





INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE  
RECURSOS BIOLÓGICOS  
ALEXANDER VON HUMBOLDT

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt  
2004

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando la  
fuente

**REVISIÓN TÉCNICA**

Milton Hernán Romero R.

**COORDINACIÓN EDITORIAL**

Claudia María Villa G.

**FOTOGRAFÍAS**

Francisco Antonio Nieto M.  
Banco de Imágenes Ambientales  
Instituto Alexander von Humboldt

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Carolina Norato A.

**IMPRESIÓN**

Ramos López Editorial

Impreso en Bogotá, Colombia

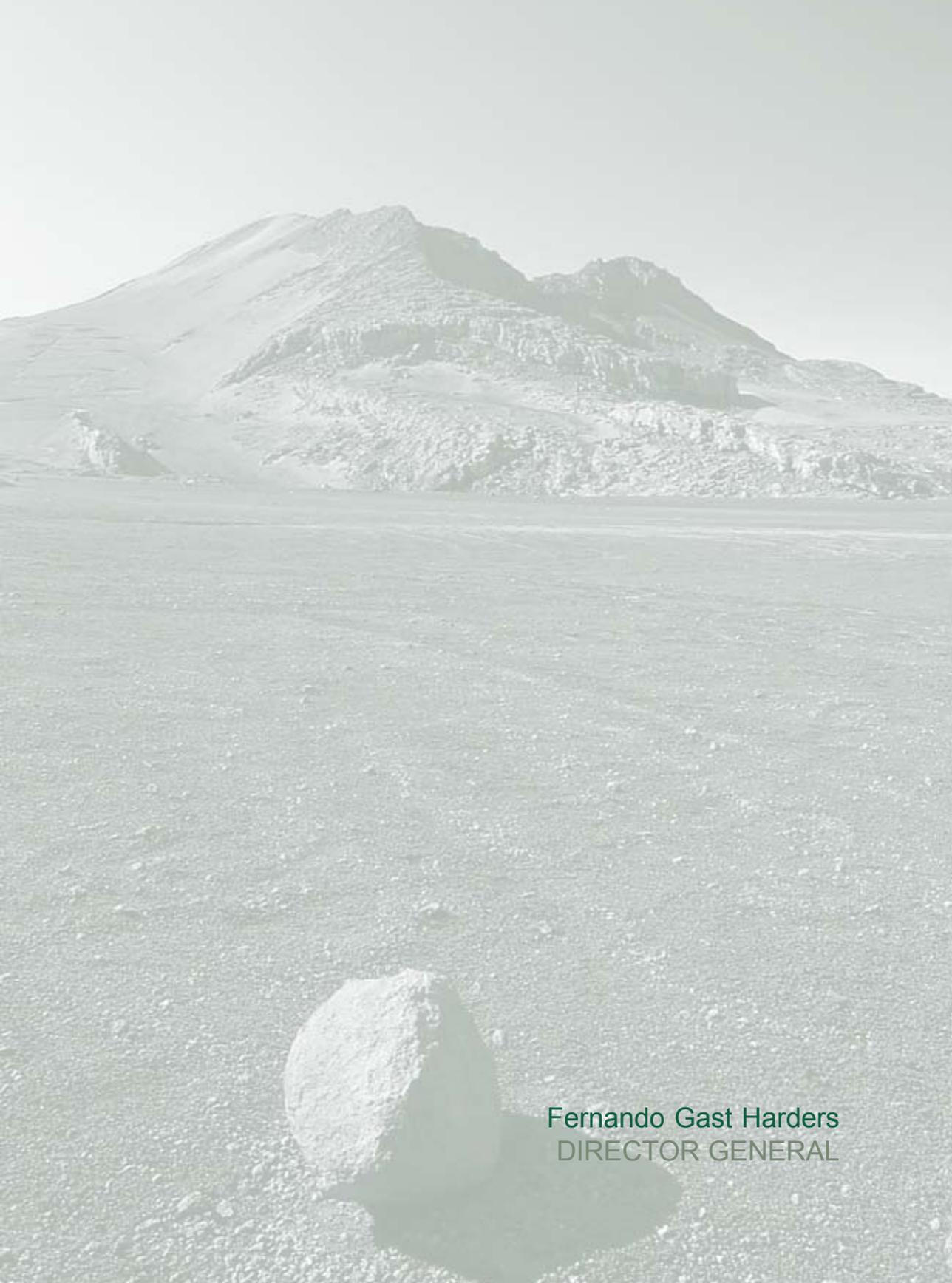
Enero de 2005

Citese como: Sua, S., Mateus, R.D. y Vargas,  
J.C. (2004) Georreferenciación de registros  
biológicos y gacetero digital de localidades.  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.  
69p.

**ISBN**

958-8151-38-4

***Esta obra contribuye  
al Inventario Nacional de la Biodiversidad***



**Fernando Gast Harders**  
DIRECTOR GENERAL



## ÍNDICE DE AUTORES

SONIA MIREYA SUA TUNJANO

Investigadora Senior

Unidad de Sistemas de Información Geográfica

IAvH

[sosua@humboldt.org.co](mailto:sosua@humboldt.org.co)

Carrera 7 # 35 – 20

Bogotá, DC - Colombia

RUBÉN DARÍO MATEUS SANABRIA

Investigador Senior

IAvH

Unidad de Sistemas de Información Geográfica

[rdmateus@humboldt.org.co](mailto:rdmateus@humboldt.org.co)

Carrera 7 # 35 – 20

Bogotá, DC - Colombia

JULIO CÉSAR VARGAS GÓMEZ

Consultor

Unidad de Sistemas de Información Geográfica

IAvH

[jcvargas@humboldt.org.co](mailto:jcvargas@humboldt.org.co)

Carrera 7 # 35 – 20

Bogotá, DC - Colombia

*«Un largo camino comienza con su primer paso»*

Proverbio chino

# TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	8
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	9
1. ANTECEDENTES .....	11
2. METODOLOGÍA PARA GEOREFERENCIACIÓN DE LOCALIDADES .....	15
2.1. Información básica utilizada .....	17
2.2. Georreferenciación de localidades .....	18
2.2.1 Registros biológicos históricos .....	19
2.2.2. Georreferenciación de datos biológicos en campo .....	23
2.2.3. Control de calidad de la georreferenciación de localidades de datos biológicos .....	27
3. APLICACIÓN GACETERO DE LOCALIDADES .....	31
3.1. Modelo conceptual y funcional .....	33
3.2. Modelo lógico .....	36
3.3. Modelo físico .....	38
4. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	43
5. BIBLIOGRAFÍA .....	49
6. ANEXOS .....	57
ANEXO 1. Conceptos y definiciones .....	59
ANEXO 2. Conversión de coordenadas .....	67
ANEXO 3. Escala de los mapas .....	69

# INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

## FIGURAS

- Figura 1. Colección de muestras de registros biológicos
- Figura 2. Cartografía base fuente NIMA
- Figura 3. Procedimiento para georreferenciar registros biológicos históricos
- Figura 4. Procedimiento para georreferenciar registros biológicos en campo
- Figura 5. Captura de coordenadas en campo por GPS
- Figura 6. Captura de coordenadas en campo por carta geográfica
- Figura 7. Procesos para el control de calidad de las localidades y sus coordenadas
- Figura 8. Modelo Entidad – Relación
- Figura 9. Modelo funcional
- Figura 10. Creación de usuarios
- Figura 11. Validación de usuarios
- Figura 12. Ventana principal
- Figura 13. Cuadro de consultas

## TABLAS

- Tabla 1. Ejemplos de la captura de localidades y su estandarización
- Tabla 2. Formato 1 para captura diferencias en el control de calidad
- Tabla 3. Entidad País
- Tabla 4. Entidad Departamento
- Tabla 5. Entidad Municipio
- Tabla 6. Entidad Usuario
- Tabla 7. Entidad Localidad

## ANEXO 1

## FIGURAS

- Figura 1. Achatamiento del elipsoide
- Figura 2. Diferencias entre superficie geoidal, elipsoidal y topográfica
- Figura 3. Coordenadas geográficas
- Figura 4. Latitud
- Figura 5. Longitud
- Figura 6. Sistema de proyección UTM
- Figura 7. Orígenes cartográficos

## TABLAS

- Tabla 1. Elipsoides más usados
- Tabla 2. Sistema de Coordenadas IGAC
- Tabla 3. Orígenes de Coordenadas Planas - IGAC

## ANEXO 2

Figura 1. Fórmula de conversión de grados hexadecimal a grados decimal

Figura 2. Pagina de Internet que contiene herramientas de conversión

## ANEXO 3

Tabla 1. Rangos de escala utilizados en el DAMA



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del grupo de trabajo de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica del Instituto Alexander von Humboldt por sus conocimientos metodológicos y experiencias en la captura de información geográfica. En especial a Milton Romero y Dolors Armenteras, Coordinadora de UNISIG, por sus comentarios acertados y su apoyo para la realización de este documento; René López, por sus comentarios y aportes metodológicos; a Carol Franco porque su experiencia en georreferenciación de registros biológicos y descripción de localidades fue de gran ayuda en el diseño de las normas. A Mauricio Álvarez, Coordinador del programa de inventarios de biodiversidad (IAvH) y a Ángela Suarez, Investigadora senior del Sistema de información sobre biodiversidad (IAvH), por la lectura comentada del manuscrito. Finalmente a Claudia Ma. Villa y Carolina Norato por la edición y diagramación del documento final. En particular deseamos expresar un especial reconocimiento a Fernando Gast H., Director General del Instituto Humboldt.

# INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El conocimiento de los recursos naturales de una región, teniendo en cuenta el alto porcentaje de especies existentes todavía no descubiertas o descritas, requiere del estudio profundo de la diversidad, abundancia y distribución ecológica de su biota. Este conocimiento proviene de la realización de investigación básica a través de la cual los países conocen su verdadera riqueza florística y faunística, hecho que ha llevado a la firma y ratificación de diversos convenios nacionales e internacionales para la defensa, protección y manejo de sus recursos naturales.

Colombia con su gran variedad de ambientes, resultado de una alta diversidad topográfica y climática, y su particular situación geográfica que permite que confluyan las seis regiones naturales del país (caribe, andina, pacífica, insular, amazónica y orinoquense), alberga una de las biotas más ricas del mundo y un elevado grado de endemismo en diversas taxas (flora, herpetofauna, avifauna, mastofauna, entre otros) (Mittermeier 1999).

Gran parte de este conocimiento, que proviene de diferentes expediciones de naturalistas que han investigado sobre la biodiversidad de nuestro país desde siglos pasados hasta el presente, ha sido recopilado y almacenado en diferentes museos y herbarios tanto nacionales como internacionales, los cuales han empezado a ser catalogados y publicados.

Con los avances tecnológicos en informática y telecomunicaciones, y la creciente utilización de los sistemas de información geográfica (SIG), los investigadores que colectan datos en campo han mejorado la capacidad de captura, cálculo y almacenamiento de la información permitiendo obtener datos más precisos y exactos de la ubicación geográfica de los registros biológicos y en particular de las colecciones biológicas.

En el marco de aplicar los conceptos básicos sobre cartografía, estándares de calidad de información y localización geográfica establecidos en las normas, y aceptados para Colombia, la Unidad de SIG del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt presenta esta publicación que está orientada a:

- Describir e implementar una metodología propuesta por el Instituto Humboldt para capturar, depurar, y georreferenciar los registros biológicos.

- Proponer los estándares de georreferenciación de localidades de registros biológicos históricos y actuales.
- Presentar el diseño de la aplicación gacetero desarrollada en el Instituto Humboldt, que permite capturar, validar, almacenar y visualizar los datos geográficos y alfanuméricos.
- Describir el diseño y manejo de la interfaz de usuario de la aplicación gacetero.

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT  
 BOGOTÁ, COLOMBIA  
 Herbario Nacional de Colombia  
 No. 1079  
 PLANTAS DE COLOMBIA  
 INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT  
 BOGOTÁ, COLOMBIA

PLANTAS DE COLOMBIA  
 INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT  
 BOGOTÁ, COLOMBIA  
**ZINGIBRACEAE**  
*Zingiber*  
 Hierba. 10cm. - 12cm. Hojas verde claro y más oscuras  
 por arriba. Corolla amarilla, largo tubo.  
 Dpto. Meta. Alto. Mariposa. Localidad: Rio Guila,  
 campesinato, P.O. 7000,  
 Comarca del "Vichá"  
 Del Herbario César  
 Del Herbario César  
 No. 5079 28 Agosto 1968

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT  
 BOGOTÁ, COLOMBIA  
**PLANTAS DE COLOMBIA**  
 INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT  
 BOGOTÁ, COLOMBIA  
 No. 1079  
 PLANTAS DE COLOMBIA  
 INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT  
 BOGOTÁ, COLOMBIA



Plantas de Colombia  
 Instituto Alexander von Humboldt  
 BOGOTÁ, COLOMBIA

Número, planta local, número de colección, fecha y nombre del recolector.

# ANTECEDENTES

# 1



La Unidad de Sistemas de Información Geográfica (UNISIG) del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, tiene como finalidad adelantar proyectos propios de investigación en esta área y orientar a los distintos programas, líneas de investigación, proyectos e iniciativas en donde la información geográfica sobre la biodiversidad cumpla un papel central, orientado a generar conocimiento y herramientas de carácter espacial que contribuyan a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de Colombia, a través del desarrollo conceptual y analítico-científico de información geográfica sobre biodiversidad en el país.

