory and make informed decisions in the integral management of the irrigation district.

KEY WORDS: Dashboard, Irrigation District, SIG, R.U.T., Map

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. ÁREA PROBLEMÁTICA	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. OBJETIVO GENERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. REFERENTE TEÓRICO	17
4.1. REFERENTE CONCEPTUAL.....	17
4.2. REFERENTE LEGAL Y NORMATIVO	18
4.3. REFERENTE CONTEXTUAL.....	18
4.4. ANTECEDENTES	18
5. METODOLOGÍA	25
5.1. TIPO DE TRABAJO	25
5.2. PROCEDIMIENTO	25
5.2.1. <i>Evaluación y depuración de información espacial</i>	<i>25</i>
5.2.2. <i>Clasificación de información depurada.....</i>	<i>25</i>
5.2.3. <i>Integración de información depurada en la base de datos espacial.....</i>	<i>26</i>
5.2.4. <i>Creación de mapas.....</i>	<i>26</i>
5.2.5. <i>Elaboración del cuadro de mando</i>	<i>26</i>
6. RESULTADOS	28
6.1. INFORMACIÓN ESPACIAL EVALUADA, DEPURADA Y CLASIFICADA.....	28
6.2. BASE DE DATOS ESPACIAL	30
6.3. MAPAS POR TEMÁTICA	31
6.4. IMPLEMENTACIÓN DE CUADRO DE MANDO	41
6.5 DISCUSIÓN	50
7. CONCLUSIONES	52
8. RECOMENDACIONES	53
9. BIBLIOGRAFÍA	54
10. ANEXOS	56
10.1. ANEXO 1 – MATRIZ DE EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	56

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Características a evaluar en la matriz de evaluación de información cartográfica</i>	25
<i>Figura 2. Procedimiento para la elaboración de un cuadro de mando</i>	27
<i>Figura 3. Cantidad de entidades suministradas por tipo de formato</i>	28
<i>Figura 4. Cantidad de entidades por formato, originales vs depuradas</i>	29
<i>Figura 5. Información depurada y clasificada por temática</i>	29
<i>Figura 6. Estructura de información integrada en la base de datos espacial</i>	30
<i>Figura 7. Mapa de la temática 'Áreas y ecosistemas estratégicos'</i>	31
<i>Figura 8. Mapa de la temática 'Biótico'</i>	32
<i>Figura 9. Mapa de la temática 'Clima'</i>	33
<i>Figura 10. Mapa de la temática 'Geología'</i>	34
<i>Figura 11. Mapa de la temática 'Geomorfología'</i>	35
<i>Figura 12. Mapa de la temática 'Infraestructura'</i>	36
<i>Figura 13. Mapa de la temática 'Político administrativo'</i>	37
<i>Figura 14. Mapa de la temática 'Recurso hídrico'</i>	38
<i>Figura 15. Mapa de la temática 'Suelos'</i>	39
<i>Figura 16. Mapa de la temática 'Zonificación'</i>	40
<i>Figura 17. Diseño de cuadro de mando</i>	41
<i>Figura 18. Gráficos circular y de serie de mapa de ecosistemas</i>	42
<i>Figura 19. Gráfico circular y de serie de mapa de coberturas</i>	43
<i>Figura 20. Gráfico circular y de serie, indicadores y texto enriquecido del mapa de clima</i>	43
<i>Figura 21. Gráfico circular de mapa de geología</i>	44
<i>Figura 22. Gráfico de serie de mapa de geomorfología</i>	44
<i>Figura 23. Gráficos circulares y de serie, indicadores y textos enriquecidos del mapa de infraestructura</i>	45
<i>Figura 24. Gráficos de serie del mapa político administrativo</i>	46
<i>Figura 25. Gráficos circulares del mapa político administrativo</i>	47
<i>Figura 26. Gráficos circulares y de serie, indicadores y textos enriquecidos del mapa de recurso hídrico</i>	48
<i>Figura 27. Gráficos circulares y de serie, indicadores y textos enriquecidos del mapa de suelos</i>	49
<i>Figura 28. Gráfico circular y de serie del mapa de zonificación</i>	50

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Referente legal y normativo a considerar en el desarrollo del estudio</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 2. Temáticas consolidadas para la estructuración de la información</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3. Descripción de Widgets del cuadro de mando</i>	<i>41</i>

GLOSARIO

En este capítulo, se realiza una descripción de los términos necesarios para comprender la dinámica de los cuadros de mando con relación a la gestión de los distritos de riego.

Distrito de adecuación de tierras: De acuerdo con la Ley 41 de 1993 un distrito de adecuación de tierras corresponde a la delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones para los fines de gestión y manejo. Se organiza en unidades de explotación agropecuaria bajo el nombre de Distritos de Adecuación de Tierras.

Distrito de riego: Corresponde a una de las obras de infraestructura más importantes para la agricultura, ya que permite a los productores del campo nutrir con agua sus cultivos o suelos productivos, por medio de un sistema que moviliza el recurso hídrico constantemente (LA REPÚBLICA, 2019). Los distritos de riego son el centro de producción de alimentos y consumo agrícola de agua en muchas partes del mundo (Wen, Shang, Rahman, Xia, & Ren, 2020).

Sistema de Información Geográfica (SIG): Los sistemas de información geográfica se ocupan de los datos espaciales y permiten visualizar la información recopilada con patrones y relaciones usando herramientas informáticas. Permiten almacenar datos espaciales en formato digital, gestionar e integrar información de diferentes fuentes, recuperar y convertir los datos espaciales en los formato requeridos, realizar análisis de datos para convertirlos en información útil, desarrollar modelos a partir de la información, visualizarlos y tomar decisiones (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018).

Esta tecnología ha crecido exponencialmente en las últimas décadas y actualmente es considerada como una herramienta potencial para el procesamiento de información geográfica para la gestión y análisis de datos espaciales. Los SIG son fundamentales en la gestión de los recursos naturales, la protección del medio ambiente, la planificación y el desarrollo regional y urbano, y la gestión de los servicios públicos (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018).

Base de datos espacial: Mediante una base de datos espacial se pueden describir los objetos espaciales que la conforman por medio de tres características básicas: atributos, localización y topología. Los atributos corresponden a las características de los objetos que lo describen, la localización se representa por la geometría del objeto y su ubicación espacial con respecto a un sistema de referencia, permitiendo saber en que lugar está el objeto y el espacio que ocupa. Y la topología, definida a través de relaciones conceptuales y espaciales entre los objetos, permite mejorar la interpretación semántica del contexto y establecer jerarquías entre los elementos por medio de sus relaciones (Gutiérrez, 2006).

SIG web: La manera de mostrar los datos espaciales ha venido cambiando de manera significativa en los últimos años. Uno de los cambios es el amplio uso de la web como plataforma para mostrar interactivamente la información con otros conjuntos de datos (Xiao, 2018). El aumento de los SIG basados en la web ha ampliado la escala y el alcance de la búsqueda de información espacial por parte de los usuarios, incluso sin capacitación formal en SIG, permitiéndoles buscar información espacial, crear mapas personalizados y realizar análisis espaciales simples (Kong, Zhang, & Stonebraker, 2015).

Cuadro de mando (Dashboard): Un cuadro de mando corresponde a una vista de información geográfica y los datos que permiten monitorizar eventos, tomar decisiones, informar a otros y ver tendencias. Han sido diseñados para mostrar varias visualizaciones que trabajan juntas en una sola pantalla, de tal manera que es posible visualizar de manera integral los datos y proporcionar información clave para la toma de decisiones de un vistazo (ESRI, 2020).

Widget: Se conoce como un elemento de interfaz de usuario liviano, enfocado y fácil de usar que puede activarse o desactivarse como parte de una capa unificada que se superpone o reemplaza la interfaz de usuario de escritorio estándar (United States Patente nº US 7,546,543 B2, 2009).

INTRODUCCIÓN

La agricultura de riego representa uno de los principales usuarios del agua a nivel mundial, haciendo fundamental la optimización del uso del recurso hídrico con el fin de mejorar los procesos para su uso racional y lograr una alta productividad (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017).

Los distritos de riego son los encargados de garantizar el suministro de agua a los suelos productivos, protegerlos contra las inundaciones y controlar la explotación por medio de obras que movilizan el recurso hídrico de manera continua en grandes territorios (Ley 41, 1993), (LA REPÚBLICA, 2019).

En diferentes zonas del mundo los distritos de riego enfrentan problemas relacionados con la escasez de agua y la variabilidad climática. Y al mismo tiempo, las actividades desarrolladas por los distritos afectan la disponibilidad del recurso hídrico debido al descontrol en los volúmenes de agua asignados para el riego de cultivos, las malas prácticas en la conducción del recurso, la contaminación por el uso de fertilizantes, la alteración de las condiciones hidrológicas en las corrientes, entre otros (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017), (Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Tobías-Jaramillo, & Sánchez-Torres Esqueda, 2019).

Los distritos de riego en Colombia son catalogados como una actividad agropecuaria improvisada e irresponsable, teniendo en cuenta que no disponen de estudios semidetallados de suelos para establecer la vocación y capacidad de las tierras, que sustenten los usos del suelo existentes (IGAC, 2017).

El distrito de riego Roldanillo-La Unión-Toro (R.U.T.) hace parte de los distritos de Colombia que no disponen de un estudio semidetallado de suelos. Ubicado al norte del departamento del Valle del Cauca entre la margen izquierda del río Cauca y las estribaciones de la cordillera occidental sobre los municipios de Roldanillo, La Unión y Toro, el distrito de riego R.U.T. se caracteriza por ser una de las más importantes despensas del occidente colombiano gracias a la producción de granos, frutas y hortalizas (Quintero S. & Flórez T., 2017).

Ante la importancia del distrito de riego R.U.T. en el desarrollo socioeconómico del país y considerando que dispone de un gran volumen de información espacial, surge la necesidad de generar una herramienta que permita realizar un seguimiento de las diferentes temáticas que intervienen en los servicios de suministro de agua para riego, drenaje y control de inundaciones, así como apoyar la toma de decisiones en la gestión del distrito.

Las herramientas basadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) están transformando el sector agrícola, apoyando la toma de decisiones y siendo relevantes en la gestión de los distritos de riego debido a la importante cantidad de datos espaciales que procesan, además de permitir consultas rápidas por parte de usuarios no especializados (Soto-García, Del-Amor-Saavedra, Martín-Gorriz, & Martínez-Alvarez, 2013), (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018), (Singh, 2018). De igual manera, en los últimos años las páginas web SIG se han convertido en una solución para publicar, manipular y apoyar la toma de decisiones informadas (Rueda Seguel, Rojas Quezada, De La Fuente Contreras, & Virano Reyes, 2018).

Por lo tanto, se propuso implementar un cuadro de mando para el distrito de riego R.U.T. que corresponde a una vista de información geográfica web basada en SIG que permite visualizar la información disponible de las diferentes temáticas que intervienen en las actividades propias del distrito y que sirve de apoyo en la toma de decisiones informadas para la asignación de agua para riego, drenaje y control de inundaciones, con la intención de hacer más eficiente el

funcionamiento del distrito permitiendo dedicar mayor tiempo a actividades que garanticen una mejor calidad de vida para los agricultores (Soto-Garcia, Del-Amor-Saavedra, Martin-Gorritz, & Martínez-Alvarez, 2013).

Se realizó una búsqueda bibliográfica que permitiera identificar estudios en diferentes lugares del mundo en los que se construyeran diferentes aplicativos o plataformas web basadas en SIG, especialmente enfocadas al recurso hídrico y los distritos de riego, que permitieran definir el procedimiento a emplear y no cometer los mismo errores. Posteriormente, se evaluó y depuró la información disponible, se integró en una base de datos espacial diferenciándola por temáticas y se procedió a generar un mapa por cada temática y con base en los mapas se elaboró el cuadro de mando. Para cada mapa a visualizar en el cuadro de mando se generaron gráficas e indicadores estadísticos que describieran la información representada y permitieran una mayor comprensión.

Algunos de los resultados obtenidos permitieron conocer que las temáticas con mayor cantidad de información relevante para el distrito de riego son el recurso hídrico y los suelos, así como que las coberturas predominantes corresponden a los cultivos de caña de azúcar y maíz ocupando el 35,6% y 25,2% del área total de distrito, respectivamente. Además, de acuerdo con la opinión de algunos usuarios el cuadro de mando cumplió con las expectativas, muestra información relevante de manera simple y dinámica, argumentando que será utilizado como insumo base para comprender el territorio y tomar decisiones informadas en la gestión del distrito.

La metodología implementada en este trabajo se ve limitada por la calidad de la información suministrada, ya que fue necesario descartar algunos datos que eran irrelevantes para el estudio considerando que se desconocía su origen y la variable o fenómeno que representaban.

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

El desarrollo de la agricultura de riego es un requisito para alimentar a la creciente población mundial (Singh, 2018) y se estima que en promedio, representa el 70% del total de extracciones de agua dulce en el mundo (FAO, 2017) convirtiéndolo en uno de los principales usuarios del recurso hídrico, enfrentándolo en la actualidad con otros usuarios importantes del agua, como es el caso del sector industrial (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017).

La prioridad en la agricultura que cuenta con sistemas de riego es la optimización del uso del agua, por lo que es importante mejorar los procesos para el uso racional del recurso hídrico y lograr una alta productividad por unidad de uso del agua (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017), (Ruíz-del Ángel, Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Chávez-García, & Pichardo-Ramírez, 2019). Los encargados de garantizar el suministro de agua a los suelos productivos y protegerlos contra las inundaciones, permitiendo una explotación racional por medio de obras que movilizan el líquido constantemente en áreas extensas son los distritos de riego (LA REPÚBLICA, 2019), (Ley 41, 1993).

Uno de los problemas que enfrentan los distritos de riego en diferentes zonas del mundo es el aprovechamiento del agua disponible debido a la escasez del recurso, que en algunos casos ha tenido un gran impacto en la producción y los medios de vida (Connor, Kandulu, & Bark, 2014), (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017). De igual manera, es importante considerar que las áreas de irrigación se ven afectadas directamente por las condiciones meteorológicas, debido a la variabilidad en las temperaturas (Ruíz-del Ángel, Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Chávez-García, & Pichardo-Ramírez, 2019), (Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Tobías-Jaramillo, & Sánchez-Torres Esqueda, 2019).

Los problemas del impacto que tienen las actividades que realizan los distritos de riego sobre el recurso hídrico, también se deben al descontrol en los volúmenes de agua concesionados o asignados para el riego de cultivos, la ineficiente tecnificación en el riego, las malas prácticas en la conducción, la contaminación agraria producto del uso de fertilizantes, las fenologías de los cultivos (Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Tobías-Jaramillo, & Sánchez-Torres Esqueda, 2019) y la alteración de las condiciones hidrológicas en la corrientes (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017).

En Colombia se han logrado consolidar un total de 731 distritos de riego, de los que 18 son considerados como los más grandes, es decir, a gran escala, que actualmente ocupan 248.220 hectáreas de 11 departamentos y albergan alrededor de 35.240 usuarios. Sin embargo, esta actividad agropecuaria se ha realizado de una manera improvisada e irresponsable, ya que no cuentan con estudios semidetallados de suelos que sustenten dicho uso; un insumo que incluye la información técnica y científica suficiente para establecer la vocación y la capacidad de las tierras (IGAC, 2017).

Además, muchas de estas obras que permiten a los grandes cultivos y a los predios de pequeños campesinos dejar de depender del agua de lluvia no suministran agua al campo debido a que algunas ya llevan años desde que fueron construidas y dejaron de recibir inversión para mantenimiento, o los gobiernos distritales y departamentales anularon los dineros necesarios para que mantuvieran su operación (LA REPÚBLICA, 2019).

De las 18 grandes infraestructuras de riego y drenaje, tan solo 2 tienen estudios semidetallados de suelos. Por su parte, el distrito de riego Roldanillo-La Unión-Toro (R.U.T.) ubicado en el departamento del Valle del Cauca hace parte de las 16 grandes infraestructuras de riego y drenaje

que desconocen la capacidad productiva de sus suelos, el cultivo más apropiado y rentable que debería implementarse, y los posibles impactos ambientales generados, como consecuencia de la ausencia de un sustento científico (IGAC, 2017).

En este orden de ideas es indispensable tomar decisiones acertadas e informadas sobre la asignación de agua y la capacidad del suelo, donde la información hidrológica sobre la disponibilidad y demanda de agua es vital para tomar correctas decisiones en los distritos de riego, particularmente en tiempos de escasez del recurso hídrico. Sin embargo y pese a que se han desarrollado estrategias de gestión para superar las limitaciones hídricas, estas decisiones generalmente son tomadas con base en información hidrológica incierta, lo que conduce a la toma de decisiones poco acertadas que generan pérdidas en la producción agrícola y afecta los medios de vida locales (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017).

Evaluar la información hidrológica disponible y la mejora potencial debido a información adicional puede ser de gran valor para los distritos de riego, especialmente en aquellos con alto consumo de agua, como grandes sistemas de canales de superficie, donde los usuarios dependen del suministro de agua. Además, en la medida en que los tomadores de decisiones en el sector del riego tengan las herramientas adecuadas para evaluar la información hidrológica disponible, invertirán más en información hidrológica con el fin de que su sistema de producción agrícola garantice el bienestar económico y la seguridad alimentaria (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017).

Aunque tradicionalmente se usan, en gran medida, herramientas de apoyo para la toma de decisiones científicas con la integración de diferentes técnicas y valor económico para brindar decisiones acertadas y razonables a los gerentes en diferentes áreas del conocimiento. Debido a los diferentes problemas que afrontan los distritos de riego, el desarrollo y uso de dichas herramientas de apoyo a las decisiones para la programación y planificación del riego agrícola son muy limitadas. La ausencia de Sistemas de Soporte de Decisiones (DSS, por sus siglas en inglés) causa muchas dificultades para buscar alternativas efectivas de planificación y gestión del uso del agua (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017).

El uso de DSS para aplicaciones agrícolas presenta altas complejidades debido a las interacciones entre varios procesos del sistema y factores tales como condiciones meteorológicas, tipos de pasturas, aves y cultivos, y condiciones del suelo (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017). Los enfoques basados en el campo, como el diagnóstico agronómico regional y la creación de prototipos son demasiado lentos para proporcionar respuestas oportunas a cambios contextuales rápidos y no pueden explorar una gran cantidad de sistemas. Además, son herramientas a nivel de campo, mientras que la evaluación del sistema de cultivo debe llevarse a cabo a nivel de granja, cuenca o territorio (Bergez, et al., 2013).

De acuerdo a lo anteriormente tratado, en el presente estudio se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo utilizar otro tipo de herramientas como alternativa a las metodologías tradicionales para la toma de decisiones efectivas de planificación y gestión del suministro de agua para riego, drenaje y control de inundaciones?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un Cuadro de Mando (Dashboard) para la gestión del Distrito de Riego Roldanillo, La Unión y Toro (R.U.T.) ubicado en el departamento del Valle del Cauca.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Depurar información suministrada por el Distrito de Riego
- Integrar la información depurada a una base de datos espacial
- Crear mapas de las diferentes temáticas de interés del Distrito de Riego
- Elaborar cuadro de mando (Dashboard) que permita visualizar, manipular y tomar decisiones al usuario con base en la información disponible

3. JUSTIFICACIÓN

El distrito de riego Roldanillo, La Unión y Toro (R.U.T.) del departamento del Valle del Cauca, es el pilar principal en el desarrollo agrícola de la región norte abasteciendo cerca de 1.882 predios con agua para riego y la aplicación de productos para la protección de los cultivos en los tres municipios (CVC, 2017), cuenta con 10.258 ha de suelos altamente productivos y de excelentes condiciones edafológicas ideales para la producción de granos, hortalizas y una gran variedad de frutas tropicales para el mundo, se tienen aproximadamente 1.400 ha de frutales, 5.408 ha de caña de azúcar, 2.180 ha de maíz, entre otras. El distrito actualmente cuenta con aproximadamente 1.107 usuarios, y genera 10.000 empleos directos y 40.000 indirectos, permitiendo que el distrito crezca con la región y la región crezca con el distrito (ASORUT, 2020).

