



Universidad de Caldas



**Informe De Práctica Académica:**  
**Aplicación De Los Estándares Nacionales En La Base De Datos Cartográfica De**  
**CORPOCALDAS.**

Angie Tatiana Bolaños Solarte

Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Programa de Geología  
Manizales, Colombia

2022



Universidad de Caldas



**Informe De Práctica Académica:**  
**Aplicación De Los Estándares Nacionales En La Base De Datos Cartográfica De**  
**CORPOCALDAS.**

Angie Tatiana Bolaños Solarte

Trabajo de Grado en modalidad Práctica Académica, para optar al título de:

**GEÓLOGA**

Asesor Académico

Diego Alberto Arango Arcila

Universidad de Caldas

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Programa de Geología

Manizales, Colombia

2022



Universidad de Caldas



## **Agradecimientos**

Los finales sólo significan algo gracias al recorrido y en cada paso que di hasta llegar aquí, tuve el apoyo incondicional de familiares, amigos y personas que han hecho de esta etapa, algo que llevaré por siempre arraigado en mí.

Gracias a Dios, a mis padres, a mi hermano y a los amigos que tuve la suerte de encontrar.

Gracias a CORPOCALDAS, a mi tutora Liane Gamboa, a las personas hermosas del SIAR y al profesor Diego Arango, por permitirme culminar con broche de oro mi vida universitaria.

La Geología me enseñó a amar la naturaleza y su complejidad y quiero dedicar mi vida a honrar todos los aprendizajes que la Universidad de Caldas me brindó.

Finalmente, quiero decirle a la adolescente de 17 años que tomó la decisión de salir de su hogar para trazar su propio camino, que lo logró y que hoy una versión suya de 23, le agradece por atreverse a hacerlo.

Estoy orgullosa de la mujer que soy y de todo lo que he logrado.



Universidad de Caldas



**Nota de Aprobación:**

**APROBADO**

---

---

---

**Diego Alberto Arango Arcila**

Asesor Académico Universidad de Caldas

Manizales, Julio 2022



Universidad de Caldas



## Resumen

Los Estándares Cartográficos Nacionales surgen para suplir la necesidad de homogeneizar la información cartográfica del territorio colombiano. Es por eso que la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, atendiendo al llamado de los diferentes entes encargados de la gestión cartográfica en Colombia, como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a través de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), decidió a través del presente proyecto, iniciar con la actualización de sus productos cartográficos, por medio de la aplicación de ciertos lineamientos requeridos para su posterior migración al Portal Nacional de Datos Abiertos.

Dichos parámetros son: la generación de metadatos de respaldo para la cartografía priorizada de su base de datos, aplicando la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales de la ANLA, con la cual se generaron 119 metadatos; la proyección de su cartografía al nuevo sistema CTM12, gracias a lo cual se migraron 47 GDB y, por último, la digitalización de tramos de drenajes de la Red de Calidad del Recurso Hídrico para el Departamento de Caldas según la Resolución 239 de 2007, que se implementó para 23 Municipios y culminó con la generación de un único archivo que los contiene a todos.



## Tabla de Contenido

Introducción .....	11
Objetivos .....	12
Objetivo General .....	12
Objetivos Específicos.....	12
Marco Teórico.....	13
Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE .....	13
Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.....	14
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA .....	14
Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS .....	15
Estándares Cartográficos Nacionales.....	15
Datos Abiertos .....	16
Metadatos .....	17
Sistemas de Información Geográfica – SIG.....	18
Georreferenciación.....	19
Sistemas de Referencia de Coordenadas.....	22
Proyección Cartográfica para Colombia: Origen Nacional – CTM12.....	25
Calidad del Agua.....	28
Desarrollo de la Práctica .....	32
Estructuración de metadatos para la información cartográfica de CORPOCALDAS..	32
Proyección de la cartografía de CORPOCALDAS al nuevo sistema CTM12 .....	40
Digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas.....	42



Universidad de Caldas



Resultados.....	48
Estructuración de metadatos para la información cartográfica de CORPOCALDAS..	48
Proyección de la cartografía de CORPOCALDAS al nuevo sistema CTM12 .....	48
Digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas.....	48
Conclusiones.....	50
Recomendaciones .....	51
Referencias.....	52



Universidad de Caldas



### **Lista de tablas**

Tabla 1. Criterios de calidad para los usos del recurso hídrico en Caldas.....	29
Tabla 2. Objetivos de calidad según su uso, para los cuerpos de agua receptores de vertimientos.....	30
Tabla 3. Objetivos de calidad del agua definidos para la Quebrada Poré, Municipio de Aguadas.....	43



## Lista de figuras

Figura 1 Elipsoide de referencia utilizado en Colombia GRS 80.....	20
Figura 2 Representación de la Proyección Transversa Mercator Secante .....	24
Figura 3 Localización del Origen Central definido para Colombia en la Proyección CTM12.....	27
Figura 4 Sección Identificación de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .	33
Figura 5 Sección Calidad de los datos de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .....	34
Figura 6 Sección Representación Espacial de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .....	35
Figura 7 Sección Referencia Espacial de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .....	36
Figura 8 Sección Referencia del metadato de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .....	37
Figura 9 Sección Catálogo de símbolos de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .....	37
Figura 10 Sección Distribución de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .	38
Figura 11 Sección Citación de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA.....	39
Figura 12 Sección Contacto de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA.....	39
Figura 13 Sección Información de la fecha de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA .....	40



Universidad de Caldas



Figura 14 Sistema de proyección para migración de coordenadas Colombia Bogota Zone a CTM12 .....	41
Figura 15 Selección de la Quebrada Poré del Municipio de Aguadas.....	44
Figura 16 Segmentación de la Quebrada Poré, según los objetivos de calidad definidos	45
Figura 17 Fragmento de la Tabla de atributos de la Quebrada Poré.....	46
Figura 18 Red de Calidad del Recurso Hídrico del Departamento de Caldas .....	47



## Introducción

Siendo la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS, una entidad pública, tiene como labor disponer su información al alcance de los usuarios que la soliciten. Para ello, se vale de la implementación de Estándares Nacionales con el fin de homogeneizar su base de datos cartográfica, lo cual le permite al público acceder a productos de calidad, alineados bajo un marco normativo nacional e internacional.

Por otro lado, uno de los objetivos de la Corporación al actualizar los parámetros bajo los cuales produce su información geográfica, es el cumplir con lo dispuesto por el Gobierno Nacional, a través de entidades como la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE, con el fin de ingresar sus productos cartográficos en el Portal Nacional de Datos Abiertos, el cual permite a los ciudadanos y entidades públicas o privadas, tener siempre información estandarizada, de calidad y al alcance de todos.

Con el fin de aportar en la implementación de los lineamientos cartográficos requeridos por el Gobierno Nacional, se construyó el presente informe como soporte a lo realizado en la práctica académica llevada a cabo en CORPOCALDAS, en el lapso de febrero a junio de 2022. La cual tuvo tres (3) enfoques principales: en primer lugar, la elaboración de metadatos de respaldo para la información priorizada de la Corporación, empleando la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales de la ANLA; en segundo lugar, se proyectó la base de datos cartográfica, al nuevo sistema CTM12 y, por último, se digitalizaron tramos de drenajes de la Red de Calidad del Agua para el Departamento de Caldas con base en la Resolución 239 de 2007.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Aplicar los Estándares Nacionales en la Base de Datos Cartográfica de CORPOCALDAS.

### **Objetivos Específicos**

#### ***Objetivo 1.***

Aprender y aplicar los Estándares Nacionales de Gestión Cartográfica estipulados en la Resolución 471 del 14 de mayo de 2020 y la posterior Resolución 529 del 05 de junio de 2020, emitidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

#### ***Objetivo 2.***

Aprender y aplicar los Estándares Nacionales de Gestión Cartográfica estipulados en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

#### ***Objetivo 3.***

Aplicar herramientas de edición y digitalización cartográficas, para complementar la cartografía de CORPOCALDAS.



## Marco Teórico

Con el objetivo de contextualizar al lector, se describirán a continuación, algunos términos de referencia que serán empleados en el desarrollo del trabajo:

### **Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE**

La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) es un instrumento gubernamental dirigido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), que tiene como función el administrar la información geográfica del país y garantizar, por medio de políticas, estándares y estrategias alineadas en un marco nacional e internacional, su desarrollo, acceso, uso y calidad. Esto con el fin de convertirse en una herramienta que permita la articulación de los datos de diferentes instituciones públicas, por medio de su homogeneización (IGAC, 2021).

Uno de los objetivos de la ICDE es apuntar hacia una política de datos abiertos, que permita el acceso de los ciudadanos a información geoespacial de calidad; la cual está proyectada a servir como apoyo al conocimiento, desarrollo y crecimiento territorial. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2021), la estandarización de estos datos es fundamental debido a que contemplan las características tanto económicas, como ambientales, inmobiliarias, físicas y sociales del país, lo que facilita la toma de decisiones a los diferentes entes encargados.

Así pues, bajo los parámetros dispuestos por la ICDE se formularon tanto el nuevo Sistema de Georreferenciación que se maneja actualmente en Colombia, denominado CTM12 u Origen Nacional como la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los



Estudios Ambientales, que se emplea como soporte a la información geográfica del país y que fue planteada a través de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

### **Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC**

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) es un ente gubernamental cuya Misión consiste en generar, administrar y suministrar la información geográfica, geodésica, catastral, agrológica, cartográfica y de tecnologías espaciales del territorio colombiano. Por otro lado, el IGAC es el ente encargado de dirigir la Infraestructura Colombiana de Datos Abiertos – ICDE (IGAC, s.f.a).

### **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA**

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), es la entidad que se encarga de garantizar y velar porque las actividades, proyectos u obras que requieran licencias, permisos o algún tipo de trámite ambiental, estén enmarcadas dentro de la ley ambiental colombiana, aportando así al desarrollo sostenible del territorio (ANLA, s.f.).

Con el fin de facilitar la administración y mejorar la eficiencia en los procesos del manejo de la información que es entregada ante la ANLA, esta Autoridad modificó tanto el Perfil Colombiano de Metadatos, como el Decreto 2609 de 2012, con el objetivo de crear la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales; esto dentro del marco de los lineamientos propuestos por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) por medio del Perfil Nacional de Metadatos y La Norma NTC-4611 en su segunda versión; el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las



Universidad de Caldas



Comunicaciones (MINTIC); el Archivo General de la Nación Jorge Palacios Preciado (AGN) y la Resolución 2182 de 2016 (ANLA, 2020).

### **Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS**

La Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS), es una entidad corporativa pública cuya jurisdicción radica en el Departamento de Caldas. Goza de autonomía tanto financiera como administrativa, posee su propio patrimonio y personería jurídica. Su objetivo es administrar el medio ambiente y velar por el uso y conservación racional de los recursos naturales, así como también, por el desarrollo sostenible según las leyes y políticas dispuestas por el Ministerio de Ambiente (CORPOCALDAS, s.f.).

### **Estándares Cartográficos Nacionales**

Según el IGAC (s.f.b), un estándar cartográfico es un parámetro técnico utilizado como guía o base para homogeneizar la información geográfica y así facilitar su intercambio, uso e interoperabilidad. Estos lineamientos deben asegurar que los datos sean de calidad, de manera que sean comprensibles y aplicables por los diferentes entes que componen un sector específico y, por lo tanto, se deben ajustar a sus necesidades y procesos productivos.