Este grupo (UNISIG), ha venido desarrollando actividades de adquisición, manejo, procesamiento, análisis y desarrollo de modelos de información geográfica desde 1998. En 1999 junto con el programa de Inventarios de Biodiversidad inició el proceso de georreferenciación de localidades de colección de registros biológicos, para lo cual se desarrolló un aplicativo de fácil manejo, que permite trabajar la información biológica tanto histórica como actual de una manera estandarizada, y replicable a través del tiempo.

Previo a este trabajo, los datos de colecciones de registros biológicos históricos contenían información insuficiente de localización o simplemente daban una descripción general acerca de la ubicación donde se observó o colectó el organismo. Esto es debido a que en su momento no se le dio importancia a obtener los datos de coordenadas (georreferenciación), ni se mantuvo una relación directa entre la caracterización de especies frente a su localización espacial.

El desarrollo de la cartografía junto con los avances tecnológicos, permitió a los investigadores realizar análisis espaciales de los registros de especies biológicas colectadas con otro tipo de información espacial relacionada. No obstante se tuvo que afrontar el hecho de que las observaciones no contaran con los datos de coordenadas geográficas o localidades estandarizadas, ausencia que impedía la especialización de esta información para análisis geográficos avanzados.

Es así como surgió la necesidad de implementar metodologías para la captura y organización de la información espacial en bases de datos sencillas y accesibles por diferentes tipos de usuarios, con el desarrollo de protocolos y estándares para la toma de datos geográficos. Estos pueden ser compartidos, intercambiados y utilizados para múlti-

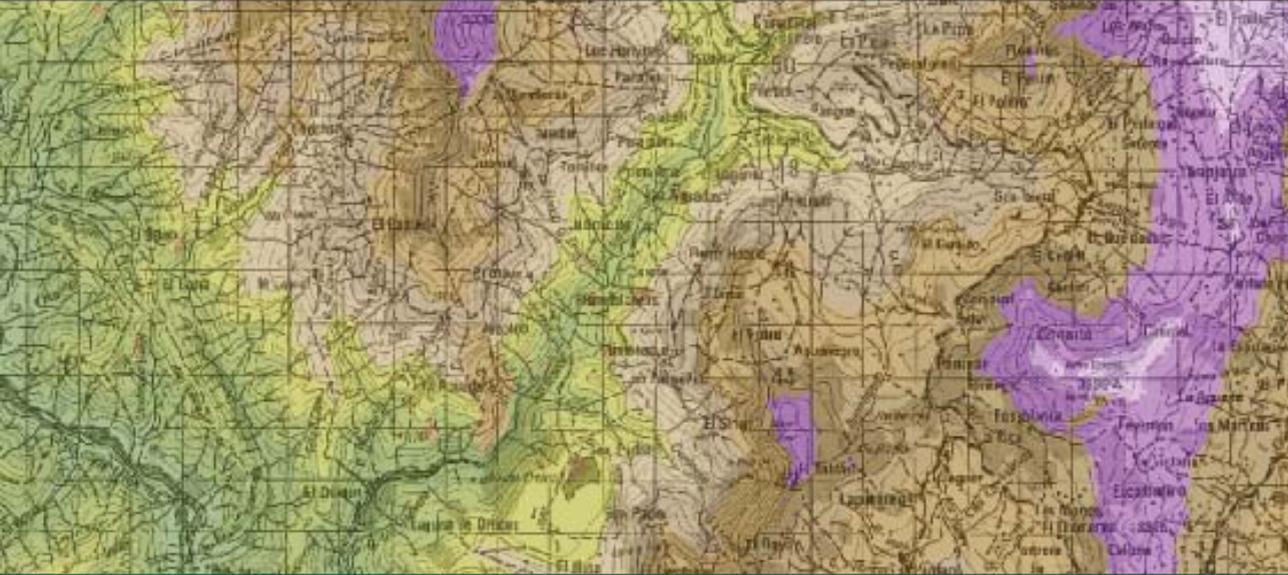
ples propósitos y permite extender y optimizar el conocimiento y el uso de la información geográfica para la toma de decisiones tanto de investigación como de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Los gaceteros de localidades son una de las herramientas más útiles para el manejo de la información geográfica. Estos permiten recopilar los datos geográficos que están dispersos y son de difícil documentación, con el fin de organizarlos, documentarlos y estandarizarlos. El uso de un gacetero de localidades permite la reducción de costos, duplicidad de esfuerzos y el intercambio de datos por lo cual la calidad de los datos se convierte en un factor decisivo para su utilización.

En Latinoamérica algunas iniciativas han abordado la georreferenciación de registros y gaceteros, para incorporarlos en el tema de biodiversidad, encontrando algunos esfuerzos como el sistema de información biótica de México (Biótica), el cual ha sido diseñado especialmente para el manejo de datos curatoriales y de observaciones, nomenclaturales, geográficos, y bibliográficos. El sistema de información geográfica para el análisis de datos de biodiversidad - DIVA-GIS de Perú cuyo soporte se dirige a dilucidar patrones genéticos, ecológicos y geográficos en la distribución de especies cultivadas y nativas y, el sistema de información Atta, el cual facilita los procesos de captura, administración, generación y divulgación de información sobre biodiversidad en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica.

Estas experiencias han evidenciado la necesidad de que los registros biológicos cuenten con la información de localidad y de georreferencia con un alto grado de confiabilidad, por lo que se deben someter a un control de calidad, que minimice el error en los resultados obtenidos en los diferentes procesos de análisis. Cuanto mayor y más precisa sea la información de la cual se disponga, mayor será la capacidad de investigación.

El hecho de mantener y disponer de datos correctos de localidad y georreferencia, proporciona una herramienta valiosa que permite a través del uso de las herramientas SIG la realización de monitoreo, análisis de tendencias, modelos de simulación, estudios multitemporales, análisis de distribución de especies biológicas, que apoyan la generación de nueva información o conocimiento y contribuyen a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en Colombia.



# METODOLOGÍA PARA LA GEORREFERENCIACION DE LOCALIDADES

2



Dentro del proceso de construcción de una ruta metodológica de georreferenciación de localidades, a continuación se detallan los pasos a seguir que ha adaptado el Instituto Alexander von Humboldt. Inicia desde la adquisición de la información, el desarrollo de la metodología, el almacenamiento y manejo en la respectiva base de datos (gacetero) y el empleo de la interfase desarrollada en la Unidad de SIG para ser utilizada por el usuario final.

## 2.1. INFORMACIÓN BÁSICA UTILIZADA

La primera actividad básica y esencial para el proceso de georreferenciación es la búsqueda, procesamiento, selección y adquisición de la cartografía básica en formato digital o análoga, la cual proporciona la fuente confiable para ubicar geográficamente los registros biológicos. Los datos para georreferenciación provienen de dos tipos de fuentes:

### 2.1.1. Fuentes primarias

Los datos de localización geográfica obtenidos de geoposicionadores, Global Positioning System (GPS), que se recopilan a partir de los muestreos de campo, proporcionan información primaria útil para enriquecer la posición geográfica detallada de las localidades de colección. Adicionalmente contribuyen a complementar las descripciones de algunas localidades de registros históricos o pueden usarse como nuevas fuentes de datos (Figura 1).



Figura 1. Colección de muestras de registros biológicos

## 2.1.2. Fuentes secundarias

La principal fuente de información secundaria utilizada en el Instituto Humboldt es la cartografía básica digital, la cual contiene los atributos de toponimia (centros urbanos, accidentes geográficos, división político-administrativa, etc.), curvas de nivel, ríos y vías, elaborada por el Instituto Geográfico «Agustín Codazzi» (IGAC) a escala 1:25.000 y digitalizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), entidades encargadas de su construcción y distribución.

Igualmente la información digital de National Imagery and Mapping Agency (NIMA), que cuenta con curvas de nivel, ríos, vías y 62.000 topónimos aproximadamente que incluyen accidentes geográficos, centros poblados y ríos (Figura 2). Esta información digital alimenta la base de datos geográfica del gacetero.

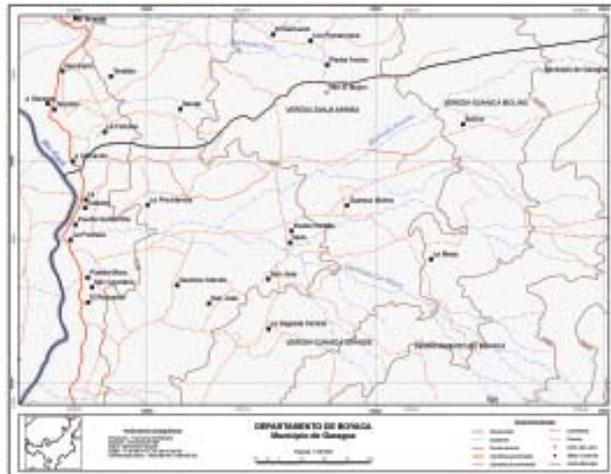


Figura 2. Cartografía base fuente NIMA

## 2.2. GEORREFERENCIACIÓN DE LOCALIDADES

La metodología utilizada para georreferenciar registros biológicos parte de las diferentes fuentes de información que proveen los datos referentes a localidades de colección. Estas fuentes pueden ser:

- registros biológicos existentes (históricos) sin georreferenciación.
- registros ya georreferenciados pero sin una descripción estandarizada.
- registros actuales capturados utilizando tecnologías de sistemas de posicionamiento global (GPS), cartografía existente y otras fuentes de información.

Para cada una de estos casos se diseñó una metodología de recopilación de la localidad y sus coordenadas espaciales.

## ■■■ 2.2.1. Registros biológicos históricos

Este proceso inicia con la consecución de los diccionarios geográficos del país, gaceteros de localidades, cartografía análoga y digital para realizar el proceso de georreferenciación. En la Figura 3 se muestran las principales actividades que se desarrollan durante este proceso y captura de localidades de los registros existentes.

### ■■■ 2.2.1.1. Depurar y estandarizar los nombres de las localidades

Como primer paso se identifican las localidades que aparecen en la ficha del registro o la base de datos, los atributos mínimos y los descriptores geográficos de localización entre los que se encuentran:

- País
- Departamento
- Municipio
- Corregimiento
- Vereda
- Inspección de Policía
- Topónimos físicos (accidentes geográficos)
- Descripciones del sitio de colección

Una vez realizada esta actividad se procede a depurar, complementar y estandarizar los nombres de localidades. La estandarización de las localidades debe partir de lo más particular hasta lo global, es decir, desde la descripción puntual del sitio de toma de la muestra hasta el nivel jerárquico más general. (Ej. Tabla 1).

