

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GEOVISOR PARA EL APOYO EN LA GESTIÓN Y  
SANEAMIENTO PREDIAL DE LOS TERRENOS DE LA COMPAÑÍA  
CEMENTERA ARGOS EN LOS MUNICIPIOS DE TURBACO, TURBANA,  
LURUACO Y CARTAGENA**

**Nicolas Arciniegas Restrepo**

**Modalidad Trabajo de Grado en la Industria / Empresa**

**Director: Robin Alexis Olaya M.Sc.**

**Codirector: Sergio Velásquez – Analista Evolution SC S.A.S**

**Evolution Services and Consulting S.A.S.**

**Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería**

**Escuela de Ingeniería Civil y Geomática (EICG)**

**Ingeniería Topográfica**

**Cali, Marzo de 2025**



## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Resumen .....                                                      | 5  |
| 2. Introducción.....                                                  | 5  |
| 3. Planteamiento del Problema .....                                   | 6  |
| 4. Objetivos .....                                                    | 7  |
| 4.1. Objetivo General.....                                            | 7  |
| 4.2. Objetivos Específicos.....                                       | 7  |
| 5. Justificación.....                                                 | 7  |
| 6. Marco Referencial .....                                            | 8  |
| 6.1. Marco Conceptual.....                                            | 8  |
| 6.2. Marco Teórico .....                                              | 9  |
| 6.3. Antecedentes .....                                               | 11 |
| 7. Marco Metodológico.....                                            | 13 |
| 7.1. Planeación y generalidades del proyecto .....                    | 14 |
| 7.1.1. Zona de estudio.....                                           | 14 |
| 7.1.2. Materiales y Equipo.....                                       | 15 |
| 7.2. Rediseño de la base de datos geográfica.....                     | 15 |
| 7.2.1. Diseño Modelo Conceptual .....                                 | 15 |
| 7.2.2. Diseño Modelo Lógico.....                                      | 17 |
| 7.2.3. Diccionario de datos.....                                      | 17 |
| 7.3. Implementación del geovisor .....                                | 18 |
| 7.3.1. Construcción de la base de datos geográfica .....              | 18 |
| 7.3.2. Publicación de capas de entidades web .....                    | 19 |
| 7.3.3. Implementación del módulo de gestión predial proyecto K5 ..... | 19 |
| 7.3.4. Implementación del módulo de saneamiento predial .....         | 24 |
| 7.3.5. Creación de la interfaz de inicio .....                        | 26 |
| 7.4. Desarrollo de manual de usuario .....                            | 27 |
| 8. Resultados .....                                                   | 27 |
| 8.1. Modelos Geodatabase Corporativa .....                            | 27 |
| 8.1.1. Modelo Conceptual .....                                        | 27 |
| 8.1.2. Modelo Lógico.....                                             | 30 |
| 8.1.3. Modelo Físico.....                                             | 31 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 8.2. Geodatabase corporativa.....                                    | 32 |
| 8.3. Herramienta de cálculo de recurso calcáreo en los predios ..... | 33 |
| 8.3. Geovisor proyectos ARGOS .....                                  | 35 |
| 8.4. Manual de usuario .....                                         | 37 |
| 9. Conclusiones.....                                                 | 38 |
| 10. Bibliografía .....                                               | 38 |
| 11. Anexos.....                                                      | 40 |

## **TABLA DE ILUSTRACIONES**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Componentes de software de ArcGIS Enterprise .....                       | 9  |
| Ilustración 2. Simbología modelo E – R .....                                            | 10 |
| Ilustración 3. Ejemplo modelo E – R .....                                               | 10 |
| Ilustración 4. Elementos de un modelo relacional .....                                  | 11 |
| Ilustración 5. Esquema metodológico.....                                                | 13 |
| Ilustración 6. Ubicación geográfica zona de estudio .....                               | 14 |
| Ilustración 7. Load de la información geográfica a la GDB.....                          | 18 |
| Ilustración 8. Capa Área caliza.....                                                    | 20 |
| Ilustración 9. Flujo operativo ModelBuilder.....                                        | 21 |
| Ilustración 10. Capas publicadas como servicios añadidas a Insights .....               | 22 |
| Ilustración 11. Tipos de representación de la información en Insights.....              | 23 |
| Ilustración 12. Filtro en indicadores de Insights.....                                  | 23 |
| Ilustración 13. Creación de relación entre Datasets en Insights.....                    | 25 |
| Ilustración 14. Funcionalidad de relaciones en Insights .....                           | 25 |
| Ilustración 15. Distribución elementos de interfaz de inicio en Experience Builder..... | 26 |
| Ilustración 16. Modelo Conceptual K5.....                                               | 28 |
| Ilustración 17. Modelo Conceptual Saneamiento Predial .....                             | 29 |
| Ilustración 18. Modelo Lógico K5 .....                                                  | 30 |
| Ilustración 19. Modelo Lógico Saneamiento Predial.....                                  | 31 |
| Ilustración 20. Modelo Físico Geodatabase .....                                         | 32 |
| Ilustración 21. Geodatabase corporativa implementada .....                              | 33 |
| Ilustración 22. Ventana de inicio herramienta cálculo de recurso calcáreo .....         | 34 |
| Ilustración 23. Resultado herramienta de cálculo de recurso calcáreo .....              | 34 |
| Ilustración 24. Geovisor proyecto K5.....                                               | 35 |
| Ilustración 25. Geovisor saneamiento predial.....                                       | 36 |
| Ilustración 26. Interfaz de inicio .....                                                | 37 |
| Ilustración 27. Manual de usuario geovisor proyectos ARGOS .....                        | 37 |

## **TABLA DE TABLAS**

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Representación de la información del proyecto K5 en el geovisor .....                     | 24 |
| Tabla 2. Representación de la información del proyecto de saneamiento predial en el geovisor ..... | 26 |
| Tabla 3. Entidad Predios_K5 .....                                                                  | 40 |
| Tabla 4. Entidad Linea_banda .....                                                                 | 41 |
| Tabla 5. Entidad Area_caliza .....                                                                 | 42 |
| Tabla 6. Entidad Terraje.....                                                                      | 42 |
| Tabla 7. Entidad Predios_catastro.....                                                             | 42 |
| Tabla 8. Entidad Predios_fisicos.....                                                              | 43 |
| Tabla 9. Entidad Predios_juridicos .....                                                           | 44 |

## 1. Resumen

Siguiendo los lineamientos de la esencia que tiene la empresa Evolution Services and Consulting de tener una sinergia entre la gestión predial y la implementación de herramientas SIG corporativas, para la ejecución de los contratos de gestión y saneamiento predial que tiene esta compañía con la organización ARGOS, se vio la necesidad de tener como uno de los productos finales, la implementación de un geovisor que condensara por medio de una base de datos geográfica toda la información predial, tanto la suministrada por la compañía cementera, como la levantada por Evolution SC SAS.

El geovisor cuenta con tableros, un módulo de comparación de áreas físicas levantadas por Evolution con los linderos catastrales establecidos por el IGAC. También tiene un módulo en donde se representarán las zonas destinadas a extracción de recurso calcáreo presentes en los predios. Toda la información predial está condensada en una Geodatabase diseñada y la cual se emplea para futuras adquisiciones de ARGOS en materia de terrenos. Adicionalmente se realizó un manual de usuario para guiar el uso del geovisor y la alimentación de la base de datos geográfica.

**Palabras clave:** Gestión predial, saneamiento predial, geovisor, base datos geográfica.

## 2. Introducción

En Colombia, la gestión predial es un componente esencial para el desarrollo de proyectos de infraestructura, los cuales potencializan el proceso de crecimiento urbano (Sánchez, 2020). Esta es una de las actividades con mayor trascendencia dentro de la realización de obras, ya que siempre es necesario tener a disposición los terrenos que interfieren dentro del área de influencia de las mismas. Razón por la cual, el principal enfoque de la planificación de proyectos de infraestructura debe residir en la administración y el uso de los predios (Arango Castro, 2007).

Evolution Services and Consulting es una empresa que brinda servicios de administración de obras de energía, gas, minería e infraestructura en el territorio nacional por medio de la gestión predial y apoyándose en el uso de herramientas geográficas (ESRI Colombia, 2023).

Actualmente, la empresa Evolution se encuentra en la ejecución de dos proyectos con la cementera ARGOS, en donde se realiza la gestión predial de terrenos ubicados en los municipios de Cartagena y Turbaco para la extracción de material calcáreo, y en Turbana para la implementación de una banda transportadora. Así mismo, se encuentran terrenos a los cuales se les debe realizar un saneamiento predial en los municipios de Luruaco, Turbaco y Turbana.

Teniendo en cuenta que parte de la esencia de la empresa Evolution es la incorporación del componente espacial dentro de los productos entregados a sus clientes, el presente proyecto tuvo como objetivo implementar un geovisor para el apoyo en la gestión y saneamiento predial de los terrenos en los municipios de Turbaco, Turbana, Luruaco y Cartagena.

### **3. Planteamiento del Problema**

Actualmente en Colombia, para las entidades que se encargan de los procesos de reconocimiento predial y de la identificación de sus condiciones físicas y jurídicas, ha sido necesario poder mantener una consistencia de la información que se obtiene en campo, dado su complejidad de almacenamiento y diligenciamiento (Martínez Angulo, 2020).

Las organizaciones privadas y los catastros descentralizados se han ido desprendiendo de las metodologías de reconocimiento predial expedidas por la entidad catastral de mayor jerarquía a nivel nacional, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (Andrade & Zambrano, 2021). Empleando así variaciones metodológicas en lo que respecta al levantamiento y gestión de la información predial, razón por la cual existen diferencias entre la captura de dicha información, y la información suministrada por el IGAC (Nossa Calderón, 2017).

La empresa Evolution SC SAS se encuentra actualmente ejecutando proyectos de gestión y saneamiento predial para terrenos de la cementera ARGOS ubicados en la costa Atlántica del país, más específicamente en los municipios de Turbaco, Turbana, Luruaco y Cartagena. Los predios implicados dentro del marco del proyecto de saneamiento predial presentan diferencias de área entre los linderos físicos levantados por la empresa y los suministrados por catastro.

El Ingeniero Industrial Guillermo Hernández, gestor predial encargado de los proyectos de ARGOS, manifestó la necesidad de tener un enlace entre los elementos geográficos, jurídicos, físicos y económicos de los terrenos implicados, con el fin de poder comprender espacialmente la administración de la información predial. Adicionalmente, plantea que la información de los predios implicados en los proyectos se encuentra tabulada y recopilada en hojas de Excel, haciendo que exista cierta vulnerabilidad de pérdida de calidad al no tener disponible un método de consulta o reportes gráficos de los terrenos.

Por lo que, de acuerdo con lo anteriormente planteado, nace la siguiente pregunta: **¿Cómo las herramientas geoespaciales pueden apoyar en la gestión y el saneamiento predial de los terrenos de la compañía cementera ARGOS?**

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Implementar un geovisor para el apoyo en la gestión y saneamiento predial de los terrenos de la compañía cementera ARGOS en los municipios de Turbaco, Turbana, Luruaco y Cartagena.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Rediseñar la base de datos geográfica para los predios implicados dentro de los proyectos con la compañía cementera ARGOS.
- Implementar un módulo dentro del geovisor para comparar el área física y el área catastral de los predios implicados en el proyecto de saneamiento predial.
- Implementar un módulo dentro del geovisor para calcular el área de recurso calcáreo asegurado de los predios implicados en el proyecto K5 de gestión predial.
- Desarrollar un manual de usuario que capacite a los empleados de la compañía cementera ARGOS sobre el uso del Geovisor y la actualización de la base de datos geográfica.

## **5. Justificación**

Según Bernal, la gran variedad de uso que tienen las herramientas SIG permiten gestionar un amplio espectro de campos en el sector de la realización de obras civiles, como la administración de inventarios, identificación de puntos para obtención de material y gestión de los predios implicados (Bernal Cubides, 2021).

A nivel nacional existen empresas tanto públicas como privadas que con el pasar del tiempo han implementado el uso de las herramientas geográficas para la administración de la información predial, como lo es la Agencia Nacional de Minería, Ecopetrol S.A., Grupo de Energía Bogotá, y entre otras empresas que se encuentran dentro del sector (Calderón Obando & Gómez Cuervo, 2021).

Es por lo que, siendo consecuente con la esencia de la empresa Evolution SC SAS de emplear herramientas geográficas como apoyo a la gestión predial, se buscó implementar un geovisor para los proyectos en ejecución con el cliente ARGOS. Cabe resaltar que con el producto final se buscó cubrir las necesidades planteadas por el gestor predial encargado de los proyectos, en donde el diseño de una base de datos geográfica permitirá almacenar y relacionar toda la información espacial y alfanumérica correspondiente a cada predio, y podrá seguir siendo utilizada en futuras adquisiciones. La implementación del geovisor le permitió al usuario poder tener control sobre la información representada en tableros y mapas, pudiendo así comparar las áreas físicas levantadas por la empresa Evolution con las áreas catastrales planteadas por el IGAC, visualizar el estado de negociación de los

predios y las zonas de extracción de recurso calcáreo. Todo esto con el fin de que los empleados de la compañía ARGOS tengan un entorno más amigable con la información predial, y que puedan capacitarse por medio del manual de usuario que también fue desarrollado para el manejo de la misma.

El proyecto cuenta con la información geográfica y alfanumérica de los predios, suministrada por la compañía cementera ARGOS. Además de la información obtenida y generada por la empresa Evolution SC SAS en los procesos de gestión y saneamiento predial realizados en cada proyecto. Toda esta información condensó en la base de datos geográfica diseñada y el geovisor, los cuales corresponden a una parte de los productos finales entregados.

## **6. Marco Referencial**

### **6.1. Marco Conceptual**

Según la Agencia Nacional de Infraestructura (2015), la gestión predial es el proceso por el cual se obtiene el título y la disponibilidad de un predio a favor bien sea del Estado, o de alguna entidad privada que lo requiera para proyectos de infraestructura, minería, energía o gas. Todo esto comprende una corroboración de la situación jurídica, física y catastral de los predios implicados. En ocasiones se requieren acciones de saneamiento predial, en donde se busca hacer coincidir los aspectos físicos y catastrales de un inmueble, y dar solución a cualquier problema de tipo jurídico que esté presente dentro del marco legal (Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, 2015)

Actualmente, la empresa Evolution SC SAS tiene dos proyectos en ejecución con la compañía cementera ARGOS, y sobre los cuales se implementó el geovisor:

#### **PROYECTO K5**

Este proyecto comprende acciones de gestión predial, como lo es la obtención de titularidad, constitución de servidumbres y entre otras figuras sobre los predios que tiene y busca obtener la compañía cementera ARGOS. El objeto es asegurar las reservas calcáreas para explotación de material en el municipio de Turbana, y asegurar los predios para la banda transportadora en el municipio de Turbaco, estableciendo así la comunicación las reservas de Turbana con la planta de Turbaco.