Tras la construcción de la infraestructura del distrito sobre los años 50 se tenían suelos inundables o con problemas de muy alta humedad. Como consecuencia de estas condiciones de humedad y de formaciones de suelos, el paisaje del área del distrito se encuentra formado por suelos de origen aluvial: Planicie aluvial de desborde, planicie fluvio lacustre y planicie aluvial de piedemonte (ASORUT, 2020).

Dada la importancia que tiene el distrito de riego en el desarrollo socioeconómico del departamento, las condiciones de humedad por el origen de sus suelos y considerando que el distrito cuenta con un gran volumen de información georreferenciada generada en proyectos que se han ido realizando, principalmente en colaboración con la Universidad del Valle, es necesario aplicar metodologías que permitan realizar un seguimiento de los cambios espaciales y temporales de toda la información que interviene en los servicios de suministro de agua para riego, drenaje y control de inundaciones que brinda el distrito, con el fin de ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones para garantizar el suministro de agua a los suelos productivos y protegerlos contra las inundaciones, permitiendo una explotación racional de los mismos.

Actualmente, existen muchos desafíos que ejercen presión sobre las cadenas de suministro agrícolas que van desde la disminución del área cultivable, la creciente demanda de recursos naturales y problemas ambientales. Los sistemas agrícolas necesitan una transformación importante de las prácticas tradicionales a la agricultura de precisión o las prácticas agrícolas inteligentes para superar estos desafíos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) representan una tecnología que impulsa los métodos actuales a la agricultura de precisión (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018).

Los SIG están transformando el sector agrícola de formas increíbles, apoyando el alto nivel de toma de decisiones para el manejo efectivo de fertilizantes y pesticidas, mapeo de estrés e irrigación, así como el uso de los atributos biofísicos de los cultivos y los suelos para mejorar radicalmente la productividad agrícola (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018).

Las herramientas SIG son particularmente relevantes para la gestión de los distritos de riego, debido a la importante cantidad de datos georreferenciados que se procesan. Un SIG integra hardware, software y datos para capturar, administrar, analizar y mostrar todas las formas de información geográficamente referenciada con detalles elaborados y claridad (Yu, et al., 2012), (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018), (Singh, 2018). Además, permiten generar informes gráficos automáticos y consultas rápidas por parte de usuarios no especializados (Soto-García, Del-Amor-Saavedra, Martín-Gorriz, & Martínez-Alvarez, 2013).

Análogamente, en los últimos años las páginas web SIG han proporcionado una solución para publicar y difundir los datos espaciales en Internet, con la posibilidad de compartir datos, proporcionando fácil acceso a usuarios con conocimientos limitados en SIG; y para reunir datos e información personalizados para temas específicos, que apoyan la toma de decisiones informadas (Yu, et al., 2012), (Soto-Garcia, Del-Amor-Saavedra, Martin-Gorriz, & Martínez-Alvarez, 2013), (Rueda Seguel, Rojas Quezada, De La Fuente Contreras, & Virano Reyes, 2018).

Por estas razones, es importante implementar una herramienta basada en SIG para la gestión del Distrito de Riego R.U.T., que garantice la disponibilidad de información de calidad, que promueva y sirva de apoyo en la toma de decisiones informadas para la asignación de agua para riego, drenaje y el control de inundaciones (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017), que además sirva como insumo base para el mejoramiento del distrito en general, para la determinación del uso adecuado del riego y la ubicación de cultivos según las condiciones climáticas y las propiedades del suelo, haciendo más eficiente el funcionamiento del distrito para invertir más tiempo en la gestión de granjas y otras actividades, lo que se traduce en una mejor calidad de vida para los agricultores (Soto-Garcia, Del-Amor-Saavedra, Martin-Gorriz, & Martínez-Alvarez, 2013).

4. REFERENTE TEÓRICO

4.1. Referente conceptual

Los distritos de riego se consideran como uno de los principales productores de alimentos y consumidores de agua a nivel mundial (Wen, Shang, Rahman, Xia, & Ren, 2020). Representan una de las obras de infraestructura más importantes para la agricultura, ya que permiten nutrir con agua los suelos productivos mediante un sistema que moviliza el recurso hídrico constantemente (LA REPÚBLICA, 2019).

A raíz de la naturaleza de sus actividades, presentan problemas asociados al aprovechamiento del agua disponible debido a la escasez del recurso y afectaciones a causa de la variabilidad climática. De igual manera, estas actividades generan impacto sobre el recurso hídrico debido al descontrol en los volúmenes de agua concesionados para el riego de cultivos, la falta de tecnificación en el riego, las malas prácticas en la conducción del recurso y la alteración de las condiciones hidrológicas en las corrientes (Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Tobías-Jaramillo, & Sánchez-Torres Esqueda, 2019), (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017).

En Colombia hay un total de 731 distritos de riego, de los que 18 son considerados como los más grandes. Sin embargo, tan solo 2 de los 18 grandes distritos tienen estudios semidetallados de suelos, por lo que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi hace referencia a las actividades desarrolladas por los distritos a nivel nacional como una actividad agropecuaria improvisada e irresponsable, teniendo en cuenta que dichos estudios son necesarios para definir la vocación y capacidad de uso de las tierras. Por su parte, el distrito de riego Roldanillo-La Unión-Toro (R.U.T.) hace parte de las 16 grandes infraestructuras de riego y drenaje que no tienen un estudio semidetallado de suelos (IGAC, 2017).

Desde esta perspectiva, tomar decisiones acertadas e informadas sobre la asignación de agua y la capacidad del suelo es indispensable para un distrito, especialmente al considerar la importancia del distrito de riego R.U.T. en el desarrollo socioeconómico de la región, pero generalmente se toman decisiones con base en información incierta lo que conlleva a tomar decisiones poco acertadas generando pérdidas en la producción (Kaune, Werner, Rodríguez, Karimi, & De Fraiture, 2017). Para solventar esta situación, tradicionalmente se emplean herramientas de apoyo para tomar decisiones integrando diferentes técnicas pero resultan ser muy limitadas y complejas debido a la gran variedad de problemas que enfrentan los distritos, así como por el factor económico (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017).

Debido al gran número de desafíos que ejercen presión sobre los distritos de riego, es necesario transformar las prácticas agrícolas tradicionales a prácticas agrícolas inteligentes para superar dichos desafíos, siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) una tecnología que impulsa los métodos actuales a la agricultura de moderna. Los SIG están transformando ampliamente el sector agrícola, apoyando el alto nivel de toma de decisiones (Sharma, Kamble, & Gunasekaran, 2018). De manera análoga, en los últimos años las páginas web basadas en SIG se han convertido en una solución para difundir información espacial en internet, permitiendo compartir datos e información personalizada para temas específicos, que apoyan la toma de decisiones informadas (Rueda Seguel, Rojas Quezada, De La Fuente Contreras, & Virano Reyes, 2018).

4.2. Referente legal y normativo

A continuación se expone el referente legal y normativo a considerar en el desarrollo de este estudio:

Tabla 1. Referente legal y normativo a considerar en el desarrollo del estudio

Referente Legal y Normativo		
Acuerdo No. 003 de 2004	Por el cual se señalan las directrices de organización de las Asociaciones de Usuarios y establece el reglamento básico para el funcionamiento de los Distritos de Adecuación de Tierras de pequeña, mediana y gran escala	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER
Resolución No. 1399 de 2005	Por la cual se expide el reglamento que define los criterios generales para la entrega de los Distritos de Adecuación de Tierras para su administración, operación y conservación por parte de las Asociaciones de Usuarios	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER

Fuente: Elaboración propia, con base en leyes del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER)

4.3. Referente contextual

El área de estudio se encuentra ubicada en el distrito de riego R.U.T. al norte del departamento del Valle del Cauca a 170 Km de Santiago de Cali entre la margen izquierda del río Cauca y las estribaciones de la cordillera occidental, sobre los municipios de Roldanillo, La Unión y Toro, con un área de 110.236 Km². La zona donde se ubica el Distrito de Adecuación de Tierras R.U.T. presenta una topografía plana con pendiente suave de sur a norte, así como de oriente a occidente hacia el centro del área. El clima de la región corresponde al piso térmico cálido moderado, con dos periodos secos y dos lluviosos durante el año, con temperaturas medias anuales de 24°C, precipitaciones medias anuales de 1.015 mm y está conformada por suelos en su mayor parte de origen aluvial, debido a los cambios continuos en el lecho del río Cauca; en sus partes más altas el piedemonte de la cordillera occidental está formado por conos de deyección, originados por aportes de materiales conducidos por corrientes que confluyen a la zona y que como consecuencia de condiciones de humedad y formaciones de suelos el paisaje del área del distrito se encuentra formado en tres formas: Planicie aluvial de desborde, planicie fluvio lacustre y planicie aluvial de piedemonte. La producción de alimentos es la principal actividad a la cual se dedican los suelos del distrito, convirtiéndolo de esta forma en una de las más importantes despensas del occidente colombiano en cuanto a la producción de granos, frutas y hortalizas (Quintero S. & Flórez T., 2017).

4.4. Antecedentes

(Anane, Bouziri, Limam, & Jellali, 2012) Describen una metodología innovadora para clasificar y mapear los sitios adecuados para el riego con aguas residuales tratadas basada en SIG y un Proceso de Jerarquía Analítica (AHP, por sus siglas en inglés) en la cuenca del acuífero Nabeul-Hammamet, en Túnez.

La metodología es sencilla y extensible a cualquier lugar del mundo, utiliza datos fáciles de obtener de las instituciones oficiales tunecinas e imágenes satelitales de libre acceso. Fueron identificados varios parámetros que inciden en el modelo considerando aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales, agrupándose en cinco criterios principalmente, la idoneidad del suelo para el riego, los conflictos de

recursos, la rentabilidad, la aceptación social y el impacto ambiental. Cada criterio es subdividido en varios subcriterios y mediante una matriz se comparan los criterios y los subcriterios, clasificándolos de acuerdo a su importancia para evaluar el sitio.

Una vez seleccionados los criterios, subcriterios y restricciones del sitio, se extraen las capas geográficas de éstos mediante la implementación de un SIG, se estandariza cada subcriterio para poder combinar y calcular un valor de decisión compuesto (CDV, por sus siglas en inglés), se extraen los sitios más adecuados en función de su CDV y la superficie del terreno requerido y por último, se realiza un análisis de sensibilidad para verificar la influencia de los pesos en los resultados.

La clasificación de los sitios adecuados usando AHP integrado en un SIG, permitió definir que los sitios más adecuados están cerca de los distritos ya regados por aguas residuales tratadas. En este orden de ideas, los distritos pueden desempeñar un papel fundamental al alentar a los agricultores vecinos a cambiar su imagen negativa frente a las aguas residuales tratadas y aceptarla como un recurso alternativo para el riego. Este estudio es un soporte técnico útil para los encargados de tomar decisiones en pro de mejorar la gestión integrada del agua en la cuenca del acuífero Nabeul-Hammamet.

(Bergez, et al., 2013) Exponen en su estudio que ante los grandes cambios en los contextos agroecológicos y ante la necesidad de nuevas soluciones para la producción de los agricultores, los investigadores franceses encargados de diseñar nuevos sistemas agrícolas mediante la modelación, como un complemento de los experimentos de campo, desarrollaron una plataforma de modelado específica, llamada RECORD, para ayudar a modelar, simular y evaluar los sistemas de cultivo.

La plataforma permite diseñar modelos atómicos y acoplados, integrando diferentes periodos de tiempo y escalas espaciales, brindando configuraciones pre establecidas para modelar agroecosistemas. Además, se diseñó una interfaz gráfica de usuario para simplificar las tareas de codificación.

Por otro lado, la plataforma tiene la capacidad de recodificar modelos simples, encapsular modelos más complejos, vincular SIG y bases de datos, y utilizar el paquete estadístico R para la ejecución de modelos y el análisis de los resultados de la simulación.

Una de las ventajas de usar interfaces web es que permite el uso de la plataforma por parte de usuarios no científicos, brinda la posibilidad de colocar en un repositorio los modelos que siguen un estándar específico y de esta manera, poder ser usados por otros investigadores, lo que hace que vincular la plataforma RECORD a otras plataformas internacionales es bastante convincente y prometedor.

(Yang, Liu, Guo, & Li, 2017) Llevan a cabo un estudio en el que desarrollan un sistema flexible que sirve de apoyo para la toma de decisiones correspondientes a la programación del riego, fácilmente personalizable y adaptable a diferentes distritos de riego considerando que, generalmente este tipo de sistemas de apoyo para la toma de decisiones son diseñados para regiones y distritos de riego específicos, impidiendo que sean aplicados a varios distritos de riego para una óptima planificación y gestión del riego agrícola.

El sistema generado se compone de una interfaz de usuario, una base de conocimientos y un motor de inferencia. El motor de inferencia usa software específico para manipular la base de conocimientos, y la base de conocimientos a su vez permite almacenar y proporcionar datos, conocimiento, información y reglas al motor de inferencia. Además, se creó un modelo de programación de intervalos difusos con múltiples propósitos y restricciones con ventajas en el procesamiento de información, flexibilidad del modelo, algoritmo de resolución alternativo y visualización de resultados amigable.

Por medio del sistema un usuario puede obtener esquemas de asignación de agua óptimos para cada tipo de cultivo teniendo en cuenta la escala espacial y temporal, modificando las variables del modelo mediante la interfaz de manera sencilla.

Se puso a prueba el sistema mediante un estudio de caso y esto permitió generar una guía práctica para la asignación y uso del recurso hídrico en la agricultura de manera adecuada. Además, esto permitió concluir que el sistema es efectivo y factible para ayudar en la asignación óptima de agua en los distritos de riego.

En un estudio llevado a cabo en la Provincia de Hebei en la llanura del norte de China, (Li, Li, Shen, Zhang, & Lei, 2018) desarrollaron un sistema de apoyo a la toma de decisiones de riego basado en la web con insumos limitados para apoyar la gestión diversificada de riego familiar teniendo en cuenta que la agricultura es clave en la influencia de la seguridad del agua, considerando que el uso del agua en la agricultura ocupa alrededor del 62.5% del consumo total del recurso en este país. El sistema desarrollado se enfocó en los cultivos de rotación de trigo en invierno y maíz en verano, y se implementó usando el modo navegador/servidor.

El servidor esta compuesto por tres componentes: Interfaz de usuario, modelos y base de datos. Un agricultor que disponga de internet puede acceder a la interfaz de usuario desde cualquier lugar, encontrando en el portal dos páginas iniciales donde debe seleccionar la ubicación de sus tierras de cultivo y de acuerdo con esta ubicación se asignan los datos meteorológicos y los parámetros del suelo de la base de datos para realizar una modelación, en una tercera página se muestran los resultados de una simulación llevada a cabo por el modelo de balance hídrico del suelo y por último, en una cuarta página se proporciona un pronóstico del riego en el futuro cercano. Los modelos son ejecutados en el lado del servidor y los resultados son enviados al dispositivo del agricultor.

Con el fin de demostrar la veracidad del método y la precisión de sus resultados, se realizó una comparación con los datos medidos en un experimento de riego desarrollado en la Estación Experimental del Agroecosistema de Luancheng. Los resultados de la comparación mostraron que el sistema es razonable y que puede simular con precisión la dinámica del contenido de agua del suelo.

El sistema puede ejecutarse en internet y también dispone de una versión móvil para facilitar su uso. Al utilizar el pronóstico del tiempo en línea, la toma de decisiones de riego futuras son obtenidas a través de comparar la disponibilidad de agua de campo simulada por el sistema y el límite inferior de la humedad del suelo para riego. Esto, permite a los agricultores obtener fácilmente el apoyo de una guía científica en la toma de decisiones sobre cuándo se necesita riego y cuánta agua es requerida.

(Blanco, Loisi, Sica, Schettini, & Vox, 2018) Exponen que el uso de plástico en la agricultura representa alrededor del 2% de los más de 256 millones de toneladas de plásticos producido por año en todo el mundo, usado en la agricultura para las tuberías de riego, cubrir invernaderos y huertos, entre otros usos. El problema corresponde a que los plásticos agrícolas son derivados de polímeros petroquímicos sintéticos, que requieren de un proceso correcto de recolección, eliminación y reciclaje al final de su vida útil. Sin embargo, los desechos plásticos agrícolas a menudo son eliminados inadecuadamente mediante la quema en campo abierto, el abandono en los campos o fuentes hídricas, el entierro en el suelo y la eliminación en los vertederos.

Ante la ineficiencia de los pocos sistemas de gestión para los desechos plásticos agrícolas existentes en Europa y la escasa información sobre el uso de plástico en la agricultura, este estudio tiene por objetivo cuantificar los desechos plásticos agrícolas en relación con tipo de cultivo y su aplicación de plástico en la provincia Barletta-Adria-Trani (BAT), en la región Apulia, al sur de Italia, mediante el uso de SIG y la definición de índices de residuos plásticos.

Inicialmente, se generaron índices de residuos plásticos para cada tipo de cultivo y su aplicación de plástico, se preparó un mapa de uso del suelo en ArcMap y sobre éste se identificaron los cultivos que generan residuos plásticos. Después, se detectaron en el mapa los materiales plásticos usados para la protección de cultivos y se asignaron los índices de residuos plásticos a cada uno de los cultivos.

Posteriormente, se generó una base de datos geográfica para almacenar la información de una evaluación cuantitativa y la georreferenciación de los desechos plásticos agrícolas. Por último, se realizaron mapas de los desechos plásticos agrícolas y se identificó la ubicación adecuada de centros de acopio para estos desechos.

La base de datos geográfica resultante es una herramienta que permite a las autoridades y demás usuarios interesados, cuantificar los desechos plásticos agrícolas por unidad de área, localizar áreas con generación intensiva de estos desechos, localizar las áreas óptimas para los centros de acopio y analizar diferentes escenarios de desarrollo para tierra rural. De igual manera, la herramienta puede brindar ayuda a los encargados de tomar decisiones para definir las mejores instalaciones de gestión de residuos e implementar planes de acción.

Ante la necesidad de planear con la menor incertidumbre posible los requerimientos de agua para obtener los mejores rendimientos en los cultivos debido al cambio climático, al aumento de la población, la escasez de agua y otras consideraciones, (Ruíz-del Ángel, Vargas-Castilleja, Rolón-Aguilar, Chávez-García, & Pichardo-Ramírez, 2019) realizaron una estimación de los volúmenes de agua requeridos en un cultivo de caña de azúcar mediante la construcción de un modelo para el periodo 2007-2014, en el software Cropwat, para el Distrito de Riego 002 Mante, ubicado en Tamaulipas, México.