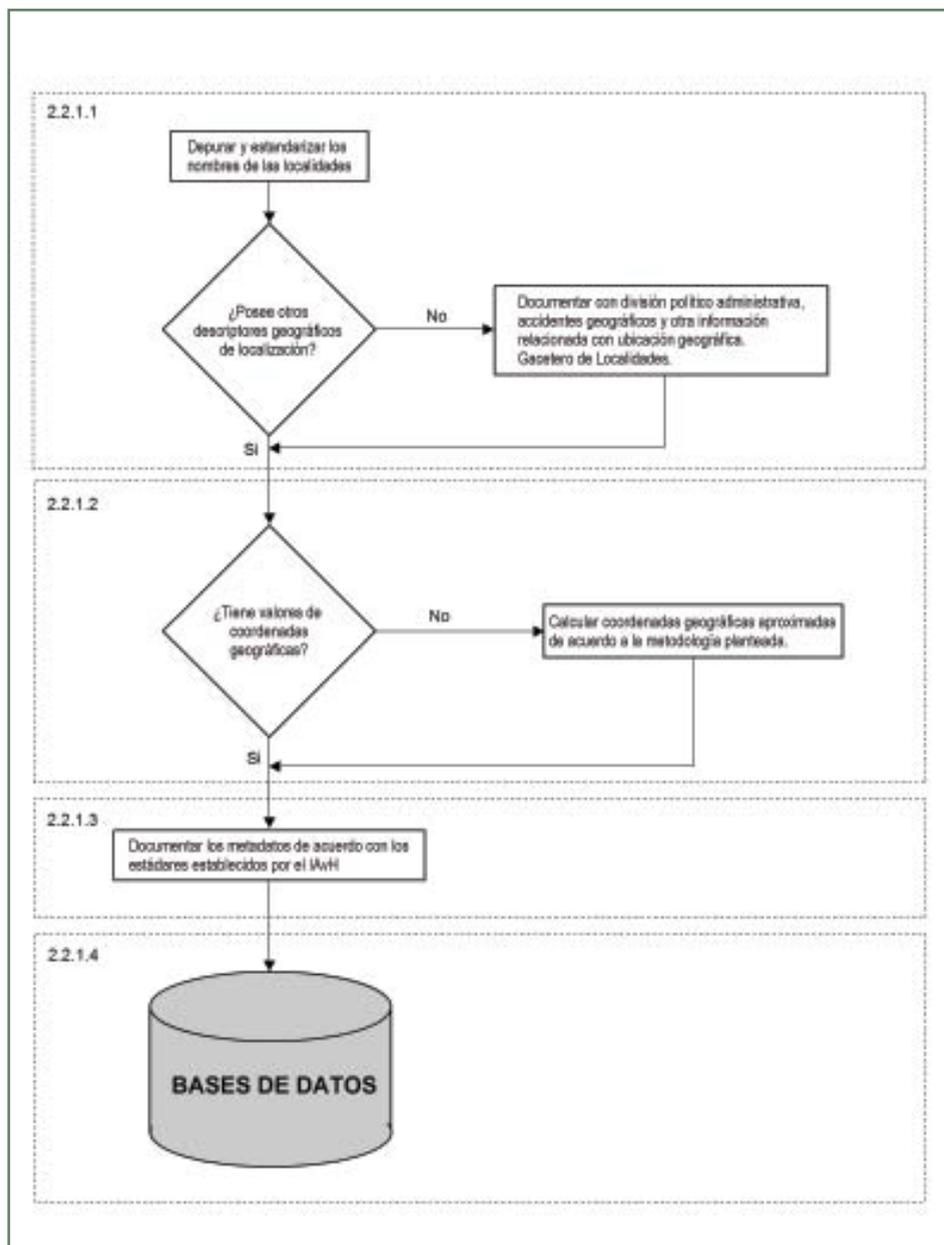


Figura 3. Procedimiento para georeferenciar registros biológicos históricos

Tabla 1. Ejemplos de la captura de localidades y su estandarización

LOCALIDAD ORIGINAL	LOCALIDAD ESTANDARIZADA					
	Pais	Departamento	Municipio	Corregimiento	Vereda	Localidades Estándar
Nariño, Barbacoas, Buenavista, Vereda Piedra Verde, Km 14 1/2 Carretera Junín Barbacoas	Colombia	Nariño	Barbacoas	Buenavista	Piedra verde	Junín-Barbacoas, 14.5 Km carretera
Río Dagua, k 43, carretera al mar	Colombia	Valle del cauca				Dagua río, 43 km carretera al mar
Valole, Quebrada Agua Clara, cord. Occid. Vert. Occid.	Colombia	Valle del cauca				Agua Clara quebrada de, cordillera Occidental, vertiente occidental
Vale, mpío. Buenaventura, río Agua Sucia (Cajambre) subiendo margen derecha frente a cerro caja	Colombia	Valle del Cauca	Buenaventura			Agua Sucia río, frente a desembocadura quebrada Caimancito
Concesión Bajo Calima, Cartón de Colombia, cuartel BV-83, Valle	Colombia	Valle del Cauca				Cartón de Colombia S.A., concesión cuartel VB-83, Bajo Calima
Llano bajo, carretera Cali – Buenaventura	Colombia	Valle del Cauca				Bajo Llano, carretera Cali-Buenaventura
Bahía Málaga, Base Naval, Valle	Colombia	Valle del Cauca		Bahía Málaga		Base Naval
Umbría, Putumayo	Colombia	Putumayo	Belén de Umbría			Belén de Umbría
Estero caimancito, Mayorquín, Mpio. B/ventura – Valle	Colombia	Valle del Cauca	Buenaventura			Caimancito estero de
Alrededores de Cali, Valle	Colombia	Valle del Cauca	Calf			Cali alrededores de
Páramo del Duende, cerro Calima, municipios Río Frío, Darién y Docordó, límites Chocó, Valle del Cauca	Colombia	Valle del Cauca	Río Frío			Calima cerro de, páramo del Duende, límite entre departamentos Chocó y Valle del Cauca
Charguayaco, PNN Munchique, Tambo, Cauca	Colombia	Cauca	El Tambo		Charguayaco	Charguayaco, PNN Munchique
Nariño: Mpo. Barbacoas: Corr. Altaquer, ca. 2 Km. ENE El Barro	Colombia	Nariño	Barbacoas	Altaquer		El Barro, 2 km al Este-Noreste de
El Salado, km 42, Dagua, Valle	Colombia	Valle del Cauca				El Salado, 42 km de
Laguna de Fuquene, Boyacá	Colombia	Cundinamarca				Fúquene laguna de
Gabriel López, Cauca	Colombia	Cauca	Gabriel López			Gabriel López
Páramo Impamal, Bolívar, Cauca	Colombia	Cauca	Bolívar			Impamal páramo de
km 26, carretera al mar, Dagua, Valle	Colombia	Valle del Cauca	Dagua			Dagua río, Km 26 carretera al mar
Confluencia de la Quebrada de Los Indios y el río Dagua	Colombia	Valle del Cauca				Los Indios quebrada de, desembocadora en el río Dagua
Vall, Bahía de Málaga	Colombia	Valle del Cauca		Bahía Málaga		Málaga bahía de
Isla de Malpelo	Colombia					Malpelo isla de
Sabana de Bogotá, Torca	Colombia	Cundinamarca				Torca, Sabana de Bogotá
Chocó, Mpio San Jose de Palmar, Cerro del Torrá, vert. Nor oriental	Colombia	Choco	San Jose del Palmar			Torra cerro de
Parque Regional Ucumarí, La Pastora, Pereira, Risaralda	Colombia	Risaralda	Pereira	La Pastora		Ucumarí, Parque regional
Hda. Veracruz, Jamundí, Valle	Colombia	Valle del Cauca	Jamundí			Veracruz Hacienda
Río Sabaletas, B/ventura	Colombia	Valle del Cauca	Buenaventura			Zabaletas río

### ■■■ 2.2.1.2. Georreferenciar los registros biológicos

Una vez depurado y estandarizado el nombre de la localidad se procede a la georreferenciación y definición del nivel de precisión siguiendo los siguientes pasos:

- Diferenciar las localidades que no presentan atributos de coordenadas geográficas de aquellos que las poseen con el fin de realizar su correspondiente cálculo.
- Una vez definidas las localidades, con la descripción, buscar en la cartografía análoga o digital correspondiente a la zona de ubicación, guiándose por el orden jerárquico de la división político-administrativa (departamento, municipio, vereda, inspección, etc.).
- Ubicar el punto de localización aproximado en la cartografía análoga o digital, e ir ajustado con las descripciones de sitios de colecta existentes.
- Capturar las coordenadas que arroja el sistema, en los respectivos campos de la base de datos.
- Definir el nivel de precisión del registro de coordenadas, el cual tiene que ver con el método de captura de la información de localidad, de acuerdo con los siguientes parámetros:
  - Nivel 1. Coordenadas que han sido tomadas directamente en campo con geoposicionador (GPS), y que al ser confrontadas a la cartografía digital, se ubican en este lugar. Si es posible incluir la marca del GPS y el grado de error.  
Ejemplo: Colombia. Cundinamarca: Municipio de Albán, Fundación Granjas Infantiles del Padre Luna, vertiente occidental, cordillera Oriental, bosque subandino, 4° 52' 02" N, 74° 25' 25" O, 2.000 m.
  - Nivel 2. Coordenadas tomadas de literatura, museos, herbarios, fichas de colección etc., que al ser confrontadas con la cartografía digital se confirma el dato de su localización o conocimiento de la zona por parte de un investigador o investigadores. Si en esta confrontación no concuerdan con la ubicación registrada pasan a ser evaluadas en los siguientes niveles.  
Ejemplo: Colombia, Valle del Cauca, Riofrío, 04°10' N 76°13' O, 1.200 m.
  - Nivel 3. Coordenadas calculadas de la cartografía digital donde se tiene el punto de intersección y su correspondiente altura o rangos de altura.  
Ejemplo: Colombia, Santander; desembocadura del río Pamplonita, 300 m.
  - Nivel 4. Coordenadas calculadas de la cartografía digital tomadas de la localidad de muestreo pero donde no se tiene dato sobre altura (msnm) de colección.

- Ejemplo: Colombia, Departamento del Chocó, Municipio de Yuto, Yuto a Lloro Km 32.
- Nivel 5. Coordenadas calculadas de la cartografía digital tomado la cabecera departamental, municipal o centro poblado como el punto de muestreo, por falta de precisión de la localidad.  
Ejemplo: Colombia, Antioquia, Medellín.
  - Nivel 6. Coordenadas calculadas de la cartografía digital, donde no existe precisión de la localidad por lo cual debe ser tomadas en áreas que pertenecen a varios departamentos, municipios, jurisdicción de áreas como: parques, corporaciones, resguardos, reservas, etc., y áreas con delimitación natural paramos, bosques, sabanas, etc.  
Ejemplo: Colombia, Parque Nacional Natural Nevado del Huila
  - Nivel 7. Coordenadas con información de localización muy general, donde no se describe el sitio de colección, sino se realiza una referencia de una región, río, departamento, país, municipio, etc.  
Ejemplo: Colombia, río Caquetá
  - Nivel 8. Localidades cuya información es insuficiente para ser referenciada.  
Ejemplo: Los Viejos

### ■■■ 2.2.1.3. Documentar los metadatos

Posteriormente, se procede a la documentación de los metadatos describiendo la fuente de la cual se toma la georreferenciación de la localidad siguiendo los estándares que se utilizan en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) dentro del «Protocolo de documentación de metadatos de conjuntos de datos relacionados con biodiversidad en el IAvH», (Rivera 2003).

### ■■■ 2.2.1.4. Incorporar a la base de datos

Una vez se complementa toda la información, se actualiza la base de datos de los registros biológicos con el campo de localidad el cual contiene el identificador y la información geográfica depurada y estandarizada.

## ■■■ 2.2.2. Georreferenciación de datos biológicos en campo

Las principales actividades en la captura de localidades se muestran en la Figura 4 y se describen a continuación.

### ■ ■ ■ 2.2.2.1. Identificar y preparar la cartografía de la zona de muestreo

Una vez definida la localización del área de muestreo, se debe determinar la ubicación de la zona sobre la cual se va a trabajar de acuerdo con las especificaciones del proyecto, este proceso inicia con la consecución de los diccionarios geográficos del país, gaceteros de localidades, fotografías aéreas, cartografía análoga y digital a escalas lo mas detalladas posible. Un buen nivel de detalle cartográfico facilita la identificación de características específicas del área de interés como accidentes geográficos, vías de acceso, centros poblados, etc.

### ■ ■ ■ 2.2.2.2. Método de captura de coordenadas

Una vez en campo, en el sitio de colecta de los registros biológicos se inicia el proceso de captura de la información geográfica la cual se realiza por dos métodos principalmente:

#### ■ ■ ■ Captura de coordenadas por medio del geoposicionador GPS (Global Spatial System):

Es conveniente, que del personal que se traslade a campo por lo menos uno este capacitado o se capacite en el funcionamiento y correcto uso del equipo GPS, esto garantiza una alta calidad en la obtención de la georreferencia de las localidades:

- Antes de salir a campo el geoposicionador se calibra con un punto de coordenadas conocidas, de acuerdo con los siguientes parámetros (ver Anexo 1):  
Proyección Transversa de Mercator.  
Datum Observatorio de Bogotá.  
Elipsoide Internacional de 1904.
- En campo ubicar un sitio abierto sin vegetación demasiado alta o accidentes como cerros, colinas etc., que interfiera con la recepción de la señal satelital; se recomienda en lo máximo posible cielo despejado. Para la captura de las coordenadas se debe tener en cuenta que al tomar el punto debe existir comunicación por lo menos con cuatro satélites, con el fin de obtener una buena precisión en la posición del punto y sus coordenadas respectivas. Se recomienda usar las antenas del GPS para obtener una mejor recepción de la señal. De las características del equipo GPS y el tiempo de toma, dependerá la precisión de las coordenadas (Figura 5).
- Almacenar el dato que corresponde al PDOP (precisión de posicionamiento que entrega el satélite en un rango 0-7, los valores de mayor precisión están entre 0 y 3).

- Una vez obtenida la coordenada del punto en campo, almacenar en la memoria del GPS y registrar en el formato establecido por el estándar de registros biológicos.
- Complementar en lo posible la descripción de la localidad estandarizada y georreferenciada con accidentes geográficos o topónimos obtenidos por entrevistas con habitantes de la región o personal que sirva como guía en campo. Para la estandarización de las localidades se debe partir de lo más particular hasta lo global, es decir, desde la descripción puntual del sitio de toma de la muestra hasta el nivel jerárquico más general.
- Continuar con la captura de localidades que están programadas para muestreo.

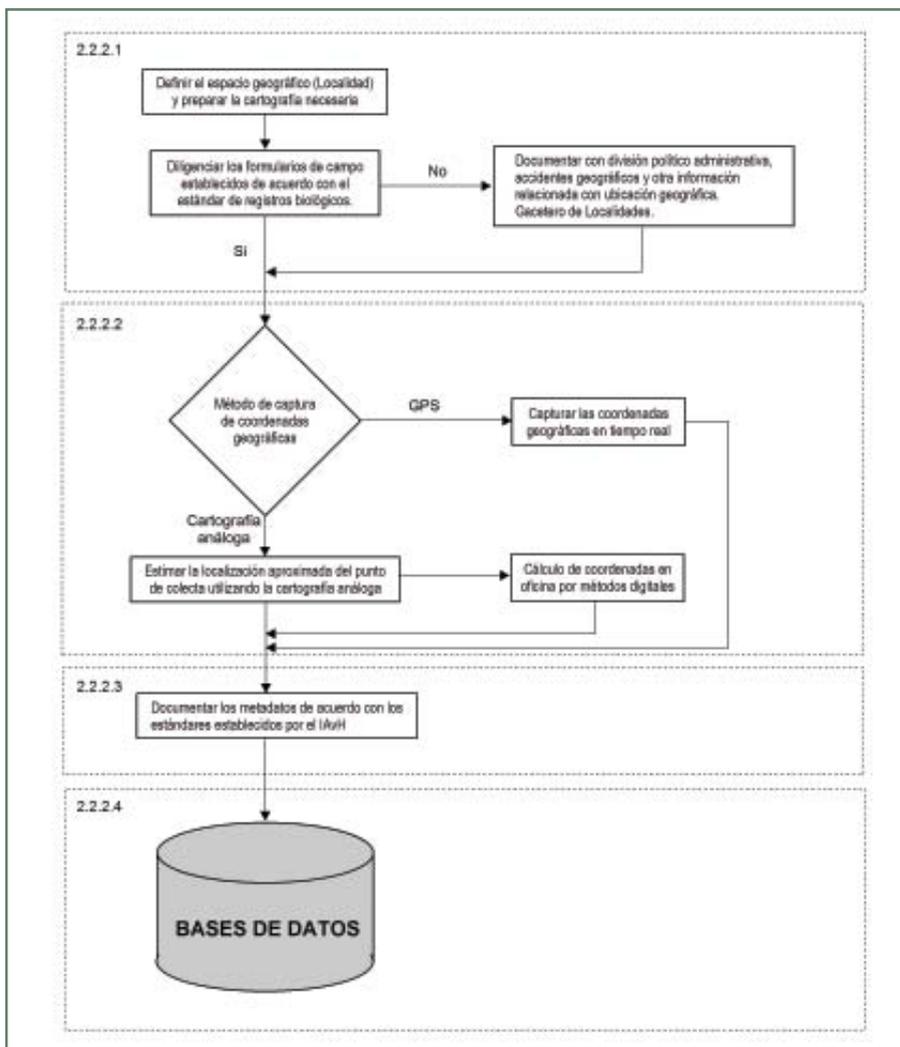


Figura 4. Procedimiento para georreferenciar registros biológicos en campo

- En oficina, transferir los datos almacenados en el GPS al computador para ser descargados en la base de datos y en la cartografía digital.