#### **PROYECTO SANEAMIENTO PREDIAL PREDIOS ARGOS**

Este proyecto comprende acciones de saneamiento predial, como lo es la revisión y solución de situaciones o problemas jurídicos y verificación de linderos físicos de los predios obtenidos por ARGOS, haciendo que estos coincidan en su situación jurídica, física y catastral. En este proyecto inicialmente se realiza en oficina un reconocimiento predial con la información suministrada por ARGOS en materia de datos espaciales, para luego hacer un reconocimiento en campo de los linderos

físicos, y enviar estos reportes a catastro para su posterior verificación y correcto saneamiento.

Ahora bien, dentro del marco de la gestión y el saneamiento predial, y de la implementación de un geovisor para el apoyo de dichas actividades, se debe tener en cuenta la importancia que representa la estructuración de una base de datos geográfica dentro de un entorno SIG. Según Olaya (2014), a la hora de implementar un geovisor se debería tener integrada una base de datos espacial que permita gestionar el gran volumen de información que se pueda tener dentro de un proyecto. Una base de datos espaciales incorpora con información que tiene ligada el atributo temático y el atributo geográfico o espacial. Es importante tener en cuenta que los fundamentos básicos para gestionar información dentro de una base de datos convencional son válidos dentro de este ámbito, sin embargo, el hecho de incorporar una nueva componente que en este caso será la espacial, hace que su manejo y complejidad sea mayor (Olaya, 2014).

## 6.2. Marco Teórico

### ArcGIS Enterprise

La empresa Evolution SC SAS es actualmente business partner de la compañía ESRI Colombia, por lo cual se tiene acceso a las herramientas y aplicaciones que brinda ArcGIS Enterprise. Según ESRI (2022), “ArcGIS Enterprise es el sistema de software fundacional del SIG y es la base técnica de las funciones de representación cartográfica, visualización, análisis y administración de datos. Se trata de la columna vertebral de la ejecución del conjunto de aplicaciones Esri y sus propias aplicaciones personalizadas” (ESRI, 2022).

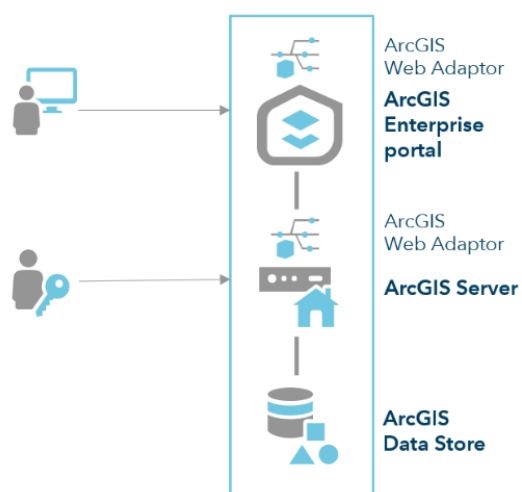


*Ilustración 1. Componentes de software de ArcGIS Enterprise*

*Fuente: (ESRI, 2022)*

## Modelo Entidad – Relación

Según Olaya (2014), una entidad es un elemento que tiene asignadas ciertas características o atributos que dependen de su esencia en el contexto planteado. Por otro lado, las relaciones serán las conexiones existentes entre las entidades. Entonces se puede definir al Modelo E-R como un esquema que muestra las relaciones entre entidades según un problema. Generalmente las relaciones se escriben como verbos y las entidades como sustantivos. Cabe resaltar que se define además la cardinalidad de las relaciones según lo indique el contexto, y estas pueden ser uno a uno (1:1), una a muchos (1:N), muchos a uno (N:1) y muchos a muchos (N:N) (Olaya, 2014).

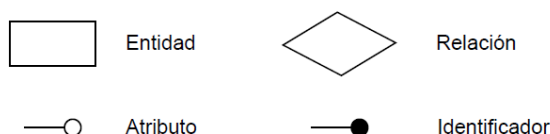


*Ilustración 2. Simbología modelo E – R*

*Fuente: (Olaya, 2014)*

En la *ilustración 3*, se observará un ejemplo simple de un modelo E-R para una base de datos de los alumnos de una universidad y las asignaturas que matriculan.

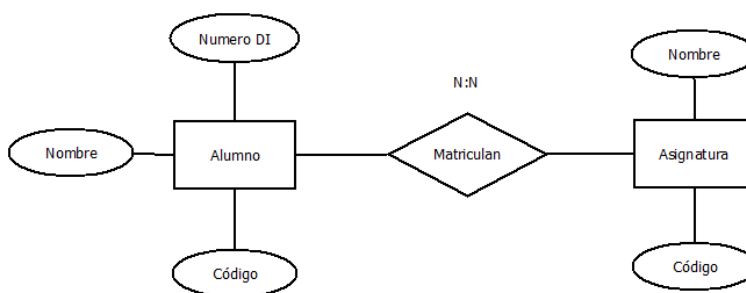


*Ilustración 3. Ejemplo modelo E – R*

*Fuente: Elaboración propia*

## Modelo Relacional

Según Olaya (2014), un modelo relacional es un esquema donde se muestran relaciones entre tablas. Dichas tablas que son consideradas como entidades, tendrán filas que representan cada elemento dentro de una entidad, y columnas que representan sus atributos (Olaya, 2014).

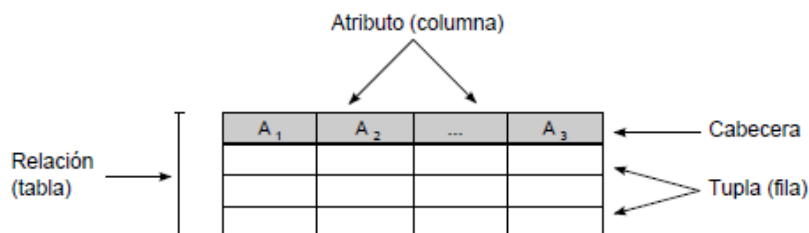


*Ilustración 4. Elementos de un modelo relacional*

*Fuente: (Olaya, 2014)*

### 6.3. Antecedentes

A continuación, se evidencian algunos proyectos en donde el principal enfoque fue el apoyo en la gestión predial o inmobiliaria por medio de herramientas geográficas. Metodológicamente hablando, se tuvo un gran acercamiento con el trabajo realizado por Calderón y Gómez (2021), quienes implementaron un geovisor web denominado EnerGIS, para la gestión, planeación y cálculo de costos de predios destinados a ser parte del desarrollo de la infraestructura del país en el transporte de energía eléctrica. Los autores realizan un diseño de la base de datos espacial y de la interfaz gráfica del usuario que fue desarrollada con software libre, para así finalmente obtener un producto con un gran nivel de calidad según los empleadores, y consiguiendo disminuir los riesgos existentes por falta de planeación desde una perspectiva inmobiliaria (Calderón Obando & Gómez Cuervo, 2021).

Teniendo un enfoque del proyecto encaminado a la representación de la información espacial del saneamiento predial y de los terrenos obtenidos por ARGOS para la extracción de material, también se puede tener como referencia el trabajo realizado por Andrade y Zambrano (2021), quienes buscaron desarrollar una aplicación móvil para poder identificar espacialmente los predios y realizar captura de datos en tiempo real en la delimitación física de sus linderos. Si bien este trabajo tiene fines multipropósito y va más encaminado a las visitas catastrales, es destacable su estructuración dentro del marco legal y el acercamiento que tiene con el ámbito catastral, el cual es de vital importancia entender para poder generar un enlace entre los procesos de gestión y saneamiento predial que se encuentra ejecutando la empresa Evolution SC SAS y la implementación de la componente espacial.

Dado que el proyecto se encuentra dentro del marco de la fusión de la gestión predial en obras de infraestructura con la componente espacial, se revisó también el trabajo realizado por Acosta (2018), quien implementó el uso de herramientas SIG para poder administrar la información predial de inmuebles requeridos en la construcción de la infraestructura vial del país, tomando como prueba piloto el tramo vial 6 de Rionegro Antioquia. El autor emplea el software ArcGIS para poder identificar los predios que se encuentran implicados dentro del área de influencia

del proyecto, y así mismo determinar el área necesaria para la construcción de la vía que pasa por los mismos. Esto le permitió al autor consultar y procesar la información de forma precisa y calcular el valor total en tierra de las franjas requeridas para la obra (Acosta Rengifo, 2018). El valor que tiene esta metodología va de la mano con la visualización del área de extracción de recurso calcáreo dentro del geovisor, ya que será una intersección espacial de dos entidades geográficas.

Finalmente se tiene una metodología desarrollada por Rodríguez (2017), quien recurrió a la implementación de un aplicativo con el uso de ArcGIS online, más específicamente con la herramienta Story Maps, para poder consultar la información predial de los terrenos implicados en el proyecto “Cruce de la cordillera central”. La autora integra la información alfanumérica y los documentos legales de cada predio junto con la componente espacial, para así facilitar la consulta y administración de los inmuebles. Este trabajo tiene como limitación que se utiliza una base de datos geográfica no actualizable en tiempo real, sin embargo, es de gran utilidad la metodología que emplea a la hora de hacer el enlace entre la información predial y la información geográfica, y su representación de la misma (Rodríguez Sabogal, 2017).

## 7. Marco Metodológico

En la *ilustración 5* se muestra un diagrama general de la metodología llevada a cabo dentro de la implementación del geovisor para el apoyo en la gestión y el saneamiento predial de los terrenos de la compañía cementera ARGOS.

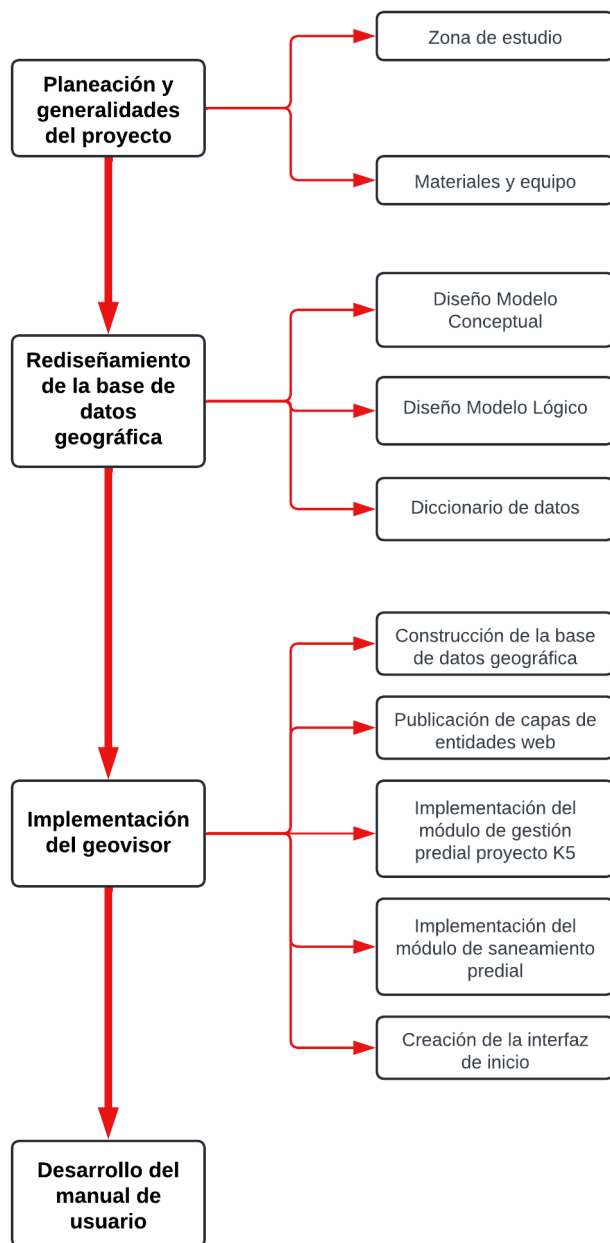


*Ilustración 5. Esquema metodológico*

*Fuente: Elaboración propia*

## 7.1. Planeación y generalidades del proyecto

### 7.1.1. Zona de estudio

La zona de estudio se definió a partir de la localización geográfica de los predios involucrados en los proyectos de gestión y saneamiento predial, actualmente ejecutados por la empresa Evolution con la compañía cementera ARGOS. Esta comprende áreas específicas en los departamentos de Bolívar y Atlántico, particularmente en los municipios de Turbaco, Turbana y Cartagena (Bolívar), y Luruaco (Atlántico).

La selección de estos municipios no se realizó con base a criterios territoriales o socioambientales específicos, sino que responde directamente a la ubicación de los predios objeto de intervención. En este sentido, la zona de estudio se definió como un insumo técnico necesario para la consolidación de la información espacial relacionada con los proyectos.

Es importante aclarar que el geovisor desarrollado no representa condiciones generales de los municipios incluidos en la zona de estudio, sino que su contenido se enfoca exclusivamente en las áreas donde están ubicados los predios relacionados con los proyectos mencionados.