La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), es la entidad encargada en el país de cumplir con el objetivo de proponer y promover los diferentes estándares que se aplican sobre la información geográfica. Estos se deben encontrar enmarcados dentro de unos parámetros nacionales e internacionales como las Normas Técnicas Colombianas (NTC) o los dispuestos por la International Organization for



Standardization (ISO) y tienen como fin, el permitir de forma más certera la socialización e integración de datos espaciales y no espaciales que hagan parte de la cartografía básica generada por las instituciones (Aldana, 2008).

En Colombia existen ciertas normas técnicas que se aplica en la producción de cartografía básica. Entre ellas, están las determinadas por el IGAC a través de la Resolución 658 de mayo de 2022, en donde se proponen estándares para la homogeneización de la información geográfica, como lo es la implantación de unos parámetros mínimos de calidad, entre los que están los definidos para la creación de metadatos institucionales, que a su vez se rigen por la Resolución 2182 de 2016 en la cual se basa la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales, generada por la ANLA. Así mismo a través de las Resoluciones 471 y 529 de 2020 se propone un nuevo Sistema de proyección cartográfico denominado Origen Nacional o CTM12, con el que se pretende dar un marco de referencia único a la producción cartográfica de Colombia (IGAC, s.f.c).

### **Datos Abiertos**

Los datos abiertos en Colombia están definidos por la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública Nacional (Ley 1712 de 2014). Estos son importantes porque posibilitan el libre acceso y uso de los datos oficiales. En Colombia esta iniciativa se lleva a cabo mediante la creación del Portal de Datos Abiertos del Estado Colombiano, al que se accede visitando el sitio: [www.datos.gov.co](http://www.datos.gov.co) y cuyo objetivo es que las diferentes



instituciones publiquen sus datos y que los usuarios de distintos niveles puedan consultarlos y utilizarlos sin restricciones.

Los datos que se publican en el Portal de Datos Abiertos deben pasar por varios estándares de calidad antes de ser divulgados en este. Un ejemplo, son los Lineamientos técnicos para la producción y Gestión de información geográfica, los cuales pretenden homogeneizar bajo ciertos criterios, los datos geoespaciales proporcionados por las diferentes entidades públicas, como es el caso de CORPOCALDAS; que con el propósito de cumplir con estas políticas, se encaminó en el proceso de estandarización de su información ambiental, empleando como soporte de la misma, la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales, así como también, puso en marcha la migración de la proyección de su cartografía al nuevo sistema unificado de coordenadas CTM12.

### **Metadatos**

Los metadatos contienen la información de respaldo de los datos geográficos. En otras palabras, “son los datos sobre los datos”. Gracias a los metadatos es posible recopilar referencias sobre los productos cartográficos como su autor, características, atributos, contenido, etc. (Méndez, 2006).

En Colombia, la ICDE es la encargada de establecer los perfiles de metadatos, recopilarlos y ponerlos a disposición del público por medio del Perfil Nacional de Metadatos y el Portal Nacional de Datos Abiertos (IGAC, 2021).

Para el caso de la cartografía ambiental que maneja CORPOCALDAS, se comenzó la implementación de la Plantilla Institucional de Metadatos Para La



Universidad de Caldas



Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales, propuesta por la ANLA mediante la Resolución 2182 de 2016, la cual fue creada con el fin de homogeneizar la información de los metadatos de las entidades públicas o que generan cartografía ambiental oficial.

### **Sistemas de Información Geográfica – SIG**

Según el Ministerio de Educación Nacional (s.f.) los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son herramientas tecnológicas e informáticas por medio de las cuales es posible visualizar, manipular, analizar, producir y administrar la información geográfica, para facilitar el análisis y la toma de decisiones en diversos ámbitos enfocados en la gestión, planificación, investigación, etc. Los SIG combinan elementos como software, hardware y datos geoespaciales con el fin de generar una representación cartográfica, que pueda ser usada para dar solución a problemáticas de planificación territorial, investigación, gestión del riesgo, usos del suelo, manejo de recursos, etc.

En el caso de este proyecto, se utilizaron los SIG con el fin de permitir la manipulación de diferentes productos cartográficos de CORPOCALDAS, a los que se les implementaron los Estándares Cartográficos Nacionales como la migración de su sistema de coordenadas al Origen Único Nacional y la incorporación de sus respectivos metadatos con el fin de ser publicados en el Portal de Datos Abiertos del Estado Colombiano; por otro lado, se realizó la digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas, teniendo en cuenta lo planteado en la Resolución 239 de 2007 emitida por CORPOCALDAS.



## Georreferenciación

La georreferenciación puede definirse como el método matemático que permite enlazar la posición de un objeto o superficie localizado en un plano, con su posición análoga en la superficie del planeta. Esta ubicación está determinada con respecto a un sistema de referencia, como los denominados *elipsoides de referencia* y los *datum*. Estos sistemas se emplean debido a que la superficie de la Tierra es irregular y de esta manera se corrige o disminuye la ambigüedad en las mediciones (Fallas, 2008).

También puede entenderse la georreferenciación, como la aplicación de un sistema de coordenadas para otorgar una localización en el espacio, a una entidad cartográfica. Los elementos representados en un mapa tienen tanto una ubicación como una extensión y área definidas, las cuales facilitan su posición en la superficie terrestre (ESRI, s.f.a).

A continuación, se describirá más detalladamente lo que son los elipsoides y datum de referencia:

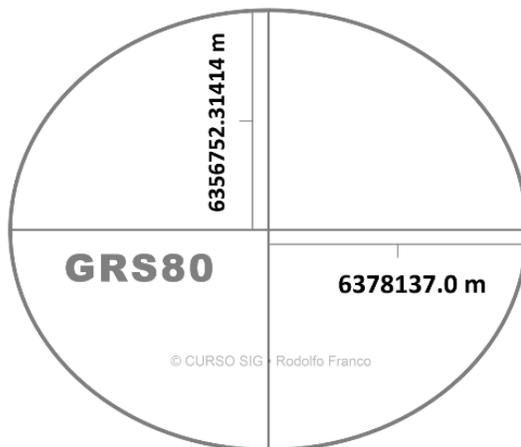
### ***Elipsoides de referencia***

Los esferoides o elipsoides de revolución se proponen como una simplificación del modelo de *Geoide*, ya que este debido a su deformación, no se puede expresar matemáticamente. Los elipsoides tienen una forma que se aproxima más a la de la Tierra, aclarando que esta no es completamente esférica gracias al achatamiento de sus polos. Los esferoides se producen debido a la rotación de una elipse sobre uno de sus ejes (el menor). A lo largo del tiempo, se han calculado diferentes valores para las dimensiones del esferoide y según las necesidades de cada región se emplean los que mejor se ajusten

a sus características específicas. En Colombia, por ejemplo, se utiliza el Esferoide GRS80 desde el año 2005, sus medidas se observan en la Figura 1 (Franco, 2020a).

### Figura 1

*Elipsoide de referencia utilizado en Colombia: GRS80*



*Nota.* Dimensiones del Elipsoide de referencia GRS80: Semiejes menor (6356752,31414m) y mayor (6378137m). Franco, R. (2020a). *Esferoides y Datums*.

MIXDR. Recuperado en junio de 2022 de

<https://mixdyr.wordpress.com/2020/07/21/esferoides-y-datums>

### *Datum Geodésico*

Un datum es un sistema de referencia espacial que se define a partir de un esferoide de referencia. Sobre un datum, se puede establecer un sistema de coordenadas e incluir variaciones de la elevación regional, que no son tenidas en cuenta en el elipsoide, pues este último genera una superficie totalmente lisa debido a su rotación. Un datum geodésico puede definirse mediante la determinación de un punto de origen y un elipsoide de referencia. El punto de origen es precisamente, un punto en la superficie del



Universidad de Caldas



esferoide, asociado a una localización en la superficie terrestre, cuyas coordenadas se mantienen fijas, lo que lo convierte en una localización referente, para que todas las mediciones sean calculadas con base en él (ESRI, s.f.b).

En cuanto a su clasificación, existen *datums locales*, que son aquellos en donde el elipsoide de referencia se alinea con el fin de que coincida con la superficie terrestre, en un área específica. En estos datums, el centro del elipsoide de referencia no coincide con el terrestre, sino que está desfasado con respecto a este, dependiendo de la región en la cual vaya a ser empleado, como es el caso del Datum Bogotá. Por otro lado, están los *datums geocéntricos*, los cuales usan el centro de masa terrestre como punto de origen y se emplean como marco de referencia para realizar mediciones a nivel global; también, cabe recalcar que los datums geocéntricos utilizan información obtenida a partir de datos satelitales (ESRI, s.f.b). Finalmente, está el *datum vertical*, que es el empleado como referencia para localizaciones verticales, por lo general se emplea el nivel medio del mar, con el objetivo de calcular las alturas de los objetos en la superficie terrestre.

Colombia empezó a utilizar el *Datum MAGNA-SIRGAS* como su Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, mediante la resolución IGAC 068 de enero de 2005. Su Esferoide de referencia es el *GRS80*, teniendo como punto de origen el localizado en: 4,0°N; 73,0°W. El Marco de Referencia Internacional Terrestre es el *ITRF2014* época de referencia 2018.0, acoplado bajo la resolución IGAC 715 del 8 de junio de 2018. En cuanto al datum vertical, en Colombia se utiliza el *Datum Buenaventura*, que utiliza el nivel medio del mar de Buenaventura como referencia para calcular las alturas a nivel nacional (Franco, 2020a).



Universidad de Caldas



## **Sistemas de Referencia de Coordenadas**

Los Sistemas de Referencia de Coordenadas son aquellos a través de los cuales es posible definir e identificar mediante el uso de coordenadas, cualquier ubicación en la superficie terrestre. Existen varios tipos de Sistemas de Coordenadas, entre los cuales están: Sistema de Referencia de Coordenadas Geográficas y Sistema de Referencia de Coordenadas Proyectadas (Morales, s.f).

### ***Sistema de Referencia de Coordenadas Geográficas***

Un sistema de coordenadas geográficas, es aquel que permite localizar la ubicación de un punto en la superficie terrestre, mediante el uso de una superficie esférica de tres dimensiones y por medio de los parámetros de *Latitud*, que indica la separación en grados al norte o sur del Ecuador; *Longitud*, que representa la separación en grados al este o al oeste del Meridiano de Greenwich o Meridiano de Referencia y por último la *altura* (Franco, 2020b).

Globalmente, se utiliza el sistema de coordenadas geográficas *WGS 84* (World Geodetic System 84) cuyo elipsoide de referencia corresponde al WGS 1984. En Colombia, se emplea el sistema de coordenadas geográficas *MAGNA* (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia), asociadas al esferoide GRS80 (Franco, 2020b).

### ***Sistema de Referencia de Coordenadas Proyectadas***

En el sistema de referencia de coordenadas proyectadas, la localización de los puntos en la Tierra, se representan en una superficie plana o bidimensional, mediante el uso de una *proyección cartográfica*, que permite representar la posición de los objetos sobre un plano cartesiano y por esto se les denomina planas o proyectadas. A su vez, este



sistema se basa en el sistema de coordenadas geográficas, con la diferencia de que las coordenadas planas o proyectadas, se expresan por medio de las unidades lineales que se manejen en cada país (ESRI, s.f.a). El sistema de coordenadas planas que se utiliza en Colombia se denomina *CTM12* u *Origen Nacional*.