Figura 5. Captura de coordenadas en campo por GPS

#### ■ ■ ■ Captura de coordenadas por medio de la cartografía análoga

Cuando no es posible tener un geoposicionador (GPS), se debe trabajar con cartografía análoga de la zona siguiendo los siguientes pasos:

- En el área de estudio se orienta la cartografía base con respecto a la norte y se determina la ubicación exacta del punto de muestreo.
- Con ayuda de los habitantes de la región o personal que sirva como guía de campo, se identifica y verifica la coincidencia de los diferentes accidentes geográficos, vías de acceso y sus topónimos entre otros asociados en el área de muestreo.
- Una vez en la posición para la toma de la muestra biológica, se plasma un punto que indique la posición de la localidad sobre la cartografía y se debe asignar un identificador como se muestra en la Figura 6.
- Complementar la descripción de la localidad estandarizada y georreferenciada con accidentes geográficos o topónimos obtenidos por entrevistas con habitantes de la región o personal que sirva como guía en campo. Para la estandarización de las localidades se debe partir de lo más particular hasta lo global, es decir, desde la descripción puntual del sitio de toma de la muestra hasta el nivel jerárquico más general.
- Continuar con la captura de la siguiente localidad de muestreo.

- Una vez en la oficina y basados en la cartografía de campo, transferir los puntos sobre cartografía digital o capturarlos a través de procesos de digitalización.
- Generar las coordenadas geográficas por medio de las herramientas de la aplicación utilizada.



Figura 6. Captura de coordenadas en campo por carta geográfica

### 2.2.2.3. Documentar los metadatos

Posteriormente, se procede a la documentación de los metadatos describiendo la fuente de la cual se toma la georreferenciación de la localidad siguiendo los estándares que se utilizan en el IAvH dentro del «Protocolo de documentación de metadatos de conjuntos de datos relacionados con biodiversidad en el IAvH» (Rivera 2003).

### 2.2.2.4. Incorporar a la base de datos

Una vez se complemente la información, se actualiza la base de datos de los registros biológicos con el campo de localidad el cual contiene el identificador y la información geográfica depurada y estandarizada.

### 2.2.3. Control de calidad de la georreferenciación de localidades de datos biológicos

Las localidades de colección georreferenciadas, deben seguir el proceso de control de calidad de la información almacenada en la base de datos, las cuales se describen en la Figura 7. La finalidad de esta tarea es identificar las inconsistencias de un conjunto de datos con respecto a sus especificaciones. (ICONTEC NTC 5205 2003).

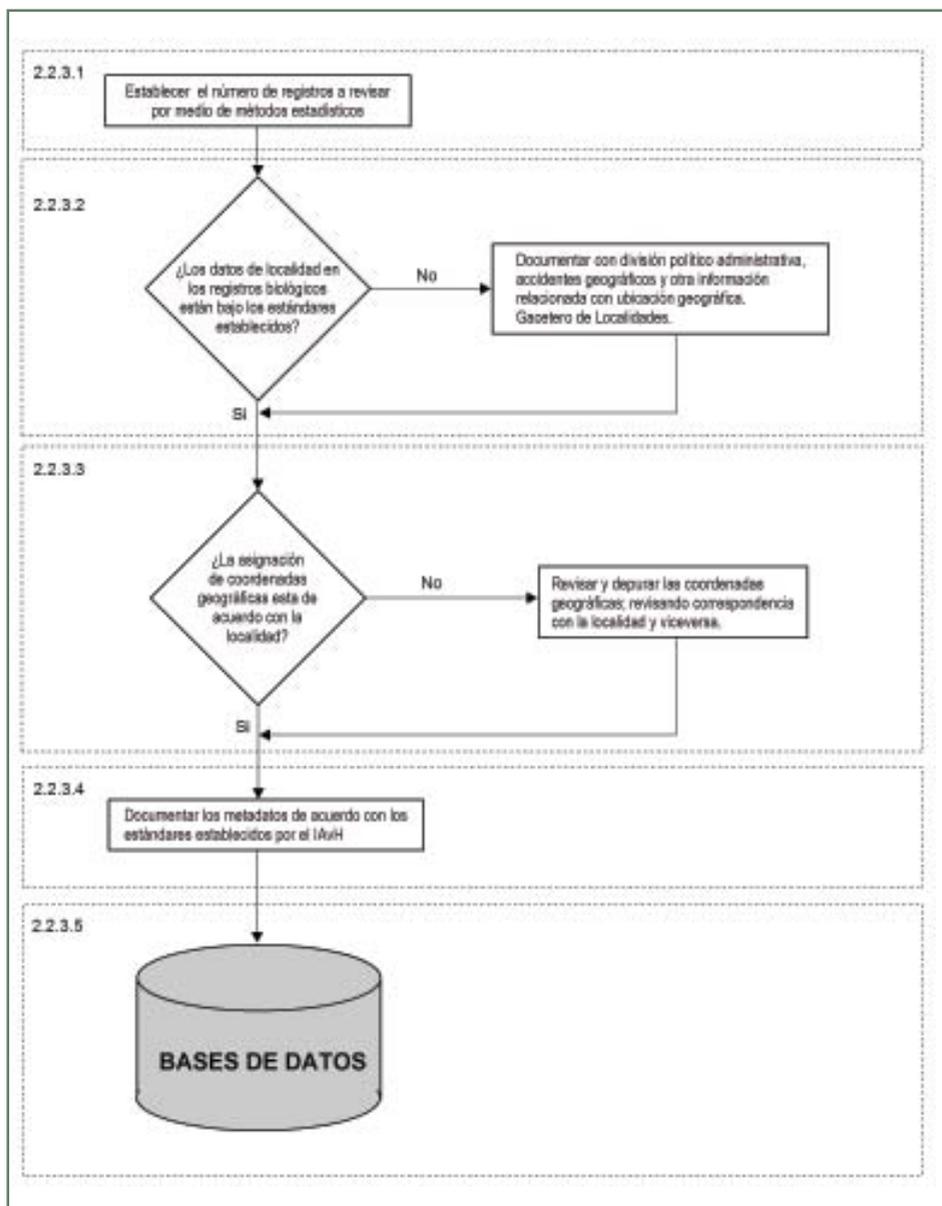


Figura 7. Procesos para el control de calidad de las localidades y sus coordenadas

### 2.2.3.1. Selección de la muestra

Se sugiere que el número de registros a revisar corresponda al 15% del total georreferenciado y puede ser seleccionado por cualquier método estadístico que se estime conveniente.

### 2.2.3.2. Revisión de la localidad

Luego, de generar el listado con los registros seleccionados, se diligencia el formato 1 (Tabla 2) el cual presentan los campos sugeridos a ser revisados. Al validar el registro, se debe tener en cuenta que esté bajo los estándares establecidos en el momento de la normalización de la localidad. Se tienen las opciones (A) aprobado en el cual se cumple con las normas de estandarización y (C) corregido, cuando no las cumple y debe corregirse.

En este proceso se lleva un registro para conocer el margen de error en la estandarización de las localidades y de esta manera evaluar la calidad de la misma. Se sugiere que si más del 5% de los datos presenta diferencias, se revise el total de los registros georreferenciados.

Tabla 2. Formato para captura diferencias en el control de calidad

Campo principal	No. de errores	Observaciones
ID	.	.
País	.	.
Departamento	.	.
Municipio	.	.
Corregimiento	.	.
Vereda	.	.
Inspección de Policía	.	.
Localidad	.	.
Latitud	.	.
Longitud	.	.
Validación*	.	.

\* Este campo se crea para validar el registro en el control de calidad

### 2.2.3.3. Revisión de coordenadas geográficas

Para revisar los datos correspondientes a coordenadas geográficas se hace necesario disponer de la cartografía análoga o digital que permite relacionar los campos correspondientes a las coordenadas de localización sobre ésta y complementar el Formato 1, de ser necesario.

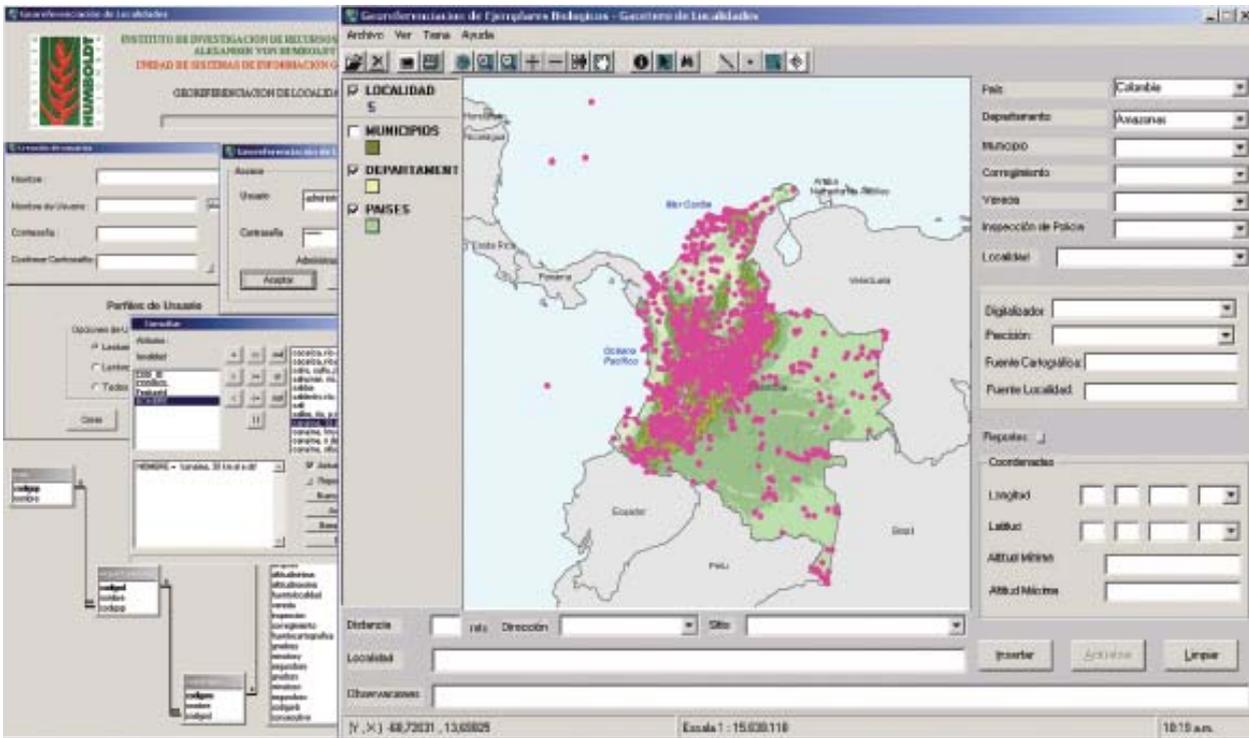
En este paso se revisa la correspondencia entre los datos de localidad y los datos dispuestos sobre la cartografía digital. Aquellos que no concuerden deben ser revisados con el fin de determinar si hay error en las coordenadas geográficas; y se realiza la corrección de acuerdo con la información de análisis. Al igual que en la revisión de localidad también se debe llevar un registro con la información corregida para efectos estadísticos.

#### ■■■ 2.2.3.4. Documentar los metadatos

Posteriormente, se procede a la documentación de los metadatos describiendo la fuente de la cual se toma la georreferenciación de la localidad siguiendo los estándares que se utilizan en el IAvH dentro del «Protocolo de documentación de metadatos de conjuntos de datos relacionados con biodiversidad en el IAvH» (Rivera 2003).

#### ■■■ 2.2.3.5. Incorporar a la base de datos

Una vez se complementa toda la información se actualiza la base de datos de los registros biológicos con el campo de localidad el cual contiene el identificador y la información geográfica depurada y estandarizada.



# ..... APLICACIÓN GACETERO DIGITAL DE LOCALIDADES



Para la implementación de la metodología descrita anteriormente, se desarrolló el gacetero de localidades como herramienta para la captura de información espacial (coordenadas y localidades) de los registros biológicos bajo estándares normalizados. Esta aplicación permite de manera rápida y sencilla realizar las tareas descritas, y el manejo por parte de los usuarios es casi intuitivo.

El significado del término *Gacetero* cuando se utiliza en un sentido geográfico, se define como un «índice o diccionario geográfico». Cuando son usados en atlas o índices de mapas, los gaceteros son simplemente conjuntos de listados ordenados alfabéticamente de localidades o de características físicas/culturales. (Columbia Gazetteer of the World Online, <http://www.columbiagazetteer.org/>).

Mantener un gacetero de localidades actualizado da funcionalidad a los SIG, proporcionando información clara y precisa acerca de la toponimia sobre determinadas zonas objeto de estudio y aumenta la confiabilidad en cuanto al ingreso de datos, validación rápida de datos y la interpretación de los mismos, respondiendo a cuestiones de localización.