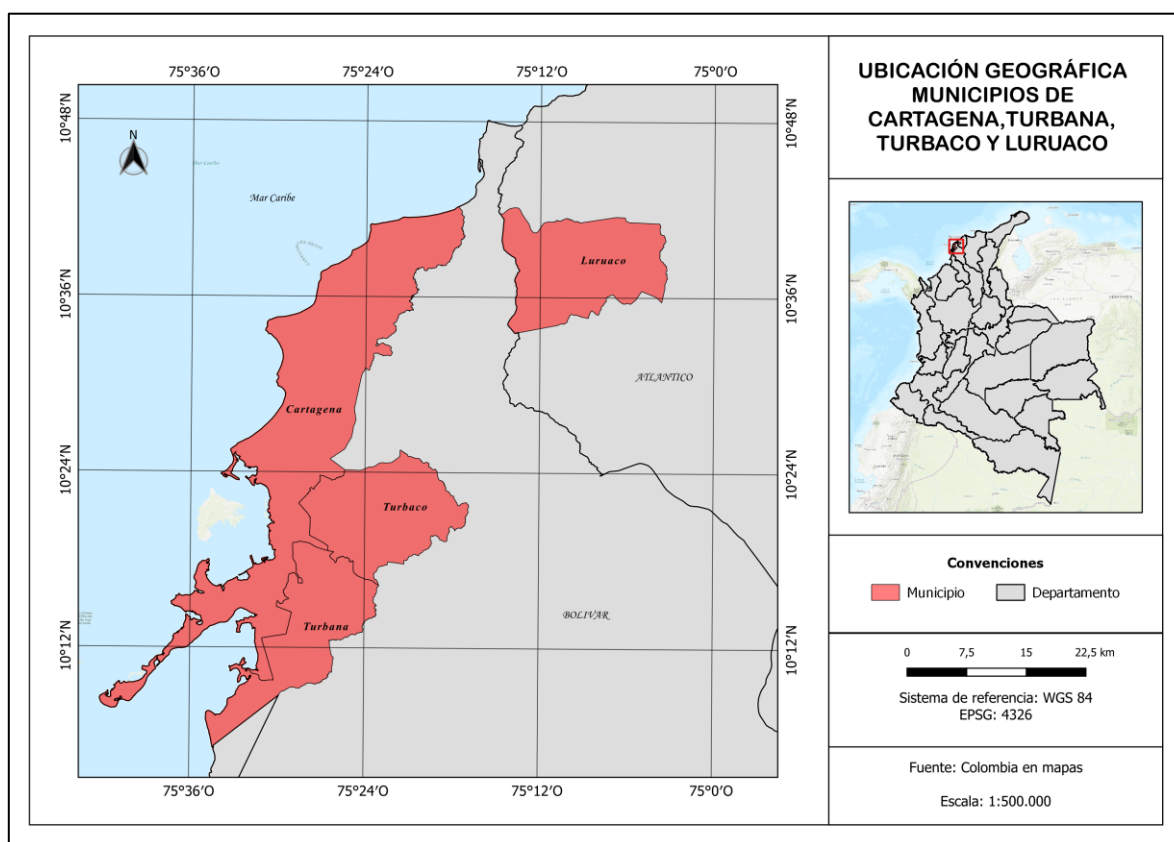


*Ilustración 6. Ubicación geográfica zona de estudio*

*Fuente: Elaboración propia*

### **7.1.2. Materiales y Equipo**

La empresa Evolution SC S.A.S forma parte de la red de partners de ESRI, teniendo acceso a las herramientas y aplicaciones que brinda la licencia de ArcGIS Enterprise para la construcción de los geovisores y la representación de la información geográfica. Específicamente se utilizó el Experience Builder para la creación de un portal de inicio, y el Insights para el desarrollo de los visores de cada módulo. También se empleó el software ArcGIS Desktop (versión 10.8) junto con SQL Server, como motor de base de datos, para estructurar y gestionar la Geodatabase corporativa. Otros software utilizados fueron el DIA (versión 0.97.1) para la creación del diagrama del modelo conceptual y el Enterprise Architect (versión 13) para la creación del modelo lógico. Toda la información tanto espacial como alfanumérica utilizada dentro del proyecto, fue suministrada por ARGOS y levantada por la empresa Evolution SC S.A.S. El equipo físico en el que se desarrolló todo el proyecto fue un computador portátil HP Victus, con procesador Intel Core i5, 32 GB de memoria RAM, unidad de estado sólido (SSD) de 512 GB y sistema operativo Windows 11.

### **7.2. Rediseño de la base de datos geográfica**

Previo al desarrollo del presente trabajo, se había construido una Geodatabase sin una planificación estructurada como modelo de prueba para los proyectos de gestión y saneamiento predial con ARGOS. Sin embargo, según el gestor predial de Evolution, al contener mezclada la información de ambos proyectos, su estructura generaba confusión y dificultaba su manejo. Por ello, fue necesario separar los datos en distintos Feature Datasets para orientar su gestión y permitir el desarrollo adecuado de los módulos propuestos. Todo esto teniendo en cuenta que un Feature Dataset es un conjunto de entidades que comparten una misma característica y un mismo sistema de referencia, permitiendo organizar en este caso por proyectos la información espacial.

Al momento de importar un modelo relacional en una GDB vacía dentro de Arcmap, este se integra como Feature Dataset, por lo que se diseñaron dos modelos de bases de datos, siendo cada uno un Feature Dataset dentro de la GDB, y empleándose para cada módulo respectivamente. El primer Feature Dataset corresponde al proyecto K5, siendo este el módulo de cálculo del área de recurso calcáreo presente en los predios. El segundo Feature Dataset corresponde al proyecto de Saneamiento predial, siendo este el módulo donde se hará la comparación del levantamiento físico y catastral de los predios.

#### **7.2.1. Diseño Modelo Conceptual**

##### **Diseño Modelo Conceptual Proyecto K5**

El modelo conceptual del proyecto K5 fue diseñado como un modelo entidad-relación (E-R), con el fin de representar las relaciones entre los distintos elementos

que componen el proceso de adquisición y uso de predios por parte de la compañía ARGOS.

La construcción del diagrama E–R se realizó utilizando la aplicación DIA, que permitió estructurar gráficamente las entidades, atributos y relaciones del modelo.

La entidad principal del modelo es “**Predios K5**”, la cual centraliza la información clave de cada unidad predial involucrada en el proyecto. Esta entidad contiene atributos descriptivos y administrativos, como *NúmeroPredio\_K5*, *Área\_predio\_K5*, *MunicipioPredio\_K5*, *EstadoFML\_K5*, *Valor\_total\_negociado*, *UsuarioCreación\_K5*, entre otros, los cuales permiten almacenar información técnica, jurídica y administrativa de cada predio.

Desde la entidad “Predios K5” se definieron tres relaciones hacia entidades subordinadas:

- **Relación “proveer” con la entidad “Terraaje”**, que contiene información sobre el predio en posesión de ARGOS alquilado para explotación de recurso calcáreo, incluyendo atributos como *Tipo\_negociacion\_TR*, *Observaciones\_TR* y *NumeroPredio\_TR*.
- **Relación “tener” con la entidad “Línea banda”**, que representa la infraestructura de transporte del material calcáreo que pasa por los predios del proyecto K5, e incluye atributos como *Longitud\_tramo* y *NumeroPredio\_LB*.
- **Relación “proveer” con la entidad “Área caliza”**, que representa la extensión del recurso explotable en cada predio, con atributos como *Area\_implicada* y *NumeroPredio\_AC*.

Este modelo se diseñó como parte del proceso de estructuración de una nueva Geodatabase, respondiendo a la necesidad de separar y clasificar la información correspondiente al proyecto K5.

### **Diseño Modelo Conceptual Proyecto Saneamiento Predial**

El modelo conceptual del proyecto de saneamiento predial también fue diagramado en la herramienta de software libre DIA, en donde se definieron tres entidades principales:

- **Predios físicos:** Contiene atributos asociados al levantamiento físico del predio realizado por Evolution SC S.A.S e información del registro catastral del mismo.
- **Predios catastrales:** Contiene atributos del levantamiento realizado por catastro e información del registro catastral del predio.
- **Predios jurídicos:** Contiene atributos de asociados al levantamiento jurídico del predio, es decir el área determinada a través de escrituras.

Estas entidades se relacionaron entre sí mediante la relación “**comparar**”, ya que el proyecto de saneamiento predial busca hacer coincidir la situación física, catastral y jurídica de los predios. Cabe resaltar que los predios que contienen representación espacial son únicamente los físicos y catastrales.

### 7.2.2. Diseño Modelo Lógico

Una vez definido los modelos conceptuales de los proyectos, se procedió a la elaboración del modelo lógico relacional utilizando el software Enterprise Architect. Este modelo se desarrolló bajo el estándar del Geodatabase Model de ArcGIS para permitir la compatibilidad con el entorno de trabajo planteado.

Para el proyecto K5, se definieron tres clases espaciales de tipo polígono y una de tipo línea: Terraje, Area\_caliza, Predios\_K5 y Linea\_banda. Estas entidades representan las unidades geográficas involucradas en el proyecto, y cada una cuenta con atributos específicos relacionados con sus características geométricas y alfanuméricas. La entidad principal es **Predios\_K5**, desde la cual se estructuran relaciones de uno a muchos (1 : 0..\*) con las demás entidades, manteniendo así la estructura desarrollada en el modelo conceptual.

Para el proyecto de saneamiento predial, se definieron tres clases de tipo polígono: Predios\_fisicos, Predios\_catastro y Predios\_juridicos. Se estructuraron relaciones de uno a uno (1 : 1) entre estas entidades, ya que a cada predio involucrado dentro del proyecto le corresponde un levantamiento físico, catastral y jurídico.

El uso de Enterprise Architect permite exportar el modelo en un archivo de extensión XML, para luego ser importado en Arcmap manteniendo su estructura y relaciones entre entidades, y así poder construir la Geodatabase (GDB) física en donde se almacenará la información relevante de cada predio involucrado en los proyectos. Cabe resaltar que dicha GDB será la que proveerá la información espacial visualizada en el geovisor.

### 7.2.3. Diccionario de datos

Según la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, un diccionario de datos geográficos se emplea en el diseño de un proyecto específico, conteniendo los datos pertinentes a los elementos geográficos de un producto de datos, como lo son el nombre, el tipo de dato, el tamaño y la descripción. La ICDE establece que a diferencia del diccionario de datos, un catálogo de objetos no responden necesariamente a un proyecto en específico, y pueden ser multiescala (ICDE, 2022).

Teniendo en cuenta lo anterior, se optó por elaborar un diccionario de datos detallado de la Geodatabase (GDB), con el fin de ilustrar al usuario sobre las entidades espaciales y sus atributos dentro de la base de datos. El diccionario fue construido teniendo en cuenta los atributos previamente asignados a cada entidad, e incluyendo componentes como el tipo de dato, su longitud y una descripción

detallada del mismo. Esto también servirá de guía para el proceso de actualización de la misma, asegurando que los datos sean consistentes y estén alineados a las especificaciones de los proyectos.

El diccionario de datos de los proyectos K5 y saneamiento predial se encuentra anexado en el apartado de *Anexos*.

### 7.3. Implementación del geovisor

#### 7.3.1. Construcción de la base de datos geográfica

La GDB se alojó en un servidor de SQL Server por medio de su creación como una base de datos corporativa (Enterprise Geodatabase), en donde se definieron parámetros como la instancia, las credenciales del administrador, el motor de base de datos donde se almacenó y su nombre.

Es así como los modelos relacionales diseñados en el software Enterprise Architect, fueron exportados en formato XML para posteriormente ser importados en la base de datos corporativa como dos Feature Datasets, los cuales corresponden al proyecto K5 y al proyecto de saneamiento predial, respectivamente.

Teniendo estructurada la GDB corporativa, se cargó la información geográfica de los proyectos dentro de ella. En este apartado es importante tener en cuenta el uso del diccionario de datos, ya que con base a este se construyeron los atributos de la información espacial. Cabe resaltar que los proyectos de K5 y saneamiento predial ya se encontraban en ejecución, por lo que el procedimiento llevado a cabo fue organizar la información predial ya levantada de acuerdo al diccionario de datos.

Simple Data Loader

For each target field, select the source field that should be loaded into it.

| Target Field                     | Matching Source Field            |
|----------------------------------|----------------------------------|
| FechaModificacion_C [int]        | <None>                           |
| FMI_C [string]                   | FMI_C [string]                   |
| FolioMatriculaAntiguo_C [string] | FolioMatriculaAntiguo_C [string] |
| MatriculaDerivada_C [string]     | MatriculaDerivada_C [string]     |
| MatriculaMatriz_C [string]       | MatriculaMatriz_C [string]       |
| MunicipioPredio_C [string]       | MunicipioPredio_C [string]       |
| Numero_Predio_C [string]         | Numero_Predio_C [string]         |
| Observaciones_C [string]         | Observaciones_C [string]         |
| Vereda_C [string]                | Vereda_C [string]                |

Reset

< Atrás    Siguiete >    Cancelar

*Ilustración 7. Load de la información geográfica a la GDB*

*Fuente: Elaboración propia*

Para los usuarios de consulta y edición, se creó un archivo SDE (Spatial Database Engine), el cual permite acceder a la GDB sin necesidad de ingresar las credenciales del administrador. Sin embargo, es importante destacar la interacción de tres elementos que permiten facilitar este acceso:

1. La conexión a la red privada virtual (VPN) que brinda Evolution SC S.A.S para poder acceder a los servidores internos donde se aloja la GDB.
2. Tener instalado el Open Database Connectivity (ODBC) para SQL Server, ya que este es un controlador que hace el papel de puente entre el software Arcmap y el servidor SQL (Engel, 2024).
3. El archivo SDE que podrá ser abierto dentro de Arcmap para acceder a la GDB, siempre y cuando el usuario se encuentre conectado a la VPN suministrada.

### **7.3.2. Publicación de capas de entidades web**

ArcGIS permite publicar las capas de la Geodatabase como servicios consumibles dentro de un portal de Enterprise. Esto hace que la información espacial actualizada dentro de la base de datos se actualice en el geovisor de forma simultánea. La empresa Evolution SC S.A.S cuenta con un portal en el que se publicaron los datos espaciales de los proyectos K5 y saneamiento predial que se encuentran dentro de la GDB corporativa construida.

Las capas se publicaron desde el software ArcGIS Pro, donde primero se inició sesión con las credenciales del portal de Enterprise. Posteriormente se añadieron las entidades al espacio de trabajo directamente desde la GDB corporativa, y en la pestaña “Share”, se publican como capas de entidades web (Publish Web Layer). Los datos y el tipo de capas deben tener capacidades de Feature, es decir, que puedan ser consumibles en otras aplicaciones del portal de Enterprise, por lo que se habilitó esta opción en el proceso de publicación. Se seleccionó la localización de las capas en el portal, el nivel de uso compartido, y finalmente se ejecutó la publicación de los servicios.

### **7.3.3. Implementación del módulo de gestión predial proyecto K5**

#### **Cálculo de recurso calcáreo**

En este módulo se desarrolló una herramienta en ArcGIS para el cálculo del área de recurso calcáreo presente en los predios del proyecto K5. Para esto se empleó el ModelBuilder, siendo esta una herramienta que permite crear un flujo operativo de geoprocetamiento, donde se automatizan una secuencia de procesos de análisis espacial (Esri, 2021).

Esencialmente, el cálculo del recurso calcáreo implicado en cada terreno se realizó por medio de la intersección de la capa de área caliza y los predios del proyecto K5. Sin embargo, existen condiciones que afectaron la simplicidad de este proceso, como lo es la petición de la compañía cementera ARGOS de mantener la

información geográfica de la GDB en el sistema de referencia WGS 84 (EPSG:4326). Tanto la capa de área caliza, como toda la información suministrada por ARGOS se encuentra en este sistema de referencia, por lo que la capa resultante de una intersección espacial también se encontrará en coordenadas geográficas, impidiendo que el software Arcmap pueda calcular su área directamente.