Los resultados obtenidos por medio del modelo para cada año se contrastaron con los volúmenes reales programados y consumidos por el distrito de riego. Dicho análisis contribuyó al incremento en la eficiencia del uso del recurso hídrico a nivel de parcela, al rendimiento del cultivo y al manejo integral del agua.

El estudio permitió concluir que mediante la modelación es posible estimar volúmenes de requerimiento de agua de un cultivo tomando como base información climatológica, de cultivos y del suelo. Además, el uso de SIG y bases de datos es necesario para el desarrollo y sustento del proceso metodológico de estimación de volúmenes de agua. Sin embargo, es recomendable generar escenarios de cambio climático para las variables de precipitación y temperatura con la intención de hallar anomalías futuras que podrían impactar el distrito de riego, así como estimar escurrimientos superficiales para determinar los volúmenes de agua disponibles actualmente y a futuro, para una planeación efectiva del recurso hídrico.

(Perin, Sentelhas, Dias, & Alvarez Santos, 2019) Desarrollan un estudio para estimar el requerimiento de riego de la caña de azúcar, identificar el agua superficial disponible y evaluar el potencial de riego por caña de azúcar en función de diferentes escenarios para cada municipio de la región Araçatuba, noroeste de Sao Paulo, Brasil. A raíz de la importancia de la producción de caña de azúcar, los beneficios del riego para este cultivo y la relevancia del uso racional del agua.

Inicialmente, mediante el uso de la herramienta 'Zonal Statistics as Table' del software ArcGIS calcularon el requerimiento de riego con base en el balance hídrico teniendo en cuenta un periodo de 33 años (1980-2013) y el agua superficial disponible utilizando descargas ecológicas y descarga promedio plurianual.

Luego, mediante un enfoque lineal multivariado generado con el algebra de mapas de ArcMap se espacializó el requerimiento de riego para la caña de azúcar y dicho modelo fue validado mediante el uso de índices como el error medio (ME), el error medio absoluto (MAE), la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE).

Los resultados del estudio demostraron que existe un importante déficit anual de agua para el riego de caña de azúcar, que es más baja en el sureste y aumenta hacia el noroeste de la región evaluada. Con base en los escenarios modelados, concluyen que suministrar el requerimiento de riego para la caña de azúcar es completamente imposible. Además, el estudio demuestra que la combinación entre un modelo de balance hídrico de cultivos, un modelo hidrológico y las herramientas de detección remota y los SIG, pueden ser usados para dar respuesta a los interrogantes asociados a la necesidad de regar la caña de azúcar y la disponibilidad de agua superficial.

(Valencia, et al., 2020) Presentan un marco metodológico para desarrollar sistemas de riego por gravedad de bajo costo para implementar prácticas agrícolas a pequeña escala en países en desarrollo, considerando que los pequeños productores de estos países dependen en gran medida de la agricultura y normalmente tienen acceso limitado a conocimientos técnicos, información hidroclimática y medidas para enfrentar los cambios climáticos a corto y largo plazo.

Para el desarrollo del marco metodológico, inicialmente se realizaron reuniones grupales y entrevistas personales con expertos en la temática y actores clave para comprender las necesidades de las organizaciones que invierten en soluciones de agua para la agricultura en el oeste de Honduras, como caso de estudio.

Posteriormente, se establecieron los principales requerimientos para desarrollar una herramienta que permitiera acelerar y mejorar la efectividad del proceso para encontrar

puntos potenciales de captación de agua para una granja y definir las rutas de conducción.

El marco metodológico se denominó AGRI y fue desarrollado como una caja de seis herramientas automatizadas mediante el uso de ArcGIS y Python:

- Convertir a shapefile
- Calcular las mejores rutas
- Calcular la ruta final
- Generar cuencas hidrográficas
- Exportar resultados a KML
- Convertir KML a GPX

Las herramientas esenciales de AGRI son las correspondientes al cálculo de rutas, la primera determina los mejores caminos desde la localización de una granja hasta varios puntos potenciales de captación de agua, mientras que la segunda determina el mejor camino desde una granja hasta un sitio de captación de agua específico. Además, la herramienta para generar cuencas hidrográficas permite definir áreas de drenaje de los posibles puntos de captación.

Con el fin de verificar la correcta identificación de los puntos potenciales de captación de agua y las mejores rutas de conducción, la herramienta AGRI y su marco metodológico fueron ampliamente probados y puestos en práctica, encontrando que AGRI se desempeña bien en la identificación de fuentes de agua en arroyos a pesar de que la agricultura en el área de estudio se desarrolla en tierras de ladera, la herramienta ayuda a evitar la instalación innecesaria de tomas de agua en lugares donde no es posible conducir por gravedad, entre otras.

AGRI amplía las opciones de encontrar sitios potenciales de captación de agua que suministren el agua requerida para el riego en cultivos, con lo que conduce a un ahorro sustancial de tiempo y dinero.

Según (Feng, Flanagan, Engel, Yang, & Chen, 2020) la contaminación de fuentes no puntuales representa un problema común a nivel mundial y su evaluación en campo es útil para definir la gravedad de la contaminación y en qué lugares se deben implementar prácticas de control con la mayor efectividad.

El modelo de Política Ambiental de Extensión Agrícola (APEX), es una herramienta clave para resolver problemas de contaminación de fuentes no puntuales a nivel mundial desde principios de la década de 1990 y ha sido ampliamente utilizado para evaluar la efectividad de prácticas de conservación, simular la pérdida de fósforo, evaluar la evapotranspiración de sistemas de cultivos en zonas áridas, simular los cambios de cobertura de la tierra en los procesos del paisaje, entre otros.

Con el fin de realizar ejecuciones del modelo APEX a nivel de granja o de una cuenca, en este estudio se presenta una nueva interfaz web de SIG denominada GeoAPEXOL. Mediante esta interfaz es posible incorporar un mapa en línea para identificar los lugares de simulación, dispone de dos métodos para configurar el modelo que incluye la cuenca y la simulación de campo, contiene una base de datos de Estados Unidos con Modelos Digitales de Elevación (DEM), información de uso de la tierra, suelo, clima

y gestión, lo que permite automatizar los procesos de configuración del modelo de manera sencilla y además, es posible incorporar Sistemas de Información Geográfica (SIG) web con el fin de visualizar y procesar las capas necesarias en los archivos de entrada, y los resultados en formato ráster simulados por el modelo.

La evaluación de la contaminación de fuentes no puntuales realizada en campo normalmente solo tiene en cuenta lo que sucede dentro de un área específica, ignorando la contribución de los contaminantes del área aguas arriba. Esto, puede introducir grandes incertidumbres en los resultados y pueden tomarse malas decisiones.

Por otro lado, con la interfaz presentada es posible realizar simulaciones incluyendo los límites de campo y el área de las cuencas. Además, permite visualizar los resultados a niveles de detalle para ayudar a identificar la ubicación de la mayor fuente de contaminación. Esta información puede ser usada para decidir el mejor lugar para implementar prácticas de control con la mayor efectividad posible.

(Bashir, et al., 2020) Desarrollaron un método que integra el índice de calidad del agua con un Sistema de Información Geográfica (SIG) con el fin de evaluar la calidad del recurso hídrico y su idoneidad para fines de riego en el Bajo Canal de Jhelum en la provincia de Punjab, ante la importancia de la gestión operativa, la accesibilidad y el suministro de agua para la producción agrícola en Pakistán, teniendo en cuenta sus esquemas de ríos y canales, y su importancia para las autoridades y los panificadores a la hora de tomar decisiones asociadas a los requerimientos del recurso hídrico y la seguridad alimentaria de la nación.

Se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple estratificado, recolectando 20 muestras en la superficie y 20 muestras en lo profundo del canal, georreferenciándolas con un dispositivo GPS. Para cada muestra se calculó el índice de calidad del agua (WQI) y estos resultados junto con las coordenadas de los puntos de muestreo fueron convertidos a una capa de puntos mediante el software ArcGIS y se interpolaron mediante el método de la distancia inversa (IDW) con el fin de generar un ráster.

Posteriormente, se analizó la idoneidad de la calidad del agua para fines de riego mediante el cálculo de la relación de absorción de sodio (SAR), el contenido de sodio residual (RSC) y el porcentaje de sodio (Na%), considerando que son los parámetros críticos de la calidad del agua.

Los resultados de los parámetros mostraron que las concentraciones de contaminación se encontraban entre los límites permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las Normas Nacionales Revisadas de Calidad Ambiental (NEQS, por sus siglas en inglés). La mayor parte del agua se encuentra en una categoría de excelente calidad, idónea para fines de riego y para varios propósitos más, excepto para beber directamente sin tratamiento.

Finalmente, concluyen que los SIG son una herramienta adecuada para generar rasters de la concentración de diferentes factores y permiten construir un mapa de calidad del agua en una estructura más lógica.

5. METODOLOGÍA

Este capítulo contiene la información correspondiente al procedimiento, metodología, actividades y equipos empleados para la construcción del cuadro de mando.

5.1. TIPO DE TRABAJO

El presente trabajo corresponde al desarrollo tecnológico de un cuadro de mando, teniendo en cuenta que se usan de manera sistemática los conocimientos y la investigación realizada para la producción de una interfaz web.

5.2. PROCEDIMIENTO

El procedimiento empleado en este estudio inició con una búsqueda bibliográfica que permitiera identificar literatura en la que se construyeran diferentes plataformas web basadas en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito ambiental o asociados, de manera más específica, con los distritos de riego y su importancia a nivel local y regional; así como identificar el uso de metodologías, procedimientos, equipos y experiencias adquiridas en la generación de cuadros de mando, que sirvieran de base para el presente estudio.

La información espacial suministrada por el Distrito de Riego R.U.T. se sometió a un proceso de evaluación y depuración para posteriormente integrarla a una base de datos espacial agrupándola por temáticas. Una vez estructurada la información se generaron mapas por cada temática y con base en estos, se elaboró el cuadro de mando o Dashboard. A continuación se explican las diferentes fases del procedimiento con mayor detalle:

5.2.1. Evaluación y depuración de información espacial

La evaluación del gran volumen de información georreferenciada suministrada por el distrito, originada a partir de proyectos realizados en colaboración con entidades como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Universidad del Valle, se llevó a cabo mediante la construcción de una matriz de evaluación de información cartográfica con el fin de conocer sus características y proceder con la depuración de aquella información duplicada, irrelevante o de origen desconocido. Las características que se recolectaron por cada entidad evaluada se pueden apreciar en la Figura 1, así como en los anexos del presente documento.

Figura 1. Características a evaluar en la matriz de evaluación de información cartográfica

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	UBICACIÓN (RUTA)	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
--------	--------	-------	---------	------	------------	-----	--------	-----------------------	------------------	---------	--------	---------------

Fuente: Elaboración propia

Después de evaluar la información se realizó la depuración, eliminando las entidades duplicadas o irrelevantes para el estudio, estas últimas debido a que se desconocía su origen o se trataba de una capa basura, tal vez producto de un proceso intermedio.

5.2.2. Clasificación de información depurada

Teniendo en cuenta que la información suministrada provenía de diversos estudios como se mencionó con anterioridad, no contenía ningún tipo de estructura u orden específico haciendo difícil el acceso y uso de las capas temáticas de interés, además de encontrar información duplicada; se propuso una clasificación de la información

depurada en 10 temáticas diferentes tomando como base las categorías del modelo de almacenamiento geográfico propuesto por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) para la estructuración de la información geográfica de los proyectos ambientales a nivel nacional. La asignación de la información depurada a cada temática se llevó a cabo considerando el nombre de la entidad y la información contenida en la tabla de atributos. Las temáticas consolidadas fueron las siguientes:

Tabla 2. Temáticas consolidadas para la estructuración de la información

<i>Temática</i>
Áreas y ecosistemas estratégicos
Biótico
Clima
Geología
Geomorfología
Infraestructura
Político administrativo
Recurso hídrico
Suelos
Zonificación

Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Integración de información depurada en la base de datos espacial

Con la información clasificada en cada una de las temáticas consolidadas, se procedió a integrar la información espacial vectorial en una base de datos espacial o Geodatabase de acuerdo con las temáticas expuestas en la Tabla 2, de tal manera que cada temática correspondiera a un Dataset que contuviera todos los Feature Class clasificados bajo dicha temática o disciplina. El software empleado para llevar a cabo esta estructuración fue ArcCatalog 10.5, definiendo el sistema de coordenadas MAGNA - SIRGAS Colombia origen Oeste, y cabe mencionar que la información ráster no se integró en un Dataset específico ya que esta tecnología no permite realizar este tipo de almacenamiento, por lo que simplemente se almacenó en la Geodatabase.

5.2.4. Creación de mapas

Mediante el uso del software ArcGIS Pro se generaron 10 mapas en total, un mapa por cada temática estructurada en la base de datos espacial, asignando la simbología a cada entidad con base en su atributo más representativo y haciendo uso de los mapas base disponibles en la herramienta. Posteriormente, se compartieron uno a uno los mapas en la web mediante la herramienta *Mapa Web*, asignándoles un título, una descripción y palabras clave, además de asignarle un uso compartido de nivel público, de tal manera que pudieran ser implementados en la elaboración del Dashboard y cualquier usuario tuviera acceso a ellos.

5.2.5. Elaboración del cuadro de mando

La elaboración del cuadro de mando se realizó mediante la aplicación *Dashboards* de ArcGIS Online, iniciando con el diseño de la estructura del cuadro de mando para la visualización de la información y tomando como insumo base los mapas creados por cada temática y compartidos para ser cargados. Luego de incorporarlos al cuadro de mando, se generaron gráficos e indicadores estadísticos que describieran la

información contenida en cada mapa con el fin de informar al usuario y soportar la toma de decisiones al interior del distrito de riego.

El procedimiento expuesto anteriormente puede resumirse mediante la Figura 2, donde se muestra claramente que para la elaboración de un mapa web o en este caso, un cuadro de mando, es necesario pasar por tres etapas: La primera consiste en las fuentes de datos de los insumos base, que pueden provenir de estudios o informes, mapas, imágenes satelitales o entidades como shapefiles y rásters; la segunda etapa corresponde al procesamiento de los datos mediante sistemas de información geográfica (SIG) que permite almacenar dichos datos en capas temáticas y estas a su vez, en una base de datos geoespacial; y por último, la tercera fase hace referencia a la publicación de los datos en forma de un mapa web que permita ser utilizado y retroalimentado por diferentes tipos de usuarios.



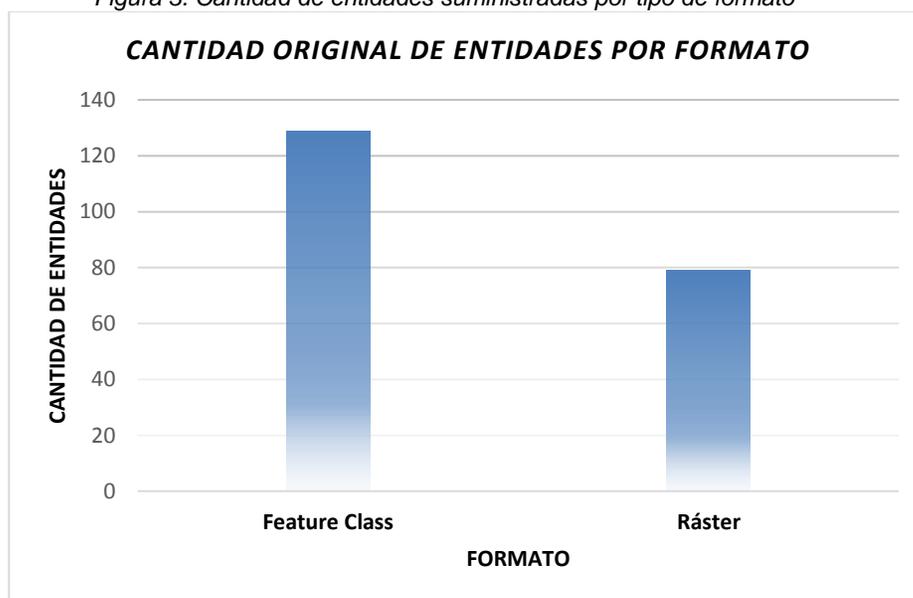
6. RESULTADOS

Este capítulo contiene la información correspondiente a los resultados más relevantes obtenidos al desarrollar la metodología y actividades propuestas, dando cumplimiento a los objetivos planteados en el presente estudio.

6.1. Información espacial evaluada, depurada y clasificada

La información original suministrada por ASORUT se encontraba en 12 geotabases diferentes y almacenaba rásters y feature class de tipo punto, línea y polígono, con un total de 208 entidades: 129 Feature Class y 79 raster.

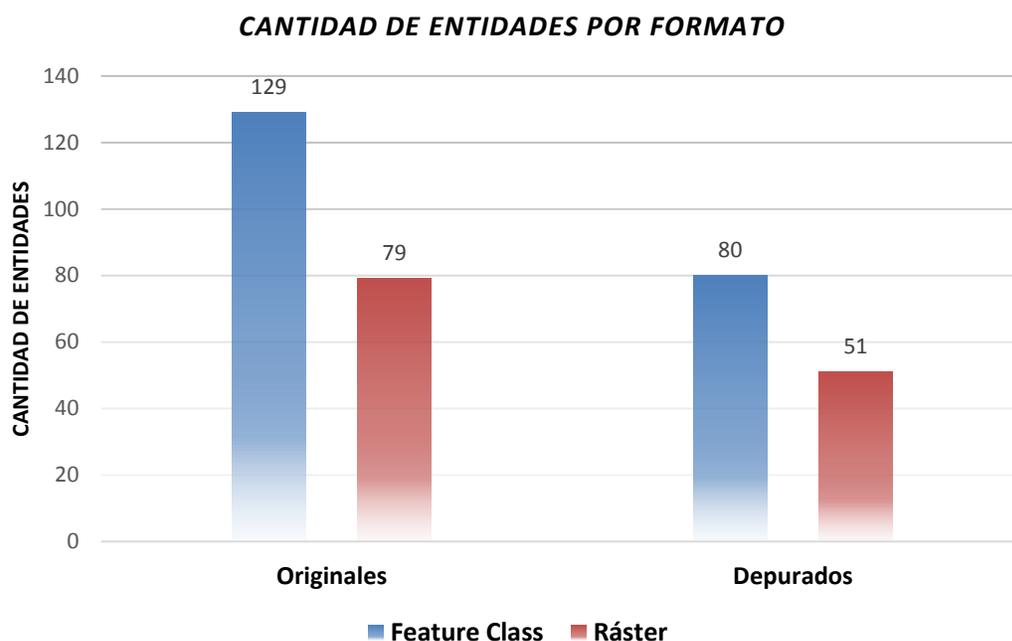
Figura 3. Cantidad de entidades suministradas por tipo de formato



Fuente: Elaboración propia, con base en la información suministrada por ASORUT

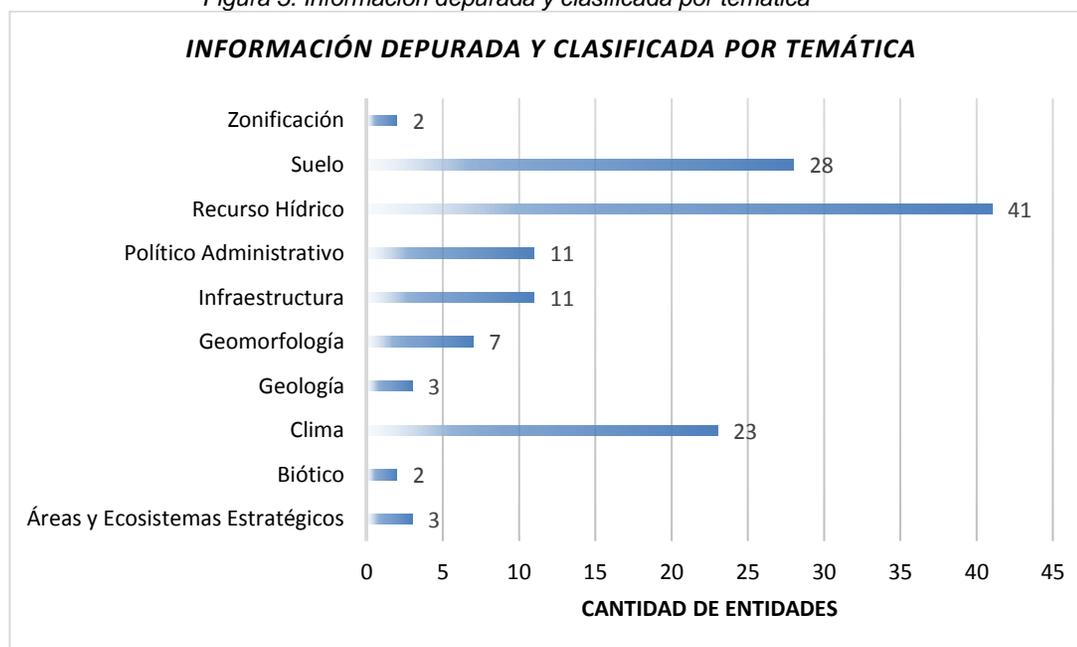
El proceso de evaluación de la información suministrada, mediante el uso de la matriz, permitió depurar un total de 77 entidades (correspondiente al 37% de la información) que se encontraban duplicadas, eran irrelevantes para el proyecto o se desconocía su origen y representación. Este proceso dejó 80 Feature Class y 51 rásters, es decir, 131 entidades para ser clasificadas por temáticas y posteriormente estructuradas en una base de datos espacial. En la Figura 4 y la Figura 5, se puede observar la diferencia existente entre la cantidad de entidades suministradas u originales frente a las depuradas, y el número de entidades estructuradas por tipo de temática, respectivamente.