Su construcción se enmarca dentro de las etapas normales de un diseño de base de datos en donde se desarrollan los modelos conceptual, lógico y físico los cuales se describen a continuación:

### 3.1. Modelo conceptual y funcional

La construcción del esquema de la información que utiliza la aplicación independiente de cualquier consideración física es una labor que se realiza mediante el modelo conceptual, la representación de este modelo está basado en el modelo de Entidad – Relación de Chen (Figura 8). El principal objetivo es la identificación de las entidades, atributos y relaciones de acuerdo con las perspectivas que cada uno de los usuarios tiene sobre el manejo de los datos, la naturaleza de los mismos y el uso que se tenga a través de las diferentes áreas de aplicación.

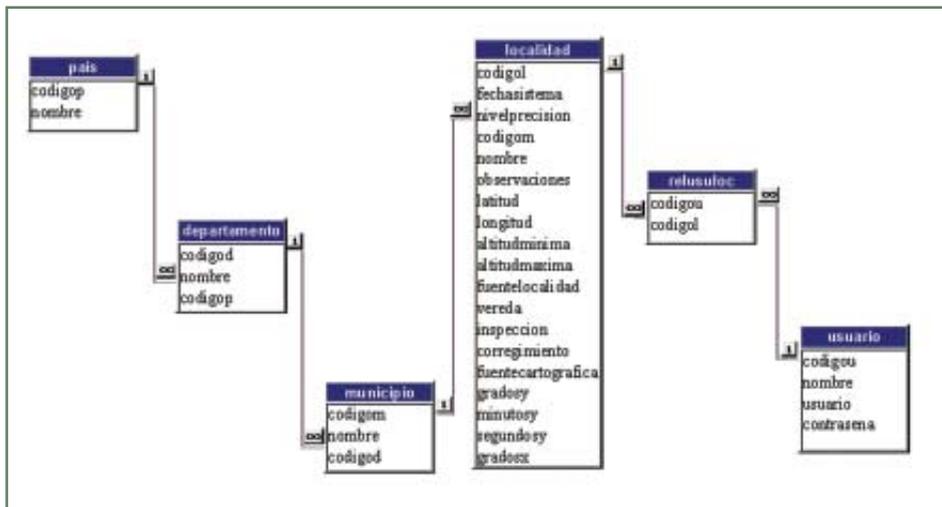


Figura 8. Modelo Entidad - Relación

Además, se deben incluir las actividades que la aplicación va a desarrollar, es decir, cómo será la transformación de datos y las funciones de correspondencia, almacenamiento, actualización y modificación con ayuda del modelo funcional. Estas actividades y sus funciones se describen a continuación (Figura 9):

### 3.1.1. Georreferenciación o adición de localidades

Este proceso es el más importante, y es desarrollado por usuarios de diferentes perfiles, según privilegios asignados por el administrador; los datos son procesados por los usuarios, almacenándose las localidades de forma definitiva en la base de datos de gacetero, además de permitir la asignación de la georreferencia (asignación de coordenadas y descripción de localidades) a los registros biológicos, para luego ser capturados en su correspondiente base de datos para registros biológicos.

### 3.1.2. Actualización de localidades

Es un proceso de segundo nivel, el cual tiene como fuente de alimentación los datos accedidos por los usuarios o información que pueda ser consultado por los mismos. Dicha información, puede ser actualizada dependiendo del tipo de usuario que esté llevando a cabo el proceso de consultas; los datos que requieren actualización son enviados al subproceso de actualización.

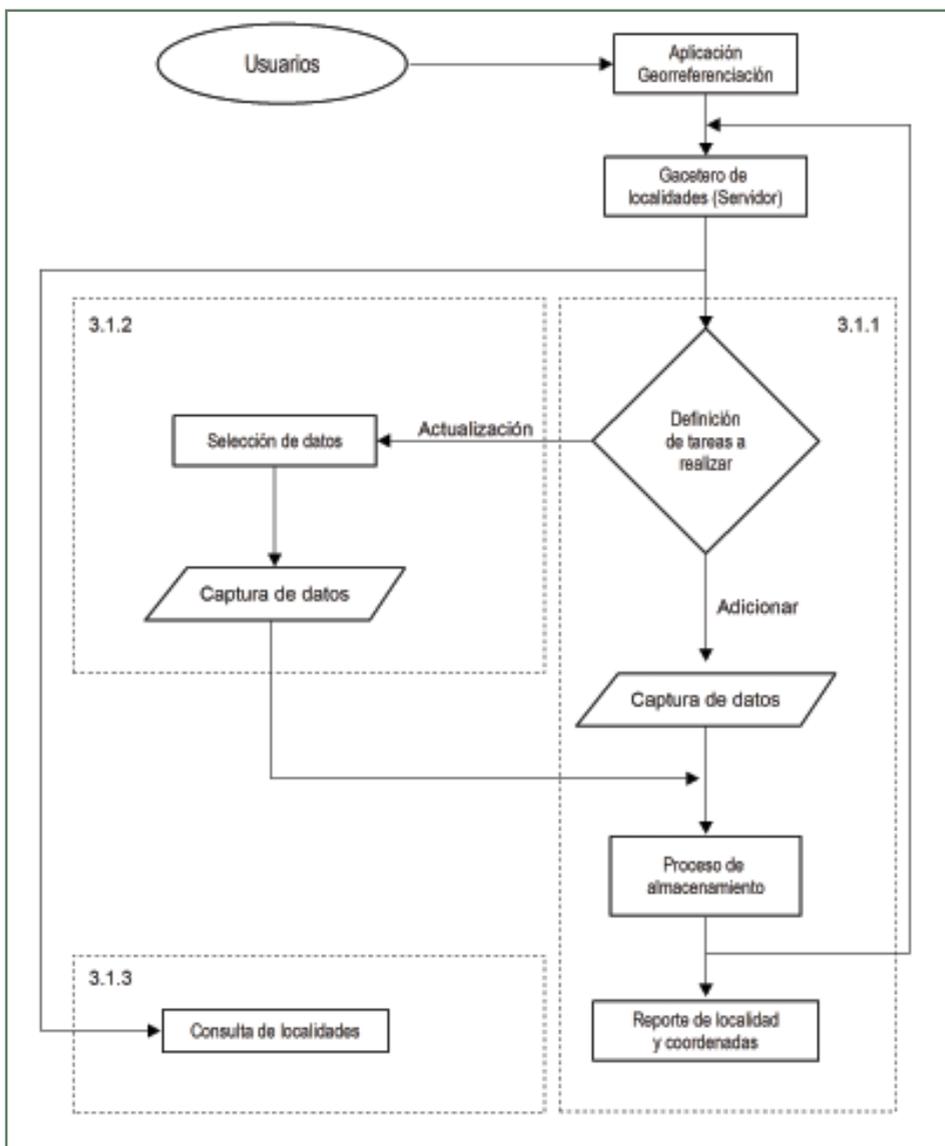


Figura 9. Modelo funcional

### ■■■ 3.1.3. Consulta de localidades

Este proceso también de segundo nivel, permite al usuario traer información de la base de datos del gacetero con el fin de conocer las localidades que se encuentran referenciadas para satisfacer requerimientos específicos de los usuarios.

## 3.2. Modelo lógico

Es la etapa en la que se construye el esquema de la información que utiliza la aplicación. En esta fase se transforma el esquema conceptual en lógico, basado en las estructuras de datos del modelo Entidad relación que se implementarán la base de datos.

Este proceso es la fuente de información para el diseño del modelo físico y juega un papel importante en el mantenimiento de la información.

### Descripción de los tipos de datos

La base de datos está compuesta por entidades, atributos y sus relaciones que se convertirán en tablas en esta etapa, a continuación se describen las entidades y atributos que componen la base de datos.

Tabla 3. Entidad País

Nombre	País	Tipo	Polígono	Identificador	Codigod
Definición Información física del lugar en donde fue colectado u observado el registro					
<b>ATRIBUTOS</b>					
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción	Dominio	Opcionalidad Obligatoriedad
Codigop	Numérico	2	Código país según normas ISO 3166 para representación de países con 2 letras.	Países del mundo	Obligatorio
Nombre	Carácter	30	Nombre del país		

Tabla 4. Entidad Departamento

Nombre	Departamento	Tipo	Polígono	Identificador	Codigod
Definición Información física del lugar en donde fue colectado u observado el registro					
<b>ATRIBUTOS</b>					
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción	Dominio	Opcionalidad Obligatoriedad
Codigod	Numérico	2	Codigo del departamento fuente DANE	Departamentos de Colombia	Obligatorio
Nombre	Carácter	30	Nombre del departamento		

Tabla 5. Entidad Municipio

Nombre	Municipio	Tipo	Polígono	Identificador	Codigom
Definición Información física del lugar en donde fue colectado u observado el registro					
<b>ATRIBUTOS</b>					
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción	Dominio	Opcionalidad Obligatoriedad
Codigom	Numérico	5	Codigo del municipio según fuente DANE	Municipios de Colombia	
Nombre	Carácter	60	Nombre del municipio		Obligatorio
Categoría	Carácter	1	Se refiere al tipo de entidad (municipio o corregimiento)	Entidades territoriales municipales	

Tabla 6. Entidad Usuario

Nombre	Usuario	Tipo	Punto	Identificador	Codigou
Definición Información física del lugar en donde fue colectado u observado el registro					
ATRIBUTOS					
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción	Dominio	Opcionalidad Obligatoriedad
Codigou	Númérico	2	Codigo consecutivo de usuario	Los usuarios	Obligatorio
Nombre	Carácter	40	Nombre de la persona que manipula la información con permisos de lectura o lectura y escritura		

Tabla 7. Entidad Localidad

Nombre	Localidad	Tipo	Punto	Identificador	Codigo1
Definición Información física del lugar en donde fue colectado u observado el registro					
ATRIBUTOS					
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción	Dominio	Opcionalidad Obligatoriedad
Codigo1	Númérico	12	Identificador de la localidad compuesto por los minutos, segundos y centésimas de segundos de las coordenadas geográficas	Números reales	Obligatorio
FechaSistema	Date		Fecha y hora de ingreso del registro al sistema	Días del año y horas del día	
Digitalizador	Carácter	100	Nombre de la persona que inserto la localidad en el sistema	Los usuarios del Instituto	
NivelPrecision	Byte	1	Determinación del nivel de precisión de la captura de coordenadas	Numeros reales entre 1 y 8	
Latitud	Númérico	2	Distancia angular entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el paralelo del Ecuador. (-90 < latitud < 90)	0° a 90° Norte o sur	
Longitud	Númérico	3	Distancia angular entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano de Greenwich. (-180 < longitud < 180)	0° a 180° Este u Oeste	
Altitud Mínima	Númérico	4	Altura mínima desde el nivel medio del mar hasta un punto cualquiera sobre la superficie terrestre medido en metros	Alturas sobre el nivel del mar en Colombia	
Altitud Máxima	Númérico	4	Altura máxima desde el nivel medio del mar hasta un punto cualquiera sobre la superficie terrestre medido en metros	Alturas sobre el nivel del mar en Colombia	

ATRIBUTOS					
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción	Dominio	Opcionalidad Obligatoriedad
Oeste	Numérico	7	Distancia lineal (en metros) de la localización de un punto en un sistema de coordenadas planas, sobre el eje Y	0 - 1000000	Obligatorio
Este	Numérico	7	Distancia lineal (en metros) de la localización de un punto en un sistema de coordenadas planas, sobre el eje X	0 - 1000000	
Imagen	Objeto OLE		Dato de tipo OLE destinado para almacenamiento de imágenes en formatos comprimidos, para ser posteriormente utilizado en el gacetero	Direcciones del sistema	Opcional
Descripción	Texto	255	Descripción de la procedencia geográfica del registro mediante el uso de topónimos	Descripciones	
Observaciones	Texto	255	Comentarios o aclaraciones sobre la procedencia, característica o posición geográfica de la localidad	Observaciones	

### 3.3. Modelo físico

Se refiere a la implementación de la aplicación, cómo el usuario va a interactuar con los datos almacenados; proporcionando las características necesarias para cumplir con los requerimientos de almacenamiento, velocidad y visualización de la información y su funcionamiento con los demás elementos del equipo de escritorio garantizando su conexión sin obstaculizar los procesos entre periféricos.

Esta aplicación se divide en tres módulos principalmente, el primero es de administración de usuarios para el manejo, edición y consulta de la información, el segundo permite las labores adición y modificación y el tercero es de consultas de la información de tipo espacial y alfanumérica. A continuación se describen estos módulos.

### 3.3.1. Modulo de administración

Su función es la modificación de los permisos para acceso a los datos de los diferentes usuarios, asignando o cambiando privilegios de lectura, lectura-escritura o todos los permisos. Estos permiten la manipulación de los datos almacenados o la inclusión de nuevos (Figura 10).



Figura 10. Creación de usuarios

### 3.3.2. Acceso a la aplicación

Una vez sea definido por el administrador el tipo de usuario con nombre y su respectiva contraseña, esta ventana valida el acceso a los usuarios de acuerdo con los privilegios establecidos (Figura 11).



Figura 11. Validación de usuarios

### ■ ■ ■ 3.3.3. Módulo de adición y modificación

Este módulo permite crear nuevos registros con sus respectivas descripciones, editar la posición geográfica o los datos de los puntos existentes en la base de datos, como tareas básicas. Consta de cuatro partes: herramientas, visualización, capas que se están empleando y manipulación de la base de datos.