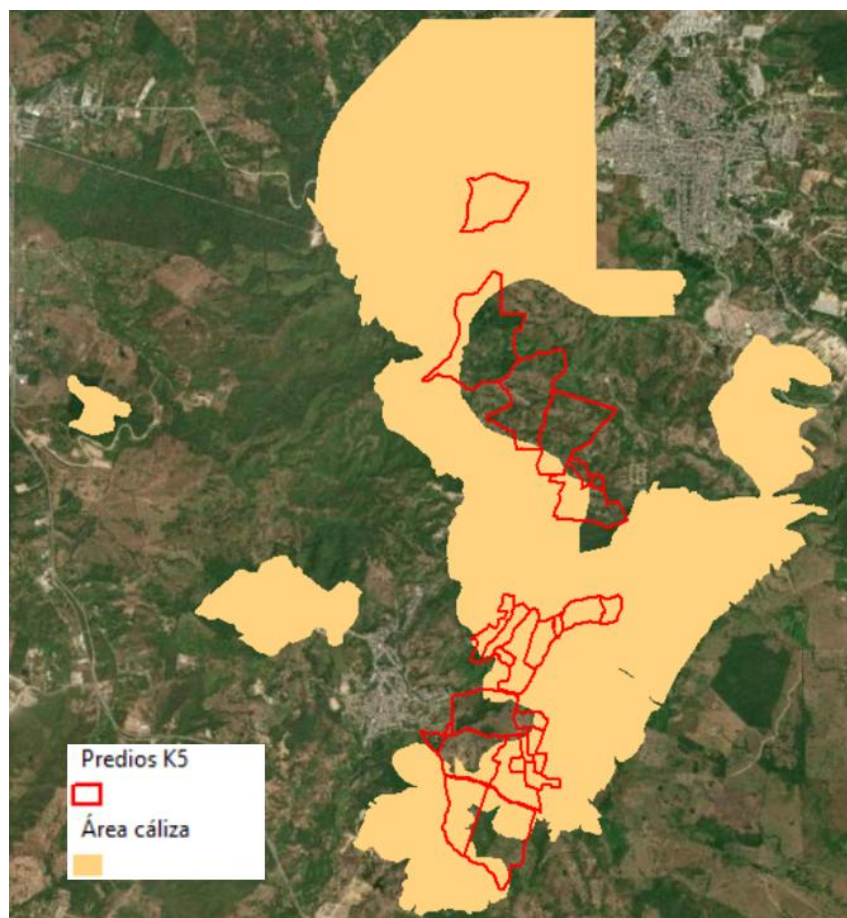


*Ilustración 8. Capa Área caliza*

*Fuente: Elaboración propia*

En este orden de ideas, el flujo operativo construido en ModelBuilder para poder calcular el área caliza implicada en un predio fue el siguiente:

1. Definir la capa de entrada como un parámetro del modelo, siendo en este caso los predios del proyecto K5. La capa del área caliza será almacenada dentro del modelo, ya que esta siempre será fija.
2. Realizar la intersección espacial entre la capa de entrada y el área caliza. El resultado de la intersección se guarda dentro del modelo como un archivo temporal cada que este se ejecuta.
3. Reproyectar la capa resultante de la intersección espacial a un sistema de referencia de coordenadas planas, en este caso el MAGNA SIRGAS Origen

Bogotá (EPSG:3116), lo cual permitirá calcular su área. El resultado de la reproyección también se guarda dentro del modelo como un archivo temporal cada que este se ejecuta.

4. Añadir un campo a la reproyección de tipo Double y con el nombre de “Area\_implicada”.
5. Calcular el área en hectáreas dentro del campo añadido anteriormente con la herramienta “Calculate Field”.
6. Reproyectar nuevamente la capa a su sistema de referencia inicial de coordenadas geográficas (EPSG:4326). Esta capa se define como un parámetro de salida del modelo, lo que le permitirá al usuario escoger el lugar donde será almacenada.

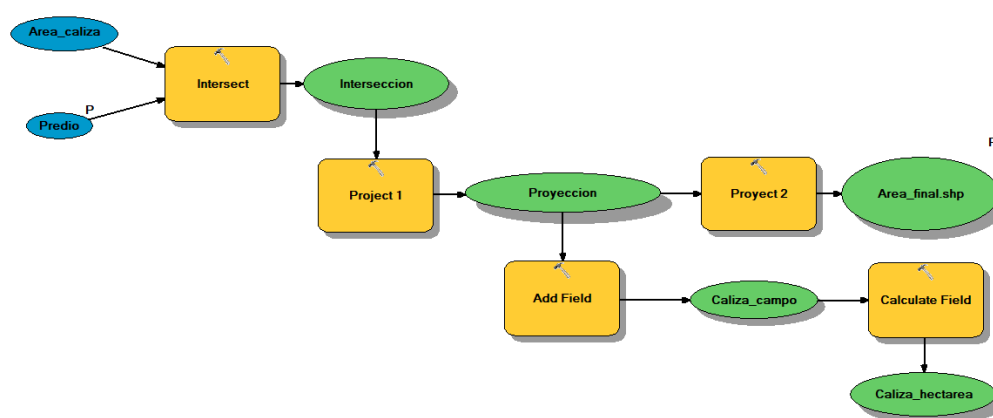


*Ilustración 9. Flujo operativo ModelBuilder*

*Fuente: Elaboración propia*

El modelo construido se exportó como un paquete de geoprocесamiento (.gpk) para que pueda ser utilizado en otros computadores como una herramienta dentro del Arcmap. Este modelo fue empleado para calcular la información geográfica cargada dentro de la GDB en el Feature Dataset del proyecto K5, específicamente en la entidad llamada “Area\_caliza”. Sin embargo, la herramienta fue creada para que se pueda generar este cálculo en nuevos predios que pueda adquirir ARGOS, siendo de utilidad tanto para los gestores prediales de la empresa Evolution SC S.A.S, como para los empleados de la compañía cementera que se encuentren involucrados en el proyecto.

### **Geovisor proyecto K5**

El proyecto K5 comprende acciones de gestión predial, por lo que al momento de implementar el geovisor se tuvieron en cuenta otras características importantes de los predios involucrados, como lo son el estado de negociación, su área total, valor negociado por hectárea, valor negociado por tonelada de material, hectáreas aseguradas, entre otras.

La herramienta ArcGIS Insights es un software que integra la visualización y el análisis de los datos, sirviendo como apoyo en la toma de decisiones (Esri, 2024). Este fue empleado para construir el geovisor de cada módulo, debido a su flexibilidad y capacidad de representar la información predial por medio de mapas, tablas, gráficos analíticos e indicadores.

En un principio, dentro del libro de trabajo de Insights se agregaron las capas publicadas como servicios del proyecto K5 (*ilustración 10*). A partir de este punto se siguieron las indicaciones del gestor predial de Evolution encargado de los proyectos con ARGOS, sobre la información predial prioritaria y relevante que debe visualizarse en el geovisor.

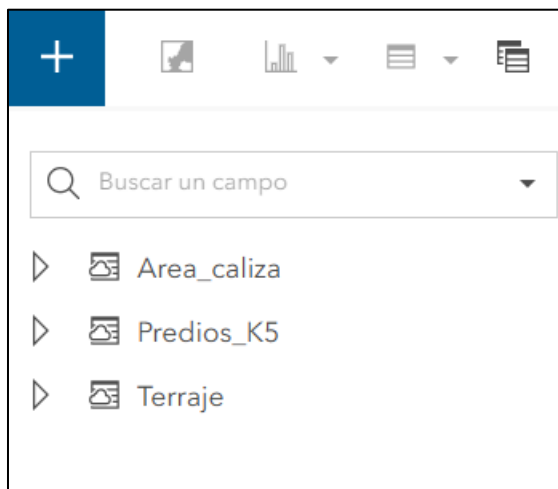


*Ilustración 10. Capas publicadas como servicios añadidas a Insights*

*Fuente: Elaboración propia*

Por medio de los atributos de los servicios añadidos se crean las tarjetas de visualización, seleccionando los campos a mostrar y escogiendo su tipo de representación (mapa, gráfico analítico, tabla o indicador), como se ve en la *ilustración 11*.

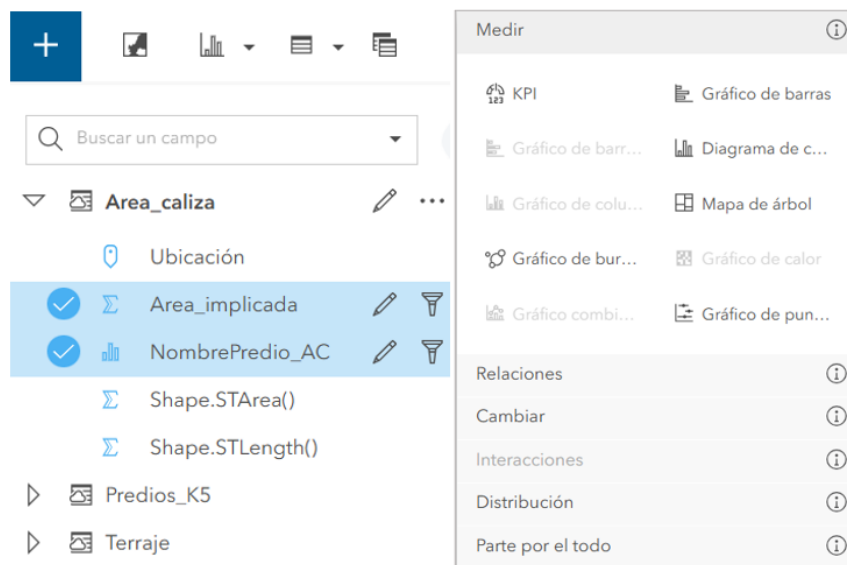


*Ilustración 11. Tipos de representación de la información en Insights*

*Fuente: Elaboración propia*

Al añadir indicadores dentro del geovisor, en algunos casos se tuvieron que crear filtros de tarjetas, ya que era necesario visualizar información de predios según su estado de negociación. Por ejemplo, existe un atributo llamado “Tonelada\_material”, en el cual se encuentra la cantidad de toneladas de material calcáreo que hay por hectárea en cada predio. Pero este material no pertenece en su totalidad a ARGOS, ya que hay predios que aún se encuentran en negociación o descartados. Es por esto que a este indicador se le añadió un filtro en el que se tengan presentes las toneladas de material de los predios que ya han sido legalizados, o se encuentran negociados con firma de promesa, como se ve en la *ilustración 12*.

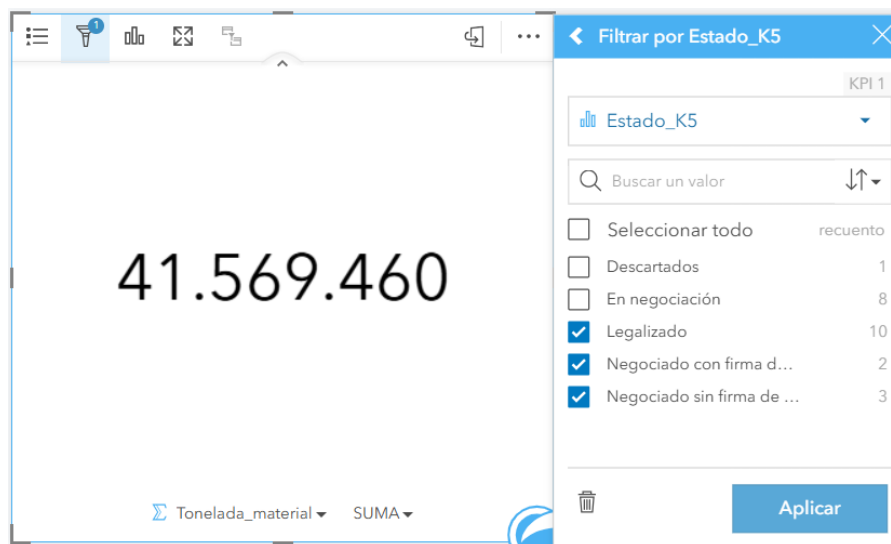


*Ilustración 12. Filtro en indicadores de Insights*

*Fuente: Elaboración propia*

Toda la información predial prioritaria del proyecto K5 fue añadida en el libro de Insights de la siguiente manera:

*Tabla 1. Representación de la información del proyecto K5 en el geovisor*

*Fuente: Elaboración propia*

| Información Predial                              | Tipo de representación |
|--------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Pedios K5</b>                                 | Mapa                   |
| <b>Área caliza</b>                               | Mapa                   |
| <b>Tabla de resumen de Áreas</b>                 | Tabla                  |
| <b>Estado de negociación predios K5</b>          | Gráfico de anillos     |
| <b>Área caliza por predio</b>                    | Diagrama de columnas   |
| <b>Total de hectáreas</b>                        | Indicador              |
| <b>Total de toneladas predios K5</b>             | Indicador              |
| <b>Hectáreas aseguradas</b>                      | Indicador              |
| <b>Material asegurado en toneladas</b>           | Indicador              |
| <b>Hectáreas no aseguradas</b>                   | Indicador              |
| <b>Material no asegurado en toneladas</b>        | Indicador              |
| <b>Valor negociado por toneladas de material</b> | Gráfico de barras      |

Finalmente el libro de Insights del proyecto K5 se publicó para ser consumido como un geovisor, y posteriormente integrarse con la interfaz de inicio que será creada en la aplicación Experience Builder de ArcGIS.

#### **7.3.4. Implementación del módulo de saneamiento predial**

En este módulo, se consideró únicamente la información de los predios levantados por Catastro y la empresa Evolution SC S.A.S, considerando que al haber sido levantados en campo, cuentan con una representación geográfica precisa, a diferencia los predios jurídicos cargados en la GDB los cuales en su mayoría no cuentan con una representación espacial.

Sin embargo, es notable la diferencia que hay entre los predios físicos y catastrales en cuanto a su área y delimitación de linderos. Es por eso que dentro del geovisor construido con Insights, y manejando un concepto similar al del geovisor del proyecto K5, se crearon tarjetas en las que se puede visualizar geográficamente el levantamiento físico y catastral de los predios al mismo tiempo, según el terreno que seleccione el usuario.

Para esto se tuvo que crear una relación dentro del Insights entre los predios físicos y los catastrales por medio de su campo “Número\_predio”, el cuál es un código alfanumérico único que asigna ARGOS al predio.