Figura 4. Cantidad de entidades por formato, originales vs depuradas



Fuente: Elaboración propia, con base en la información suministrada por ASORUT

Figura 5. Información depurada y clasificada por temática



Fuente: Elaboración propia, con base en la información suministrada por ASORUT

Se descartaron 49 Feature Class y 28 rásters, y se clasificaron por temáticas las 131 entidades restantes encontrando que las entidades relacionadas con el recurso hídrico son las de mayor representación, seguido por las de suelo y clima, mientras que la de menor representación son las de la temática biótico y zonificación.

6.2. Base de datos espacial

Las 131 entidades resultantes del proceso de depuración fueron incorporadas a la base de datos espacial o Geodatabase tal como se puede apreciar en la Figura 6. Este proceso, además de organizar la información suministrada para la elaboración de los mapas y el cuadro de mando, es un insumo importante para el distrito de riego al considerar esta estructura para el almacenamiento de información resultante de futuros proyectos, permitiendo la localización, acceso y manipulación de los datos de manera sencilla.

Figura 6. Estructura de información integrada en la base de datos espacial



Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcCatalog

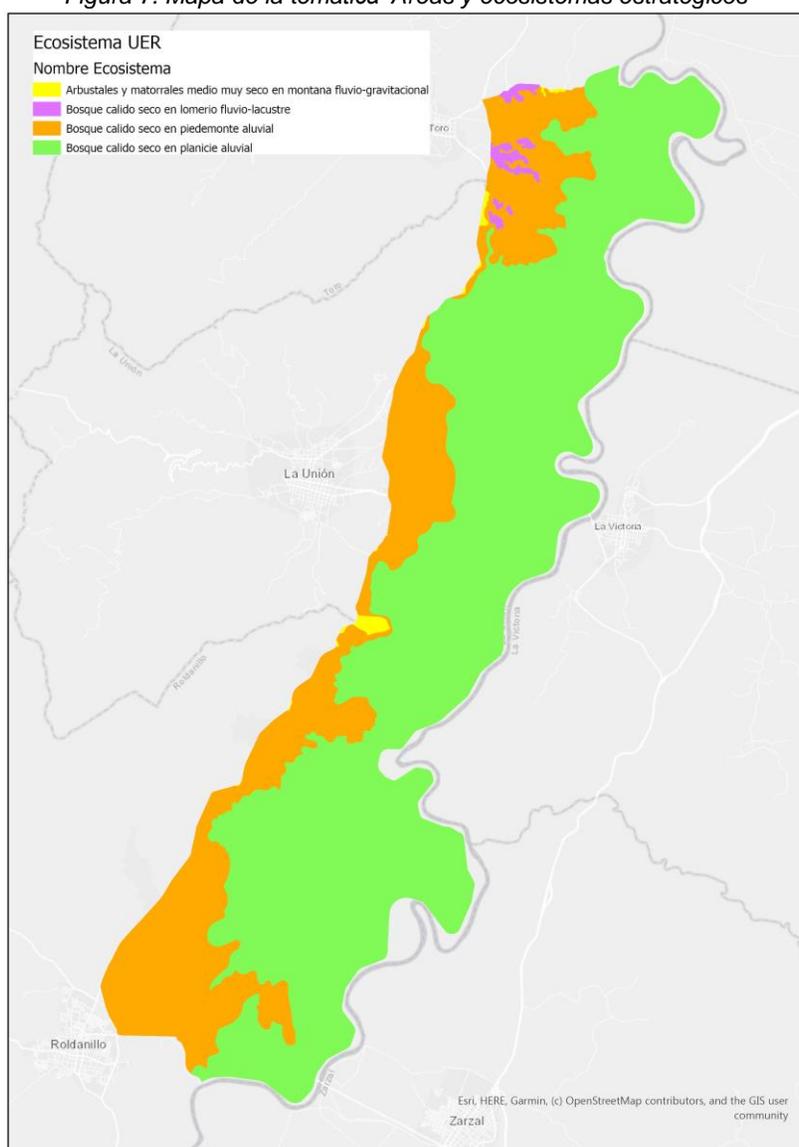
6.3. Mapas por temática

Considerando el gran volumen de información a cargar en el cuadro de mando, se generó un mapa por cada temática en el que contuviera la mayor cantidad de información posible con una representación clara y fácil de entender. De esta manera, se obtuvieron 10 mapas, tal como se expone a continuación:

- Áreas y Ecosistemas Estratégicos

El mapa de la temática correspondiente a áreas y ecosistemas estratégicos representa los ecosistemas presentes en el distrito, donde a simple vista puede observarse que el bosque cálido seco en planicie aluvial es el ecosistema predominante en la zona de estudio, seguido del bosque cálido seco en piedemonte aluvial y en menor proporción, el bosque cálido seco en lomerío fluvio-lacustre, y los arbustales y matorrales medio muy seco en montaña fluvio-gravitacional.

Figura 7. Mapa de la temática 'Áreas y ecosistemas estratégicos'

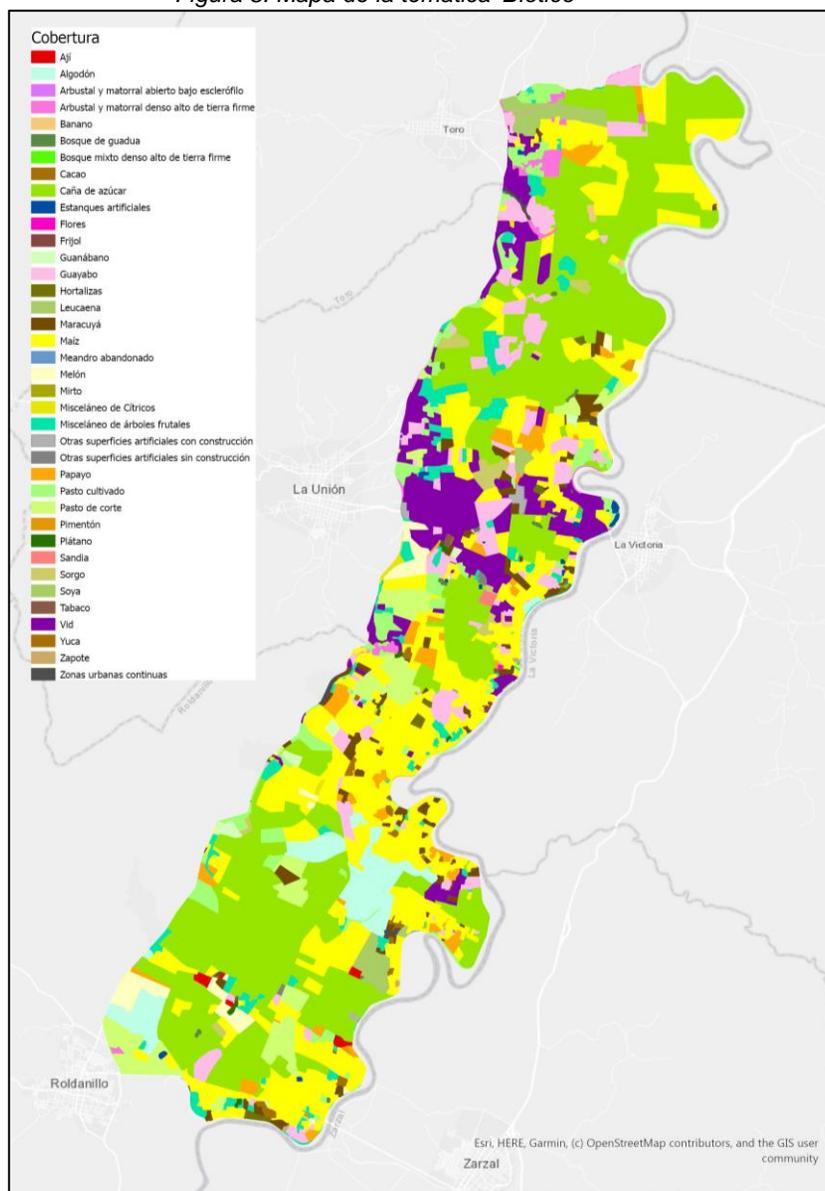


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- Biótico

La información cargada en esta temática corresponde a la cobertura del suelo presente en el distrito de riego, donde se encuentran diversas coberturas y se puede observar que las de mayor presencia son la caña de azúcar y el maíz a lo largo de toda la superficie, seguido de coberturas como la vid que se encuentra ubicado principalmente a la altura del municipio La Unión.

Figura 8. Mapa de la temática 'Biótico'

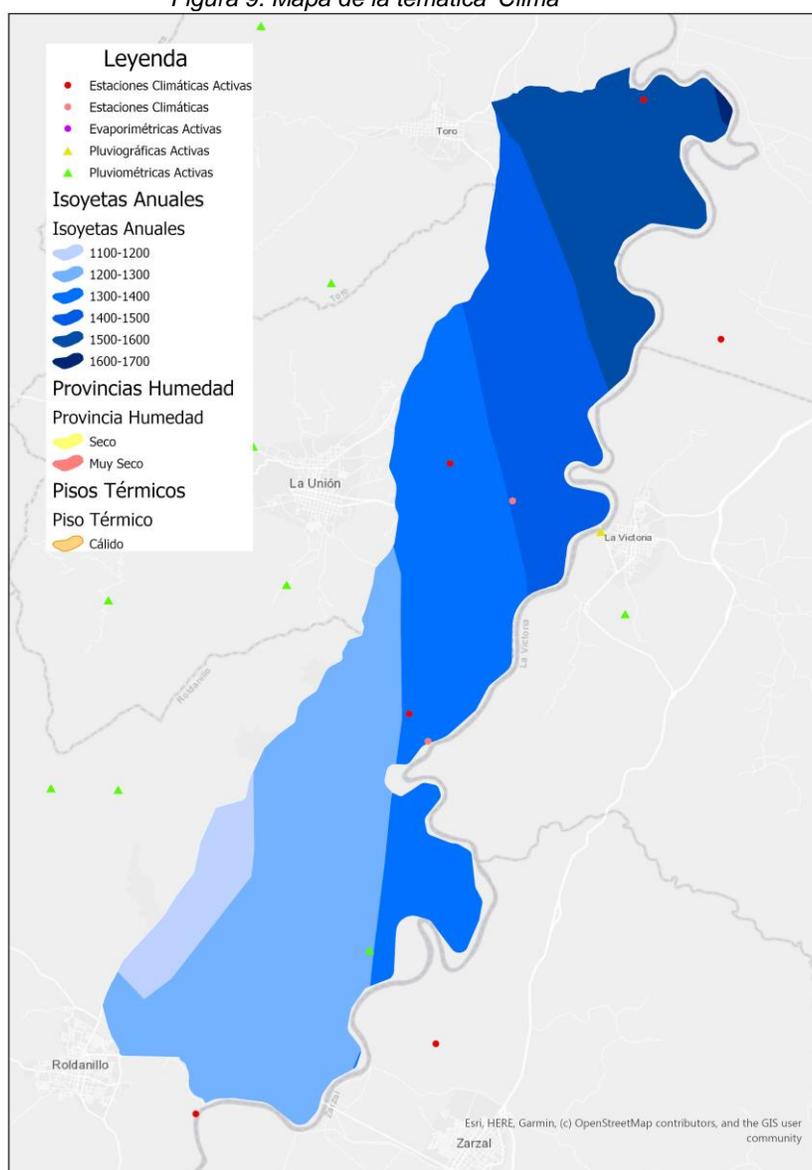


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- **Clima**

Por su parte, el mapa de clima contiene información que permite conocer la localización geográfica de diferentes estaciones meteorológicas al interior y alrededores del distrito, las isoyetas anuales que permiten conocer el comportamiento de la precipitación en la zona de estudio, así como conocer que existen dos provincias de humedad correspondientes a las provincias seco y muy seco, y que toda la zona de estudio se encuentra sobre un piso térmico cálido. Cabe mencionar que en la Figura 9 solo se visualizan las isoyetas anuales pero una vez se incorpora un mapa al cuadro de mando con diferente información es posible habilitar y deshabilitar todas las capas contenidas en el mapa para permitir su visualización.

Figura 9. Mapa de la temática 'Clima'

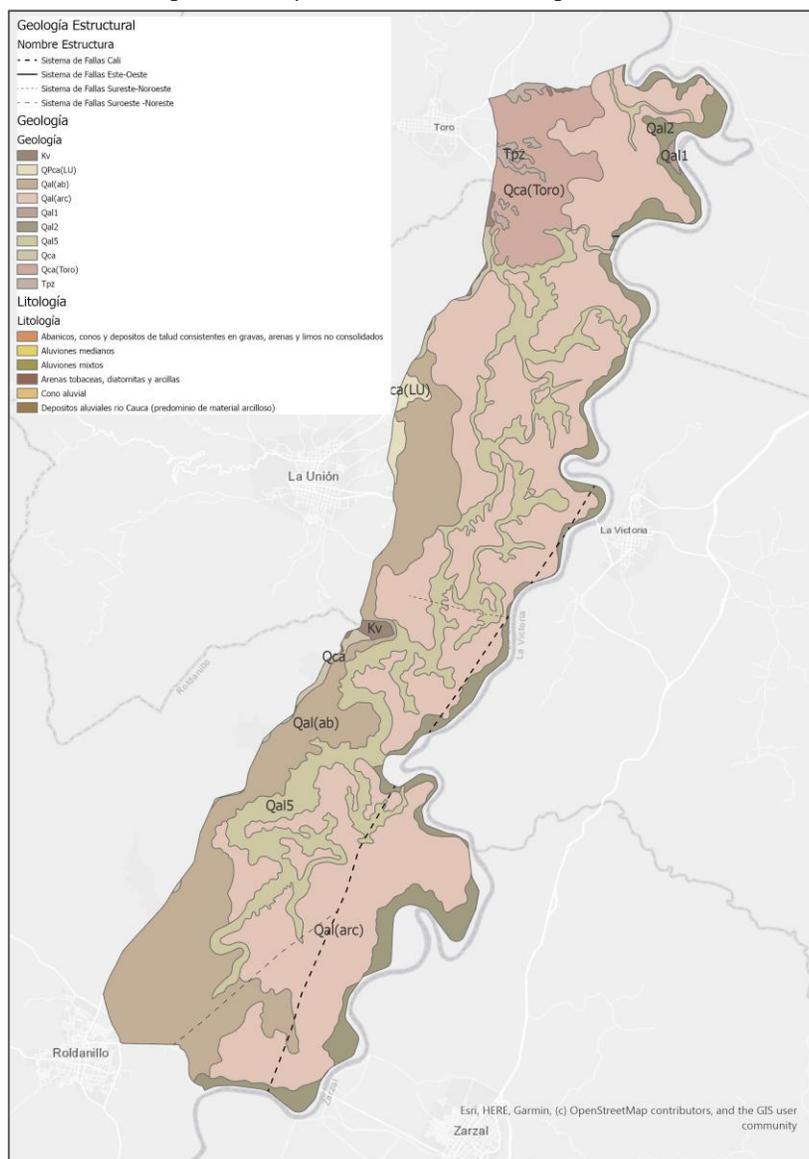


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- Geología

Como su nombre lo indica, este mapa muestra la distribución espacial de las diferentes formaciones geológicas existentes en el distrito, así como la geología estructural que indica la ubicación de los diferentes sistemas de fallas del territorio y la litología que brinda información sobre las características de las rocas presentes en la zona de estudio. Al igual que con el mapa de clima, la información de litología es posible observarla en el cuadro de mando deshabilitando la capa correspondiente a los polígonos de geología.