Contiene las herramientas básicas para el desarrollo de estas labores como son: abrir o adicionar, eliminar una capa, imprimir, acercarse (*zoom in*) o alejarse (*zoom out*) de un sitio determinado, desplazarse para otras posiciones en la ventana de visualización, así como tomar distancias, adicionar, seleccionar o mover puntos y listar atributos de un punto determinado, entre otras.

También muestra los temas que se están utilizando en el momento de trabajar permitiendo visualizar la posición geográfica de los puntos existentes y para el caso de registros nuevos los campos que se requiere complementar. La Figura 12 muestra la distribución de estas herramientas, así como la ventana de visualización.

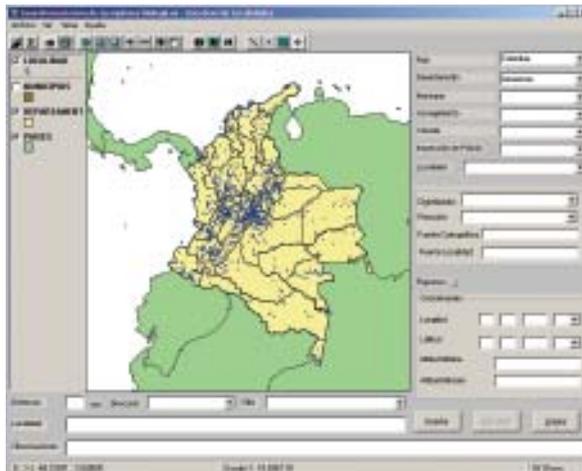


Figura 12. Ventana principal

### ■ ■ ■ 3.3.4. Módulo de consulta

Este módulo permite interactuar con los datos y el despliegue de localidades de interés para el usuario, por medio de selecciones de puntos o registros de acuerdo con los datos almacenados como son: depar-

tamento, municipio, nombres de localidades, estas selecciones dependen de los temas que estén presentes en la visualización. La ventana para consulta de datos se muestra en la Figura 13.

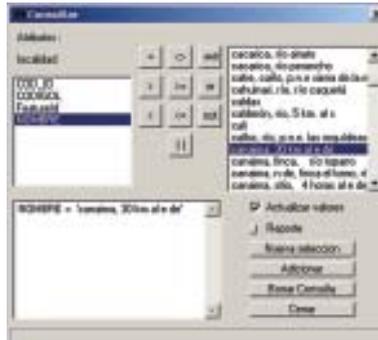


Figura 13. Cuadro de consultas





# GLOSARIO DE TÉRMINOS



<b>Accidente geográfico</b>	Se define como un elemento azonal de un paisaje, por ejemplo una montaña de mesa, un volcán, un río o un cerro.
<b>Azonal</b>	Dícese de los biomas, comunidades, suelos, etc., cuya distribución o características no se ajustan a un patrón zonal determinado por el clima, la altitud o latitud.
<b>Base de datos</b>	Colección de datos interrelacionados con una estructura lógica. Conjunto de datos estructurado para permitir su almacenamiento, consulta y actualización en un sistema informático computarizado.
<b>Cartografía análoga</b>	Mapa impreso sobre papel.
<b>Cartografía digital</b>	Mapa codificado en cifras, almacenado en un ordenador y presentado en una pantalla.
<b>Endemismo</b>	Se refiere a aquellos taxones con una distancia máxima entre localidades (DML) igual o menor a 300 km lineales, lo cual equivale, a grosso modo, con el umbral de 50.000 km <sup>2</sup> propuesto por los ornitólogos para especies endémicas, pero con la ventaja de que los kilómetros lineales son mucho más fáciles de medir.
<b>Entidad</b>	Cualquier tipo de objeto o concepto sobre el que se recoge información, que posee atributos (cuantitativos o cualitativos) y que puede estar relacionado con otras entidades. Por ejemplo: área protegida, unidad de suelo, especies, personas, ecosistemas, etc.
<b>Estándar</b>	Conjunto estandarizado de términos. Normas documentadas, reglas, convenciones y guías conceptuales y metodológicas relacionadas con un tema específico. Incluye métodos, definiciones, reglas de codificación y clasificación, formas convenidas de representar conceptos (como unidades

de medida, escala, precisión, etc.), valores permitidos y rango de una variable, entre otros elementos.

<b>Gacetero</b>	Índice o diccionario geográfico. Cuando son usados en atlas o índices de mapas, los gaceteros son simplemente conjuntos de listados ordenados alfabéticamente de localidades o de características físicas/culturales.
<b>Georreferenciación</b>	Proceso de asignación de coordenadas geográficas o planas mediante una georreferencia. Puede ser de dos tipos, por esquinas o por puntos de control (GCP).
<b>GPS</b>	Global Positioning System / Acrónimo de Sistema de Posicionamiento Global) Sistema de posicionamiento que mediante la utilización de una constelación de satélites permite determinar la posición de cualquier punto sobre la Tierra con gran precisión, por medio de la medición de la distancia entre ese punto y tres o más satélites orbitales. Mediante triangulación se calculan las coordenadas de localización.
<b>Mapa</b>	Representación bidimensional de parte o la totalidad de los rasgos y características naturales o artificiales de una superficie terrestre donde se representan objetos espaciales y sus propiedades métricas, topológicas y atributivas utilizando un sistema de proyección y escala determinados.
<b>Metadatos</b>	Datos acerca de los datos; conjunto común de términos y definiciones que describen las principales propiedades o características de los datos geográficos. Se desarrollan con el fin de cumplir los objetivos principales de disponibilidad, valor, acceso y uso.

<b>Protocolos</b>	Conjunto de normas y procedimientos útiles para la transmisión de datos, conocido por el emisor y el receptor.
<b>Relaciones</b>	Asociación entre dos o más entidades, cada relación tiene un nombre que describe su función.
<b>SIG</b>	<b>(Sistema de Información Geográfica):</b> Conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos, integrado para trabajar con información espacial, esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas del conocimiento.
<b>Toponimia</b>	Es el arte, estudio y ciencia de los nombres propios de lugares, de su origen y significado.
<b>Topónimo</b>	Estudio del significado y procedencia de los nombres (topónimos) de un lugar.





# BIBLIOGRAFÍA

5



- CIAF. Centro Interamericano de Fotointerpretación. 1970. *Cartografía*. Bogotá D.C., Daniel de Agostini Routin M.Sc.
- Contreras, C., Gustavo, 1979. *Elementos de cartografía*. Bogotá D.C.
- DAMA. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. 2004. «*Manual de Estándares de Información Geográfica para el DAMA*». Bogotá D.C.
- Defense Mapping Agency, 1977. *The American Practical Navigator Publication No. 9*, Defense Mapping Agency Hydrographic Center. USA.
- Gatrell, A.C., 1991. *Concepts of space and geographical data* en Maguire, D.J.; Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (Eds.) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2002. *NTC 4611 Información geográfica. Metadato geográfico*. Bogotá D.C.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2003. *NTC 5043 Información geográfica. Conceptos básicos de calidad*. Bogotá D.C.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2003. *NTC 5204 precisión de redes geodesicas*. Bogotá D.C.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2003. *NTC 5205 Precisión de datos espaciales –pde-*. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2002. *Atlas de Colombia*. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1998. *Principios básicos de cartografía temática*. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996. *Diccionario geográfico de Colombia*. Tercera edición. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996. *Diccionario geográfico de Colombia*. Versión CD-ROM. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1995. *Nombres originales de los territorios, sitios y accidentes geográficos de Colombia (Topónimos)*. Bogotá D.C.

- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1995. *Conceptos básicos sobre sistemas de información geográfica y aplicaciones en Latinoamérica*. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1991. *Uso de los mapas y fotografías aéreas*. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1989. *Aplicaciones de fotografías aéreas en geografía*. Bogotá D.C.
- IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1975. *Geodesia: resultados definitivos de parte de las redes geodésicas establecidas en el país*. Publicación especial No.1. Cuarta edición. Bogotá D.C.
- Maling, D.H., 1991. «Coordinate systems and map projections for GIS» en Maguire, D.J.; Goodchild, M.F. and Rhind, D.W. (Eds.) *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. John Wiley & sons pp. 135-146.
- Mittermeier, R.A., Myers, N. y Mittermeier, C.G. (1999). *Biodiversidad amenazada. Las ecorregiones terrestres prioritarias del mundo*. CEMEX & Conservación Internacional. 430 p.
- Moolenaar, M., 1998. *An introduction to the theory of Spatial object modelling for GIS*, Taylor & Francis, Londres, 246 pp.
- Mokhouse, F.J., 1978. *Diccionario de términos geográficos*. Oikos-Tau ediciones, Barcelona.
- Montoya, A.P., 1996. *Percepción remota y procesamiento digital de imágenes*. IGAC-CIAF. Bogotá D.C.
- Muehrcke, P.C and Juliana O. Muehrcke, 1992. *Map Use*. Madison, WI: JP Publications.
- National Imagery and Mapping Agency, 1997. *World Geodetic System 1984 (WGS 84) - Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems*, 3rd Edition. Washington, DC: National Imagery and Mapping Agency.
- Laurila, Simo H., 1976. *Electronic Surveying and Navigation*. New York: John Wiley & Sons
- Obando, S., R. Bernal y, P. Acevedo-Rodríguez., 2000. *Paullinia trifoliolata (sapindaceae) una nueva especie de los andes de Colombia*. *Caldasia* 26 (1) 2004: 61-64

- Paynter, R. A., 1997. *Orithological gazetteer of Colombia*. Second edition.
- Plata R., Eduardo, 1987. *Fundamentos de cartografía en los recursos naturales*. Bogotá D.C., Centro de enseñanza desescolarizada, Universidad de Santo Tomás.
- Ruiz, Carlos J., 1986. *Normas para el dibujo de mapas geológicos*. INGEOMINAS, Bogotá D.C.
- Snyder, John P., 1987. *Map Projections, a Working Manual*. Washington, DC: US Govt. Printing Office.
- Strahler, A., 1986. *Geografía Física*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Thomas, P. D., 1970. *Spheroidal Geodesics, Reference Systems and Local Geometry*. Washington, DC: U. S. Naval Oceanographic Office.
- U. S. Air Force and Navy, 1983. *Air Navigation, AFM 51-40*. Washington, DC: Department of the Air Force.
- U. S. Army, 1967. *TM 5-241-1 Grids and Grid References*. Washington, DC: Department of the Army.

## Referencias de Internet

- Botero, V., 1999. *Sistemas de información geográfica*. Programa de la materia. Universidad Nacional de Medellín. Recuperado en 18 de Diciembre de 2002 de <http://poseidon.unalmed.edu.co/Materias/vbotero/sig/contentio.html>
- Blue Marble Geographics, 2003. *Graphic Calculator 5.2*. Recuperado en Diciembre 15 de 2002 de <http://www.download.com/3000-2064-10205916.html?part=msnbc-cnet>
- CONIABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2003. *Sistema de Información Biótica*. México. Recuperado en Enero 15 de 2004 de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/biotica\\_espanol/doctos/acerca\\_biotica.html](http://www.conabio.gob.mx/informacion/biotica_espanol/doctos/acerca_biotica.html).
- Dana, Peter H., 1999. *Coordinate Systems Overview*. The Geographer's Craft Project, Department of Geography, The University of Colorado at Boulder. Recuperado en Junio 24 de 2003 de <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/coordsys/coordsys.html>

- Editorial Santillana, 1997. *La lectura de los mapas en: Trabajar con Santillana*. Recuperado en Junio 20 de 2003 de [http://www.elagrimensor.com.ar/elearning/lecturas/la\\_lectura\\_de\\_mapas\\_santillana\\_.pdf](http://www.elagrimensor.com.ar/elearning/lecturas/la_lectura_de_mapas_santillana_.pdf)
- Francois, Atilio, 2000. *Ciclo de formación sobre geodesia, referencial geográfico y proyecciones para los sistemas de información geográficos*. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Montevideo. Uruguay. Recuperado en Junio 24 de 2003 de <http://webs.demasiado.com/geoconceptos/geodesia2.htm>.
- García R., María José, 1998. *Mapas Temáticos, Escalas y Proyecciones Cartográficas*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica de Madrid. Recuperado en Junio 28 de 2003 de <http://nivel.euitto.upm.es/~mab/tematica/portada.html>
- Hijmans, Robert J., Luigi Guarino, Coen Bussink, Israel Barrantes, y Edwin Rojas, 2002. *DIVA-GIS, versión 2. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Biodiversidad*. Manual. International Potato Center, Lima, Peru. Recuperado en Diciembre 11 de 2002 de <http://www.cipotato.org/diva>.
- IAvH. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. *Glosario de términos sobre biodiversidad*. Recuperado en Octubre 3 de 2004 de [http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/glosario/q\\_glosario.htm](http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/glosario/q_glosario.htm)
- INBIO. Instituto Nacional de Biodiversidad, 1989. *Tecnología informática al servicio de la conservación de la biodiversidad. Atta*. Costa Rica. Recuperado en Enero 15 de 2004 de <http://atta.inbio.ac.cr/atta03.html>.
- Kenneth E., Foote and Donald J., Huebner, 2000. *Error, Accuracy, and Precision*. The Geographer's Craft Project, Department of Geography, The University of Colorado at Boulder. Recuperado en Junio 24 de 2003 de [www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error_f.html)
- Marqués Andrés, María Mercedes, 2001. *Planificación, diseño y administración de bases de datos*. Recuperado en Noviembre 25 de 2002 de <http://www3.uji.es/~mmarques/f47/apun/node64.html>.
- MultiProcesos SIG S.A., 2000. *Calculadora Geográfica en: Sumapa.com*. Recuperado en Diciembre 15 de 2002 de <http://www.sumapa.com/geocalc.cfm>.