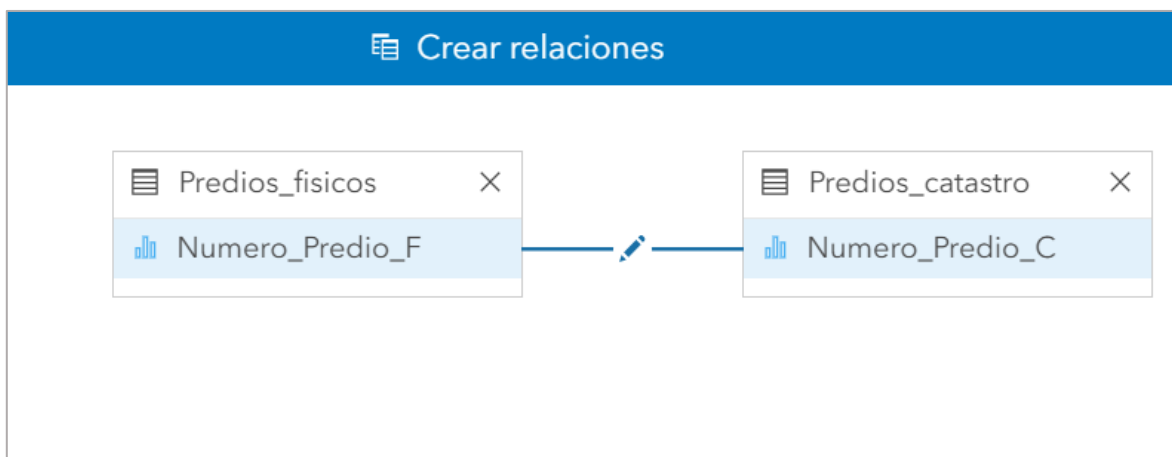


*Ilustración 13. Creación de relación entre Datasets en Insights*

*Fuente: Elaboración propia*

Lo que permite la relación es que al momento de crear tarjetas de visualización, estas interactúen entre sí a pesar de pertenecer a diferentes Datasets, asociándose en este caso por medio de su número de predio. En la *ilustración 14*, al seleccionar el predio ADP-005 en el mapa de “PREDIOS FÍSICOS”, este también se resalta automáticamente en el mapa de “PREDIOS CATASTRO” gracias a la relación establecida entre ambas entidades.

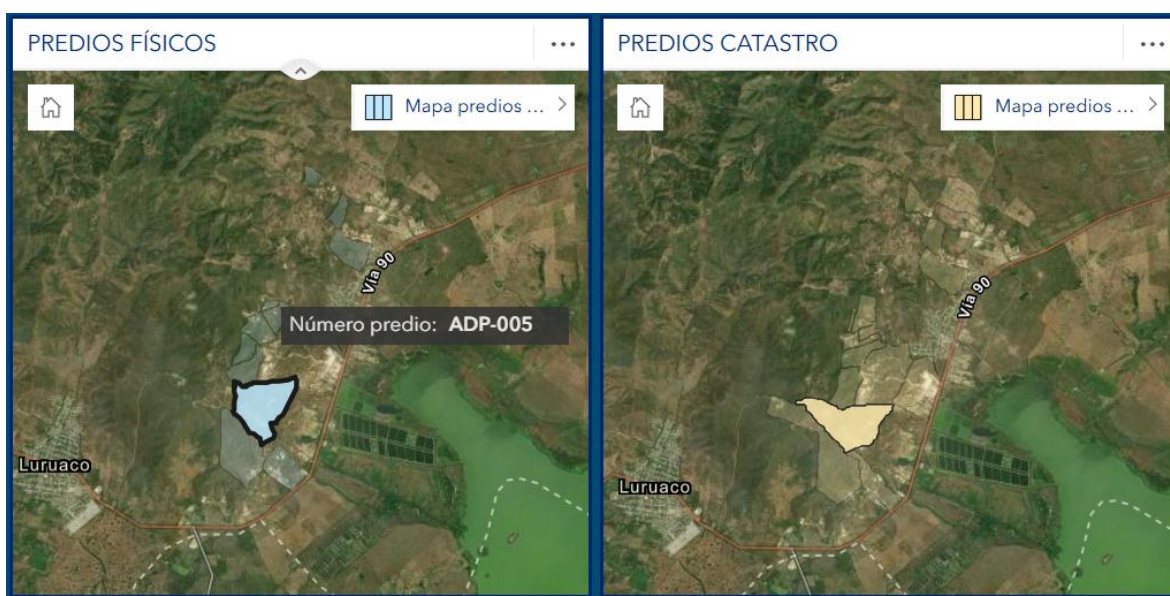


*Ilustración 14. Funcionalidad de relaciones en Insights*

*Fuente: Elaboración propia*

Toda la información predial prioritaria del proyecto de saneamiento predial fue añadida en el libro de Insights de la siguiente manera:

Tabla 2. Representación de la información del proyecto de saneamiento predial en el geovisor

Fuente: Elaboración propia

| Información Predial           | Tipo de representación |
|-------------------------------|------------------------|
| Pedios físicos                | Mapa                   |
| Pedios catastro               | Mapa                   |
| Tabla de comparación de áreas | Tabla                  |
| Área pedios físicos (Ha)      | Diagrama de columnas   |
| Área pedios catastro (Ha)     | Diagrama de columnas   |
| Acciones de saneamiento       | Tabla                  |

Finalmente el libro de Insights del proyecto de saneamiento predial se publicó para ser consumido como un geovisor, y posteriormente se integró con la interfaz de inicio que se creó en la aplicación Experience Builder de ArcGIS.

### 7.3.5. Creación de la interfaz de inicio

La interfaz de inicio fue creada con la aplicación Experience Builder de ArcGIS, la cual facilita el desarrollo de portales web por medio de un entorno intuitivo que incorpora diseño, widgets y plantillas. Una de las ventajas de haber trabajado con esta herramienta es que permitió integrar las aplicaciones creadas con aplicaciones del ArcGIS Enterprise, como en este caso lo son los geovisores de los proyectos de ARGOS desarrollados en Insights.

En la *ilustración 15* se observa cómo se distribuyó el cuerpo de la página, y los elementos que son agregados como paneles, cajas de texto, columnas e imágenes.

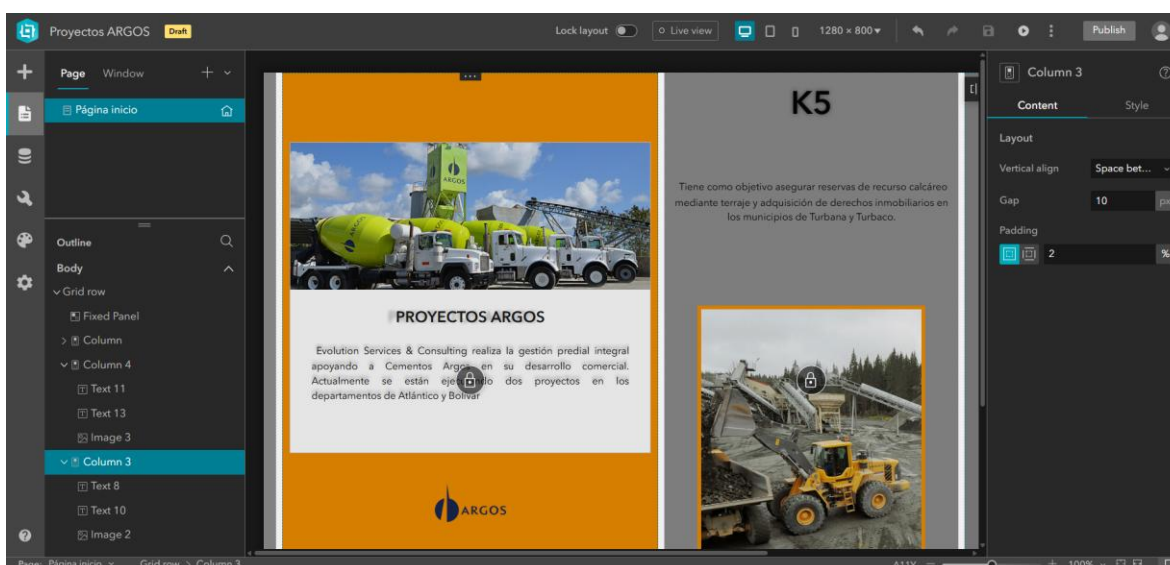


Ilustración 15. Distribución elementos de interfaz de inicio en Experience Builder

Fuente: Elaboración propia

En última instancia, se integraron los geovisores desarrollados dentro de la interfaz de inicio, y esta se publicó para su consumo.

#### **7.4. Desarrollo de manual de usuario**

Se realizó un manual de usuario en donde se explica el proceso de actualización de la Geodatabase, ya que los proyectos con ARGOS aún se encuentran en ejecución. Cabe resaltar que los cambios realizados en la información de la base de datos geográfica se verán reflejados en el geovisor. Adicionalmente se explica el uso de la herramienta de cálculo de área caliza, y las instrucciones básicas para interactuar con los visores geográficos.

### **8. Resultados**

#### **8.1. Modelos Geodatabase Corporativa**

##### **8.1.1. Modelo Conceptual**

##### **Modelo Conceptual Proyecto K5**

El proyecto K5 buscó la adquisición estratégica de predios con grandes reservas de recurso calcáreo para su explotación, y la construcción de la banda transportadora de materiales, que conecta con una de las canteras de ARGOS. En la *ilustración 16*, se muestra el modelo Entidad – Relación diseñado para representar la realidad del proyecto K5.

##### **Modelo Conceptual Proyecto Saneamiento Predial**

El proyecto de Saneamiento Predial busca hacer coincidir la situación física, catastral y jurídica de predios en posesión de ARGOS. Es por eso que el módulo que se implementó para este proyecto, representó una comparación del área física y catastral de los predios, siendo estas las dos componentes que pueden visualizarse espacialmente. En la *ilustración 17*, se muestra el modelo Entidad – Relación diseñado para representar la realidad del proyecto de Saneamiento Predial.