### **Proyección Cartográfica.**

Una proyección cartográfica es un procedimiento utilizado con el fin de representar mediante modelos matemáticos, la superficie curva terrestre sobre un plano. Existen varios tipos de proyección cartográfica y se clasifican según la superficie de representación, en cónica, cilíndrica o azimutal o según su aspecto en normales, transversas y oblicuas.

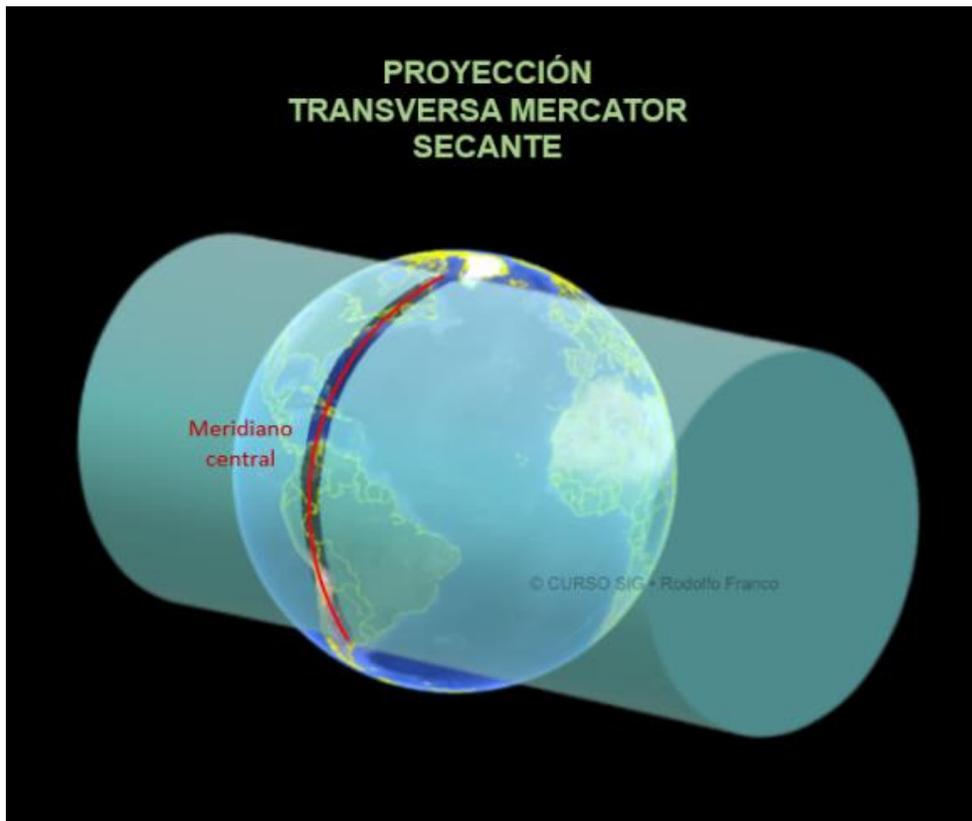
Otra clasificación de las proyecciones cartográficas, se da teniendo en cuenta sus propiedades geométricas. Es decir, si procuran conservar las distancias sin distorsiones se denominan equidistantes; equivalentes si mantienen su área y finalmente, conformes, si estas conservan sus formas (IGAC, 2020).

Según Fallas (2008), el objetivo de las proyecciones cartográficas es tratar de corregir al máximo el margen de distorsión, mostrando la posición adecuada de las líneas de longitud y latitud de la Tierra. Estas distorsiones ocurren al convertir la superficie tridimensional del planeta, en una bidimensional, es por eso que ninguna proyección es completamente perfecta, ya que es complejo eliminar del todo los errores geométricos que puedan ocurrir en el proceso. Así pues, las proyecciones cartográficas pueden ser entendidas como la reorganización de los paralelos y meridianos desde el Globo Terráqueo, hasta un mapa.

En Colombia se utiliza para trabajar con escalas pequeñas la Proyección Transversa de Mercator Secante, la cual es de tipo cilíndrica transversa secante y conforme, como se observa en la Figura 2 (Franco, 2020c).

## Figura 2

*Representación de la Proyección Transversa Mercator Secante*



*Nota.* La figura ilustra la representación de la Proyección Transversa Mercator Secante, la cual es utilizada en Colombia. Franco, R. (2020c). *Proyecciones Cartográficas*. MIXDR. Recuperado en junio de 2022 de <https://mixdyr.wordpress.com/2020/07/22/proyecciones/>

En el caso de la información que se trabaje en escalas con mayor detalle (más grandes), se aplica la Proyección Cartesiana, que también es de tipo conforme y utiliza



Universidad de Caldas



alturas con base en el nivel medio del mar. Esta proyección es usada en estudios topográficos o cartografía a nivel local (Franco, 2020c).

### **Proyección Cartográfica para Colombia: Origen Nacional – CTM12**

Con el fin de homogeneizar la representación cartográfica en Colombia, se creó una nueva proyección cartográfica caracterizada por tener un solo origen de coordenadas y que se denomina CTM12 u Origen Nacional, el cual sigue parámetros dispuestos por la ICDE y es adoptado por medio de la Resolución 471 de 2020 y la Resolución 529 de 2020.

Según el IGAC (2020), la implementación de este nuevo sistema permitirá el compendio de una sola base de datos de coordenadas planas para Colombia, también se evitarán los antiguos problemas de ambigüedad o de errores en los datos que surgían con el anterior sistema de seis (6) orígenes, lo que mejorará la calidad de la información. Por otro lado, facilitará el uso de escalas mayores en un rango de, por ejemplo, 1:1000 hasta 1:1.500.000 utilizando la misma proyección, lo que quiere decir que habrá mayor precisión de los datos. Finalmente, se plantea que el nuevo sistema permitirá consultas entre instituciones, así como también facilitará la continuidad territorial y su interoperabilidad, que es la meta de la homogeneización de datos, por medio de la aplicación de estándares cartográficos.

Este nuevo sistema debe ser implementado por las entidades públicas o del sector privado que generen, divulguen o trabajen con cartografía oficial, como es el caso de CORPOCALDAS.



Universidad de Caldas



A continuación, se describirán los parámetros de la proyección cartográfica CTM12, planteados en la propuesta de Salvini y Bolívar (2018):

***Marco de Referencia Geodésico:***

**Datum.**

El Sistema CTM12 se basa en el Datum MAGNA-SIRGAS

**Elipsoide de Referencia.**

El elipsoide de referencia asociado a este sistema es GRS80

**Proyección Cartográfica Oficial.**

Basada en la Proyección Transversa de Mercator Secante.

Se le denomina CTM12 a esta proyección, gracias a que está basada en la proyección UTM y que, además, emplea una banda de longitud de 12° que cubre el país y se distribuye 6° al este y oeste del meridiano central.

**Unidades.**

Las unidades del sistema CTM12 corresponden a Metros (m).

**Código EPSG.**

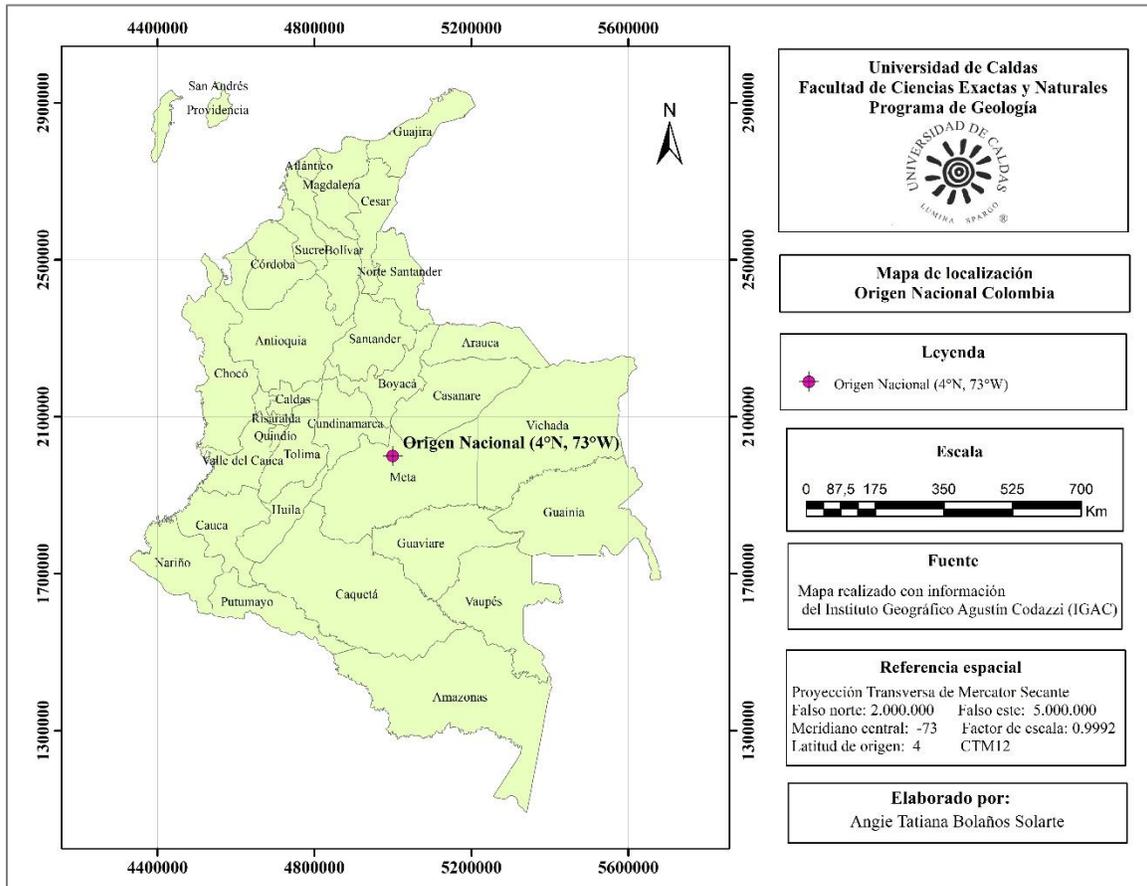
Código EPSG: 9377

**Punto de Origen.**

La *Latitud de Origen* corresponde al valor 4° N y la *Longitud de origen* a 73° W como se observa en la Figura 3.

**Figura 3**

*Localización del Origen Central definido para Colombia en la Proyección CTM12*



*Nota.* La figura ilustra la localización del Origen Central definido para Colombia.

**Falso Norte y Falso Este.**

Estos valores se aplican en las coordenadas de origen con el fin de asegurar el que sean positivas y así poder hacer una diferenciación entre las coordenadas norte y este. Así pues, el valor para el *Falso Norte* corresponde a 2.000.000 y para el *Falso Este* 5.000.000



Universidad de Caldas



### **Factor de Escala (k).**

Para determinar el factor de escala adecuado que se ajuste al meridiano central, se requiere que éste reduzca al máximo las distorsiones tanto positivas como negativas que pueda provocar la proyección. Por medio de un procedimiento matemático en el que se consideraron aspectos como la ponderación de los pesos de densidad poblacional provistos por el DANE, se definió el factor de escala (k), como  $k = 0.9992$ .