Figura 10. Mapa de la temática 'Geología'

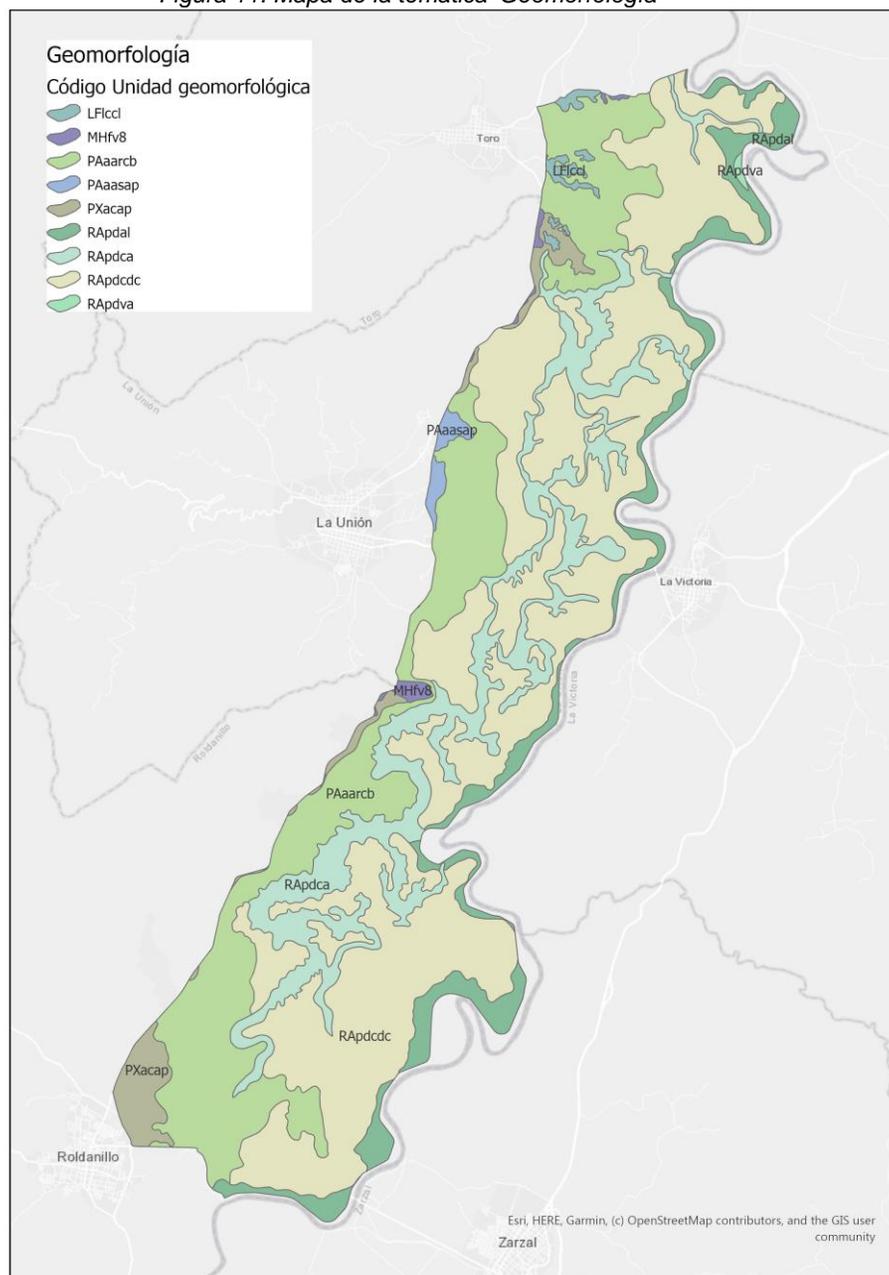


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- **Geomorfología**

El mapa de geomorfología permite conocer mediante los códigos de unidades geomorfológicas las formas de la superficie terrestre existentes en el distrito de riego con respecto a su génesis y actual comportamiento.

Figura 11. Mapa de la temática 'Geomorfología'

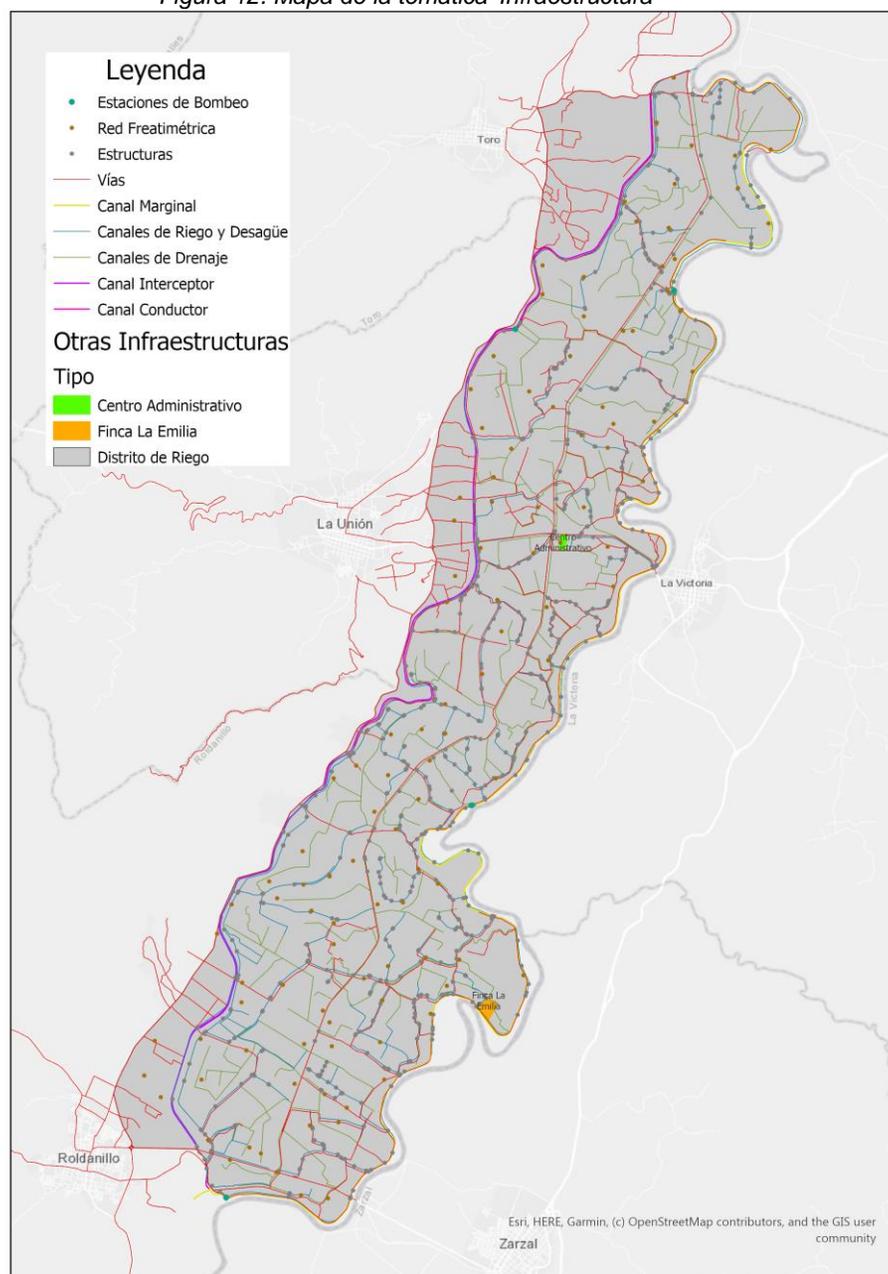


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- Infraestructura

En este mapa se cargó toda la información correspondiente a la infraestructura existente en la zona de estudio, permitiendo conocer la localización geográfica de infraestructura representada de manera puntual como es el caso de las estaciones de bombeo, la red freaticométrica y estructuras en general; infraestructura lineal como las vías, canales de riego, drenaje, desagüe, conducción y otros; e infraestructura representada con polígonos como el caso de la finca La Emilia y el Centro Administrativo del distrito.

Figura 12. Mapa de la temática 'Infraestructura'

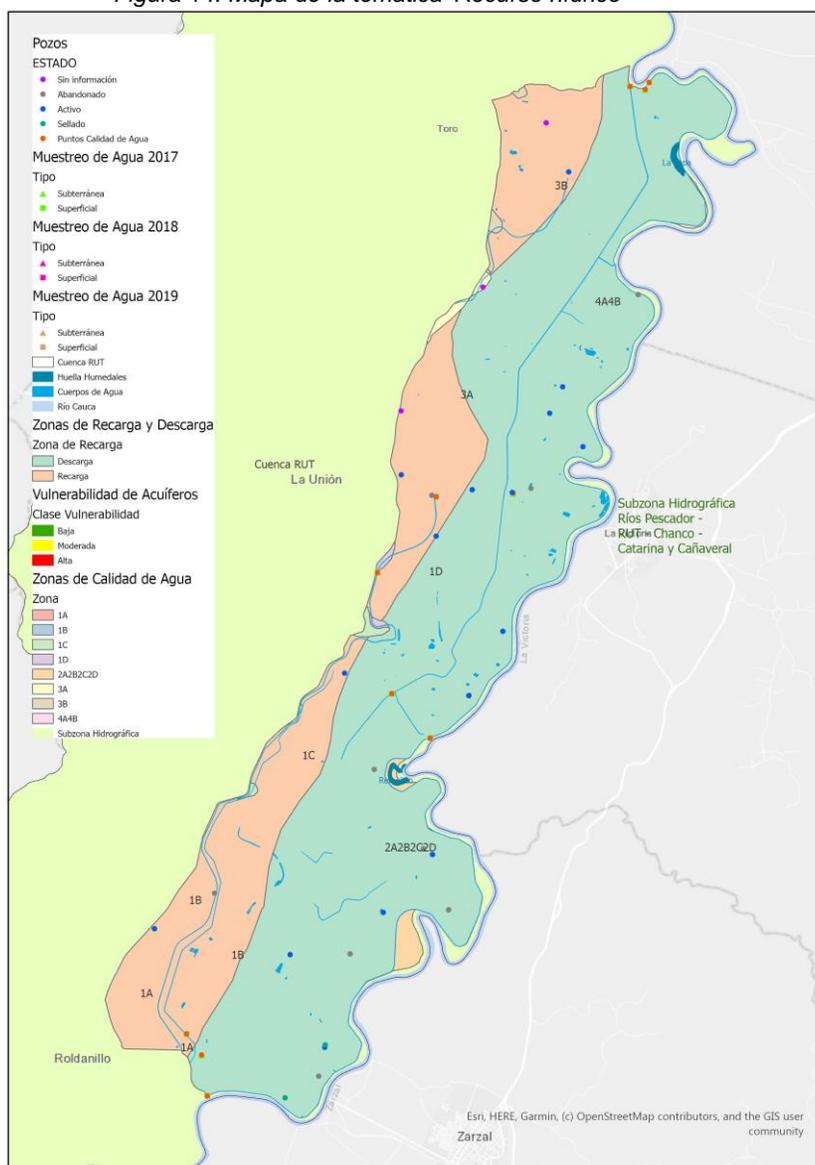


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- Recurso Hídrico

El mapa de recurso hídrico muestra la localización geográfica de los pozos de agua clasificados de acuerdo con su estado, es decir, si están activos, sellados, abandonados, etc., así como la ubicación de los puntos donde se realizaron muestreos de agua desde 2017 hasta 2019 indicando si fue un muestreo subterráneo o superficial, representándolos con diferente simbología. Por otro lado, este mapa también permite obtener información sobre la cuenca y subzona hidrográfica sobre la que se ubica el distrito, la localización de los cuerpos de agua y huellas de humedales presentes en la zona de estudio, las zonas de vulnerabilidad, recarga y descarga de los acuíferos y por último, las zonas de calidad de agua definidas internamente por ASORUT. Para visualizar las zonas de vulnerabilidad de acuíferos y las zonas de calidad de agua, es necesario deshabilitar la capa de zonas de recarga y descarga desde el cuadro de mando.

Figura 14. Mapa de la temática 'Recurso hídrico'

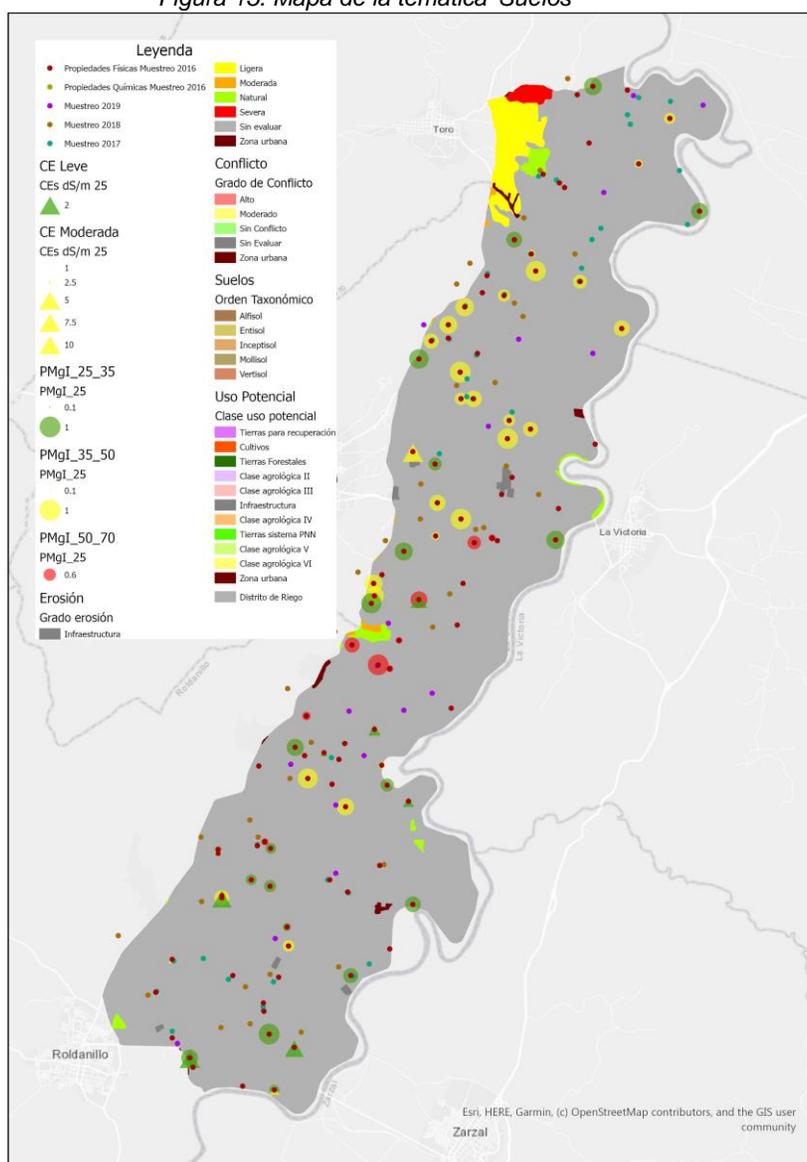


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- Suelos

Este mapa es el que mayor cantidad de información contiene, lo que revela la importancia que tiene para ASORUT conocer el comportamiento de los suelos al interior del distrito. El mapa brinda información relevante sobre la localización de muestreos de suelo que permitieron conocer las propiedades físicas y químicas del suelo en el año 2016, así como la localización de los muestreos realizados desde 2017 hasta 2019. De igual manera, se muestran los lugares donde se realizaron muestreos de conductividad eléctrica y porcentaje de magnesio intercambiable identificando los valores más altos de estas variables de acuerdo con el tamaño del símbolo. Por otro lado, se evidencia a simple vista que el grado de erosión en casi la totalidad del distrito se encuentra sin evaluar y que existe conflicto alto y moderado a lo largo de toda la zona de estudio. Además, mediante el mapa es posible conocer el orden taxonómico de los suelos y el uso potencial de los mismos.

Figura 15. Mapa de la temática 'Suelos'

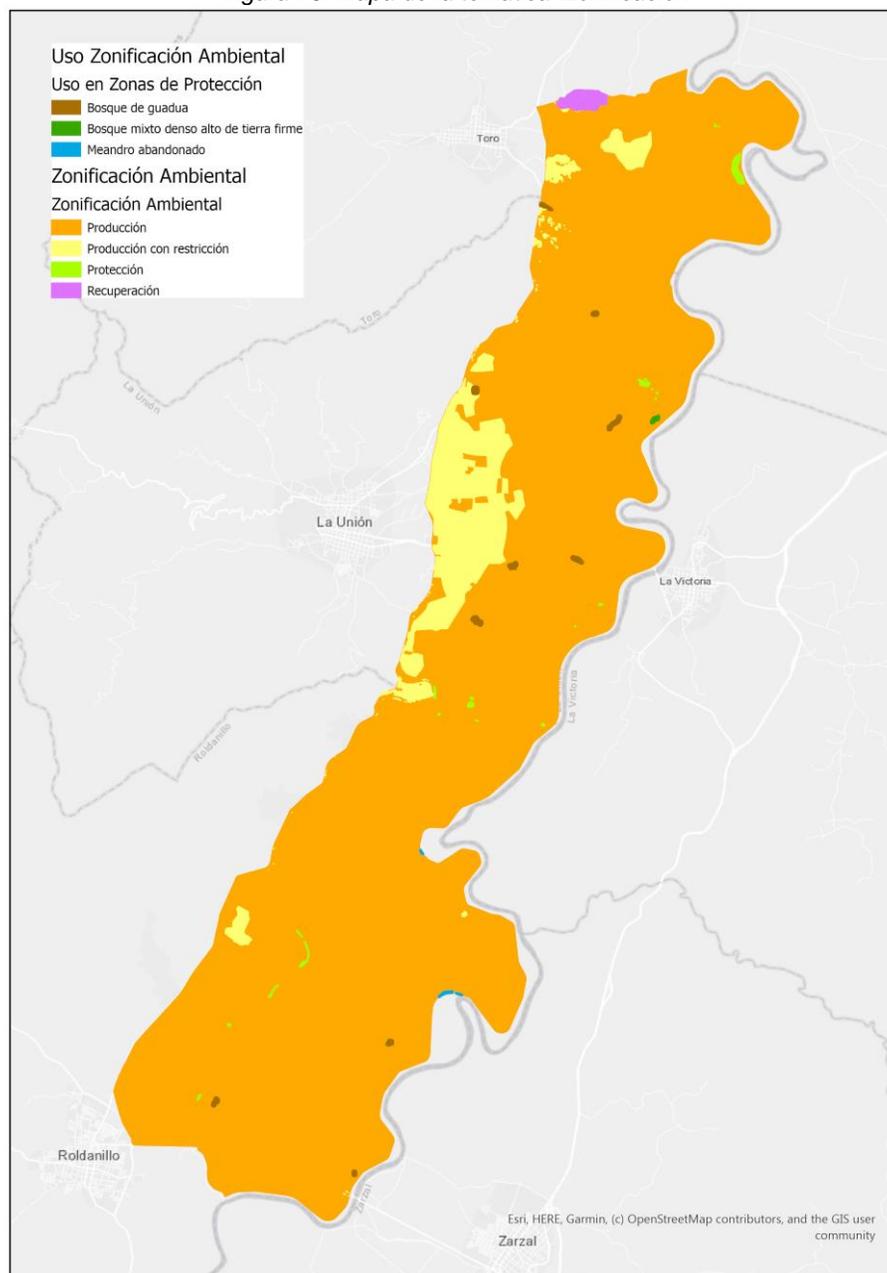


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

- Zonificación

El mapa de zonificación permite ver que las zonas que mayor área ocupan en el distrito corresponden a producción, seguido de la producción con restricción y pequeñas zonas de recuperación y protección. De igual manera, permite conocer que dentro de las zonas de protección se encuentran bosques de guadua, bosques mixtos densos altos de tierra firme y un meandro abandonado.

Figura 16. Mapa de la temática 'Zonificación'



Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz del software ArcGIS Pro

6.4. Implementación de cuadro de mando

El diseño del cuadro de mando se definió utilizando la mayor cantidad de elementos de visualización disponibles en la aplicación, de tal manera que brindara al usuario la mayor cantidad de información posible correspondiente al Distrito de Riego y las diferentes temáticas abordadas en el estudio, con el fin de soportar la toma de decisiones al interior del distrito. En ese orden de ideas y tal como se puede apreciar en la Figura 17 el diseño del cuadro de mando se compone de un panel de encabezado donde se ubica el título de la herramienta, un panel principal ubicado en el centro para la ubicación de los mapas, un panel lateral izquierdo para ubicar la leyenda del mapa, textos enriquecidos e indicadores, y un panel lateral derecho para ubicar gráficos circulares y de serie que permiten describir estadísticamente la información contenida en los mapas.