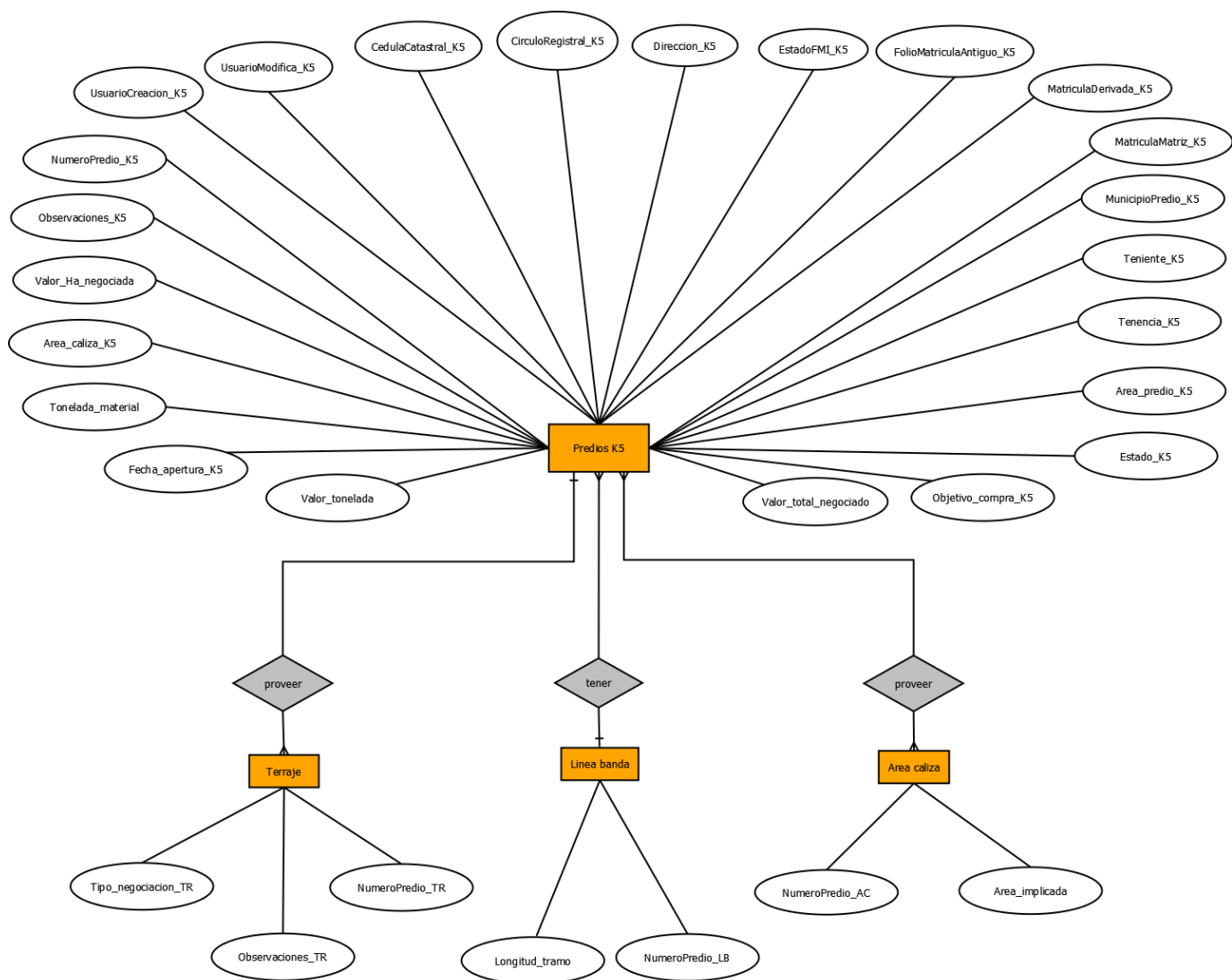


Ilustración 16. Modelo Conceptual K5

Fuente: Elaboración propia

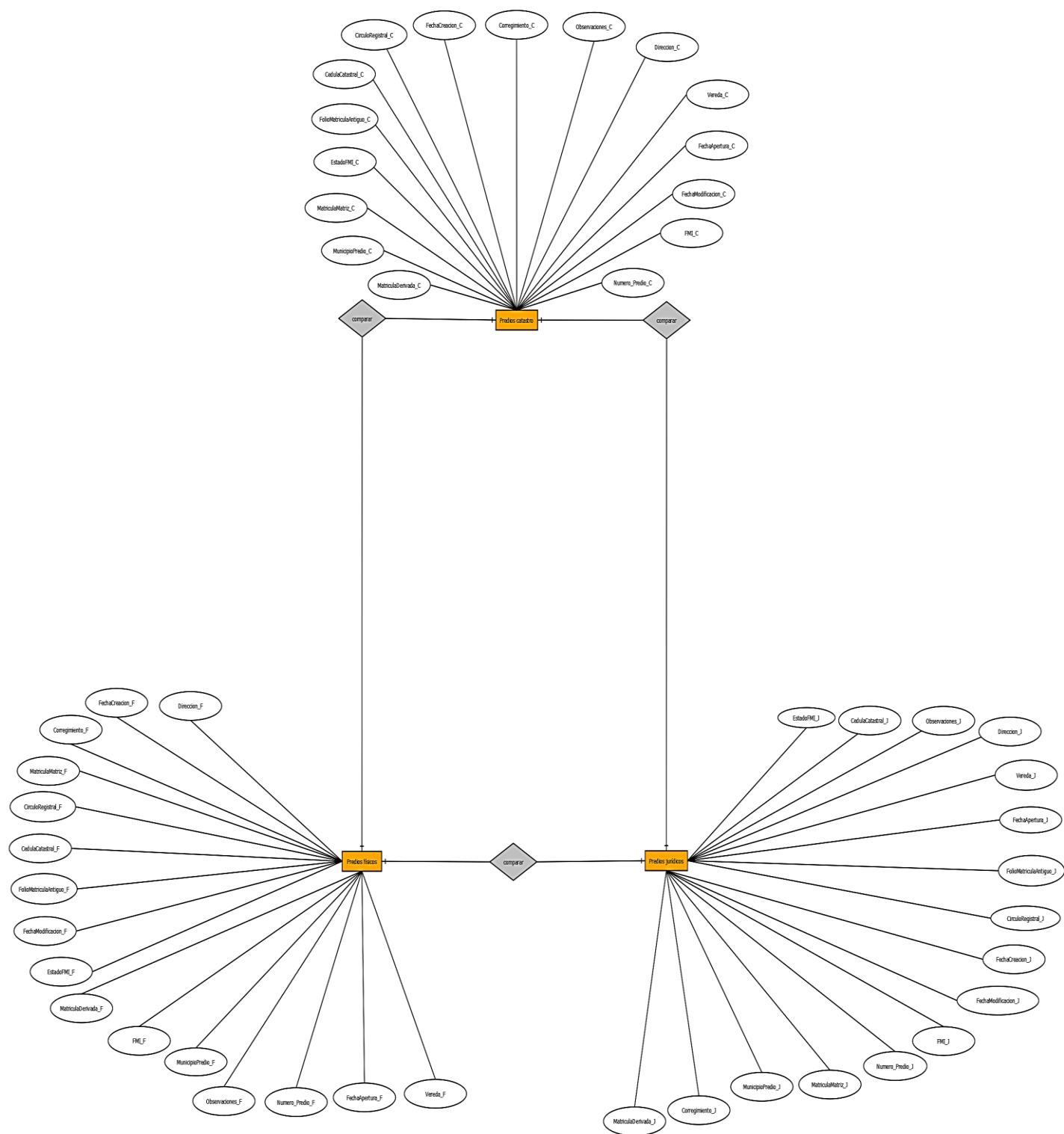


Ilustración 17. Modelo Conceptual Saneamiento Predial

Fuente: Elaboración propia

## 8.1.2. Modelo Lógico

### Modelo Lógico Proyecto K5

ArcGIS ArcGIS Workspace

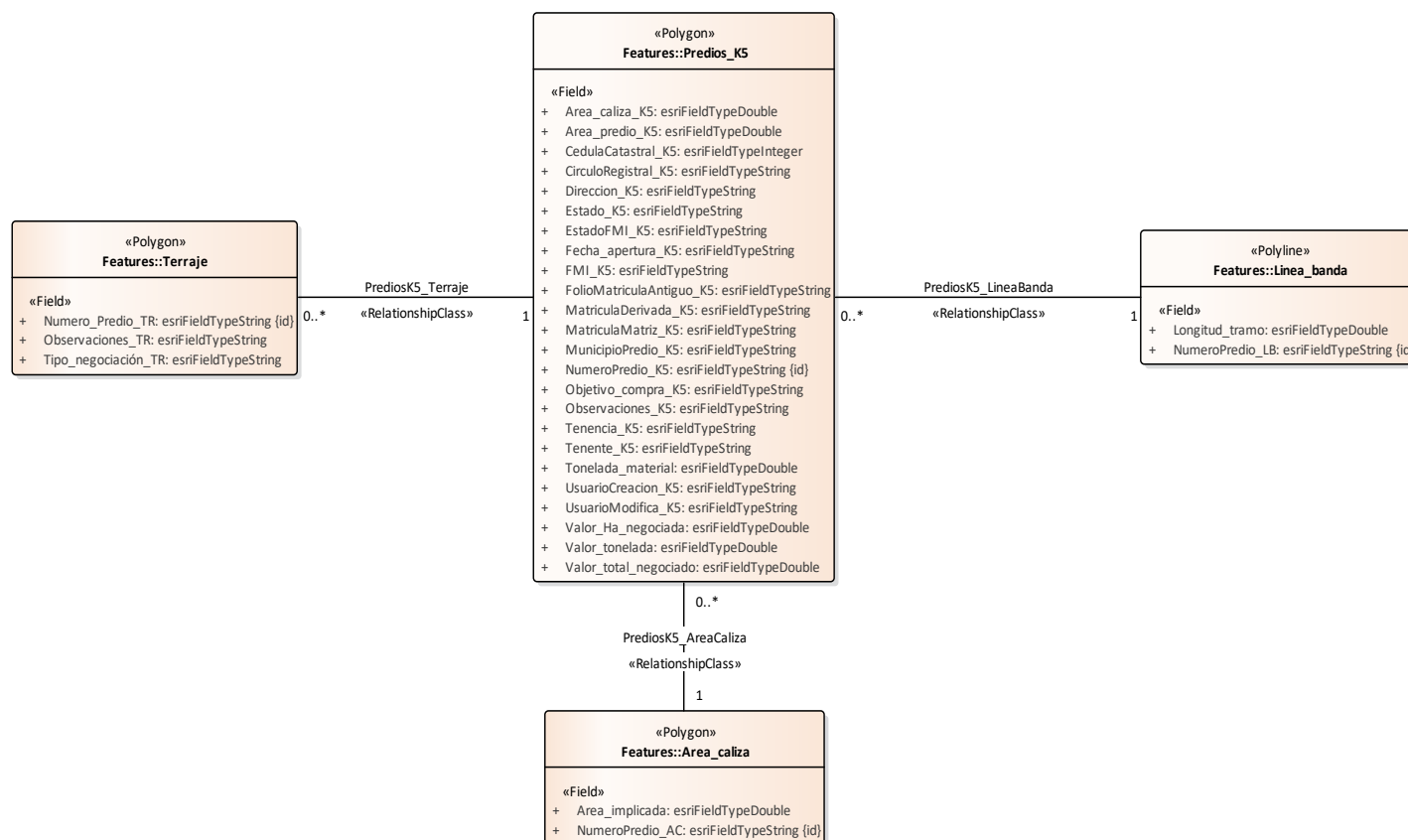


Ilustración 18. Modelo Lógico K5

Fuente: Elaboración propia

### Modelo Lógico Proyecto Saneamiento Predial

En la *ilustración 19* se muestra el modelo relacional del proyecto de saneamiento predial el cual también fue diseñado en el software Enterprise Architect, teniendo en cuenta además que las tres entidades presentes se relacionan entre sí, ya que el saneamiento de los predios consiste en hacer coincidir su situación física, catastral y jurídica.

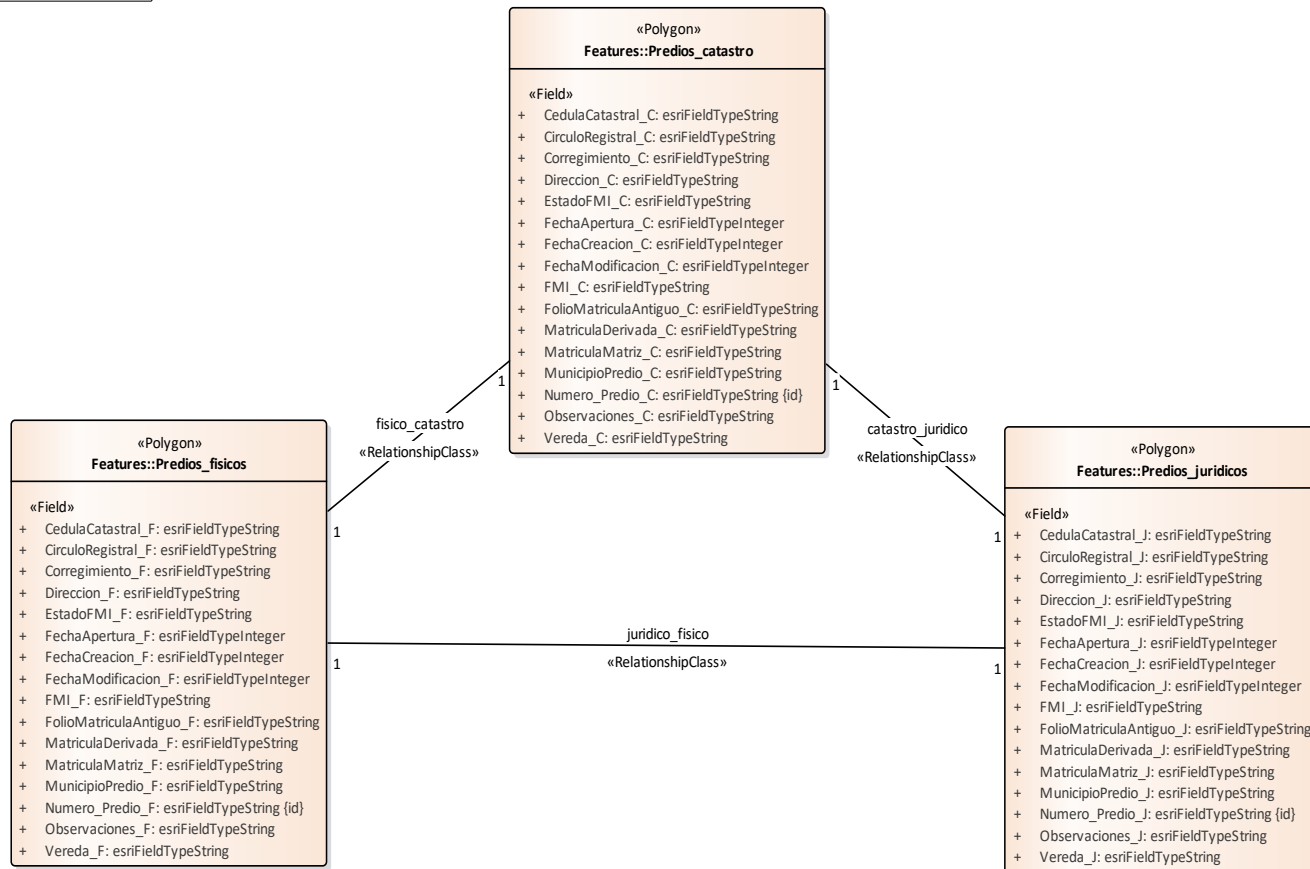


Ilustración 19. Modelo Lógico Saneamiento Predial

Fuente: Elaboración propia

### 8.1.3. Modelo Físico

En la *ilustración 20* se muestra un diagrama que representa el modelo físico construido dentro del software ArcGIS Desktop, donde posteriormente se almacenará la información geográfica de los proyectos.

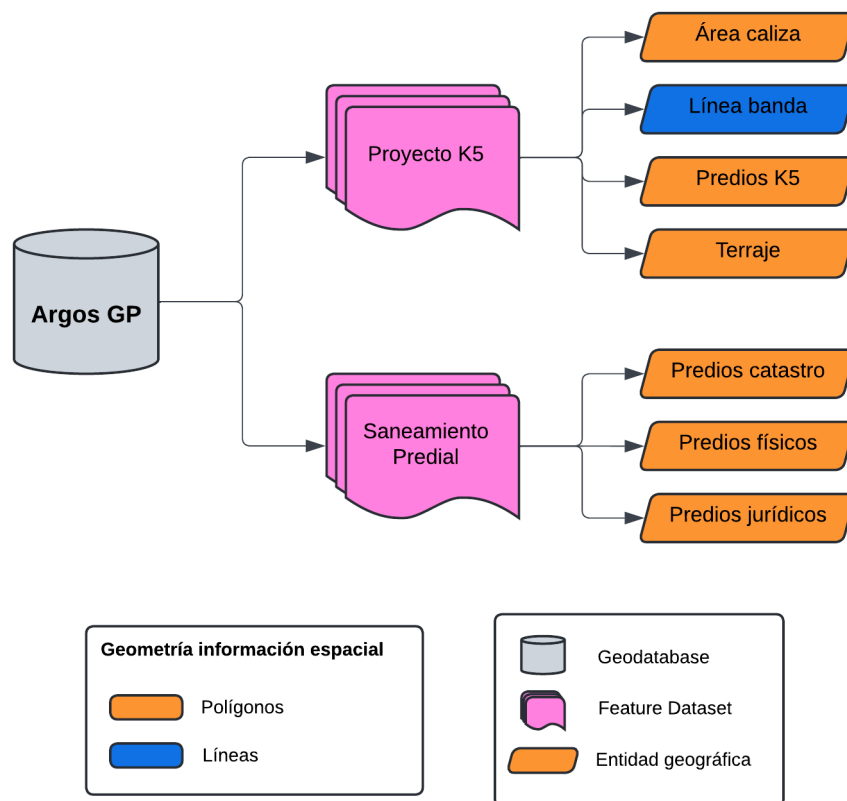


*Ilustración 20. Modelo Físico Geodatabase*

*Fuente: Elaboración propia*

## 8.2. Geodatabase corporativa

Se realizó entrega de la Geodatabase corporativa diseñada e implementada al gestor predial de los proyectos con ARGOS Guillermo Hernández Díaz. Adicionalmente se proporcionó un archivo SDE para facilitar la conexión a esta. Según el ingeniero Guillermo, la nueva base de datos permitió estructurar y gestionar la información predial, pudiendo tener una relación entre datos espaciales e información tabular.