### ***Transformación Geográfica.***

En el caso de que se desee proyectar un sistema de coordenadas a otro, se usan las transformaciones geográficas. El objetivo de las transformaciones es migrar datos entre diferentes sistemas de coordenadas geográficas o verticales, con el objetivo de asegurar el correcto alineamiento de la información. Las transformaciones se emplean sólo si los sistemas de coordenadas geográficas no coinciden. Es decir, que cuando las capas tienen un sistema de coordenadas proyectadas diferente al del mapa, pero el sistema de coordenadas geográficas base de ambos es el mismo, no se utilizan las transformaciones (ESRI, s.f.c).

### **Calidad del Agua**

Según Sierra (2011), la calidad del agua puede entenderse como los parámetros que contienen una serie de especificaciones sobre la concentración, aspectos físicos y químicos y demás, de sustancias inorgánicas y orgánicas y del estado de los seres vivos presentes en un cuerpo de agua.



Universidad de Caldas



La calidad del agua se determina con respecto a los objetivos de uso del recurso hídrico, empleando una serie de criterios definidos que permitan determinar si es apta para cumplir dichos objetivos.

CORPOCALDAS, por medio de la Resolución 239 de 2007 fijó una serie de criterios de calidad para los usos del recurso hídrico en Caldas ilustrados en la Tabla 1 y objetivos de calidad según su uso, para los cuerpos de agua receptores de vertimientos, aplicados en ciertos municipios del Departamento de Caldas, ilustrados en la Tabla 2. Lo anterior, con el fin de crear una Red Hídrica Departamental de Calidad del Agua.

**Tabla 1**

*Criterios de calidad para los usos del recurso hídrico en el Departamento de Caldas*

Parámetro	Consumo Humano Y Doméstico Con Tratamiento Convencional	Consumo Humano Y Doméstico Con Desinfección	Uso Agrícola No Restringido	Uso Agrícola Restringido
	UCHTC	UCHD	UANR	UAR
	Valor Límite	Valor Límite	Valor Límite	Valor Límite
pH (unidades)	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	4,5 - 9,0
OD (mg/l)	(>50% SAT)	(>70% SAT)	> 4	> 4
Conductividad (µS/cm)	≤ 1000	≤ 1000	< 700	700 - 3000
DQO (mg/l)	< 30	< 30	-	-
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	< 5,0	< 3,0	< 20,0	< 20,0
Nitrogeno Total (mg N/l)	≤ 2,0	≤ 1,0	< 5,0	< 5,0
SST (mg/l)	≤ 500	≤ 500	< 50	< 50
ST (mg/l)	≤ 1000	≤ 1000	-	-
Turbiedad (UNT)	≤ 100	≤ 40	40 - 100	40 - 100
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	≤ 2,00E+03	-	< 1,00E+03	-
Coliformes Totales (NMP/100ml)	≤ 2,00E+04	≤ 1,00E+03	< 5,00E+03	-



Universidad de Caldas



Color real (unidades Pt/Co)	< 75	< 20	-	-
Detergentes (S.A.A.M.) (mg/l)	< 0,5	< 0,5	-	-
Material flotante y espumas	ausente	ausente	ausente	ausente
Sustancias de interés sanitario	ausente	ausente	-	-

*Nota.* Resolución 239 de 2007 [Corporación Autónoma Regional de Caldas]. Por medio de la cual se establecen los criterios y los objetivos de calidad del recurso hídrico en los Municipios de Aranzazu, Risaralda, San José, Filadelfia, Belalcázar, Viterbo, Anserma, Salamina, Supía, Riosucio, La Merced, La Dorada, Marmato, Marulanda, Manzanares, Neira, Pácora, Marquetalia, Aguadas, Pensilvania, Victoria, Samaná y Norcasia en jurisdicción del Departamento de Caldas. 24 de mayo de 2007.

**Tabla 2**

*Objetivos de calidad según su uso, para los cuerpos de agua receptores de vertimientos*

Parámetro	Uso Pecuario	Uso Recreación (contacto primario)	Uso Recreación (contacto secundario)	Preservación de flora y fauna	Uso Estético
	UP	URCP	URCS	UPFF	UE
	Valor Límite	Valor Límite	Valor Límite	Valor Límite	Valor Límite
pH (unidades)	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	6,5 - 9,0	6,0 - 9,0
OD (mg/l)	> 4	(70% SAT)	(70% SAT)	> 5	> 2
Conductividad (µS/cm)	500 - 5000	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	< 10	≤ 5,0	≤ 15,0	≤ 5,0	< 30
SST (mg/l)	-	-	-	< 50	< 90
Turbiedad (UNT)	< 100	-	-	< 100	< 40
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	-	< 2,00E+02	-	-	-



Universidad de Caldas



Coliformes Totales (NMP/100ml)	-	< 1,00E+03	< 5,00E+03	-	-
Detergentes (S.A.A.M.) (mg/l)	-	< 0,5	< 0,5	-	-
Material flotante y espumas	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sustancias que produzcan olor	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sustancias de interés sanitario		ausente	ausente	ausente	-

*Nota.* La tabla ilustra los objetivos de calidad según su uso, para los cuerpos de agua receptores de vertimientos para algunos municipios del Departamento de Caldas.

Resolución 239 de 2007 [Corporación Autónoma Regional de Caldas]. Por medio de la cual se establecen los criterios y los objetivos de calidad del recurso hídrico en los Municipios de Aranzazu, Risaralda, San José, Filadelfia, Belalcázar, Viterbo, Anserma, Salamina, Supía, Riosucio, La Merced, La Dorada, Marmato, Marulanda, Manzanares, Neira, Pácora, Marquetalia, Aguadas, Pensilvania, Victoria, Samaná y Norcasia en jurisdicción del Departamento de Caldas. 24 de mayo de 2007.



## **Desarrollo de la Práctica**

El desarrollo de este informe se orientará a la descripción de los procesos llevados a cabo en la práctica académica realizada en CORPOCALDAS, los cuales se fundamentan en la aplicación de los Estándares Nacionales dispuestos por el Gobierno de Colombia a través de entidades como la ICDE, a la base de datos cartográfica de la Corporación. Para facilitar esta tarea, se contemplarán tres (3) enfoques principales: Estructuración de metadatos para la información cartográfica priorizada de CORPOCALDAS; proyección de la cartografía de CORPOCALDAS al nuevo sistema CTM12 y, finalmente, la digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas.

### **Estructuración de metadatos para la información cartográfica de CORPOCALDAS**

La estructuración de metadatos es importante debido a que brindan soporte a la información cartográfica de la Corporación y son uno de los requerimientos solicitados por la ICDE para permitir el ingreso de los datos geográficos de CORPOCALDAS en el Portal Nacional de Datos Abiertos.

Se empleó la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales de la ANLA, con el fin de generar los metadatos de la información priorizada de la Corporación.

A continuación, se describirá de manera general la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA, dividiéndola en secciones para su correcto entendimiento; por otro lado, se detallarán algunos aspectos relevantes en su diligenciamiento.



Universidad de Caldas



## Identificación

En la sección de identificación, se brinda la información básica acerca del producto cartográfico, tal como el nombre, la fecha, un resumen corto del contenido, la escala, coordenadas, etc. como se observa en la Figura 4.

Figura 4

### Sección Identificación de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA

ANLA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES						Versión 3.0
PLANTILLA INSTITUCIONAL DE METADATOS PARA APLICACIÓN AL MODELO DE DATOS DE LA GEODATABASE Resolución 1415 de 2012 y Resolución 0188 de 2013						
NUMERACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBLIGACIÓN / CONDICIÓN	OCURRENCIA	DOMINIO	
1	IDENTIFICACIÓN	Información básica requerida para identificar inequívocamente el producto.	Obligatorio	N		
1.1	Identificación del Dato	Información requerida para identificar el producto.	Obligatorio	1		
1.1.1	Citación	Información de las referencias citadas en el producto	Obligatorio	1		
1.1.1.1	Título	Nombre con el cual se conoce el producto	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.1.2	Fecha	Fecha de referencia para el producto	Obligatorio	N	Sección 12 Fecha	
1.1.2	Resumen	Descripción corta del contenido del producto.	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.3	Punto de contacto	Organización o persona conectora o asociada al conjunto de datos.	Condicional	N	Sección 11 contacto	
1.1.8	Muestra gráfica	Ilustración del conjunto de datos.	Condicional	N		
1.1.4	Tipo de representación espacial	Método usado para representar espacialmente la información geográfica.	Condicional	N	8.6	
1.1.5	Nivel de detalle	Nivel de detalle expresado como un número de escala o una ordenada en el terreno.	Condicional	N		
1.1.5.1	Escala	Detalle expresado como la relación entre una longitud medida en un mapa y su correspondiente medida en el terreno.	Condicional / 1.1.5.1 xor 1.1.5.2	1		
1.1.5.1.1	Denominador	Número bajo la línea de división (divisor), en una fracción cualquiera. (Pie): El denominador de una base topográfica 1:50,000, sería 50000.	Obligatorio	1	Entero >0	
1.1.5.1.2	Resolución	Distancia mínima del objeto identificable en terreno, con sus unidades ó el factor que indica la densidad (datos por unidad de área) del conjunto de datos.	Condicional / 1.1.5.2 xor 1.1.5.1	1		
1.1.5	Avance	Estado del progreso del conjunto de datos	Obligatorio	N	8.1	
1.1.6	Idioma	Idioma(s) usado(s) en el conjunto de datos.	Obligatorio	N		
1.1.7	Conjunto de caracteres	Nombre del estándar de codificación de caracteres utilizado por el conjunto de datos.	Condicional	N	8.9	
1.1.7	Información de Mantenimiento	Información del alcance y la ocurrencia de mantenimiento del conjunto de datos.	Obligatorio	N		
1.1.7.1	Mantenimiento y ocurrencia de actualización	Periodicidad con que se realizan los cambios o adiciones al conjunto de datos una vez este se encuentra completo	Obligatorio	1	8.2	
1.1.7.2	Nota de mantenimiento	Información respecto a los requisitos específicos para el mantenimiento del conjunto de datos	Opcional	N	Texto libre	
1.1.8	Categoría temática	Clasificación temática general del conjunto de datos.	Obligatorio	N	8.10	
1.1.9	Cubrimiento	Información del cubrimiento, incluyendo extensión geográfica (marco o polígono límite), vertical y temporal del conjunto de datos.	Condicional	N		
1.1.9.1	Descripción	Descripción general del cubrimiento espacial, temporal y/o vertical que abarca el objeto referido.	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.9.1	Cubrimiento Geográfico	Información acerca del área geográfica cubierta por el conjunto de datos.	Condicional	N		
1.1.9.1.1	Coordenadas geográficas límites	Límites del cubrimiento geográfico del conjunto de datos en coordenadas planas	Condicional / 1.1.9.1.1 xor 1.1.9.1.2	N		
1.1.9.1.1.1	Oeste	Límite oeste del conjunto de datos	Obligatorio	1		
1.1.9.1.1.2	Este	Límite este del conjunto de datos	Obligatorio	1		
1.1.9.1.1.3	Sur	Límite sur del conjunto de datos	Obligatorio	1		
1.1.9.1.1.4	Norte	Límite norte del conjunto de datos	Obligatorio	1		
1.1.9.1.2	Descripción Geográfica	Descripción del área geográfica usando identificadores.	Condicional / 1.1.9.2 xor 1.1.9.2	N		
1.1.9.1.2.1	Identificador Geográfico	Identificador usado para representar un área geográfica.	Obligatorio	1		
1.1.9.1.2.1	Código	Valor alfanumérico del identificador.	Obligatorio	1	Texto libre	
1.1.9.2	Cubrimiento Temporal	Periodo de tiempo cubierto por el contenido del conjunto de datos.	Condicional / 1.1.9.2 xor 1.1.9.3	N		
1.1.9.2.1	Extensión temporal	Fecha y tiempo del contenido del conjunto de datos.	Obligatorio	1		
1.1.9.3	Cubrimiento Vertical	Dominio vertical del conjunto de datos.	Condicional / 1.1.9.3 xor 1.1.9.2	N		
1.1.9.3.1	Valor Mínimo	Extensión vertical inferior contenida en el conjunto de datos	Obligatorio	1	Real	
1.1.9.3.2	Valor Máximo	Extensión vertical superior contenida en el conjunto de datos.	Obligatorio	1	Real	
1.1.9.3.3	Dátum vertical	Información del origen desde el cual se mide los valores de elevaciones máximas y mínimas.	Obligatorio	1	ISO 19111 SC_CRS	
1.1.9	Descripciones	Tipo (s) y fuente de referencia de palabra (s) clave (s), que resume (n) aspectos del conjunto de datos.	Obligatorio	N		
1.1.9.2	Tipo	Tema utilizado para agrupar palabras claves similares	Obligatorio	1	8.3	
1.1.9.3	Palabra clave	Palabra (s) o frase (s) usada (s) para describir aspectos del conjunto de datos	Obligatorio	N	Texto libre	
1.1.10	Restricciones	Limitaciones para el acceso y uso del conjunto de datos	Condicional	N		
1.1.10.1	Limitaciones de uso	Limitación que afecta capacidad para utilizar el conjunto de datos. Ej: No puede ser usada para navegación	Opcional	N	Texto libre	
1.1.10.2	Restricciones legales	Limitaciones y requisitos legales para acceder y usar el conjunto de datos	Condicional	N		
1.1.10.2.1	Restricciones de acceso	Restricciones que aseguran la protección de la privacidad o propiedad intelectual o limitaciones especiales en la obtención del conjunto de datos	Obligatorio	N	8.4	
1.1.10.2.2	Restricciones de uso	Restricciones que aseguran la protección de la privacidad o propiedad intelectual o limitaciones especiales en el uso del conjunto de datos	Obligatorio	N	8.4	
1.1.10.2.3	Otras restricciones	Otras restricciones y requisitos previos para acceder y utilizar el conjunto de datos.	Condicional / 1.1.10.2.1 or 1.1.10.2.2 = "Otras restricciones"	N	Texto libre	
1.1.10.3	Restricciones de seguridad	Restricciones impuestas sobre el conjunto de datos para la seguridad nacional, provada o de otros aspectos	Condicional	N		
1.1.10.3.1	Seguridad	Nombre de la clase de seguridad que restringe el uso del conjunto de datos por seguridad nacional, provada u otros conceptos	Obligatorio	N	8.5	
1.1.10.3.2	Notas de usuario	Explicación de la aplicación de restricciones y requisitos legales para la obtención y uso del conjunto de datos	Opcional	1	Texto libre	
1.1.17	Entorno de desarrollo	Descripción del ambiente nativo de desarrollo del conjunto de datos, incluyendo el software, versión, sistema operativo, nombre del archivo y tamaño	Opcional	1	Texto libre	