- NGA. National Geospatial Intelligence Agency, 2004. *What's HOT* . Recuperado en Enero 15 de 2004 de <http://www.nga.mil/portal/site/nga01/>.
- Pattillo, Carlos, 1998. *Proyecciones cartográficas en: Geoinformación*, 1998. Septiembre/Octubre - Año 1, Número 1. Pg 36. Recuperado en Junio 15 de 2003 de [www.geoinformacion.com/ediciones/1998/septiembre/index.html](http://www.geoinformacion.com/ediciones/1998/septiembre/index.html)
- Rey, Jorge Franco, 2002. *Nociones de cartografía en: Introducción a las proyecciones cartográficas y sus conceptos asociados, dedicando especial atención a la proyección y cuadrícula UTM*. Recuperado en Junio 10 de 2003 de <http://www.cartesia.org/search.php?query=Nociones%20de%20cartografia&type=stories>.
- Rivera-Gutiérrez, H. F., Suárez-Mayorga, A. M., Varón-Londoño, A., 2003. *Estándar para la documentación de registros biológicos*, versión 4.1 (electrónica). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 56 p. Recuperado en Octubre 3 de 2003 de [http://www.humboldt.org.co/sib/pdfs/regBiologicos/Estandar\\_Registros\\_Biologicos.pdf](http://www.humboldt.org.co/sib/pdfs/regBiologicos/Estandar_Registros_Biologicos.pdf)
- Rivera-Gutiérrez H. F., Suárez-Mayorga A. M., Varón-Londoño A., 2003. *Estándar para la documentación de metadatos de conjuntos de datos relacionados con biodiversidad*, versión 1.0 (electrónica). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 61 p. Recuperado en Octubre 3 de 2003 de <http://www.humboldt.org.co/sib/pdfs/metadatos/EstandarMetadatos.pdf>
- RockWare Inc. Earth Science Software, 2003. *Coordinate Calculador*. Recuperado en Diciembre 15 de 2002 de <http://www.rockware.com/catalog/pages/freecalculator.html>.
- University of Colorado Regents, 2004. *MaPSTeDI*. Recuperado en Octubre 10 de 2004 de <http://mapstedi.colorado.edu/georeferencing.html>.
- USGS. United States Geological Survey, 1981. *The Geographic Names Information System (GNIS)*. Recuperado en Junio 30 de 2001 de <http://geonames.usgs.gov/>



# ANEXOS



# ANEXO 1. Conceptos y definiciones

## 1. Georreferencia

Representación del espacio sobre un sistema de referencia con un componente espacial (información geográfica) dado en forma de coordenadas, es decir, mediciones ordenadas definidas por ángulos en un elipsoide (latitud, longitud) o distancias ortogonales sobre un plano de proyección (X,Y).

Cualquier objeto geográfico (una ciudad, el curso de un río, el pico de una montaña, etc.), solamente podrá ser localizado si podemos, describirlo con relación a otro(s) objeto(s) cuya posición sea previamente conocida, o determinando su localización en una red coherente de coordenadas.

## 2. Sistemas de coordenadas

Sistema de referencia usado para localizar y medir elementos o puntos ubicados en una posición geográfica desde un punto cuya posición sea previamente conocida.

Para representar el mundo real se utilizan tres tipos diferentes de sistemas de coordenadas las cartesianas, las geográficas y las planas.

Los aspectos referentes a los sistemas de coordenadas que debe conocer un usuario SIG, son los siguientes:

### 2.1. Diferencias entre geoide y elipsoide

**Geoide:** superficie equipotencial de la Tierra que coincide con el nivel medio del mar sin perturbaciones y que se extiende de manera continua por debajo de los continentes. Es una aproximación a la forma actual de la Tierra la cual es difícil de describir matemáticamente debido a las irregularidades de las superficies locales y las variaciones en el lecho marino. Se usa para inspeccionar posiciones verticales y horizontales

**Elipsoide:** modelo matemático tridimensional usado como representación geométrica de la Tierra; en donde el eje menor es el polar, el mayor es el ecuatorial; los parámetros se definen especificando las longitudes de ambos ejes, o la longitud del eje mayor y el achatamiento (Figura 1).

El achatamiento del elipsoide se define en función del radio mayor o ecuatorial (a); radio menor (o polar) (b) Ver Figura 1.

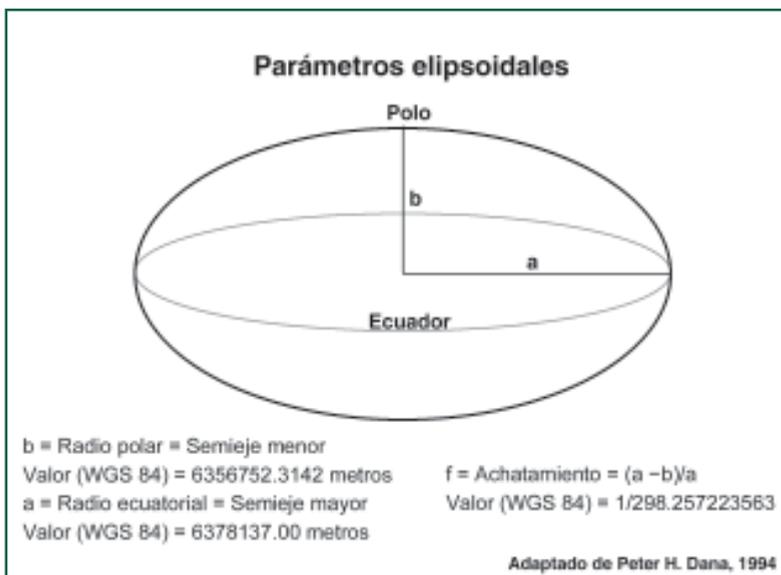


Figura 1. Achatamiento del elipsoide

Si la Tierra no presentara montañas, ni depresiones y estuviera compuesta del mismo material geológico, el elipsoide y el geode serían iguales. Sin embargo, debido principalmente a las variaciones en la densidad de las rocas y al relieve, la superficie del geode y del elipsoide se desvía hasta en 100 metros; estas diferencias se aprecian en la Figura 2.

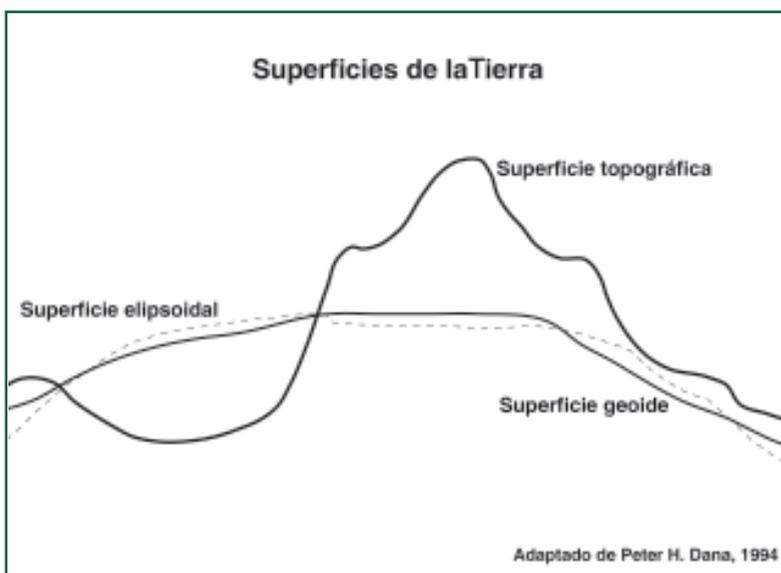


Figura 2. Diferencias entre superficie geoidal, elipsoidal y topográfica

Con la puesta en órbita de satélites se pudo definir un elipsoide general para representar toda la Tierra. Este elipsoide se conoce como World Geodetic System (WGS) y a partir del inicial definido en 1960, se ha ido mejorando (1966, 1972) hasta su versión WGS84 (definido en 1984), que es el que utilizan actualmente los sistemas de posicionamiento global (GPS y GLONAS). Con WGS84, se cuenta con un único sistema de referencia en coordenadas geográficas para todo el mundo.

En la Tabla 1 se muestran los parámetros de los elipsoides más usados

Nombre	Fecha	Ecuatorial	Polar	Achatamiento
WGS 84	1984	6378,137	6356,752	1/298,257
WGS 72	1972	6378,135	6356,750	1/298,26
Krasovsky	1940	6378,245	6356,863	1/298,3
Internacional	1924	6378,388	6356,911	1/297
Clarke	1880	6378,249	6356,514	1/293,46
Clarke	1886	6378,206	6356,583	1/294,98
Bessel	1841	6377,397	6356,079	1/299,15
Everest	1830	6377,276	6356,075	1/300,8

Tabla 1. Elipsoides más usados

## 2.2. Coordenadas geográficas

El sistema de coordenadas natural de un esferoide es el de latitud y longitud que suele denominarse de **coordenadas geográficas** (Figura 3). Para definir latitud y longitud, se debe identificar el eje de rotación terrestre.

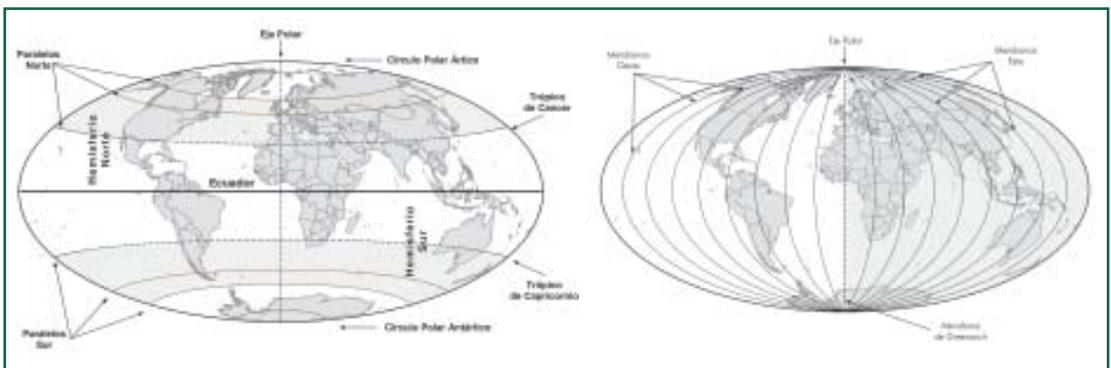


Figura 3. Coordenadas geográficas

## ■■■ Latitud

La latitud de un lugar es la distancia angular entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y la línea del Ecuador medida sobre un meridiano hacia el norte o sur; varía entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  (Figura 4).

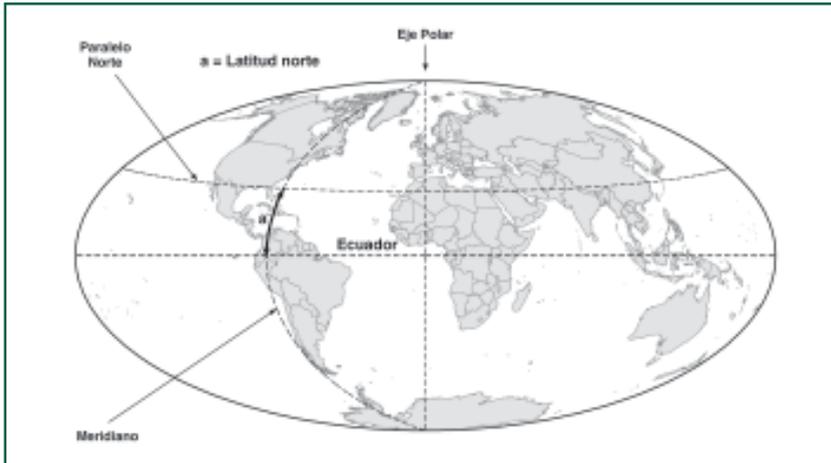


Figura 4. Latitud

## ■■■ Longitud

La longitud de un lugar se define como la distancia angular entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano de origen o de Greenwich, hacia el oriente o el occidente; se mide de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  (Figura 5).

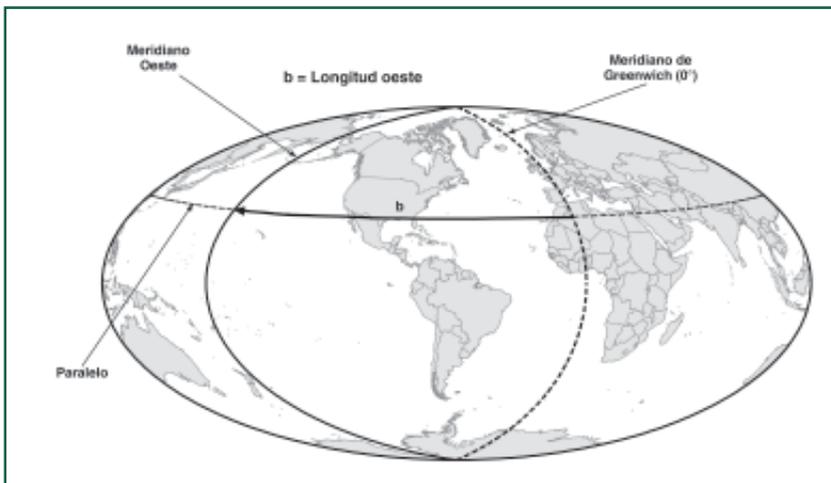


Figura 5. Longitud

## 3. Coordenadas planas

El proceso de transformar las coordenadas geográficas del esferoide a coordenadas planas para representarlo en dos dimensiones se conoce como *proyección*, esta consiste en una transformación matemática que establece una ecuación para cada par de coordenadas geográficas asignando un par de coordenadas planas.

$$x = f(\text{lat}; \text{long}) \qquad y = f(\text{lat}; \text{long})$$

### ■ ■ ■ 3.1. Tipos de proyecciones cartográficas

Una proyección implica siempre una distorsión en la superficie representada. El objetivo de la cartografía es minimizar estas distorsiones utilizando la técnica de proyección más adecuada a cada caso. Las proyecciones se clasifican según propiedades, forma y aspecto así:

#### Según sus propiedades

- *Conforme*, el requerimiento para que haya conformidad es que en el mapa los meridianos y los paralelos se corten en ángulo recto y que la escala sea la misma en todas las direcciones alrededor de un punto.
- *Equivalente*, es la condición por la cual una superficie en el plano de proyección tiene la misma superficie que en la esfera. La equivalencia no es posible sin deformar considerablemente los ángulos originales. Por lo tanto, ninguna proyección puede ser equivalente y conforme a la vez.
- *Equidistante*, cuando una proyección mantiene las distancias entre dos puntos situados sobre la superficie del globo (representada por el arco de círculo máximo que los une).