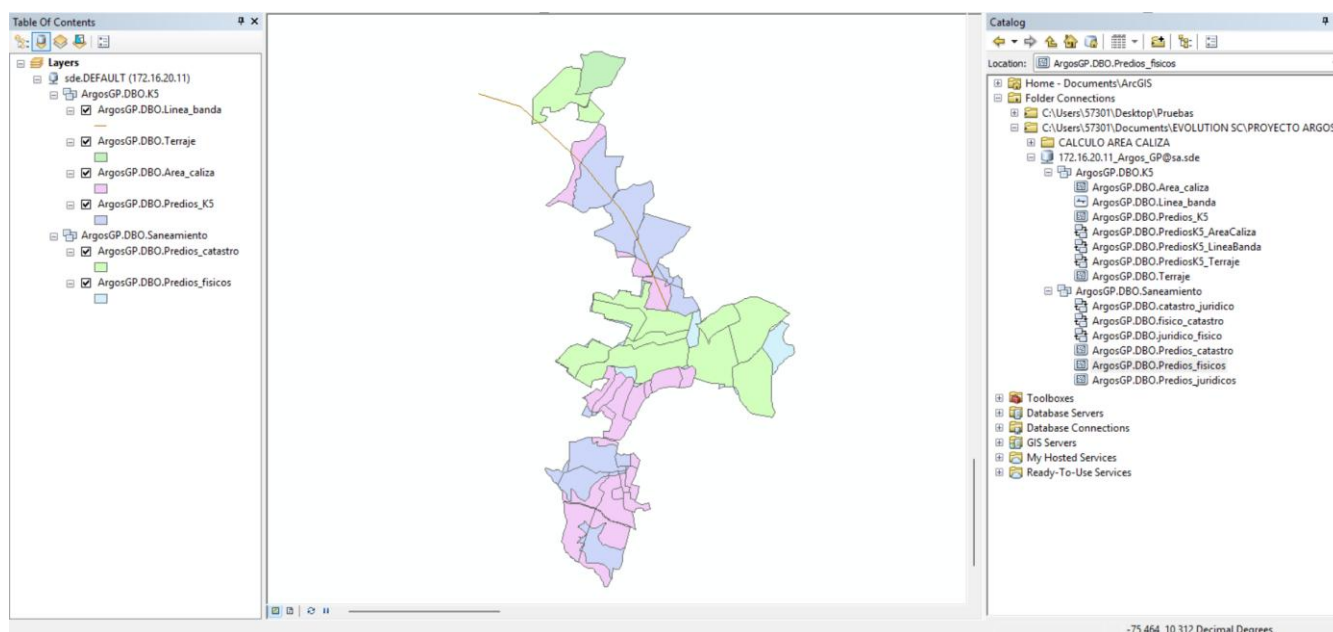


*Ilustración 21. Geodatabase corporativa implementada*

*Fuente: Elaboración propia*

### 8.3. Herramienta de cálculo de recurso calcáreo en los predios

Esta herramienta fue creada para automatizar el proceso de cálculo de recurso calcáreo presente en los predios del proyecto K5, ya que al ser un proyecto que aún se encuentra en ejecución, se evalúa la adquisición de un predio según el área de caliza que este contenga. Adicionalmente, las capas resultantes pueden cargarse en la Geodatabase, ya que mantienen el mismo sistema de referencia. En el manual de usuario se mostrará una guía básica del uso de esta herramienta.

A continuación en las *ilustraciones 22 y 23*, se mostrará la funcionalidad de la herramienta, calculando el área caliza presente en un predio usado como prueba.

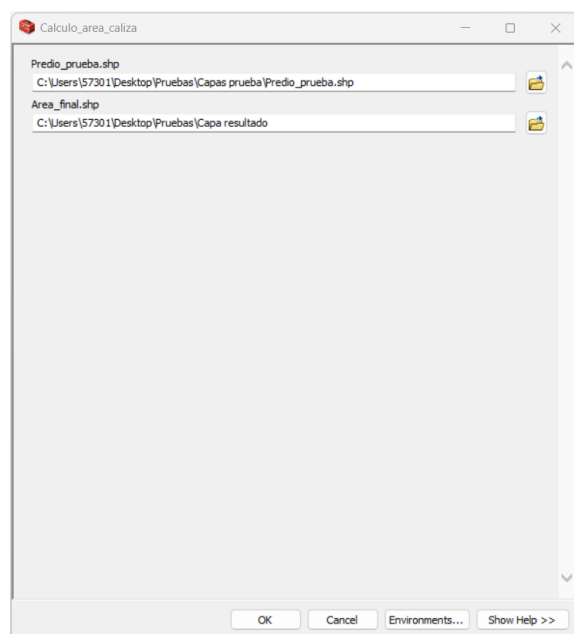


*Ilustración 22. Ventana de inicio herramienta cálculo de recurso calcáreo*

*Fuente: Elaboración propia*

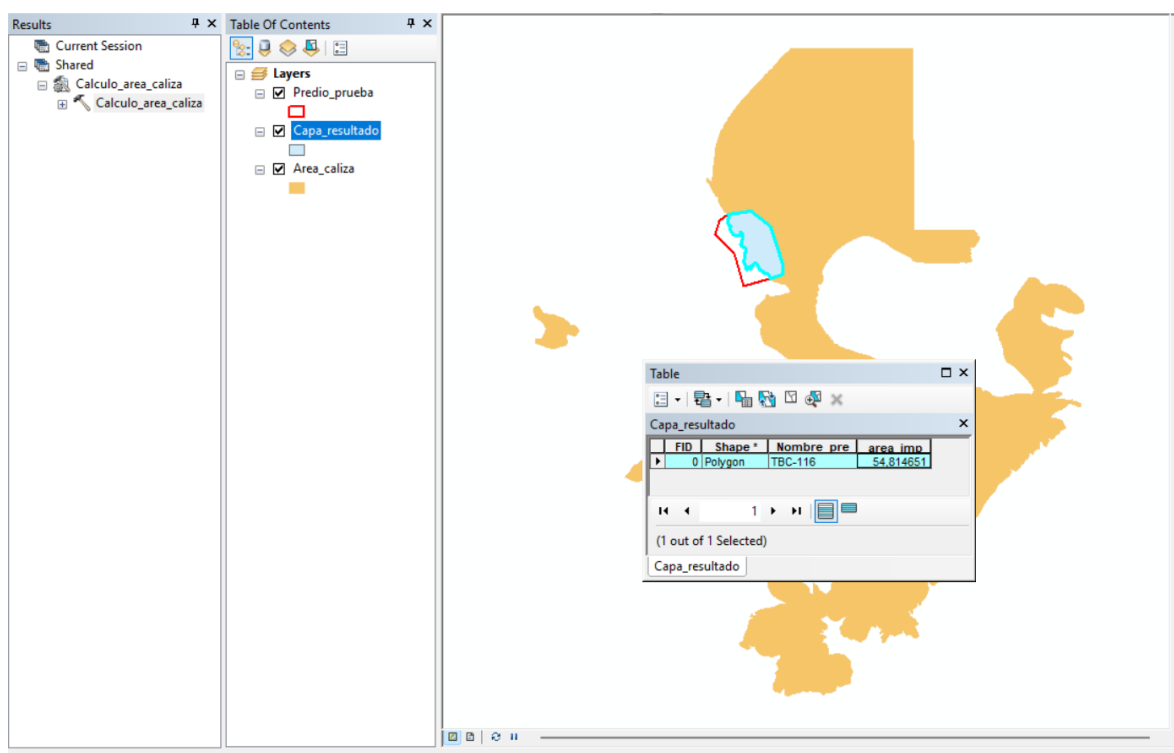


*Ilustración 23. Resultado herramienta de cálculo de recurso calcáreo*

*Fuente: Elaboración propia*

## 8.3. Geovisor proyectos ARGOS

### Geovisor proyecto K5



Ilustración 24. Geovisor proyecto K5

Fuente: Elaboración propia

El módulo del proyecto K5 permite visualizar el estado de negociación de los predios, el área caliza calculada, el valor negociado por tonelada de material e indicadores sobre terrenos asegurados y no asegurados. Según el gestor predial de Evolution, este proyecto sigue en ejecución, por lo que su sincronización con la actualización de la Geodatabase es un aspecto clave. Además, sirve como soporte

para la toma de decisiones al representar la información predial en mapas interactivos y permitir la interpretación de los datos.

## Geovisor proyecto saneamiento predial

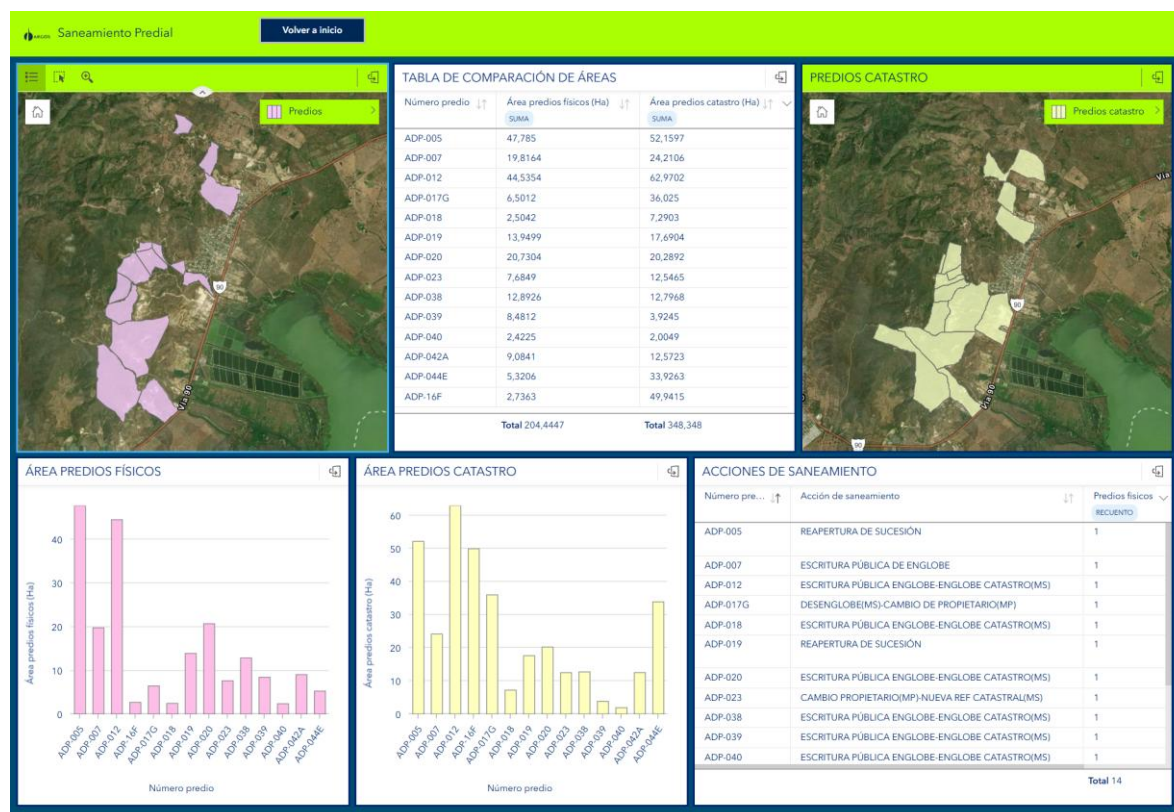


Ilustración 25. Geovisor saneamiento predial

Fuente: Elaboración propia

El módulo de saneamiento predial permite realizar una comparación directa entre las áreas catastrales y físicas de los predios. Toda la información en este geovisor se encuentra relacionada, por lo que al seleccionar alguno de los predios, bien sea en mapas, en tablas o en gráficos, este se verá reflejado en todas las tarjetas de visualización. Según el gestor predial de Evolution, este módulo fue una herramienta que contribuyó en la identificación de predios que necesitaban acciones de saneamiento por englobe o desenglobe, acciones las cuales permiten modificar el área de un terreno. Entiéndase englobe como la unión de dos o más predios, y desenglobe como la subdivisión de un predio. Por medio de este módulo, se identificaron las diferencias de áreas entre predios físicos y catastrales, permitiéndole a los gestores prediales encargados del proyecto generar los trámites para solicitar la corrección del área de los terrenos a partir de un englobe o desenglobe. Actualmente los predios que cuentan con un correcto saneamiento son: ADP-007 (Englobe), ADP-012: (Englobe), ADP-017G (Desenglobe) y ADP-16F (Desenglobe).

## Interfaz de inicio

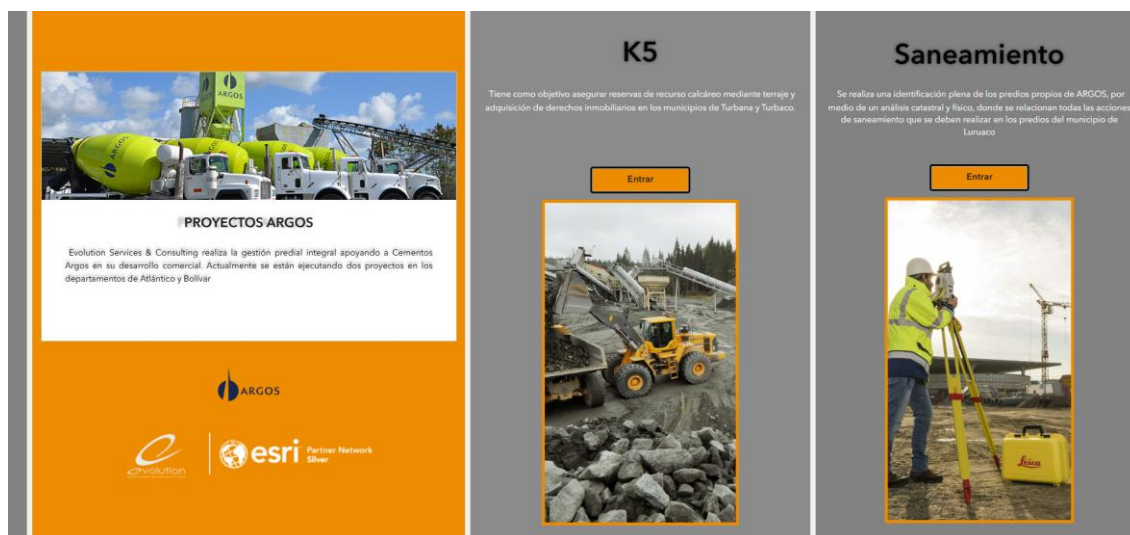


Ilustración 26. Interfaz de inicio

Fuente: Elaboración propia

El enlace para ingresar al geovisor de los proyectos de ARGOS es el siguiente:  
<https://demoseynekun.co/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=3bb237e517f5425292f9b7db95b4203d&page=P%C3%A1gina-inicio>

## 8.4. Manual de usuario



Ilustración 27. Manual de usuario geovisor proyectos ARGOS

Fuente: Elaboración propia

El manual de usuario fue suministrado al gestor predial de Evolution, quien es el responsable en primera instancia de actualizar la información predial. Sin embargo este también será suministrado a los empleados de ARGOS que lo soliciten.

Enlace para acceder al manual de usuario:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1EKErNhxEoH1kZU4SHdHUo\\_W-Xzn\\_i?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1EKErNhxEoH1kZU4SHdHUo_W-Xzn_i?usp=drive_link)

## 9. Conclusiones

- Se diseñó e implementó una Geodatabase corporativa que permitió estructurar y gestionar la información predial pertinente de los proyectos K5 y saneamiento.
- Se lograron desarrollar dos módulos para los proyectos en ejecución con ARGOS, los cuales fueron utilizados como apoyo en la toma de decisiones en acciones de gestión predial y en la identificación de predios con necesidad de acciones de saneamiento por englobe o desenglobe para su corrección de área.
- Actualmente la herramienta de cálculo de recurso calcáreo sigue siendo utilizada por los gestores prediales del proyecto K5, ya que al ser un proyecto que aún se encuentra en ejecución, se evalúa la adquisición de un predio según el área de caliza que este contenga, calculando esta por medio de la herramienta desarrollada. Cabe destacar que la automatización de este proceso ha sido de gran utilidad, ya que en proyectos previos este cálculo se realizaba de forma manual, pudiendo incurrir en errores y en la ineficiencia de su ejecución.
- Los módulos están abiertos a futuras mejoras, como lo puede ser la integración y descarga de documentos prediales según la necesidad del usuario.