*Nota.* La figura ilustra la sección de Identificación de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

### Calidad de los Datos

La sección de Calidad de los datos, como su nombre lo indica, contiene información acerca de la calidad de la información suministrada y se observa en la Figura 5.

**Figura 5**

#### Sección Calidad de los datos de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA

CALIDAD DE LOS DATOS		Información sobre la calidad del dato especificado en el alcance de calidad, la cual evalúa el grado en que un producto cumple con los requerimientos que lo hacen apto para su utilización.	Obligatorio	N	
	Alcance	Características de los datos específicos a los que se aplica y reporta la información de calidad.	Obligatorio	1	
2.1.1	Nivel	Nivel de jerarquización de los datos para el cual la calidad de la información es reportada.	Obligatorio	1	8.14
2.1.2	Descripción del nivel	Descripción detallada acerca del nivel del dato especificado por el alcance. Debe ser documentado cuando el nivel no es igual al conjunto de datos o series.	Condicionales (2.1.1-Nivel no es "Conjunto de datos" o "Series")	N	
2.1.2.1	Atributos	Instancias de tipo de atributo al cual se aplica la evaluación de la calidad. Ej: Ancho del río	Condicionales (2.1.2.1 x or 2.1.2.2, 2.1.2.3, 2.1.2.4, 2.1.2.5, 2.1.2.6)	1	ISO 19109
2.1.2.2	Objetos	Instancias de tipo de objeto al cual se aplica la evaluación de la calidad. Ej: Río	Condicionales (2.1.2.2 x or 2.1.2.1, 2.1.2.3, 2.1.2.4, 2.1.2.5, 2.1.2.6)	1	ISO 19110
2.1.2.3	Instancias de objetos	Instancia de objeto al cual se aplica la evaluación de la calidad. Ej: Río Magdalena	Condicionales (2.1.2.3 x or 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.1.2.4, 2.1.2.5, 2.1.2.6)	1	ISO 19111
2.1.2.4	Instancias de atributos	Instancia de atributo al cual se aplica la evaluación de la calidad. Ej: Ancho 2 metros	Condicionales (2.1.2.4 x or 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.1.2.3, 2.1.2.5, 2.1.2.6)	1	ISO 19112
2.1.2.5	Conjunto de datos	Conjunto de datos al cual se aplica la evaluación de la calidad	Condicionales (2.1.2.5 x or 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.1.2.3, 2.1.2.4, 2.1.2.6)	1	Texto libre
2.1.2.6	Otros	Clase de información que no está dentro de una categoría a la cual se aplica la evaluación de la calidad	Condicionales (2.1.2.6 x or 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.1.2.3, 2.1.2.4, 2.1.2.5, 2.1.2.6)	1	Texto libre
	Historia	Información sobre los eventos, parámetros y fuentes de datos utilizados en la producción del dato.	Obligatorio	1	
2.2.1	Declaración	Explicación general del proceso productivo dado por el productor de datos.	Condicionales	1	Texto libre
2.2.2	Fuentes de información	Información acerca de la fuente de datos utilizada en la creación de los datos especificados en el alcance.	Condicionales	N	
2.2.2.1	Citación	Referencia a conjunto de datos fuente	Obligatorio	1	Sección 10 Citación
2.2.2.2	Descripción	Descripción de la fuente de identificación de la información aportada	Obligatorio	1	Texto libre
2.2.2.3	Escala	Fracción representativa de la escala que contiene el conjunto de datos	Condicionales	1	
2.2.2.3.1	Denominador	Número bajo la línea en una fracción cualquiera. (Ej: El denominador de una base topográfica 1:50.000, sería 50000).	Obligatorio	1	Entero > 0
2.2.3	Proceso	Información acerca del proceso llevado a cabo para la elaboración y mantenimiento del conjunto de datos	Obligatorio	N	
2.2.3.1	Descripción	Breve descripción de la secuencia de procesos aplicada a los conjuntos de datos fuente, incluye los parámetros relacionados o tolerancias.	Obligatorio	1	Texto libre

*Nota.* La figura ilustra la sección de Calidad de los datos, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias



Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

Representación Espacial

La sección de Representación espacial contiene la información acerca de los medios empleados para realizar las representaciones espaciales de los datos suministrados y se observa en la Figura 6.

Figura 6

Sección Representación Espacial de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA

Table with columns for metadata fields, descriptions, and values. It details spatial representation parameters like vector objects, raster properties, and georeferencing.



*Nota.* La figura ilustra la sección de Representación Espacial, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

### **Referencia Espacial**

En la sección de Referencia espacial, se suministra información acerca de los datos de georreferenciación del producto cartográfico, tales como el sistema de referencia usado y se observa en la Figura 7.

**Figura 7**

#### *Sección Referencia Espacial de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA*

REFERENCIA ESPACIAL	Magna-Sirgas	Condicionales	N	
Identificación del Sistema de Referencia	Geographic Coordinate System: GCS_MAGNA Angular Unit: Degree (0,017453292519943299) Prime Meridian: Greenwich (0,000000000000000000) Datum: D_MAGNA Spheroid: GRS_1980 Semimajor Axis: 6378137,000000000000000000 Semiminor Axis: 6356752,314140356100000000 Inverse Flattening: 298,257222101000020000  Projection: Transverse_Mercator False_Easting: 1000000,000000 False_Northing: 1000000,000000	Condicionales 4.1 x 4.2	1	
Código	4686	Obligatorio	1	Texto libre
Información del Sistema de Referencia	Magna-Sirgas Origen Bogotá	Obligatorio	1	
4.1.2.1 Responsable del Identificador del Sistema	IGAC -Instituto Geográfico Agustín Codazzi-	Opcional	1	
Descripción del Sistema de Referencia	Descripción del tipo de sistema y los parámetros que contempla el mismo.	Condicionales / 4.2 x 4.1	1	Texto libre

*Nota.* La figura ilustra la sección de Referencia Espacial, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.



Universidad de Caldas



### Referencia del metadato

En esta sección se suministra información básica sobre el metadato, como el idioma en el que está escrito, el punto de contacto, la versión, su fecha de creación, etc. Como se observa en la Figura 8.

Figura 8

S	REFERENCIA DEL METADATO		Obligatorio	1	
5.1	Identificador del archivo	Identificador único para este archivo de metadato	Obligatorio	1	Texto libre
5.2	Idioma	Lengua utilizada para el documentar el metadato	Obligatorio	1	ISO 639-2
5.3	Conjunto de caracteres	Nombre completo del estándar de codificación de caracteres utilizado para la documentación del metadato	Condicional	1	8.9
5.4	Nombre del estándar del metadato	Nombre del estándar y perfil del metadato usado para documentar el producto	Obligatorio	1	Texto libre
5.5	Versión del metadato	Segunda actualización	Condicional	1	Texto libre
5.6	Punto de contacto	Información de la organización, dependencia o persona(s) que desarrolló o conoce el conjunto de datos	Obligatorio	N	Sección 11 contacto
5.7	Fecha de creación del metadato	Fecha en que el metadato fue creado o de la última actualización que se le ha realizado	Obligatorio	1	AAAA-MM-DD

Nota. La figura ilustra la sección Referencia del metadato, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

### Catálogo de símbolos

En la sección Catálogo de símbolos se brinda información acerca de la referencia del catálogo de símbolos usado, como se observa en la Figura 9.

Figura 9

#### Sección Catálogo de símbolos de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA

CATÁLOGO DE SÍMBOLOS	Información que identifica el catálogo de símbolos usado	Opcional	N
5.1	Citación	Obligatorio	N

Nota. La figura ilustra la sección Catálogo de Símbolos, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias



Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

### **Distribución**

En la sección Distribución se suministra información acerca del proveedor de los datos y sus puntos de contacto y se observa en la Figura 10.