Figura 17. Diseño de cuadro de mando

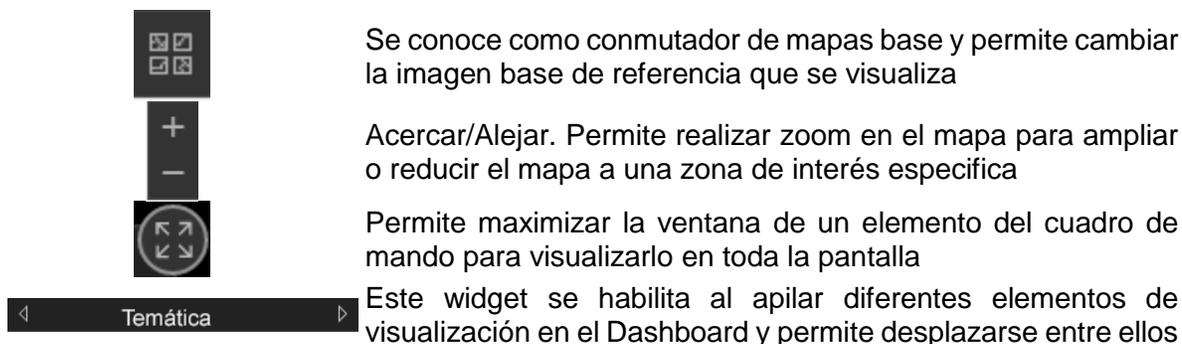


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

La manipulación del cuadro de mando por parte de los usuarios se realiza a través de botones o también conocidos como widgets, que permiten realizar funciones de desplazamiento, zoom, búsquedas, habilitar y deshabilitar elementos, etc. La descripción de los widgets que se utilizan en el cuadro de mando se encuentra en la Tabla 3:

Tabla 3. Descripción de Widgets del cuadro de mando

Widget	Descripción
	Permite realizar búsquedas de direcciones o lugares, como por ejemplo ciudades
	Corresponde a un marcador predeterminado de extensión. Permite regresar a la vista original del mapa
	Permite visualizar la leyenda del mapa de manera temporal
	Corresponde a la visibilidad de las capas, permite habilitar y deshabilitar las capas que se despliegan en el mapa



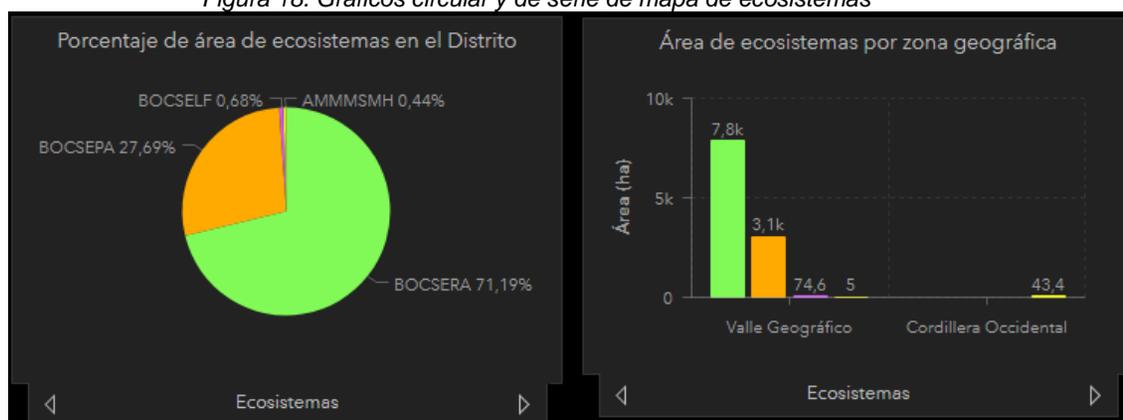
Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

Ahora bien, como se mencionó con anterioridad, para cada uno de los mapas se generaron gráficos e indicadores estadísticos que describieran la información cartográfica a fin de que sirvieran como insumo para la toma de decisiones. Enseguida se muestran los diferentes elementos generados para cada mapa:

- **Áreas y Ecosistemas Estratégicos**

Mediante el gráfico circular y la gráfica de serie generados para el mapa de ecosistemas se obtuvo que el bosque cálido seco en planicie aluvial (BOCSERA) es el ecosistema con mayor porcentaje de área en el distrito con 7.800 hectáreas, que equivalen al 71,2% de la superficie de la zona de estudio, seguido del bosque cálido seco en piedemonte aluvial (BOCSEPA) con 3.100 hectáreas (27,7%) y el bosque cálido seco en lomerío fluvio-lacustre (BOCSELF) con 74,6 hectáreas (0,7%) y por último, arbustales y matorrales medio muy seco en montaña fluvio-gravitacional (AMMMSMH) con 48,4 hectáreas (0,4%). Además, se obtuvo que los tres ecosistemas de mayor área se ubican sobre el valle geográfico del río Cauca, mientras que el AMMMSMH presenta solo 5 hectáreas en el valle geográfico y el resto sobre la cordillera occidental.

Figura 18. Gráficos circular y de serie de mapa de ecosistemas

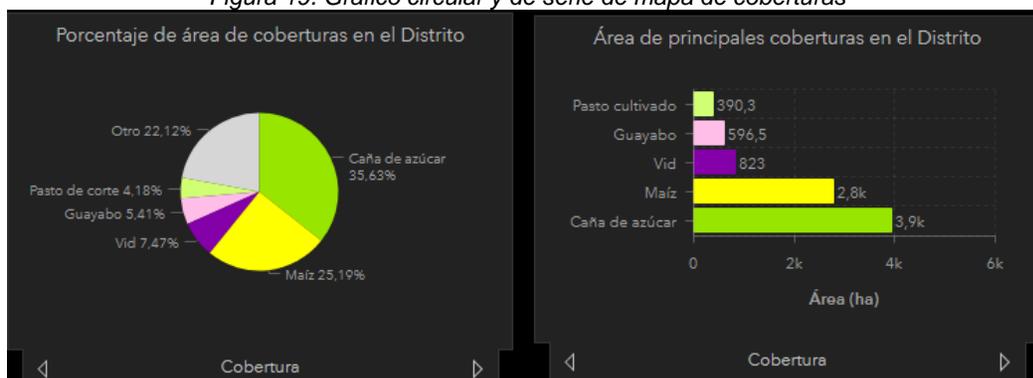


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- **Cobertura**

Las gráficas generadas con base en las coberturas existentes en el distrito de riego permiten ver que las coberturas con mayor presencia en esta zona de estudio son la caña de azúcar, el maíz y la vid, con 3.900, 2.800 y 823 hectáreas, respectivamente. Lo que indica que se trata de un territorio en el que la principal actividad es la agricultura.

Figura 19. Gráfico circular y de serie de mapa de coberturas

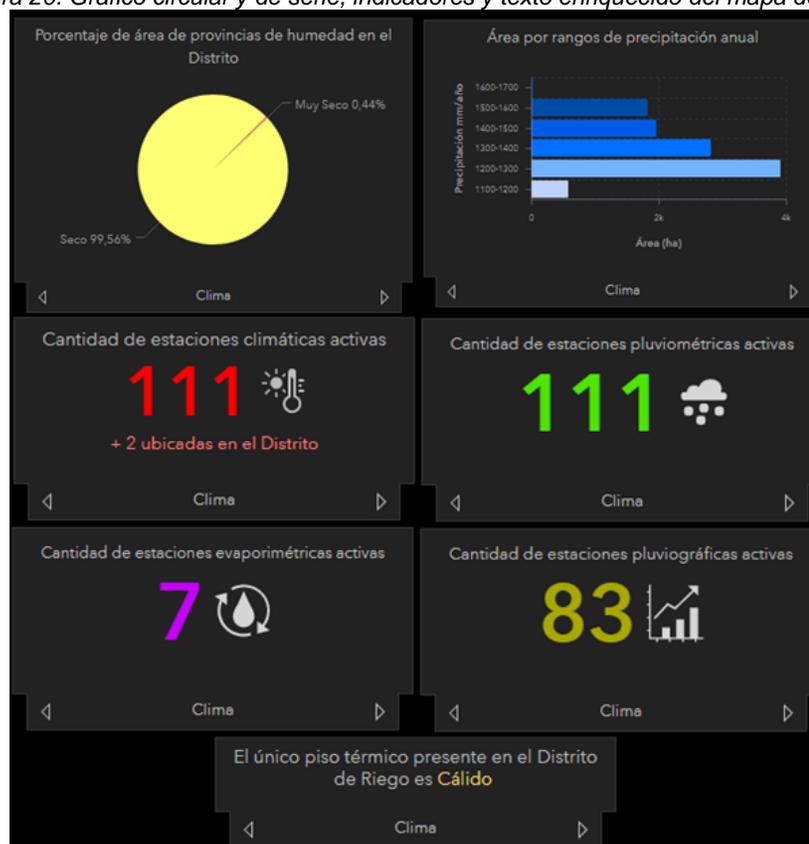


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Clima

En el cuadro de mando, el mapa de clima está acompañado por una gráfica circular que permite conocer que el 99,6% del área del distrito corresponde a una provincia de humedad seca y el 0,4% restante a muy seca; también se presenta un gráfico de serie que indica que en la zona de estudio la precipitación anual predominante se encuentra entre los 1.200 y 1.300 mm presentándose en un área cercana a las 4.000 hectáreas. Por otro lado, junto al mapa se presentaron algunos indicadores mediante los cuales se conoce que existen alrededor de 113 estaciones climáticas, 111 estaciones pluviométricas, 7 evaporimétricas y 83 pluviográficas, activas. Además de conocer que el piso térmico cálido es el único presente en el territorio.

Figura 20. Grafico circular y de serie, indicadores y texto enriquecido del mapa de clima

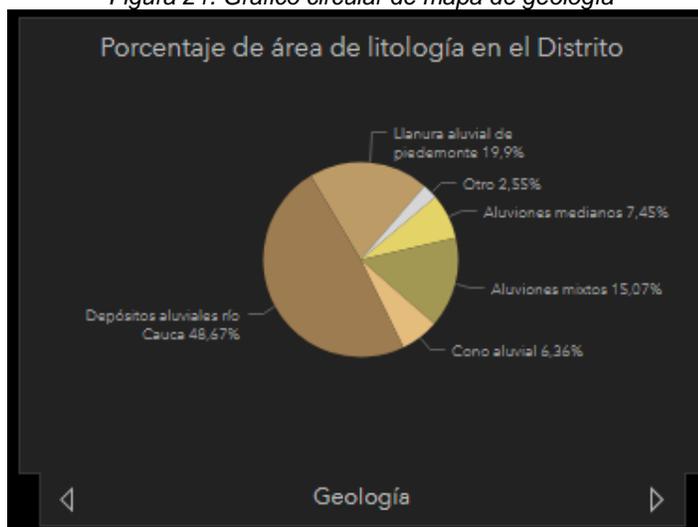


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Geología

Mediante el gráfico circular generado con base en la información del mapa de geología se obtuvo que los depósitos aluviales del río Cauca con un 48,7% del total del área del distrito corresponden a la litología predominante, seguido de la llanura aluvial y los aluviones mixtos con un 19,9% y 15,1%, respectivamente.

Figura 21. Gráfico circular de mapa de geología

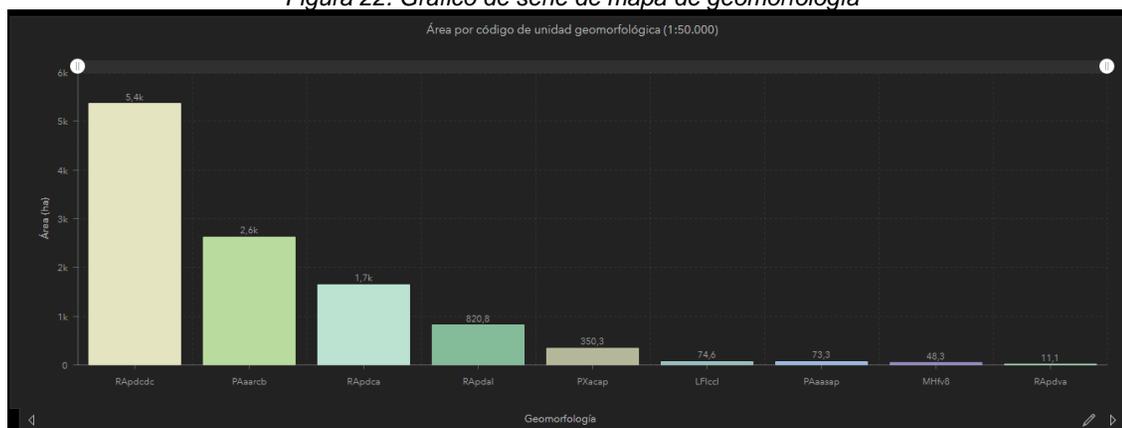


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Geomorfología

El gráfico de serie construido a partir del mapa de geomorfología indica que la unidad geomorfológica con mayor presencia en el distrito es la RAPdcdc con 5.400 hectáreas, seguido de la PAAarcb con 2.600 hectáreas. Mientras que la unidad de menor presencia en el territorio es la RAPdva con tan solo 11,1 hectáreas.

Figura 22. Gráfico de serie de mapa de geomorfología



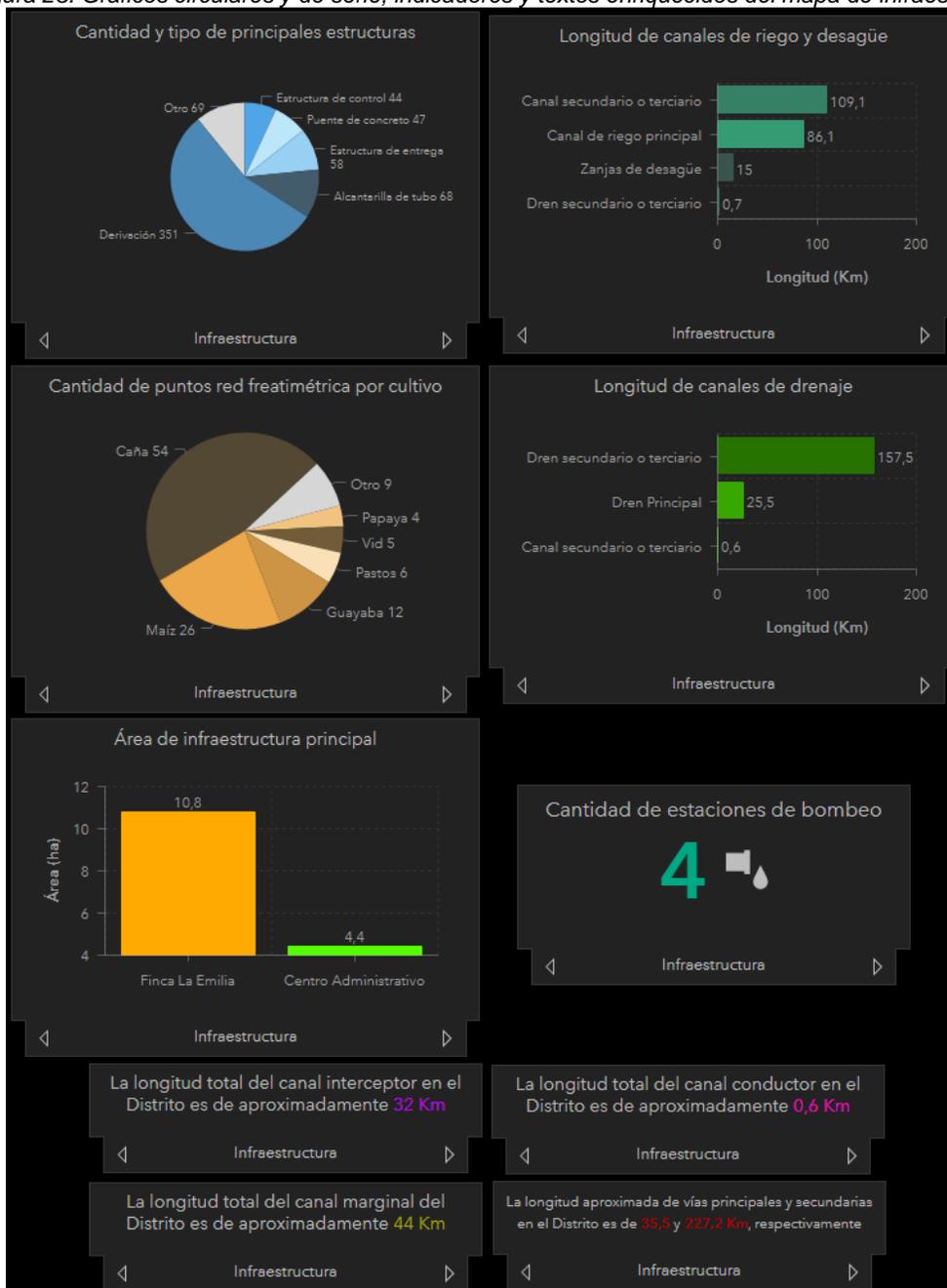
Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Infraestructura

Los diferentes elementos estadísticos obtenidos de la información del mapa de infraestructura permiten conocer información relevante, como que en el distrito de riego las derivaciones y las alcantarillas de tubo son las estructuras más comunes; que dentro de los canales de riego y desagüe, los canales secundarios o terciarios

son los de mayor longitud con 109 kilómetros, seguido del canal de riego principal con 86 kilómetros; permite conocer que los cultivos con mayor presencia de puntos de la red freaticométrica son los de caña de azúcar y maíz; que existen 4 estaciones de bombeo; que las longitudes del canal interceptor, del canal conductor y del canal marginal son de aproximadamente 32, 0,6 y 44 kilómetros, respectivamente. Además, que la longitud de las vías principales es de 35,5 kilómetros y de las vías secundarias de 227,2 kilómetros aproximadamente. Por último, se obtuvo que el área de la infraestructura principal del distrito, correspondiente a la finca La Emilia es de 10,8 hectáreas y la del Centro Administrativo 4,4 hectáreas.