## 10. Bibliografía

Acosta Rengifo, J. D. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DE S.I.G PARA LA GESTIÓN TECNICO PREDIAL DE PROYECTOS VIALES CON LA ANI, PARA EL TRAMO 6 DEL MUNICIPIO DE RIONEGRO ANTIOQUIA*. . Manizales: Universidad de Manizales.

Agencia Nacional de Infraestructura - ANI. (2015). *Apéndice Técnico 7 - Gestión Predial*. Bogotá.

- Andrade, A. A., & Zambrano, L. I. (2021). *Desarrollo de un aplicativo móvil para apoyar el proceso de reconocimiento predial con fines multipropósito*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Arango Castro, C. D. (2007). *Gestión inmobiliaria en los proyectos de infraestructura. Enfoque al sector minero y petrolero*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Bernal Cubides, F. A. (2021). *SIG aplicado como herramienta innovadora para la generación de valor agregado en el seguimiento, control y mejora de procesos constructivos en proyectos de infraestructura vial en Colombia*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Calderón Obando, C. A., & Gómez Cuervo, A. (2021). *CONSTRUCCIÓN DE UN GEOVISOR PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INMOBILIARIO*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Engel, D. (2024). *Microsoft Open Database Connectivity (ODBC)*. Obtenido de Learn Microsoft: <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/odbc/microsoft-open-database-connectivity-odbc?view=sql-server-ver16#documentation>
- Esri. (2021). *¿Qué es ModelBuilder?* Obtenido de ArcGIS Desktop: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/analyze/modelbuilder/what-is-modelbuilder.htm>
- ESRI. (2022). *ArcGIS Enterprise*. Obtenido de ¿Qué es ArcGIS Enterprise?: <https://enterprise.arcgis.com/es/get-started/latest/windows/what-is-arcgis-enterprise-.htm>
- Esri. (2024). *Introducción a ArcGIS Insights*. Obtenido de Esri: <https://doc.arcgis.com/es/insights/latest/get-started/insights-overview.htm>
- ESRI Colombia. (2023). *Perfil de Partners: Evolution Partner Bronze*. Obtenido de ESRI Colombia: <https://www.esri.co/es-co/nosotros/business-partners/directorio-partners/evolution-br>
- ICDE. (2022). *Guía para la documentación de un catálogo de objetos geográficos*.
- IDESC. (06 de Junio de 2017). *Catálogo de Objetos Geográficos*. Obtenido de Alcaldía de Santiago de Cali: [https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/145726/catalogos\\_objetos\\_geograficos\\_idesc/](https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/145726/catalogos_objetos_geograficos_idesc/)
- Martínez Angulo, V. D. (2020). *AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS JURÍDICOS, SECTOR PÚBLICO CON ÉNFASIS EN GESTIÓN PREDIAL. Bachelor's thesis, Escuela de Derecho y Ciencias Políticas*.

Nossa Calderón, J. A. (2017). *DESARROLLO DE UN APLICATIVO SOBRE DISPOSITIVOS MÓVILES PARA REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE RECONOCIMIENTO PREDIAL URBANO COMO PARTE DE LA ACTUALIZACIÓN CATASTRAL*. 2017: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Un libro libre de Víctor Olaya.

Rodríguez Sabogal, L. V. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE UN APLICATIVO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA DOCUMENTACIÓN PREDIAL DEL PROYECTO "CRUCE DE LA CORDILLERA CENTRAL"*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Sánchez, C. (7 de Febrero de 2020). *Gestión predial, más allá de la compra de terrenos*. Obtenido de Instituto de Estudios Urbanos - IEU: <http://ieu.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/gestion-predial-mas-alla-de-la-compra-de-predios#:~:text=%E2%80%9CEste%20estudio%20es%20importante%20porque,en%20t%C3%A9rminos%20f%C3%ADsicos%20y%20fiscales>.

## 11. Anexos

### Anexo 1: Diccionario de datos

#### Feature Data Set Proyecto K5

*Tabla 3. Entidad Predios\_K5*

*Fuente: Elaboración propia*

| Nombre Entidad: Predios_K5                                                               |              |        |                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción Entidad: Información relevante de los predios involucrados en el proyecto K5 |              |        |                                                                                                 |
| Campo                                                                                    | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                                                                     |
| UsuarioCreacion_K5                                                                       | String       | 50     | Usuario creador de la entidad                                                                   |
| UsuarioModifica_K5                                                                       | String       | 50     | Usuario modificador de la entidad                                                               |
| CedulaCatastral_K5                                                                       | Integer      | 30     | Cédula catastral del predio                                                                     |
| CirculoRegistral_K5                                                                      | String       | 50     | Código que identifica el lugar de registro de la oficina de instrumentos públicos de una región |
| Direccion_K5                                                                             | String       | 50     | Dirección que IGAC le asignó al predio                                                          |
| EstadoFMI_K5                                                                             | String       | 50     | Estado del Folio de Matricula Inmobiliaria                                                      |

|                          |        |     |                                                    |
|--------------------------|--------|-----|----------------------------------------------------|
| FMI_K5                   | String | 50  | Código de Folio de Matricula Inmobiliaria          |
| FolioMatriculaAntiguo_K5 | String | 50  | Folio de la matricula Antiguo del predio           |
| MatriculaDerivada_K5     | String | 50  | Matricula que se deriva de un nuevo Folio          |
| MatriculaMatriz_K5       | String | 50  | Folio inicial con el que se identificó el predio   |
| MunicipioPredio_K5       | String | 50  | Municipio donde se encuentra el predio             |
| NumeroPredio_K5          | String | 50  | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio     |
| Observaciones_K5         | String | 100 | Observaciones acerca del predio                    |
| Tenente_K5               | String | 50  | Propietario catastro                               |
| Tenencia_K5              | String | 50  | Tipo de tenencia                                   |
| Estado_K5                | String | 50  | Estado de negociación del predio                   |
| Objetivo_compra_K5       | String | 50  | Objetivo por el cual se compró el predio           |
| Fecha_apertura_K5        | String | 50  | Fecha en la que se dio apertura al predio (D/M/A)  |
| Area_predio_K5           | Double | 10  | Área total del predio                              |
| Area_caliza_K5           | Double | 10  | Área caliza dentro del predio                      |
| Tonelada_material        | Double | 10  | Toneladas de material por cada hectárea del predio |
| Valor_Ha_negociada       | Double | 10  | Valor negociado por hectárea de terreno            |
| Valor_total_negociado    | Double | 10  | Valor de la totalidad de la venta                  |
| Valor_tonelada           | Double | 10  | Valor de la tonelada en el predio                  |

*Tabla 4. Entidad Linea\_banda*

*Fuente: Elaboración propia*

| <b>Nombre Entidad:</b> Linea_banda                                                                                        |              |        |                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------|
| <b>Descripción Entidad:</b> Información relevante de la banda transportadora de material que va hacia la cantera de ARGOS |              |        |                                                       |
| Campo                                                                                                                     | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                           |
| Longitud_tramo                                                                                                            | Double       | 10     | Longitud del tramo de la banda que pasa por el predio |
| NumeroPredio_LB                                                                                                           | String       | 50     | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio        |

Tabla 5. Entidad Area\_caliza

Fuente: Elaboración propia

| Nombre Entidad: Area_caliza                                                                          |              |        |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|------------------------------------------------|
| Descripción Entidad: Área caliza presente en los predios adquiridos y en negociación del proyecto K5 |              |        |                                                |
| Campo                                                                                                | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                    |
| Numero_Predio_AC                                                                                     | String       | 50     | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio |
| Area_implicada                                                                                       | Double       | 10     | Área caliza existente en el predio             |

Tabla 6. Entidad Terraje

Fuente: Elaboración propia

| Nombre Entidad: Terraje                                                                |              |        |                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|------------------------------------------------|
| Descripción Entidad: Información relevante de los predios que se encuentran en terraje |              |        |                                                |
| Campo                                                                                  | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                    |
| Numero_Predio_TR                                                                       | String       | 50     | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio |
| Tipo_negociación_TR                                                                    | String       | 50     | Tipo de negociación del predio                 |
| Observaciones_TR                                                                       | String       | 100    | Observaciones del predio en terraje            |

## Feature Dataset Proyecto Saneamiento Predial

Tabla 7. Entidad Predios\_catastro

Fuente: Elaboración propia

| Nombre Entidad: Predios_catastro                                                                        |              |        |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción Entidad: Información relevante de los predios en posesión de ARGOS, levantados por catastro |              |        |                                                                                                 |
| Campo                                                                                                   | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                                                                     |
| FechaCreacion_C                                                                                         | Date         | 30     | Fecha en la que se crea la entidad (D/M/A)                                                      |
| FechaModificacion_C                                                                                     | Date         | 30     | Fecha en la que se modifica la entidad (D/M/A)                                                  |
| CedulaCatastral_C                                                                                       | String       | 30     | Cédula catastral del predio                                                                     |
| CirculoRegistral_C                                                                                      | String       | 20     | Código que identifica el lugar de registro de la oficina de instrumentos públicos de una región |

|                         |        |     |                                                   |
|-------------------------|--------|-----|---------------------------------------------------|
| Corregimiento_C         | String | 20  | Corregimiento donde se encuentra el predio        |
| Direccion_C             | String | 20  | Dirección que IGAC le asignó al predio            |
| EstadoFMI_C             | String | 20  | Estado del Folio de Matricula Inmobiliaria        |
| FechaApertura_C         | Date   | 30  | Fecha en la que se dio apertura al predio (D/M/A) |
| FMI_C                   | String | 30  | Código de Folio de Matricula Inmobiliaria         |
| FolioMatriculaAntiguo_C | String | 30  | Folio de la matricula Antiguo del predio          |
| MatriculaDerivada_C     | String | 30  | Matricula que se deriva de un nuevo Folio         |
| MatriculaMatriz_C       | String | 30  | Folio inicial con el que se identificó el predio  |
| MunicipioPredio_C       | String | 30  | Municipio donde se encuentra el predio            |
| Numero_Predio_C         | String | 50  | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio    |
| Observaciones_C         | String | 255 | Observaciones acerca del predio                   |
| Vereda_C                | String | 30  | Vereda donde se encuentra el predio               |

*Tabla 8. Entidad Predios\_fisicos*

*Fuente: Elaboración propia*

| Nombre Entidad: Predios_fisicos                                                                                              |              |        |                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción Entidad: Información relevante de los predios en posesión de ARGOS, levantados por la empresa Evolution SC S.A.S |              |        |                                                                                                 |
| Campo                                                                                                                        | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                                                                     |
| FechaCreacion_F                                                                                                              | Date         | 30     | Fecha en la que se crea la entidad (D/M/A)                                                      |
| FechaModificacion_F                                                                                                          | Date         | 30     | Fecha en la que se modifica la entidad (D/M/A)                                                  |
| CedulaCatastral_F                                                                                                            | String       | 30     | Cédula catastral del predio                                                                     |
| CirculoRegistral_F                                                                                                           | String       | 20     | Código que identifica el lugar de registro de la oficina de instrumentos públicos de una región |
| Corregimiento_F                                                                                                              | String       | 20     | Corregimiento donde se encuentra el predio                                                      |
| Direccion_F                                                                                                                  | String       | 20     | Dirección que IGAC le asignó al predio                                                          |
| EstadoFMI_F                                                                                                                  | String       | 20     | Estado del Folio de Matricula Inmobiliaria                                                      |
| FechaApertura_F                                                                                                              | Date         | 30     | Fecha en la que se dio apertura al predio (D/M/A)                                               |
| FMI_F                                                                                                                        | String       | 30     | Código de Folio de Matricula Inmobiliaria                                                       |

|                         |        |     |                                                  |
|-------------------------|--------|-----|--------------------------------------------------|
| FolioMatriculaAntiguo_F | String | 30  | Folio de la matricula Antiguo del predio         |
| MatriculaDerivada_F     | String | 30  | Matricula que se deriva de un nuevo Folio        |
| MatriculaMatriz_F       | String | 30  | Folio inicial con el que se identificó el predio |
| MunicipioPredio_F       | String | 30  | Municipio donde se encuentra el predio           |
| Numero_Predio_F         | String | 50  | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio   |
| Observaciones_F         | String | 255 | Observaciones acerca del predio                  |
| Vereda_F                | String | 30  | Vereda donde se encuentra el predio              |

*Tabla 9. Entidad Predios\_juridicos*

*Fuente: Elaboración propia*

| <b>Nombre Entidad:</b> Predios_juridicos                                                                         |              |        |                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descripción Entidad:</b> Información relevante del levantamiento jurídico de los predios en posesión de ARGOS |              |        |                                                                                                 |
| Campo                                                                                                            | Tipo de dato | Tamaño | Descripción                                                                                     |
| FechaCreacion_J                                                                                                  | Date         | 30     | Fecha en la que se crea la entidad (D/M/A)                                                      |
| FechaModificacion_J                                                                                              | Date         | 30     | Fecha en la que se modifica la entidad (D/M/A)                                                  |
| CedulaCatastral_J                                                                                                | String       | 30     | Cédula catastral del predio                                                                     |
| CirculoRegistral_J                                                                                               | String       | 20     | Código que identifica el lugar de registro de la oficina de instrumentos públicos de una región |
| Corregimiento_J                                                                                                  | String       | 20     | Corregimiento donde se encuentra el predio                                                      |
| Direccion_J                                                                                                      | String       | 20     | Dirección que IGAC le asignó al predio                                                          |
| EstadoFMI_J                                                                                                      | String       | 20     | Estado del Folio de Matricula Inmobiliaria                                                      |
| FechaApertura_J                                                                                                  | Date         | 30     | Fecha en la que se dio apertura al predio (D/M/A)                                               |
| FMI_J                                                                                                            | String       | 30     | Código de Folio de Matricula Inmobiliaria                                                       |
| FolioMatriculaAntiguo_J                                                                                          | String       | 30     | Folio de la matricula Antiguo del predio                                                        |
| MatriculaDerivada_J                                                                                              | String       | 30     | Matricula que se deriva de un nuevo Folio                                                       |
| MatriculaMatriz_J                                                                                                | String       | 30     | Folio inicial con el que se identificó el predio                                                |
| MunicipioPredio_J                                                                                                | String       | 30     | Municipio donde se encuentra el predio                                                          |
| Numero_Predio_J                                                                                                  | String       | 50     | Código alfanumérico que asigna ARGOS al predio                                                  |

|                 |        |     |                                     |
|-----------------|--------|-----|-------------------------------------|
| Observaciones_J | String | 255 | Observaciones acerca del predio     |
| Vereda_J        | String | 30  | Vereda donde se encuentra el predio |