**Figura 10**

#### *Sección Distribución de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA*

	<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<i>Información sobre el distribuidor y las opciones para obtener un conjunto de datos</i>	Opcional	1	
	Formato	<i>Descripción del formato que especifica la distribución de los datos en un registro</i>	Opcional	N	
	Nombre	<i>Nombre del formato (s) de transferencia del dato</i>	Obligatorio	1	Texto libre
	Versión	<i>Versión del formato (fecha, número, entre otros)</i>	Obligatorio	1	Texto libre
	Opción de transferencia digital	<i>Las formas y medios de cómo obtener el conjunto de datos del distribuidor</i>	Condiciónal	N	
7.3.3.3	Opciones en línea	<i>Información acerca de las fuentes en línea, a partir de la cual el recurso se puede</i>	Condiciónal	N	
	7.3.3.3.1	<i>Dirección electrónica de donde se puede obtener el conjunto de datos con la trayectoria, nombre y extensión del archivo servicio (por: un URL)</i>	Obligatorio	1	URL

*Nota.* La figura ilustra la sección Distribución, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

### **Citación**

En esta sección se suministra información acerca de las fuentes citadas en el conjunto de datos, el grupo responsable de su generación y la forma de su representación, tal como se observa en la Figura 11.



**Figura 11**

*Sección Citación de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA*

CITACION	Información de las referencias citadas en el conjunto de datos.	Obligatorio	1	
Grupo Responsable	Información de la organización, dependencia o persona(s) que desarrolló o conoce el conjunto de datos.	Obligatorio	N	Contacto
Forma de presentación	Modo en el cual el conjunto de datos es representado	Obligatorio	N	8.28

*Nota.* La figura ilustra la sección Citación, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

**Contacto**

En esta sección se suministra información de contacto sobre la organización y persona responsable de los datos cartográficos, como se ilustra en la Figura 12.

**Figura 12**

*Sección Contacto de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA*

	<b>CONTACTO</b>	Identificación de la persona(s) y organizaciones asociadas con el conjunto de datos, y los mecanismos para comunicarse con ellos.	Obligatorio	1	
	Nombre de la organización	Nombre de la organización o dependencia responsable del conjunto de datos.	Obligatorio	1	
	Cargo	Posición de la persona responsable del conjunto de datos.	Condicional	1	
	Tipo de Responsable	Tipo de función realizada por el responsable del conjunto de datos.	Obligatorio	1	8.29
	Información sobre el contacto	Información requerida para poder contactarse con la persona u organización responsable del conjunto de datos.	Obligatorio	1	
11.4.1	Ubicación del contacto	Ubicación de la persona u organización responsable.	Obligatorio	1	
11.4.1.1	Dirección	Dirección para la localización de la sede.	Obligatorio	N	
11.4.1.2	Ciudad	Ciudad donde se encuentra la organización o el individuo.	Obligatorio	1	
11.4.1.3	Departamento	Nombre del departamento donde se encuentra ubicada la ciudad.	Obligatorio	1	
11.4.1.5	País	País donde se encuentra la organización o el individuo.	Obligatorio	1	
11.4.1.6	Correo electrónico	Dirección electrónica de la organización o dependencia responsable del conjunto de datos.	Opcional	N	
11.4.2	Teléfono	Número de teléfono en el cual se puede contactar la organización o individuo responsable.	Obligatorio	1	
11.4.3	Recursos en línea	Información en línea que puede ser utilizada para contactar al individuo (s) u organización responsable.	Condicional	1	

*Nota.* La figura ilustra la sección Contacto, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.



### ***Información de la fecha***

En esta sección se suministra información acerca de la fecha y tipo de fecha a la cual corresponde el conjunto de datos. Como se observa en la Figura 13.

### **Figura 13**

#### *Sección Información de la fecha de la Plantilla Institucional de Metadatos de la ANLA*

INFORMACIÓN DE LA FECHA					
	Fecha de referencia y evento al cual corresponde.	Obligatorio	1		
Fecha	Fecha del evento al cual corresponde el conjunto de datos.	Obligatorio	1		
Tipo de fecha	Evento que describe la fecha, al cual corresponde el conjunto de datos. (P/ej: Creación, publicación, revisión).	Obligatorio	1	8.30	

*Nota.* La figura ilustra la sección Información de la fecha, de la Plantilla de Metadatos Institucional de La ANLA. Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

### **Proyección de la cartografía de CORPOCALDAS al nuevo sistema CTM12**

Con el fin de unificar la proyección cartográfica del país, se propuso un nuevo sistema que plantea un único origen de coordenadas a nivel Nacional, denominado CMT12 emitido por el IGAC en la Resolución 471 del 14 de mayo de 2020 y la Resolución 529 del 05 de junio de 2020. Las entidades que producen Cartografía Oficial como CORPOCALDAS, deben migrar su información a ese sistema de proyección.

Los productos cartográficos de CORPOCALDAS, en su mayoría están soportados en el sistema de coordenadas proyectadas Colombia Bogota Zone, cuyo código EPSG es 21897. Este sistema está basado en el Datum BOGOTÁ 1975, con elipsoide asociado Internacional 1924.

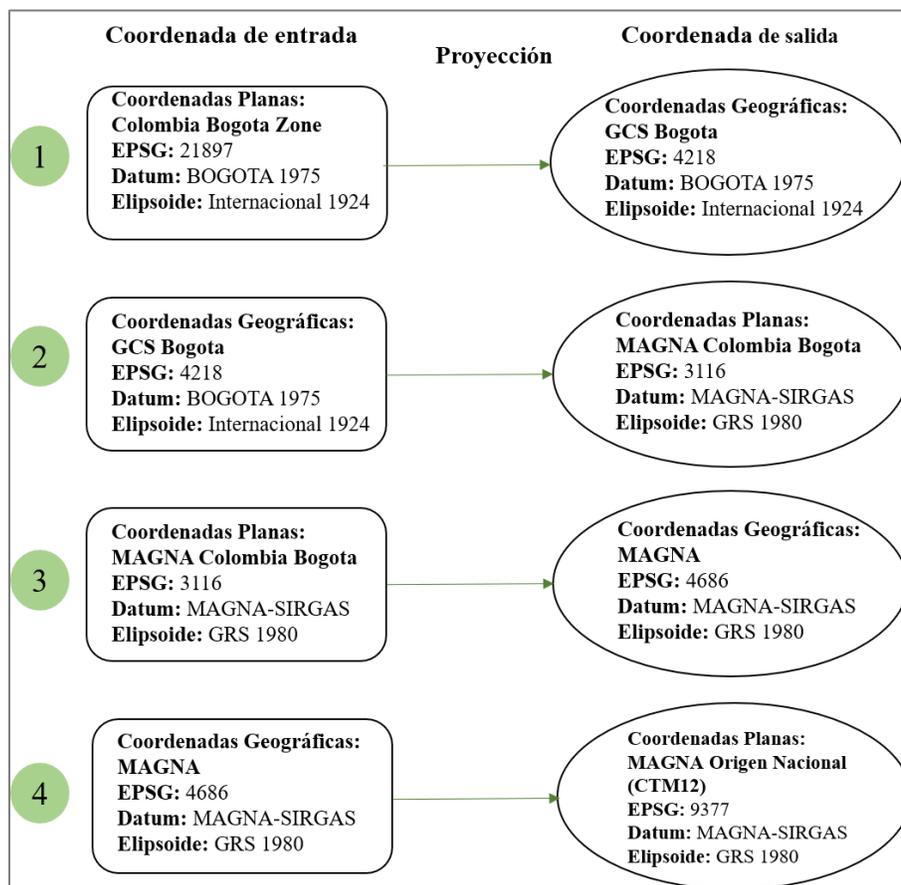


Por lo anteriormente planteado, la descripción del proceso de migración de coordenadas al nuevo sistema CTM12 que se expondrá a continuación, se realizará teniendo como punto de partida el sistema de coordenadas Colombia Bogota Zone:

Con el fin de migrar desde el sistema de coordenadas Colombia Bogota Zone a CTM12, se deben realizar primero otras proyecciones, esto con el objetivo de evitar errores en la conversión asociados a la diferencia entre los datums y elipsoides de referencia de ambos sistemas. Así pues, la secuencia de conversión a seguir se ilustra en la Figura 14.

**Figura 14**

*Sistema de proyección para migración de coordenadas Colombia Bogota Zone a CTM12*





Universidad de Caldas



El sistema expuesto en la figura 14, se aplicó debido a que después de migrar capas directamente desde Colombia Bogota Zone a CTM12, se presentaron errores en la disposición de las capas ya que se notó un leve desplazamiento de estas, al sobreponerlas con otras fuentes cartográficas oficiales.

En comunicación vía correo institucional con el Ingeniero Forestal, Especialista SIG y Docente Universitario, Rodolfo Franco, se corroboró que este sistema puede ser utilizado para realizar la proyección de las capas al nuevo sistema CTM12 ya que este permite realizar la proyección de las capas, sin emplear las transformaciones regionales que deben aplicarse al migrar coordenadas desde el antiguo sistema de seis (6) orígenes, al nuevo de un solo origen. Lo anterior, se logra proyectando los datos desde Colombia Bogota Zone al sistema de coordenadas geográficas GCS Bogotá, posteriormente se convierten a las coordenadas geográficas MAGNA y finalmente a coordenadas planas CTM12.

### **Digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas.**

CORPOCALDAS, mediante la Resolución 239 de 2007, dispuso establecer la Red de Calidad del Recurso Hídrico para el Departamento de Caldas. En el proceso que se describirá a continuación, se detallan los pasos que se siguieron para la digitalización de dicha red, tomando como ejemplo los criterios y objetivos de calidad del agua establecidos para el Municipio de Aguadas, los cuales se ilustran en la Tabla 3.



Universidad de Caldas



**Tabla 3**

*Objetivos de calidad del agua definidos para la quebrada Poré, Municipio de Aguadas.*

TRAMO	UBICACIÓN	USOS DEL RECURSO HÍDRICO		OBJETIVO DE CORTO PLAZO (5 años)	CALIDAD LARGO PLAZO (20 años)
		USOS ACTUALES	USOS POTENCIALES		
1 (k 0 + 0 m hasta k 2 + 381 m)	Desde el nacimiento de la quebrada Poré hasta la estación Aguadas E1	Uso pecuario y uso agrícola restringido	Uso pecuario, uso agrícola restringido y uso para la preservación de flora y fauna.	UPFF	UPFF
2 (k 2 + 381 m hasta k 8 + 519 m)	Desde la estación Aguadas E1 hasta la estación Aguadas E2	Uso agrícola restringido, uso pecuario y uso para la preservación de flora y fauna	Uso pecuario y uso agrícola restringido	UAR	UPFF
3 (k 8 + 519 m hasta k 13 + 799 m)	Desde la estación Aguadas E2 hasta la desembocadura de la quebrada Poré al río Arma	Uso agrícola restringido y uso para la preservación de flora y fauna	Uso agrícola restringido y no restringido y uso para la preservación de flora y fauna	UAR	UPFF