#### Según su forma

Con referencia a la figura geométrica que genera el plano bidimensional, se habla de proyecciones *cilíndricas*, *cónicas* y *azimutales* o *planas*. En estos casos las distorsiones son nulas en la línea donde la figura corta al elipsoide y aumentan con la distancia a este. Para minimizar el error medio suelen utilizarse planos secantes en lugar de planos tangentes.

#### Según su aspecto

Pueden ser normales, transversas y oblicuas

El resultado de estos análisis, de acuerdo con cada caso, es un plano en el que la Tierra, o una parte de ella, se representa mediante un sistema de coordenadas cartesianas. El más conocido de todos y utilizado es el sistema de proyección UTM (Figura 6). Se trata de una proyección cilíndrica en la que la Tierra se divide en 60 husos con una anchura de  $6^\circ$  de longitud, las distorsiones son nulas en los lados y aumentan hacia el meridiano central, especialmente cuando se incrementa la latitud. Por tanto la proyección UTM no debe usarse en latitudes altas y suele reemplazarse por proyecciones azimutales polares. El meridiano central tiene siempre un valor  $X = 500.000$  m y en el Ecuador  $Y = 0$  m.

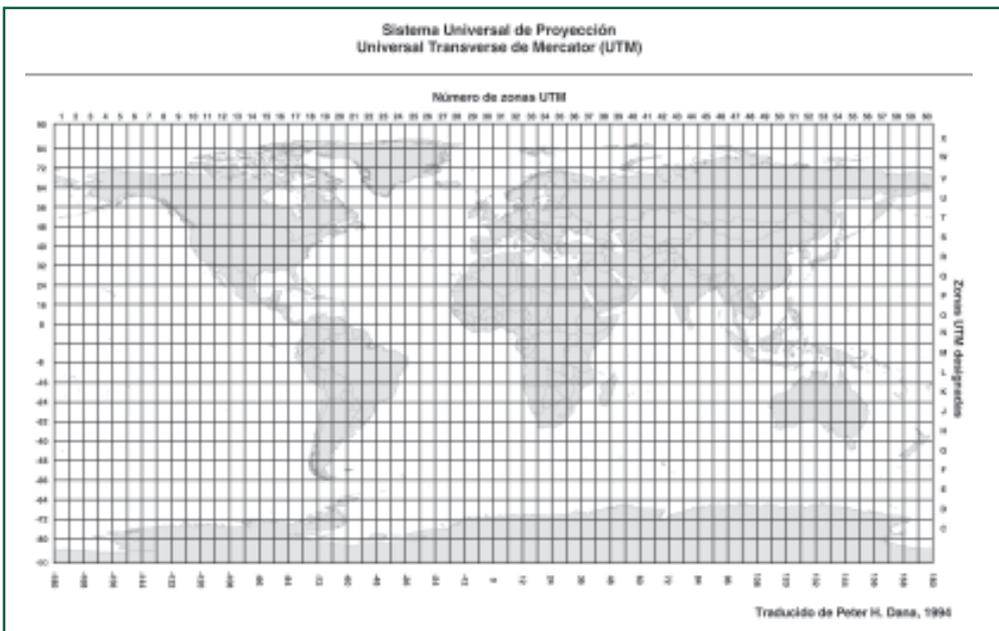


Figura 6. Sistema de proyección UTM

## Datum

Es un marco de referencia definido como el punto tangente a la posición en donde el elipsoide y el geoide coinciden, también puede ser un sistema de puntos de control y un elipsoide que determinan una superficie de referencia.

El datum está compuesto por:

1. Un elipsoide, definido por  $a$ ,  $b$  y achatamiento
2. Un punto llamado fundamental en el que el elipsoide y la Tierra son tangentes; se define por sus coordenadas geográficas
3. Un azimut o dirección de referencia que define el norte
4. La distancia entre geoides y elipsoide en el origen

Cada elipsoide se ubica en diferentes posiciones o puntos de referencia (datum), y se obtiene un buen ajuste sólo para el área o región mapeada. Los avances tecnológicos en cuanto a satélites han permitido el desarrollo de fórmulas matemáticas que relacionan la diferencia de posición del centro de estos elipsoides con respecto al WGS84 (puesto que éste es un elipsoide geocéntrico).

Una buena aproximación, válida para todas las aplicaciones temáticas, fue la desarrollada por el científico ruso Sergui Molodensky. Con dichas ecuaciones se ha determinado la variación en metros de  $X, Y, Z$  del centro de los elipsoides más utilizados. Estos valores son los que se usan en casi todos los software de SIG.

En general, un datum tiene asociado uno y solo un elipsoide. Por el contrario, un elipsoide puede ser usado en la definición de muchos datum. Desde el punto de vista de los programas de SIG, si en el algoritmo de proyección se especifica el datum, no es necesario indicar el elipsoide; mientras que si se detalla el elipsoide, sí se debe explicar el datum o las constantes de Molodensky respectivas.

## 4. Sistema de proyección para Colombia

El Instituto Geográfico «Agustín Codazzi» (IGAC), en abril de 1940 adoptó el sistema de proyección conforme de Gauss para la construcción de la carta geográfica de Colombia, cuyo origen es la proyección Transversa de Mercator con las siguientes características:

Unidades de medida: metros

Aspecto: transversa

Forma: cilíndrica

Divide a Colombia en 5 orígenes

Cada origen cubre 3 grados

Las coordenadas planas de cada origen son 1'000.000m norte y 1'000.000m oeste

Utiliza como elipsoide: Hayford o internacional de 1924

En la Figura 7, se presentan los cinco orígenes (línea continua) empleados en Colombia, el área de cubrimiento de cada origen (líneas

cortadas) que se ha determinado cada 3°, debido a que en esta zona la deformación es mínima.

Para cada uno de estos orígenes, se adoptaron valores de 1.000.000 en Y y 1.000.000 en X para evitar valores negativos en las coordenadas planas. A partir de estos puntos las coordenadas aumentan de valor hacia el este y disminuyen hacia el oeste para Y, para X aumentan hacia el norte y disminuyen al sur. (IGAC, 1979).

Sin embargo, el IGAC dependiendo de las escalas de trabajo toma los siguientes parámetros

Para escalas menores de 1:1.000.000  
Proyección Transversa de Mercator o Conforme de Gauss  
Origen: Observatorio Astronómico de Bogotá  
Longitud = -74°04'51.3", Latitud = 4°35'56.57"

Escalas 1:25.000 y 1:100.000  
Proyección Transversa de Mercator o Conforme de Gauss  
Origen: oeste, Bogotá, este central, este (a la misma latitud, pero separados 3° en longitud)

Escalas 1:50.000 y 1:200.000  
Proyección Universal Transversa de Mercator

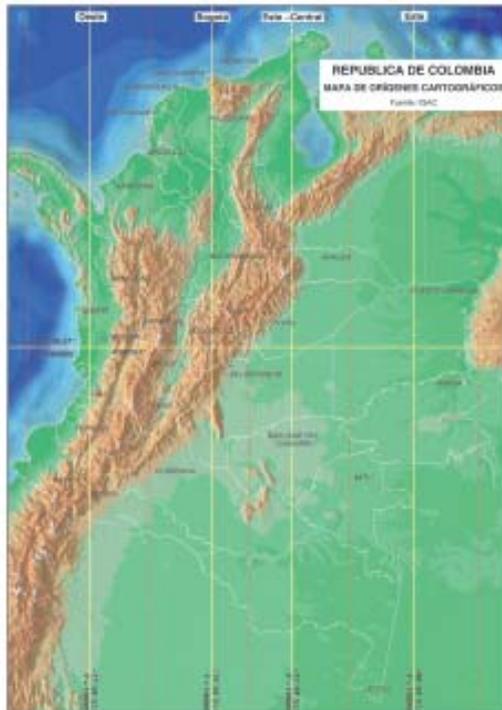


Figura7. Orígenes cartográficos

## ANEXO 2. Conversión de coordenadas

Las coordenadas geográficas tienen dos tipos de representación numérica decimal (74.05869 grados) sexagesimal (74° 30' 23.69"), para obtener uno u otra es necesario hacer una conversión matemática que permite las expresiones de acuerdo con cada caso; para ello se utiliza la siguiente fórmula:

### ■ ■ ■ Grados sexagesimales a grados decimales

- 74° 30' 23.69016" W

Grados decimales =  $74^\circ + (30'/60) + (23.69"/3600)$

Grados decimales = 74.5065806

### ■ ■ ■ Grados decimales a grados sexagesimales

-74.5065806 W

Grados sexagesimales = 74°

Minutos sexagesimales =  $(0.5065806 * 60)$

Minutos = 30.394836

Minutos = 30'

Segundos sexagesimales =  $(0.5065806 * 60)$

Segundos =  $(0,394836 * 60)$

Segundos = 23.69016"

La expresión final será:

74° 30' 23.69016"

Para el caso de coordenadas geográficas al oeste (W) y al sur (S), es necesario multiplicar el resultado final por -1.

Una forma fácil de obtener los resultados es aplicar esta fórmula en Excel® de la siguiente manera:

ID	Grados	Minutos	Segundos	N-S	Longitud	Valor final
1	74	30	23.69	W	=B3*3600+11B5+(C3*60)+(D3*60000)/180+(C3*60)-(D3*60000)	-74.5069956
2	75	25	49.55	E	=B3*3600+11B5+(C3*60)+(D3*60000)/180+(C3*60)-(D3*60000)	75.4292128

ID	Grados	Minutos	Segundos	N-S	Longitud	Valor final
1	4	58	58.878	S	=B3*3600+11B5+(C3*60)+(D3*60000)/180+(C3*60)-(D3*60000)	-4.9934722
2	5	23	14.828	N	=B3*3600+11B5+(C3*60)+(D3*60000)/180+(C3*60)-(D3*60000)	5.3972278

El valor final corresponde a copiar y pegar como especial los valores

Figura 1. Fórmula de conversión de grados hexadecimal a grados decimal

## ■■■ Coordenadas geográficas a planas

Para estos casos todos los programas especializados en SIG y sensores remotos tienen herramientas que permiten realizar estas conversiones con una gran precisión. Además, en Internet existen algunos programas que hacen estas conversiones, bien sea de geográficas a planas o viceversa. Un ejemplo se encuentra en la siguiente dirección:

Multiprocesos SIG S.A. 2000. Calculadora geográfica en: [sumapa.com](http://www.sumapa.com/geocalc.htm)  
<http://www.sumapa.com/geocalc.htm>



Figura 2. Pagina de Internet que contiene herramientas de conversión

Algunos programas que se pueden descargar gratis se encuentran en:

RockWare Inc. Earth science software 2003. Coordinate calculator  
<http://www.rockware.com/catalog/pages/freecalculator.html>

Blue Marble Geographics. 2003 Geographic calculator 5.2  
<http://www.download.com/3000-2064-10205916.html?part=msnbc-cnet>

## ANEXO 3. Escala de los mapas

La relación de semejanza entre la representación cartográfica de la Tierra o partes de ella y el original representado, se denomina escala y puede tener cualquier valor, aunque por comodidad se eligen cifras redondas.

Para la representación en un mapa la escala depende de la superficie de la zona a cartografiar y las limitaciones de formato de papel. Además la elección de la escala está condicionada por el grado de detalle necesario tanto para el contenido temático como para el mapa base. La proyección, escala, datos a representar y cantidad de información son factores interdependientes. La escala de un mapa se calcula como:

$$E = \frac{\text{Distancia en el terreno}}{\text{Distancia en el mapa}}$$

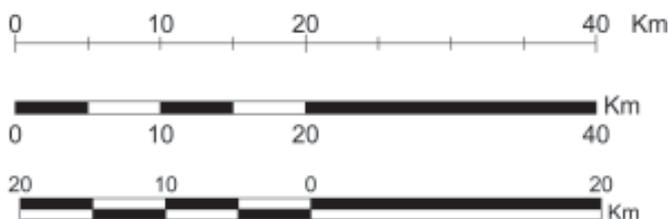
En el mapa la escala puede indicarse de varias maneras:

Escala numérica, se indica mediante una fracción del tipo:

$$E = a/A \text{ (Escala } 1/50.000) \text{ ó } E = a:A. \text{ (Escala } 1:50.000)$$

En algún caso de forma verbal del tipo: como *Cada centímetro en el mapa es un kilómetro en el terreno*

Escala gráfica, que representa la fracción de la escala numérica de forma gráfica:



Ejemplo:

Si no se conoce la escala de un mapa, fotografía o imagen, se puede calcular utilizando la fórmula anterior así:

Medida en el mapa, fotografía o imagen en centímetros: 15 cm

Medida en el terreno en metros: 450 m

Escala =  $\Rightarrow$  Escala =  $\frac{45000}{15}$  lo que significa que la escala del mapa es 3000. La cual se puede representar 1/3000 ó 1:3000