Figura 23. Gráficos circulares y de serie, indicadores y textos enriquecidos del mapa de infraestructura

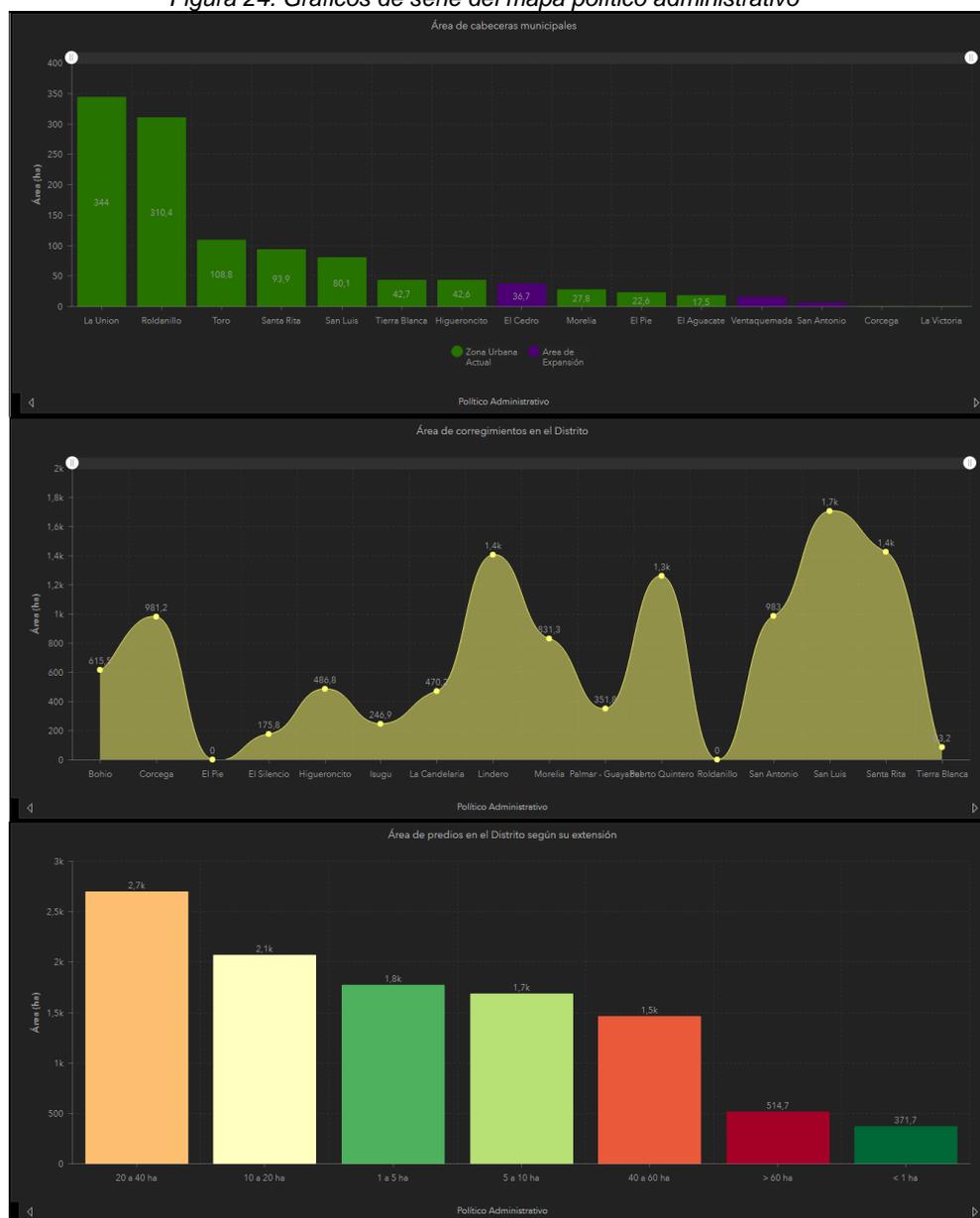


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Político Administrativo

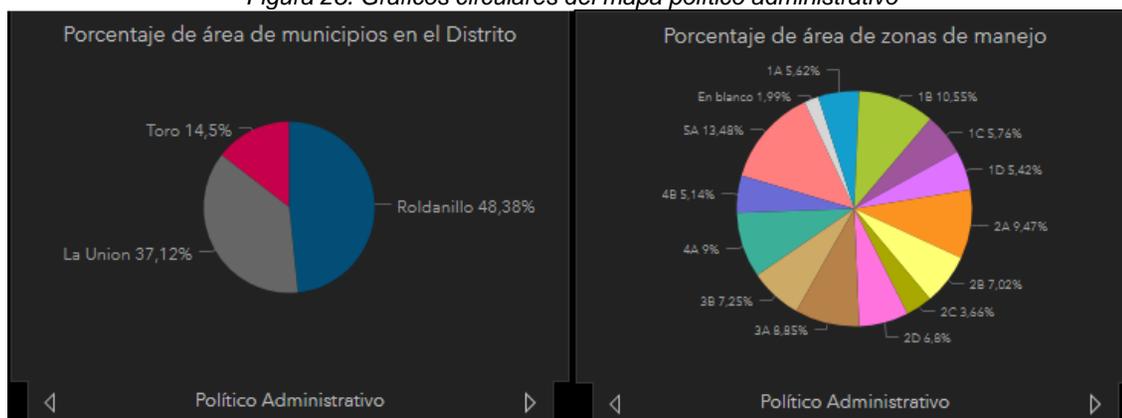
Los gráficos de serie generados con base en el mapa político administrativo indican que las cabeceras municipales, aledañas al distrito, con mayor área corresponden a las de los municipios que la conforman: La Unión, Roldanillo y Toro con 344, 310,4 y 108,8 hectáreas, respectivamente. Los corregimientos San Luis, Santa Rita y Lindero son los que mayor superficie de la zona de estudio contienen: San Luis con 1.700 hectáreas y Santa Rita y Lindero con 1.400 hectáreas, aproximadamente. De los predios que se encuentran en el distrito, predominan aquellos con área entre las 20 y 40 hectáreas. Por otro lado, los gráficos circulares indican el porcentaje de área de cada zona de manejo, así como que el municipio que contiene el mayor porcentaje de área del distrito es Roldanillo con el 48,4%, seguido por La Unión y Toro con el 37,1% y 14,5%, respectivamente.

Figura 24. Gráficos de serie del mapa político administrativo



Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

Figura 25. Gráficos circulares del mapa político administrativo



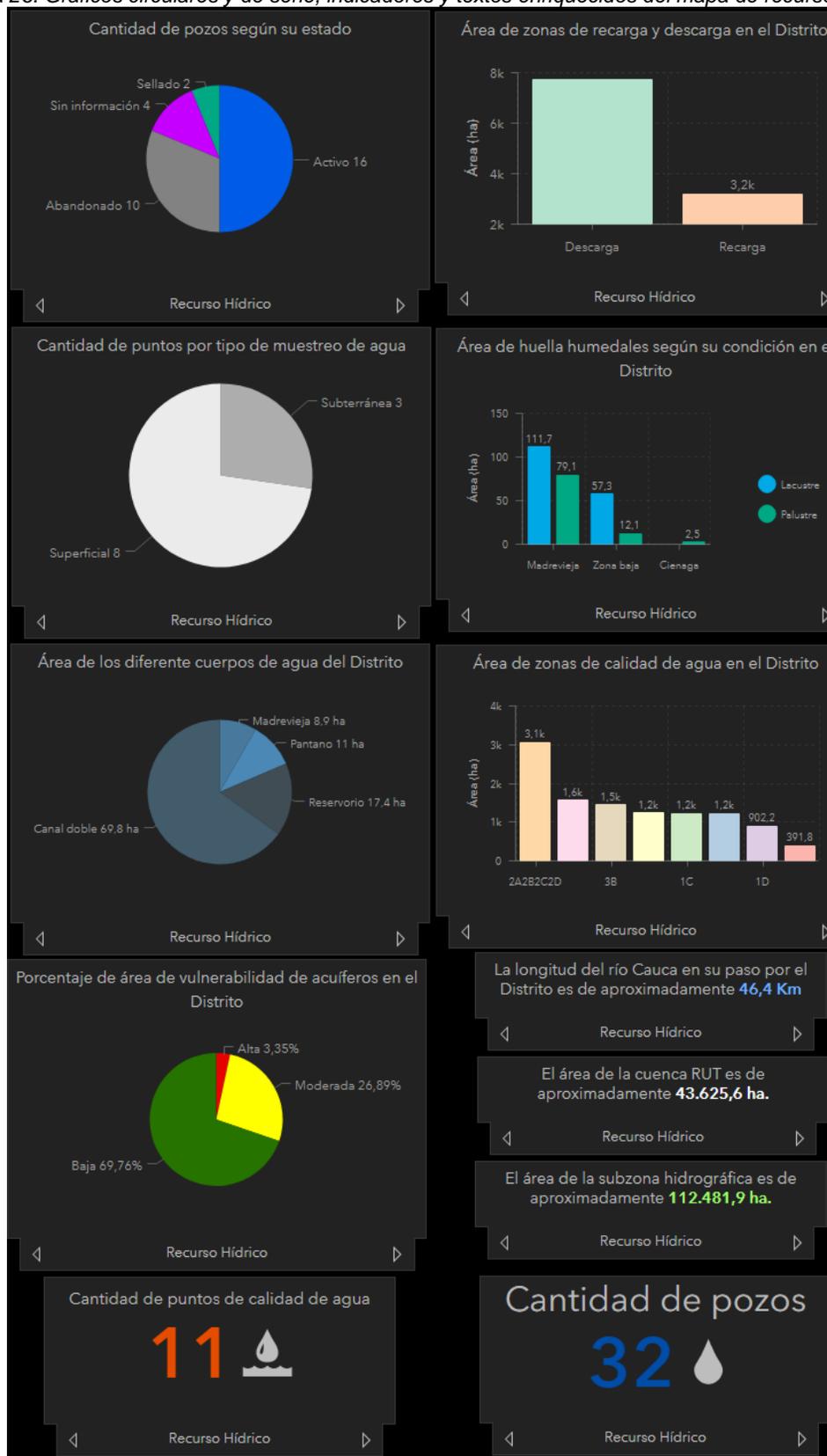
Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Recurso Hídrico

Dentro de los resultados obtenidos a partir del mapa de recurso hídrico se tienen la cantidad de pozos de acuerdo a su estado, es decir, existen 16 pozos activos, 10 abandonados, 2 sellados y 4 de los que no se tiene información. De igual manera, se tiene la cantidad de puntos por tipo de muestreo del agua: 8 superficiales y 3 subterráneos. Por otro lado, se obtiene que el área de descarga al acuífero en el distrito de riego se aproxima a las 8.000 hectáreas, mientras que la zona de descarga se encuentra alrededor de las 3.200 hectáreas. La vulnerabilidad del acuífero en términos generales es baja, ya que abarca el 69,8% de la superficie del territorio, seguido de una vulnerabilidad moderada con un 26,9% y una vulnerabilidad alta con solo el 3,3%.

Las huellas de humedales presentes en la zona de estudio se clasifican según su condición en lacustres y palustres, siendo una madreveja de condición lacustre la de mayor representación con 111,7 hectáreas. En cuanto, a los cuerpos de agua existentes en la superficie del distrito, los que abarcan mayor área son los canales dobles con 69,8 hectáreas, seguido de los reservorios y las madrevejas con 17,4 y 8,9 hectáreas, respectivamente. Además, se obtiene información relevante como que existen 11 puntos donde se realizan muestreos de calidad del agua, que existen un total de 32 pozos, que el área aproximada de la cuenca R.U.T. es de 43.625,6 hectáreas y la de la subzona hidrográfica de 112.481,9. Y que la longitud del río Cauca en su paso por el distrito de riego es de 46,4 kilómetros, aproximadamente.

Figura 26. Gráficos circulares y de serie, indicadores y textos enriquecidos del mapa de recurso hídrico



Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Suelos

Los resultados del mapa de suelos indican que el conflicto por uso del suelo en el distrito es alto en el 21,1% de la superficie, moderado en un 29,47% y sin conflicto en un 48,8%; que no se tiene suficiente información relacionada con la erosión, considerando que 10.700 hectáreas de las 11.023,6 del área de la zona de estudio se encuentra sin evaluar; que de acuerdo al orden taxonómico predominan los suelos inceptisoles abarcando el 70,6% del área del distrito, seguidos de los molisoles con el 20,8%; que la clase de uso potencial predominante es la clase agrológica VI con 5.400 hectáreas y la de menor presencia la correspondiente a tierras en sistemas PNN con tan solo 8,9 hectáreas. Además, se indica que para obtener las propiedades físicas y químicas del suelo se tomaron un total de 100 muestras, y que en el año 2017 se tomaron 40 muestras de suelo, 55 en el 2018 y 18 en el 2019.

Figura 27. Gráficos circulares y de serie, indicadores y textos enriquecidos del mapa de suelos

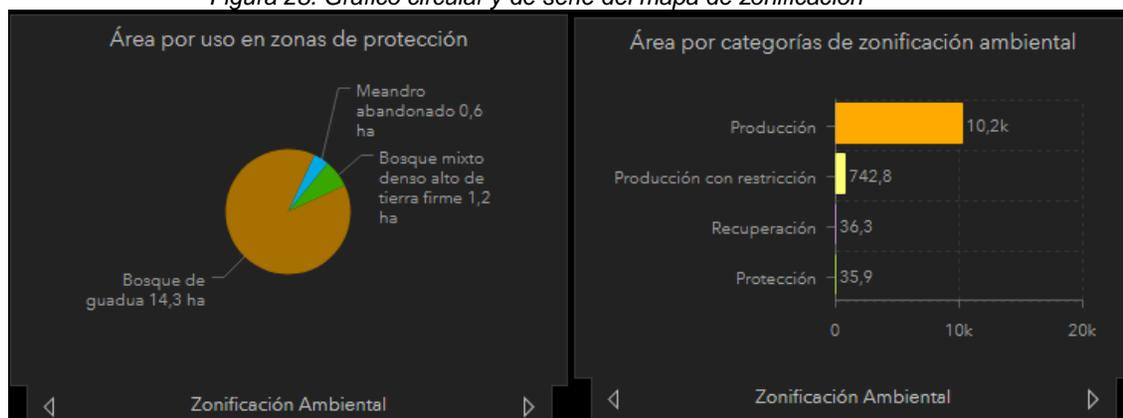


Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

- Zonificación

El gráfico circular y el gráfico de serie generados con base en la información del mapa de zonificación (Figura 28) indican que las zonas de producción son las de mayor presencia en la zona de estudio con 10.200 hectáreas, seguido de la producción con restricción con 742,8 hectáreas, recuperación con 36,3 hectáreas y por último, las zonas de protección con 35,9 hectáreas, dentro de las cuales se encuentran 14,3 hectáreas de bosque de guadua, 1,2 hectáreas de bosque mixto denso alto de tierra firme y 0,6 hectáreas de meandro abandonado.

Figura 28. Gráfico circular y de serie del mapa de zonificación



Fuente: Elaboración propia, con base en la interfaz de la aplicación Dashboards de ArcGIS Online

6.5 Discusión

Los resultados de este estudio demuestran que mediante una metodología sencilla, es posible evaluar, comparar y depurar los datos provenientes de instituciones oficiales mediante el uso de una matriz de evaluación cartográfica y clasificarlos de acuerdo con su importancia en la zona de estudio, tal como sucede en la cuenca del acuífero Nabeul-Hammamet en el estudio de (Anane, Bouziri, Limam, & Jellali, 2012). Además, que las bases de datos geográficas resultan ser herramientas adecuadas para almacenar la información evaluada, permitiendo la realización de mapas y el acceso a los usuarios para la realización de análisis, así como para brindar apoyo a los encargados de tomar decisiones (Blanco, Loisi, Sica, Schettini, & Vox, 2018).

Por otro lado, el estudio permite conocer las funcionalidades de los aplicativos web basados en SIG, que van desde la visualización y procesamiento de información visualizando un mapa en línea (Feng, Flanagan, Engel, Yang, & Chen, 2020) por parte de usuarios sin conocimientos científicos (Bergez, et al., 2013) hasta ser un soporte técnico útil para los encargados de tomar decisiones apuntando al mejoramiento de la gestión integrada del recurso hídrico y los distritos de riego en general (Anane, Bouziri, Limam, & Jellali, 2012).

Se espera que esta herramienta pueda ser personalizada y adaptada a diferentes distritos de riego considerando su flexibilidad, teniendo en cuenta que este tipo de sistemas por lo general son diseñados para distritos de riego específicos, impidiendo una óptima planificación y gestión del riego agrícola en otros distritos con necesidades similares (Yang, Liu, Guo, & Li, 2017).

El Dashboard muestra todos los resultados obtenidos y corresponde a información de interés para los usuarios del Distrito de Riego ASORUT con la que pueden visualizar, manipular, conocer el comportamiento del territorio y soportar la toma de decisiones para su gestión de manera eficiente, considerando que la información brindada por las gráficas e indicadores estadísticos va acompañada de los mapas que permiten espacializar o ubicar geográficamente los datos mencionados de manera simultánea, agregando la variable espacial a las decisiones de gestión que se tomen, como ha sucedido en los estudios de (Anane, Bouziri, Limam, & Jellali, 2012), (Li, Li, Shen, Zhang, & Lei, 2018), (Feng, Flanagan, Engel, Yang, & Chen, 2020), entre otros.

Mediante el siguiente link puede acceder al ASORUT Cuadro de Mando: <https://arcg.is/1jCCCG>.

7. CONCLUSIONES

- Evaluar, depurar y clasificar la información suministrada permite identificar y descartar información irrelevante para el estudio, así como optimizar el desarrollo del mismo al disminuir la cantidad de información a estructurar en la base de datos espacial.
- Estructurar la información geográfica disponible es fundamental para el desarrollo de un cuadro de mando o cualquier tipo de interfaz o aplicativo que requiera como insumo base un sistema de información geográfica (SIG), así como para llevar un control y uso eficiente de la información, disminuyendo tiempos y costos de operación, reconocer las temáticas en las que se requiere mayor información y servir como base para la estructuración de información resultante de futuros proyectos.
- Un cuadro de mando es un soporte útil para los encargados de tomar decisiones encaminadas a mejorar la gestión del distrito de riego, ya que simplifica las tareas, permite visualizar, manipular y conocer el comportamiento del territorio en diferentes aspectos y puede ser utilizado por parte de cualquier usuario que disponga de internet, sin requerir conocimientos científicos o experticia tecnológica.
- El distritito de riego R.U.T. se caracteriza por desarrollar principalmente actividades agrícolas sobre su territorio, por lo que la mayor cantidad de información de la que dispone esta asociada al recurso hídrico y a los suelos. Sin embargo, de acuerdo con el IGAC es necesario realizar un estudio semidetallado de suelos en la jurisdicción del distrito con el fin de obtener información técnica y científica suficiente para conocer la capacidad productiva de sus suelos, el cultivo más apropiado y rentable que debería implementarse, así como los posibles impactos ambientales generados.