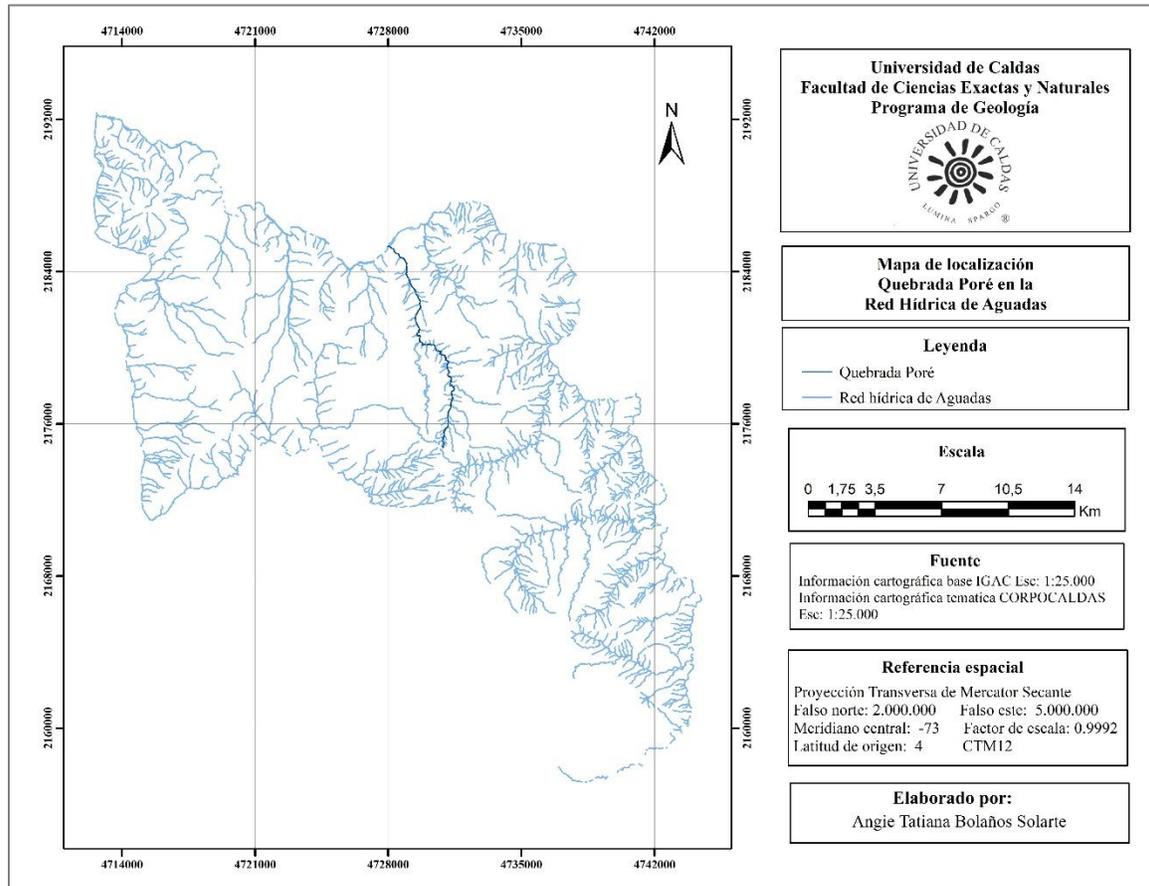
*Nota.* Resolución 239 de 2007 [Corporación Autónoma Regional de Caldas]. Por medio de la cual se establecen los criterios y los objetivos de calidad del recurso hídrico en los Municipios de Aranzazu, Risaralda, San José, Filadelfia, Belalcázar, Viterbo, Anserma, Salamina, Supía, Riosucio, La Merced, La Dorada, Marmato, Marulanda, Manzanares, Neira, Pácora, Marquetalia, Aguadas, Pensilvania, Victoria, Samaná y Norcasia en jurisdicción del Departamento de Caldas. 24 de mayo de 2007.

1. Mediante las herramientas de Edición del Software SIG ArcGIS, se realizó la digitalización de la Red de Calidad del Agua según los objetivos dispuestos en la Tabla 3, para la Quebrada Poré en el Municipio de Aguadas.

En primer lugar, se seleccionó y se exportó la Quebrada Poré (código 4865), de la Red Hídrica del Municipio de Aguadas, como se ilustra en la Figura 15.

**Figura 15**

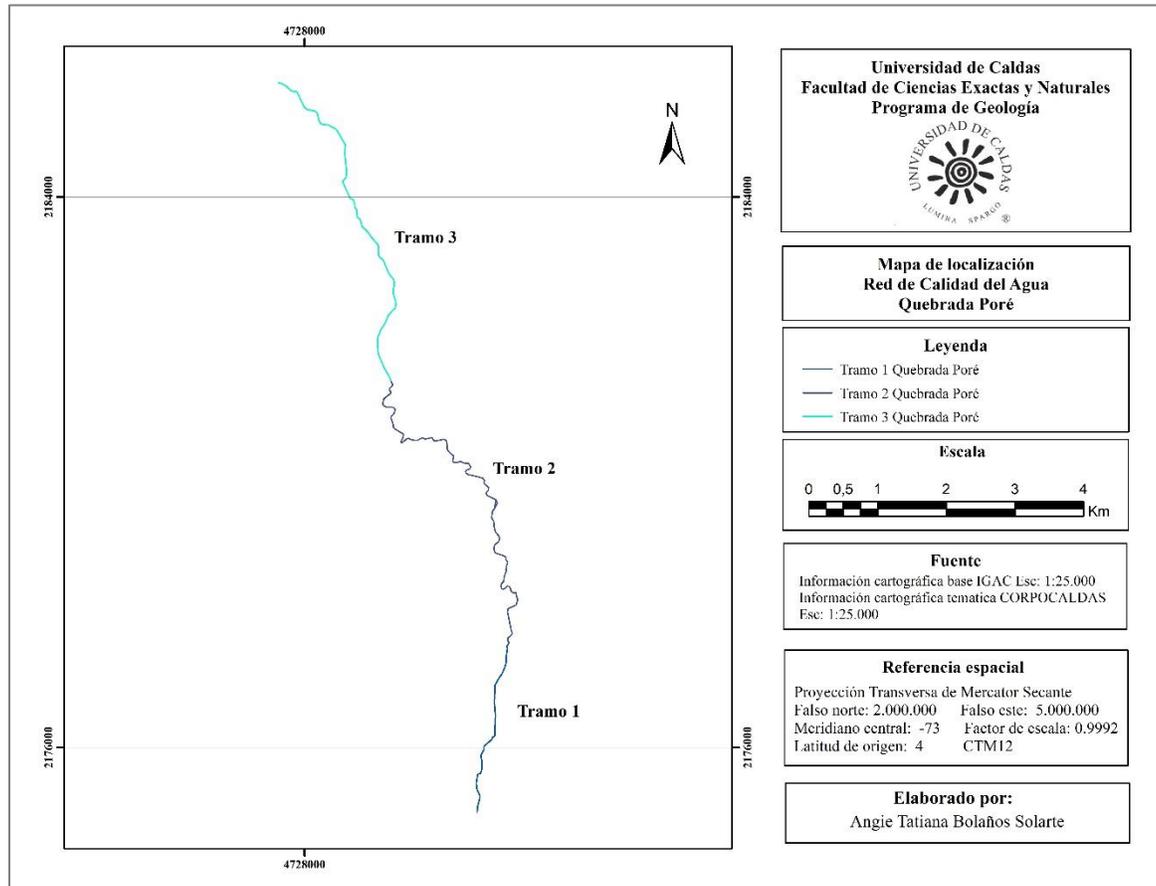
*Selección de la Quebrada Poré del Municipio de Aguadas*



2. En segundo lugar, se segmenta la Quebrada Poré de acuerdo con las distancias establecidas en los Tramos 1, 2 y 3 de la Tabla 3. Estas distancias se miden desde el nacimiento del cuerpo de agua, con el fin de dividirlo según sus diferentes objetivos y criterios de calidad del Recurso Hídrico, tal como se observa en la Figura 16.

**Figura 16**

*Segmentación de la Quebrada Poré, según los objetivos de calidad definidos*



3. El siguiente paso consiste en crear los campos en la tabla de atributos con la información correspondiente a cada Tramo, según los criterios de calidad definidos en la Tabla 3, como se observa en la Figura 17.

**Figura 17**

*Fragmento de la Tabla de atributos de la Quebrada Poré*

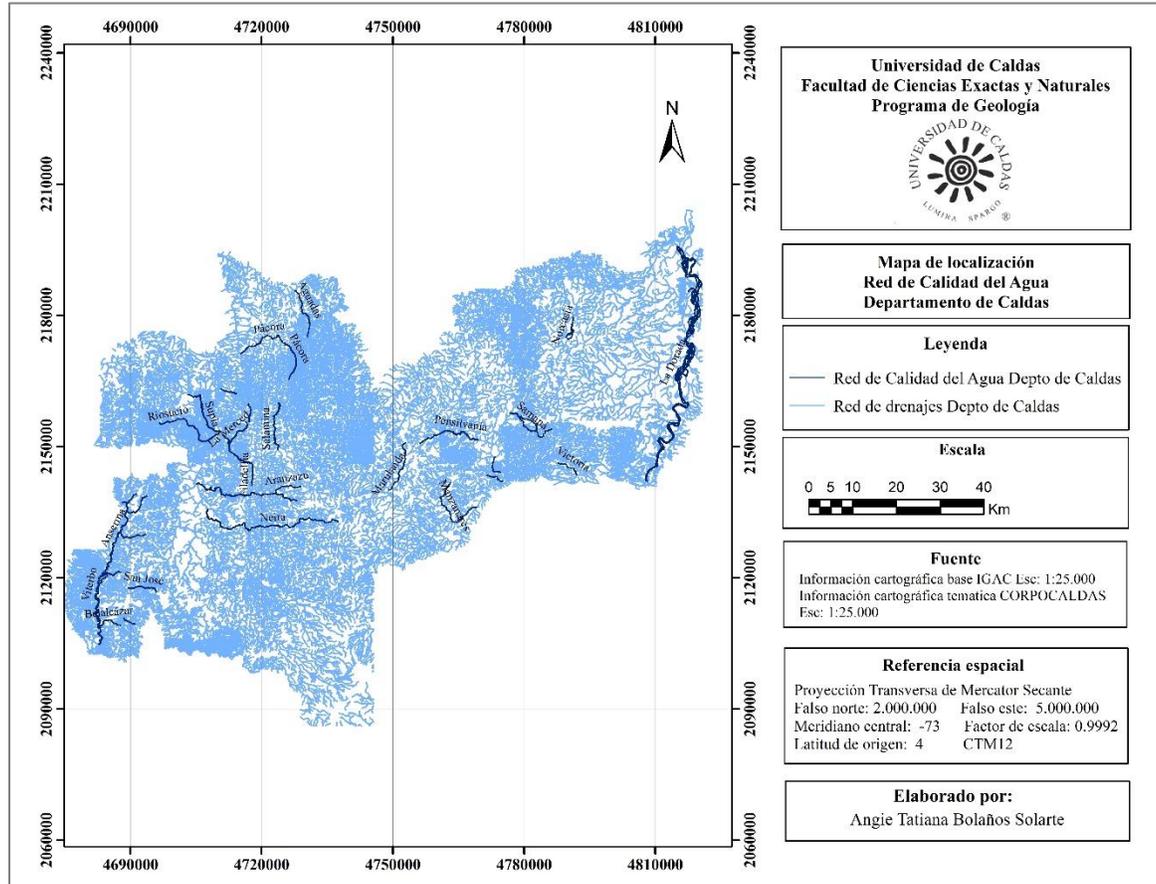
TRAMOS	UBICACION	EXTENSION
▶ TRAMO_3_Q_POR	Desde la estación aguadas E2 hasta la desembocadura de la Quebrada Pore al Río Arma	(Km 8 + 519 m hasta Km 13 + 799 m)
TRAMO_2_Q_POR	Desde la estación Aguadas E1 hasta la estación Aguadas E2	(Km 2 + 381 m hasta Km 8 + 519 m)
TRAMO_1_Q_POR	Desde el nacimiento de la Quebrada Pore hasta la estación Aguadas E1	(Km 0 + 0 m hasta Km 2 + 381 m)

El procedimiento anterior se siguió para cada uno de los siguientes Municipios del Departamento de Caldas, teniendo en cuenta sus propios lineamientos, los cuales pueden encontrarse en la Resolución 239 de 2007, promulgada por CORPOCALDAS: Aguadas, Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Filadelfia, La Dorada, La Merced, Manzanares, Marmato, Marquetalia, Marulanda, Neira, Pácora, Norcasia, Pensilvania, Riosucio, Risaralda, Salamina, Samaná, San José, Supía, Victoria y Viterbo.

Una vez finalizada la creación de las Redes de Calidad para cada uno de los anteriores Municipios, se unieron todas en un solo archivo Shape con el fin de obtener una Red Departamental de Calidad del Agua para el Departamento de Caldas, como se observa en la Figura 18.

**Figura 18**

Red de Calidad del Recurso Hídrico del Departamento de Caldas





Universidad de Caldas



## **Resultados**

### **Estructuración de metadatos para la información cartográfica de CORPOCALDAS**

Se priorizó la elaboración de metadatos para 4 GDB y se construyeron:

46 metadatos para la GDB de AGUA

43 metadatos para la GDB de ECOSISTEMAS

17 metadatos para la GDB de FAJAS FORESTALES URBANAS

13 metadatos para la GDB de FAJAS ORDEN CORRIENTE

En total se elaboraron 119 metadatos como soporte a la base de datos cartográfica priorizada de CORPOCALDAS.

### **Proyección de la cartografía de CORPOCALDAS al nuevo sistema CTM12**

Para el proceso de proyección de coordenadas al nuevo sistema CTM12 se obtuvieron los siguientes resultados:

Se proyectaron al sistema de coordenadas CTM12, 39 GDB correspondientes a la información básica y temática de la base de datos geográfica de la Corporación.

Se proyectaron al nuevo sistema de coordenadas CTM12, 8 GDB de los Planes de Manejo de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas, en los que tiene jurisdicción el Departamento de Caldas.

En total se proyectaron 47 GDB al sistema de coordenadas CTM12

### **Digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas.**

En el proceso de digitalización de la Red de Calidad del Agua del Departamento de Caldas, se entregaron los siguientes productos:



Universidad de Caldas



Se digitalizó la Red de Calidad del Agua para 23 Municipios del Departamento de Caldas.

Se incorporó la información digitalizada de 23 Municipios de Caldas, para crear la Red de Calidad del Recurso Hídrico del Departamento de Caldas.



Universidad de Caldas



## Conclusiones

Los Estándares Nacionales se emplean con el objetivo de homogeneizar la información de una entidad pública, para así mejorar su interoperabilidad y facilitar su acceso a los usuarios que la requieran.

En el caso de CORPOCALDAS, por medio del trabajo realizado en esta pasantía, proyectando la cartografía de la Corporación al nuevo Sistema de coordenadas CTM12 y elaborando metadatos que soportan una parte de su información; se logró avanzar en la apertura de sus datos al público, pues gran parte de su información básica y temática fue actualizada bajo el marco de referencia normativo nacional e internacional, propuesto por las Entidades Gubernamentales encargadas, como es el caso de la ICDE y la ANLA, lo cual es requerimiento para ingresar sus datos en el Portal Nacional de Datos Abiertos.

Por otro lado, con la digitalización de la Red de Calidad del Recurso Hídrico para el Departamento de Caldas, se dio cumplimiento a la Resolución 239 de 2007 promulgada por CORPOCALDAS y con esto, se realizó un aporte al enriquecimiento de la base de datos cartográfica de la Corporación, permitiendo la visualización de las Redes de Calidad del Agua de distintos Municipios del Departamento, construidas según sus criterios y objetivos de calidad particulares.



Universidad de Caldas



## **Recomendaciones**

Se recomienda a CORPOCALDAS, continuar con la aplicación de los Estándares Cartográficos Nacionales como la estructuración de metadatos, empleando la Plantilla Institucional De Metadatos Para La Documentación De Información Espacial Y Documental Asociada A Los Estudios Ambientales de la ANLA, así como también que la proyección de su cartografía se realice en el nuevo sistema de coordenadas CTM12.

Por otro lado, se recomienda también que, en el momento de establecer convenios con otras instituciones, se exija la implementación de los Estándares Cartográficos Nacionales mencionados anteriormente, con el fin de que haya homogeneidad en los productos cartográficos que ingresan y se generan en la Corporación.



## Referencias

Aldana, R. (2008). Los estándares: una necesidad en la producción y manejo de la información geográfica básica. *Revista de Topografía AZIMUT*, 2, 25-36. Recuperado en junio de 2022, de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/4046>

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2020). *Guía Para El Diligenciamiento De Metadatos – ANLA*. Recuperado en junio de 2022, de [https://www.anla.gov.co/documentos/informacion\\_geografica/30-10-2020-anla-20201027-Guia-de-diligenciamiento-Metadatos2.pdf](https://www.anla.gov.co/documentos/informacion_geografica/30-10-2020-anla-20201027-Guia-de-diligenciamiento-Metadatos2.pdf)

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (s.f). *Somos ANLA*. Recuperado en junio de 2022, de <https://www.anla.gov.co/entidad/institucional/mision-y-vision>

Congreso de la República de Colombia (06 de marzo, 2014). Ley 1712 de 2014. *Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones*. D.O. No. 49.084.

Corporación Autónoma Regional de Caldas. (s.f.). *Corpocaldas y su Historia*. Recuperado en junio de 2022, de [https://www.corpocaldas.gov.co/WebSite/Contenido?pag\\_Id=14](https://www.corpocaldas.gov.co/WebSite/Contenido?pag_Id=14)

ESRI (s.f.a). *Georreferenciación y sistemas de coordenadas*. ArcGIS Resources. Recuperado en junio de 2022, de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000s000000.htm>

ESRI (s.f.b) *Datums*. ArcMap. Recuperado em junio de 2022 de, <https://desktop.ArcGIS 10.8.com/es/arcmap/10.7/map/projections/datums>



Universidad de Caldas



ESRI (s.f.c) *Transformaciones de datum geográficas*. ArcGIS Pro. Recuperado em junio de 2022 de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/properties/geographic-coordinate-system-transformation.htm>

Fallas, J. (2008). *Proyecciones cartográficas y datum*. Universidad Nacional de Costa Rica. Recuperado en junio de 2022, de [http://67.205.176.102/images/stories/contenidos/proyecciones\\_y\\_datum\\_2008\\_teoría.pdf](http://67.205.176.102/images/stories/contenidos/proyecciones_y_datum_2008_teoría.pdf)

Franco, R. (2020a). *Esferoides y Datums*. MIXDR. Recuperado en junio de 2022 de <https://mixdyr.wordpress.com/2020/07/21/esferoides-y-datums/>

Franco, R. (2020b). *Coordenadas geográficas o elipsoidales*. MIXDR. Recuperado em junio de 2020 de <https://mixdyr.wordpress.com/2020/07/23/coordenadas-geograficas-o-elipsoidales/>

Franco, R. (2020c). *Proyecciones Cartográficas*. MIXDR. Recuperado en junio de 2022, de <https://mixdyr.wordpress.com/2020/07/22/proyecciones/>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020). *ABC Nueva proyección cartográfica para Colombia «Origen Nacional»*. Recuperado en junio de 2022, de [https://origen.igac.gov.co/docs/ABC\\_Nueva\\_Proyeccion\\_Cartografica\\_Colombia.pdf](https://origen.igac.gov.co/docs/ABC_Nueva_Proyeccion_Cartografica_Colombia.pdf)

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021). *La ICDE se transforma para llevar información geográfica de calidad a más colombianos*. Recuperado en junio de 2022, de <https://igac.gov.co/es/noticias/la-icde-se-transforma-para-llevar-informacion-geografica-de-calidad-mas-colombianos>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s.f.a). *Quiénes somos*. Recuperado en junio de 2022, de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/quienes-somos>



Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s.f.b). *ESTÁNDARES*. Recuperado en junio de 2022, de <https://www.igac.gov.co/es/ide/estrategia-y-gobierno-geoespacial/estandares>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s.f.c). *Especificaciones técnicas para la generación de cartografía básica*. Recuperado en junio de 2022, de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/especificaciones-tecnicas-para-la-generacion-de-cartografia-basica>

Méndez, E. (2006). *Dublin Core, metadatos y vocabularios*. El profesional de la información, 15(2), 84-86. Recuperado en junio de 2022 [https://www.researchgate.net/profile/Eva-Mendez-3/publication/33398082\\_Observatorio\\_Dublin\\_Core\\_metadatos\\_y\\_vocabularios/links/54629b330cf2837efdaffdbf/Observatorio-Dublin-Core-metadatos-y-vocabularios.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Eva-Mendez-3/publication/33398082_Observatorio_Dublin_Core_metadatos_y_vocabularios/links/54629b330cf2837efdaffdbf/Observatorio-Dublin-Core-metadatos-y-vocabularios.pdf)

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *¿Qué es un SIG?* Recuperado en junio de 2022, de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

Morales, A. (s.f.). (*Diferencias entre los sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas*). MappingGIS. Recuperado en junio de 2022 de <https://mappinggis.com/2022/02/diferencias-entre-los-sistemas-de-coordenadas-geograficas-y-proyectadas/>

Resolución 068 de 2005. [Instituto Geográfico Agustín Codazzi]. Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS. 28 de enero de 2005.



Universidad de Caldas



Resolución 2182 de 2016. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales] Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. 23 de diciembre de 2016.

Resolución 239 de 2007 [Corporación Autónoma Regional de Caldas]. Por medio de la cual se establecen los criterios y los objetivos de calidad del recurso hídrico en los Municipios de Aranzazu, Risaralda, San José, Filadelfia, Belalcázar, Viterbo, Anserma, Salamina, Supía, Riosucio, La Merced, La Dorada, Marmato, Marulanda, Manzanares, Neira, Pácora, Marquetalia, Aguadas, Pensilvania, Victoria, Samaná y Norcasia en jurisdicción del Departamento de Caldas. 24 de mayo de 2007.

Resolución 471 de 2020. [Instituto Geográfico Agustín Codazzi]. Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. 14 de mayo de 2020.

Resolución 529 de 2020. [Instituto Geográfico Agustín Codazzi]. Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020. Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. 05 de junio de 2020.

Resolución 658 de 2022. [Instituto Geográfico Agustín Codazzi]. Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas para la generación de cartografía temática oficial de los instrumentos de ordenamiento territorial. 24 de mayo de 2022.



Universidad de Caldas



Resolución 658 de 2022. [Instituto Geográfico Agustín Codazzi]. Por medio de la cual se actualiza el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA – SIRGAS. 01 de junio de 2018.

Salvini, D. y Bolívar, A. (2018). *Propuesta de la Proyección Cartográfica única para la Administración de Tierras en Colombia V.2.0*. Recuperado en junio de 2022 de [https://drive.google.com/file/d/1\\_vNhwfcmtrR1Fhqzr4ve3onxM4ciofWb/view](https://drive.google.com/file/d/1_vNhwfcmtrR1Fhqzr4ve3onxM4ciofWb/view)

Sierra, C. (2011). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la (. Recuperado en junio de 2022 de [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=criterios+de+calidad+del+agua&ots=cd\\_QPl3K5o&sig=\\_UjWliF9v\\_2wVPQB72EWupq8v1A&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=criterios+de+calidad+del+agua&ots=cd_QPl3K5o&sig=_UjWliF9v_2wVPQB72EWupq8v1A&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)