8. RECOMENDACIONES

- La estructura generada para almacenar la información geográfica suministrada puede ser adoptada por el distrito para la incorporación de información resultante de futuros proyectos y de esta manera, simplificar tiempos y costos de trabajo.
- La visualización de los diferentes elementos contenidos en el cuadro de mando, como los gráficos circulares y los gráficos de serie pueden observarse de mejor manera al maximizar el elemento.
- Mediante un dispositivo móvil es posible visualizar el cuadro de mando. Sin embargo, debido a la gran cantidad de información que contiene es preferible desplegarlo en un computador o dispositivo de pantalla grande.
- El cuadro de mando puede ser actualizado y complementado, por parte de usuarios con permisos especiales para la edición, mediante la incorporación de información adicional de gran valor para el distrito, mejorando potencialmente la aplicabilidad de la herramienta.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Anane, M., Bouziri, L., Limam, A., & Jellali, S. (2012). Ranking suitable sites for irrigation with reclaimed water in the Nabeul-Hammamet region (Tunisia) using GIS and AHP-multicriteria decision analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 36-46.
- ASORUT. (19 de Junio de 2020). *Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de los Municipios de Roldanillo, La Unión, Toro*. ASORUT. Obtenido de <https://www.asorut.com/>
- Bashir, N., Saeed, R., Afzaal, M., Ahmad, A., Muhammad, N., Iqbal, J., . . . Hameed, S. (2020). Water quality assessment of lower Jhelum canal in Pakistan by using geographic information system (GIS). *Groundwater for Sustainable Development*.
- Bergez, J.-E., Chabrier, P., Gary, C., Jeuffroy, M., Makowski, D., Quesnel, G., . . . Garcia, F. (2013). An open platform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems. *Environmental Modelling & Software*, 39-49.
- Blanco, I., Loisi, R. V., Sica, C., Schettini, E., & Vox, G. (2018). Agricultural plastic waste mapping using GIS. A case study in Italy. *Resources, Conservation & Recycling*, 229-242.
- Connor, J. D., Kandulu, J. M., & Bark, R. H. (2014). Irrigation revenue loss in Murray-Darling Basin drought: An econometric assessment. *Agricultural Water Management*, 163-170.
- CVC. (2017). *Balance Oferta - Demanda de agua cuenca del RUT*. Fuente: Dirección Técnica Ambiental - Grupo de Recursos Hídricos: https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2018-09/Balance_RUT_0.pdf
- ESRI. (14 de Diciembre de 2020). *ArcGIS Dashboards*. Fuente: <https://doc.arcgis.com/es/dashboards/get-started/what-is-a-dashboard.htm>
- FAO. (2017). *Water for Sustainable Food and Agriculture*. Roma: A report produced for the G20 Presidency of Germany.
- Feng, Q., Flanagan, D. C., Engel, B. A., Yang, L., & Chen, L. (2020). GeoAPEXOL, a web GIS interface for the Agricultural Policy Environmental eXtender (APEX) model enabling both field and small watershed simulation. *Environmental Modelling and Software*.
- Gutiérrez, M. (2006). El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos. *Conference Proceedings. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile*, 6-10.
- IGAC. (20 de Marzo de 2017). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Fuente: Producción agropecuaria en los grandes Distritos de riego de Colombia ha sido improvisada: IGAC: <https://igac.gov.co/es/noticias/produccion-agropecuaria-en-los-grandes-distritos-de-riego-de-colombia-ha-sido-improvisada>
- Kaune, A., Werner, M., Rodríguez, E., Karimi, P., & De Fraiture, C. (2017). A novel tool to assess available hydrological information and the occurrence of sub-optimal water allocation decisions in large irrigation districts. *Agricultural Water Management*, 229-238.
- Kong, N., Zhang, T., & Stonebraker, I. (2015). Evaluation of web GIS functionality in academic libraries. *Applied Geography*, 288-293.
- Kordi, M. N., Collins, L. B., O'Leary, M., & Stevens, A. (2016). ReefKIM: An integrated geodatabase for sustainable management of the Kimberley. *Ocean & Coastal Mana*, 234-243.
- LA REPÚBLICA. (26 de Agosto de 2019). *AGRONEGOCIOS*. Obtenido de Casi 30% de los distritos de riego públicos que hay a nivel nacional no funcionan: <https://www.agronegocios.co/aprenda/casi-30-de-los-distritos-de-riego-publicos-que-hay-a-nivel-nacional-no-funcionan-2899798#:~:text=Casi%2030%25%20de%20los%20distritos%20de%20riego%20p%C3%BAblicos%20que,a%20nivel%20nacional%20no%20funcionan&text=Aunque%2>
- Ley 41. (1993, Enero 25). Diario Oficial No. 40.731., de 25 de enero de 1993. *Por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones*. Colombia.

- Li, H., Li, J., Shen, Y., Zhang, X., & Lei, Y. (2018). Web-based irrigation decision support system with limited inputs for farmers. *Agricultural Water Management*, 279-285.
- Louch, J. O., Grignon, A. M., Bumgarner, T. W., Peyton, E. S., & Drukman, M. (9 de Junio de 2009). *United States Patente Nº US 7,546,543 B2*.
- Perin, V., Sentelhas, P. C., Dias, H. B., & Alvarez Santos, E. (2019). Sugarcane irrigation potential in Northwestern São Paulo, Brazil, by integrating Agrometeorological and GIS tools. *Agricultural Water Management*, 50-58.
- Quintero S., C. A., & Flórez T., J. S. (2017). *Determinación de la Salinidad del suelo en el Distrito de Riesgo R.U.T. a partir de Técnicas de Percepción Remota*. Santiago de Cali.
- Rueda Seguel, I. A., Rojas Quezada, C. A., De La Fuente Contreras, H. E., & Virano Reyes, P. Z. (2018). Diseño colaborativo de una plataforma SIG web de humedales urbanos del área metropolitana de Concepción (URBANCOST). *URBANO*, 32-43.
- Ruíz-del Ángel, E. O., Vargas-Castilleja, R. d., Rolón-Aguilar, J. C., Chávez-García, C. A., & Pichardo-Ramírez, R. (2019). Análisis del requerimiento hídrico en un distrito de riego de Tamaulipas, México. *Ingeniería Agrícola*, 3-13.
- Sharma, R., Kamble, S. S., & Gunasekaran, A. (2018). Big GIS analytics framework for agriculture supply chains: A literature review identifying the current trends and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*, 103-120.
- Singh, A. (2018). Managing the salinization and drainage problems of irrigated areas through remote sensing and GIS techniques. *Ecological Indicators*, 584-589.
- Soto-Garcia, M., Del-Amor-Saavedra, P., Martin-Gorriz, B., & Martínez-Alvarez, V. (2013). The role of information and communication technologies in the modernisation of water user associations' management. *Computers and Electronics in Agriculture*, 121-130.
- Valencia, J., Monserrate, F., Casteleyn, S., Bax, V., Francesconi, W., & Quintero, M. (2020). A GIS-based methodological framework to identify superficial water sources and their corresponding conduction paths for gravity-driven irrigation systems in developing countries. *Agricultural Water Management*.
- Vargas-Castilleja, R. d., Rolón-Aguilar, J. C., Tobías-Jaramillo, R., & Sánchez-Torres Esqueda, G. (2019). El recurso hídrico ante el cambio climático, distrito de riego del río Soto La Marina. *Ingeniería Agrícola*, 23-29.
- Wen, Y., Shang, S., Rahman, K. U., Xia, Y., & Ren, D. (2020). A semi-distributed drainage model for monthly drainage water and salinity simulation in a large irrigation district in arid region. *Agricultural Water Management*.
- Xiao, N. (2018). Getting To Know Web GIS, 2nd Ed. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 59-60.
- Yang, G., Liu, L., Guo, P., & Li, M. (2017). A flexible decision support system for irrigation scheduling in an irrigation district in China. *Agricultural Water Management*, 378-389.
- Yu, J., Qin, X., Larsen, L., Larsen, O., Jayasooriya, A., & Shen, X. (2012). A GIS-based management and publication framework for data handling of numerical model results. *Advances in Engineering Software*, 360-369.

10. ANEXOS

10.1. ANEXO 1 – Matriz de evaluación de información cartográfica

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
1	Cuerpos_de_Agua	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Cuerpos_Agua_CVC
2	Huella_de_Humedales	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
3	Vulnerabilidad_Contaminacion_Acuiferos_año_2000	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2000	-	Magna Colombia Oeste	Si		
4	Zona_de_Recarga_Acuiferos_año_2000	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2000	-	Magna Colombia Oeste	Si		
5	Cobertura_Uso_Suelo_Esc_1_25000	CVC	Feature Class	Polígono	Biótico	-	1:25.000	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Cobertura_UsoSuelo_25K_CVC
6	Cobertura_Uso_Suelo_Esc_1_25000	CVC	Feature Class	Polígono	Biótico	-	1:25.000	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
7	Conflicto_Uso_del_Suelo_1_50_000	CVC	Feature Class	Polígono	Suelo	-	1:50.000	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Conflicto_UsoSuelo_50K_CVC
8	cobertura	CVC	Feature Class	Polígono	Biótico	-	1:25.000	Magna Colombia Oeste	Si		
9	cobertura_diss	CVC	Feature Class	Polígono	Biótico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
10	COBERTURA_OK	CVC	Ráster	-	Biótico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
11	CUERPOS_AGUA	-	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
12	CUERPOS_AGUA DISS	-	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
13	CUERPOS_AGUA_OK	-	Ráster	-	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
14	SENS_ASP_BIOT_T	-	Ráster	-	Biótico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
15	SENS_ASP_BIOTICOS	-	Ráster	-	Biótico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
16	USO_SUELO_OK	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
17	VULNER_ACUIFEROS_OK	-	Ráster	-	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
18	VULNERAB_ACUIFEROS	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2000	-	Magna Colombia Oeste	Si		
19	VULNERAB_ACUIFEROS DISS	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2000	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
20	Z_RECARGA_OK	-	Ráster	-	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos bióticos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
21	Zonas_recarga_descarga	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2000	-	Magna Colombia Oeste	Si		
22	EROSION_OK	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
23	erosion_RUT	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
24	erosion_RUT DISS	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
25	Limite_RUT	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
26	PENDIENTES_RUT	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
27	PENDIENTES_RUT_ok	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
28	SENS_ASP_FIS_T	-	Ráster	-	Sensibilidad	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
29	SENSIB_ASP_FISICOS	-	Ráster	-	Sensibilidad	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
30	SUELOS_OK	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
31	Suelos_RUT	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
32	USO_POT_OK	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos físicos pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
33	Uso_Potencial_RUT_2	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Uso_Potencial
34	cobertura_diss	CVC	Feature Class	Polígono	Biótico	-	1:25.000	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
35	cobertura_ok	-	Ráster	-	Biótico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos sociales pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
36	conflicto	CVC	Feature Class	Polígono	Suelo	2018	1:50.000	Magna Colombia Oeste	Si		
37	conflicto_diss	CVC	Feature Class	Polígono	Suelo	2018	1:50.000	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos sociales pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
38	CONFLICTO_OK	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos sociales pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
39	SENS_ASP_SOC_T	-	Ráster	-	Social	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos sociales pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
40	SENS_ASP_SOCIALES	-	Ráster	-	Social	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de aspectos sociales pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
41	Cabeceras	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
42	canal_1_0	-	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
43	canal_conductor	-	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
44	canal_drenaje	-	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
45	canal_interceptor	-	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
46	canal_marginal	-	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
47	Cuerpos_agua	-	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
48	Limite_RUT	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
49	RIO_CAUCA	-	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
50	areas_protegidas	-	Feature Class	Polígono	Áreas y Ecosistemas Estratégicos	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
51	Cabeceras	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
52	canal_1_0	-	Feature Class	Línea	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
53	canal_conductor	-	Feature Class	Línea	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
54	canal_drenaje	-	Feature Class	Línea	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
55	canal_interceptor	-	Feature Class	Línea	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
56	canal_marginal	-	Feature Class	Línea	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
57	CE_leve	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
58	CE_moderada	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
59	CUERPOS_AGUA_ZA	IGAC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
60	Corregimientos	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
61	Cuenca_div_pol	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Div_Polit_Cuenca
62	DEM_CUENCA_RUT_fill	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Se carga el DEM original
63	DEM_CUENCA_RUT_hs	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como DEM_Cuenca_HS
64	DEM_CUENCA_RUT1	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como DEM_Cuenca
65	DEM_RUT	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
66	DEM_RUT_fill	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Se carga el DEM original
67	ecosistema_diss	-	Feature Class	Polígono	Áreas y Ecosistemas Estratégicos	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
68	ecosistema_UER	-	Feature Class	Polígono	Áreas y Ecosistemas Estratégicos	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
69	EROSION_ZA	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
70	Est_Clima	-	Feature Class	Punto	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
71	Eto_raster_RUT	-	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Eto_RUT
72	Geología	-	Feature Class	Polígono	Geología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
73	geologia_estructural	-	Feature Class	Línea	Geología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
74	Geologia_Litologia	-	Feature Class	Polígono	Geología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
75	Geomorfología	-	Feature Class	Polígono	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
76	Limite_geo50	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
77	Limite_RUT	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
78	Litología	-	Feature Class	Polígono	Geología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
79	Muestreo_suelos	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Su sistema de referencia es WGS 84 y ya se encuentra estructura una capa en la gdb con sistema de referencia Magna Colombia Oeste
80	Muestreo_suelos_Magna	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Muestreo_Suelos
81	Municipios	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
82	P_raster_RUT	-	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como P_RUT
83	PENDIENTES	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra un ráster estructurado en la gdb que contiene esta información
84	PENDIENTES_RUT	-	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Pendientes_Cuenca
85	PENDIENTES_ZA	-	Feature Class	Polígono	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente es una capa intermedia de algún proceso realizado, su tabla de atributos no permite conocer su origen
86	PMgl_25_35	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
87	PMgl_35_50	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
88	PMgl_50_70	-	Feature Class	Punto	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
89	Pozos	-	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
90	PTOS_CALIDAD_AGUA_1	-	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Calidad_Agua_PT
91	RIO_CAUCA	-	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
92	SENS_AMB_VECTOR	-	Feature Class	Polígono	Sensibilidad	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad de ambiental pero la metodología utilizada es desconocida y los valores de la tabla de atributos no permiten su comprensión
93	SENSIB_AMBIENTAL	-	Ráster	-	Sensibilidad	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente hace parte de un estudio de sensibilidad ambiental pero la metodología utilizada es desconocida y los valores del ráster no permiten su comprensión
94	SZH_RUT	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2010	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente es una capa intermedia de algún proceso realizado, su tabla de atributos no permite conocer su origen
95	SZH_RUT_diss	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2010	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Aparentemente es una capa intermedia de algún proceso realizado, su tabla de atributos no permite conocer su origen
96	UCS_diss	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
97	UCS_diss2	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como UCS_2. Aunque ya existía una capa UCS, esta presenta algunas diferencias y es utilizada en un mxd del PMA
98	UCS_diss3	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
99	UER_Gestion	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
100	Uso_Potencial	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Uso_Potencial_RUT

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
101	Uso_Potencial_diss	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Ya se encuentra una capa estructurada en la gdb que contiene esta información
102	USO_ZA	CVC	Feature Class	Polígono	Zonificación	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
103	Valle	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
104	Zonas_Vida	-	Feature Class	Polígono	Áreas y Ecosistemas Estratégicos	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
105	ZONIFICACIÓN_AMBIENTAL	-	Feature Class	Polígono	Zonificación	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
106	Muestreo_agua_2017	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
107	Muestreo_agua_2018	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
108	Muestreo_agua_2019	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
109	Zonas_Calidad_Agua	CVC - ASORUT	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
110	Limite_Distrito_RUT	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
111	Muestreo_2017	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
112	Muestreo_2018	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2018	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
113	Muestreo_2019	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2019	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
114	freatímetros	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
115	Cuenca_RUT	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2010	-	Magna Colombia Oeste	Si		
116	Div_polit_Cgts	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
117	Div_polit_Mpios	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
118	Limite	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
119	Predios	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
120	Rio_Cauca	ASORUT	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
121	SZH	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2010	-	Magna Colombia Oeste	Si		
122	Vias	ASORUT	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
123	Canales_drenaje	ASORUT	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
124	Canalas_riego_desague	ASORUT	Feature Class	Línea	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
125	Estaciones_bombeo	ASORUT	Feature Class	Punto	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
126	Estructuras	ASORUT	Feature Class	Punto	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
127	Otras_Infraestructuras	ASORUT	Feature Class	Polígono	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
128	Red_Freatimétrica	ASORUT	Feature Class	Punto	Infraestructura	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
129	Zonas_manejo	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
130	Climaticas_Activas	ASORUT	Feature Class	Punto	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
131	Evaporimetricas_Activas	ASORUT	Feature Class	Punto	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
132	Isoyetas_anuales	CVC	Feature Class	Polígono	Clima	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
133	Pisos_termicos	ASORUT	Feature Class	Polígono	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
134	Pluviograficas_Activas	ASORUT	Feature Class	Punto	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
135	Pluviometricas_Activas	ASORUT	Feature Class	Punto	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
136	Provincias_de_Humedad	CVC	Feature Class	Polígono	Clima	2010	-	Magna Colombia Oeste	Si		
137	Precip_Abril	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
138	Precip_Agosto	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
139	Precip_Anual	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
140	Precip_Diciembre	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
141	Precip_Enero	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
142	Precip_Febrero	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
143	Precip_Julio	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
144	Precip_Junio	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
145	Precip_Marzo	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
146	Precip_Mayo	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
147	Precip_Noviembre	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
148	Precip_Octubre	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
149	Precip_Septiembre	ASORUT	Ráster	-	Clima	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
150	Geomorfologia	ASORUT	Feature Class	Polígono	Geomorfologia	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
151	Litología	ASORUT	Feature Class	Polígono	Geología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
152	Muestreo_2017	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
153	Muestreo_2018	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
154	Muestreo_2019	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
155	Orden_Taxonomico	ASORUT	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
156	Propiedades_Fisicas_Muestreo_2016	ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2016	-	Magna Colombia Oeste	Si		
157	Propiedades_Quimicas_Muestreo_2016	ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2016	-	Magna Colombia Oeste	Si		
158	UCS	ASORUT	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
159	DEM_FILL_CUENCA_BUFFER	ASORUT	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Irrelevante	No se carga. Se carga el DEM original
160	Pendiente_Terreno	ASORUT	Ráster	-	Geomorfología	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		
161	IASdS	CVC - ASORUT	Ráster	-	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
162	IASS	CVC - ASORUT	Ráster	-	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
163	IRSdS	CVC - ASORUT	Ráster	-	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
164	IRSS	CVC - ASORUT	Ráster	-	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
165	IVSdS2	CVC - ASORUT	Ráster	-	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
166	IVSS	CVC - ASORUT	Ráster	-	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
167	ABR_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
168	ABR_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
169	AGO_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
170	AGO_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
171	DIC_2017	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
172	DIC_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
173	ENE_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
174	ENE_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
175	FEB_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR	FORMATO	TIPO	DISCIPLINA	AÑO	ESCALA	SISTEMA DE REFERENCIA	CARGADA	MOTIVO	OBSERVACIONES
176	FEB_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
177	JUL_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
178	JUL_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
179	JUN_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
180	JUN_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
181	MAR_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
182	MAR_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
183	MAY_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
184	MAY_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
185	NOV_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
186	NOV_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
187	OCT_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
188	OCT_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
189	SEP_2018	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
190	SEP_2019	CVC - ASORUT	Ráster	-	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
191	Muestreo_agua_2017	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
192	Muestreo_agua_2018	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2018	-	Magna Colombia Oeste	Si		
193	Muestreo_agua_2019	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2019	-	Magna Colombia Oeste	Si		
194	Zonas_Calidad_Agua	CVC - ASORUT	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
195	Limite_Distrito_RUT	ASORUT	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
196	Muestreo_2017	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2017	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
197	Muestreo_2018	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2018	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
198	Muestreo_2019	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Suelo	2019	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
199	freatímetros	CVC - ASORUT	Feature Class	Punto	Recurso Hídrico	2017	-	Magna Colombia Oeste	Si		
200	Limite_Cuenca_RUT	CVC	Feature Class	Polígono	Recurso Hídrico	2010	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
201	PREDIOS	-	Feature Class	Polígono	Político Administrativo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Esta capa se encuentra duplicada y ya se encuentra estructurada en la gdb
202	IASS	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Este ráster se encuentra duplicado y ya se encuentra estructurado en la gdb
203	IRSS	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Este ráster se encuentra duplicado y ya se encuentra estructurado en la gdb
204	IVSS	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Este ráster se encuentra duplicado y ya se encuentra estructurado en la gdb
205	ZONAS_DE_RIEGO	-	Feature Class	Polígono	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	Si		Se carga como Zonas_Riego
206	IASdS	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Este ráster se encuentra duplicado y ya se encuentra estructurado en la gdb
207	IRSdS	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Este ráster se encuentra duplicado y ya se encuentra estructurado en la gdb
208	IVSdS2	-	Ráster	-	Suelo	-	-	Magna Colombia Oeste	No	Duplicada	No se carga. Este ráster se encuentra duplicado y ya se encuentra estructurado en la gdb